

**Homolya Dániel:**

**Banki működési kockázat és intézményméret**

**Pénzügyi és Számviteli Intézet,  
Befektetések és Vállalati Pénzügy Tanszék**

Témavezető:

Dr. Király Júlia

Dr. Benedek Gábor

**BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM**  
**Gazdálkodástani Doktori Iskola**

Bankok működési kockázata és intézményméret

Ph.D. értekezés

Szerző: Homolya Dániel

Budapest 2011. szeptember



## Tartalomjegyzék

<i>Ábrák, táblázatok jegyzéke</i> .....	8
<i>Köszönetnyilvánítás</i> .....	12
<i>Bevezetés</i> .....	13
<i>I. Elméleti háttér, áttekintés</i> .....	15
<b>I.1. Pénzügyi intézmények működési kockázata és kapcsolódó előírások</b> .....	15
<b>I.2. Működési kockázat modellezési kerete – stilizált tények</b> .....	25
<b>I.3 A működési kockázatkezelés gyakorlata</b> .....	29
I.3.1. Nemzetközi helyzetkép.....	29
I.3.2. Magyarországi intézmények működési kockázati gyakorlata.....	30
<b>I.4. Kontribúció: saját kutatás eredményeinek szakirodalomhoz való viszonya</b> .....	31
<i>II. A kutatás hipotézisei</i> .....	32
<b>1. hipotézis: A működési kockázatmérési gyakorlatban általánosan alkalmazott Poisson gyakoriság- lognormális súlyosság modellkeret alátámasztható elméleti, stilizált keretrendszerben is, és az egyes megfigyelt hibapontokból robosztus becslés készíthető</b> .....	32
<b>2. hipotézis: A magyar bankrendszerben elszenvedett működési kockázati veszteségek és az intézményméret közötti kapcsolat pozitív</b> .....	33
<b>3. hipotézis: A. alhipotézis - Minél nyereségesebb egy pénzügyi intézmény, annál inkább törekszik arra, hogy fejlettebb működési kockázati módszereket alkalmazzon. B. alhipotézis - Minél nagyobb egy intézmény annál nagyobb lehetősége van fejlettebb működési kockázatkezelési módszerek alkalmazására</b> .....	33
<i>III. Szimuláció alapú katasztrófamodellkezés</i> .....	35
<b>III.1. A működési kockázatmérési gyakorlatban általánosságban használt Poisson-lognormális modellkeret megfelelőségének tesztelése</b> .....	35
III.1.1. A probléma operacionalizálása.....	36
III.1.2. Modelleredmények.....	39
III.1.2.1. Egyedi folyamat vizsgálata.....	40
III.1.2.2. Kettős folyamat vizsgálata.....	45
III.1.2.3. Katasztrófagyakorisági jellemzők paraméterérzékenysége.....	47

<b>III.2. A működési kockázat előrejelzése a stilizált modellkeretben .....</b>	<b>49</b>
III.2.1. Egyes folyamatra vonatkozó kockázat-előrejelzés .....	51
III.2.2. Kettős folyamatra vonatkozó kockázat-előrejelzés .....	55
<b>III.3. Sztochasztikus folyamatalapú modellezés alkalmazása ATM hibákra .....</b>	<b>59</b>
<b>III.4. Összefoglalás.....</b>	<b>67</b>
<b><i>IV. Az elszenvedett működési kockázati veszteségek és az intézményméret kapcsolata a magyar bankrendszerben .....</i></b>	<b>68</b>
<b>IV.1. Aggregált veszteségek és intézményméret kapcsolata a magyar bankrendszerben.....</b>	<b>75</b>
<b>IV.2. Egyedi veszteségek és intézményméret kapcsolata .....</b>	<b>79</b>
IV.2.1. Gyakorisági eloszlás.....	79
IV.2.2. Súlyossági eloszlás.....	83
<b>IV.3. Összefoglalás.....</b>	<b>91</b>
<b><i>V. Működési kockázati módszerek és intézményméret viszonya.....</i></b>	<b>92</b>
<b>V.1. Nemzetközi minta.....</b>	<b>92</b>
V.1.1. Leíró adatelemzés .....	94
V.1.2. Feltáró adatelemzés .....	100
V.1.3. Logisztikus regresszió-elemzés.....	109
V.1.4. A bankok csoportjai - klaszterelemzés .....	116
V.1.5. Megállapítások összegzése.....	120
<b>V.2. Magyarországi működési kockázati módszerválasztási kép elemzése.....</b>	<b>121</b>
V.2.1. Működési kockázati módszerválasztás mozgatórugói .....	121
V.2.2. Következtetések.....	124
<b>V.3. Összefoglalás.....</b>	<b>125</b>
<b><i>VI. Összefoglalás, következtetések .....</i></b>	<b>126</b>
<b>VI.1. Az eredményeink hasznosítási lehetőségei.....</b>	<b>129</b>
<b>VI.2. További kutatási tervek .....</b>	<b>130</b>
<b><i>Irodalomjegyzék .....</i></b>	<b>131</b>
<b>Felhasznált irodalom.....</b>	<b>131</b>

<b><i>Saját publikációk</i></b> .....	<b>136</b>
<b>Adisszertáció témájához kapcsolódó saját publikációk</b> .....	<b>136</b>
Tudományos folyóiratok: .....	136
Egyéb kiadványok: .....	136
<b>A disszertáció témájához kapcsolódó saját előadás és/vagy konferencia-     kiadványban megjelenő fontosabb írások</b> .....	<b>136</b>
<b>Egyéb publikációk, konferencia-előadások</b> .....	<b>137</b>
Tudományos folyóiratok: .....	137
Egyéb kiadványok: .....	137
<b><i>Melléklet</i></b> .....	<b>138</b>

## Ábrák, táblázatok jegyzéke

<i>1. ábra: Egyes veszteségméret kategóriák kumulált gyakorisági és súlyossági részesedése a Bázeli Bizottság felmérésében</i>	26
<i>2. ábra: Gyakorisági eloszlás és súlyossági eloszlás konvolúciója (illusztráció)</i>	28
<i>3. ábra: Ornstein–Uhlenbeck-folyamat illusztrációja</i>	39
<i>4. ábra: Egy adott paraméterezésű alapfolyamat realizációjának jellemzése</i>	40
<i>5. ábra Katasztrófa gyakorisági eloszlás jellemzése adott paraméterezésű folyamat mellett</i>	41
<i>6. ábra: Az első áttörési idő valószínűségi eloszlása szoros paraméter-beállítások választása mellett (szoros korlátok: 0,5 és 1,5)</i>	42
<i>7. ábra: Súlyossági eloszlás és illeszkedése a lognormális, illetve Pareto-eloszláshoz</i>	44
<i>8. ábra Kettős katasztrófa bekövetkezési gyakorisága szélesebb és szűkebb toleranciakorlát mellett</i>	45
<i>9. ábra: Együttes katasztrófa első bekövetkezési idejének eloszlása</i>	46
<i>10. ábra Kettős folyamathoz kapcsolódó súlyossági eloszlás bemutatása adott paraméterezés mellett</i>	47
<i>11. ábra: Visszahúzás sebessége és hibaszám összefüggése</i>	48
<i>12. ábra: Korreláció és hibaszám összefüggése</i>	49
<i>13. ábra: Hiba- (katasztrófa-) arány alakulása a mintanagyság függvényében, tágabb katasztrófadefinícióra</i>	53
<i>14. ábra: Hiba- (katasztrófa-) arány alakulása a mintanagyság függvényében, szűkebb katasztrófadefinícióra</i>	54
<i>15. ábra: Hiba- (katasztrófa-) arány alakulása a mintanagyság függvényében, kettős katasztrófa esetében, szorosabb korreláció mellett</i>	58
<i>16. ábra: Hiba- (katasztrófa-) arány alakulása a mintanagyság függvényében, kettős katasztrófa esetében, gyengébb korreláció mellett</i>	58
<i>17. ábra: Adott napon hibás ATM számának eloszlása</i>	62
<i>18. ábra: Hibás napok időbeli lefutása és hibás napok között eltelt idő</i>	63
<i>19. ábra: Áttörési idők és stilizált látens folyamat</i>	65
<i>20. ábra: A hazai bankszektor működési kockázati tőkekövetelményének aránya a bankrendszer minimális tőkekövetelményéhez és rendelkezésre álló szavatolótőkéjéhez viszonyítva</i>	69



21. ábra: A hazai bankrendszer 2007 első és 2011 első negyedének vége közötti főbb működési kockázati veszteségeseményeinek eloszlása	72
22. ábra: Kumulált banki veszteség és bruttó jövedelem logaritmusai közötti kapcsolat (teljes mintán adattal rendelkező bankokra, négy évre összesítve)	77
23. ábra: Az egyes évekre jutó banki működési kockázati veszteség és bruttó jövedelem logaritmusai közötti kapcsolat	78
24. ábra: A működési kockázati veszteségek illeszkedése a lognormális (bal panel), illetve a Pareto-eloszláshoz (jobb panel)	87
25. ábra: Bruttó jövedelem és egyedi veszteségadatok logaritmusának mintája (zöld pontok és az aláhúzás nélküli egyenlet vonatkozik az egyedi veszteségekre)	89
26. ábra: Egységnyi veszteség, illetve veszteséggyakoriság méretre skálázása a bruttó jövedelem eredeti veszteséggazda méretéhez képest	90
27. ábra: A dolgozatban bemutatott hipotézisek kapcsán kapott eredmények és azok kapcsolata a működési kockázatkezelési ciklussal	128
28. ábra: Hierarchikus klaszterezés dendrogramjai	141
1. táblázat: Működési kockázat és az. „egyéb” kockázatok (Cruz [2002] alapján).....	18
2. táblázat: Egyes kockázattípusok összehasonlítása (Elder [2006] és Király Júlia [2005] alapján) .....	20
3. táblázat: Működési kockázat jellemzői: súlyosság és gyakoriság (Elder [2006]).....	25
4. táblázat: A 3. hipotézis elemzésének módszertani kerete .....	34
5. táblázat: Poisson-illeszkedés tesztelése különböző korláttípusok mellett.....	41
6. táblázat: Első áttörési idejének illeszkedése az exponenciális eloszláshoz .....	43
7. táblázat: Kettős folyamatra vonatkozó veszteségsúlyossági eloszlás momentumai két különböző korrelációs mérték mellett .....	47
8. táblázat: Gyakorisági előrejelzésre vonatkozó szimulációs eredmények egyes folyamat esetében, két különböző paraméter-beállításhoz.....	51
9. táblázat: Súlyossági előrejelzésre vonatkozó szimulációs eredmények egyes folyamat esetében, két különböző paraméter-beállításhoz.....	54
10. táblázat: Előrejelzésre vonatkozó szimulációs eredmények kettős folyamat esetében, két különböző paraméter-beállításhoz .....	56
11. táblázat: Adott napon hibás ATM számának leíró statisztikái.....	61
12. táblázat: Napi hibagyakoriság illesztése .....	64

13. táblázat: Alapparaméterek és becslési eredmények az alap OU-folyamat $\sigma$ paraméterére .....	66
14. táblázat: 2007 második negyedéve és 2011 első negyedéve között felmerült, elszámolt veszteségek és a banki bruttó jövedelem leíró statisztikái .....	71
15. táblázat: Működési kockázati veszteségek mértéke és jövedelem közötti kapcsolat Shih et al. [2000] nemzetközi mintáján (eredeti táblázat fordítása).....	75
16. táblázat: Poisson-eloszlás illeszkedésének megfelelése a banki működési kockázati adatokon .....	80
17. táblázat: Egyes bankok működési kockázati összbanki veszteségeinek gyakorisági paraméterére (Poisson $\lambda$ logaritmus) a bruttó jövedelemmel, illetve eszközállománnyal futtatott regressziók.....	82
18. táblázat: Egyes bankok működési kockázati összbanki veszteségeinek gyakorisági paraméterére (Poisson $\lambda$ logaritmus) a létszámmal futtatott regressziók .....	83
19. táblázat: A felügyeleti adatszolgáltatás keretében jelentett egyedi működési kockázati események megoszlása kapcsolódó kockázat szerint .....	85
20. táblázat: A(z Eviews szoftverrel kiszámított) súlyossági eloszlás paraméterek és bruttó jövedelemalapú intézményméret közötti kapcsolat és erőssége .....	87
21. táblázat: A veszteségméretre, mint függő változóra futtatott regresszió kockázattípus és üzletág dummy bevonásával .....	91
22. táblázat: Változók leíró statisztikája.....	94
23. táblázat: A vizsgált bankok működési kockázati módszerválasztása .....	97
24. táblázat: A vizsgált bankok Bázeli II bevezetési dátuma.....	98
25. táblázat: Külső adatbázisbeli tagsággal rendelkezés és választott módszertan közötti összefüggés (az alsó panel a választott módszer fejlettsége és a külső adatbázis tagság léte közötti kapcsolat statisztikai erejét mutatja) .....	99
26. táblázat: Banki méret, illetve eredményességi adatok és a választott működési kockázati módszertanra vonatkozó adatok közötti Kendall-tau b alapú korrelációs mátrix .....	101
27. táblázat: Átlagos eszközarányos jövedelem, illetve saját tőke arányos jövedelem működési kockázati módszertanalapú kategóriák szerint (átlagos értékek) .....	104
28. táblázat: Banki méret, illetve eredményességi adatok és a választott működési kockázati módszertan fejlettsége közötti Kendall tau-b alapú korrelációs táblázat .....	105
29. táblázat: Módszertani fejlettség és tőke megfelelésre, tőkeellátottságra vonatkozó adatok.....	108

30. táblázat: <i>Elmúlt 12 havi működési kockázati veszteségadatok és nyereségességi mutatók közötti kapcsolat</i> .....	109
31. táblázat: <i>Regressziós eredmények I. (logisztikus regresszió)</i> .....	110
32. táblázat: <i>Regressziós eredmények II. (logisztikus regresszió)</i> .....	112
33. táblázat: <i>Regressziós eredmények III. (logisztikus regresszió)</i> .....	113
34. táblázat: <i>Regressziós eredmények IV. (logisztikus regresszió)</i> .....	115
35. táblázat: <i>Egyes klaszterek jellemzői</i> .....	116
36. táblázat: <i>Egyes klaszterek jellemzői sztenderdizált értékeken</i> .....	119
37. táblázat: <i>Hazai bankok működési kockázati módszerválasztása és az egyes csoportok jellemzői</i> .....	122
38. táblázat: <i>Működési kockázati módszertan és méret, jövedelmezőségi és tőke megfelelési mutatók összefüggései Kendall tau-b korrelációs mutatók alapján</i> ....	123
39. táblázat: <i>Működési kockázati módszertan és HunOR tagság összefüggései</i> .....	124
40. táblázat: <i>Az elemzéshez felhasznált adatbázisban szereplő változók</i> .....	138

## **Köszönetnyilvánítás**

Köszönettel tartozom a támogatásért, szakmai iránymutatásért témavezetőmnek, Király Júliának és tanácsadó tanáromnak, társtémavezetőmnek, Benedek Gábornak. Ezúton köszönöm az Magyar Nemzeti Bank vezetőinek az MNB Ph.D. programja keretében nyújtott támogatást, továbbá a Budapesti Corvinus Egyetem Befektetések és Vállalati Pénzügy Tanszékének, a Magyar Nemzeti Bank Pénzügyi Stabilitás szakterületének, korábbi munkahelyem, a Bankárképző munkatársainak az inspiratív vitákat, hasznos megjegyzéseket. Egyúttal szeretném kifejezni köszönetemet a korábbi részanyagok kapcsán a Magyar Nemzeti Bankban tartott belső viták résztvevőinek hasznos észrevételeikért, különösen Csermely Ágnesnek, Szombati Anikónak, Czeti Tamásnak, Fábíán Gergelynek, Fáykiss Péternek, Nagy Mártonnak, P. Kiss Gábornak, dr. Rajczy Péternek, Sóvágó Sándornak, Szegedi Róbertnek és Tabák Péternek. Hálával tartozom Magyar Bankszövetség és az annak keretében működő HunOR adatbázis részéről dr. Móra Máriának és Szabolcs Gergelynek a korábbi közös munkáért és publikációimhoz nyújtott megjegyzéseikért. Köszönetem fejezem ki az OTP Banknak és munkatársának, Halaj Lászlónak az ATM adatok rendelkezésre bocsátásáért, illetve szakmai tanácsok adásáért. Köszönöm Kiss Hubert Jánosnak a működési kockázat témájába való bevezetést közös tudományos diákköri dolgozatunk kapcsán, továbbá Harmati Lászlónak, aki kurzusvezetőként és TDK témavezetőként felébresztette bennem a pénzügyi szabályozás iránti érdeklődést. Természetesen a dolgozatban maradt bármilyen tévedésért, hibáért a felelősség kizárólag engem terhel.

Szeretném megköszönni a családomnak a sok-sok türelmet, segítséget és biztatást, amely nélkül nem sikerült volna eljuttatni a doktori fokozatszerzés e szakaszába. Végül, de nem utolsósorban pedig szeretném kifejezni hálámat a legfőbb Támogatónak, a Teremtőnek.

## **Felelősségvállalási nyilatkozat**

Ez a tanulmány kizárólag a szerző nézeteit képviseli, és nem feltétlenül tükrözi a Magyar Nemzeti Bank hivatalos álláspontját.

*A disszertáció elkészítését a TÁMOP 4.2.1.B-09/1/KMR-2010-0005 sz. BCE kutatási projekt támogatta.*

*A Magyar Nemzeti Bank Ph.D programja is hozzájárult a szerző munkájához.*

## Bevezetés

Napjainkban a pénzügyi intézmények, a szabályozás követelményeinek és a belső motivációs erőknek köszönhetően, egyre intenzívebben foglalkoznak kockázataikkal. A '90-es évekig fókuszban lévő hitelezési és piaci kockázat mellett újdonságot jelent a működési kockázat módszeres megközelítése. A működési kockázat alatt az emberek, rendszerek, folyamatok nem megfelelő, esetleg hibás működéséből, vagy külső eseményekből fakadó veszteségek kockázatát értjük. (BIS [2004], EU [2006], Magyar Köztársaság Kormánya [2007]) A működési kockázat vizsgálatának szükségességét egyrészt a komplex pénzügyi intézményrendszer miatt növekvő kockázati kitettség, másrészt a szabályozási törekvések támasztják alá. A hazai bankszektorra vonatkozóan 2008 elejétől kötelező hatályúak a Bazel II-es kockázatkezelési elvek, melynek kiemelt újdonsága a működési kockázat tudatos megközelítése (Magyar Köztársaság Kormánya [2007]). Működési kockázati témában hazai tudományos publikációk, magyarországi bankrendszerre vonatkozó kutatások eddigiekben csak korlátozottan jelentek meg, ebből adódóan jelen disszertáció céljai közé tartozik a magyar bankrendszerre vonatkozó működési kockázati kutatások gazdagítása.

A bevezetőt követő első fejezetben a működési kockázat jellemzőit, szabályozását, a szakirodalom és a kockázatkezelési gyakorlat legfontosabb jellemzőit foglalom össze és tisztázom a kutatásom és a szakirodalom viszonyát.

Második fejezetben ismertetem a kutatásomban vizsgált hipotéziseimet a választásuk indokolásával együtt:

1. hipotézis: A működési kockázatmérési gyakorlatban általánosan alkalmazott Poisson gyakoriság- lognormális súlyosság modellkeret alátámasztható elméleti, stilizált keretrendszerben is, és az egyes megfigyelt hibapontokból robusztus becslés készíthető

2. hipotézis: A magyar bankrendszerben elszenvedett működési kockázati veszteségek és az intézményméret közötti kapcsolat pozitív

3. hipotézis:

A. alhipotézis - Minél nyereségesebb egy pénzügyi intézmény, annál inkább törekszik arra, hogy fejlettebb működési kockázati módszereket alkalmazzon.

B. alhipotézis - Minél nagyobb egy intézmény annál nagyobb lehetősége van fejlettebb működési kockázatkezelési módszerek alkalmazására

A hipotéziseimmel összhangban a disszertáció harmadik fejezetében egy szimulációs modellkeretben elemzem a működési kockázatmérési gyakorlatban általánosan alkalmazott legjobb gyakorlat szerinti eloszlás-feltételezések helyességét, és egy saját (Benedek Gáborral közösen megalkotott) modellkeretben a veszteségek modellezésének kereteit. A negyedik fejezetben elsősorban a hazai bankrendszer adataira vonatkozóan elemzem a veszteségadatok és intézményméret viszonyát, és bemutatom a veszteségadat átskálázásának lehetséges paramétereit, a hazai bankrendszer gyűjtött veszteségadatait. Az ötödik fejezetben kapott helyet a működési kockázati módszerválasztás és intézményméret viszonyának elemzése.

A dolgozat végén pedig összefoglalom a disszertáció főbb eredményeit, alkalmazási lehetőségeket és a további kutatási lehetőségeket.

## I. Elméleti háttér, áttekintés<sup>1</sup>

### *I.1. Pénzügyi intézmények működési kockázata és kapcsolódó előírások*

A működési kockázatok kezelése az utóbbi időszakban mind a hazai, mind a nemzetközi pénzügyi intézményi gyakorlat egyik fontos, újdonságot hordozó kérdésévé vált. A fokozott érdeklődést elősegítették azok a nagy veszteségek, amelyek működési kockázathoz kapcsolódnak. Gondolhatunk a közelmúltban napvilágra került csalásokra (pl. 2011 szeptemberében nyilvánosságra került, engedélyezetlen ügyletek miatti veszteség a UBS banknál, Jérôme Kerviel a Société Générale-nak több milliárd eurónyi kárt okozó fiktív ügyleteire, Bernard Madoff több tízmilliárd dolláros sikkasztására vagy éppen a 2010 első felében napvilágot látott Goldman Sachs-hoz kapcsolódó megtévesztési ügyre), a hitelezési standardok nem megfelelő betartására a másodrendű jelzáloghitelek kapcsán, illetve a '90-es évek közepén a Barings bank esetén Nick Leeson csalására (részletesen Jorion [1999]-ben olvashatunk az esetről), vagy éppen a 2001-es WTC elleni terrortámadásra. Bár a 2007-ben megkezdődött pénzügyi és gazdasági válság kapcsán a pénzügyi (hitelezési és piaci) kockázatok kerültek előtérbe, mégis több esemény rávilágított a működési kockázat fontosságára. Bár kétségtelen, hogy míg a pénzügyi kockázatokból eredő veszteségeket lehet a „külvilágra” fogni, addig a saját működéshez kapcsolódó működési kockázatok nagy része az intézmény belső működésével függ össze, azaz az egyedi intézmény felelőssége is nagyobb lehet ebben a tekintetben.

A működési kockázatkezelés irodalmi forrásául egyrészt a különböző szabályozó hatóságok által kiadott dokumentumok szolgálnak (pl. BIS<sup>2</sup> [2004], CEBS<sup>3</sup> [2006a], BIS [2009a], BIS [2009b], CEBS [2009], BIS [2011a], BIS [2011b]). A másik fontos forrást az akadémiai irodalom jelenti, melyek módszertani-, illetve menedzsment-központúság alapján oszthatóak ketté (pl. Cruz [2002] versus Davies [2006], Davies [2007]). A vonatkozó módszertani irodalom sokszor nagyon formalizált, és ez a sok esetben kevésbé gyakorlatorientált szemlélet egyúttal hiányosságot is eredményez. A

---

<sup>1</sup> Ez a fejezet részben Homolya – Benedek [2007]-en, illetve részben Homolya [2009a]-en alapul

<sup>2</sup> BIS a Bank for International Settlements (Nemzetközi Fizetések Bankja) rövidítése. Ezen intézményhez kötődve (tartalmilag nem, de fizikailag igen) működik a Bankszabályozással foglalkozó Bázeli Bizottság (BCBS).

<sup>3</sup> A CEBS a Bankfelügyeleték Európai Bizottságának (Committee of European Banking Supervisors) rövidítése. A 2011-től megvalósult európai felügyeleti reform keretében az Európai Bankfelügyeleti Hatóság (European Banking Authority, EBA) lett a jogutód szervezete a CEBS-nek.

módszertant tekintve eloszlásalapú modelleket (LDA – Loss Distribution Approach), illetve szcenárió alapú modelleket (SBA – Scenario Based Approach) alkalmazó eljárások különböztethetőek meg, míg egyes szerzők a kettő ötvözését javasolják. A téma gyakorlati aktualitása, üzleti fontossága és folyamatos fejlődése miatt a szakirodalom (cikkek, könyvek) mellett mindenképpen fontos figyelemmel kísérni az egyes pénzügyi intézmények által közzétett előadásokat, bemutatókat, konferenciaanyagokat. A nemzetközi irodalom viszonylagos sokszínűsége mellett, a hazai szakirodalom igencsak szegényes, a felügyeleti (PSZÁF) anyagok, útmutatók mellett mindössze néhány tanulmányra korlátozódik (Ezen tanulmányok közül kiemelkednek a Hitelintézeti Szemle 2007. évi 4. számában megjelent cikkek<sup>4,5</sup>).

A működési kockázat<sup>6</sup> kezelésével kapcsolatos kiinduló kérdés az, hogy mit értünk működési kockázat alatt. A további kifejtés szempontjából kulcsfontosságú a működési kockázat pontos meghatározása és elhelyezése a kockázatok között, hiszen a definíció és az azonosítás rendkívül fontos a kezelés szempontjából. E tanulmányban a működési kockázatot pénzügyi intézmények esetében vizsgáljuk, bár az ismertetett módszerek bizonyos korlátokkal más szektorokban működő intézményekre is alkalmazhatóak.

A működési kockázattal, mint nehezen megragadható kategóriával kapcsolatos problémák régebben (a 90'-es évek végéig) a *definíciónál* kezdődtek, ugyanis nem volt iparági szinten teljes mértékben elfogadott meghatározása.

A legkorábbi és egyben legtágabb definíció szerint minden a működési kockázat kategóriájába tartozik, ami nem pénzügyi (piaci és hitel<sup>7</sup>-) kockázat. Ezt tekinthetjük a működési kockázat *reziduális* meghatározásának. Azonban a normatív definíció hiánya akadályozta a szisztematikus kezelhetőséget.

---

<sup>4</sup> Internetes elérhetőség:

<http://www.bankszovetseg.hu/bankszovetseg.cgi?p=hatodikevf&r=&l=&v=1839509171> (letöltés időpontja: 2010.08.01.)

<sup>5</sup> Tudomásom szerint a működési kockázatra vonatkozó első magyar nyelvű áttekintést Homolya-Kiss [2001] adta. Marsi [2002] szintén áttekintő munkaként szolgált a működési kockázattal kapcsolatos bázeli folyamatok áttekintésére. Továbbá érdemes kiemelni Bakí-Rajczy-Temesvári [2004]-et is, amely speciális szempontból, jegybanki nézőpontból elemzi a működési kockázatokat.

<sup>6</sup> Az angol nyelvű kifejezés: operational risk, ennek megfelelően a hazai szakirodalomban gyakran operációs kockázatként is emlegetik ezt a fogalmat. E dolgozatban a hazai szaknyelvben általánosabban bevett, szabályozási terminológiának megfelelő, „működési kockázat” kifejezést használom.

<sup>7</sup> A kockázatkezelési szakirodalom hitelezési kockázat alatt a visszafizetés elmulasztásából fakadó veszteség kockázatát érti, míg piaci kockázatot a pénzügyi eszközök árfolyamának megváltozásából fakadó veszteség kockázataként határozza meg.



A BIS bankszabályozással foglalkozó *Bázeli Bizottsága* érzékelte, hogy a működési kockázattal kapcsolatban az egyik legnagyobb gond az egységes meghatározás hiánya, és a korábbi definíciós problémákat kiküszöbölendő, kialakított egy olyan definíciós környezetet, amely nemcsak a szabályozók, hanem a pénzügyi intézmények oldaláról is elfogadhatóvá és alkalmazott meghatározássá vált. Eszerint „*a működési kockázat az emberek, a belső folyamatok és rendszerek nem megfelelő vagy hibás működése, illetve külső tényezők által előidézett veszteségek kockázata*”<sup>8</sup>. A Bazel II-es tőkeegyezmény definíciójába beleértendő a jogi kockázat, de a stratégiai és a tekintélyvesztéssel kapcsolatos („reputációs”) kockázatok nem sorolódnak a működési kockázati kategóriába. Amennyiben a teljes kockázati teret nézzük, akkor a hitelezési, piaci és működési kockázatokon kívül eső kört nevezhetjük egyéb kockázatnak. Felmerülhet a kérdés, hogy mi állhat a működési kockázatok és az úgynevezett „egyéb” kockázatok (*other risk*) különválasztásának hátterében.

A kockázatkezelési szakirodalom többféle kockázati tipológiát alkalmaz. Napjainkra, összhangban a pénzügyi intézményekre vonatkozó szabályozói elvárásokkal, beszélhetünk üzleti kockázatról (pl. az üzleti környezet megváltozásának kockázata), piaci kockázatról (piaci pozíciók értékváltozásának kockázata), hitelkockázatról (hitelfelvevői viszonyban lévő partner nemfizetésének kockázata) és működési kockázatról<sup>9</sup>. Ezen kockázati körön kívül is vannak úgynevezett reziduális kockázatok, amelyeket a Bazel II-es szabályozás a 2. pillér<sup>10</sup> alatt kezel. A hitel- és piaci kockázatot együttesen tekinthetjük pénzügyi kockázatnak. Ezen kockázatok (hitel, piaci, működési, üzleti) együttes, összefüggő kezelését nevezhetjük átfogó vállalati kockázatkezelésnek (Enterprise-wide Risk Management – ERM). Természetesen ennek a négyosztatú klasszifikációnak is vannak hiányosságai (pl. likviditási kockázat), amely azonban az ERM átfogó fogalomkörében már megjelenik.

*Cruz* [2002]<sup>11</sup> értelmezésében a működési kockázat kategóriájába a költségalapon szemlélhető kockázatok, míg az „egyéb” kockázatok kategóriájába az elszalasztott

---

<sup>8</sup> „... the risk of loss resulting from inadequate or failed internal processes, people and systems or from external events” (BIS [2001], BIS [2004]).

<sup>9</sup> Forrás: ERISK RISK JIGSSAW, kockázati klasszifikáció (<http://www.erisk.com/Learning/RiskJigsaw.asp>, 2006. július 21.)

<sup>10</sup> A Bazel II-es szabályozás három pilléren alapszik: tőkekövetelmény minimum szintje (1. pillér), belső tőkeallokáció és felügyeleti felülvizsgálat (2. pillér), és a nyilvánosságra hozatali követelmények (3. pillér). A 2. pillér alá tartozik például a koncentrációs kockázat, vagy a banki könyvi kamatkockázat.

<sup>11</sup> i. m. 286. o.

jövedelemhez kapcsolódó kockázati tényezők tartoznak. Természetesen ez az elkülönítés sem eredményez tökéletesen egyértelmű definíciót<sup>12</sup>.

Az alábbi táblázatban foglalhatók össze a kétféle típusú kockázat példái:

1. táblázat: Működési kockázat és az „egyéb” kockázatok (Cruz [2002] alapján)

Működési kockázat – Veszteség/költséghatás alapú megközelítés	„Egyéb” kockázatok – Elmaradt haszonalapú hatás
Jogi veszteségek	Reputációs hatás
Díjak és bírságok	Kulcsalkalmazottak távozása
Büntetések	Stratégiai események
Késői teljesítés miatti kártérítés	
Hiba miatt felmerülő költségek	

Érezhető, hogy a Bázeli Bizottság (illetve az Európai Unió megfelelő irányelve, az ún. tőkekövetelmény direktíva, azaz Capital Requirements Directive(CRD)) definíciója *a működési kockázat okaira koncentrál*, a korábban alkalmazott, reziduális jellegű iparági definíciónál világosabb, és konkrét kockázati típusokra összpontosít. A kockázati típusok azonban már, mint eseménytípusok jelennek meg.

Az új tőkeegyezmény céljával kapcsolatban egyértelműen megállapítható: betölti azt a feladatot, hogy a pénzügyi intézményekben egyértelműen alkalmazható szabályozási keretet<sup>13</sup> dolgozzanak ki, lehetővé téve a működési kockázati események meghatározását, szisztematikus azonosítását és kezelését.

A szabályozás által meghatározott hét működési kockázati veszteségesemény kategória a következő (BIS [2004], EU [2006], Magyar Köztársaság Kormánya [2007]):

1. *Belső csalás*: jogosulatlan tevékenység, lopás és csalás (pl. szándékos téves jelentés, alkalmazotti lopás, bennfentes kereskedés).

<sup>12</sup> Alternatív megközelítésként gyakran megjelenik az, hogy a működési kockázati esemény az az esemény, amelynek eredményeképpen, nem megfelelő folyamatok, emberek, rendszerek vagy külső tényezők hatására a realizált eredmény eltér a várttól (ORX [2007], 6.o.). Ezen definíció alapján már kezelhető például az a működési kockázati eseményként értékelt helyzet, amikor például rossz kamatláb miatt alacsonyabb bevételre tesz szert a bank, mint például az üzletszabályzat szerint kellett volna.

<sup>13</sup> Természetesen a gyakorlat finomodásával fel-fel merülnek újabb és újabb kérdések, amelyek a jelenlegi definíciós keret problémáit vetik fel.

2. *Külső csalás*: csalás és lopás, rendszerbiztonság áthágásából fakadó problémák (pl. betörés, aláírás-hamisítás, számítógépes csalás).
3. *Munkáltatói gyakorlat és munkabiztonság*: alkalmazotti kapcsolatokból eredő veszteségek, biztonságos munkahelyi környezet hiánya, diszkriminációs cselekmények (pl. munkahelyi biztonsági szabályok megsértése).
4. *Ügyfél, üzleti gyakorlat, marketing és termékpolitika*: megfelelőség, közzététel és bizalmi viszony (pl. bizalmas ügyféladatok kiadása, pénzmosás, engedélyezetlen termékek eladása).
5. *Tárgyi eszközökben bekövetkező károk*: katasztrófák és egyéb események (pl. természeti katasztrófák, külső forrásból származó emberi veszteségek, terrorizmus, szándékos károkozás).
6. *Üzletmenet fennakadása vagy rendszerhiba*: rendszerek hibája (pl. hardver-, szoftverproblémák).
7. *Végrehajtás, teljesítés és folyamatkezelés*: tranzakció-végrehajtás, fenntartás, monitoring és jelentéskészítés, dokumentáció, ügyfélnyilvántartás, kereskedelmi partnerek okozta veszteségek (pl. adatrögzítési hibák, nem teljes jogi dokumentáció, kereskedelmi partnerrel felmerülő problémák)

E fenti veszteségesemények lefedik a működési kockázat terét, és összességében elmondhatjuk, hogy a „bázeli” definíció elfogadottá vált mind az iparágban, mind az általános szabályozói gyakorlatban.

A működési kockázatot érdemes összehasonlítani a másik két kiemelt (piaci és hitel-) kockázattal. Az alábbi táblázat rávilágít mindazon tényezőkre (mérhetőség nehézségeire, tág fogalomkörre), amelyek a működési kockázat modellezési nehézségeket is okozzák:

2. táblázat: Egyes kockázattípusok összehasonlítása (Elder [2006] és Király Júlia [2005] alapján)

	<b>Piaci kockázat</b>	<b>Hitel kockázat</b>	<b>Működési kockázat</b>
<b>Kitettség mérhetősége</b>	Igen	Igen	Nehezen körülhatárolható
<b>Jellemzője</b>	Jól mérhető, gazdag statisztikai adatbázis	Statisztikai mérés nehézségei, „nem jól viselkedő” eloszlások	Általában nagy gyakoriságú kis súlyú vagy kis gyakoriságú nagy súlyú – statisztikailag nehezen kezelhető
<b>Kockázati tényező</b>	Kamatlábak, devizaárfolyamok, részvényárfolyamok, volatilitás, tőzsdei áruárak hozamának ingadozása	Adós nem teljesítési valószínűsége (PD – probability of default ), a veszteség nagysága (LGD – loss given default), a pozíció – „kitettség” nagysága (EAD – exposure at default)	Események gyakorisága (PE – probability of event) és súlyossága (LGE – loss given event)
<b>Kockázat felmérés</b>	VAR, stressztesztek, gazdasági tőke	Minősítési rendszerek, PD-LGD modellek, gazdasági tőke	OpRiskVaR, gazdasági tőke megközelítésben nincs teljes konszenzus: közelítés (top-down, indikátorok) vagy pontos számítás
<b>Mérés megbízhatósága</b>	Jó	Elfogadható	Alacsony
<b>Kockázatkezelés</b>	Limitek, mérlegmenedzsment, származtatott termékek	Limit, fedezet, diverzifikáció, értékpapírosítás, hitelderivatívok,	Folyamatszervezés, rendszerfejlesztés, biztosítás, kockázati transzfer

A fenti táblázatban a működési kockázat egy fontos jellemzője nem jelenik meg: A működési kockázat jellemzője, hogy a külső tényezők összefüggésben állnak belső

tényezőkkel is, így okozva nagy hatású veszteséget<sup>14</sup>. Példaként említhetjük a Barings Bank esetét, ahol a belső csalás és a külső piaci mozgások együttesen eredményeztek nagyméretűre kulminálódott veszteségát.

A belső és külső tényezők összjátéka mellett, a különböző kockázattípusok kombinálódása a másik nézőpontja a Barings bank esetének: a csaló bróker visszaélésnek tekinthető ügyleteket kötött, másrészt kedvezőtlen áralakulás volt megfigyelhető a piacon, ami önmagában is nagy veszteséget okozott volna, de a piaci kockázat (nagy ármovások) működési kockázattal (csalással) kombinálva tönkretette a bankot. Természetesen a hitelkockázatokkal való kombinálódás is problémákat okozhat, hiszen előfordulhat olyan eset is, amikor a laza hitelezési politikát tetézi a belső szabályok nem megfelelő betartása<sup>15</sup>.

A reputációs kockázat és működési kockázat között is erős összefüggések jelenthetnek meg. Ezt mutatja Gillet et al. [2010] tanulmánya is, amelyben 1990 és 2004 között bekövetkezett, aztán pedig nyilvánossá vált működési kockázati veszteségek részvényárfolyamokban bekövetkező hatását mutatják be a szerzők. Az elemzés megállapítja, hogy szignifikáns abnormális hozamok<sup>16</sup> jelentkeznek a veszteség nyilvánosságra-hozatalakor, ami végső soron a kockázati felárakban is jelentkezhet.

A másik két fontos, pénzügyi intézményeket érintő kockázattal, a piaci- és hitelkockázattal szemben a felvállalt nagyobb működési kockázati kitettség nem eredményez nagyobb profitot<sup>17</sup>. Ezért is jelent önálló, fontos problémakört, hogy a működési kockázat vizsgálatánál beszélhetünk-e kockázati étvágyról, illetve hogyan definiálható a működési kockázati tolerancia<sup>18</sup>.

Mint már említettem a működési kockázatok kezelése az utóbbi időszakban mind a hazai, mind a nemzetközi pénzügyi intézményi gyakorlat egyik fontos, újdonságot

---

<sup>14</sup> A piaci kockázat kapcsán is megjelenik ez a jelenség, az endogén kockázat. Erre vonatkozóan Danielsson – Shin [2002] jelent a szakirodalomban kiinduló pontot.

<sup>15</sup> A szabályozás egyértelmű iránymutatást ad az összekapcsolódó kockázatok kezelésére: „Az olyan veszteségre, amelyet a hitelezési kockázat tőkekövetelményének számítása során a hitelintézet figyelembe vett, a működési kockázat vonatkozásában nem kell tőkekövetelményt számolni, de azt a hitelintézetnek a nyilvántartásaiban elkülönítetten szerepeltetnie kell. Az olyan működési kockázathoz eredő veszteségre, amely a piaci kockázathoz is kapcsolódik, a működési kockázat tőkekövetelményét is számítani kell.” (200/2007-es Kormányrendelet 8. § (2))

<sup>16</sup> Az empirikus pénzügyi szakirodalom az abnormális hozam alatt a várt és aktuális hozam közötti különbséget érti, melyet alapvetően valamely esemény bekövetkezése és nyilvánosságra kerülése hoz létre (pl. fúzió bejelentése, veszteség bejelentése stb.) (pl. Rachev et al. [2007], 171. oldal)

<sup>17</sup> Feltételezve az alacsony toleranciaszintet, a működési kockázat kritikussága okán.

<sup>18</sup> Ebbe a témába betekintést ad FSA [2007] és Bankárképző [2010].

hordozó kérdésévé vált. Ezt a tendenciát alapvetően meghatározza az ún. Bázeli II-es folyamat, mely alapjául szolgáló nemzetközi ajánlás (BIS [2004]) adoptálását több mint 100 ország vállalta fel. Az Európai Unióban pedig az úgynevezett CRD (Capital Requirements Directive, EU[2006]) Direktíva elfogadásával, minden tagállam kötelező érvényűen vezette be az új keretet, mely a hitelintézetekre, befektetési vállalkozásokra és az általuk vezetett pénzügyi csoportokra terjed ki 2008. január 1-jétől<sup>19</sup>. Magyarországon a hitelintézetekre az új Hpt. alapján (Hitelintézetekről és pénzügyi vállalkozásokról szóló 1996. évi CXII. törvény), illetve a befektetési vállalkozások esetében az új Bsztv. alapján (befektetési vállalkozásokról és az árutőzsdei szolgáltatókról, valamint az általuk végezhető tevékenységek szabályairól szóló 2007. évi CXXXVIII. törvény) kell megfelelni a Bázeli II-es követelményeknek. Az új szabályozási keretben az eddigiektől eltérő módon a hitelezési és piaci kockázatok mellett a működési kockázatra is tőkét kell képezni az intézményeknek, egyfajta „védőgátat” biztosítva ezen kockázat ellen is<sup>20</sup>.

A Bázeli II alapú szabályozás a működési kockázati tőkekövetelmény<sup>21</sup> számítására három alapvető módszert határoz meg:

- o Alapmutatóra épülő módszer (Basic Indicator Approach – BIA) – a tőkekövetelmény az elmúlt három évi átlagos bruttó jövedelem 15%-a. E módszer külön precíz működési kockázatkezelési előírás betartása nélkül alkalmazható. A bruttó jövedelem alatt a nettó kamatjövedelem, a nettó nem

---

<sup>19</sup> Az EU szabályai már 2007-től lehetővé tették volna önkéntes alkalmazást, de pl. Magyarországon a jogszabályok elkészültének hiányában nem volt lehetősége az érintett intézményeknek korábbi alkalmazásra.

<sup>20</sup> Érdemes megjegyezni, hogy a működési kockázati szakirodalomban megjelennek olyan elemzések, amelyek eltúlzottnak ítélik a működési kockázatra képzendő tőkekövetelményt, mivel az előírások nem veszik figyelembe a normál vállalati működésből fakadó nettó jelenértéket generáló folyamatot (ún. NPV folyamat). Jarrow [2008] modell alapon bizonyítja ezt az eredményt. Véleményem szerint az ilyen típusú elemzésekben az a hiba merülhet fel, hogy az NPV folyamat az összes kockázatra nyújt részben fedezetet, így az NPV-re is egyfajta allokációt kell alkalmaznunk. Másrészt viszont az fontos észrevétel, hogy a várható veszteség működési kockázati része is „normál” működés esetén beárazásra kerül. Azaz a működési kockázat esetén is a fedezetlen várható veszteségre és a nem várható veszteségre kellene tőkét képezni. A várható veszteségre való felkészülés elfogadása felügyeleti szempontból kihívást jelent.

<sup>21</sup> A tőkekövetelmény azt a szavatolótőke-szintet jelenti, amely elegendő biztonságot nyújt ahhoz, hogy az esetleges veszteségeket egy bank el tudja viselni úgy, hogy fizetési kötelezettségének eleget tudjon tenni, vagyis a veszteségeket a szavatolótőkét nyújtók (elsősorban a tulajdonosok) szenvedjék el. A szavatolótőke a banküzemeltetési szakirodalom, illetve szabályozás speciális fogalma, ami az alapvető és járulékos tőkeelemek összességét foglalja magában.

kamatjellegű jövedelem, a pénzügyi műveleteken elért nettó eredmény és az egyéb bevételek összegét értjük<sup>22</sup>.

- Sztenderdizált módszer (The Standardised Approach – TSA) – a tőkekövetelmény üzletágtól függően az elmúlt három évi átlagos bruttó jövedelem 12-18%-a, adatgyűjtési, kockázatkezelési követelményeket kell teljesíteni, azaz a banknak már működési kockázati funkcióval kell rendelkeznie, amely feltárja, elemzi, méri, megfelelően jelenti és kezeli a működési kockázathoz kapcsolódó tényezőket.<sup>23</sup>
- Fejlett mérési módszer (Advanced Measurement Approach – AMA) – ebben az esetben a tőkekövetelmény valódi kockázatmérésen alapul, 1 éves 99,9 százalékos VaR mértéket<sup>24</sup> kell meghatározni. Itt már erős kockázatazonosítási, kockázat-felmérési, monitoring- és kockázatkezelési követelményeknek kell megfelelniük az erre a módszerre engedélyt kapó intézményeknek. A mérés során nem egyszerűen múltbeli adatok felhasználásával kell kockázatbecslést végrehajtani, hanem a belső kontroll, illetve az üzleti környezet tényezőit kell megragadni, külső adatok felhasználásával is. A működési kockázatra vonatkozó AMA-módszer fejlettségében a hitelkockázati belső minősítésen alapuló (IRB) módszer párjának tekinthető. A fejlett mérési módszer (AMA) alkalmazása során egyéves időtávú 99,9 százalékos kockázattal érték jelenti a tőkekövetelményt. Azaz ez azt jelenti, hogy e paraméterek mellett akkora tőkét kell képezni, ami képes fedezni minden olyan év veszteségét, aminél több veszteség csak ezer évente egyszer fordul elő.

A BIA és TSA módszerek jellegüknél fogva „egyszerűbb módszereknek” mondhatóak. Az AMA módszer fejlett kockázatfelmérést tesz lehetővé, valós kockázati profilon alapuló tőkekövetelmény meghatározással. A bruttó jövedelmen alapuló tőkekövetelmény-számítás módszerét a bruttó jövedelem és az éves működési

---

<sup>22</sup> A bruttó jövedelemmutató értéke elméletileg lehetne negatív is, azonban normál banküzemi működés és az hároméves átlagolás gyakorlatban szinte kizárja a negatív értékek lehetőségét.

<sup>23</sup> A szabályozás a nagy lakossági és kereskedelmi banki tevékenységgel rendelkező bankok számára lehetővé teszi egy úgynevezett alternatív sztenderdizált módszer (ASA) alkalmazását. Ez esetben a két említett üzletágban a bruttó jövedelem helyett az adott üzletág elmúlt hároméves átlagos kitettség 3,5 százalékát alkalmazhatja a jogosult intézmény. Egyúttal az intézménynek bizonyítani kell hitelkockázatainak magas szintjét, ami okot adhat a magas bruttó jövedelemre.

<sup>24</sup> A VaR a „value-at-risk” kifejezés rövidítése. Magyarul a kockázattal érték kifejezést alkalmazzuk. Például 1 éves, 99,9 százalékos VaR az a szám, ami azt az értéket mutatja meg, aminél 1 év alatt 99,9 százalékos valószínűséggel nem veszíthetünk többet.

kockázati veszteségek közötti, egyes tanulmányokban kimutatott szignifikáns kapcsolat alapján határozták meg (ezen elemzések közül a legtöbbet idézett Shih et al [2000]). Azonban, ha jobban belegondolunk, az egyszerűbb módszerek nem feltétlenül jól tükrözik a hitelintézetek működési kockázati profilját. Bár kétségtelenül logikus, hogy ha nagyobb egy intézmény bruttó jövedelme, akkor a mérete is nagyobb, így a működési kockázati veszteséspotenciál is nő, ugyanakkor, ha egy intézmény pont a nagyobb működési kockázati veszteségei miatt szenved el nagyobb veszteséget, akkor éppen, hogy a kockázatokkal ellentétesen csökken a tőkekövetelmény. A bruttó jövedelem alkalmazhatósága kapcsán annak stabilitását emelik ki, illetve azt, hogy a szabályozásban alkalmazott 3 éves átlagolási mechanizmus szintén segít tompítani a nagyobb kilengéseket. A későbbiekben a bruttó jövedelem és működési kockázati veszteségszint összefüggéseit tesztelni fogom. Természetesen a veszteségek a megfelelő számviteli elszámolások után a rendelkezésre álló szavatoló tőkét is csökkenthetik, így összességében a tőkemegfelelés szintje csökkenthet. Ezt a hatást felismerve, ami a jelen válságszituációban a jövedelmezőség csökkenése miatt kézzelfoghatóan megjelenik, a tőkekövetelmény-szabályozást kialakító hatóságok elkezdtek gondolkodni alternatív indikátorok kidolgozásán, annak érdekében, hogy a kockázatokat intuíció alapján is jobban tükröző módon kerüljön meghatározásra tőkekövetelmény-szint az egyszerűbb módszerek esetén is.

Az egyes tőkekövetelmény-meghatározási módszerek közötti hierarchia nemcsak a követelmények növekedésében, illetve módszerválasztási változtatások egyirányúságában (alapértelmezésben csak az egyszerűbb módszertől lehet a fejlettebb felé haladni és fordítva nem) jelentkezik, hanem a tőkekövetelmény nagyságában is. Az új szabályozás bevezető hatástanulmányok alapján (lásd pl. CEBS [2006b]) eredményei azt mutatták, hogy a vizsgált bankoknak az átlagos tendenciák alapján érdemes áttérniük a BIA módszerről a sztenderdizált módszerre, illetve a sztenderdizált módszerről az AMA módszerre, mivel a fejlettséggel párhuzamosan csökkenhet a tőkekövetelmény nagysága. Természetesen előfordulhat, hogy egyes bankok esetében a módszerfejlettség növekedésével nő a tőkekövetelmény<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> Mint már jeleztem a dolgozat elsősorban kereskedelmi banki szempontból elemzi a működési kockázatot. A kereskedelmi bankok számára a Bazel II-es szabályozás ad működési kockázatkezelési keretet, így a dolgozat is alapvetően ebben a keretben elemzi a működési kockázatokat. Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy a működési kockázat releváns a pénzügyi szféra a kereskedelmi bankokon kívüli részében is, így például jegybankokban is. A nem pénzügyi szférában bekövetkező működési



## ***1.2. Működési kockázat modellezési kerete – stilizált tények***

A működési kockázat, mint minden kockázati típus, az előfordulási gyakorisággal és a veszteségesemény súlyosságával jellemezhető. Amennyiben mind a gyakoriságot, mind a súlyosságot alacsony és magas kategóriákba soroljuk, akkor működési kockázati szempontból két releváns mezővel szembesülhetünk (3. táblázat):

- magas gyakoriság – alacsony súlyosság (high frequency – low severity): könnyen és jól beárazható kockázati események,
- alacsony gyakoriság –magas súlyosság (low frequency – high severity): nehezen kivédhető, nehezen előrejelezhető kockázatok.

3. táblázat: Működési kockázat jellemzői: súlyosság és gyakoriság (Elder [2006])

	Alacsony gyakoriság	Magas gyakoriság
Magas súlyosság	<p><b>Fő veszteségek – Elsődleges kihívás</b>                      Hatások: Szélsőséges esetben teljes tönkretétel, reputációs kár                      Nehéz megérteni, előrejelezni                      Más iparági tapasztalatok</p>	<p><b>Nem releváns – Ha ilyen típusú a kockázati profil, akkor a jó megoldás a tevékenység felfüggesztése</b></p>
Alacsony súlyosság	<p><b>Elhanyagolható</b></p>	<p><b>Enyhébb események</b>                      Általában erős fenyegetés                      Könnyen megérthető, mérhető, beárazható                      Egymással összefügghetnek</p>

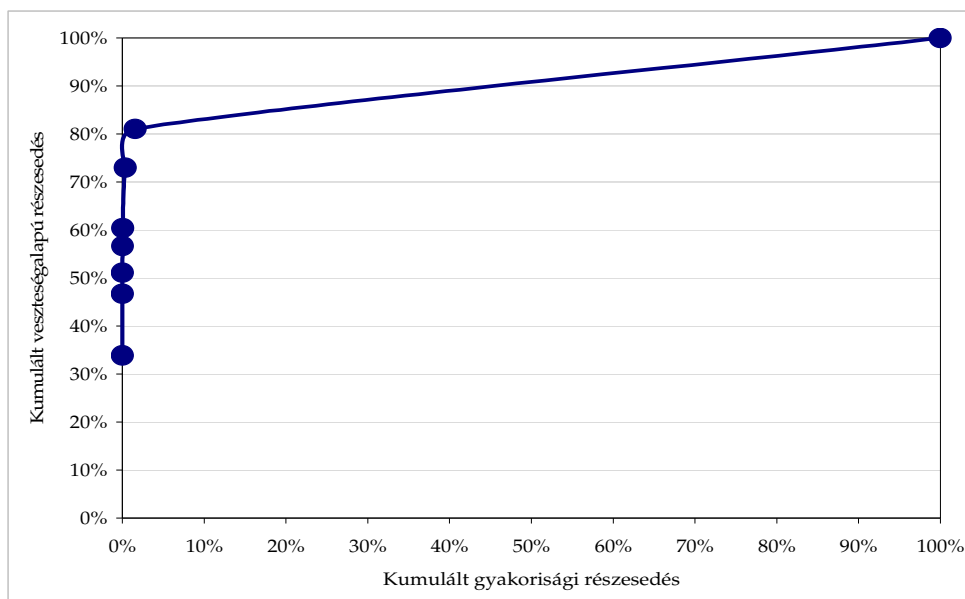
Az előbb ismertetett elvi képet az empirikus adatok is alátámasztják. A Nemzetközi Fizetések Bankja (BIS) mellett működő Bázeli Bizottság (Basel Committee on Banking

---

kockázatok relevanciáját pedig nagyszerűen példázzák a Magyarországon 2010 tavaszán, nyarán bekövetkezett árvízi károk, illetve 2010. október elején bekövetkezett „vörösizsap-ár”, vagy éppen a 2011. márciusi japán földrengés.

Supervision) nagy nemzetközi bankok közreműködésével már több felmérést készített az elszenvedett működési kockázati veszteségekről. Az 1. ábra szemlélteti azt, hogy BIS [2009a] felmérésében is a ritkán előforduló események dominálják az összesített veszteséget: gyakoriságalapon 1,5 százaléknyi esemény a teljes veszteségből 81 százalékot tesz ki.

1. ábra: Egyes veszteségmért kategóriák kumulált gyakorisági és súlyossági részesedése a Bázeli Bizottság felmérésében



Forrás: BIS [2009a]

A működési kockázati modellezést a kockázati kategória összetettsége (a fentiekben ábrázolt két súlypontúság) rendkívül bonyolulttá teheti, továbbá természetesen szükséges megfelelő minőségű és mennyiségű inputadat, amelyre alapozva megfelelő modellezési bázist tudunk készíteni.

A következő kérdések merülhetnek fel:

1. Hogyan modellezhető a kockázat komplexitása? Szükséges-e egyes kockázattípusok különálló modellezése?
2. Létezik-e valamiféle holisztikus megközelítés?

E kérdések teljes körű megválaszolására e dolgozat keretein belül nem teszek kísérletet, de bizonyos részkérdéseket igyekszem megválaszolni.

Mint már korábban jeleztem a modellezés kapcsán a szabályozásban nem létezik előírt megközelítés, leginkább „üzletági legjobb gyakorlatról” tudunk beszélni. A már

említett módon a működési kockázatmodellezés szakirodalma és a szabályozás által ajánlottak alapján két alaptípusba tudjuk sorolni a modellezési eljárásokat (lásd például Risk Books [2005], CEBS [2006a]):

- veszteségeloszlás-alapú megközelítések (LDA, Loss Distribution Approach),
- szenárióalapú megközelítések (SBA, Scenario Based Approach).

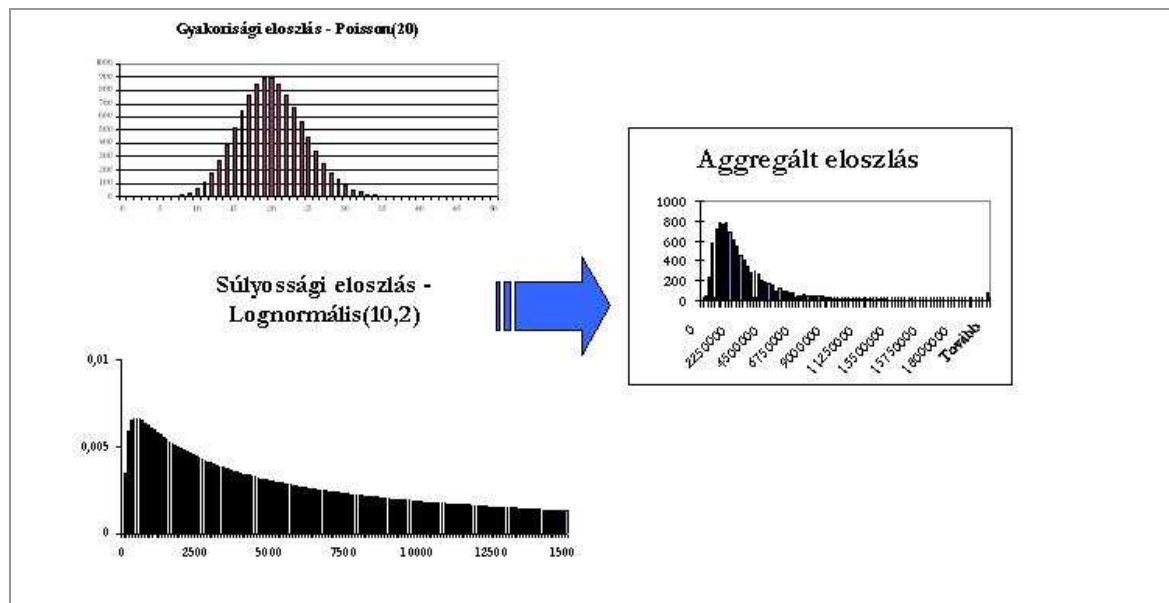
Mindkét megközelítés (LDA és SBA) alapvető célja, hogy a működési kockázatra elegendő tőkét határozzon meg, illetve a működési kockázati profilt és a kapcsolódó kitettséget megfelelően mérje.

Az LDA-módszerek lényege, hogy saját belső veszteségadatokat alapján, esetleg azokat külső adatokkal kiegészítve, meghatározunk egy aggregált veszteségeloszlást (az egy időegységre jutó összes veszteség nagyságának eloszlását modellezendő). Az aggregált eloszlás a gyakorisági, illetve súlyossági eloszlásból analitikus<sup>26</sup> vagy Monte-Carlo-szimulációra alapozott konvolúció alapján vezethető le. Formális konvolúció kapcsán kétféle eljárást tudunk megkülönböztetni: diszkrét eloszlások esetén alkalmazhatóak rekurzív eljárások (pl. Panjer-algoritmus), illetve eloszlások diszkretizálásával alkalmazható az ún. gyors Fourier-transzformáció (FFT – Fast Fourier Transformation). A gyakorlatban azonban gyakran alkalmaznak szimulációs eljárásokat; ennek az az oka, hogy a szimuláció felépítése jobban strukturálható feladat. Ugyanakkor a szimuláció jóval időigényesebb eljárás, és a kockázati mértékek érzékenysége jóval nehezebben vizsgálható (a téma kapcsán jó áttekintést ad *Klugman et al.* [1997]). Az alábbi ábra összefoglalja és példát ad a konvolúciós eljárások alkalmazására:

---

<sup>26</sup> Tisztán analitikus eredmények csak korlátozott számú, nagyon jól viselkedő eloszlástípus pár esetén lehetséges. Ugyanakkor a legtöbb esetben az analitikus megoldás (pl. Fourier transzformáció) is részben numerikus eljárást követel meg.

2. ábra: Gyakorisági eloszlás és súlyossági eloszlás konvolúciója (illusztráció)



Forrás: saját illusztráció

Az LDA-módszerek alkalmazása során először megtörténik az alkalmas eloszlások azonosítása mind a gyakorisági, mind a súlyossági eloszlásokra, majd következhet a realizált veszteségek alapján a paraméterbecslés, az illeszkedésvizsgálat és végül a modellválasztás (pl. CEBS [2006a], BIS [2009b] alapján). A szabályozás (BIS [2004], EU [2006]) AMA-módszerre vonatkozó előírásai alapján a 99.9%-os konfidenciaszintnek és 1 éves tartási periódusnak megfelelő kockázati mértéket (VaR-t, azaz kockázatosított értéket) tükröző tőkekövetelményt számítanak az intézmények az aggregált veszteségeloszlás alapján. A szakirodalom és a gyakorlat általában a gyakorisági eloszlást egyszerűbb eloszlásokkal, legtöbbször Poisson-eloszlással vagy binomiális, negatív binomiális eloszlással, míg a súlyossági eloszlást aszimmetrikus, vastagabb szélű eloszlásokkal, például lognormális, Pareto vagy extrém értékű (EVT – Extreme Value Theory) eloszlásokkal modellezi<sup>27</sup>. BIS [2009b] bemutatja a bankok által alkalmazott modellezési gyakorlatot a fejlett módszert alkalmazó bankok körében. Ebből a dokumentumból kiderül, hogy a gyakoriság modellezésében nagy konvergencia figyelhető meg, a felmért bankok 93 százaléka alkalmaz Poisson eloszlást, míg mindössze 19 százaléka negatív binomiális eloszlást (is). (BIS [2009b] 63. oldal leírása , illetve Table 16D) A súlyossági eloszlás esetében nagyobb

<sup>27</sup> A dolgozatban az extrémértékű eloszlásokkal nem foglalkozom részletesebben, tekintve, hogy ebben részletes szakirodalom áll rendelkezésre, és kevesebb hozzáadott értéket tudnék hozzátenni a már meglévő irodalomhoz.

divergencia figyelhető meg a felmérés tanúságai szerint, a bankok többféle módszert is alkalmaznak egyszerre: egy eloszlás alkalmazása, külön eloszlás alkalmazása az eloszlástestre, eloszlásszélre és teljes eloszlásra. Bár a felmért AMA bankoknak csak közel egyharmada alkalmaz egyetlen súlyossági eloszlást, a leginkább kedvelt a lognormális eloszlás (a teljes mintán belül 33 százalék követi) és utána Weibull (17 százalék követi) (BIS 2009b 60. oldal leírása, illetve Table 16C).

A másik fontos kvantitatív jellegű módszer, a scenárióalapú elemzés lényege, hogy meghatározunk stressz eseményeket, és azok értékelésével határozzuk meg a működési kockázati kitettséget. A scenárióelemzés alulról felfelé építkező (bottom-up) módszer, míg az LDA felülről lefelé (top-down) haladó megközelítés (CEBS [2006]).

Emellett, mivel a működési kockázat kevésbé kvantifikálható, több pénzügyi intézmény is alkalmaz úgynevezett scorecard, azaz minősítésalapú, kvalitatívabb megközelítést (Riskbooks [2005]).

A fentiekben röviden bemutatott (LDA, SBA) módszerek a már bekövetkezett, illetve bekövetkező kockázatot modellezik, viszont a mögöttes kockázati folyamat elemzése mint modellezési lépés általában kimarad<sup>28</sup>.

### ***1.3 A működési kockázatkezelés gyakorlata***

#### *1.3.1. Nemzetközi helyzetkép*

A működési kockázatkezelés nemzetközi gyakorlatára vonatkozó átfogó felmérések korlátozottan jelentek meg az eddigiekben. Ez a működési kockázatkezelés rövid múltja miatt lehet.

A nemzetközi felmérések egyik része a tőkekövetelményt és a regisztrált veszteségeket elemzi (Pl. BIS [2002], BIS [2009a]), másik része pedig a legjobb gyakorlatokat kívánja megragadni (Pl. BIS [2006], BIS [2009b]). Az említett felmérések megállapítják, hogy az alkalmazott működési kockázatkezelési gyakorlat összhangban van a szabályozás fejlett módszerére vonatkozó ajánlásokkal. A kockázatfelmérés négy pillérére (belső adat, külső adat, forgatókönyv-elemzés, üzleti tényezők és kontroll

---

<sup>28</sup> Erre a modellalkotási hiányosságra hívja fel a figyelmet Cernauskas et al [2010] is. A szerzők azt jelzik, hogy az általános modellek nem veszik megfelelően figyelembe a kockázati folyamatok összefüggéseit.

faktorok) alapozott kockázatkezelés jelenti a legjobb gyakorlatot az intézmények körében.

Intézményméret és kockázatkezelési gyakorlat összefüggéseinek vizsgálatára a szakirodalomban kevés példát találunk. Helbok-Wagner [2006] azt állapítja meg, hogy a működési kockázatkezelés korai szakaszában (1998 és 2001 között) a kisebb pénzügyi eredménnyel rendelkezők tették közzé részletesebb adatokat működési kockázati profiljukra, működési kockázatkezelési gyakorlatukra vonatkozóan. Ezt a szerzők azzal magyarázzák, hogy a nyereségesebb intézmények kevésbé vannak ráutalva a nagyobb transzparenciára, miközben a gyengébb teljesítményű intézmények a kockázatkezelés fejlesztésével és a magas szintű közzététellel tudnak csak javítani megítélésükön. Bár OpRisk & Compliance [2008] és OpRisk & Compliance [2009] 100 bankot tartalmazó adatbázist mutat be a működési kockázatkezelési adatok, módszerek kapcsán. Ezekben az OR&C cikkekben azonban részletes, statisztikai felmérést nem olvashatunk.

### *1.3.2. Magyarországi intézmények működési kockázati gyakorlata*

A magyarországi bankok alapvetően a Bázel II-es folyamat részeként kezdték meg a működési kockázat szisztematikus kezelését. A 2008. január 1-jétől kötelezően alkalmazandó szabályozói keret (EU [2006]) egyszerűbb alapmutatóra épülő (BIA), sztenderd és alternatív sztenderd (TSA + ASA), illetve bonyolultabb (fejlett mérési módszer, AMA) módszerek alkalmazását teszi lehetővé. A magyarországi bankszektor jelentős részében először a működési kockázati veszteségadatok gyűjtése kezdődött meg. Eleinte azonban a kockázatkezelés hozzáadott értéke kevésbé tűnt ki, ezért leginkább a szabályozottság és az informatikai hangsúlyok jelentkeztek legelőször. A modellezésen alapuló kockázatkezelés egyelőre kevés intézménynél működik. Abból fakadóan, hogy a hazai bankszektor jellemzően külföldi tulajdonban van, ezért a hazai intézmények az anyabanki iránymutatások, az európai „legjobb gyakorlat” elveit alkalmazva próbálják a működési kockázatot szisztematikusan megközelíteni (PSZÁF [2005]).

A hazai bankok működési kockázati gyakorlatáról viszonylag kevés átfogó elemzés jelent meg az eddigiekben. A már hivatkozott a Hitelintézeti Szemle 2007. évi negyedik száma átfogó munkát jelent, de inkább az egyedi tapasztalatokra koncentrál. A hazai bankrendszerben alkalmazott működési kockázati módszereket tudomásom

szerint egyedül Homolya [2009a] elemezte átfogó módon. A cikk megállapította, hogy a hazai bankrendszer szempontjából a sztenderd módszer jelenti egyelőre a „legfejlettebb” módszert, a legnagyobb bankok ezt a módszert alkalmazzák a fejlett mérési módszer egyfajta előszobájaként. Mint az ebben a dolgozat szereplő későbbi elemzés is bemutatja, az elmúlt időszakban több bank is előrelépett ebből a módszertanból.

A magyarországi bankrendszer tagjainak egy fontos kezdeményezése a HunOR Magyar Működési Kockázati Adatbázis, amely 2007-ben kezdte meg működését a Magyar Bankszövetség égisze alatt. Az adatkonzorcium keretében, a teljes bankszektor eszközállományának több mint 50 százalékát képviselő 12 bank osztja meg egymással 50 ezer forint könyvelt veszteségnél nagyobb hatású eseményeit tételesen, de anonim módon. Ez a kezdeményezés a közreműködő bankok számára nagy előnyt biztosít, hiszen lehetővé teszi azt, hogy a Magyarország-specifikus működési kockázati eseményeket feltárják, és a működési kockázati profilban vélhetően közelálló intézményekkel legyen lehetőség az összehasonlításra. A HunOR adatbázis úgy kezdte meg működését, hogy a 2007. január 1. után könyvelt működési kockázati veszteségesemények rögzüljenek az adatbázisban. (a HunOR adatbázis jelentőségét részletesebben Homolya-Szabolcs [2008] tárgyalja.)

#### ***1.4. Kontribúció: saját kutatás eredményeinek szakirodalomhoz való viszonya***

A működési kockázatok mérését a realizált veszteségekre alapozott LDA modellezés dominálja, mely a már előfordult kockázati eseményeket vizsgálja. Saját kutatásomban először azt vizsgálom, hogy a folyamat alapú modellezés egyrészt megerősíti-e szimulációs módszer alkalmazásával a működési kockázati modellezésben gyakran alkalmazott gyakorisági (Poisson) és súlyossági (lognormális) feltevéseket, másrészt egy elég nagy frekvenciával bíró adatbázis elemzését mutatja be<sup>29</sup>. Ez nem tipikus megközelítés a működési kockázatról szóló módszertani cikkekben.

Másodiként a veszteségek és az intézmények méretének viszonyát vizsgálom. Bár a nemzetközi szakirodalomban több olyan cikk megjelent, ami működési kockázati

---

<sup>29</sup> Ez az elemzés a Homolya-Benedek [2008] cikkben már publikálásra került.

veszteségek és intézményméret közötti összehasonlítást vizsgál a veszteségek egyik intézményről másikra való skálázhatóságának feltárása érdekében, de magyarországi banki veszteségadatokra más szerző nem készített még ilyen típusú felmérést. A külföldi banki működési kockázati adatokat elemző szakirodalom (pl. Na et al. [2005], Dahan – Dionne [2007, 2010]) megállapítja az összveszteség és intézményméret (elsősorban bruttó jövedelem) közötti kapcsolat szignifikánságát. Ugyanakkor ezekben az elemzésekben a kutatók megállapítják azt, hogy az adott időszakban felmerülő összveszteség és intézményméret közötti kapcsolatban meghatározó szerepet a gyakoriság tölt be. A jelen disszertációban is ezt az összefüggést vizsgálom a hazai bankrendszerre elsőként<sup>30</sup>.

A dolgozatban harmadikként vizsgált kérdéskör a választott működési kockázatkezelési, tőkekövetelmény allokációs módszertan és az intézmény mérete, illetve pénzügyi adatai (elsősorban mérlegfőösszeg, nyereségesség) összefüggései. Bár van olyan szakirodalom (pl. BIS [2009a], BIS [2009b]), amely átfogó legjobb gyakorlatokat mutat be, de azok mozgatórugóit nem elemzi. Így mind a nemzetközi, mind a magyarországi intézményi mintára készített elemzésem, tudomásom szerint újdonságot jelent<sup>31</sup>.

## II. A kutatás hipotézisei

***1. hipotézis: A működési kockázatomérési gyakorlatban általánosan alkalmazott Poisson gyakoriság- lognormális súlyosság modellkeret alátámasztható elméleti, stilizált keretrendszerben is, és az egyes megfigyelt hibapontokból robosztus becslés készíthető***

A nagyobb hatású működési kockázati események ritka jellege miatt a folyamat alapú szimulációs módszerek hozzáadott értéket jelenthetnek a veszteségesemények előrejelzésére. A működési kockázat modellezésében leggyakrabban alkalmazott Poisson-lognormális modellkeret helytállóságát tesztelem egy átlaghoz visszahúzó folyamatot feltételezve, sztochasztikus szimulációt alkalmazva. Azért éppen ezt a modellkeretet tesztelem, mert mint bemutattam az I.2-es fejezetben a Poisson a

---

<sup>30</sup> Ebben a dolgozatban bemutatott elemzés eredményeit Homolya [2011] cikkben publikáltam.

<sup>31</sup> Saját, korábbi publikációmban (Homolya [2009a]) már bizonyos részeredményeket közzétettem.



leggyakrabban alkalmazott keret a működési kockázati események gyakoriságának modellezésére, míg bár a súlyosságnál erőteljesebb a divergencia a módszerekben, de a lognormális eloszlás tekinthető a leggyakoribbnak. A hipotézis vizsgálata után azt elemzem egy ATM hibákat tartalmazó mintán, hogy a hibákból visszabecsült sztochasztikus folyamat mennyire ad alapot megfelelő kockázatbecsléshez.

## ***2. hipotézis: A magyar bankrendszerben elszenvedett működési kockázati veszteségek és az intézményméret közötti kapcsolat pozitív***

Általános érvényű alapelv működési kockázatok esetén, hogy ha egy adott kockázattípus nem jelenik meg a bank veszteség-adatbázisában, nem tekinthetjük egyértelműen az adott kockázatot úgy, mintha nem létezne. Az ilyen jellegű kockázatokra szokás szakértői becsléseket és forgatókönyv elemzéseket alkalmazni, valamint külső adatbázisokból származó veszteségadatokat figyelembe venni.

A külső adatok felhasználásához szükségünk van olyan összefüggések feltárására, amelyek az intézményméretet tükröző jellemzők és veszteségparaméterek közötti kapcsolatot feltárja, mellyel így megfelelő skálázási technikák alkalmazhatóak (a működési kockázati adatok megosztásához kapcsolódó hasznokról Voit [2007] alapos áttekintést biztosít).

A szakirodalom (pl. Na et al. [2005], Dahan – Dionne [2007, 2010]) külföldi, nemzetközi adatokra alátámasztja empirikusan az intézményméret és működési kockázati veszteség összefüggését, de hazai mintára még ilyen becslés nem készült.

## ***3. hipotézis: A. alhipotézis - Minél nyereségesebb egy pénzügyi intézmény, annál inkább törekszik arra, hogy fejlettebb működési kockázati módszereket alkalmazzon. B. alhipotézis - Minél nagyobb egy intézmény annál nagyobb lehetősége van fejlettebb működési kockázatkezelési módszerek alkalmazására***

Kutatási hipotézisem alapelemeit a kockázatkezelési ciklus (azonosítás, mérés, monitoring, kezelés) és döntési opciók (Nem azonosított kockázatok versus azonosított kockázatok, elfogadható kockázatok versus nem elfogadható kockázatok) elemeinek

vizsgálata jelentik. Érdeemes megvizsgálni azt, hogy a pénzügyi intézmények közül milyen közös jellemzővel bírnak azok az, amelyek fejlettebb működési kockázati módszert alkalmaznak.

Az I. fejezetben említett módon az Európai Unión belül 2008. január 1-jétől minden pénzügyi intézményre kötelező új CRD Direktíva keretein belül működési kockázatra külön kell tőkét allokálni az egyszerűbb BIA vagy TSA módszerek vagy a modellezésen alapuló fejlett AMA alapján. Az intézmények megkezdték felkészülésüket, illetve bevezették az alkalmazni kívánt módszereket. A szakirodalomban ugyanakkor nem találkoztam annak vizsgálatával, hogy milyen tulajdonságok jellemzik azokat az intézményeket, akik fejlettebb módszereket alkalmaznak. Saját intuícióm az, hogy minél sikeresebb egy intézmény párhuzamosan annál fejlettebb kockázatkezelési módszereket használ. A hipotézis vizsgálata azért lehet fontos, hogy megértsük mivel ösztönözhetőek az intézmények fejlettebb kockázatkezelési módszerek irányába.

Működési kockázatkezelési módszer fejlettsége azzal mérhető, hogy adott intézmény az említett három felügyeleti módszer közül melyiket választja (BIA: 1 – legkevésbé fejlett; TSA: 2 – közepesen fejlett; AMA: 3 - legfejlettebb).

Nyereségesség mutatószámai: a nyereség mérlegfőösszeghez (ROA), illetve saját tőkéhez (ROE) viszonyított arányával mérhetjük. Egyúttal érdemes vizsgálni az intézménymérettel, azaz elsősorban a mérlegfőösszeggel való viszonyt.

*4. táblázat: A 3. hipotézis elemzésének módszertani kerete*

<b>Függő változó</b>	<b>Független változó</b>	<b>Közvetítő változók</b>	<b>Módszer</b>	<b>Gondolkodás mód</b>
Működési kockázatkezelési módszer fejlettsége	Nyereségesség/ intézményméret	- Kockázatkezelési módszer fejlettségének proxy-ja: választott felügyeleti módszer (BIA:1- TSA:2- AMA:3)  - Nyereségesség: nyereség / mérlegfőösszeg ill. saját tőke	- Intézményi adatok összegyűjtése éves jelentések alapján  - Majd regresszió analízis, együtthatók szignifikanciájának tesztje, klaszterelemzés  - Figyelembe véve azt, hogy a függő változó ordinális ezért standard lineáris regresszió helyett logisztikus regressziót kell alkalmaznunk	- Induktív (minta alapján általános következtetés levonása)

A nyereségesség mellett más szempontok is fontosak lehetnek a működési kockázati módszerválasztás szempontjából (mérlegfőösszeg alapú méret, likviditás stb.), így ezekre a változókra is kontrollálom elemzésemet.

### III. Szimuláció alapú katasztrófamodellelés<sup>32</sup>

#### *III.1. A működési kockázatmérési gyakorlatban általánosságban használt Poisson-lognormális modellkeret megfelelésének tesztelése*

A kockázati jelenségekre gyakran alkalmaznak sztochasztikus folyamatokon alapuló modellezést. A kockázatmodellezési szakirodalomban emögött az áll, hogy valamilyen szabályszerűségek alapján, statisztikailag leírható folyamatot követnek a kockázattal összefüggő tényezők.

Mit értünk sztochasztikus folyamat alatt? Röviden  $X$  valószínűségi változó mozgását leíró folyamatot.

Egy sztochasztikus folyamatot négy fő tényező határoz meg (*Karlin–Taylor* [1985]):

- az  $S$  állapotter (  $X$  valószínűségi változók lehetséges értékkészlete, pl. valós számok halmaza);
- a  $T$  index paraméter (  $X$  valószínűségi változónak azon tulajdonsága, hogy milyen ugrások vannak a folyamatban, pl. ha  $T$  a nemnegatív egész számok halmazát képezi le, akkor beszélünk diszkrét idejű folyamatról);
- az  $X_t$  valószínűségi változók,
- és az azok között fennálló függőségi viszony: szükséges meghatározni a folyamat kezdeti értékét, illetve a valószínűségi változók közötti összefüggést.

Kockázati modellezés során általában két dologra szokták használni a sztochasztikus folyamat alapú modellezést (lásd pl. *Cruz* [2002] 7. fejezet):

*1. Látens kockázati tényezők alakulása:* ez esetben a kockázati tényezők kritikus szinten túlra kerülése működési kockázati eseményt idézhet elő, amely

---

<sup>32</sup> A dolgozat III.1-es és III.2-es része Homolya-Benedek [2007]-en és Homolya-Benedek [2008]-on alapul.

bizonyos javítási költséggel, illetve veszteséggel jár együtt (Cruz [2002] 7.6–7.9 alfejezetek).

2. *Manifesztálódott kockázati esemény modellezése – kárnegység alakulása:* Az ilyen típusú alkalmazásokban nem fontos az, hogy a kockázati esemény milyen mögöttes tényezők együttállásakor jön létre, és annak milyen az alakulása, hanem már csak a kárfolyamat érdekli a modellezőt. Ennek a megközelítésnek, alkalmazási körnek kiterjedt szakirodalma van a biztosításmatematikai (aktuáriusi) munkákban, lásd például *Michaletzky* [2001].

A két megközelítés közül a látens kockázati tényezők alakulásának, modellezésének kevesebb teret szentel a szakirodalom. Viszont ha a működési kockázat jellemzőit nemcsak mérni szeretnénk, hanem kezelni is, a mögöttes tényezők azonosítása kulcsfontosságúnak tekinthető, mivel a mögöttes kockázati tényezők változtatásával van lehetőség a manifesztálódó kockázati folyamat változtatására. A következőkben egy látens kockázati folyamat modellezésére teszünk kísérletet.

A továbbiakban a működési kockázat jellemzőit egy egyszerűbb modellkeretben vizsgáljuk, amely későbbi kutatások során kiterjeszhető komplexebb problémák vizsgálatára.

A következő alaproblémát, mint működési kockázati hibák egyik tipikus példáját modellezzük: hogyan modellezhetők a szerverleállások?

E kérdéskör elemzése során vizsgálatunk középpontjában a rendszerleállások kockázati profilja és a rendszerleállások befolyásoló tényezői állnak.

### *III.1.1. A probléma operacionalizálása*

Adott egy bankban egy központi szerver, amelynek a teljesítménye ingadozik. Ha egy kritikus tartományon kívül kerül a teljesítmény (kétoldali korlát<sup>33</sup>), rendszerleállást tapasztalunk. Ez utóbbi jelenséggel definiáljuk a katasztrófát, amely bizonyos mértékű veszteséget eredményez.

---

<sup>33</sup> Megjegyzendő, hogy szakmailag az egyoldali korlát alkalmazása (felső korlát, mint a túlterheltség jellemzője vagy alsó korlát, mint a nagyon alacsony teljesítmény jellemzője) megalapozottabb lehet, ugyanakkor szimmetrikus korlátozás mellett jobban viselkedő (szimmetrikus tulajdonságot hordozó) eredményeket várhatunk el.

Kiegészítő problémát jelent az a helyzet, amikor két szervert működtetünk. A második központi szerver az első szerver folyamatosan működő helyettesítője (úgynevezett forró back-up rendszer). Amennyiben a kritikus teljesítményszinten kívülre került mindkét központi szerver, akkor „együttes katasztrófa” (crash – összeomlás) következik be, és csak bizonyos költségráfordítással állítható vissza a rendszer.

Ahhoz, hogy a modellünket felépítsük, az alábbi feltételezéseket, modellelemeket alkalmazzuk:

1. A teljesítmény folyamata egyensúlyi értékhez visszahúzó folyamatot követ (ún. „mean-reversion” folyamat): az egyensúlyi értékhez mindig visszaigazodik a rendszer, egyensúlyi érték alatti-feletti ingadozások azonban gyakran előfordulnak.
2. Ha az alsó vagy a felső korlátot átlépi a folyamat, akkor katasztrófáról beszélünk.
3. Katasztrófa után az egyensúlyi pontba kerül vissza a folyamat. A kiszolgáló személyzet kijavítja a hibát, és visszaáll az egyensúlyi állapot.
4. A katasztrófa költsége a túllépés mértékével egyenesen arányos.
5. A két szerverrel kapcsolatos kockázati folyamat azonos sztochasztikus folyamatot követ. A két folyamat egymással korrelált, hiszen két azonos berendezésről van szó, a bank működése mindkét szerveregységre kihat<sup>34</sup> A valóságban a folyamatszabályozás, kockázatkezelés megfontoltabb végrehajtásának köszönhetően, sokszor egy-egy folyamat, egy-egy berendezés, egy-egy személy helyettesítőjét is meghatározzák, annak érdekében, hogy ha egy folyamat, berendezés nem működik, vagy az adott személy nem tudja végrehajtani feladatát, álljon rendelkezésre helyettesítő megoldás (az angol „back-up” kifejezést fordíthatjuk magyarra „háttérmegoldásként”).

A fenti feltételezésekhez illeszkedően, valamilyen átlaghoz visszahúzó (mean-reverting) típusú modell alkalmazása szükséges.

Erre a célra a pénzügyi matematikában jól ismert, gyakran alkalmazott Ornstein–Uhlenbeck-folyamatot (továbbiakban OU-folyamatot) választjuk (elsősorban egyszerűsége miatt), ez a folyamat úgy is ismert a matematikai szakirodalomban, mint Gauss–Markov-folyamat.

---

<sup>34</sup> Természetesen bizonyos intézkedésekkel (például a szerverek külön helyszínen való elhelyezése) a korreláció mértéke csökkenthető, viszont várhatóan nem iktatható ki teljesen (pl. technológiai egyezőség, hálózati összekapcsolódás miatt).

Az OU-folyamatok legismertebb pénzügyi alkalmazása a kamatlábak modellezésére használt Vasicek-modell (*Baxter–Rennie* [2002], 197. o.). Az Ornstein-Uhlenbeck folyamatot azonban először nem a pénzügyekben, hanem neuronok kisülésének modellezésére, állatok mozgására és a rozsdásodás jelensége mögötti látens folyamat modellezésére alkalmazták. Általában azt mondhatjuk, hogy az OU-folyamatot látens folyamatok modellezésére használják, ahol a végkimeneteket ismerjük, de a mögöttes folyamat nem feltárt, így az OU-folyamat teszi lehetővé azt, hogy előrejelzéseket készítsünk (lásd például *Ditlevsen–Ditlevsen* [2006]). A működési kockázat mögötti tényezők is hasonlóak az OU-folyamattal más tudományágakban modellezett jelenségekhez: általában a látens folyamat nem megfigyelhető vagy nem megfigyelt, csak a kockázati esemény válik nyilvánvalóvá.

Az Ornstein–Uhlenbeck-folyamat az alábbi differenciaegyenlettel adható meg (*Finch* [2004] alapján, példafolyamat a 3. ábrán):

$$\Delta P_t = \eta \cdot (M - P_t) \cdot \Delta t + \sigma \cdot \Delta z \quad (1)$$

A jelöléseket tekintve:

$P_t$ : a  $P$  változó  $t$ -beli értéke,

$\eta$ : a visszahúzás sebessége,

$M$ : a  $P$  folyamat egyensúlyi értéke, modellezésünk során ehhez húz vissza, és a katasztrófa bekövetkezte után innen indul újból a folyamatunk,

$\sigma$ : a szóródási paraméter,

$\Delta z$ : 0 várható értékű, 1 szórású normális eloszlású Wiener-folyamat,

$\rho$ : kettős folyamat esetén definiálunk egy korrelációs együtthatót ( $\rho$ ), ami a két folyamat összehangoltságát mutatja. (Ebben az esetben úgy kezeljük a két folyamat sztochasztikus tagját, hogy az egyik folyamat sztochasztikus tagja  $\sigma \cdot \Delta z$ , a másik folyamat sztochasztikus tagja  $\sigma \cdot (\rho \Delta z + \sqrt{1 - \rho^2} \Delta y)$ , ahol  $\Delta y$  és  $\Delta z$  független, azonos eloszlású, standard normális eloszlású Wiener-folyamat.

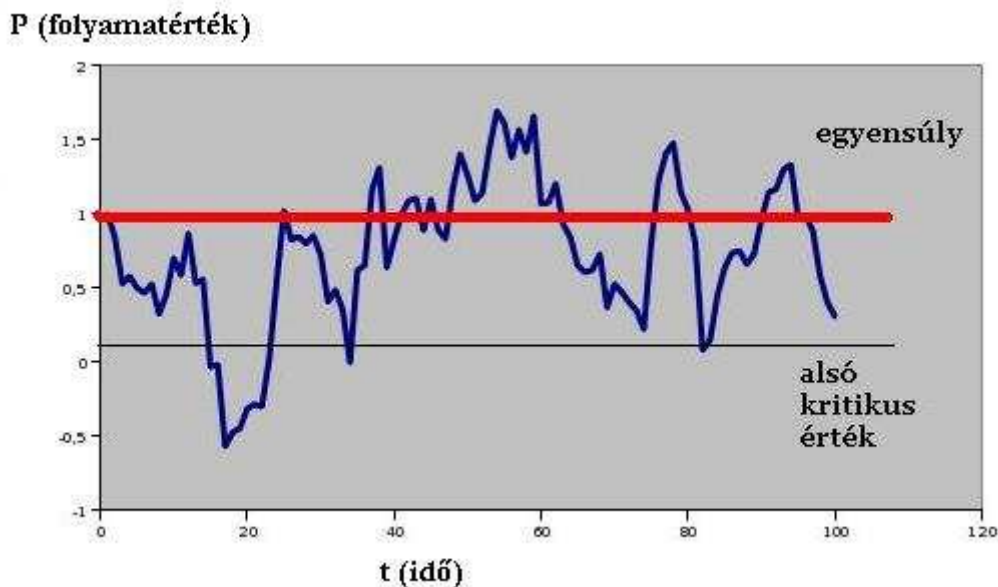
Azaz az első folyamat differenciaegyenlete:  $\Delta P_t = \eta_p \cdot (M_p - P_t) \cdot \Delta t + \sigma_p \cdot \Delta z$

A második folyamat differenciaegyenlete:

$$\Delta R_t = \eta_R \cdot (M_R - R_t) \cdot \Delta t + \sigma_R \cdot (\rho \Delta z + \sqrt{1 - \rho^2} \Delta y)$$

Továbbiakban, jelen dolgozat további részében, ha nem jelezzük külön akkor a kettős folyamat mindkét tagjának paraméterezés azonos: azaz  $\eta_P = \eta_R = \eta$ ,  $M_P = M_R = M$ ,  $\sigma_P = \sigma_R = \sigma$ , az induló értéket tekintve  $P_0 = R_0 = M$  és (alsó és felső) kritikus értékek azonosak. Amennyiben a kettős folyamat két tagjának paraméterezése eltér egymástól, akkor  $P$  jelöli az első folyamatot és  $R$  a másodikat.

3. ábra: Ornstein–Uhlenbeck-folyamat illusztrációja



Forrás: saját számítás alapján, egyensúlyi érték ( $M$ )=1,  $\eta$ =0,2,  $\sigma$ =0,25)

Megjegyzés: Ezen az ábrán olyan folyamat kerül bemutatásra, ahol a kritikus érték elérése esetén nem kerül automatikusan vissza az egyensúlyi helyzetbe a folyamat.

Matematikailag az általunk modellezendő katasztrófa definíciónak megfelelő első áttörési idő (first time to hit – FTH) alakulását analitikusan sok szerző elemezte (erre is jó referencia: Ditlevsen–Ditlevsen [2006]). Az OU-folyamatot az jellemzi, hogy nem korlátos folyamat, tehát akár negatív értéket is felvehet. Modellünkben annyiban korlátozzuk ezt, hogy a kritikus intervallum „áttörése” után visszahelyezzük az egyensúlyi értékbe a folyamatot.

### III.1.2. Modelleredmények

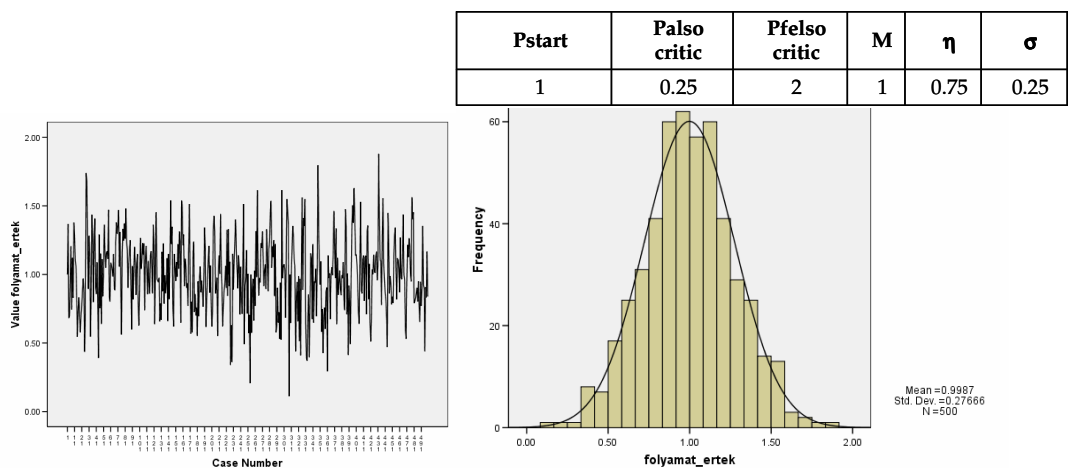
Az alábbiakban alapvető modelleredményeket szeretnénk ismertetni: elemezzük a kockázati folyamatot, továbbá bemutatjuk a katasztrófákhoz kapcsolódó gyakorisági és

súlyossági jellemzőit. Először az egyedi folyamatot, majd a kettős folyamatot jellemezzük. Mielőtt magukat az eredményeket bemutatnám a szimulációk futtatásához kapcsolódóan az értelmezést segítő módszertani megjegyzéseket szeretnék tenni: A szimulációk során első esetben 10 mintát alkalmazunk, 10 ezer „hosszú” időszakra vonatkozó realizációval. Amikor viszont a sokmintás lefutást mutatjuk be, akkor 10 ezer darab mintát veszünk 10 ezer „hosszú” időszakra. A modellezés során az (1)-es képletben ismertetett OU-folyamatot modellezzük. A szimulációs modell alapján készült elemzéseket, számításokat, ábrákat a Borland Delphi 5.0 és az SPSS 14.0 for Windows programcsomaggal készítettük. Az ábrák mellett feltüntettük az egyedi paraméter-beállításokat; amennyiben egy paraméter-beállítást többször alkalmaztunk, akkor arra a szövegben hivatkozunk. Az egyes alkalmazott paraméter-beállítások tetszőlegesen választottak, de az alábbi fejezetekben érzékenységvizsgálat eredményeit is bemutatjuk.

### III.1.2.1. Egyedi folyamat vizsgálata

Az alapfolyamatunkra vonatkozó empirikus vizsgálat azt mutatja, hogy a folyamat kimeneteleinek értékét normális eloszlás jellemzi (előzetes várakozásainknak megfelelően).

4. ábra: Egy adott paraméterezésű alapfolyamat realizációjának jellemzése<sup>35</sup>



Forrás: saját számítás (folyamat lefutása, kimenetek histogramja és a paraméterezés)

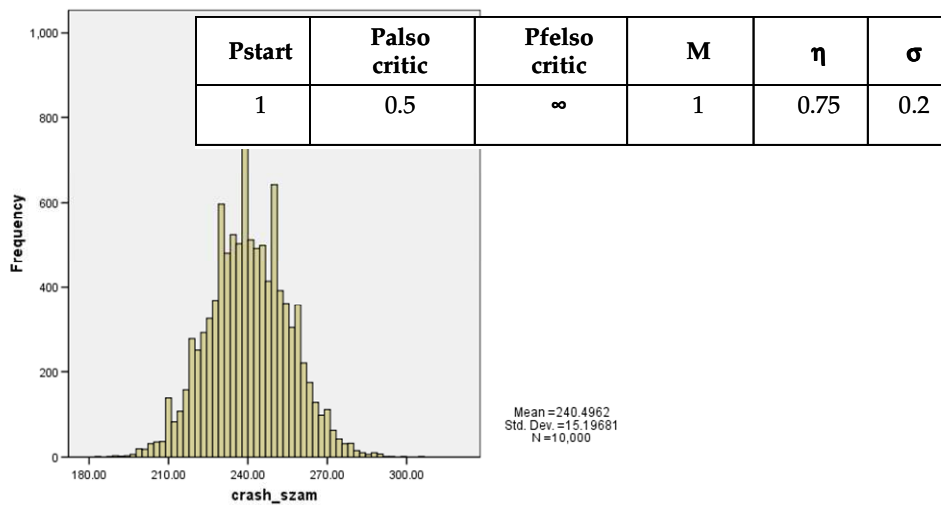
<sup>35</sup> A dolgozat további részében több olyan ábra is szerepel, ami szimulációs végeredményeket mutat be. Az ábrák mellett kis táblázatban a következő jelölésekkel adtam meg a paraméterbeállításokat: Pstart- a folyamat induló értéke, Palsocritic (vagy P\_also): a folyamat alsó kiütési korlátja, Pfalso\_critic (P\_falso): a folyamat felső kiütési korlátja, M: a folyamat egyensúlyi értéke,  $\eta$ : a visszahúzás sebessége,  $\sigma$ : szóródási paraméter.



A folyamatértékekre a Kolgomorov–Szmirnov-statisztikát alkalmazva, azt az eredményt (a teszt-statisztika értéke: 0,615) kapjuk, hogy a normális eloszlás követése nem vehető el. Természetesen, ha szűkítjük a kritikus értékek korlátait, akkor a folyamatértékek csonkolt normális eloszlást követnének.

Először érdemes megvizsgálni a katasztrófák gyakoriságát. A 4. ábra keretében bemutatott folyamattal szemben a következő ábrán egy csupán alulról korlátozott folyamat katasztrófa-jellemzőit vesszük szemügyre:

5. ábra *Katasztrófa gyakorisági eloszlás jellemzése adott paraméterezésű folyamat mellett*



Forrás: saját számítás

A működési kockázati szakirodalomban gyakran megjelenik az a feltételezés, hogy a működési kockázati események bekövetkeztét Poisson-folyamat jellemzi (a 2. fejezetben utaltunk erre). Mint láthatjuk az 5. ábrán, a gyakoriságot empirikusan szimmetrikus eloszlás jellemzi. Érdemes tesztelni, hogy modellünk milyen paraméterezése mellett nem vehető el az, hogy a katasztrófa bekövetkezésének gyakorisága Poisson-eloszlást követ (pl. *Bee* [2006]). Az alábbiakban három korláttípus mellett (tágabb kétoldalú, szűkebb kétoldalú, szűkebb alsó és felülről nem lehatárolt korlát) teszteljük a Poisson-féle gyakorisági eloszláshoz való illeszkedést, az 5. ábrán látható paraméterezés mellett:

5. táblázat: *Poisson-illeszkedés tesztelése különböző korláttípusok mellett*

P_alsó	P_felső	K-S Z	Szignifikancia (2 old)
0,25	2	2,129	0
0,5	1,5	0,406	0,996
0,5	$\infty$	0,794	0,554

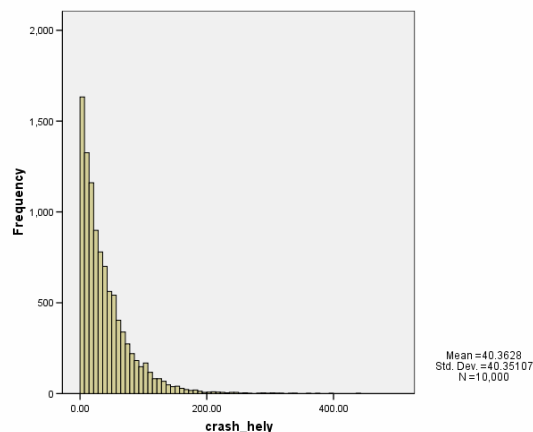
Forrás: saját számítás

Mint a fenti táblázatból látható, a Kolgomorov–Szmirnov Z-statisztika azt mutatja, hogy a középső szűkebb és a harmadik egyoldalú korlátozás mellett nem vehető el a gyakorisági Poisson-eloszlással való jellemzése. A tágabb kétoldalú korlát mellett azonban a Poisson-eloszlás illeszkedése nem fogadható el.

Ahogy már említettük, korábban az OU-típusú folyamatokkal kapcsolatos matematikai szakirodalomban a gyakoriság egy másik fontos aspektusa jelenik meg: az ún. első áttörési idő (first time to hit – FTH). Ditlevsen–Ditlevsen [2006] azt mutatja be, hogy az első áttörés időpontjának valószínűségi eloszlása bonyolultan fejthető ki analitikus formában. Bizonyos speciális esetekben követ Poisson-eloszlást (amikor az egyensúlyi és kritikus érték nagyon távol van egymástól), míg más speciális esetekben gammaeloszlások bizonyos összege jelenik meg.

A gyakorisági eloszlásokhoz hasonlóan, az egyedi folyamat esetén különböző korlátok mellett vizsgáltuk meg az első katasztrófa bekövetkeztenek időpontját. Ennek egyik példáját mutatjuk be az alábbi ábrán:

6. ábra: Az első áttörési idő valószínűségi eloszlása szoros paraméter-beállítások választása mellett (szoros korlátok: 0,5 és 1,5)



Forrás: saját számítás

A 6. ábra alapján az első áttörési időre ferde eloszlást láthatunk. Az elméleti irodalom (pl. Ditlevsen–Ditlevsen [2006]) alapján Poisson-eloszlás vagy folytonos eset feltételezése esetén gamma eloszlás illeszkedése lenne megfelelő. Modellünkben származtatott eredmény ezen eloszlásokkal való illeszkedést nem támasztja alá. Azonban, minthogy a Poisson-eloszlás illeszkedett a katasztrófa gyakoriságra, és ismert, hogy Poisson-eloszlásnál az egyes katasztrófaesemények bekövetkezései között eltelt idő exponenciális eloszlással modellezhető, ezért feltehetjük, hogy az empirikus eloszlásnak illeszkednie kell az exponenciális eloszlásra:

6. táblázat: Első áttörési idejének illeszkedése az exponenciális eloszláshoz

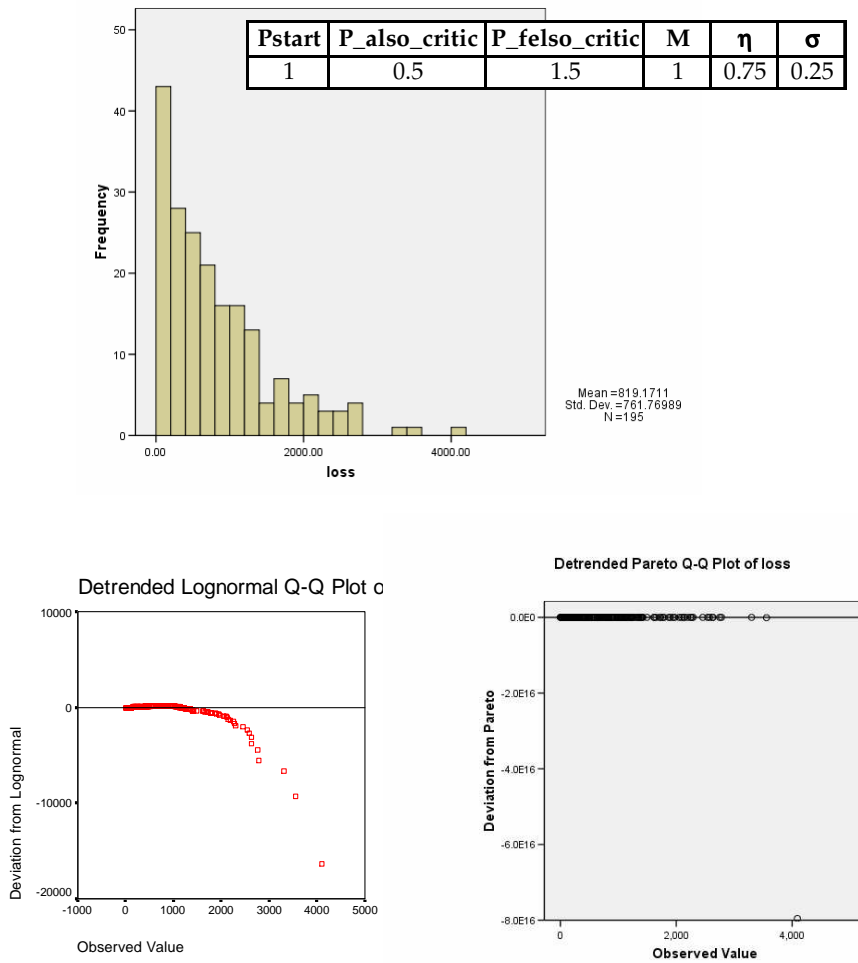
<b>P_alsó</b>	<b>P_felső</b>	<b>K-S Z</b>	<b>Szignifikancia (2 old)</b>
0,25	2	2,470	0,000
0,5	1,5	0,736	0,650
0,5	$\infty$	4,907	0,000

*Forrás:* saját számítás

Mint a fenti statisztikai tesztek (K-S Z-mutató) jelzik, a szorosabb kétoldalú korlát mellett tapasztalható illeszkedés az exponenciális eloszláshoz. A másik két példaesetben azonban ez nem teljesül.

A gyakoriság mellett a súlyossági eloszlást is megvizsgáltuk. Feltételezésünkben veszteségmértékére lineáris megközelítést alkalmazunk: a veszteség mértéke az adott alsó vagy felső korlát túllépésének abszolút mértéke, szorozva 10 000 egységgel. A már jelzett módon ez esetlegesnek tekinthető feltevés, de ha ennél konkrétabbat alkalmaztunk volna, akkor már a modelleredményeket jobban befolyásoló eredményre jutott volna apriori módon, egyfajta tautológiát okozva. A kapott eloszlásértékekhez kapcsolódó kvantilis kvantilis ábrák azt mutatják, hogy a lognormális illeszkedés nem megfelelő, ugyanakkor, az aszimmetrikus és vastag eloszlásszéllel rendelkező Pareto-eloszlás jó illeszkedést mutat feltevéseink mellett:

7. ábra: Súlyossági eloszlás és illeszkedése a lognormális, illetve Pareto-eloszláshoz



Forrás: saját számítás

A Pareto-eloszlás egy tipikus balra ferde, vastag eloszlásszélű eloszlás, amely jól kifejezi a kisméretű veszteségek gyakoribb, és a nagyméretű veszteség ritkább előfordulását. Az aktuáriusi irodalomban is bevett módon használják – eredetileg a „jólét megoszlásának” jellemzésére – a Vilfredo Pareto által alkalmazott eloszlástípust. Ezen eloszlás sűrűségfüggvényének a következő a képlete:

$$f(x) = \frac{\alpha \cdot \theta^\alpha}{(x + \theta)^{\alpha+1}} \quad (2),$$

ahol  $\alpha$  az úgynevezett küszöbérték paraméter, míg  $\theta$  a formát mutató paraméter. (Cruz [2002], 53. o.; Michaletzky [2001], 156. o.)<sup>36</sup>.

<sup>36</sup> Mint későbbiekben (IV.2.2-es fejezet) bemutatjuk a Pareto eloszlásnak az egyváltozós típusa mellett létezik kétváltozós típusa is.

Mint láthattuk, az egyedi folyamatból következő katasztrófa gyakorisági és súlyossági eloszlás megfigyelt mintái megfelelnek a működési kockázati szakirodalomban megjelenő eloszlás-feltételezéseknek (Poisson gyakorisági eloszlás, ferde, vastag eloszlásszélű súlyossági eloszlás), de a lognormális eloszlás nem biztosít megfelelő illeszkedést a súlyossági eloszlásra.

### III.1.2.2. Kettős folyamat vizsgálata

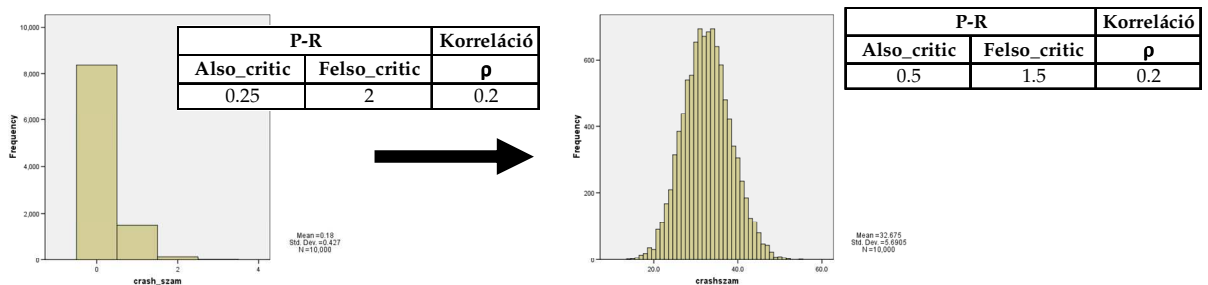
Az egyedi folyamat mellett megvizsgáltuk a kettős folyamatok jellemzőit is.

Amennyiben mind az eredeti, mind a helyettesítő megoldás tönkremegy, akkor beszélhetünk együttes katasztrófáról, összeomlásról (crash). Anekdotikus információk szerint a 2001. szeptember 11-i WTC-katasztrófa idején is volt olyan pénzügyi intézmény, amely a Világkereskedelmi Centrum egyik tornyában működött, és a másik toronyban helyezték el a teljes informatikai helyettesítő megoldást. A két torony leomlása után kénytelen volt az intézmény az adatmentésekből helyreállítani funkcióit.

A kettős folyamat esetén is alapvetően azokat a szempontokat vizsgáljuk (katasztrófagyakoriság, első katasztrófa bekövetkezési ideje, súlyossági eloszlás), mint az egyedi folyamat esetében, viszont a fókuszban az együttes katasztrófa jelensége áll. Első vizsgálódásaink során a két folyamat azonos paraméterezésű, a sztochasztikus taghoz kapcsolódóan építjük be a korrelációs együtthatót.

Triviális módon, amennyiben szélesebb korlátot alkalmazunk, akkor ritkábban fog előfordulni együttes katasztrófa, viszont – mint az alábbi ábrából következtethetünk arra – szorosabb korlátok mellett a Poisson-eloszlás jól illeszthető az együttes katasztrófa előforduló gyakoriságára.

8. ábra Kettős katasztrófa bekövetkezési gyakorisága szélesebb és szűkebb toleranciakorlát mellett

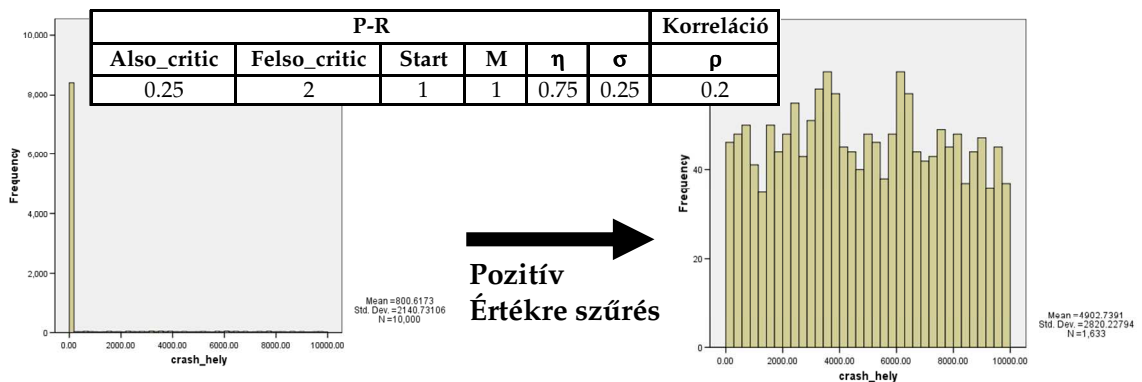


Forrás: saját számítás

A szorosabb korlát (0,5-1,5) mellett a Poisson-eloszlás illeszkedése a Kolgomorov–Szmirnov Z-teszt (a tesztstatistika 0,455-ös értéke) alapján nem vethető el.

Az első együttes katasztrófa bekövetkezési idejének valószínűség-eloszlása nem azonosítható vizuális megfigyeléssel. Mint a 9. ábra mutatja, szélesebb korlát mellett alig következett be együttes katasztrófa, így az esetek döntő többségében nem is fordult elő együttes katasztrófa (10 000 realizációból több mint 8 000 esetben), viszont ha leszűrjük azokat az eseteket, amikor bekövetkezett együttes katasztrófa (9. ábra jobb oldali része), akkor egy kevésbé azonosítható eloszlást látunk.

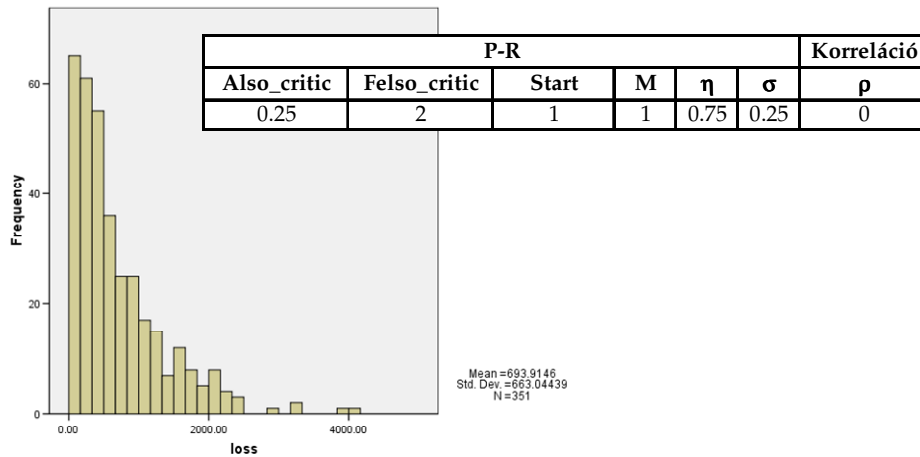
9. ábra: Együttes katasztrófa első bekövetkezési idejének eloszlása



Forrás: saját számítás

A másik fontos szempont a katasztrófasúlyossági eloszlás vizsgálata. Ugyanazt a veszteségmérték-definíciót alkalmazzuk, mint az egyedi folyamat esetében: azaz a veszteség mértéke az adott alsó vagy felső korlát túllépésének abszolút mértéke, megszorozva 10 000 egységgel. A kettős folyamat esetében is, ha nem korrelált folyamatokkal dolgozunk, a súlyossági eloszlás Pareto-közelítése jó eredményt ad, miközben a lognormális eloszlás nem illeszkedik jól:

10. ábra Kettős folyamathoz kapcsolódó súlyossági eloszlás bemutatása adott paraméterezés mellett



Forrás: saját számítás

Az SPSS-ben futtatott úgynevezett Wilcoxon-teszt (az eredeti adatsor Pareto-véletlenszámokkal történő összehasonlítása) azt mutatja, hogy a Pareto-eloszlástól való eltérés mértéke statisztikailag nem szignifikáns (kétoldali szignifikancia értéke 0,195).

A korrelációtól való függés a súlyossági eloszlás esetén hangsúlyozottan jelentkezhet, ezért is bír jelentőséggel a korreláció mértékének megfelelő meghatározása. Ezt a 8. ábrán bemutatott paraméterezésű folyamat (természetesen nem beleértve a korrelációt) esetében két korrelációmérték mellett próbáltuk ki: egy korrelálatlan scenárió, és egy közepesnek mondható, 0,5-ös korrelációs mérték mellett. Az eloszlásmomentumok azt mutatják, hogy a korreláció növelésével párhuzamosan nőtt a várható érték, és egyszerre nőtt az eloszlás ferdesége, csúcsossága és szórása:

7. táblázat: Kettős folyamatra vonatkozó veszteségsúlyossági eloszlás momentumai két különböző korrelációs mérték mellett

Korreláció	Átlag	Szórás	Ferdeség	Kurtózis
0	693.91	663.04	1.73	3.97
0.5	765.69	734.34	2.05	6.21

Megjegyzés: a paraméter-beállítás azonos a 9. ábra által mutatottal

Ez triviális eredménynek tekinthető, de a korreláció és a súlyossági eloszlás kölcsönhatásának részletesebb vizsgálatához fontos kiinduló pont lehet.

### III.1.2.3. Katasztrófagyakorisági jellemzők paraméterérzékenysége

Az eddigiekben alapvetően fix paraméter-beállításokat alkalmaztunk. A modellünk érzékenységét vizsgálandó, a visszahúzási sebesség ( $\eta$ ) és a korreláció ( $\rho$ )

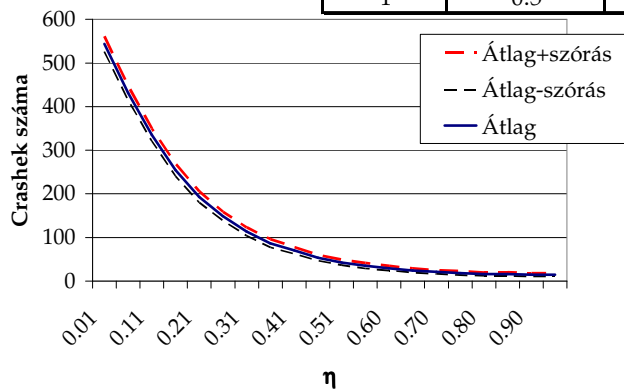
megváltozásának katasztrófagyakoriságra gyakorolt hatását elemezzük. Ezt tekinthetjük szimulációs módszerünk részbeni verifikációjának is, hiszen a következőkben bemutatott eredményeink előzetes várakozásainkat igazolják.

A visszahúzási sebesség növelése egyértelműen csökkenti a katasztrófák számának várható értékét, és ez a jelenség mind az egyedi, mind a kettős folyamatok során érzékelhető.

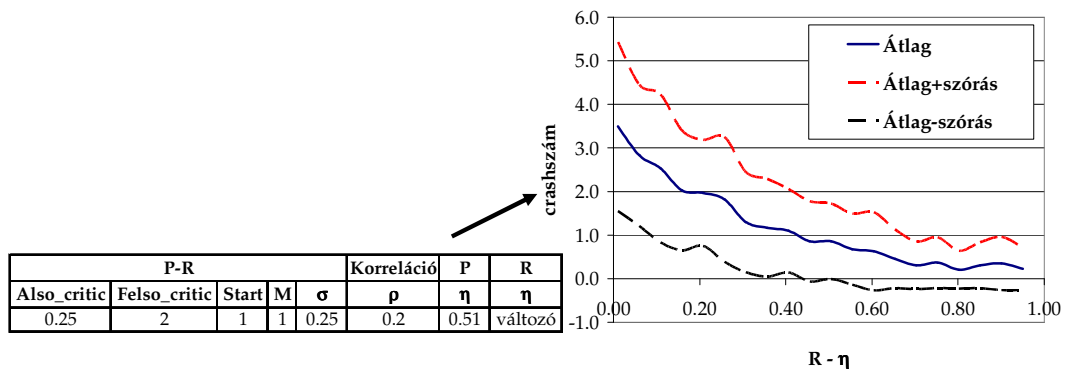
11. ábra: Visszahúzás sebessége és hibaszám összefüggése

**Sima folyamat:**

Pstart	P_also_critic	P_felso_critic	M	$\sigma$
1	0.5	1.5	1	0.25



**Kettős folyamat:**



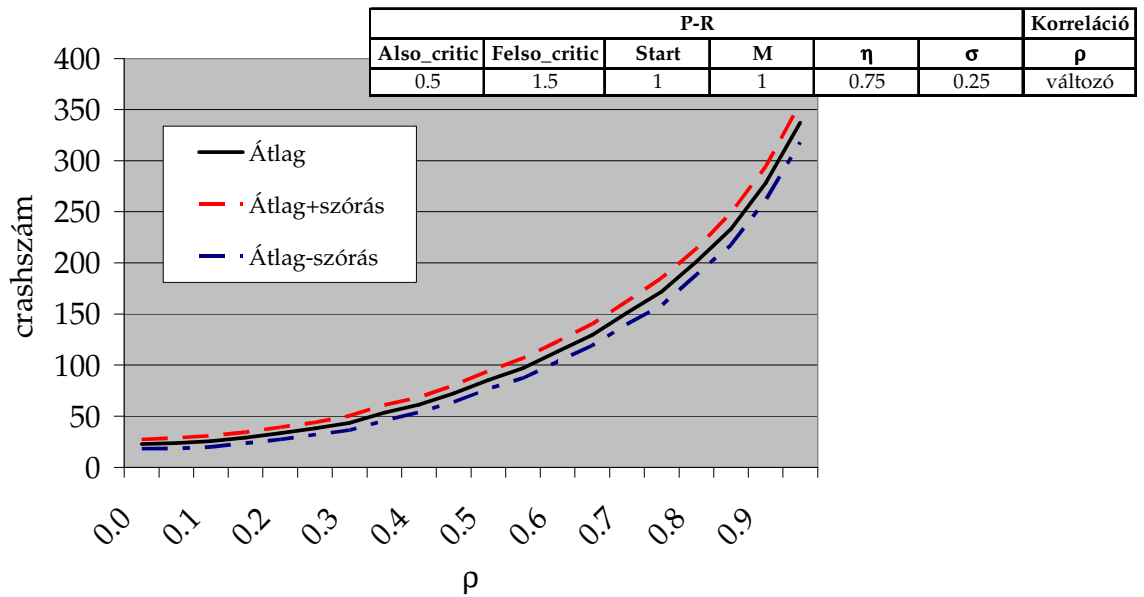
Forrás: saját számítás

Megjegyzés: A visszahúzási sebesség növelése csökkenti a katasztrófa előfordulási gyakoriság várható értékét (kettős folyamat esetén az együttes katasztrófát vizsgáljuk).

A korreláció növelésének hatása a következő: minél nagyobb a két folyamat közötti korreláció, annál gyakoribb az együttes katasztrófa előfordulási gyakoriságának várható értéke. Az alábbi ábrán egy szűkebb korlát melletti realizáció-sorozat szemléltetünk különböző korrelációs beállítások mellett:



12. ábra: Korreláció és hibaszám összefüggése



Forrás: saját számítás

Megjegyzés: A korreláció növelése növeli az „együttes katasztrófa” előfordulási gyakoriság várható értékét

Természetesen szükséges a későbbi kutatásaink során paraméterérzékenységek részletesebb vizsgálata, a visszahúzási sebesség és a korreláció mellett a többi inputparaméterre való érzékenység elemzése mindenképpen hasznos lenne.

### ***III.2. A működési kockázat előrejelzése a stilizált modellkeretben***

A kockázatelemzés egyik fontos célja a kockázati profil alapján történő előrejelzés. A múltbéli adatok alapján a jövőbeni kockázatok felmerülésére készülünk fel. Mint a I. fejezetben is bemutattuk, a működési kockázatelemzés egyik kulcspontja az alacsony gyakoriságú – magas hatású (LFHI) események modellezése. Ebben az esetben a kockázat-előrejelzés nehézséget jelent. A kockázati események (katasztrófák) előrejelzésére alapvetően két alpmódszert különböztetünk meg<sup>37</sup>:

<sup>37</sup> Természetesen a múltbéli adatokból való „extrapoláció” történhet sokféleképpen, a felsoroltaktól eltérő módon (mozgóátlagolás, simítási technikák és egyebek), de most két alpmódszert vizsgálunk meg.

1. *Kockázati események múltbeli előfordulása alapján:* megnézzük, hogy a múltban milyen gyakorisággal és milyen súlyossággal következtek be katasztrófaesemények<sup>38</sup>. Ennek alapján feltételezzük, hogy a múltbeli kockázati paraméterek megfelelőek előrejelzésre is. (Hitelkockázati nemteljesítési valószínűség előrejelzésénél ezt nevezi a magyar kockázatkezelési „köznyelv” „k/n” módszernek.) A megközelítés lényege, hogy egyetlen kisminta alapján becslünk, és naiv előrejelzéssel élünk (a múlt megegyezik a jövővel).

2. *Látens kockázati folyamat feltárása a múlt alapján:* elemezzük a múltbeli kockázati eseményeket, előállítjuk a látens kockázati folyamatot, és ennek alapján végezzük az előrejelzést, mégpedig szimuláció segítségével. A látens kockázati folyamatot futtatjuk le modellezési feltevéseink szerint, aztán pedig a szimulált eredmények alapján adjuk meg a kockázati tényezőkre vonatkozó előrejelzést. Történhet az, hogy sokszor lefuttatjuk a „jövőt”, vagy pedig egy nagyon hosszú periódusra futtatjuk le szimulációnkat<sup>39</sup>.

Megjegyezhetjük, hogy klasszikus értelemben vizsgálatunk tárgya igazából nem is az előrejelzés, hanem – feltételezve a kockázati profil stabilitását – a minél jobb becslés a cél.

Elemzésünkben a következő alapfeltevésekből indulunk ki az előrejelzési módszerek összehasonlításakor<sup>40</sup>:

1. Ismerjük a folyamatunk egyszeri lefutását (100, 250, illetve 1000 egység hosszú időszakra), amely egy előre definiált OU-folyamat alapján egyszeri realizációt jelent.
2. A jövőben fennmarad a látens OU-folyamat stabilitása, és ugyanazon paraméterekkel megy végbe a folyamat a jövőben is, ahogy az eddigiekben is a kismintás vizsgálatra. Ezt erős feltevés, de ha ezt nem tesszük fel, akkor rezsimváltásokra nyitott másfajta módszereket kellene alkalmaznunk.

A továbbiakban külön végzünk előrejelzési vizsgálatokat egyes folyamat és kettős folyamat esetében is. Ebben az alfejezetben a szimuláció alapú előrejelzés

---

<sup>38</sup> A katasztrófaesemények múltbeli adatok alapján történő feldolgozásában hangsúlyozott jelentősége lehet a külső veszteségadatok (pl. HunOR Magyar Működési Kockázati Adatbázis vagy egyéb adatbázisok) felhasználásának.

<sup>39</sup> A szimulációs szakirodalomban megjelenik az úgynevezett „batch mean” technika is; ennek során egy hosszabb időszakra végezzük a szimulációt, és ezt a hosszú időszakot bontjuk fel kötegekre (batchekre).

<sup>40</sup> Természetesen a további kutatások során az egyszerűsítő feltételezéseket, amennyire lehetséges, szükséges feloldani.

alaptulajdonságait mutatjuk be, miközben a III.3. fejezetben ATM hibákat elemezzük az előző részekben bemutatott modellkeretben.

### III.2.1. Egyes folyamatra vonatkozó kockázat-előrejelzés

Elemzésünk során két paraméter-beállítást vizsgálunk:

1. *Szigorúbb katasztrófakritérium* (azaz ritkábban előforduló események) melletti elemzés:

Alsó küszöbérték 0, míg a felső küszöbérték 2. A folyamat induló értéke 1, és az egyensúlyi érték is 1. A visszahúzó paraméter ( $\eta$ ) értéke 1, a szórásparaméter ( $\sigma$ ) értéke 0,25.

2. *Tágabb katasztrófakritérium* (azaz gyakrabban előforduló események) melletti elemzés:

Alsó küszöbérték 0,4, míg a felső küszöbérték 1,6 (szűkebb, szimmetrikus sáv). A folyamat induló értéke 1, és az egyensúlyi érték is 1. A visszahúzó paraméter ( $\eta$ ) értéke 0,75 (a folyamat lassabban ér vissza az egyensúlyi pontjára), a szórásparaméter ( $\sigma$ ) értéke 0,25.<sup>41</sup>

Célszerű először a két paraméterezés gyakoriságra vonatkozó eredményeit összehasonlítani, többféle mintavételi és futtatási eljárásra:

8. táblázat: Gyakorisági előrejelzésre vonatkozó szimulációs eredmények egyes folyamat esetében, két különböző paraméter-beállításra

1. paraméterezés: tágabb korlátok

Szimuláció száma	Lefuttatott minták száma	Folyamat hossza (T)	Crashek-száma (összesen a mintákon)	Várható crash valószínűsége
1	1	100	0	0%
2	1	250	0	0%
3	1	1000	0	0%
4	10000	100	56	6%

<sup>41</sup> A paraméter-beállítások önkényesnek mondhatóak, leginkább azt a célt szolgálják a különböző értékválasztások, hogy jól szemléltethető eredményeket kapjunk. A korábban bemutatott érzékenységvizsgálat szolgálta azt a célt, hogy bemutassuk különböző paraméterekre vonatkozó érzékenységet.

Szimuláció száma	Lefuttatott minták száma	Folyamat hossza (T)	Crashek-száma (összesen a mintákon)	Várható crash valószínűsége
5	10000	250	175	7%
6	10000	1000	629	6%
7	1	10000	1	0%
8	1	100000	12	2%

## 2. paraméterezés: szűkebb korlátok

Szimuláció száma	Lefuttatott minták száma	Folyamat hossza (T)	Crashek száma (összesen a mintákon)	Várható crash valószínűség
1	1	100	2	2,000%
2	1	250	4	1,600%
3	1	1000	18	1,800%
4	10000	100	19234	1,923%
5	10000	250	48163	1,927%
6	10000	1000	192031	1,920%
7	1	10000	190	1,900%
8	1	100000	1915	1,915%

Forrás: saját számítás

A gyakoriságot tekintve, az első paraméter-beállításnál a kismintából történő becslés nem lehet helytálló, hiszen nem is következik be katasztrófaesemény, így egyértelműen alulbecsüljük kockázatainkat, hiszen attól, hogy az eddigiekben nem következett be az esemény, a kockázati kitettségünk nem zérus.

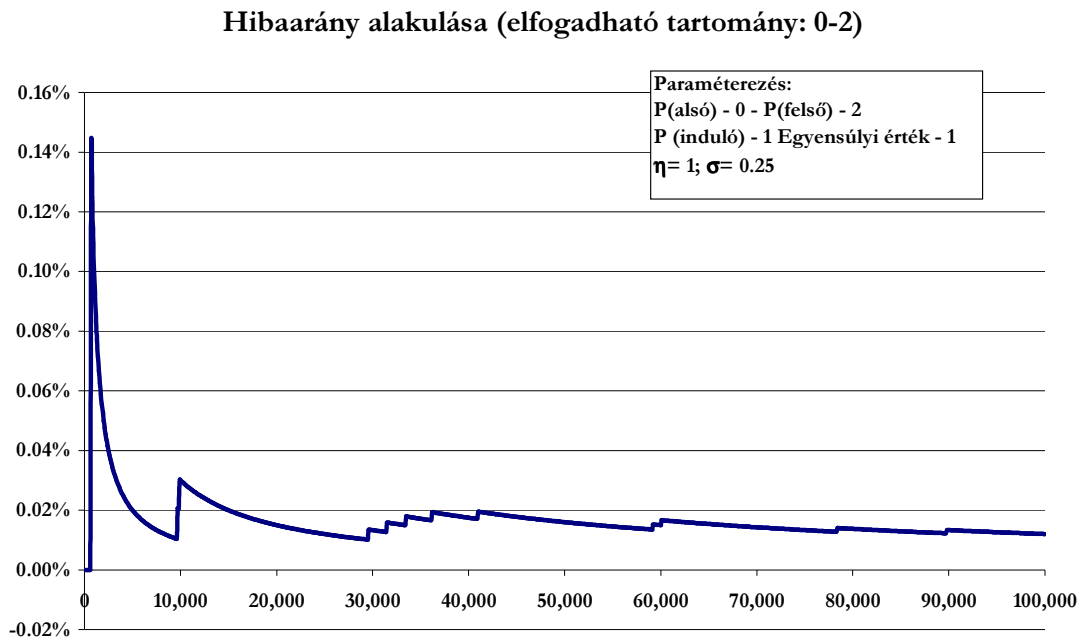
A szimulációs módszerekkel konzervatívabb eredményekhez jutunk, ez azt is jelenti, hogy azok nélkül gyakran alulbecsülhetjük a kockázatainkat. A szimulációs módszerek statisztikai alkalmazhatóságának alapját a valószínűségszámításban a Glivenko–Cantelli-tétel jelenti. Ennek lényege a következő: a megfigyelt kimenetekre vonatkozó empirikus eloszlásfüggvény 1 valószínűséggel, egyenletesen tart a mögöttes, valódi eloszlásfüggvényhez.

Formálisan mutatva:  $P(\sup_t | F_n^*(t) - F(t) | \rightarrow 0) = 1$ , ahol \*-al jelöljük az empirikus eloszlást, és külön jelölés nélkül az elméleti eloszlást<sup>42</sup>, ahol *sup* a szuprémum matematikai kifejezés rövidítése (felső korlátok legkisebbike),  $F(t)$  eloszlásfüggvény  $t$  elméleti eloszlásfüggvénye,  $F_n^*(t)$  valószínűségi változó  $n$  realizáció melletti empirikus eloszlásfüggvénye,  $P(x)$  pedig az adott  $x$  empirikus bekövetkezési valószínűség-függvényét jelöli.

A második paraméter-beállítás mellett viszont, amikor gyakoribbak a katasztrófák, akkor kismintás megfigyelés alapján túlbecsülhetjük a kockázatot.

Hosszabb időszak ( $T=100\ 000$  egység) során azt is megnézhetjük, hogy a hibaarány (katasztrófaesemények száma/eltelt időszak) a megfigyelési periódus bővülésével hogyan alakul. Amennyiben a szigorú kockázati definíciót nézzük, akkor a hibaarány tekintetében egyfajta „furcsa” mintájú konvergencia figyelhető meg: a lefutás elején még nagyobb az ingadozás, de aztán egyértelmű az eredmény konvergenciája (13. ábra).

13. ábra: Hiba- (katasztrófa-) arány alakulása a mintanagyság függvényében, tágabb katasztrófa definícióra

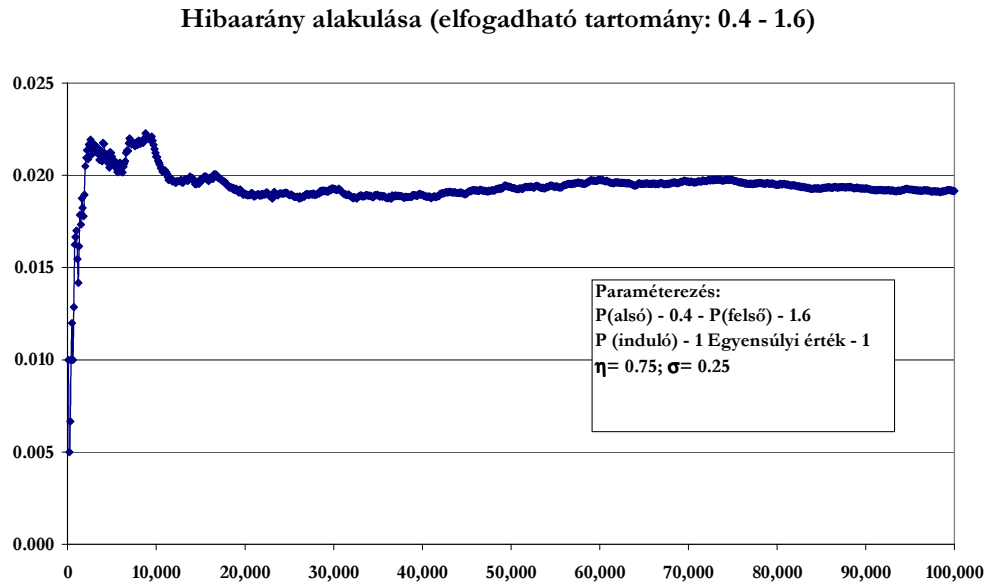


Forrás: saját számítás

<sup>42</sup> Forrás: <http://www.cs.elte.hu/~mori/statea01.html>

Tágabb katasztrófa definíció esetén viszont ez a konvergencia pálya egyértelműbb, és időben hamarabb beáll egyfajta egyensúlyi szint (lásd 14. ábra).

14. ábra: Hiba- (katasztrófa-) arány alakulása a mintanagyság függvényében, szűkebb katasztrófa definícióra



Forrás: saját számítás

Az egy katasztrófaesemény bekövetkezése esetén felmerülő veszteségnagyság előrejelzése is érdekes probléma. A veszteség továbbra is arányos a toleranciaszintből való kilépés mértékével. A súlyossági eloszlásra vonatkozó fontosabb paramétereket (momentumokat) a 9. táblázat tartalmazza:

9. táblázat: Súlyossági előrejelzésre vonatkozó szimulációs eredmények egyes folyamat esetében, két különböző paraméter-beállításra

1. paraméterezés: tágabb korlátok

Szimuláció száma	Mintaszám	T	Átlag	Szórás	Ferdeség	Csúcsosság
1	1	100	Nincs katasztrófa	Nincs katasztrófa	Nincs katasztrófa	Nincs katasztrófa
2	1	250	Nincs katasztrófa	Nincs katasztrófa	Nincs katasztrófa	Nincs katasztrófa
3	1	1000	Nincs katasztrófa	Nincs katasztrófa	Nincs katasztrófa	Nincs katasztrófa

Szimuláció száma	Mintaszám	T	Átlag	Szórás	Ferdeség	Csúcsosság
4	10000	100	479,34	462,60	2,17	5,91
5	10000	250	496,77	538,41	2,56	8,75
6	10000	1000	553,02	507,58	1,52	3,05
7	1	10000	111,15	0 (1 db katasztrófa)	0 (1 db katasztrófa)	0 (1 db katasztrófa)
8	1	100000	642,29	616,82	0,67	-0,74

## 2. paraméterezés: szűkebb korlátok

Szimuláció száma	Mintaszám	T	Átlag	Szórás	Ferdeség	Csúcsosság
1	1	100	1019,16	114,67	Katasztrófaszám < 3	Katasztrófa-szám < 4
2	1	250	664,61	417,10	0,62	1,19
3	1	1000	1207,82	1137,91	1,60	2,84
4	10000	100	865,24	806,35	1,60	3,21
5	10000	250	867,48	799,88	1,59	3,35
6	10000	1000	877,29	784,18	1,52	2,87
7	1	10000	819,65	766,29	1,37	1,35
8	1	100000	849,85	790,31	1,74	4,55

Forrás: saját számítás

A súlyosság esetén a gyakorisághoz hasonló az előrejelzés eredménye. A kis gyakoriságú katasztrófánál alulbecslés van a kismintából, gyakoribb eseményeknél a kismintából viszont túlbecslést produkáltunk (az értékelés alapját a momentumok adják). Amennyiben viszont azon szimulációkat hasonlítjuk össze, ahol tízezer kisebb mintára történt a vizsgálat, láthatunk a várható veszteségben némi növekedést.

### III.2.2. Kettős folyamatra vonatkozó kockázat-előrejelzés

Természetesen érdemes megvizsgálni a kettős katasztrófák bekövetkezésére vonatkozó előrejelzések tulajdonságait is. A kettős katasztrófa gyakoriságára vonatkozó előrejelzés kismintából nehézséget jelent.

Két paraméter-beállítást alkalmazunk ebben az esetben is, amelyek a korreláció szintjében térnek el:

*1. Két erősen korrelált folyamat:*

Alsó küszöbérték 0,1, míg a felső küszöbérték 1,9. A folyamat induló értéke 1, és az egyensúlyi érték is 1. A visszahúzó paraméter ( $\eta$ ) értéke 0,75, a szórásparaméter ( $\sigma$ ) értéke 0,25. A korreláció mértéke ( $\rho$ ) 0,8.

*2. Két gyengén korrelált folyamat:*

Alsó küszöbérték 0,1, míg a felső küszöbérték 1,9. A folyamat induló értéke 1, és az egyensúlyi érték is 1. A visszahúzó paraméter ( $\eta$ ) értéke 0,75, a szórás paraméter ( $\sigma$ ) értéke 0,25. A korreláció mértéke ( $\rho$ ) 0,1

A gyenge korrelációnál várakozásainknak megfelelően ritka a kettős katasztrófa (crash gyakoriság). Az eredményeinket a 10. táblázat foglalja össze:

*10. táblázat: Előrejelzésre vonatkozó szimulációs eredmények kettős folyamat esetében, két különböző paraméter-beállításra*

1. paraméter-beállítás (erős korreláció, korreláció = 0,8)

Szimuláció száma	Lefuttatott minták száma	Folyamat hossza (T)	Kettős crashek száma (összesen a mintákon)	Várható crash valószínűség
1	1	100	0	-
2	1	250	0	-
3	1	1000	1	0,1000%
4	10000	100	92	0,0092%
5	10000	250	242	0,0097%
6	10000	1000	1066	0,0107%
7	1	10000	1	0,0100%
8	1	100000	11	0,0110%



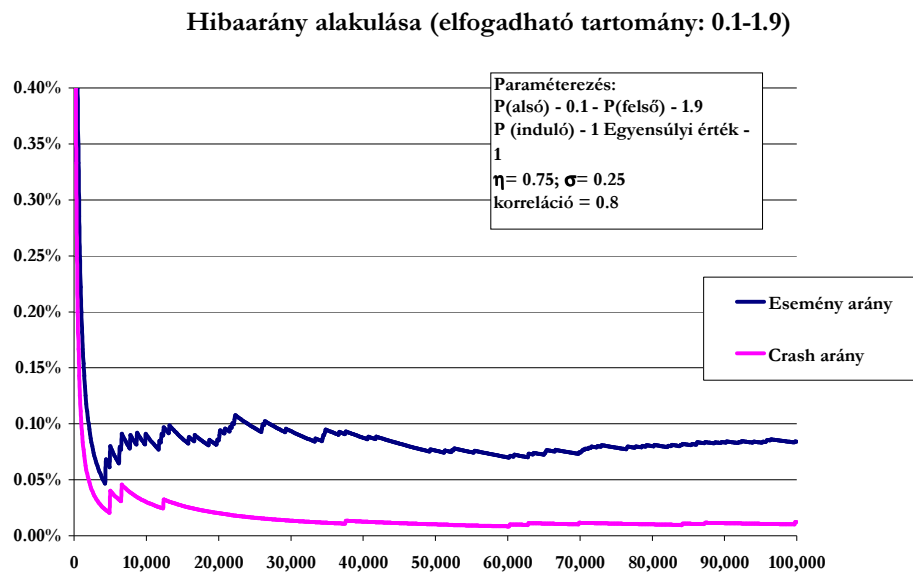
## 2- paraméter-beállítás (gyengébb korreláció, korreláció = 0,1)

Szimuláció száma	Lefuttatott minták száma	Folyamat hossza (T)	Kettős crashek száma (összesen a mintákon)	Várható crash valószínűség
1	1	100	0	-
2	1	250	0	-
3	1	1000	0	-
4	10000	100	0	-
5	10000	250	3	0,0001%
6	10000	1000	8	0,0001%
7	1	10000	0	-
8	1	100000	0	-

*Forrás: saját számítás*

A kettős folyamat esetében is megvizsgáltuk a katasztrófa bekövetkezési arányának alakulását időben (mind egyes, mind kettős katasztrófára). Amennyiben szorosabb a korreláció, akkor a hibaarány nagyobb ingadozása és a folyamat későbbi beállása figyelhető meg. Kisebb folyamathossz esetén még nagyobb az ingadozás, de aztán egyértelmű konvergencia figyelhető meg (15. ábra).

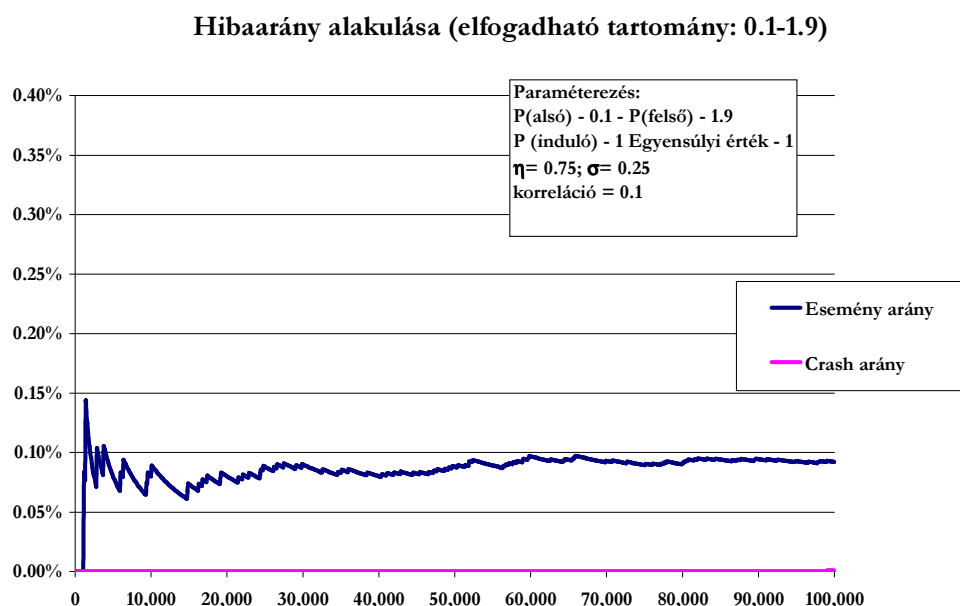
15. ábra: Hiba- (katasztrófa-) arány alakulása a mintanagyság függvényében, kettős katasztrófa esetében, szorosabb korreláció mellett



Forrás: Saját számítás

Gyengébb korreláció katasztrófa-definíció esetén viszont ez a konvergencia pálya egyértelműbbnek tűnik, és hamarabb beáll a folyamat (16. ábra). A lenti ábrán az is látszik, hogy a crash-arány stabilan 0 marad. Így alacsony korreláció mellett érdemes még nagyobb mintát választani, bár ebben az esetben a 0-tól való eltérés szignifikanciája gyaníthatóan nagyon csekély lesz.:

16. ábra: Hiba- (katasztrófa-) arány alakulása a mintanagyság függvényében, kettős katasztrófa esetében, gyengébb korreláció mellett



*Forrás:* Saját számítás

Az előrejelzési jellegzetességek vizsgálata után a következő alfejezetben a bemutatott modellkeretet ATM leállások modellezésére fogom használni.

### ***III.3. Sztochasztikus folyamat alapú modellezés alkalmazása ATM hibákra***

A mai bankrendszerben az ügyfelek és bankok kapcsolatában kulcsfontosságú szerepet töltenek be az ATM-ek. Az ATM az „Automated Teller Machine” (automatizált pénzkiadó gép) kifejezés mozaikszava. E műszaki megoldás népszerűsége mögött az áll, hogy így a pénz kezelése egyszerűbb válik, egyúttal megbízható és biztonságos megoldást biztosít. A tanulmánynak ebben a részében elemezzük a hazai bankrendszerben legnagyobb ATM hálózattal rendelkező bank, az OTP ATM hálózatának egy részének meghibásodási idősorát.

Egy ATM leállhat tervezett (pl. tervezett karbantartás) vagy előre nem tervezett (pl. meghibásodás, pénzfogyás) okból. Működési kockázati szempontból a meghibásodás jellegű események az érdekesek számunkra. Bár pl. a pénzfogyás az ATM-ek működési tulajdonságai szempontjából kulcsfontosságúak, de a pénzhasználat, pénzkereslet nem megfelelő előrejelzését nem működési kockázati kérdésnek, hanem jóval inkább pénzügyi/ likviditási kockázati kérdésnek, illetve stratégiai és reputációs kockázatnak tekinthetjük. Külön tanulmányt lenne érdemes szentelni az ATM-ekbe töltendő készpénz, újratöltés gyakoriságának modellezésére, de ez kívül esik e tanulmány fókuszán. Ugyanígy egy tervezett karbantartás az ügyfeleknek kényelmetlenséget okozhat, de előretekintve javíthatja a működési megbízhatóságát.

Az induló adatbázisunk 485 ATM-ra vonatkozóan tartalmazott megfigyelést hat éves időhorizontot lefedve (2221 nap). A megfigyelési időszak első szakaszában több esetben hiányosak voltak a megfigyeléseink, ráadásul bizonyos ATM-ek cserélődtek. Így a paneljellegű<sup>43</sup> adatbázisunkban egy nem ballanszírozott mintával szembesültünk, azaz nem minden napra volt ugyanolyan számú megfigyelésünk és egy-egy ATM hol felbukkant, hol eltűnt. Annak érdekében, hogy ballanszírozott paneladatbázist kapjunk,

---

<sup>43</sup> Azaz egyszerre van idő- és keresztmetszeti horizontja az adatainknak.

kiszűrésre kerültek a kevésszámú ATM megfigyelést tartalmazó napok, illetve azok az ATM-ek amelyekről kevés számú megfigyelés állt rendelkezésre.

A végrehajtott tisztító algoritmus eredményeként a következő jellemzőkkel bíró paneladatbázist kaptuk:

időhorizont: 5 éves időintervallumon átívelő, összesen 1056 nap került bele a mintába. Elemzésünkben egymás követő napoknak az adatbázisban való egymás utáni napokat tekintjük. Ez hordozhat némi torzítást, de ettől eltekinthetünk.

ATM-ek száma: 208 darab.

Az elemzési adatbázisban az ATM monitoringolásra használt változókból a dátumot (datum), az ATM kódot (atm\_kod) és egy normál működésre (normal, = 1 normális működés esetén, =0 normálistól eltérő működés esetén), illetve hibás működésre (hiba, = 1 működési hiba esetén, =0 hibamentesség esetén) vonatkozó bináris változót használunk. Érdeemes jelezni, hogy hibával éppen nem rendelkező ATM is mutathat normál működéstől eltérést, mivel, mint jeleztük, csak a működési kockázati esemény következtében lévő eseteket tekintettük a mi szempontunkból hibának. A hibafájlok alapján a következő hét problémát értettük bele hibadefiníciónkba:

- ATM leállása
- pénzkiadó hiba
- kommunikációs hiba
- dispenser hibája
- bankkártya-olvasó szenzor hibája
- ATM válasz hibája
- hálózati hiba.

Fontos jelezni, hogy a kapott regiszterfájlokban nem került feltüntetésre az ATM-hibák napok közötti, illetve napon belüli hossza. Így csak a hiba létét tudjuk elemezni, de annak hosszát nem.

Az 1056 napos időszak során ATM hibák előfordulásának gyakorisága relatíve nagy szóródást mutat. A megfigyelési perióduson belül a napi 0 és 4 közötti ATM hiba jellemző, ez a hibagyakorisági intervallum fordul elő legalább 10 napon. Ugyanakkor

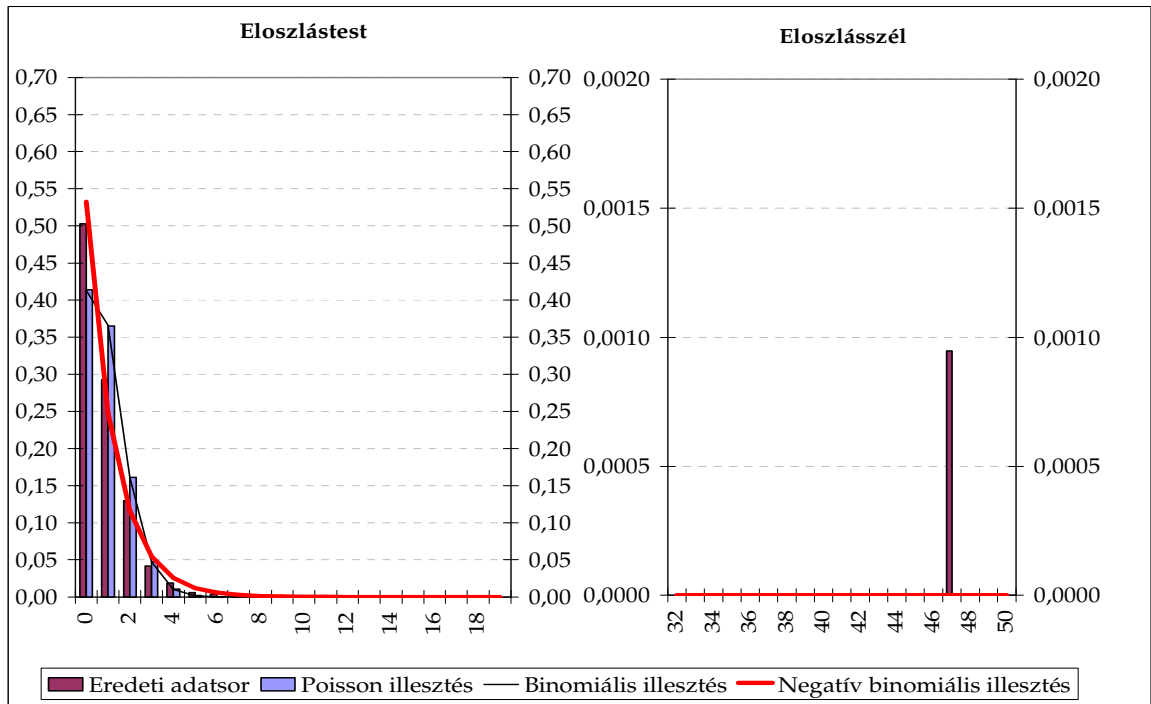
a megfigyelt mintában van egy kiugró értéket mutató nap, amikor 47 db ATM, azaz azon a napon ATM-ek mintegy 22,5 százaléka volt hibás.

*11. táblázat: Adott napon hibás ATM számának leíró statisztikái*

Megfigyelt napok száma	1056
Terjedelem (Maximum - minimum)	47
Minimum	0
Maximum	47
Átlag	0,88
Szórás	1,84
Ferdeség	15,49
Csúcsosság	372,31

Mint már korábban jeleztem a működési kockázatomérési gyakorlatban a gyakorisági eloszlás modellezésre leggyakrabban a Poisson-, a binomiális és a negatív binomiális eloszlásokat alkalmazzák. Az 17. ábra mutatja az egyes eloszlástípusok illesztését a megfigyelt gyakorisági eloszlásra. Egyik eloszlástípus sem tudta lekövetni az extrém kiugró értékét egy napon bekövetkező hibákban. De az egyértelműen megfigyelhető, hogy a negatív binomiális eloszlás illeszkedése a legmegfelelőbb (a statisztikai tesztek, a vizuális inspekció és azon tény alapján, hogy az empirikus eloszlásunk varianciája nagyobb, mint a várható értéke).

17. ábra: Adott napon hibás ATM számának eloszlása

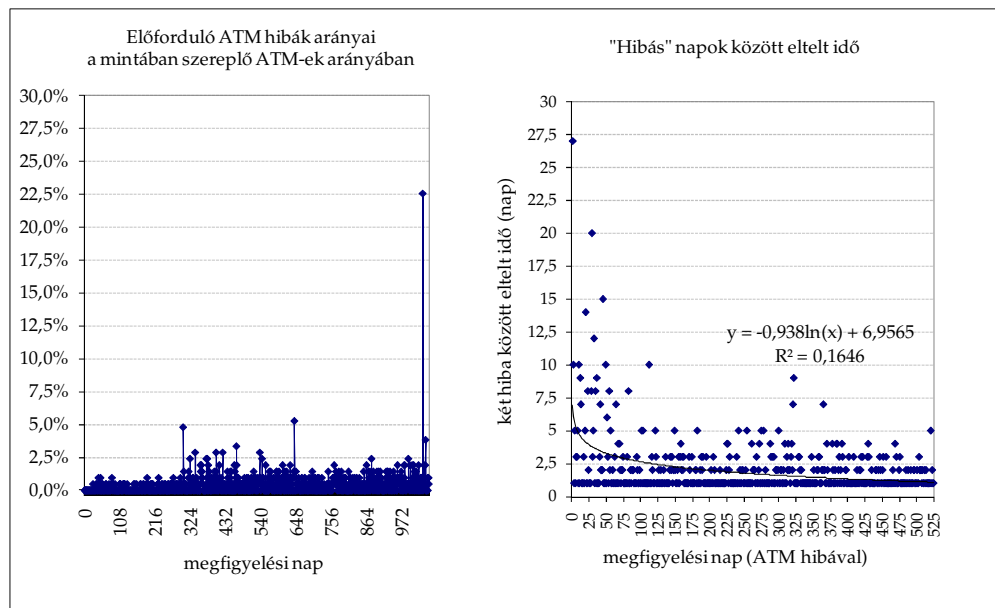


Megjegyzés: Az egyes eloszlások becslésére a Maximum Likelihood becslést használtuk Panjer [2006] 11. fejezete alapján. A vízszintes tengelyen az egy adott napon hibás ATM-ek száma, a függőleges tengelyen a napok közötti megoszlás található.

A 18. ábra időbeli lefutása alapján úgy tűnik, hogy az időben előrehaladva egyre nagyobb volt a hibabekövetkezés gyakorisága és az adott napra eső hibás ATM-ek aránya. Trendillesztés ezt nem erősíti meg. Viszont ezzel a vélt jelenséggel párhuzamosan a hivatkozott ábra jobb panelja azt mutatja, hogy az egyes hibás napok között eltelt idő csökkenő trendet mutat (logaritmikus trendet alkalmaztam), bár a 16 százalékos  $R^2$  nem tekinthető önmagában erős összefüggésnek. Így a hiba gyakoriságot tekintve a megbízhatóság elméletben gyakran alkalmazott fürdőkád görbe<sup>44</sup> nem figyelhető meg. Azaz nem látható az, hogy a „tanulási” időszakban nagyobb lenne a hiba gyakoriság, mint a megfigyelési időszakban. A „kádgörbétől” való eltérés azonban lehet egyszerűen csak módszertani problémára visszavezethető. Egyrészt az egyes ATM-ek nem élettartamuk kezdetétől kerültek be a mintába, másrészt ezzel összefüggő módon időben csonkolt módon figyeljük az adatokat. Ráadásul időben az ATM-ek monitoring technikája is fejlődhetett.

<sup>44</sup> A „fürdőkád” görbe lényege (lásd például McConnell-Blacker [1999] 1. ábrája), hogy időszak elején magas a hibaarány, ami fokozatos csökken („betanulási időszak”) és beáll egy stabil arányra („érettség szakasza”), aztán pedig a hasznos élettartam végén ismét elkezdi növekedni a hibaarány („kimerülő időszak”)

18. ábra: Hibás napok időbeli lefutása és hibás napok között eltelt idő



Amennyiben az ATM hibákhoz kapcsolódó gyakoriságokat akarjuk modellezni, akkor felmerülhet a kérdés, hogy az előző fejezetben bemutatott alapmodell alapján a hiba-előfordulásokból készítünk becslést a látens folyamatra és úgy készítünk szimulációt, vagy az előfordulási gyakoriságok alapján készítjük el becslésünket.

Az előző fejezetben bemutatott modellkeretben az ATM-ek leállása egy olyan modellkeretben vizsgálható, amikor a folyamatunk felülről korlátos, illetve küszöb alatti. Azaz a hibák mögött meghúzódó látens folyamat 0-ról indul, 0 az egyensúlyi szintje és a megfelelő működési állapot mínusz végtelen és plusz 1 közé esik. Amennyiben a megfelelő működés sávjából kitör a látens folyamat akkor következik be a hiba, azaz a folyamat leállása.

A modell becslésére két megközelítést alkalmazhatunk: egyrészt a megfigyelt eloszlás feltételezése, másrészt a látens folyamat paramétereinek visszabecsléséből adódó modellezés. A megfigyelt gyakoriság feltételezése természetesen jóval egyszerűbb kalkulációt implikál, mint a látens folyamat visszabecslése.

Először nézzük a megfigyeléseinkből adódó hibagyakoriságot! A vizsgált ATM hibák gyakoriságára a negatív binomiális eloszlás illeszkedik a legjobban. Érdekes azonban megemlíteni, hogy az alapmodellünk szimulációjára vonatkozó eredményeink szerint, nem vethető el egyoldalú korlát, illetve szorosabb korlát esetén a Poisson-alapú hibagyakoriság. Ez az eredmény egybevág az első áttörési idők, azaz a modellkeretünben az egyes hibák előfordulásai között eltelt időre vonatkozó

eredményekkel. Mint az Ditlevsen–Ditlevsen [2008] cikkében (171. o.) lehvivatkozta az egyoldalú, a korlátok közé eső indulási és egyensúlyi értékkel rendelkező folyamat (ún. „subthreshold” rezsím) esetén az első áttörési idők Poisson-pontfolyamatot követnek, azaz olyan folyamatot, amiben az adott idő alatt előforduló eseményszám Poisson-folyamatot követ. Az analitikus eredményt tartalmazza például Wan-Tuckwell [1982] cikke. A szerzőpáros analitikusan bemutatja, hogy amennyiben korlátok között induló és egyensúlyi értékkel rendelkező folyamattal van dolgunk, az első áttörési idők exponenciális eloszlást követnek, azaz az események előfordulási gyakorisága Poisson-eloszlást követ.

A Poisson-eloszláson alapuló becslés egyszerűen végrehajtható. Mivel az átlagos előfordulás alapján végrehajtható a becslés, azaz  $\hat{\lambda} = \bar{x}$ . Mint azt a 12. táblázat mutatja a 208 ATM-re készített Poisson-becslések átlaga a teljes mintás megfigyelés esetén 0,42 százalékos  $\lambda$  becslést eredményez. Ezzel szemben, ha csak a minta első feléből indulunk ki, akkor 0,3 százalékos  $\lambda$  becslést kapunk. Azaz ha csak a minta első feléből készítenénk „out-of-sample” becslést, akkor mintegy egyharmaddal alul becsülnénk hibagyakoriságot. Míg a teljes megfigyelésen összesen 932 ATM hiba volt megfigyelhető, addig a minta első felében csak 326 darab ATM hiba következett be. Amennyiben negatív binomiális paramétereit alkalmazzuk akkor is Poisson eloszláson alapuló becsléssel ekvivalens eredményt kapunk amennyiben momentumok módszerével becsüljük az eloszlást (teljes mintán:  $\beta = 2,85, r = 0,0015$ , minta első felén:  $\beta = 0,93, r = 0,0032$ ), azaz impliciten a minta első fele alapján alul becsülnénk a második félben előforduló hibákat.

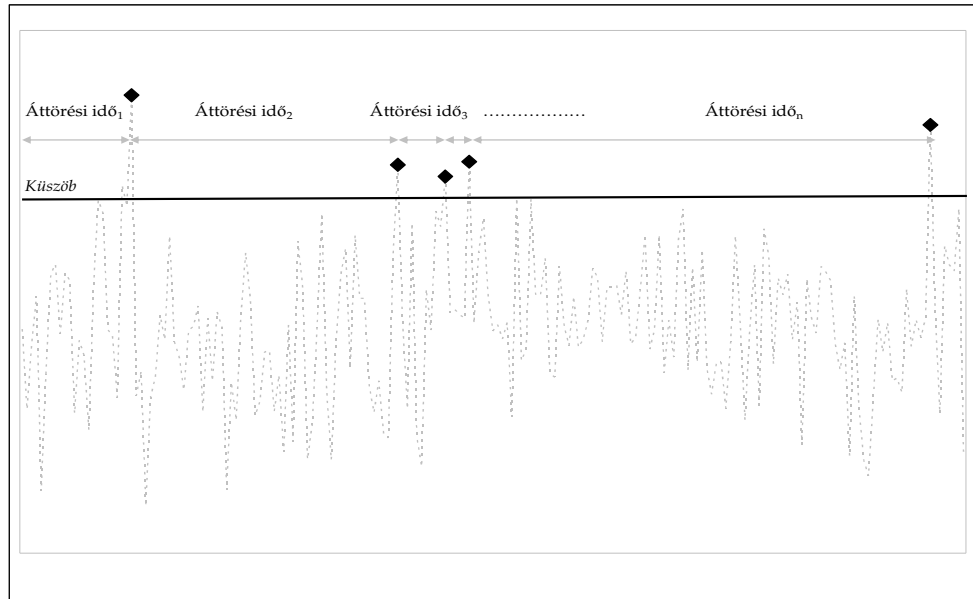
12. táblázat: Napi hibagyakoriság illesztése

Napi hibagyakoriság	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum	Medián	95%-os percentilis
Teljes minta (1056 megfigyelési nap)	0,0042	0,1278	0,0000	0,0208	0,0038	0,0085
Felezett minta (első 528 megfigyelési nap)	0,0030	0,0757	0,0000	0,0379	0,0019	0,0095



A sima Poisson-alapú becslés mellett megfontolandó az, hogy úgy hajtjuk végre a becslést, hogy megfigyelt hibák között eltelt időkből hajtjuk végre az eredeti folyamat paramétereinek visszabecslését. Az 19. ábra mutatja, hogy a megfigyelt hibák és a látens folyamat milyen összefüggésben állhatnak egymással. A megfigyelt hibákból pedig megpróbálhatjuk visszabecslülni az eredeti folyamat paramétereit. Alábbiakban erre teszünk kísérletet.

19. ábra: Áttörési idők és stilizált látens folyamat



Ditlevsen-Ditlevsen [2008] azt mutatta be, hogy ez a becslési megközelítés az idegrendszer (idegsejtek kisülése) számszerűsített tanulmányozása kapcsán nagy fontossággal bír, egy becslési eljárást mutat be. A becslés alapja a következő integrál egyenlet:

$$\Phi\left(\frac{\alpha(1-e^{-s})-1}{\sqrt{1-e^{-2s}} \cdot \beta/\sqrt{2}}\right) = \int_0^s f(u)\Phi\left(\frac{\alpha-1}{\beta/\sqrt{2}}\sqrt{\frac{1-e^{-(s-u)}}{1+e^{-(s-u)}}}\right) du \quad (3)$$

, ahol előző fejezet jelölése szerint:  $s = t \cdot \eta$ ;  $\alpha = \frac{M}{S}$  (ahol S a küszöbérték);  $\beta = \frac{\sigma\sqrt{1/\eta}}{S}$

(forrás: Ditlevsen-Ditlevsen [2008], (25)-ös egyenlete)

(3) jobb oldala Ditlevsen-Ditlevsen [2008] alapján a következő képpen becsülhető:

$$(3) \text{ jobb oldala} \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{\max(n; S_\eta \leq s)} \Phi\left(\frac{\alpha-1}{\beta/\sqrt{2}}\sqrt{\frac{1-e^{-(s-s_i)}}{1+e^{-(s-s_i)}}}\right) \quad (4)$$

kifejezéssel közelíthető. Ebben az egyenletben  $s_i$ -k az  $i$ -ik és  $i-1$ -ik (azaz egymást követő) hibák között eltelt idő különbségét jelölik normálva a visszahúzás sebességével.

A becslési eljárást úgy hajtottam végre, hogy (3) bal oldalát és jobb oldalának becslését vettem, rögzítve az induló állapotot, egyensúlyi értéket, korlátokat, visszahúzás sebességét. Aztán pedig a Microsoft Excel táblázatkezelő szoftver Solver eszközével az egyenlet két oldalának adott mintákon vett különbségeinek maximumát minimalizáltam. A 13. táblázat eredményei azt mutatják, hogy a felezett mintában az átlagos  $s$  értékének átlaga már valamivel nagyobb, mint az a teljes mintában megfigyelhető, ugyanakkor a medián érték kisebb. Mindezek alapján akár konzervatívabb becslést is kaphatnánk a felezett mintából előállítva, mint a teljes mintából. Ugyanakkor a szimulációs eredmények azt mutatják, hogy a kapott 0,06 illetve 0,09 átlagos  $s$  értékek mellett gyakorlatilag nem következik be berendezés-hiba, miközben a maximális mértéknél akár minden negyedik napon is hiba következhet be. Eredményünk nem megfelelő elégségessége abból fakadhat, hogy az egyes ATM-ekre becsült hibagyakoriságoknál az egyes mintákban 0 és 22 közötti megfigyelésünk volt, miközben Ditlevsen-Ditlevsen [2008] 100 körüli hiba megfigyelésére ajánlja a becslési módszer alkalmazását.

13. táblázat: Alapparaméterek és becslési eredmények az alap OU-folyamat  $\sigma$  paraméterére

P(0)	0
M	0
felső küszöb	1
alsó küszöb	$-\infty$
$\eta$	0,25

$\sigma$	Teljes minta (1056 megfigyelés)	Felezett minta (első 528 megfigyelés)
minimum	0,0000	0,0000
átlag	0,0599	0,0887
medián	0,0115	0,0000
95%-os percentilis	0,0828	0,6680
maximum	1,6773	2,5746

Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy kisebb hibagyakoriságnál a látens folyamat visszabecslése önmagában nem vezetett eredményre, így vagy dúsítanunk kell a mintát

azzal, hogy az egyes ATM-ekre vonatkozó megfigyeléseinket egyesítjük<sup>45</sup> vagy inkább érdemes sima Poisson-paraméterbecslést alkalmaznunk. Érdemes megjegyezni banki intézményméret szempontjából, hogy kis intézményeknél, illetve ritkán előforduló működési kockázatoknál a 100 körüli hiba megfigyelése csak igen hosszú időszak alatt lehetséges, a mintadúsítást pedig minél nagyobb mértékben alkalmazzák, annál inkább növeli a „modell-kockázatot. Ennek megfelelően ez a modellezési technika további elemzést igényel.

További kutatási lehetőséget adhat az ún. szuper ATM-k, páros ATM-ek viselkedésének vizsgálata, ahol a két ATM egymás mellett helyezkedik el, és gyakorlatilag egymást helyettesítik (ilyen dupla ATM-ek lehetnek például egy-egy bankfiókban, vagy éppen áruházakban).

### ***III.4. Összefoglalás***

A dolgozat ezen részében az első hipotézisemhez kapcsolódva megállapítottam, hogy a működési kockázati veszteségek gyakorisági eloszlása a Poisson-eloszlással jól közelíthető; míg a lognormális helyett inkább a Pareto-eloszlás alkalmazható a veszteségsúlyossági eloszlásra a megalkotott szimulációs modellkeretben. Így a hipotézisemnek csak egyik része teljesült. A kapcsolódó matematikai szakirodalomban gyakran szereplő „első áttörési idő” (first hitting time) eloszlása komplexitást mutat empirikus vizsgálatainkban. Megvizsgáltuk a modellalapú előrejelzési lehetőségeket, és azt tapasztaltuk, hogy a múltbéli adatokból, kismintán építkező módszer torz értékeket (túl- vagy alulbecslést) eredményezhet. Az ATM hibákra készített modellezés megfelelő módszertani alapot jelent, ugyanakkor a látens kockázati folyamat visszabecslése is csak nagy hibafrekvencia mellett történhet megbízhatóan. A megfigyelt hibákból történő hibafolyamat visszabecslése még további elemzést igényel.

---

<sup>45</sup> Ebben az esetben azonban az általunk megfigyelt mintegy ezres nagyságrendű hibaszámom alapuló becslés Excel alapú megvalósítása nehézségekbe ütközik. Ehhez szükséges lenne bonyolultabb program elkészítése.

## **IV. Az elszenvedett működési kockázati veszteségek és az intézményméret kapcsolata a magyar bankrendszerben<sup>46</sup>**

A működési kockázati tőkekövetelmény meghatározásának egyszerűbb módszereinél a bankoknak működési kockázati tőkekövetelményüket úgy kell megállapítaniuk, hogy a megelőző három év átlagos bruttó jövedelmét szorozzák egy Bázel II-es szabályozásban meghatározott konstans faktoral<sup>47</sup>. E megközelítés akkor lehet helytálló, ha azt feltételezzük, hogy a működési kockázati veszteség lineáris összefüggést mutat a bankok bruttó jövedelmével.

Az elmúlt hároméves időszak alapján megállapítható, hogy a hazai bankrendszer működési kockázati tőkekövetelménye a teljes tőkekövetelményhez képest szignifikáns, a 2011. első negyedév végi 150 milliárd forintos működési kockázati tőkekövetelmény az össz-tőkekövetelmény 11 százalékára rúg. A tőkekövetelményhez képest a jelentett, realizált veszteségek (2010-re körülbelül 35 milliárd forint; 2007 második negyedéve és 2011 első negyedéve között<sup>48</sup> évente átlagosan mintegy 25 milliárd forint) kisebbek. A tőkekövetelmény a nem várt, extrém helyzetek esetében kell, hogy védelmet nyújtson. Az elmúlt négy év megfigyeléseiből még nem lehet a tőkekövetelmény elégségességére teljes körű következtetést levonni, de a az eddigiekben jelentett veszteségadatok részletesebb elemzése megfelelő bázist biztosíthat. A tőkekövetelmény kiszámítási rezsiváltás a hitelkockázati tőkekövetelményt csökkenését eredményezte, amelyet részben kompenzált a működési kockázati tőkekövetelmény megjelenése, így teljesül az a szabályozói szándék, hogy az össz-tőkekövetelmény szinten maradjon, de annak megoszlása az egyes kockázatok között változzon, így megfelelőbben tükrözze a hitelintézetek kockázati profilját. A hazai bankrendszerben mérlegfőösszeg alapján a bankrendszer mintegy 78 százaléka alkalmaz sztenderdizált módszert, mintegy 15 százaléka fejlett mérési módszert és körülbelül 7 százaléka BIA-módszert<sup>49</sup>.

---

<sup>46</sup> Jelen fejezet elemzései alapvetően a Pénzügyi Szervezetek Állami Felügyelete részére egyes hitelintézetek által szolgáltatott, nem nyilvános adatokon alapulnak (COREP működési kockázati táblák). Mivel a PSZÁF és az MNB közötti adatátadás részei a vonatkozó táblák, ezért volt lehetőségem hozzáférni az egyedi szintű adatokhoz. Az itt bemutatott legfontosabb eredmények Homolya [2011] cikk keretein belül kerültek publikálásra.

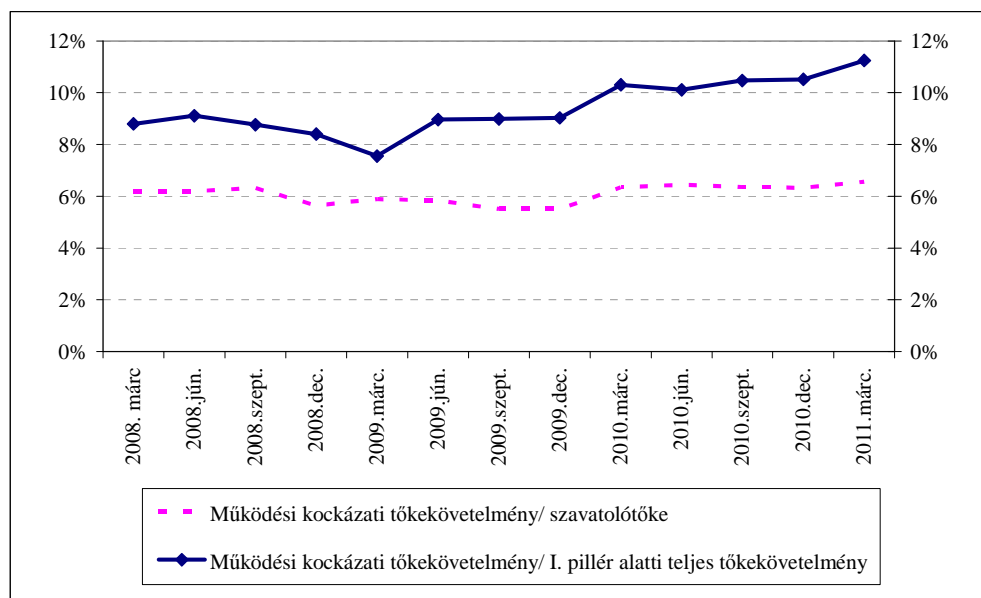
<sup>47</sup> Erről részletesebb leírást az 1.1-es fejezetben adtam.

<sup>48</sup> Erre az időszakra voltak elérhető adatok a disszertáció ezen részének elkészítésekor.

<sup>49</sup> Darabszám alapon 34 százalékos a sztenderdizált módszert, 9 százalék az AMA módszert és 57 százalék a BIA módszert alkalmazók aránya.

A működési kockázati tőkekövetelmény részaránya a teljes Bázeli II alapú tőkekövetelményhez képest 2008 és 2009 során 9 százalékos szint körül mozgott, 2010 első negyedétől fokozatosan növekedve 11 százalékra emelkedett. Mindez annak köszönhető, hogy miközben a mérlegalkalmazkodás és árfolyamhatások eredményeként csökkent a hitelkockázati tőkekövetelmény, addig a jellemzően a bruttó jövedelemen alapuló működési kockázati tőkekövetelmény nem változott lényegesen, és a bruttó jövedelem jellegénél fogva csak meglehetősen nagy késéssel változhat. A bankrendszer működési kockázati tőkekövetelménye a kockázatok fedezésére rendelkezésre álló szavatolótőkéhez viszonyítva körülbelül 6,5 százalékos arányt tett ki 2011 első negyedévének végén. (20. ábra).

20. ábra: A hazai bankszektor működési kockázati tőkekövetelményének aránya a bankrendszer minimális tőkekövetelményéhez és rendelkezésre álló szavatolótőkéjéhez viszonyítva



Forrás: MNB belső adatbázisa.

A hazai bankrendszer működési kockázati tőkekövetelményének szintje a működési kockázati kitettségeknek csak egy közelítését adja, így bár arányaiban alacsonynak tekinthető ez a szám, nem tudjuk megfelelően értékelni annak szintjét. A tényleges veszteségek idősorán, illetve forgatókönyv-elemzéseken, nemzetközi összehasonlításra alapuló számítások alapján becsült potenciális veszteségek nagyságrendje alapján lenne érdemes megítélni a hazai bankrendszer működési kockázati potenciálját.

Ugyanakkor a Bázeli II alapú úgynevezett COREP adatszolgáltatás alapján a jelentett működési kockázatok jelentőségéről képet ad.

2010 végi adatok alapján 5057 darab olyan működési kockázati veszteség volt, amely a korábbi éveket érinti, de még nem lett lezárva, illetve amely a megelőző négy negyedévben lett rögzítve a jelentésre kötelezett, sztenderdizált, illetve fejlett módszert használó (a részvénytársasági formában működő hitelintézetek mérlegfőösszegének mintegy 93 százalékát kitevő) bankoknál. Ez, a már említett, mintegy 35 milliárd forintos összveszteséggel hasonlítva azt jelenti, hogy az átlagos veszteség 6,9 millió forint volt. Ez a veszteségszint a részvénytársasági formában működő, Bazel II kötelezett hazai bankok 2010 végi adózás előtti eredményének már mintegy 60 százaléka. Ez az arány részben a ráfordítás módjára elszámolható bankadó miatt ilyen magas, de ha azt figyelmem kívül hagynánk, akkor is 20 százalék körüli részarányt kapnánk (2008-ra ugyanez az arány még csak 3-4 százalékos volt). A veszteségek jelentős változékonyságot mutatnak eseménytípus, illetve üzletágtípus szerint. Míg 2008-ban a jelentett veszteségek értékének közel 75 százaléka végrehajtási, folyamatkezelési hibák kategóriájába esett, addig 2010-ben az ügyfelekhez, üzleti gyakorlathoz, marketinghez és termékpolitikához kapcsolódó események domináltak (63 százalékos összveszteség alapú részarány). Üzletági bontást nézve pedig, míg 2008-ban a lakossági üzletág volt a domináns (68 százalék), addig 2010-ben a lakossági közvetítő tevékenység (retail brokerage) volt túlsúlyban a maga 61 százalékos veszteség alapú részesedésével. Ha a különböző negyedévekre vizsgáljuk azokat a jelentett működési kockázati veszteségeseményeket, amelyek a korábbi éveket érintik, de még nem lettek lezárva, illetve amelyek a megelőző négy negyedévben kerültek rögzítésre, szintén nagyfokú változatosságot tapasztaltunk. A veszteségek össz nagyságrendje 2008-ról 2010-re több mint kétszeresére nőtt. Mindez összefüggésben van azzal, hogy egy nem robusztus, rövid idősnál egy-egy újabb negyedév nagy változásokat tud hozni; az elmúlt három évben jelentősen javulhatott az adatszolgáltatók működési kockázatfeltáró tevékenysége; valamint az adatszolgáltatók köre 93 százalékra bővült mérlegfőösszeg alapon.

Az elemzéshez elérhető minta összesen négy évnyi teljes veszteség, eseményszám, egyedi esemény szintjén elszenvedett veszteségmaximum. A minta azért négy évnyi, mivel az intézményeknek 2008 első negyedévtől kellett az első adatszolgáltatást küldeni (visszatekintve a megelőző négy negyedévre, azaz 2007 második negyedéve az első olyan negyedév, amire visszamenőleg jelentettek a bankok), és a 2011 első negyedévére vonatkozó adatszolgáltatás elemzésem elkészítésekor elérhető utolsó

adatszolgáltatási pont. A négy évnyi időtartamra a jelentő bankok összesen 97 milliárd forintnyi, mintegy 18 ezer veszteségeseményt jelentettek. Mindezen eseményekből a lakossági banki üzletághoz kötődött 12 500 darab, illetve veszteségalapon mintegy 13 milliárd forintnyi. Ráadásul azon bankok esetében, ahol mind a négy megfigyelt évre volt adat, az adatok jelentős szórást mutatnak (14. táblázat).

14. táblázat: 2007 második negyedéve és 2011 első negyedéve között felmerült, elszámolt veszteségek és a banki bruttó jövedelem<sup>50</sup> leíró statisztikái

Mutató megnevezése	Megfigyelések (bankok) száma	Átlag	Szórás (standard deviation)	Ferdeség	Csúcsosság
Teljes bruttó jövedelem (milliárd forint) (4 év alapján számított éves átlag)	13	68,9	81	2,12	5,67
Lakossági banki tevékenység bruttó jövedelme (milliárd forint)	12	37,5	48	1,70	2,58
Eseményszám (db)	13	313	399	1,17	-0,37
Összes 1 évre jutó veszteség (millió forint)	13	1628	4004	3,45	12,13
Maximális egyedi veszteség (millió forint) egyedi banki szinten	13	660	1617	3,25	10,90
Eseményszám – Lakossági banki tevékenység (db)	13	216	289	1,56	1,33
Összes veszteség – Lakossági banki tevékenység (millió forint)	13	236	262	1,40	1,66
Maximális egyedi veszteség – Lakossági banki tevékenység (millió forint)	13	73	76	1,39	1,25
Összes veszteség / teljes bruttó jövedelem (százalék)	13	1,9	4	3,35	11,60

Forrás: MNB.

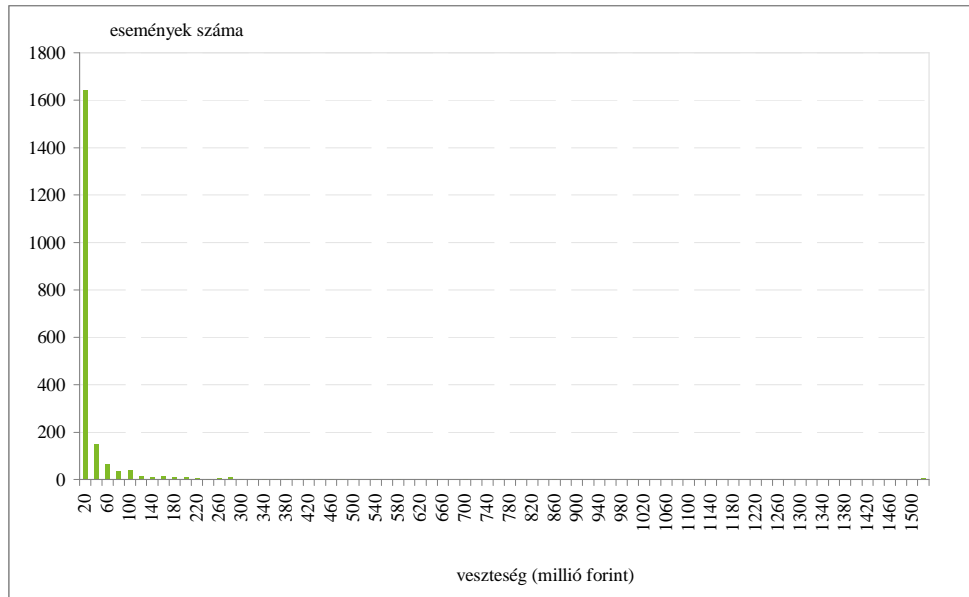
A felügyeleti adatszolgáltatásban, összhangban az európai szintű adatszolgáltatási követelményekkel (COREP), a bankok csak korlátozott körben jelentenek egyedi eseményeket — a veszteségesemények közül darabszám szerint mindössze 10 százaléknyi eseményt (a legnagyobbakat, de legalább 10 eseményt). Ebből a cenzorált, válogatott adatbázisból, az eseményekre korlátozott következtetést tudunk levonni. Az adatok elemzése során mindenesetre kiderül, hogy a veszteségesemények eloszlása vastag eloszlásszerűt mutat, azaz az átlagos veszteségektől jóval nagyobb veszteségek előfordulási esélye viszonylag magas. Az elmúlt négy év öt legnagyobb hatású működési kockázati veszteségeseménye összesen 33 milliárd forintot tett ki. Az öt

<sup>50</sup> Jelen elemzésben a bruttó jövedelem számítása során három évre visszatekintő átlagos értéket használok, összhangban a szabályozási követelményekkel.

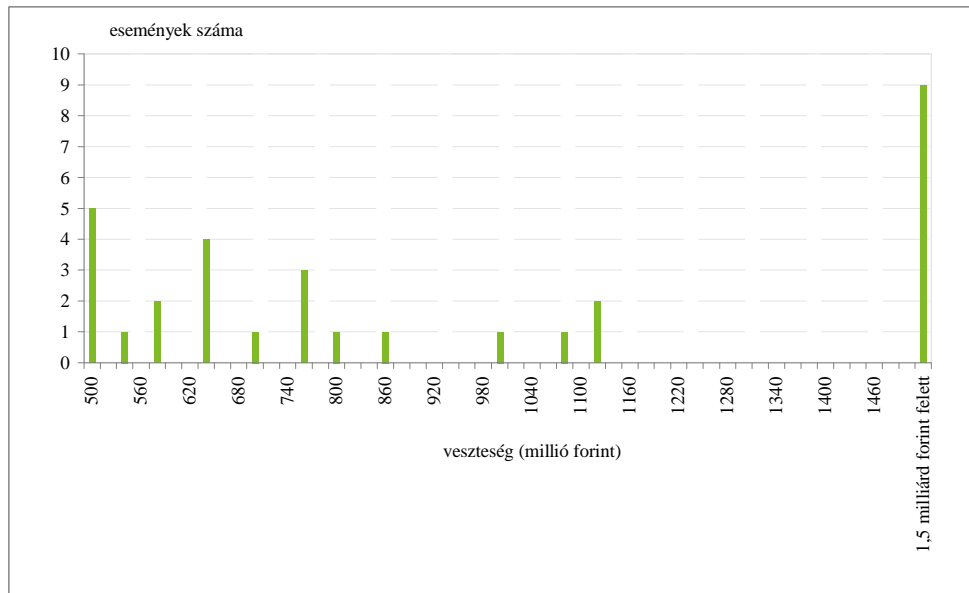
eseményből három összekapcsolódott, összesen mintegy 25 milliárd forint veszteséget produkálva, míg két hitelezési kockázathoz kapcsolódó külső csalási esemény 6 milliárd, illetve 2 milliárd forintos veszteséggel járt. (21. ábra)

21. ábra: A hazai bankrendszer 2007 első és 2011 első negyedévének vége közötti főbb működési kockázati veszteségeseményeinek eloszlása

Eloszlástest illeszkedése:



Eloszlásszél illeszkedése (Ritkábban előforduló, de nagyobb hatású események):



Megjegyzés: Sztenderdizált, illetve fejlett mérési módszert alkalmazó bankok adatai. 2007 második negyedéve és 2011 első negyedéve között rögzítésre került, illetve még nem lezárt veszteségesemények.



Forrás: MNB.

A működési kockázatok jellemzőiből adódóan egy intézmény belső adatai gyakran nem nyújtanak elégséges képet a teljes működési kockázati profil feltárására. A fejlett mérési módszer ezért írja elő a külső adatok alkalmazását a ritka, de nagyhatású (úgynevezett eloszlásszéli) események feltárására. A hazai bankok számára külső adatbázishoz való közvetlen hozzáférést a (I.3.2. alfejezetben) már említett HunOR adatbázis jelent. A Magyar Nemzeti Bank és a Magyar Bankszövetség között együttműködési megállapodás jött létre, mely alapján a HunOR adatbázisról aggregált adatokat tartalmazó adatokat kapott korábbiakban az MNB. Az így rendelkezésre álló adatok alapján megállapítható az adatbázis jelentősége, hiszen 2009 első negyedévének végéig terjedő könyvelési dátummal összesen közel négyezer eseményt osztottak meg egymással a résztvevő intézmények, a rögzített összveszteség ugyanerre az időszakra elérte a 13 milliárd forintos szintet<sup>51</sup> (forrás: Homolya [2009a] a Magyar Bankszövetség HunOR Magyar Működési Kockázati Adatbázisa alapján). Természetesen 2009 első fele óta további események kerülhettek bele az adatbázisba.

A működési kockázati szakirodalomban az egyszerűbb módszerek megalapozása Shih et al. [2000] cikke, amely kimutatta, hogy a bankok jövedelem alapú mérete és a működési kockázati veszteségek között szignifikáns kapcsolat áll fenn.<sup>52</sup> A cikk szerzői hivatkoznak arra a kilencvenes évek végéről származó európai bizottsági bejelentésre, miszerint szükséges lenne a működési kockázati veszteségekre is tőkét képezniük a hitelintézeteknek, befektetési vállalkozásoknak, és a képzendő tőke alapját az intézmények (elsősorban) bruttó jövedelemben kifejezett mérete adná. Shih et al. [2000] cikkükben egy nem lineáris modellt használnak jelezve azt, hogy a lineáris modell esetén gyengébb magyarázó erőt tapasztaltak:

$$L = R^\alpha \cdot F(\Theta) \quad (5)$$

---

<sup>51</sup> A felügyeleti adatszolgáltatásban 2009-re látható 28 milliárd forintos számtól az itt szereplő összeg amiatt tér el, mert egyrészt a HunOR-ban 2007-től kezdve vannak adatok, másrészt vannak olyan bankok akik HunOR tagok, de a PSZÁF-nak nem kell veszteségadatokat küldeniük, miközben vannak olyanok is, akik nem HunOR tagok, de a sztenderd vagy fejlett módszert használnak, így a PSZÁF-nak küldenek adatokat.

<sup>52</sup> A Bázeli Bizottság által közzétett számszerűsített hatástanulmány (ún. QIS) az elérhető tőkekövetelmény szempontját célozta. BIS [2001] a bruttó jövedelemhez kapcsolódó kalibrációt úgy hajtja végre, hogy az akkor, azaz a 2001-ben fennálló, Bázeli I alapú minimális tőkekövetelmény-szinthez mérten 12 százalékos működési kockázati tőkét kellene allokálni. Erre a felmérésben részt vevő bankok működési kockázatra allokált gazdasági tőkéje és a Bázeli I-es rezsimben elvárt minimális tőkekövetelmény arányának mediánja (mintegy 12 százalék) alapján következtetnek. A standard módszer esetén az egyes üzletágakra allokált működési kockázati tőke jelentette a számítás alapját.

ahol  $L$  az eseményhez kapcsolódó veszteség mértéke,  $R$  az intézmény jövedelem alapú mérete,  $\alpha$  a mérethez kapcsolódó skála paramétere,  $\Theta$  pedig kifejez minden olyan tényezőt, amely a jövedelmen kívül a működési kockázati veszteség mértékét befolyásolja (forrás: Shih et al.[2000], 1.1-es egyenlet). Az alkalmazott megközelítés a természettudományokban általában is, de a közgazdaságtanban, pénzügyekben gyakran alkalmazott hatványjellegű összefüggésre épít (például a vagyontársadalmi csoportok közötti egyenlőtlen eloszlását jellemző ún. Pareto összefüggés, a vállalatok növekedésére, a „csordaszellem” alapú viselkedésre a pénzügyi piacokon, árváltozásokra épített modellek (Bouchaud [2001])). A cikkükben a szerzők a fenti, (1)-es egyenletet loglinearizálva alkalmazták. Shih és szerzőtársai cikkükben a Pricewaterhouse Coopers által működtetett OpVAR adatbázist használták, amely az 1 millió USD feletti mértékű, publikussá vált működési kockázati veszteségeket gyűjti össze. A szerzők cikkének időpontjában több mint 4700 esemény volt benne elérhető.

Az (5)-el jelölt loglinearizált formában vizsgálták:

$$\ln(L) = \alpha \cdot \ln(R) + \beta + \varepsilon, \text{ ahol } \beta = E(\ln(F(\Theta))) \quad (6)$$

A vizsgált mintán Shih et al. [2000] szignifikáns eredményeket kaptak, ugyanakkor a (6)-al jelölt egyenlet mellett vizsgáltak egy jövedelem logaritmusával súlyozott egyenletet is, mivel a magyarázóváltozók és a regresszió reziduálisának függetlensége nem állt fenn:

$$y = \ln(L)/\ln(R) = \alpha + \beta \cdot x + \varepsilon, \text{ ahol } x = \frac{1}{\ln(R)} \quad (7)$$

A 15. táblázat azt mutatja, hogy a jövedelem logaritmusa szignifikáns magyarázó erővel bír a működési kockázati veszteségek méretére Shih et al. [2000] mintáján. Bár az  $R^2$  mutató mértéke elég gyenge kapcsolatot jelez. A szerzők véleménye szerint a működési kockázati veszteségek maradék varianciáját a jövedelmen kívüli tényezők, így a kockázatkezelés minősége, a működési modell magyarázhatja.

15. táblázat: Működési kockázati veszteségek mértéke és jövedelem közötti kapcsolat Shih et al. [2000] nemzetközi mintáján (eredeti táblázat fordítása)

(1) Loglineáris modell	Együttható	Standard hiba	t érték	Regressziós statisztika	
Konstans	1,276	0,121	10,51	R <sup>2</sup>	0,054
ln( R )	0,152	0,015	10,31	Korrigált R <sup>2</sup>	0,054

(2) WLS modell	Együttható	Standard hiba	t érték	Regressziós statisztika	
Konstans	0,232	0,009	24,86	R <sup>2</sup>	0,091
x=1/ln( R )	0,695	0,051	13,58	Korrigált R <sup>2</sup>	0,090

Forrás: Shih et al. [2000], 2. oldal

A működési kockázati veszteségesemények és az intézményméret közötti kapcsolatot két szempontból lehet vizsgálni:

(A) aggregált működési kockázati veszteség (egy adott időszakra jutó működési kockázati veszteségek összege) és az intézményméret közötti kapcsolat,

(B) az aggregált működési kockázati szint két összetevőjének (súlyosság / gyakoriság paraméterének) intézménymérettel vett kapcsolata.

Ezen összefüggések vizsgálata alapot képezhet arra, hogy megítéljük a képzett működési kockázati tőke elégségességét. Az (A) összefüggés vizsgálata a tőkekövetelmény allokálásához adhat segítséget abban az esetben, ha nem egy „gazdasági” modellt alkalmazunk, hanem „top-down” jelleggel az intézményméretre alkalmazzuk. A (B) összefüggés pedig legfőképpen az egyedi veszteségesemények skálázásához adhat segítséget. Alábbiakban a 2011. első negyedévig rendelkezésre álló magyar adatokon vizsgáljuk ezen összefüggések szorosságát, összehasonlítva más szerzők külföldi adatokon végzett számításainak eredményeivel.

#### ***IV.1. Aggregált veszteségek és intézményméret kapcsolata a magyar bankrendszerben***

2011 első negyedévének végén összesen 15 bank alkalmazott az alapmutatóra épülő módszernél bonyolultabb módszert (sztenderdizált / alternatív sztenderdizált, illetve

fejlett mérési módszert).<sup>53</sup> A veszteségesemények és az intézményméret közötti kapcsolat vizsgálata csak ezen intézmények körében volt lehetséges a felügyeleti adatszolgáltatásban küldött statisztikákra alapozva, mivel kizárólag ezen intézmények számára kötelező a működési kockázati veszteségadataikat beküldeni. Robusztusabb becslés nagyobb számosságú minta esetén lenne lehetséges, de mivel a magyar bankrendszerben szeretném vizsgálni az intézményméret és veszteségek kapcsolatát, mintabővítésre nem volt lehetőségem. Az elemzés gyakorlati célja miatt tekintettem el a statisztikai robusztusságtól, így szigorúan értelmezve az elemzés inkább indikatív jellegű.

Mivel az aggregált veszteségek szintje évről évre nagy változékonyságot mutathat egy-egy nagyobb veszteség hatására, ezért négy évre vetített teljes veszteséget elemzünk, és azt hasonlítjuk össze az adott időszakra vonatkozó bruttó jövedelemmel. Ugyanakkor évenként, bankonként is lehet elemezni az adatokat, de ilyen viszonylag kis idősnál megfelelő óvatossággal kell kezelni az eredményeket. A használt hazai banki mintában 13 olyan intézmény van, amelyre rendelkezünk a teljes megfigyelés alatt működési kockázati összveszteséggel, így érdemi becslést rájuk tudunk végrehajtani.<sup>54</sup>

A statisztikai elemzésekben általában felmerül a kiugró (outlier) értékek kiszűrése. A kiszűrések nélkül a modell nem az adatok többségét leképező, hanem a kiugró adatok által nagymértékben befolyásolt következtetésre jutna.<sup>55</sup> Amennyiben a lineáris kapcsolatot tekintjük, akkor a kimagasló mértékű veszteséget elszenvedő bank mintába való bevétele esetén mindössze 5 százalékos  $R^2$ -tel bíró összefüggést találunk. A kiugró értéket kivéve azonban már 27 százalékos  $R^2$  mutatót kapunk eredményül. De a modell egyik esetben sem lesz szignifikáns. A lineáris modellel szemben a loglineáris modell jó illeszkedést mutat outlier érték benntartása mellett is: a 3. ábra azon intézmények adatait szemlélteti, ahol volt az elmúlt négy évben jelentett működési kockázati esemény. A bruttó jövedelem és az elszenvedett veszteség logaritmusai között erős az együttmozgás, ami a minta alacsony elemszáma mellett is elég magas  $R^2$  (közel

---

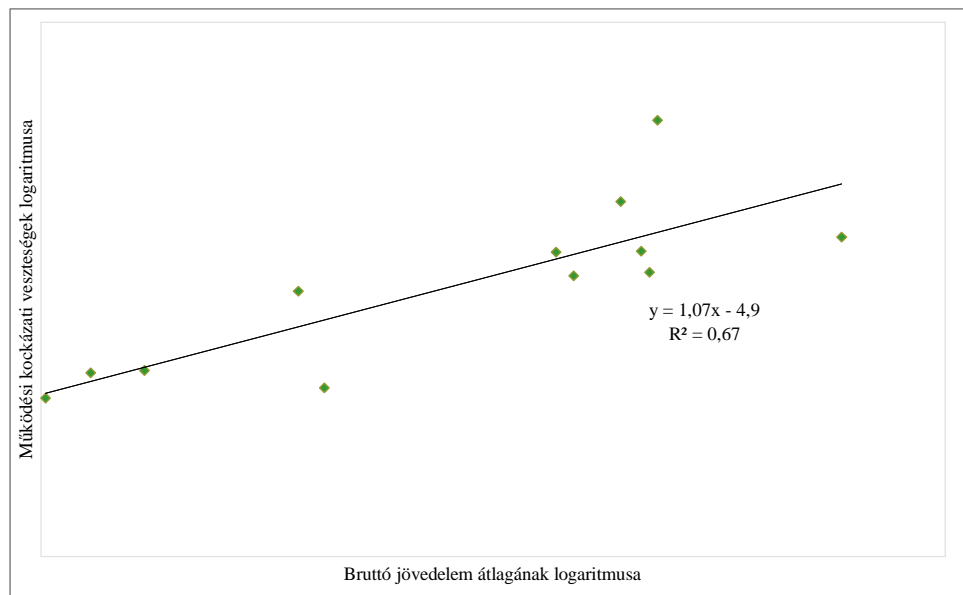
<sup>53</sup> Az átalakulások és új intézmények fejlett módszerre való kvalifikációja következtében 2011 közepén 3 intézmény alkalmazta az AMA-módszert.

<sup>54</sup> A megelőzően BIA-t alkalmazó Erste Bank 2009. júliustól, míg a Cetelem 2009. januárjától használ fejlett mérési módszert. A West LB Bank hazai leányvállalatának előbb Milton, majd Gránit Bankká alakulása együtt járt az AMA-módszerről a legegyszerűbb BIA-módszerre történő váltással.

<sup>55</sup> Ráadásul egyedi banki információkra is lehetne következtetni a kiugró értékekből, ami e dolgozatnak nem célja. A kiugró értékek közül kiszűrtem azokat az intézményeket is, amelyekre 0 volt a jelzett veszteségérték.

70 százalékos) mértéket mutat. A kis mintaméret mellett is szignifikáns a veszteség és méret közötti korrelációs kapcsolat (p érték 1 százalék alatti).

22. ábra: Kumulált banki veszteség és bruttó jövedelem logaritmusai közötti kapcsolat (teljes mintán adattal rendelkező bankokra, négy évre összesítve)<sup>56</sup>

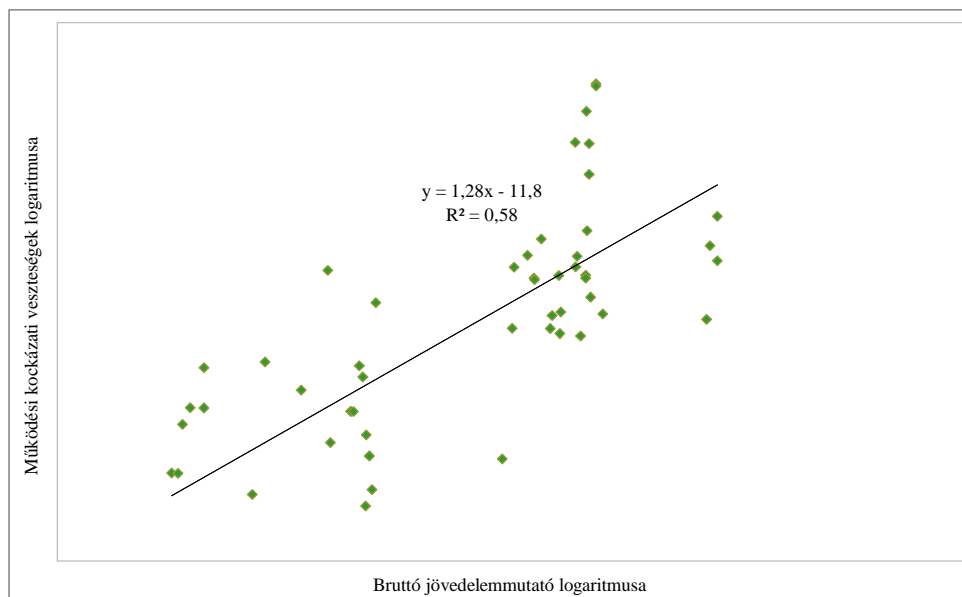


Forrás: MNB.

A négy évre vetített aggregált vizsgálat mellett évenkénti bontású elemzést is végeztem. Ennek a megoldásnak az az előnye, hogy azon bankok is bekerülnek a mintába, amelyek nem a teljes időhorizontban használtak fejlett módszereket. Összesen 17 intézmény került így be, összesen 60 megfigyelést biztosítva. Ezzel a megközelítéssel nem szükséges kiszűrni a kiugró értékeket, mert bár kisebb magyarázó erejű (57 százalékos  $R^2$ ), de nagyobb szignifikanciájú modellt kapunk, mint a megelőző. Ráadásul mind a konstans, mind a lineáris együttható szignifikáns.

<sup>56</sup> A 22. ábra, 23. ábra és 25. ábra tengelyein nem tüntettem fel konkrét értékeket az egyedi banki adatok azonosíthatóságának elkerülése érdekében.

23. ábra: Az egyes évekre jutó banki működési kockázati veszteség és bruttó jövedelem logaritmusai közötti kapcsolat



Forrás: MNB.

Természetesen más méretindikátorok is együttmozoghatnak az adott időszakra jutó működési kockázati veszteségek összegével. Elemzéseim alapján az eszközállománnyal vizsgált korrelációs mutatók azonos tendenciát jeleznek, mint amit a bruttó jövedelemmel való kapcsolat vizsgálatakor találtunk, de az eszközállomány és működési kockázati veszteségek közötti kapcsolattal való összefüggésnél érdemben nem volt szorosabb, mint a bruttó jövedelem és a működési kockázati veszteségek közötti kapcsolat. Mindez alátámasztja a bruttó jövedelem alapú tőkeallokációs módszerek relevanciáját.

Amennyiben a 23. ábra egyenletébe behelyettesítjük a bankrendszer teljes bruttó jövedelmét, és kellően nagymértékű megbízhatósági intervallum (pl. a Bázeli II-es kerettel összhangban 99,9 százalékos használat mellett nézzük a lehetséges minimális és maximális értékeket, becslést kaphatunk a szükséges tőkekövetelmény nagyságára. A becslés modell paramétereire azonban jelentős szóródást kapunk a lehetséges veszteség méretre: Egyenleteink alapján a bankrendszer bruttó jövedelme alapján egy évre várt vesztesége 19 milliárd forint, miközben az előírt tőkekövetelmény 150 milliárd forint. Ugyanakkor a 150 milliárd forintos tőke elégségesége a loglineáris összefüggésünkben csak 82 százalékos konfidencia intervallumon áll fenn, miközben a bázeli szabályozás elvárásaival 99,9 százalékos konfidenciaszint lenne konzisztens. A tág konfidencia-intervallum a viszonylag rövid időszakkal és az adatok jelentős szóródásával áll összefüggésben. Így a most rendelkezésre álló adatok nem teszik

lehetővé, hogy a jelenlegi működési kockázati tőkekövetelmény szintjének elégségességéről teljeskörűen meggyőződjünk.

## ***IV.2. Egyedi veszteségek és intézményméret kapcsolata***

### *IV.2.1. Gyakorisági eloszlás*

A működési kockázati modellezésben a gyakoriság modellezésére alapvetően három eloszlástípust használnak (lásd például: Lewis [2004]; Panjer [2006]): Poisson-eloszlás, binomiális eloszlás, illetve negatív binomiális eloszlás. Alábbiakban ezeket adom meg valószínűségfüggvényükkel:

(1) Poisson-eloszlás:  $f(k) = \lambda^k \cdot \frac{e^{-\lambda}}{k!}$ , ahol  $k=0,1,2,\dots$

(2) Binomiális eloszlás:  $f(k) = \binom{N}{k} \cdot p^k \cdot (1-p)^{N-k}$ , ahol  $k=0,1,2,\dots, N$  pedig pozitív egész szám.

(3) Negatív binomiális eloszlás:  $f(k) = \binom{k+y-1}{k} \cdot p^k \cdot (1-p)^y$ , ahol  $k=0,1,2,\dots, N$  nemnegatív egész szám,  $y$  pedig tetszőleges pozitív szám,  $p$  pedig 0 és 1 közötti valószínűség.

Mindegyik eloszlás fajtának meg van a saját előnye és hátránya:

A Poisson-eloszlás előnye, hogy az eloszlás várható értéke és varianciája megegyezik a  $\lambda$  paraméterrel, a Poisson-eloszlású valószínűségi változók összege is Poisson-eloszlást követ, ráadásul egy valószínűségi változót dekomponálni is tudunk Poisson-eloszlású valószínűségi változókra (Panjer [2006], pp. 109—110.). Az egy kulcsparaméterre való építkezés viszont nem biztosít kellő rugalmasságot

A binomiális eloszlás egy intuitíve jól megragadható gyakoriság fogalmat követ ( $N$  lehetőségből hány következik be), viszont szükséges tudnunk, hogy mekkora lehet a maximális előfordulás. A negatív binomiális eloszlásnál pedig az rögzített, hogy hány előfordulás következett be, és az előfordulási lehetőségek változóak. A használt két paraméter ( $y, p$ ) rugalmasságot biztosít a megfelelő illeszkedés eléréséhez.

A különböző gyakorisági eloszlások közötti választás hüvelykujjszabálya az átlag és variancia összehasonlításán alapulhat (lásd pl. Lewis [2004] 99. oldala, illetve a várható értékek és varianciák egyszerű formális összehasonlítása alapján):

átlag  $\approx$  variancia  $\rightarrow$  Poisson-eloszlás a jó választás

átlag  $>$  variancia  $\rightarrow$  binomiális eloszlás a jó választás

átlag  $<$  variancia  $\rightarrow$  negatív-binomiális eloszlás a jó választás

Az ún. Bazel II. szabályozás elvárása az, hogy egy évre vonatkozó kockázatot érték határozzanak meg a bankok fejlett módszer alkalmazása esetén, így egy évre vonatkozó gyakorisági eloszlás paramétereit kell meghatározni.

Érdemes először azt vizsgálni, hogy milyen eloszlást lenne érdemes használni. A Poisson-eloszlás használata lenne a legegyszerűbb, legkézenfekvőbb a kulcsparaméter becslésének egyszerűsége okán<sup>57</sup>. A

16. táblázat eredményei azt mutatják, hogy a Poisson-eloszlásra való illeszkedés nem vethető el minden egyes bank, illetve a teljes minta esetén. Bár egyedi banki szinten jobb az illeszkedés a Poisson-eloszlásra, mint az összbanki mintára. Továbbá a Jarque-Bera teszt alapján nem vethető el (JB= 5,21, szignifikancia= 0,074), hogy a Poisson  $\lambda$  paraméterek bankok közötti megoszlása normális eloszlást követ.

16. táblázat: Poisson-eloszlás illeszkedésének megfelelősége a banki működési kockázati adatokon

	Kolmogorov-Szmirnov Z	Szignifikancia
Bank1	0,8815	0,4188
Bank2	0,8104	0,5274
Bank3	0,8685	0,4377
Bank4	0,7238	0,6713
Bank5	0,8253	0,5036
Bank6	0,7513	0,6250
Bank7	0,6530	0,7874

<sup>57</sup> A  $\sim$  jellel a közel egyenlőséget jelzem.

<sup>58</sup>  $\lambda$  becslült értéke egyenlő az előfordulások átlagával.



	<b>Kolmogorov-Szmirnov Z</b>	<b>Szignifikancia</b>
Bank8	0,3251	0,9999
Bank9	0,6239	0,8312
Bank10	0,9153	0,3720
Bank11	0,6689	0,7622
Bank12	0,5234	0,9470
Bank13	0,9498	0,3277
Bank14	0,7047	0,7034
<b>Összes adat</b>	<b>1,2944</b>	<b>0,0701</b>

Megjegyzés: A folytonos időhorizont elérése érdekében 2007 áprilisa és 2010 márciusa között bekövetkezett veszteségesemények alapján végzett számítás, havi gyakoriságra vetített adatok alapján. 2010 március utáni események azért nem kerültek figyelembevételre, mert azoknál nem volt teljes körű az előfordulásra vonatkozó adatok kitöltöttsége. Ennél a teszttisztkánál minél nagyobb a szignifikancia érték, annál valószínűbb az illeszkedés az adott eloszláshoz.

Forrás: Saját számítás

A mintán a Poisson-eloszlás paramétereinek kiszámításához azon adatbázist néztük, amelyben a bankok jelezték, hogy 2007 márciusa és 2011 márciusa között hány eseményt észleltek. A minta rövidege miatt minden egyes bank esetén a négy év alatt felismert, jelentett működési kockázati veszteségesemények számának negyedét vettük mint az egy évre vonatkozó Poisson  $\lambda$  paraméter. A négyéves időszorral rendelkező 13 banknál ez a paraméter összességében 4073 volt.<sup>59</sup>

Az intézményi jellemzők és a gyakoriság összefüggésére az egyes banki Poisson  $\lambda$  paraméterek és intézményméret tényezők viszonyát tudjuk elemezni. Itt is a hatványszerű modellből indulunk ki:

$$\lambda_i = F_{i1}^{\alpha_1} \cdot F_{i2}^{\alpha_2} \dots \cdot F_{in}^{\alpha_n} \cdot F(\Theta_i) \quad (8),$$

<sup>59</sup> Azon bankokat, amelyeknél 2010 márciusához képest egy évnél rövidebb ideje van veszteségadatokra felügyeleti adatszolgáltatás, nem vettük bele a mintába. Ezeknél a bankoknál a működési kockázati események gyakorisága is nagy varianciájú lehet, így rövidebb időszorral rendelkező bank torzíthatja a becsléseket.

ahol  $\lambda_i$  az i-k intézmény Poisson-paramétere,  $F_{ij}$  az i-k intézménynél a j-k intézményi faktor,  $F(\Theta)$  pedig az egyéb faktorokkal (pl. belső kockázatkezelés minősége) magyarázható komponens.

A regressziós módszer alkalmazásához egyszerűen végre tudunk hajtani egy loglinearizációt és a következőt kapjuk:

$$\ln(\lambda) = \alpha_1 \ln(F_1) + \alpha_2 \ln(F_2) \dots + \alpha_n \ln(F_n) + \varepsilon \quad (9)$$

A szakirodalomban (pl. Na et al.[2005]; Dahlen—Dionne [2010]) általában az eszközállományt és a nettó jövedelmet használják mint skálázási tényezőket. Ezen tényezők (azaz a 2007 és 2010 vége közötti mérlegfőösszeg átlagok [jelölésük: „ASSET”] és az utóbbi négy év nettó jövedelmének átlaga [jelölése: „GI”]) mellett a létszámot (jelölése: „EMP”) és a fiókszámot használom mint a működés méretére vonatkozó tényezőket.

A korrelációs elemzések szerint nagyfokú az együttmozgás a gyakoriság és a méretindikátorok között, így érdemesnek tartottam regressziókat futtatni. Először egy klasszikusnak nevezhető modellt futtattam, amely az eszközállományt és a nettó jövedelmet veszi be magyarázó változóként a modellbe. Magyarázóváltozóként mind a nettó jövedelem, mind az eszközállomány szignifikánsnak bizonyult (.

17. táblázat).

17. táblázat: Egyes bankok működési kockázati összbanki veszteségeinek gyakorisági paraméterére (Poisson  $\lambda$  logaritmus) a nettó jövedelemmel, illetve eszközállománnyal futtatott regressziók

Függő változó: lnLAMBDA	Paraméterek		Modell erősség			
	Együttható	Szignifikancia	F	Szignifikancia	R <sup>2</sup>	Korrigált R <sup>2</sup>
Konstans	-35,3369	0,0000	59,9000	0,0000	0,6776	0,6663
lnASSET	-1,5679	0,0000				
lnGI	2,5259	0,0000				

	Paraméterek		Modell erősség			
	Együttható	Szignifikancia	F	Szignifikancia	R <sup>2</sup>	Korrigált R <sup>2</sup>
Konstans	-6,5265	0,0073	21,3624	0,0000	0,2692	0,2566
lnASSET	0,7956	0,0000				

Függő változó: lnLAMBDA	Paraméterek		Modell erősség			
	Együttható	Szignifikancia	F	Szignifikancia	R <sup>2</sup>	Korrigált R <sup>2</sup>
Konstans	-22,1469	0,0000	63,9086	0,0000	0,5242	0,5160
lnGI	1,0961	0,0000				

Amennyiben magyarázóváltozóként a fiókok számát vagy a foglalkoztatottak számát vesszük figyelembe, akkor azt tapasztaljuk, hogy utóbbi, azaz a foglalkoztatottak száma bír nagyobb magyarázó erővel (ennek eredményét a 18. táblázat mutatja be). A létszám alapú modellben kicsit erősebb a gyakorisági paraméterrel való összefüggés, mint a bruttó jövedelem alapú modellben.

18. táblázat: Egyes bankok működési kockázati öszbanki veszteségeinek gyakorisági paraméterére (Poisson  $\lambda$  logaritmus) a létszámmal futtatott regressziók

Függő változó: lnLAMBDA	Paraméterek		Modell erősség			
	Együttható	Szignifikancia	F	Szignifikancia	R <sup>2</sup>	Korrigált R <sup>2</sup>
Konstans	-2,4377	0,0000	185,4548	0,0000	0,7618	0,7577
lnEMP	1,0383	0,0000				

Ha az egyes egyenletekbe két különböző méretet (azaz pl. saját és külső méretet) behelyettesítünk (pl.  $\ln(\lambda_1) = c + 1,0961 \cdot \ln(GI_1)$  és  $\ln(\lambda_2) = c + 1,0961 \cdot \ln(GI_2)$ , ahol c konstans) és mindkét egyenletet az e (Euler-szám) hatványára emeljük és azokat egymással elosztjuk egyfajta skálafüggvényt kaphatunk:  $\lambda_1 / \lambda_2 = \left( \frac{GI_1}{GI_2} \right)^{1,0961}$ . Ennek az algoritmusnak a mintájára attól függően, hogy a bruttó jövedelemre, vagy éppen a foglalkoztatott létszámra vonatkozó összefüggést tekintjük, a gyakorisági eloszlás  $\lambda$  paraméterére kétféle skálafüggvény adódik:

$$\lambda_{saját} = \lambda_{külső} \cdot \left( \frac{GI_{saját}}{GI_{külső}} \right)^{1,0961} \quad (10),$$

ahol GI a bruttó jövedelem hároméves átlaga milliárd forintban kifejezve. Vagy

$$\lambda_{saját} = \lambda_{külső} \cdot \left( \frac{EMP_{saját}}{EMP_{külső}} \right)^{1,0383} \quad (11),$$

ahol EMP a foglalkoztatottak létszámának hároméves átlaga főben kifejezve.

#### IV.2.2. Súlyossági eloszlás

Az egyedi veszteségeseményekhez kapcsolódó veszteség eloszlásának modellezésére a működési kockázati szakirodalom (követve a biztosításmatematikai szakirodalmat)

számos folytonos eloszlást alkalmaz. A kis gyakoriságú, nagy veszteséggel járó események miatt a normális eloszlás nem alkalmazható, így helyette gyakran a vastagabb szélű, ugyanakkor egyszerűen kezelhető eloszlást, a lognormális eloszlást alkalmazzák:

A lognormális eloszlás sűrűségfüggvénye a következő:

$$f(x) = \frac{1}{x \cdot \sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\ln(x) - \mu}{\sigma}\right)^2\right) \quad (12), \text{ ahol } x=0,1,2,\dots$$

A paraméterbecslést a következőképpen hajthatjuk végre (Lewis [2004], 80. o.):

$$\hat{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(X_i)}{n}, \text{ illetve } \hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\ln(X_i) - \hat{\mu})^2}{n-1} \quad (13)$$

A lognormális modell mellett a vastagabb Pareto-eloszlás örvend még nagy népszerűségnek a működési kockázati veszteségek modellezésében. Jelen értekezés III. fejezetében is bemutattuk, hogy egy stilizált modellkörnyezet súlyossági eloszlásához a Pareto eloszlás jobban illeszkedik. Az úgynevezett egyváltozós Pareto-eloszlás sűrűségfüggvénye (Panjer [2006, p. 59.]):  $f(x) = \alpha \cdot \theta^\alpha \cdot x^{-\alpha-1}$  és  $x > \theta$ .

Amennyiben  $\theta=1$ , akkor a következőképp alakul a Pareto-eloszlású valószínűségi változó  $\alpha$  paraméterének maximum likelihood becslése a következő:

$$\hat{\alpha} = \frac{N}{\sum_{i=1}^N \ln(X_i)}$$

Amennyiben  $\theta \neq 1$ , akkor a maximum likelihood becsléssel is csak a  $\theta$  valamilyen feltételezéssel adható meg az eloszlás becslése.

Általános esetben maximum likelihood becslés azt adja, hogy:

$$\hat{\alpha} = \frac{N}{\sum_{i=1}^N \ln(X_i) - N \cdot \ln(\theta)}, \text{ ahol } \theta \text{ előre rögzített paraméter (gyakran a megfigyelt}$$

értékek minimumát veszik).

Az általános Pareto-eloszlás<sup>60</sup> két változóval rendelkezik (Panjer [2006] 62. o.):

$$f(x) = \frac{\alpha\theta^\alpha}{(x+\theta)^{\alpha+1}}$$

A maximum-likelihood becslés a kétváltozós Pareto-eloszlás esetén bonyolult formulákhoz vezet, azonban a momentumok módszerével relatíve egyszerű összefüggéshez jutunk (Panjer [2006] 62. oldal által megadott momentumok alapján)<sup>61</sup>:

$$\hat{\alpha} = \frac{2 \cdot \left( \bar{x}^2 - \left( \frac{\sum x^2}{n} \right) \right)}{2 \cdot \bar{x}^2 - \left( \frac{\sum x^2}{n} \right)}, \text{ ahol } \bar{x} \text{-el a megfigyelt értékek számtani átlagát jelöltük}$$

$$\hat{\theta} = \frac{\left( \bar{x}^2 \cdot \left( \frac{\sum x^2}{n} \right) \right)}{\left( \frac{\sum x^2}{n} \right) - 2 \cdot \bar{x}^2} \quad (14)$$

A 19. táblázat mutatja a jelentett veszteségeket. Közöttük számarányában mindössze 23 százaléknyi a hitelkockázattal összefüggő esemény, az összveszteség arányában ez már meghaladja a 50 százalékot is.

19. táblázat: A felügyeleti adatszolgáltatás keretében jelentett egyedi működési kockázati események megoszlása kapcsolódó kockázat szerint

	Abszolút mutatók			
	Tisztán működési kockázati események	Hitelkockázattal összefüggő események	Piaci kockázattal összefüggő események	Összesen
Átlag (millió forint)	31,9	104,1	9,2	47,9
Minimum (millió forint)	0,000	0,078	0,181	0,001
Maximum (millió forint)	11 408	6 010	305	11 408
Összeg (millió forint)	47 270	51 302	942	99 514
Eseményszám (db)	1 482	493	102	2 077
	Részesevések (%)			

<sup>60</sup> Ezt az eloszlás több névvel is illetik: pl. 2-es típusú Pareto-eloszlás, Lomax eloszlás (Panjer [2006], 62. o.), vagy amerikai Pareto-eloszlás (Gáll-Nagy [2007], 403. o.)

<sup>61</sup> Cruz [2002] (53.o.) explicit módon megadja ezt a formulát, de sajnos sajtóhibával, így óvatossági megfontolásból újra számoltam azt.

Összeg (millió forint)	47,5	51,6	0,9	100
Eseményszám (db)	71,4	23,7	4,9	100

Megjegyzés: A bankok ezen adatszolgáltatásban az összes esemény darabszáma szerint 10 százaléknyi legnagyobb veszteséggel bíró eseményt szolgáltatják, illetve legalább 10 darab eseményt.

Felmerül a kérdés, hogy a hitelkockázathoz kapcsolódó működési kockázati veszteségadatokat hogyan kezeljük. A vonatkozó hazai szabályozás (200/2007-es kormányrendelet a működési kockázat kezeléséről és tőkekövetelményéről 8. § (2)) azt írja elő, hogy az olyan veszteségre, amelyet a hitelezési kockázat tőkekövetelményének számítása során a hitelintézet figyelembe vett, a működési kockázat vonatkozásában nem kell tőkekövetelményt számolni, de azt a hitelintézetnek a nyilvántartásaiban elkülönítetten szerepeltetnie kell. Jelen elemzésben nem szűrtem ki hitelkockázathoz kapcsolódó eseményeket az adatok közül.

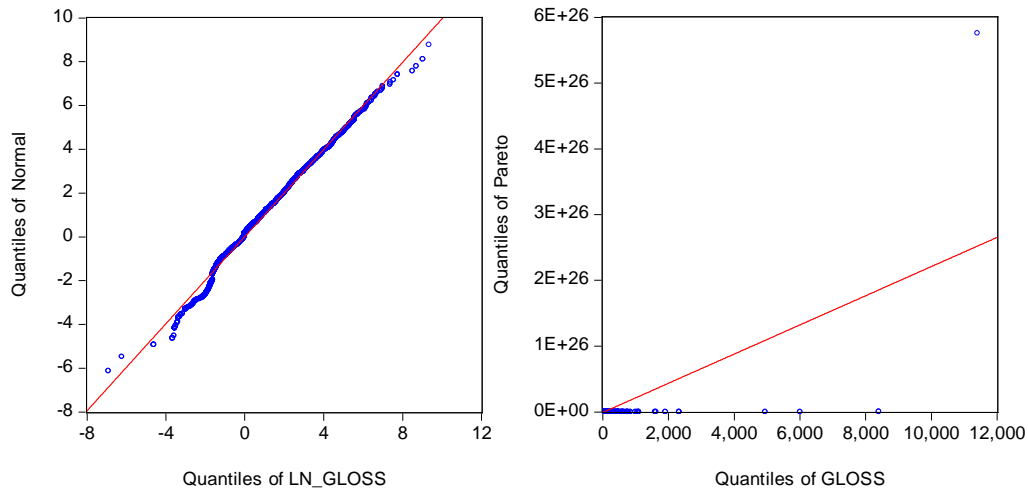
Elemzésem során először megvizsgáltam azt, hogy milyen eloszlás illeszkedik leginkább erre az egyedi esemény szintű megfigyeléseket tartalmazó cenzorált adatbázisra. Majd a paraméterbecslések alapján jobban illeszkedő veszteségeloszlás paraméterei és az intézményméret közötti kapcsolatot vizsgáltam. Végül az egyedi veszteségek és intézményméret közötti viszonyt elemeztem.

Mivel a bankok a felügyeleti adatszolgáltatás keretein belül az összes esemény darabszáma szerint 10 százaléknyi legnagyobb veszteséggel bíró eseményt jelentik, illetve legalább 10 darab eseményt, így egy erősen cenzorált<sup>62</sup> adatbázissal van dolgunk. Az eloszlás illeszkedésének vizuális ellenőrzésére használt kvantilis-kvantilis ábra azt mutatta, hogy a lognormális eloszlás a Pareto-eloszláshoz képest jobb illeszkedést mutat. (24. ábra)

---

<sup>62</sup> A statisztikai szakirodalomban az adatok bizonytalanságaival egyrészt beszélnek csonkoltságról, másrészt cenzorálásról. A csonkolás azt jelenti, hogy egy bizonyos érték alatt vagy felett egyszerűen nem rendelkezünk megfigyeléssel. A gyakorlatban ez az adatgyűjtési küszöb a működési kockázati veszteségek gyűjtésénél. Másrészt a cenzoráltság azt jelenti, hogy létezik a megfigyelés, de számunkra kiszűrték.

24. ábra: A működési kockázati veszteségek illeszkedése a lognormális (bal panel), illetve a Pareto-eloszláshoz (jobb panel)



Megjegyzés: Az ábrához kapcsolódó veszteségadatok tartalmazzák a mintában lévő összes intézmény által jelentett veszteségadatot). A megfigyeléseink bruttó veszteségadatok (azaz megtérülés előtti adatok) millió forintban kifejezve.

A 20. táblázat egyedi regressziós eredményei szerint az eloszlás elhelyezkedését meghatározó  $\mu$  (lognormális) paraméternél, illetve  $\theta$  (Pareto) paraméternél erősebb az együttmozgás a méretindikátorokkal, ugyanakkor az eloszlás formáját meghatározó  $\sigma$  (lognormális) paraméternél, illetve  $\alpha$  (Pareto) paraméternél az összefüggés nem szignifikáns.

20. táblázat: A(z Eviews szoftverrel kiszámított) súlyossági eloszlás paraméterek és bruttó jövedelemalapú intézményméret közötti kapcsolat és erőssége

Lognormális eloszlás  $\mu$  paramétere

$\mu$	Együttható	Szignifikancia
Konstans	-8,958	0,004
lnGI	0,975	0,002

$R^2$	0,581
Korrigált $R^2$	0,546
F	16,611
Szignifikancia	0,002

Lognormális eloszlás  $\sigma$  paramétere

$\sigma$	Együttható	Szignifikancia
Konstans	2,662	0,029
lnGI	-0,101	0,341

R <sup>2</sup>	0,076
Korrigált R <sup>2</sup>	-0,001
F	0,981
Szignifikancia	0,341

Pareto eloszlás  $\theta$  paramétere

$\ln(\theta)$	Együttható	Szignifikancia
Konstans	-13,109	0,007
lnGI	1,123	0,012

R <sup>2</sup>	0,425
Korrigált R <sup>2</sup>	0,377
F	8,856
Szignifikancia	0,012

Pareto eloszlás  $\alpha$  paramétere

$\ln(\alpha)$	Együttható	Szignifikancia
Konstans	-1,082	0,214
lnGI	0,021	0,791

R <sup>2</sup>	0,006
Korrigált R <sup>2</sup>	-0,077
F	0,074
Szignifikancia	0,791

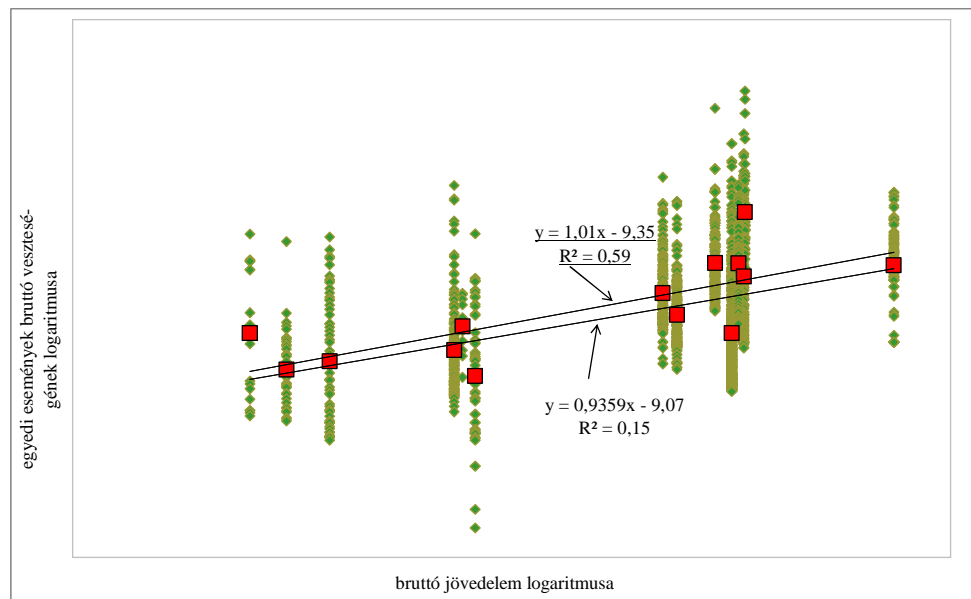
A veszteségeloszlás paramétereit és az intézményméret között a működési kockázati szakirodalom (pl. Na et al. [2005]; Dahlen—Dionne[2010]) sem mindig talál összefüggést, így sok esetben az egyedi veszteségméret és intézményméret közötti kapcsolatot tárja fel. Ezt tette pl. a már idézett Shih et al. [2000] cikk is. Az egyedi veszteségek logaritmusára már a gyakorisági eloszlásnál is felhasznált bruttó jövedelem logaritmusát használtam magyarázó változóként. A kapott, csak a bruttó jövedelemmel képzett összefüggés relatív gyengén magyarázza a veszteségek szóródását (R<sup>2</sup> 15 százalék körüli szintje).<sup>63</sup> Ezt a szám adatot erősíti meg a 25. ábra mintázata is. Az egyes intézmények veszteségadatainak szóródása nemcsak az intézményméretből fakad, hanem részben a kockázatkezelés erősségéből vagy éppen gyengeségéből is. Mindenesetre az egyedi intézmények veszteségadatai is jelentősen szóródnak. Ezen

<sup>63</sup> Megvizsgáltam a különböző bruttó jövedelemszintekhez tartozó veszteségek szórásának jellemzőit is. Nem találtam szignifikáns kapcsolatot a veszteségek szórása és az intézményméret között.



eredményünk egybevág Chernobai et al. [2009] tanulmányának eredményével, miszerint önmagában az egyedi veszteségmérték és intézményméret kapcsolata gyenge lehet, és a működési kockázati kontrollok minősége lehet meghatározó a veszteségmértékben. Az ábrán külön kiemeltem az egyedi banki átlagértékeket is. Az átlagos veszteségértékek és a bruttó jövedelem közötti loglineáris kapcsolat az összveszteséggel mutatotthoz hasonló erősségű.

25. ábra: Bruttó jövedelem és egyedi veszteségadatok logaritmusának mintája (zöld pontok és az aláhúzás nélküli egyenlet vonatkozik az egyedi veszteségekre)



Megjegyzés: A piros négyzetek az átlagos veszteségmértéket jelölik és aláhúzással jelölt a rájuk vonatkozó egyenlet.

Az eredmények így is lehetővé teszik egy skálázó függvény megalkotását, amely megoldhatóvá teszi a hazai bankszektorban a külső adatok saját intézményre skálázását:<sup>64</sup>

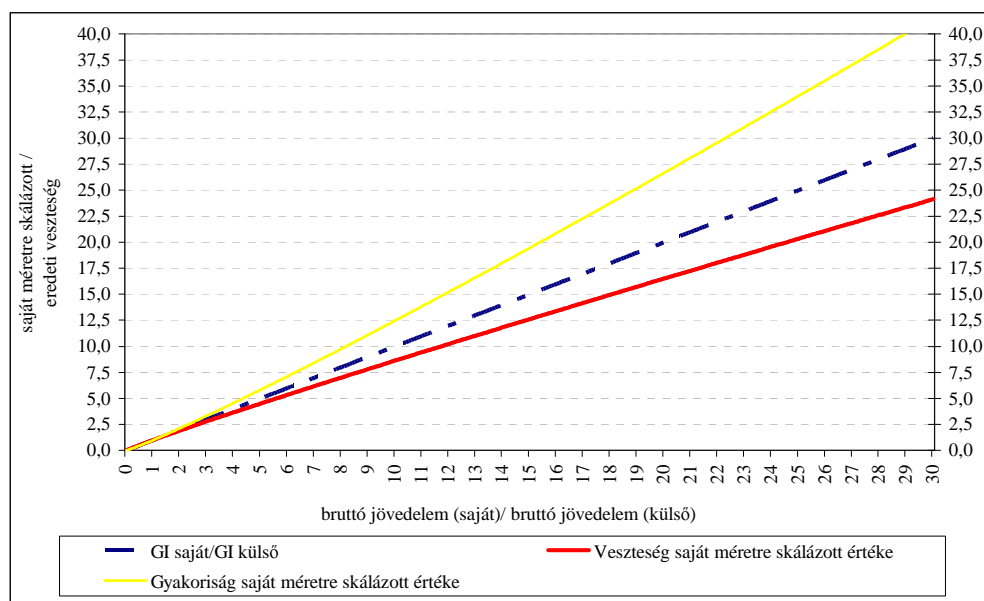
$$veszteség_{saját} = veszteség_{külső} \cdot \left( \frac{GI_{saját}}{GI_{külső}} \right)^{0,9359} \quad (15)$$

Összességében az eredményeink azt mutatják, hogy a méret jóval inkább hat a gyakoriságra, mint a veszteségmértékre. A skálázási egyenletek eredményét vizuálisan a 26. ábra jeleníti meg ((11)-es és (15)-ös egyenletek). Miközben a gyakoriságok között intézményméret függvényében szinte lineáris a kapcsolat, addig az egyedi veszteségmértékben egy jóval kevésbé növekedő összefüggést találunk. Na et al. [2005]

<sup>64</sup> Az összefüggés a gyakoriságnál alkalmazott módszerrel kerül megállapításra.

az ABN-Amro teljes bankcsoportszintű adataira tett hasonló megállapítást: az adott időszakra jutó összveszteség skálázhatósági tulajdonságát jóval inkább a gyakoriság és nem a veszteségeloszlás skála tulajdonosága vezérli. Ezt a jelenséget esetlegesen az magyarázhatja, hogy a növekvő méretből fakadó növekvő egyedi kitétséget kompenzálja a tudatosabb működési kockázatkezelés, ami abban jelenik meg, hogy a nagyobb méretű intézmények gyakrabban használnak fejlettebb mérési módszereket.

26. ábra: Egységnyi veszteség, illetve veszteséggyakoriság méretre skálázása a bruttó jövedelem eredeti veszteséggazda méretéhez képest



Dahen—Dionne [2010] cikkében megvizsgálja azt is, hogy egyedi veszteségesemények mértékét maga a működési kockázati típus, illetve üzletág mennyiben befolyásolja. Megfelelő dummy változók beiktatásával én is teszteltem ennek lehetőségét a magyar bankrendszerre, csak szignifikáns változókat tartva benn a végső egyenletben. Amint a 21. táblázat mutatja, az így kapott eredmények egyértelműen nagyobb magyarázó erővel bírnak, mint a 25. ábrán bemutatott, egyedi veszteségekre épített modell — azaz az üzletágak és eseménytípusok meghatározóak a veszteségméretben. Bár a 30 százalékos  $R^2$  mutató azt jelzi, hogy egyéb, nem modellezett tényezők (pl. belső tényezők, kockázatkezelés minősége) is nagy befolyást gyakorolhatnak a működési kockázati veszteségek méretére<sup>65</sup>. Így a veszteségek skálázásánál nem önmagában az

<sup>65</sup> Érdemes megjegyezni, hogy az üzletágkategórián és eseménytípuson túl a kapcsolódó kockázat is összefüggést mutat az egyedi veszteségek méretével. Ha 0-val kódoljuk a kapcsolódó kockázat hiányát, 1-el kódoljuk a piaci kockázat és 2-el kódoljuk a hitelkockázat kapcsolódóását, akkor 33 százalékos Kendall tau-b korrelációs mértéket kapunk, ami 99,9 százalékos szinten szignifikáns.

intézményméret alapján, hanem veszteségtípus és üzletág alapján érdemes differenciálni, amennyiben kellő mennyiségű adat áll rendelkezésünkre.

21. táblázat: A veszteségméretre, mint függő változóra futtatott regresszió kockázattípus és üzletág dummy bevonásával

Függő változó: veszteség logaritmus	Koefficiens	Szignifikancia szint
Konstans	-7,453	0,000
Bruttó jövedelem logaritmus	0,759	0,000
Belső család dummy	1,551	0,000
Ügyfél, üzleti gyakorlat dummy	0,958	0,000
Tárgyi eszközök kárai dummy	-1,771	0,000
Kereskedelmi banki üzletág dummy	1,097	0,000
Lakossági közvetítői tevékenység (retail brokerage) dummy	1,141	0,000
Ügynöki tevékenység	-1,138	0,016

R <sup>2</sup>	Korrigált R <sup>2</sup>	F	Modell szignifikancia
0,303	0,301	128,3	0,000

### IV.3. Összefoglalás

A dolgozat ezen részében bemutatott empirikus elemzésem alátámasztja azt, hogy hasonlóan a szakirodalomban már vizsgált külföldi bankszektorokhoz, bankcsoportokhoz a hazai bankrendszerben is szignifikáns a bruttó jövedelemalapú intézményméret és az adott időszakban elszenvedett működési kockázati összveszteség közötti kapcsolat. A bemutatott elemzésből való szilárd következtetés levonását korlátozza a vizsgálható intézményminta alacsony száma, de emellett is előremutató eredményeket kaptam. Emellett az alapvető összefüggések robusztusabb elemzése érdekében kiszűrtem az extrém értékeket, ami egyrészt könnyítette intuitív eredmények elérését, egyúttal szűkítette az elérhető mintát, így a következtetéseink erejét. Az elemzés alapján leginkább az intézményméret gyakorisági paraméterrel való összefüggése tekinthető erősnek, a veszteségmérettel kevésbé. Mindezeket túl regressziós módszerrel megállapítható, hogy az üzletágak és eseménytípusok kategóriái szerepet játszhatnak az egyedi veszteségek méretében a nehezen modellezhető kockázatkezelési minőség, belső kontroll erősségeken túl.

## V. Működési kockázati módszerek és intézményméret viszonya<sup>66</sup>

### V.1. Nemzetközi minta

Az intézményméret, illetve egyéb intézményi jellemzők és működési kockázati módszertan közötti kapcsolat elemzésére vonatkozó hipotézisünk vizsgálatához szükségünk van egyrészt hitelintézetek működési kockázati módszer választására vonatkozó adatokra, másrészt hitelintézetek eredményességi és mérlegadataira. A működési kockázati módszerválasztásra vonatkozó adatok jelentik pillanatnyilag a nagyobb problémát, ugyanis azokban az országokban, ahol 2008. január 1-től kötelező a működési kockázatra vonatkozó tőkeallokáció ott csak a 2008-ra vonatkozó éves jelentésben jelent meg a működési kockázatra vonatkozó közzététel. De éves jelentésekből megfelelő nagyságú banki minta összeállítása nagyon időigényes lehet, ráadásul nem is biztos, hogy egyenszilárdaságú adatokat tudunk összegyűjteni. A nagyobb intézmények természetesen a tőzsdei bevezetettségből és méretből fakadó reputációs követelmények miatt sokkal transzparenssebbek<sup>67</sup>, így egy másodlagos adatforrásból, az adott bank, bankcsoport számára rendelkezésre álló alapvető tőke alapján a világ 100 legnagyobb intézményét tartalmazó működési kockázati adatokat használom az elemzéshez.

Az elemzéshez két adatforrást használtam:

- A működési kockázati kitettségre és kezelésére vonatkozó adatok forrását az OpRisk & Compliance (OR&C) működési kockázati folyóirat 2008. októberi és 2009. októberi számában megjelent cikkek jelentik. (OpRisk & Compliance [2008]: A new dawn for disclosure, Top 100 banks, 2008/10. pp. 26-29., Incisive Media, London; OpRisk & Compliance [2009]: Divine Illusion, pp. 18-24, Incisive Media, London). A hivatkozott cikkek az adatai több forrásból gyűjtötték össze: az alapvető tőkére vonatkozó adatok éves jelentésekből, különböző írott és nem írott médiában megjelent közleményekből, cikkekből (pl. The Banker magazin), a többi adat pedig éves jelentésekből, felügyeleti közzétételekből, szoftvercégek jelentéseiből, egyedi banki megkeresésekből illetve a veszteség adatok a SAS szoftvercég által üzemeltetett publikus

---

<sup>66</sup> Jelen fejezet egyes részeredményei már Homolya [2009a]-ben megjelentek.

<sup>67</sup> Ez a tényező is befolyásolhatja az intézményméret és veszteségek kapcsolatának irányát és erősségét.

működési kockázati veszteségadatokat tartalmazó adatbázis közzétételéből származnak. Az OR&C magazin (jelenlegi nevén: Operational Risk & Regulation) a működési kockázati szakma legfontosabb folyóirata, így az adatokat kellően megbízhatónak tekintettem. Mivel OR&C [2008] 2007. végi, OR&C [2009] 2008. végi adatokat mutatott be, és a két esztendőben eltért az alapvető tőke alapján a Top100 bank rangsora, így egy heterogén mintával szembesültem, bár 89 bankcsoport közös a két mintában. Az eltérések oka részben a fúziókra eredeztethető vissza, részben arra, hogy a 2007 végi helyzethez képest a kelet ázsiai (kínai, indiai) bankok nagyobb sokkellenálló-képességet mutattak, így előre tudtak „törni”(pl. a kínai székhelyű China CITIC Bank, vagy éppen az indiai székhelyű ICICI Bank).

- A méretre, nyereségességre, tőkehelyzetre, likviditásra vonatkozó mutatószámok pedig Bureau van Dijk „BankScope” nevű adatbázisából származnak. A BankScope mikroszintű banki adatokat tartalmazó adatbázis, mely adatait gyakran használják az akadémiai szférában, illetve pénzügyi intézmények, jegybankok által országok közötti összehasonlításra, egyedi banki adatokon alapuló elemzésre (Bhattacharya [2003]). A Bankscope-ra vonatkozó brosúra alapján az adatbázis 23 ezer bank adatait tartalmazza, aminek köszönhetően a világ összes országának releváns bankjai megjelennek az adatbázisban (Bureau van Dijk [2008]).<sup>68</sup>

A fentieknek megfelelő adatbázisokból összeállított elemzési adatbázis mérleg, illetve eredmény-kimutatás adatai 2007. év végére, illetve 2007-re vonatkoznak, illetve 2009-es minta adatai jellemzően 2009 végére vonatkoznak. Az adatbázis változóinak megnevezését, tartalmát, értékészletét és mértékegységét a melléklet tartalmazza (40. táblázat).

Elemzéseim<sup>69</sup> során a leíró és feltáró elemzési módszerek mellett klaszterelemzés és logisztikus regresszió módszerét alkalmaztam.

---

<sup>68</sup> Munkahelyem, a Magyar Nemzeti Bank mind OR&C előfizetéssel, mind Bankscope hozzáféréssel rendelkezik. Ezen előfizetések, hozzáférések alapján jutottam hozzá az adatokhoz.

<sup>69</sup> Az adatelemzés az SPSS for Windows szoftver 11.5-ös verziójával készült.

### V.1.1. Leíró adatelemzés

A 22. táblázat tartalmazza az adatbázisban található bankok mérleg és eredménykimutatás adataira vonatkozó leíró statisztikát. A táblázat egyes változók leíró statisztikáját tartalmazza. Megállapítható a normalitásra vonatkozó tesztek segítségével, hogy a vizsgált változók alapvetően nem normális eloszlásúak. A 2008-as mintában a normális eloszlás elfogadhatósága a saját-tőke arányos nyereség, költség / eredmény mutató, illetve a nettó hitelállomány / összes eszköz mutató esetén áll fenn. A 2009-es mintában normális eloszlás egyedül a Nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg mutatót jellemezheti. A mintában megfigyelt legkisebb bank is 2008-as megfigyelés alapján 5,7 milliárd dollárnyi, 2009-es megfigyelés alapján 3,3 milliárd dollárnyi saját tőkével rendelkezik, illetve 62 milliárd (2008-as megfigyelés) vagy 93 milliárd (2009-es megfigyelés) dollárnyi mérlegfőösszeggel, ami összehasonlításként azt jelenti, hogy a legkisebb intézmények az OTP bankcsoportnál (2009. végén 6,3 milliárd dollárnyi saját tőke, 52 milliárd dollárnyi mérlegfőösszeg<sup>70</sup>) valamivel nagyobb intézmények. A változók többsége jobbra ferdén elnyúló eloszlással rendelkezik (kivéve azon változók, ahol a normalitás nem vethető el), azaz sok a mintában az olyan bank, amely csekélyebb értékkel rendelkezik az adott mutatóból, míg kevés magas értékkel rendelkezik az adott mutatóból. A normalitás hiánya torzíthatja a becsléseinket.

22. táblázat: Változók leíró statisztikája

2008-as minta:

	N (db)	Min.	Max.	Átlag	Szórás (st.dev.)	Ferdeség ("skewness")	Csúcsosság (kurtózis)
Összes alapvető (tier 1) tőke	100	7 791	104 967	25 980	21 457,5	1,7	2,6
Mérlegfőösszeg (mUSD)	100	62 045	2 974 160	683 465	664 924,1	1,6	1,7
Saját tőke (mUSD)	100	5 764	146 803	33 709	30 918,2	1,8	2,7
Hitelezési céltartalék /	93	0,0	7,0	1,6	1,3	2,1	5,5
Tőke megfelelési mutató (%)	92	8,9	21,1	11,9	2,3	1,4	2,3
Tőkeáttétel (saját tőke / mérlegfőösszeg) (%)	100	1,5	17,8	6,2	3,2	1,3	2,0

<sup>70</sup> Forrás: OTP Bank Nyrt. 2009 végi Éves Jelentése, elérhetőség: [https://www.otpbank.hu/static/portal/sw/file/100430\\_2009\\_eves\\_jelentes\\_159.pdf](https://www.otpbank.hu/static/portal/sw/file/100430_2009_eves_jelentes_159.pdf)

	N (db)	Min.	Max.	Átlag	Szórás (st.dev.)	Ferdeség ("skewness")	Csúcsosság (kurtózis)
Tőkejellegű források/ összes kötelezettség (%)	94	2,6	23,6	9,0	4,1	1,1	1,2
Nettó kamatmarzs (%)	100	0,3	10,0	2,2	1,8	2,3	6,4
Sajáttőke-arányos	100	-7,8	30,1	14,5	7,3	-0,1	-0,1
Eszköz arányos jövedelem	100	-0,2	3,3	0,9	0,7	1,4	2,8
Költség/ működési eredmény mutató (%)	100	26,1	112,0	58,5	14,0	0,7	1,3
Nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg (%)	100	9,2	80,9	52,5	15,9	-0,4	-0,4
Nettó hitelállomány / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	100	11,5	589,7	82,6	58,9	6,5	55,9
Likvideszközök / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	96	0,1	67,8	10,5	12,0	2,7	9,2

## 2009-es minta

	N (db)	Min.	Max.	Átlag	Szórás (st.dev.)	Ferdeség ("skewness")	Csúcsosság (kurtózis)
Összes alapvető (tier 1) tőke (mUSD)	100	6 422	138 995	30 107	28 230,4	2,1	4,6
Mérlegfőösszeg (mUSD)	100	93 287	3 501 103	700 485	728 456,6	2,0	3,8
Saját tőke (mUSD)	100	3 319	178 710	33 184	32 090,7	2,3	6,4
Hitelezési céltartalék / Bruttó hitelállomány (%)	98	0,2	9,3	2,1	1,6	2,4	8,2
Tőkemegfelelési mutató (%)	98	9,0	22,9	13,0	2,8	1,0	0,8
Tőkeáttétel (saját tőke/ mérlegfőösszeg) (%)	100	0,9	15,7	6,0	3,1	0,8	0,3
Tőkejellegű források/ összes kötelezettség (%)	98	0,4	24,9	9,3	4,7	1,2	1,7

	N (db)	Min.	Max.	Átlag	Szórás (st.dev.)	Ferdeség ("skewness")	Csúcsosság (kurtózis)
Nettó kamatmarzs (%)	100	-0,1	7,6	2,1	1,3	1,5	3,4
Sajátőke-arányos jövedelem (ROAE) (%)	100	-44,4	32,5	2,2	15,0	-1,3	1,8
Eszköz arányos jövedelem (ROAA) (%)	100	-2,4	2,0	0,2	0,8	-0,7	1,2
Költség/ működési eredmény mutató (%)	97	25,1	818,1	73,6	84,3	7,6	65,4
Nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg (%)	100	0,0	89,1	51,6	17,9	-0,7	0,5
Nettó hitelállomány / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	100	0,0	444,4	86,1	48,3	4,2	30,2
Likvideszközök / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	100	2,5	363,8	36,2	48,0	4,9	29,3

Érdekes megjegyezni, hogy a legnagyobb „csúcsossággal” (kurtózissal) a nettó hitelállomány / (ügyfél és rövidtávú forrás) mutató rendelkezik, ami azt mutatja, hogy a normális eloszláshoz képest relatíve sok olyan bank van, amely főként rövidtávú forrásokból finanszírozza jellemzően hosszabb távú hitelezési kitétségeit. A 2009-es mintában pedig az figyelhető meg, hogy a likvid eszközök / (ügyfél- és rövid távú források) és a költséghatékonyságot jellemző költség / működési eredmény vált nagyon csúcsossá. Azaz likviditási szempontból elkezdtek szóródni a bankok és költséghatékonyság tekintetében is a korábbiaknál nagyobb terjedelmet mutat a Top 100 nemzetközi bankcsoport.

A működési kockázati módszereket illetően a vizsgált bankok többsége egyszerűbb megközelítés alkalmaz, ugyanakkor 100 bankból 39, illetve 35 bank alkalmazott fejlett AMA módszert (

23. táblázat). Míg az egyszerűbb módszereket alkalmazó intézmények közül 13, illetve 15 kívánja a későbbiekben bevezetni az AMA módszertant. A 2008-as megfigyelés alapján 39 AMA-t alkalmazó bank közül mindössze 24 rendelkezik felügyeleti engedéllyel is az AMA használatára, 2009-es megfigyelésre ez az arány némileg javult (35 AMA-t használó intézmény közül 29-nek van arra felügyeleti engedélye is), így bár



csökken annak aránya, de számos bank egyelőre csak belső használatra alkalmazza az AMA módszertant<sup>71</sup>.

23. táblázat: A vizsgált bankok működési kockázati módszerválasztása

Módszer	2008-as minta (2007. végi adatok)			2009-es minta (2008. végi adatok)		
	Gyakoriság	Egyszerűbb, illetve fejlettebb módszert alkalmazó bankok aránya	AMA aspiránsok száma	Gyakoriság	Egyszerűbb, illetve fejlettebb módszert alkalmazó bankok aránya	AMA aspiránsok száma
Bázel I	10	10%	0	12	12%	0
BIA	8	51%	2	8	53%	2
TSA	43		11	45		13
AMA	39	39%	-	35	35%	-
<b>Összesen</b>	100		13	100		15

A

24. táblázat alapján látható, hogy azon bankok esetén, ahol rendelkezésre áll a Bázel II. bevezetésre vonatkozó dátum (82 bank), ott a bankok erőteljes többsége (90%) a 2007-es, illetve 2008-as esztendőben bevezette már a Bázel II. megközelítést (2008-as minta). 2009-ben vagy utána Bázel II-t bevezető bankok a nem európai (jellemzően észak- és dél-amerikai, ázsiai) intézmények. A nyilvános Bázel II. bevezetési dátummal nem rendelkező bankok is jellemzően észak-amerikaiak, illetve ázsiaiak, ennek hátterében az áll, hogy az EU országaihoz képest az USA-ban, Kínában, Indiában csak később lesz kötelező bevezetni a Bázel II. követelményeknek megfelelő kockázatkezelési módszertant. Mint már jeleztem, a 2008-as mintából jellemzően USA-beli és nyugat-európai bankok kerültek ki és helyettük elsősorban ázsiai és indiai bankok kerültek be újonnan.

<sup>71</sup> Valóban érdemes lenne megvizsgálni, hogy azon bankoknál akik az elkövetkezendő időszakban nem kívánják bevezetni az AMA módszert mi lehet ennek motivációja. Erre nem áll rendelkezésre tényszerű, egyedi intézményi információ. Véleményem szerint egyrészt Bázel II nemzeti implementációjának késlekedése, így a szabályozási kényszer hiánya, másrészt az adott intézménynél az AMA-hoz kapcsolódó kedvezőtlenebb tőkekövetelményszint, illetve a magas projektköltségek szolgálhatnak magyarázatul.

24. táblázat: A vizsgált bankok Bázeli II bevezetési dátuma

Bázeli II bevezetési dátum	2008-as minta (2007. végi adatok)		2009-es minta (2008. végi adatok)	
	Gyakoriság	Kumulatív %-os aránya	Gyakoriság	Kumulatív %-os aránya
2007	31	37,8%	23	28,4%
2008	43	90,2%	48	87,7%
2009	1	91,5%	2	90,1%
2010	1	92,7%	0	90,1%
2011	2	95,1%	4	95,1%
2012	1	96,3%	1	96,3%
2013	3	100,0%	3	100,0%
Rendelkezésre álló adat:	82		81	
Hiányzó adat:	18		19	

A működési kockázat fejlett mérési módszeréhez (AMA) kapcsolódó egyik kulcselem a külső adatok használata. Külső adatokat egyrészt nyilvános adatokat (sajtóhírek, felügyeleti közlemények stb.) tartalmazó adatbázisokból (pl. Fitch FIRST adatbázisa), másrészt intézmények egymás közötti adatmegosztását lehetővé tevő konzorciális adatbázisokból lehet beszerezni. Konzorciális adatbázisban meglévő tagság nagyfokú elkötelezettséget jelent, mivel általában szigorú követelményeknek kell megfelelni. A 2008-as mintában a 100 vizsgált bankból 36 volt tagja valamely működési kockázati adatbázisnak, a 2009-es mintában pedig már 43 külső adatkonzorciumi tagsággal rendelkező intézmény. A 2008-as mintában 30 intézmény volt a nemzetközi alapon szerveződő ORX tagja, 4 intézmény az Olasz Bankszövetség DIPO adatbázisának volt tagja (közülük egy bank az ORX tagja is), továbbá 3 bank a német szövetségi bankok („Landesbankok”) adatkonzorciumának (DAKOR) volt a tagja. A 2009-es mintában 35-re nőtt az ORX tagok száma, 4 intézmény továbbra is a DIPO tagja maradt (egy egyben ORX tag is: Intesa Sanpaolo<sup>72</sup>). Párhuzamosan pedig 5-re nőtt a mintában a DAKOR adatbázis tagjainak száma. A 25. táblázat adatai alapján látható, hogy a

<sup>72</sup> Érdekes, hogy az Unicredit csoportból csak a Bank Austria Credit Anstalt ORX tag, míg a teljes Unicredit csoport nem.

módszertan fejlettsége és külső adatbázis tagság között statisztikailag erős kapcsolat áll fenn. Bár ez a kapcsolat a 2008-as mintán erősebb volt. A sima korrelációs mutató, illetve az ordinális változók között kapcsolat mérésére alkalmas Spearman-, illetve Kendall tau-b mutatók is 30% körüli mértéket mutattak, nagymértékű szignifikancia mellett a 2008-as mintában (p érték mindegyik esetben jelentősen kisebb, mint 1%). A 2009-es minta is 20 százalék körüli korrelációs mutatót adott, az ordinális változók kezelését lehetővé tévő Spearman és Kendall tau-b korrelációs mutatók pedig egyértelműen szignifikánsak voltak. Az alkalmazott korrelációs mutatók közül egyedül a Kendall tau-b alkalmazható az általunk vizsgált változók összefüggéseinek elemzésére.

25. táblázat: Külső adatbázisbeli tagsággal rendelkező és választott módszertan közötti összefüggés (az alsó panel a választott módszer fejlettsége és a külső adatbázis tagság léte közötti kapcsolat statisztikai erejét mutatja)

	Külső működési kockázati adatbázistagsággal rendelkező 2008-as minta (2007. végi értékek)				Külső működési kockázati adatbázistagsággal rendelkező 2009-es minta (2008. végi értékek)				Összesen	
	0 (=nem)		1 (=igen)		0 (=nem)		1 (=igen)			
Működési kockázati módszertan										
Bázel I	9	14%	1	3%	10	7	11%	5	14%	12
BIA	6	9%	2	6%	8	7	11%	1	3%	8
TSA	32	50%	11	31%	43	29	45%	16	44%	45
AMA	17	27%	22	61%	39	14	22%	21	58%	35
<b>Összesen</b>	<b>64</b>		<b>36</b>		<b>100</b>	<b>57</b>		<b>43</b>		<b>100</b>

Korrelációs mutatók	2008-as minta (2007. végi értékek)		2009-es minta (2008. végi értékek)	
	Érték	Szignifikancia szint	Érték	Szignifikancia szint
Kendall's tau-b	0,3213	0,02%	0,2180	2,10%
Spearman korreláció	0,3413	0,05%	0,2320	2,00%
Pearson féle R mutató	0,3158	0,14%	0,1850	6,60%

### *V.1.2. Feltáró adatelemzés*

Ebben az alfejezetben megpróbáljuk feltárni a módszerválasztás és intézményjellemzők közötti összefüggéseket. A 26. táblázat bemutatja a páronkénti korrelációs összefüggéseket a banki mérlegre, illetve eredmény-kimutatásra alapozott adatok, illetve a működési kockázati módszerválasztás között. A módszerválasztás tekintetében az látszik, hogy a módszertan fejlettsége és a méretindikátorok között (alapvető tőke, gazdasági tőke, mérlegfőösszeg, betéti és rövid távú források, saját tőke és nettó eredmény) szignifikáns pozitív kapcsolat áll fenn, azaz a nagyobb méretű intézmények inkább választanak fejlett módszereket. Az arányjellegű mutatók esetében némileg meglepő eredményeket kaptunk. Legalább 5%-os szinten szignifikáns kapcsolat a következő mutatókkal áll fenn: tőkeáttétel (negatív kapcsolat), tőkejellegű források / összes kötelezettség (negatív kapcsolat), nettó kamatmarzs (negatív kapcsolat), költség / eredmény mutató (pozitív kapcsolat (2009-ben nem szignifikáns)), nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg (negatív kapcsolat). 2009-es mintában a likvid eszközök rövidtávú forrásokra vetített arányával is szignifikáns kapcsolatban állt (pozitív kapcsolat) a választott működési kockázati módszertan. Azaz a fejlettebb módszereket alkalmazó bankoknak magasabb a tőkeáttétele, relatíve kisebb az összes idegen forráson belül a tőkejellegű forrása, relatíve alacsonyabb a kamatbevétele, költség / eredmény mutató alapon kevésbé hatékonyak voltak a 2008-as mintában, és mérlegében alacsonyabb a hitelezési aktivitás. Ez azt jelenti, hogy a fejlettebb működési kockázati módszereket alkalmazó bankok egyúttal jóval inkább a nem hagyományos betétfogadás-hitelkihelyezés kamatmarzson alapuló tevékenységet, hanem jutalékalapú üzletet végeznek. Szinte teljesen ugyanezen változókkal van szignifikáns kapcsolatban az AMA felügyeleti elfogadásának ténye is. Érdeemes megjegyezni, hogy a 2008-as mintában nem volt szignifikáns a működési kockázati tőkekövetelménnyel a kapcsolat, ugyanakkor 2009-re már ez szignifikáns pozitív értéké vált.

26. táblázat: Banki méret, illetve eredményességi adatok és a választott működési kockázati módszertanra vonatkozó adatok közötti Kendall-tau b alapú korrelációs mátrix

2008-as minta:

Banki mérleg és eredménykimutatás mutatók/ működési kockázati módszerválasztásra vonatkozó adatok	Választott működési kockázati módszertan kódja	AMA felügyeleti elfogadásának ténye	AMA bevezetésének szándéka (kinyilvánított aspiráció)	Külső működési kockázati adatbázis-tagsággal rendelkezés
Összes alapvető (tier 1) tőke (mUSD)	<u>0,34</u>	<u>0,29</u>	-0,12	<u>0,29</u>
Gazdasági tőke (mUSD)	<u>0,50</u>	<u>0,43</u>	-0,22	<u>0,43</u>
Működési kockázati tőkekövetelmény (mUSD)	0,27	0,31	-0,16	0,40
Mérlegfőösszeg (mUSD)	<u>0,36</u>	<u>0,41</u>	-0,12	<u>0,34</u>
Betétek és rövid távú források (mUSD)	<u>0,34</u>	<u>0,39</u>	-0,14	<u>0,29</u>
Saját tőke (mUSD)	<u>0,31</u>	<u>0,27</u>	-0,09	<u>0,28</u>
Nettó eredmény (mUSD)	<u>0,29</u>	0,21	-0,12	<u>0,29</u>
Hitelezési céltartalék / Bruttó hitelállomány (%)	-0,09	-0,09	0,09	-0,04
Tőkemegfelelési mutató (%)	-0,10	<u>-0,19</u>	-0,07	-0,15
Tőkeáttétel (saját tőke/ mérlegfőösszeg) (%)	<u>-0,19</u>	<u>-0,37</u>	0,08	-0,16
Tőkejellegű források/ összes kötelezettség (%)	-0,16	<u>-0,35</u>	0,08	-0,13
Nettó kamatmarzs (%)	<u>-0,20</u>	<u>-0,34</u>	-0,01	-0,14
Eszköz arányos jövedelem (ROAA) (%)	-0,12	<u>-0,29</u>	0,02	-0,12
Sajáttőke-arányos jövedelem (ROAE) (%)	0,04	-0,04	-0,09	0,02
Költség/ működési eredmény mutató (%)	<u>0,18</u>	<u>0,20</u>	0,12	<u>0,22</u>

Banki mérleg és eredménykimutatás mutatók/ működési kockázati módszerválasztásra vonatkozó adatok	Választott működési kockázati módszertan kódja	AMA felügyeleti elfogadásának ténye	AMA bevezetésének szándéka (kinyilvánított aspiráció)	Külső működési kockázati adatbázis-tagsággal rendelkezés
Nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg (%)	<u>-0,22</u>	-0,21	0,04	-0,14
Nettó hitelállomány / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	-0,11	-0,14	0,10	-0,01
Likvideszközök / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	-0,02	-0,08	-0,03	-0,18

2009-es minta:

	Választott működési kockázati módszertan kódja	AMA felügyeleti elfogadásának ténye	AMA bevezetésének szándéka (kinyilvánított aspiráció)	Külső működési kockázati adatbázis-tagsággal rendelkezés
Összes alapvető (tier 1) tőke (mUSD)	<u>0,35</u>	<u>0,24</u>	-0,09	0,15
Gazdasági tőke (mUSD)	<u>0,30</u>	<u>0,32</u>	0,07	0,10
Működési kockázati tőkekövetelmény (mUSD)	<u>0,37</u>	<u>0,41</u>	0,01	0,18
Mérlegfőösszeg (mUSD)	<u>0,50</u>	<u>0,30</u>	-0,05	<u>0,27</u>
Betétek és rövid távú források (mUSD)	<u>0,43</u>	<u>0,26</u>	-0,05	<u>0,20</u>
Saját tőke (mUSD)	<u>0,34</u>	<u>0,24</u>	-0,02	<u>0,19</u>
Nettó eredmény (mUSD)	<u>0,17</u>	0,14	0,04	0,10
Hitelezési céltartalék / Bruttó hitelállomány (%)	-0,07	-0,07	0,05	0,00
Tőke megfelelési mutató (%)	-0,13	0,05	<u>-0,23</u>	-0,15
Tőkeáttétel (saját tőke/	<u>-0,23</u>	<u>-0,18</u>	0,07	-0,14

	Választott működési kockázati módszertan kódja	AMA felügyeleti elfogadásának ténye	AMA bevezetésének szándéka (kinyilvánított aspiráció)	Külső működési kockázati adatbázis-tagsággal rendelkezés
mérlegfőösszeg (%)				
Tőkejellegű források/ összes kötelezettség (%)	<u>-0,23</u>	-0,15	0,09	-0,04
Nettó kamatmarzs (%)	<u>-0,23</u>	-0,11	0,00	-0,09
Eszköz arányos jövedelem (ROAA) (%)	-0,01	0,01	0,09	-0,10
Sajáttőke-arányos jövedelem (ROAE) (%)	0,04	0,06	0,06	-0,08
Költség/ működési eredmény mutató (%)	0,11	0,13	0,04	<u>0,21</u>
Nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg (%)	<u>-0,28</u>	-0,13	0,15	-0,13
Nettó hitelállomány / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	-0,12	0,02	<u>0,19</u>	0,06
Likvideszközök / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	<u>0,35</u>	<u>0,23</u>	-0,03	<u>0,20</u>

Megjegyzés: Egyszeres aláhúzással (\_\_\_-val) kerültek jelölésre az 5%-os szignifikancia szinten szignifikáns összefüggések, kétszeres aláhúzással (\_-val) kerültek jelölésre az 1%-os szinten szignifikáns adatok

A működési kockázati módszerválasztás azonban az eredményességgel (ROAA, ROAE alapon) nem mutat szignifikáns kapcsolatot<sup>73</sup>. Egyedül a 2008-as mintában volt az megfigyelhető, hogy az AMA felügyeleti elfogadásának ténye negatív kapcsolatot mutatott az eszközalapú eredményességgel. A 27. táblázat azt mutatja, hogy működési kockázati módszertan fejlettségi sorrendben csökken az átlagos eszközarányos jövedelem, miközben növekszik az átlagos sajáttőke arányos jövedelem. A 2009-es

<sup>73</sup> Eredményeinket véhetőleg befolyásolhatja, hogy a jelenleg is tartó pénzügyi és gazdasági válság banki eredményességi adatokat használtuk, de ezt a hatást nem tudjuk kiszűrni a jelenlegi mutatók kapcsolatának elemzése során.

mintában már enyhe emelkedést látunk módszerfejlettség függvényében mindkét jövedelemmutatóra.

27. táblázat: Átlagos eszközarányos jövedelem, illetve saját tőke arányos jövedelem működési kockázati módszertanalapú kategóriák szerint (átlagos értékek)

Választott működési kockázati módszertan	2008-as minta (2007. végi értékek)		2009-es minta (2009. végi értékek)	
	Eszköz arányos jövedelem (ROAA) (%)	Sajáttőke-arányos jövedelem (ROAE) (%)	Eszköz arányos jövedelem (ROAA) (%)	Sajáttőke-arányos jövedelem (ROAE) (%)
Bázel I	1,19	14,83	0,18	3,11
BIA	1,19	13,04	0,02	-0,89
TSA	0,87	14,37	0,25	1,56
AMA	0,85	14,93	0,25	3,28
Teljes minta	0,92	14,53	0,22	2,15

Annak érdekében, hogy megnézzük, hogy a módszertanra vonatkozó túlzott részletezettség jelenti a szignifikáns kapcsolat létének hiányát megnéztem két újabb változó-újrakódolást is, kizárólag a Bázel II-t már bevezetett bankokra alkalmazva:

Módszerfejlettség: 0 = egyszerűbb módszert alkalmazó bankok (BIA, TSA), 1 = fejlett módszert alkalmazó bankok (AMA)

Bevezetni kívánt módszertanra vonatkozó fejlettségmutató: 0 = egyszerűbb módszert alkalmazó bankok (BIA, TSA), 1 = fejlett módszert alkalmazó bankok (AMA), továbbá AMA-t bevezetni szándékozó bankok

A 28. táblázat eredményei azonban azt mutatják, hogy az előzőekben definiált módszerfejlettségi mutató és méretindikátorok között van szignifikáns kapcsolat, nagyobb intézmény nagyobb valószínűséggel alkalmaz fejlettebb módszert. Ugyanakkor, ha fejlettségi mutatóba bele vesszük az AMA bevezetésének szándékát is, akkor több méretmutatóval is szignifikáns pozitív a kapcsolat.



28. táblázat: Banki méret, illetve eredményességi adatok és a választott működési kockázati módszertan fejlettsége közötti Kendall tau-b alapú korrelációs táblázat

	2008-as minta (2007. végi értékek)		2009-es minta (2009. végi értékek)	
	Módszerfejlettség (0= egyszerűbb, 1=fejlett)	Bevezetni kívánt módszertanra vonatkozó fejlettségmutató	Módszerfejlettség (0= egyszerűbb, 1=fejlett)	Bevezetni kívánt módszertanra vonatkozó fejlettségmutató
Összes alapvető (tier 1) tőke (mUSD)	<u>0,33</u>	<u>0,23</u>	<u>0,35</u>	<u>0,28</u>
Gazdasági tőke (mUSD)	<u>0,54</u>	<u>0,44</u>	<u>0,29</u>	<u>0,42</u>
Működési kockázati tőkekövetelmény (mUSD)	0,29	0,16	<u>0,37</u>	<u>0,42</u>
Mérlegfőösszeg (mUSD)	<u>0,32</u>	<u>0,21</u>	<u>0,37</u>	<u>0,27</u>
Betétek és rövid távú források (mUSD)	<u>0,31</u>	<u>0,19</u>	<u>0,30</u>	<u>0,20</u>
Saját tőke (mUSD)	<u>0,34</u>	<u>0,26</u>	<u>0,34</u>	<u>0,32</u>
Nettó eredmény (mUSD)	<u>0,31</u>	<u>0,22</u>	0,17	<u>0,19</u>
Hitelezési céltartalék / Bruttó hitelállomány (%)	0,01	0,10	0,06	0,03
Tőke megfelelési mutató (%)	-0,05	-0,09	0,06	-0,04
Tőkeáttétel (saját tőke/ mérlegfőösszeg) (%)	-0,09	-0,01	-0,05	0,03
Tőkejellegű	-0,10	-0,03	-0,06	0,02

	2008-as minta (2007. végi értékek)		2009-es minta (2009. végi értékek)	
	Módszerfejltség (0= egyszerűbb, 1=fejlett)	Bevezetni kívánt módszertanra vonatkozó fejlettségmutató	Módszerfejltség (0= egyszerűbb, 1=fejlett)	Bevezetni kívánt módszertanra vonatkozó fejlettségmutató
források/ összes kötelezettség (%)				
Nettó kamatmarzs(%)	-0,02	0,02	-0,02	0,00
Eszköz arányos jövedelem (ROAA) (%)	-0,04	-0,01	-0,03	0,02
Sajáttőke-arányos jövedelem (ROAE) (%)	0,06	0,00	0,00	0,04
Költség/ működési eredmény mutató (%)	0,16	<u>0,24</u>	0,13	0,17
Nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg (%)	-0,15	-0,10	<u>-0,21</u>	-0,07
Nettó hitelállomány / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	-0,09	-0,02	-0,11	0,08
Likvideszközök / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	0,04	0,02	<u>0,23</u>	<u>0,19</u>

Megjegyzés: Egyszeres aláhúzással (\_\_\_-val) kerültek jelölésre az 5%-os szignifikancia szinten szignifikáns összefüggések, kétszeres aláhúzással ( \_-val) kerültek jelölésre az 1%-os szinten szignifikáns adatok

Visszatérve a 26. táblázat eredményeinek elemzésére azt láthatjuk, hogy a 2008-as mintán az AMA bevezetésének szándéka önálló módon egyedül a betéti jellegű és rövid távú források méretével van szignifikáns kapcsolatban (negatív kapcsolatban), így ebben a formában ez önmagában nem jelent intuitív eredményt. Bár az

megfigyelhető, hogy a méretet jelző indikátorokkal negatív a korreláció, ami azt jelenti, hogy a mintánkhoz képest az AMA bevezetést fontoló intézmények kisebb méretűek. A 2009-es mintán a tőke-megfelelési mutatóval és hitelállomány / rövidtávú forrás mutatóval szignifikáns a kapcsolat (negatív, illetve pozitív). A külső adatbázistagság nem meglepő módon a méretindikátorokkal szignifikáns pozitív kapcsolatban van, azaz a nagyobb intézmények inkább tagok külső adatbázisokban. Ugyanakkor érdekesség azt látni, hogy negatív a kapcsolat a működési kockázati adatbázis tagság és a tőkemegfelelési mutató, illetve saját tőke/ mérlegfőösszeg arányaként értelmezett tőkeáttételi mutató között (bár a 2009-es mintán nem szignifikáns módon). Azaz a külső adatbázisok tagjai relatíve alacsonyabb tőkésítettségűek.

A tőkemegfelelés mutatón kívüli egyéb tőkekövetelményre vonatkozó arányszámok és a működési kockázati módszertan fejlettségi mutató kapcsolatára vonatkozó eredményeket a 29. táblázat tartalmazza. A 2008-as mintában egyedül az alapvető tőke / saját tőke mutatóval mutat a módszerfejlettséggel szignifikáns kapcsolatot (negatív kapcsolat). Azaz a fejlett módszert alkalmazó, vagy alkalmazni szándékozó intézmények saját tőkéjén belül alacsonyabb a relatíve stabilabb alapvető tőke. A működési kockázati tőkekövetelmény gazdasági tőkén belüli részarányával a módszerfejlettség pozitív korrelációt mutat, ami azt jelenti, hogy az AMA-s bankoknak relatíve magas a működési kockázati tőkekövetelménye. Ez meglepő, hiszen a szakirodalom és a piaci tapasztalatok alapján relatíve alacsonyabb tőkekövetelményt várnánk. Mindenesetre üdvözlendő lehet szabályozói szempontból, ha az áll a háttérben, hogy azon intézmények próbálnak fejlettebb módszereket alkalmazni, akiknek nagyobb a kockázatuk. Ezzel az eredménnyel viszont pont ellentétes képet mutat a működési kockázati tőkekövetelmény / mérlegfőösszeg aránnyal fennálló negatív, bár nem szignifikáns kapcsolat. Ebből az lenne kikövetkeztethető, hogy relatíve mégiscsak alacsonyabb a működési kockázati tőkekövetelménye az AMA-s bankoknak. 2009-es mintára az előjelek gyakorlatilag megegyeznek a 2008-as mintára jelzettekkel, bár itt csak az aspirációt is figyelembevevő fejlettségmutató és a működési kockázati tőkekövetelmény / gazdasági tőke között szignifikáns a kapcsolat (pozitív előjellel). A működési kockázati tőkekövetelmény/ gazdasági tőke, működési kockázati tőkekövetelmény/ mérlegfőösszeg illetve módszerválasztás közötti korreláció inszignifikanciájából önmagában nem tudunk erőteljes következtetést levonni.

29. táblázat: Módszertani fejlettség és tőke megfelelésre, tőkeellátottságra vonatkozó adatok

	2008-as minta (2007. végi értékek)		2009-es minta (2009. végi értékek)	
	Módszerfejlettség (0= egyszerűbb, 1=fejlett)	Bevezetni kívánt módszertanra vonatkozó fejlettségmutató	Módszerfejlettség (0= egyszerűbb, 1=fejlett)	Bevezetni kívánt módszertanra vonatkozó fejlettségmutató
Működési kockázati tőkekövetelmény/ gazdasági tőke	0,3587	0,3290	0,2200	<u>0,2980</u>
Működési kockázati tőkekövetelmény/ mérlegfőösszeg	0,0060	0,0706	-0,1190	0,0010
Alapvető tőke / saját tőke	<u>-0,1740</u>	<u>-0,2382</u>	-0,1090	-0,1210

Megjegyzés: Egyszeres aláhúzással (\_\_\_-val) kerültek jelölésre az 5%-os szignifikancia szinten szignifikáns összefüggések, kétszeres aláhúzással (=-val) kerültek jelölésre az 1%-os szinten szignifikáns adatok

Külön táblázatban nincs prezentálva, de vizsgáltam a fejlett módszer alkalmazásának ténye és az elmúlt 12 havi működési kockázati veszteség között fennálló kapcsolatot is. A 2008-as mintára a statisztikai számítások gyenge pozitív, nem szignifikáns kapcsolatot mutatnak (15% körüli korrelációs mérték,  $p=26\%$ ), míg a 2009-es mintára már 1 százalékos szinten szignifikáns kapcsolatot mutatnak (29% körüli korrelációs mérték,  $p=0,3\%$ ), ami arra engedne következtetni, hogy az AMA-s bankoknak nagyobb működési kockázati vesztesége. Ebből az eredményből nem csak a 2008-ra vonatkozó szignifikancia hiánya miatt nem vonhatunk le messzemenő következtetéseket, hanem amiatt sem, mert fennállhat riportolás miatti torzítás („reporting bias”), ugyanis fejlettebb intézmények vélhetően transzparensbbek és jobban detektálják működési kockázati veszteségeiket, mint a kevésbé fejlett intézmények.

Feltáró elemzéseim végén pedig megvizsgáltam az elmúlt 12 havi működési kockázati veszteség teljes nettó eredményhez viszonyított arányának a két alapvető eredményességi mutatóval (ROAA, ROAE) fennálló kapcsolatát. A 2008-as mintára mindkét esetben szignifikáns negatív kapcsolatot kaptunk, a 2009-es mintára pedig

enyhe pozitív, de nem szignifikáns kapcsolatot találtam. Ez azt jelentheti, hogy 2007-es pénzügyi évben a relatíve nagyobb működési kockázati veszteségeket elszenvedő bankok eredményessége is rosszabb. Ugyanakkor a 2009-es évben, amikor a hitelkockázatok realizálódtak, illetve a pénzügyi műveletekből nyereség realizálódhatott, akkor nem szignifikáns a működési kockázati veszteség és a teljes eredmény közötti kapcsolat.

30. táblázat: *Elmúlt 12 havi működési kockázati veszteségadatok és nyereségességi mutatók közötti kapcsolat*

	Működési kockázati veszteség / nettó eredmény (%)	
	2008-as minta (2007. végi értékek)	2009-es minta (2009. végi értékek)
Eszköz arányos jövedelem (ROAA) (%)	<u>-0,3140</u>	0,0460
Sajáttőke-arányos jövedelem (ROAE) (%)	<u>-0,3061</u>	0,0350

Megjegyzés: Egyszeres aláhúzással (—-val) kerültek jelölésre az 5%-os szignifikancia szinten szignifikáns összefüggések, kétszeres aláhúzással (==val) kerültek jelölésre az 1%-os szinten szignifikáns adatok

### V.1.3. Logisztikus regresszió-elemzés

Kiinduló hipotézisünk tesztelése érdekében egy regressziós modellt futtattam. A függő változó az alkalmazott működési kockázati módszertan fejlettsége. Mivel csupán az eredményességre van kiinduló hipotézisünk ezért a modellépítés során a lépéses (ún. „stepwise”) megközelítést alkalmaztam. Ebben az esetben több potenciálisan releváns adattal próbáltam magyarázni a függő változóként megjelenő modellfejlettségi paramétert, majd az SPSS programcsomag visszafelé fejtve („backward elimináció”) ejtette ki a nem szignifikáns, illetve a többi elemhez képest relatíve kevés magyarázóerővel bíró adatokat.

A következő független változók kerültek be a regressziós modellbe (az egyes változók tartalma megtalálható a 40. táblázatban): CAPFLIAB, CAPRATIO, COSTINCO, DEPSHFUN, EQASSETS, EQUITY, LIQSTFUN, LOANASSE, LOANDEPO,

LOANLOSS, NETINCOM, NIM, ORLOSS, ROA, ROE, TIER1, TIER1\_CA (Alapvető tőke / saját tőke: TIER1 / EQUITY), TOTASSET

Mivel a függő változó egy dummy típusú változó, ezért logisztikus regressziót alkalmazok.

Az algoritmus eredményeként a 31. táblázat eredményéhez jutottunk. Lévén megfigyelt működési kockázati veszteségadattal az intézmények közül csak 66 rendelkezik, más adathiányok is előfordulnak ezért mindössze 50 megfigyelés esetében állt rendelkezésre az összes változó, így 50 megfigyelésen alapul a regressziós elemzés a 2008-as mintára, a 2009-es mintára viszont 77 elemű mintából indulhattunk ki. Az eredmények azt mutatják, hogy az iteráció végén minimum 10%-os szinten szignifikáns koefficiensekhez jutottunk. A méretindikátorok közül a mérlegfőösszeg került be a végső modellbe szignifikáns változóként. A tőkejellegű források / összes kötelezettség negatív koefficiens értéke egybevágh a korrelációs elemzésekkel, miszerint minél kevésbé vannak az idegen források között tőkejellegű források annál inkább alkalmaznak a bankok fejlett módszereket. Az eredményességi mutatók vegyes képet adnak (költség-eredmény mutató pozitív, ROAA negatív, ROAE pozitív, nettó kamatmarzs rendkívüli mértékben pozitív), ami összességében szinte inszignifikáns hatást eredményezhet a 2008-as mintára. Az alapvető tőke / saját tőke arány pedig a korrelációs elemzések alapján vártaknak megfelelően negatív együtthatóval rendelkezik, szignifikáns módon. A modell magyarázóereje jónak számít, a Nagelkerke  $R^2$  65% körüli értéket mutat. Érdekes azonban figyelembe venni, hogy a Nagelkerke  $R^2$  mutató mindig nagyobb mint a Cox & Snell mutató. A 2009-es mintában már más mutatók lettek szignifikánsak és érdekes módon a mérlegfőösszeg nem maradt benne az egyenletben.

31. táblázat: Regressziós eredmények I. (logisztikus regresszió)

2008-as minta

Függő változó: Módszerfejlettség	B	Exp(B)	Szignifikancia
Mérlegfőösszeg	0,000002	1,00	0,0534
Tőkejellegű források / összes kötelezettség	-0,564410	0,57	0,0656
Nettó kamatmarzs	5,726385	306,86	0,0144
ROAA	-19,538837	0,00	0,0175

2008-as minta

Függő változó: Módszerfejlettség	B	Exp(B)	Szignifikancia
ROAE	0,728156	2,07	0,0138
Költség eredmény mutató	0,082612	1,09	0,0214
Hitelállomány/ mérlegfőösszeg	0,091511	1,10	0,0828
Alapvető tőke / saját tőke	-15,005108	0,00	0,0074

2009-es minta

Függő változó: Módszerfejlettség	B	Exp(B)	Szignifikancia
Működési kockázati veszteségek	0,001000	1,00	0,0430
Nettó jövedelem	0,000000	1,00	0,1280
Tőkemegfelelési mutató	0,316000	1,37	0,0120
Tőkeáttétel (saját tőke/ eszközök)	-0,594000	0,55	0,0020
Alapvető tőke/ saját tőke	-1,649000	0,19	0,0500

	2008-as minta		2009-es minta	
	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> típusú mutatók	0,4885	0,6513	0,3450	0,4610

Az említett módon a fenti következtetések a 2008-as mintára mindössze 50 megfigyelésen alapulnak, ezért a robosztusabb, és intuitívabb eredmények elérése érdekében lefuttattam úgy, hogy csak a visszafelé lépegetős regresszió-elemzés („backward” elimináció) 31. táblázatban bemutatott végső egyenletét futtattam le, immáron 90 bankra, amelyek már Bazel II. rendszerben működnek. A modell varianciamagyarázó ereje egyértelműen csökkent (Nagelkerke R<sup>2</sup> 36% körüli értéket mutat), mégis az eredmények intuitívabbakká váltak. A 32. táblázat tartalmazza az eredményeket. A regressziós elemzés azt sugallja, hogy a mérlegfőösszeg, a nettó kamatmarzs és a sajáttőke-arányos nyereség növekedése hat inkább a fejlettebb módszerek alkalmazásának irányába, míg az egyszerűbb módszerek irányába hat az alapvetőtőke/ saját tőke arány, illetve az eszközarányos nyereség mutatók növekedése. Érdekes módon a sajáttőke-arányos, illetve eszközarányos nyereség mutatók külön-külön történő szerepeltetésekor ezen mutatókhoz tartozó koefficiensek inszignifikánssá

válnak, mindkét változó kihagyásával ugyanakkor a maradék változó szignifikánssá válnak. Tehát összességében az eredményességi mutatók közül a nettó kamatmarzs mégiscsak szignifikánsan pozitív magyarázóerővel bíró mutatóvá vált a modellben. A 2009-es mintában ezzel a módosított módszerrel csupán 3 új elemet tudunk bevonni a vizsgálatba, így nem meglepő az, hogy sem a magyarázó erő, sem az előjelek nem változtak lényegesen.

32. táblázat: Regressziós eredmények II. (logisztikus regresszió)

2008-as minta

Függő változó: Módszerfejlettség	B	Exp(B)	Szignifikancia
Mérlegfőösszeg	0,000001	1,00	0,0021
Nettó kamatmarzs	0,868614	2,38	0,0118
Alapvető tőke / saját tőke	-3,100908	0,05	0,0005
ROAE	0,155032	1,17	0,0175
ROAA	-3,079564	0,05	0,0239

2009-es minta

Függő változó: Módszerfejlettség	B	Exp(B)	Szignifikancia
Működési kockázati veszteségek	0,001000	1,00	0,0400
Nettó jövedelem	0,000000	1,00	0,1150
Tőkemegfelelési mutató	0,305000	1,36	0,0130
Tőkeáttétel (saját tőke/ eszközök)	-0,582000	0,56	0,0010
Alapvető tőke/ saját tőke	-1,632000	0,20	0,0550

	2008-as minta		2009-es minta	
	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> típusú mutatók	0,2704	0,3605	0,3560	0,4750

Ugyanezen modelleket lefuttattam úgy is, hogy a fejlettségmutatóba az AMA módszer kívánt, nyilvánosan bejelentett bevezetési szándékát is belevettem. Az eredményeket tartalmazó



33. táblázat a 31. táblázathoz hasonló módon a „backward” elimináció eredményeit láthatjuk. A 34. táblázatban pedig köszönhetően a módszer és mutatóválasztásnak a 32. táblázat regressziós eredményeinél bővebb mintán futtatott regressziót láthatjuk. A következtetések szempontjából érdekesebb 34. táblázat alapján azt láthatjuk, hogy a koefficiensek legfeljebb 5%-os szinten szignifikánsak a 2008-as mintára. A 2009-es mintára több nem szignifikáns mutató is van. A mérlegfőösszeg és kamatmarzs növekedése a fejlett módszer irányába mutat, míg a betéti és rövidtávú források állományának növekedése és az alapvető tőke összes saját tőkéhez viszonyított arányának növekedése az egyszerűbb módszerek irányába hat. A 2008-as mintára ezen modellek magyarázóereje némileg kisebb, mint a 31. táblázatban, 32. táblázatban bemutatott becslési eredmények esetében, amellet, hogy a bevezetési szándék természetesen bizonytalanságot hordozhat magában. A 2009-es mintára a mérlegfőösszeg már nem játszik szerepet, így némileg intuícióval ellentétes eredményeket kapunk.

33. táblázat: *Regressziós eredmények III. (logisztikus regresszió)*

2008-as minta:

Függő változó: Bevezetni kívánt módszertanra vonatkozó fejlettségmutató	B	Exp(B)	Szignifikancia szint
Betétek és rövidtávú források	-0,00001	1,00	0,0306
Nettó eredmény	-0,00060	1,00	0,0088
Nettó kamatmarzs	1,04416	2,84	0,0238
ROAE	0,14928	1,16	0,0386
Alapvető tőke/ saját tőke	-5,26119	0,01	0,0050
Mérlegfőösszeg	0,00001	1,00	0,0134

2009-es minta:

Függő változó: Bevezetni kívánt módszertanra vonatkozó fejlettségmutató	B	Exp(B)	Szignifikancia szint
Működési kockázati veszteség	0,00000	1,00	0,3830
Betétek és rövid távú források	0,00000	1,00	0,0320
Saját tőke	0,00000	1,00	0,0190
Tőke megfelelési mutató	0,37400	1,45	0,0360
Tőkeáttétel (saját tőke/ mérlegfőösszeg)	-0,81600	0,44	0,0010
ROAA	2,04900	7,76	0,1220
ROAE	-0,14900	0,86	0,0650
Nettó hitelállomány / (ügylél- és rövid távú források)	0,02100	1,02	0,0410
Alapvető tőke/ saját tőke	-2,18800	0,11	0,0970

	2008-as minta		2009-es minta	
	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> típusú mutatók	0,3715	0,4954	0,4440	0,5930

## 34. táblázat: Regressziós eredmények IV. (logisztikus regresszió)

2008-as minta

Függő változó: Bevezetni kívánt módszertanra vonatkozó fejlettségmutató	B	Exp(B)	Szignifikancia szint
Alapvető tőke/ saját tőke	-1,351202	0,258929	0,0143
Mérlegfőösszeg	0,000007	1,000007	0,0063
Betétek és rövidtávú források	-0,000007	0,999993	0,0154
Nettó kamatmarzs	0,232086	1,261228	0,0869

2009-es minta

Függő változó: Bevezetni kívánt módszertanra vonatkozó fejlettségmutató	B	Exp(B)	Szignifikancia szint
Működési kockázati veszteség	0,00000	1,00	0,4370
Betétek és rövid távú források	0,00000	1,00	0,0670
Saját tőke	0,00000	1,00	0,0310
Tőke megfelelési mutató	0,19900	1,22	0,1380
Tőkeáttétel (saját tőke/ mérlegfőösszeg)	-0,59300	0,55	0,0010
ROAA	0,80900	2,25	0,4510
ROAE	-0,03300	0,97	0,5520
Nettó hitelállomány / (ügyfél- és rövid távú források)	0,01500	1,02	0,1100
Alapvető tőke/ saját tőke	-0,89700	0,41	0,3440

	2008-as minta		2009-es minta	
	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> típusú mutatók	0,1784	0,2379	0,4110	0,5480

#### V.1.4. A bankok csoportjai - klaszterelemzés

A nemzetközi minta elemzése során érdemes megvizsgálni, hogy a képezhető csoportokban mennyire játszanak szerepet a működési kockázati tényezők. Mivel nem volt előzetes hipotézisünk arra vonatkozóan, hogy a vizsgált bankokból hány klaszter képezhető, ezért hierarchikus klaszterezést végeztünk az SPSS-el, előre nem definiált klaszterszámmal. Az alkalmazott módszer az SPSS programcsomag által megadott alapbeállítás szerinti „csoportok közötti kapcsolaton” alapuló négyzetes euklideszi távolságon alapuló hierarchikus klaszterezési módszer (power faktor: 2, root faktor: 2) A hierarchikus klaszterelemzés eredményeként 5 elkülönülő klaszter jött létre, az elemzésbe az összes releváns adattal rendelkező bank figyelembevételre került. A 35. táblázat mutatja az 5 csoport különböző mutatók szerinti átlagos értékeit. A klaszterezés dendrogramjait a mellékletben található 28. ábra mutatja. A létrejött különálló csoportok számának ellenőrzésére aztán nem hierarchikus, k-középpontú klaszterezést alkalmaztam. Az egyes klaszterekre vonatkozó eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza.

35. táblázat: Egyes klaszterek jellemzői

2008-as minta

<b>Klaszterek és átlagos mutató értékek</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<i>Mérlegfőösszeg (mUSD)</i>	681 727	260 095	2 570 498	1 341 934	2 003 051
<i>Módszerfejlettség (0= egyszerűbb, 1=fejlett)</i>	0,47	0,22	0,75	0,70	0,80
<i>AMA bevezetésének szándéka</i>	0,18	0,19	0,00	0,00	0,00
<i>Saját tőke (mUSD)</i>	34 508	15 878	86 039	68 683	100 260
<i>Alapvető tőke / saját tőke (%)</i>	0,82	0,90	0,74	0,74	0,71
<i>Hitelezési céltartalék / Bruttó hitelállomány (%)</i>	1,18	1,22	1,66	1,65	1,52
<i>Tőke megfelelési mutató (%)</i>	10,27	12,35	11,83	11,59	10,90
<i>Tőkeáttétel (saját tőke/ mérlegfőösszeg) (%)</i>	5,00	6,91	3,45	5,10	5,12
<i>Nettó kamatmarzs (%)</i>	1,55	2,10	1,04	1,39	1,57
<i>Eszköz arányos jövedelem (ROAA) (%)</i>	0,69	1,01	0,58	0,63	0,36
<i>Saját tőke-arányos jövedelem (ROAE) (%)</i>	13,05	15,45	16,37	11,79	4,51
<i>Költség/működési eredmény mutató (%)</i>	62,19	55,49	61,61	58,68	74,71

<b>Klaszterek és átlagos mutató értékek</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<i>Nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg (%)</i>	50,99	59,25	26,33	45,65	39,28
<i>Nettó hitelállomány / (ügyműködési- és rövid távú források) (%)</i>	80,42	104,20	35,08	68,32	53,03
<i>Likvideszközök / (ügyműködési- és rövid távú források) (%)</i>	5,43	9,40	6,06	14,20	26,35
<b>Klaszterek tagjainak száma</b>	17	36	4	10	5

## 2009-es minta

<b>Klaszterek és átlagos mutató értékek</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<i>Mérlegfőösszeg (mUSD)</i>	2 138 843	673 785	1 249 567	233 454	3 111 902
<i>Módszerfejlettség (0= egyszerűbb, 1=fejlett)</i>	0,67	0,41	0,75	0,16	0,75
<i>AMA bevezetésének szándéka</i>	0,00	0,27	0,08	0,16	0,00
<i>Saját tőke (mUSD)</i>	107 807	27 478	66 660	15 941	72 922
<i>Hitelezési céltartalék / Bruttó hitelállomány (%)</i>	2,02	1,48	2,35	2,46	1,54
<i>Tőke megfelelési mutató (%)</i>	11,86	11,41	12,44	13,80	12,23
<i>Tőkeáttétel (saját tőke/ mérlegfőösszeg) (%)</i>	5,13	4,17	5,30	7,43	2,31
<i>Nettó kamatmarzs (%)</i>	1,78	1,48	2,04	2,63	0,78
<i>Eszköz arányos jövedelem (ROAA) (%)</i>	0,01	0,16	0,30	0,37	-0,33
<i>Saját tőke-arányos jövedelem (ROAE) (%)</i>	-1,23	0,76	2,60	5,73	-7,58
<i>Költség/működési eredmény mutató (%)</i>	79,15	104,96	78,11	55,97	96,05
<i>Nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg (%)</i>	43,21	51,83	48,76	58,79	23,88
<i>Nettó hitelállomány / (ügyműködési- és rövid távú források) (%)</i>	73,01	91,42	76,45	94,74	68,64
<i>Likvideszközök / (ügyműködési- és rövid távú források) (%)</i>	47,08	37,66	34,96	21,25	65,41
<b>Klaszterek tagjainak száma</b>	6	22	12	51	4

A 2008-as mintában az első klaszter 17 a teljes mintaátlagnál kisebb, de átlaghoz közelítő, közepes méretű intézményt tartalmaz (saját tőke-, illetve mérlegfőösszeg-alapon mérve), amelyek felerészben AMA módszert használnak, relatíve alacsony ROE

alapú jövedelmezőséggel, illetve a likvideszközök magas arányával bírnak. A második klaszter a mintaátlaghoz képest kisebb méretű, jellemzően egyszerűbb módszert alkalmazó bankokat tartalmaz (36 bank). A harmadik klaszterbe tartozó intézmények (4 bank) nagyméretűek, likvid eszköz állományuk alacsonyabb, nagyobb a tőkeáttételük és alapvetően 75 százalékban AMA módszert használnak. Az ebbe a kategóriába tartozó 4 banknál (HSBC Holdings, BNP Paribas, Barclays Bank, Deutsche Bank) befektetési banki üzletág fontossága okán alacsony hitelezés mérlegfőösszeghez mért aránya, továbbá alacsony a likvid eszközök aránya és alacsony a saját tőke és összes eszköz aránya. A negyedik csoportba 10 közepesnél nagyobb intézmény tartozik, jellemzően AMA módszert használnak és aktívabbak közé tartoznak hitelezésben (pl. Société General, Unicredit, de azért érdemes megjegyezni, hogy JP Morgan is ide került). Az ötödik klaszterbe 5 intézménybe került, melyek átlagosnál nagyobb méretűek (saját tőke és mérlegfőösszeg alapon), jellemzően AMA módszert használnak, magas a likvid eszközállományuk, de jövedelmezőségük alacsony volt 2007-ben (Citigroup, Bank of America Corporations, Mitsubishi UFJ Financial Group, Crédit AgricoleGroup, UBS).

2009-es mintában az első klaszterbe hat intézmény került, amelyek jellemzően AMA-s bankok, átlagosnál jóval nagyobb a méretük, 2008-ban nem szenvedtek el nagyon nagy veszteségeket. A második klaszterbe 22 intézmény került, átlagos méretűek, és mindössze 40 százalékuk alkalmaz AMA módszertant. A harmadik klaszterbe 12 intézmény került, melyek átlagosnál valamivel nagyobb méretűek, de 2008-ban relatíve jó jövedelmezőséget tudtak felmutatni, és nagyrészüket AMA-s bank. A negyedik klaszterbe 51 intézmény került, melyek kisebb méretűek, egyszerűbb működési kockázati módszereket használnak, és alapvető tevékenységük szempontjából fontos a hitelezés. Az ötödik kategóriába pedig négy intézmény került (Royal Bank of Scotland, BNP Paribas, Barclays Bank, Deutsche Bank) Ez a csoport alapvetően a veszteségessége, másrészt a hitelezési aktivitás mérethez képesti alacsony szintje miatt vált külön. Ezek a bankok is alapvetően AMA módszert használnak, kivéve Royal Bank of Scotland.

A korrektebb statisztikai eljárás érdekében sztenderdizált értékekre is lefuttattam a klaszterezést. A hierarchikus klaszterezés dendrogramjai megtalálhatóak a mellékletben. A 2008-as mintára így 4 klasztert azonosítottam, melyekben érdekes módon egy klaszterben egy intézmény a Nykredit Realkredit vált ki, vélhetően

alacsony likviditása és magas hitel/ ügyfélforrás aránya miatt. A 2-es klaszterbe a legnagyobb intézmények kerültek be, ebbe a klaszterben magas az AMA-s bankok aránya. Az 1-es és 3-as klaszterbe kisebb intézmények kerültek, de a 3-asban magasabb az AMA bevezetésének szándéka, és kisebb tőkeáttétellel rendelkező bankok kerültek be ebbe a csoportba. A 2009-es hasonló futtatásnál más eredmények jöttek ki. Kivált egy klaszterbe a Credit Suisse és Landesbank Baden-Württemberg (4-es klaszter). Az első klaszterbe pedig csupán 3 intézmény került: Nykredit, Swedbank és Kínai Agrárbank. A 2-es klaszterbe kisebb, magasabb tőkeáttételű intézmények kerültek (13 darab), míg a 3-as klaszterbe összesen 77 intézmény került.

36. táblázat: Egyes klaszterek jellemzői sztenderdizált értékeken

2008-as minta

<b>Klaszterek és átlagos mutató értékek</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Zscore: Mérlegfőösszeg (mUSD)	-0,37	1,25	-0,40	-0,71
Módszerfejlettség (0= egyszerűbb, 1=fejlett)	0,39	0,59	0,29	0,00
AMA bevezetésének szándéka	0,07	0,09	0,29	0,00
Zscore: Saját tőke (mUSD)	-0,50	1,05	0,01	-0,74
Zscore: Alapvető tőke / saját tőke (%)	0,56	-0,30	-0,57	0,82
Zscore: Hitelezési céltartalék / Bruttó hitelállomány (%)	-0,53	-0,05	0,10	-1,19
Zscore: Tőkemegfelelési mutató (%)	-0,50	-0,26	0,58	-0,68
Zscore: Tőkeáttétel (saját tőke/ mérlegfőösszeg) (%)	-0,54	-0,55	1,01	-0,34
Zscore: Nettó kamatmarzs (%)	-0,38	-0,63	0,36	-0,84
Zscore: Eszköz arányos jövedelem (ROAA) (%)	-0,19	-0,78	0,56	-0,89
Zscore: Saját tőke-arányos jövedelem (ROAE) (%)	0,41	-0,84	-0,01	-1,12
Zscore: Költség/ működési eredmény mutató (%)	-0,19	0,66	-0,25	-0,58
Zscore: Nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg (%)	0,44	-1,04	0,35	1,78
Zscore: Nettó hitelállomány / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	0,21	-0,56	0,10	8,61
Zscore: Likvideszközök / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	-0,39	0,42	0,02	-0,87
<b>Klaszterek tagjainak száma</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>1</b>

2009-es minta

<b>Klaszterek és átlagos mutató értékek</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Zscore: Mérlegfőösszeg (mUSD)	-0,66	-0,73	0,15	0,22
Módszerfejlettség (0=egyszerűbb, 1=fejlett)	0,00	0,23	0,38	0,50
AMA bevezetésének szándéka	0,00	0,00	0,18	0,50
Zscore: Saját tőke (mUSD)	-0,79	-0,50	0,12	-0,21
Zscore: Hitelezési céltartalék / Bruttó hitelállomány (%)	-0,98	1,60	-0,20	-0,63
Zscore: Tőke megfelelési mutató (%)	-0,11	1,42	-0,30	0,37
Zscore: Tőkeáttétel (saját tőke/ mérlegfőösszeg) (%)	-0,79	1,52	-0,17	-1,05
Zscore: Nettó kamatmarzs (%)	-0,31	1,58	-0,14	-1,04
Zscore: Eszköz arányos jövedelem (ROAA) (%)	0,02	-0,33	0,14	-0,98
Zscore: Saját tőke-arányos jövedelem (ROAE) (%)	0,30	-0,13	0,13	-1,44
Zscore: Költség/ működési eredmény mutató (%)	-0,21	-0,18	-0,12	5,94
Zscore: Nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg (%)	1,62	0,03	0,09	-1,37
Zscore: Nettó hitelállomány / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	3,61	-0,24	0,00	-0,73
Zscore: Likvideszközök / (ügyfél- és rövid távú források) (%)	-0,23	-0,32	-0,12	1,13
<b>Klaszterek tagjainak száma</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>77</b>	<b>2</b>

#### V.1.5 Megállapítások összegzése

A nemzetközi nagybankok mintájára alkalmazott többváltozós statisztikai módszerek megerősítették a bankok működési kockázati módszerválasztásával kapcsolatban azt, hogy fejlettebb módszereket a nagyobb intézmények nagyobb valószínűséggel választanak. A jövedelmezőség és a fejlett mérési módszer (AMA) választása közötti kapcsolat viszont nem bizonyul egyértelműnek, egyedi korrelációs és regressziós elemzések egymásnak ellentmondó, illetve nem szignifikáns eredményeket mutatnak. A klaszterelemzés alapján a bankokat öt kategóriába tudtuk sorolni többek között aszerint, hogy mekkora méretűek, mennyire jövedelmezőek, mennyire alkalmaznak fejlett mérési módszert.



## ***V.2. Magyarországi működési kockázati módszerválasztási kép elemzése***

Mint már a bevezetésben jeleztem, a hazai bankrendszerben 2008. január 1-jével bevezetett, az Európai Unióban általánosan alkalmazott, a Bázeli II irányelvekhez igazodó tőke-megfelelési szabályozás újdonsága a működési kockázat elkülönített kezelése. Amennyiben az egyes intézmények módszerválasztását tekintjük, megállapítható, hogy mind külföldön, mind a hazai gyakorlatban, a nagyobb intézmények alkalmaznak fejlettebb módszereket. Ez egyrészt azzal magyarázható, hogy fejlettebb módszerek bevezetésének nagyobbak a fix költségei, amit egy nagyobb intézmény rövid távon könnyebben tud kigazdálkodni, másrészt a hasznokat is jobban ki tudják használni. Összességében a működési kockázatok tudatos kezelése, az arra vonatkozó fejlettebb módszerek alkalmazása a pénzügyi rendszer stabilitásához hozzájáruló tényező.

### *V.2.1. Működési kockázati módszerválasztás mozgatórugói*

A 2008., 2009., 2010. végi adatok alapján is megállapítható, hogy a hazai bankok számszerű többsége az alapmutatóra épülő módszert alkalmazza, ugyanakkor, ha mérlegfőösszeg-, vagy éppen szavatolótőke- alapú részesedést nézünk, akkor a bankrendszer közel 80 százaléka alkalmaz sztenderdizált módszert (37. táblázat). 2008-ban a bankszektor mindössze egy kisebb méretű szereplője (a már említett WestLB, amely átalakult 2009-ben Milton, majd Gránit bank) alkalmazta a fejlett mérési módszert, 2009-re viszont 3 olyan intézmény is váltott az AMA módszer felé, amely korábban az egyszerűbb módszert alkalmazók között volt található. Így míg 2008-ban a hazai bankrendszerben lényegében BIA-s (ebből a szempontból „egyszerűbb intézmények”) és sztenderdizált módszert alkalmazókra (ebből a szempontból „fejlettebb intézmények”) oszlott meg a mezőny, most már 2009 végére szignifikánssá vált az AMA-t alkalmazó bankok mérlegfőösszeg- és szavatolótőke-alapú piaci részesedése (15-16 százalék). 2010-ben a korábban AMA módszert alkalmazó WestLB, illetve Gránit Bank visszatért a legegyszerűbb módszert jelentő BIA módszerre tulajdonosváltás miatt, viszont 2010-ben egy intézmény újonnan az AMA módszertanra tért át (UniCredit). Így 2010 végén 3 bank alkalmazta az AMA módszert. Érdemes megjegyezni, hogy a hazai bankszektorban meghatározó külföldi bankcsoportok leányvállalatainál nemcsak saját intézményméretük, hanem anyabanki

elvárások is meghatározóak lehetnek a működési kockázati módszerválasztás szempontjából, ráadásul bankcsoporti AMA módszerválasztás esetén a csoport materiális részét AMA módszerrel kell lefedni. Bár a 2008. végi állapot szerint az átlagos jövedelmezőségi értékek magasabbak voltak a módszerfejllettséggel, ugyanez nem volt megfigyelhető 2009-ben, de 2010-ben viszont ismét jellemző volt (37. táblázat). Azonban a 2010-ben a jövedelmezőségi folyamatokat jelentősen meghatározta a pénzüintézeti különadó, illetve egyes bankspecifikus folyamatok.

37. táblázat: Hazai bankok működési kockázati módszerválasztása és az egyes csoportok jellemzői

## 2008. végi állapot

Választott módszer	Intézmények száma	Mérlegfő-összeg-alapú részesedés	Szavatoló-tőke alapú részesedés	Átlagos mérlegfő-összeg (Mrd Ft)	Átlagos tőke-megfelelés	Átlagos ROE	Átlagos ROA
BIA	21	19,40%	18,06%	270	12,02%	5,12%	0,27%
TSA	13	80,42%	81,72%	1 805	10,84%	14,34%	1,02%
AMA	1	0,18%	0,22%				

## 2009. végi állapot

Választott módszer	Intézmények száma	Mérlegfő-összeg-alapú részesedés	Szavatoló-tőke alapú részesedés	Átlagos mérlegfő-összeg (Mrd Ft)	Átlagos tőke-megfelelés	Átlagos ROE	Átlagos ROA
BIA	19	6,46%	7,71%	99	16,66%	21,26%	0,50%
TSA	12	77,49%	77,59%	1 872	12,88%	13,89%	0,95%
AMA	4	16,05%	14,70%	1 164	12,94%	14,07%	0,74%

## 2010. végi állapot

Választott módszer	Intézmények száma	Mérlegfő-összeg-alapú részesedés	Szavatoló-tőke alapú részesedés	Átlagos mérlegfő-összeg (Mrd Ft)	Átlagos tőke-megfelelés	Átlagos ROE	Átlagos ROA
BIA	20	6,69%	7,29%	94	15,57%	-0,46%	-0,04%
TSA	12	76,96%	77,47%	1 806	13,06%	1,74%	0,15%
AMA	3	16,35%	15,24%	1 535	13,78%	8,59%	0,52%

Megjegyzés: 2008. végi, 2009. végi illetve 2010 végi nem konszolidált adatok.

Forrás: MNB.

A korrelációs elemzések a fenti táblázat inkább a mérlegfőösszeg-alapú méret-, illetve a tőkemegfelelési mutatóval való együtt-, illetve ellentétes mozgást erősítik meg, ugyanakkor működési kockázati módszerfejllettség alapján a bankok jövedelmezősége nem tér el szignifikánsan egymástól. (38. táblázat). A fejlettebb módszert alkalmazó

intézmények alacsonyabb tőke megfelelési mutatója egyrészt a hatékonyabb tőkegazdálkodással, másrészt a válság hatásaival lehet magyarázható.

38. táblázat: Működési kockázati módszertan és méret, jövedelmezőségi és tőke megfelelési mutatók összefüggései Kendall tau-b korrelációs mutatók alapján

Korrelációk (Kendall tau-b)	2007. végi adat			2008. végi adat			2009. végi adat		
	OR módszer- fejlettség*	P érték	N	OR módszer- fejlettség*	P érték	N	OR módszer- fejlettség*	P érték	N
TMM	-0,22	0,14	33	-0,30	0,03	35	-0,28	0,04	35
Mérlegfőösszeg	0,41	0,00	33	0,46	0,00	35	0,48	0,00	35
ROE	0,09	0,52	33	0,00	0,99	35	0,07	0,63	35
ROA	0,03	0,82	33	-0,04	0,75	35	0,00	1,00	35

Korrelációk (Kendall tau-b)	2010. végi adat		
	OR módszer- fejlettség*	P érték	N
TMM	-0,35	0,04	35
Mérlegfőösszeg	0,54	0,00	35
ROE	0,09	0,62	35
ROA	0,28	0,11	35

Megjegyzés: \*BIA=0. ; TSA=1; AMA=2

Forrás: MNB.

A hazai hitelintézetek közül 14 hazai bank (ebből kettő speciális intézet (Eximbank és MFB), illetve kettő bank két másik a konzorciumban résztvevő hazai leánybankja (FHB Kereskedelmi Bank és Unicredit Jelzálogbank) vesznek részt a HunOR adatbázisban. A módszerfejlettség tekintetében ebben az esetben is hasonló mintát látunk, mint a külső működési kockázati adatbázistagsággal rendelkező külföldi bankok esetében. 2010 végén a Bázel II. hatálya alá tartozó HunOR tagbankoknak és azon bankoknak, melyeknek anyabankjuk HunOR tag 83 százaléka sztenderdizált vagy fejlett mérési módszert követ, addig a nem HunOR bankok esetén ugyanez az arány mindössze 22 százalék. Tehát a hazai bankrendszerben is a külső adatbázistagság a

fejlettebb módszerek választásának irányába hat, a korrelációs elemzések is megerősítik ezt. (39. táblázat) Mindez az eddigiekben inkább a sztenderdizált módszer alkalmazásában, de 2009-ben fokozatosan az AMA módszer alkalmazásában is megtestesül, ahogy ez már 2009-ben két HunOR tag banknál be is következett<sup>74</sup>.

39. táblázat: Működési kockázati módszertan és HunOR tagság összefüggései

	2008 végén		2009 végén	
	HUNOR tagok	Többi bank	HUNOR tagok	Többi bank
BIA	3	18	2	17
TSA	9	4	8	4
AMA	0	1	2	2
Összesen	12	23	12	23
Mérlegfőösszeg alapú megoszlás	52,47%	47,53%	53,04%	46,96%

	Kendall tau-b korreláció HunOR tagsággal	p érték	N
OR módszerfejlettség* - 2008	0,47	0,01	35
OR módszerfejlettség* - 2009	0,48	0,00	35
OR módszerfejlettség* - 2010	0,54	0,00	35

Megjegyzés: \*BIA=0. , TSA=1; AMA=2. A táblázat adatai nem tartalmazzák a specializált hitelintézetek kategóriájába tartozó Exim, KELER és MFB adatait, bár érdemes megjegyezni, hogy az Eximbank és az MFB is önálló jogon HunOR tagok.

Forrás: MNB.

### V.2.2. Következtetések

Jelen elemzés a hazai bankrendszerben 2008. január 1-jével bevezetett Bazel II. konform tőke megfelelési szabályozás működési kockázati vonatkozásaira koncentrált. A szabályozás módszerválasztási lehetőséget biztosít a szabályozás alá eső hitelintézetek számára, így lehetőség nyílik egyszerűbb jövedelemindikátoron alapuló,

<sup>74</sup> Érdemes megjegyezni, hogy az a külső adatbázis tagság költségekkel jár, ami kis intézmények számára lehet kritikus méretű. Ugyanakkor egy közös adatbázis olyan módszertani keretet biztosíthat, a HunOR esetén ez szoftveres megoldás biztosításával párosul, ami a költségek ellenére vonzóvá teheti a működési kockázati adatbázisokat.

illetve fejlettebb valódi kockázatmérésen alapuló módszerek alkalmazására. Amennyiben az egyes intézmények módszerválasztását tekintjük, megállapítható, hogy mind a hazai gyakorlatban, mind a nagyobb külföldi intézmények esetén fejlettebb módszereket a nagyobb intézmények alkalmaznak, amit az magyarázhat, hogy egyrészt bevezetésének nagyobbak a fix költségei, amit egy nagyobb intézmény könnyebben tud működési kockázati projektjére szánni, ugyanakkor egy nagyobb intézmény a módszerfejlettségből fakadó tőkekövetelmény előnyöket ki tudja használni. A legfejlettebb, úgynevezett AMA módszert 2010. végi állapot szerint a hazai bankrendszerben három intézmény alkalmazta. Érdekes megjegyezni, hogy már nem csak kicsi intézmények érték el az AMA alkalmazhatósági kritériumokat, ahol feltételezhetően a teljes bankcsoport szintjén próbálják kihasználni a méretgazdaságosságból fakadó előnyöket és helyben viszonylag kis költséggel adoptálni a csoportszintű megközelítést (pl. önálló modell kialakítása helyett csoportszintű módszerek alkalmazása miatt). Összességében a működési kockázatok tudatos kezelése, az arra vonatkozó fejlettebb módszerek alkalmazása a pénzügyi rendszer stabilitásához hozzájáruló tényező, ami jelen válság körülményei között a pénzügyi kockázatok erősödésével párhuzamosan szintén nagyobb figyelmet érdemel.

Ezen elemzés folytatásaként a jövőben érdemes lenne a működési kockázati tőkeképzési módszerválasztást a hitelkockázattal összevetni, ahol szintén van lehetőség egyszerűbb és bonyolultabb módszer alkalmazására (sztenderd, illetve belső minősítésen alapuló módszer), továbbá hasznos lenne megvizsgálni ország-, illetve régió-specifikus tényezőket is a módszerválasztási mintákban.

### ***V.3. Összefoglalás***

A harmadik hipotézisemhez kapcsolódóan megállapítottam, hogy mind a nemzetközi, mind a hazai bankok között a nagyobb méretű intézmények hajlamosabbak fejlettebb működési kockázatkezelési módszereket alkalmazni, miközben a nyereségességgel nincsen szignifikáns kapcsolat. Egyúttal megállapítottam, hogy a működési kockázati módszerfejlettség és külső adatbázistagság között szoros a kapcsolat. Ezek az eredmények segíthetik megérteni a módszerválasztás mozgatórugóit, egyúttal felvetik a működési kockázaton kívüli kockázatok kezeléséhez kapcsolódó módszerválasztással történő összehasonlítás kérdését.

## VI. Összefoglalás, következtetések

Dolgozatomban a bankokat érintő működési kockázatokat és kockázatkezelési módszereket vizsgáltam.

A működési kockázat alatt az emberek, rendszerek, folyamatok nem megfelelő, esetleg hibás működéséből, vagy külső eseményekből fakadó veszteségek kockázatát értjük. (BIS [2004], EU [2006], Magyar Köztársaság Kormánya [2007]) A működési kockázat vizsgálatának szükségességét egyrészt a komplex pénzügyi intézményrendszer miatt növekvő kockázati kitettség, másrészt a szabályozási törekvések támasztják alá. Hazai tudományos publikációk, magyarországi bankrendszerre vonatkozó kutatások eddigiekben csak korlátozottan jelentek meg, ebből adódóan jelen disszertáció célja közé tartozik a magyar bankrendszerre vonatkozó működési kockázati kutatások gazdagítása.

A dolgozatomban elején bemutattam a működési kockázat jellemzőit (például eseménytípusok, gyakori, de kishatású események versus ritka, de nagyhatású események), szabályozását, a tőkekövetelmény allokációs módszereket, továbbá a szakirodalom és a kockázatkezelési gyakorlat legfontosabb jellemzőit foglaltam össze.

Disszertációmban a következő hipotéziseket vizsgáltam:

1. hipotézis: A működési kockázatmérési gyakorlatban általánosan alkalmazott Poisson gyakoriság- lognormális súlyosság modellkeret alátámasztható elméleti, stilizált keretrendszerben is, és az egyes megfigyelt hibapontokból robusztus becslés készíthető

2. hipotézis: A magyar bankrendszerben elszenvedett működési kockázati veszteségek és az intézményméret közötti kapcsolat pozitív

3. hipotézis:

A. alhipotézis - Minél nyereségesebb egy pénzügyi intézmény, annál inkább törekszik arra, hogy fejlettebb működési kockázati módszereket alkalmazzon.

B. alhipotézis - Minél egy nagyobb egy intézmény annál nagyobb lehetősége van fejlettebb működési kockázatkezelési módszerek alkalmazására

Az első hipotézisemhez kapcsolódva megállapítottam, hogy a szimulációval vizsgált, stilizált modellkeretben a működési kockázati veszteségek gyakorisági eloszlása a Poisson-eloszlással jól közelíthető; míg a súlyossági eloszlásra a lognormális eloszlás

nem mutat megfelelő illeszkedést, de a vastag eloszlásszélel rendelkező Pareto-eloszlás jó illeszkedéssel rendelkezik. Így a hipotézisemnek csak egyik része teljesült. A kapcsolódó matematikai szakirodalomban gyakran szereplő „első áttörési idő” (first hitting time) eloszlása komplexitást mutat empirikus vizsgálatainkban. Megvizsgáltuk a modellalapú előrejelzési lehetőségeket, és azt tapasztaltuk, hogy a múltbéli adatokból, kismintán építkező módszer torz értékeket (túl- vagy alulbecslést) eredményezhet. Az ATM hibákra készített modellezés megfelelő módszertani alapot jelent, ugyanakkor a látens kockázati folyamat visszabecslése is csak nagy hibafrekvencia mellett történhet megbízhatóan. A megfigyelt hibákból történő hibafolyamat visszabecslése még további elemzést igényel.

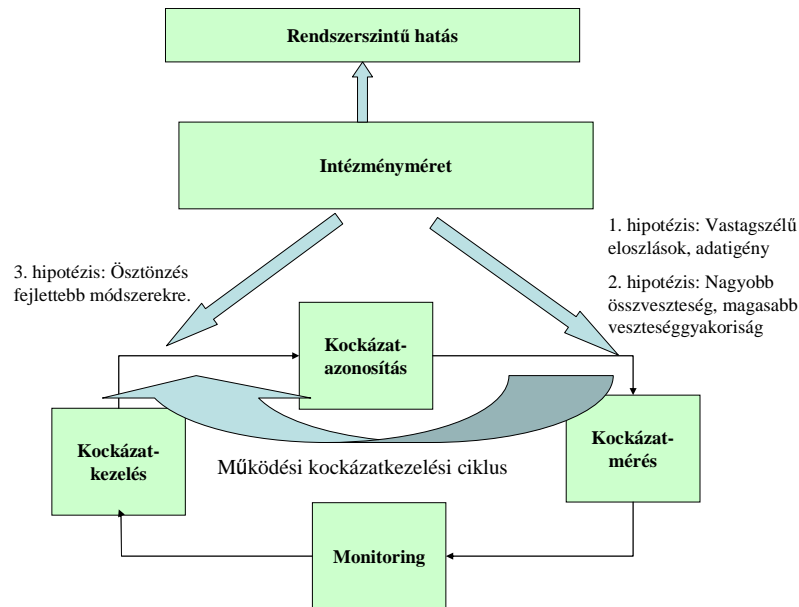
A második hipotézisemhez kapcsolódóan megállapítottam, hogy empirikus elemzésem alátámasztja azt, hogy hasonlóan a szakirodalomban már vizsgált külföldi bankszektorokhoz, bankcsoportokhoz a hazai bankrendszerben is szignifikáns a bruttó jövedelemalapú intézményméret és az adott időszakban elszenvedett működési kockázati összveszteség közötti kapcsolat. A bemutatott elemzésből való szilárd következtetés korlátozza a vizsgálható intézményminta alacsony száma, de emellett is előremutató eredményeket kaptam. Az elemzés alapján leginkább az intézményméret gyakorisági paraméterrel való összefüggése tekinthető erősnek, a veszteségmérettel kevésbé. Az egyedi veszteségek méretét pedig intézményméret kevésbé, míg üzletág és veszteségtípus nagyobb mértékben befolyásolja.

A harmadik hipotézisemhez kapcsolódóan megállapítottam, hogy mind a nemzetközi, mind a hazai bankok között a nagyobb intézmények hajlamosabbak fejlettebb működési kockázatkezelési módszereket alkalmazni, miközben a nyereségességgel nincsen szignifikáns kapcsolat.

A dolgozat eredményeit és azok kapcsolatát összegezve (27. ábra) a legfontosabb eredményünk az, hogy az intézményméret fontos befolyással bír a működési kockázati kitettségre, a módszerválasztásra. Azaz nagyobb intézmények potenciálisan nagyobb összveszteséget szenvedhetnek el, ugyanakkor a kockázatkezeléshez kapcsolódó fix költségek mellett jobban lehetnek ösztönözve fejlettebb módszerek alkalmazására. Ugyanakkor az esetlegesen nagyobb veszteségszám egyúttal robusztusabb modellezést tehet lehetővé, bár intézmények adatkonzorciumokban való együttműködése is segítheti a robusztus becslést. Mindenesetre ezek az eredmények egybevágó alapvető intuícióinkkal, ugyanakkor fontos kiemelni, hogy mindez a működési kockázathoz

kapcsolódó rendszerkockázati szempontból kedvező tendencia, mivel fontos, hogy a potenciálisan nagyobb rendszerkockázati hatással bíró intézmények tudatosabb kockázatkezelést alkalmazzanak.

27. ábra: A dolgozatban bemutatott hipotézisek kapcsán kapott eredmények és azok kapcsolata a működési kockázatkezelési ciklussal



Jelen pénzügyi és gazdasági válság során a pénzügyi kockázatok növekedése mellett akár a szinten maradó működési kockázatok is tovább rontják a hitelintézetek pozícióját, ráadásul a pénzügyi intézmények munkavállalói is többet hibázhatnak stresszhelyzetben. Ennek köszönhetően felerősödhet különböző kockázattípusok egymásra hatása, működési kockázati események hitelkockázati eseményeket idézhetnek elő, és fordítva (egyfajta endogenitás jelentkezik). Ráadásul jelen körülmények között a jogi kockázat is felértékelődik, mivel az ügyfelek nehezebb gazdasági körülmények között érzékenyebbé válnak, így a tisztességes piaci magatartás normáinak nem megfelelő betartásából (pl. nem megfelelően tájékoztatott ügyfeleknek túlzottan kockázatos termék eladása) fakadó esetleges jogi eljárások akár súlyos pénzügyi és reputációs veszteséget okozhatnak rontva, az amúgy sem kedvező banki jövedelmezőségi kilátásokat. Mindez azt jelenti, hogy a bankszektor kockázatainak értékelése szempontjából a működési kockázat továbbra is fontos tényező lesz.



## ***VI.1. Az eredményeink hasznosítási lehetőségei***

A disszertáció egyes eredményei az egyes érintett szereplők számára különböző módon hasznosíthatóak. A két legfontosabb szereplő a bankrendszer működési kockázatai szempontjából maguk a bankok, illetve a felügyeleti szerepet ellátó hatóságok.

A bankok működési kockázatkezelési gyakorlatának fejlesztéséhez járulhat hozzá a szimulációs modellkeretben bemutatott eredmények és a hazai bankrendszerben a működési kockázati veszteségparaméterek és intézményméret indikátorok közötti összefüggések feltárása. A szimulációs modellkeret egyrészt ötletet adhat a bankok számára kockázataik szofisztikáltabb modellezésére. A hazai bankrendszer veszteségadatai alapján bemutatott skálázási összefüggések pedig egyrészt segíthetik a nyilvánosságra kerülő működési banki veszteségek egyik bankról másik bankra történő skálázását, másrészt ösztönzést adhatnak a hazai bankrendszerben működő HunOR adatbázis tagjai számára a skálázási gyakorlat fejlesztésére. A működési kockázat mérését befolyásoló tényezők áttekintése és a hazai empirikus elemzés segítséget nyújthat a hazai bankoknak kockázatmérésük fejlesztésében. Mindez azért fontos, mert jelen válság is rávilágított arra, hogy a tudatosabb, komplexebb kockázatmérés, kockázatkezelés versenyelőnyt jelent.

A pénzügyi szabályozásért, felügyeletért felelős hatóságok számára is fontosak lehetnek eredményeim. Ugyanis az segít megérteni a bankrendszer működési kockázati kitettségeinek mozgatórugóit, az eredmény támpontot biztosíthat a működési kockázat rendszerszintű elemzéséhez, az elemzési eredmények alátámasztják az egyszerűbb működési kockázati tőkeallokációs módszereket. A viszonylag rövid idősor és az adatok jelentős szóródása azonban nem teszi lehetővé, hogy a jelenlegi működési kockázati tőkekövetelmény szintjének elégségességét megítéljük a hazai bankrendszerben, de a bemutatott módszerek az idősorok bővülésével segíthetik az elégségességre vonatkozó elemzések robusztusságát. Stabilitási szempontból kedvező, hogy a nagyobb intézmények hajlamosabbak fejlett módszerek alkalmazására. Hiszen nagyobb intézményeknek nagyobb lehet a rendszerkockázati hatása, így fontos az, hogy a bankrendszer szintjén fontosabb intézmények fejlettebb módszerek használják, persze a pozitív hatások csak akkor érhetőek el, ha az intézmények módszerei kellően transzparenssek és azt a felügyeleti hatóságok kellően alaposan validálni tudják.

## ***VI.2. További kutatási tervek***

Az elemzésem során a működési kockázatnak csak bizonyos speciális aspektusait emeltem ki. A jövőben érdemes lenne a sztochasztikus szimuláció alapú modellkeretet továbbfejleszteni, az ATM hibákon kívüli alkalmazási területre is kalibrálni a modellt. Egy ilyen modellkeret a gyakorlati felhasználók, azaz a kockázatkezelők számára is hasznos lenne. Az intézményméret és veszteségek hazai bankrendszerre vonatkoztatott elemzését érdemes lenne tovább bővíteni, egyrészt az idősorok bővülésével a különböző eloszlástípusok jelen dolgozatban bemutatott tesztelésénél teljesebb tesztelésével, másrészt extrém érték statisztikák alkalmazásával, továbbá egyedi szintű tőke megfelelés elégségesség elemzéssel. Végül pedig a módszerválasztás mozgatórugóinál érdemes lenne egyrészt a hitelkockázati módszerválasztással összehasonlítani a működési kockázati módszerválasztást, továbbá újabb időpontokra is megnézni a módszerválasztási körképet. Mindez segítheti megérteni a fejlettebb kockázatkezelés alkalmazásának mozgatórugóit.

## Irodalomjegyzék

### *Felhasznált irodalom*

- Babbie, E. [2000]: A társadalomtudományi kutatás gyakorlata. Balassi Kiadó, Budapest
- Baki, László – Rajczy, Péter – Temesvári, Márta [2004]: A működési kockázatok mérése és kezelése a Magyar Nemzeti Bankban, MNB műhelytanulmányok 32., [http://www.mnb.hu/Kiadvanyok/mnbhu\\_mnbtanulmanyok/mnbhu\\_muhelytanulmanyok/mnbhu\\_muh\\_32](http://www.mnb.hu/Kiadvanyok/mnbhu_mnbtanulmanyok/mnbhu_muhelytanulmanyok/mnbhu_muh_32), letöltés ideje: 2011. július 3.
- Bankárképző [2010]: A kockázati étvágy meghatározása, 2010.04.06., [http://www.bankarkepzo.hu/images/articles/576/file/Risk\\_appetite\\_Bankarkepzo\\_20100406.pdf](http://www.bankarkepzo.hu/images/articles/576/file/Risk_appetite_Bankarkepzo_20100406.pdf)
- Baxter, M.–Rennie, A. [2002]: Pénzügyi kalkulus, Typotex, Budapest
- Bee, Marco [2006]: Estimating the parameters in the Loss Distribution Approach: How can we deal truncated data in „The advanced measurement approach to operational risk”, Risk books, London
- Bhattacharya, Kaushik [2003]: How good is the BankScope database? A cross-validation exercise with correction factors for market concentration measures, BIS Working Papers No 133, September 2003, internetes elérhetősége: <http://www.bis.org/publ/work133.htm>, 2009. január 2.
- Bhattacharya, Kaushik [2003]: How good is the BankScope database? A cross-validation exercise with correction factors for market concentration measures, BIS Working Papers No 133, September 2003, internetes elérhetősége: <http://www.bis.org/publ/work133.htm>, 2009. január 2.
- BIS [2001]: Working Paper on the Regulatory Treatment of Operational Risk, 2001. szeptember, [http://www.bis.org/publ/bcbs\\_wp8.pdf](http://www.bis.org/publ/bcbs_wp8.pdf)
- BIS [2002]: The Quantitative Impact Study for operational risk: overview of individual loss data and lessons learned, 2002. január, <http://www.bis.org/bcbs/qis/qisopriskresponse.pdf>
- BIS [2004]: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: a Revised Framework, 2004. június 26., internetes elérhetőség: <http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf> (2009. március 4.)
- BIS [2006]: Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches (AMA), October 2006, <http://www.bis.org/publ/bcbs131.htm>
- BIS [2009a]: Results form the 2008 Loss Data Collection Exercise for Operational, July 2009
- BIS [2009b]: Observed range of practice in key elements of Advanced Measurement Approaches (AMA), July 2009, internetes elérhetőség: <http://www.bis.org/publ/bcbs160b.pdf> (2011. február 19.)
- BIS [2011a]: Principles for the Sound Management of Operational Risk - final document, <http://www.bis.org/publ/bcbs195.htm> (2011. július 9.)

- BIS [2011b]: Operational Risk - Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches - final document, <http://www.bis.org/publ/bcbs196.htm> (2011. július 9.)
- Bouchaud, J.-P. [2001]: Power-laws in economy and finance: some ideas from physics, Quantitative Finance, vol. 1, pp. 105-112
- Bureau van Dijk [2008]: Bankscope World banking information source, internetes elérhetőség: [http://www.bvdep.com/pdf/brochure/Bankscope\\_Brochure.pdf](http://www.bvdep.com/pdf/brochure/Bankscope_Brochure.pdf), 2009. január 2.
- Bureau van Dijk [2008]: Bankscope World banking information source, internetes elérhetőség: [http://www.bvdep.com/pdf/brochure/Bankscope\\_Brochure.pdf](http://www.bvdep.com/pdf/brochure/Bankscope_Brochure.pdf), 2009. január 2.
- CEBS [2006a]: GL10 - Guidelines on the implementation, validation and assessment of Advanced Measurement (AMA) and Internal Ratings Based (IRB) Approaches, [www.c-eps.org](http://www.c-eps.org)
- CEBS [2006b]: Quantitative Impact Study 5 - Overview on the Results of the EU countries, <http://www.c-eps.org/documents/QIS5.pdf>, letöltés időpontja: 2009. június 12.
- CEBS [2009]: guidelines on operational risk mitigation techniques, [www.c-eps.org](http://www.c-eps.org)
- Cernauskas, D. – David, G. – Tarantino, A. [2010]: VAR VAR vooom, Operational Risk & Regulation August 2010
- Chernobai, A. – Jorion, Philippe – Yu, Fan [2009]: The Determinants of Operational Risk in U.S. Financial Institutions, Working Paper, <http://ssrn.com/abstract=1360266>
- Cruz, M. [2002]: Modelling, measuring and hedging operational risk, John Wiley & Sons, Chichester
- Dahen, H. – Dionne, G. [2007]: Scaling Models for the Severity and Frequency of External Operational Loss Data, Canada Research Chair in Risk Management Working Paper 07-01
- Dahen, H. – Dionne, G. [2010]: Scaling Models for the Severity and Frequency of External Operational Loss Data, Journal of Banking & Finance, 34. (2010) 1484-1496
- Danielsson J. – Shin, H. S. [2002]: Endogenous risk, <http://www.riskresearch.org/files/HSS-JD-02-9-22-1032695086-15.pdf>
- Davies, Ellen [2006]: Operational Risk: Practical Approaches to Implementation, Risk Books. London
- Davies, Ellen [2007]: Operational Risk 2.0: Driving Value Creation in a post Basel II Era, Risk Books. London
- Ditlevsen, Susanne - Ditlevsen, Ove [2008]: Parameter estimation from observations of first-passage times of the Ornstein–Uhlenbeck process and the Feller process, Probabilistic Engineering Mechanics 23 (2008) 170–179
- Ditlevsen, Susanne–Ditlevsen, Ove [2006]: Parameter estimation from observation of first passage times of the Ornstein-Uhlenbeck Process and the Feller process,

Conference paper: Fifth Computational Stochastics Mechanics Conference, Rhodos, June 2006

- Elder, James [2006]: Using scenario analysis to estimate Operational Risk Capital, London, Operational Risk Europe Conference
- Európai Unió [2006]: 2006/48/ EK irányelv (2006. június 14.) a hitelintézetek tevékenységének megkezdéséről és folytatásáról (átdolgozott szöveg), EGT-vonatkozású szöveg
- Finch, Steven [2004]: Ornstein Uhlenbeck process, elérés: <http://algo.inria.fr/csolve/ou.pdf>
- FSA [2007]: Operational Risk Appetite; Operational Risk Standing Group on 3 rd April 2007 [http://www.fsa.gov.uk/pubs/international/ora\\_4apr07.pdf](http://www.fsa.gov.uk/pubs/international/ora_4apr07.pdf)
- Gáll, József – Nagy, Gábor [2007]: A működési kockázat veszteségeloszlás-alapú modellezése (Loss Distribution Approach – LDA), Hitelintézeti szemle, 2007. 4. szám
- Gillet, R. – Hübner, G. – Plunus, S. [2010]: Operational risk and reputation in the financial industry, Journal of Banking & Finance, 34 (2010) 224-235
- Helbok, G. - Wagner, C. [2006]: Determinants of Operational Risk Reporting in the Banking Industry, , [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=425720](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=425720)
- Hitelintézeti Szemle [2007]: Működési kockázati különszám, Hitelintézeti szemle, 2007. évi 4. szám, elérhetőség: <http://www.bankszovetseg.hu/bankszovetseg.cgi?p=hatodikevf&r=&l=&v=6907760287>, letöltés időpontja: 2009. június 6.
- Homolya, Dániel – Benedek Dr., Gábor [2007]: A banki működési kockázat elemzése - katasztrófamodellzés. Hitelintézeti Szemle 4., p. 358-385.. <http://www.bankszovetseg.hu/anyag/feltoltott/358-385.pdf>
- Homolya, Dániel – Benedek Dr., Gábor [2008]: Analysis of operational risk of banks: catastrophe modeling. ICFAI Journal of Financial Risk Management 3., p. 20-46.
- Homolya, Dániel – Kiss, Hubert János [2001]: Bázelen innen, botrányokon túl; in Széchenyi Füzetek XIII. Sziszifusz 2001 Válogatás a Széchenyi István Szakkollégiumban készült TDK dolgozatokból pp. 49-71., Széchenyi István Szakkollégium
- Homolya, Dániel [2009a]: Működési kockázati tőkekövetelmény hazai bankrendszerre gyakorolt hatása. MNB-szemle Július, p. 6-13.. [http://www.mnb.hu/Root/Dokumentumtar/MNB/Kiadvanyok/mnbhu\\_mnbszemle/mnbhu\\_szemle\\_cikkek/homolya.pdf](http://www.mnb.hu/Root/Dokumentumtar/MNB/Kiadvanyok/mnbhu_mnbszemle/mnbhu_szemle_cikkek/homolya.pdf)
- Homolya, Dániel [2011]: Homolya Dániel: Működési kockázat és intézményméret összefüggése a hazai bankrendszerben. MNB-szemle Június, p. 7-17., [http://www.mnb.hu/Root/Dokumentumtar/MNB/Kiadvanyok/mnbhu\\_mnbszemle/mnbhu-msz-201106/homolya.pdf](http://www.mnb.hu/Root/Dokumentumtar/MNB/Kiadvanyok/mnbhu_mnbszemle/mnbhu-msz-201106/homolya.pdf)
- Hunyadi, L. – Mundruczó, Gy. – Vita, László [1996]: Statisztika, Aula kiadó, Budapest
- Jarrow, Robert A. [2008]: Operational risk,

- Jorion, P. [1999]: A kockázatos érték. Panem, Budapest.
- Jorion, Philip [1999]: A kockázatos érték, Panem Könyvkiadó
- Karlin, S.–Taylor, M. H. [1985]: Sztochasztikus folyamatok, Gondolat Kiadó, Budapest
- Király, Júlia [2005]: Kockázatosérték-számítások, előadássorozat, Budapesti Corvinus Egyetem
- Klugman, S.– Panjer, H.–Wilmot, G. [1997]: Loss Models, Wiley Series in Probability and Statistics, Wiley, New York
- Kovács Erzsébet [2003]: Többváltozós adatelemzés, Budapest, egyetemi jegyzet a „Többváltozós adatelemzés” tárgyhoz
- Magyar Köztársaság Kormánya [2007]: 200/2007-es számú kormányrendelet a működési kockázat kezeléséről és tőkekövetelményéről, link: <http://net.jogtar.hu/jr/gen/getdoc.cgi?docid=a0700200.kor> (letöltés időpontja: 2010. július 30.)
- Marsi, Erika [2002]: A működési kockázat és tőkekövetelménye., Hitelintézeti szemle. 2./ 2002. p. 50-59.
- McConnell, Patrick – Blacker, Keith [1999]: An approach to modell operational risk in banks, GARP - Operational Risk Group - 10 October 1999, link: <http://www.riskmania.com/pdsdata/An%20Approach%20to%20Modelling%20Operational%20Risk%20in%20Banks.pdf> (letöltés ideje: 2010. július 30.)
- Michaletzky, György [2001]: Kockázati folyamatok, ELTE Eötvös kiadó, Budapest
- Na, H.S. – Couto Miranda, L. - van den Berg, J. – Leipoldt M. [2005]: Data Scaling for Operational Risk Modelling, ERIM Report Series: ERS-2005-092-LIS
- Na, H.S. [2004]: Analysing and Scaling Operational Risk, Master Thesis, Erasmus University Rotterdam, Netherlands, <http://www.tudelft.nl/live/binaries/70163a1a-37c1-4f78-8cb0-50653874a96b/doc/Heru.pdf>
- OpRisk & Compliance [2008]: A new dawn for disclosure, Top 100 banks, 2008/10. pp. 26-29., Incisive Media, London
- OpRisk & Compliance [2009]: Divine Illusion, pp. 18-24, Incisive Media, London
- ORX [2007]: ORX reporting standards, elérhetőség: <http://www.orx.org/lib/dam/1000/ORRS-Feb-07.pdf>, 2007. július 26. (ez a változat most már nem elérhető)
- OTP Bank Nyrt. [2008]: Időközi vezetőségi beszámoló 2008. első kilenc havi eredmény, internetes elérhetőség: [https://www.otpbank.hu/OTP\\_Portal/file/081113\\_OTP\\_20083Q\\_h.pdf](https://www.otpbank.hu/OTP_Portal/file/081113_OTP_20083Q_h.pdf), 2009. január 2.
- Panjer, Harry H. [2006]: Operational Risk: Modeling Analytics, John Wiley & Sons, New York
- Peccia [2004]: An Operational Risk Ratings Model Approach to Better Measurement and Management of Operational Risk, in Ong, K. (ed) The Basel Handbook, London: Risk Books.

- PSZÁF [2005]: Az új tőke megfelelési szabályozással kapcsolatos felkészülésre vonatkozó kérdőívre beérkezett válaszok feldolgozása, Budapest, [www.pszaf.hu](http://www.pszaf.hu)
- PSZÁF [2005]: Az új tőke megfelelési szabályozással kapcsolatos felkészülésre vonatkozó kérdőívre beérkezett válaszok feldolgozása, Budapest, korábban elérhető volt a [www.pszaf.hu](http://www.pszaf.hu) oldalon
- Rachev, Svetlozar Todorov – Mitnik, Stefan – Fabozzi, Frank J. – Focardi, Sergio M. – Jásic, Teo [2007]: Financial econometrics: from basics to advanced modeling techniques, John Wiley and Sons
- Risk Books [2005]: Basel II handbook for practitioners, Risk Books, London
- Shih, J. – Samad - Khan A. H. – Pat, Medapa [2000]: Is the Size of an Operational Loss Related to Firm Size?, Operational Risk, 2000. január, [http://www.opriskadvisory.com/docs/Is\\_the\\_Size\\_of\\_an\\_Operational\\_Loss\\_Related\\_to\\_Firm\\_Size\\_\(Jan\\_00\).pdf](http://www.opriskadvisory.com/docs/Is_the_Size_of_an_Operational_Loss_Related_to_Firm_Size_(Jan_00).pdf) (2010. július 20.)
- Székelyi Mária – Barna Ildikó [2005]: Túlélőkészlet az SPSS-hez. Többváltozós elemzési technikákról társadalomkutatók számára, Typotex, Budapest
- Veeraraghavan, M. [2004]: Stochastic processes, előadásjegyzet, <http://www.ece.virginia.edu/~mv/edu/715/lectures/SP.pdf>
- Voit, J. [2007]: How to Create Value from Loss Data Pooling? in Operational Risk 2.0 , Delivering Value for Your Firm, 2007 (Risk Books)
- Wan, F. - Tuckwell, H. [1982]: Neuronal firing and input variability. J Theoret Neurobiol 1982;1:197–218.

## Saját publikációk

### *Adisszertáció témájához kapcsolódó saját publikációk*

#### **Tudományos folyóiratok:**

- Armai, Zsolt – Homolya, Dániel – Szabolcs, Gergely – Kasnyik, Klára – Kovács, Ottó [2007]: Úton az AMA-módszer bevezetéséig az Erste Bankban. Hitelintézeti Szemle 4., p. 309-323.. <http://www.bankszovetseg.hu/anyag/feltoltott/309-323.pdf>
- Homolya, Dániel – Benedek Dr., Gábor [2007]: A banki működési kockázat elemzése - katasztrófamodellizés. Hitelintézeti Szemle 4., p. 358-385.. <http://www.bankszovetseg.hu/anyag/feltoltott/358-385.pdf>
- Homolya, Dániel – Benedek Dr., Gábor [2008]: Analysis of operational risk of banks: catastrophe modeling. ICFAI Journal of Financial Risk Management 3., p. 20-46.
- Homolya, Dániel – Szabolcs, Gergely [2008]: Működési kockázati adatkonzorciumok és alkalmazásuk - HunOR, a hazai bankok lehetősége. Hitelintézeti Szemle 1., p. 41-66.. [http://www.bankszovetseg.hu/anyag/feltoltott/homolya\\_0801.pdf](http://www.bankszovetseg.hu/anyag/feltoltott/homolya_0801.pdf)

#### **Egyéb kiadványok:**

- Homolya, Dániel – Burucs, Judit [2009]: Operational Risk Data Consortia as a Useful Tool for Operational Risk Assessment and Mitigation in the Banking Sector, IFC Russian Banking Project Research Document, [http://www.ifc.org/ifcext/rbap.nsf/AttachmentsByTitle/Burucs\\_Article\\_October2009\\_ENG/\\$FILE/DrBurucs-HomolyaeENG.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/rbap.nsf/AttachmentsByTitle/Burucs_Article_October2009_ENG/$FILE/DrBurucs-HomolyaeENG.pdf) (megjelent oroszul: Bankovske Delo 2009/10-es szám: [http://www.ifc.org/ifcext/rbap.nsf/AttachmentsByTitle/Burucs\\_Article\\_October2009\\_RUS/\\$FILE/BD%2310\\_Buruch.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/rbap.nsf/AttachmentsByTitle/Burucs_Article_October2009_RUS/$FILE/BD%2310_Buruch.pdf))
- Homolya, Dániel [2009a]: Működési kockázati tőkekövetelmény hazai bankrendszerre gyakorolt hatása. MNB-szemle Július, p. 6-13.. [http://www.mnb.hu/Root/Dokumentumtar/MNB/Kiadvanyok/mnbhu\\_mnbszemle/mnbhu\\_szemle\\_cikkek/homolya.pdf](http://www.mnb.hu/Root/Dokumentumtar/MNB/Kiadvanyok/mnbhu_mnbszemle/mnbhu_szemle_cikkek/homolya.pdf)
- Homolya, Dániel [2011]: Homolya Dániel: Működési kockázat és intézményméret összefüggése a hazai bankrendszerben. MNB-szemle Június, p. 7-17., [http://www.mnb.hu/Root/Dokumentumtar/MNB/Kiadvanyok/mnbhu\\_mnbszemle/mnbhu-msz-201106/homolya.pdf](http://www.mnb.hu/Root/Dokumentumtar/MNB/Kiadvanyok/mnbhu_mnbszemle/mnbhu-msz-201106/homolya.pdf)

### *A disszertáció témájához kapcsolódó saját előadás és/vagy konferencia-kiadványban megjelenő fontosabb írások*

- Homolya Dániel - Kiss Hubert János [2001]: Bázelen innen, botrányokon túl; in Széchenyi Füzetek XIII. Sziszifusz 2001 Válogatás a Széchenyi István Szakkollégiumban készült TDK dolgozatokból pp. 49-71., Széchenyi István Szakkollégium



- Homolya, Dániel – Benedek Dr., Gábor [2008]: Analysing latent factor processes causing operational risk events and empirical analysis of ATM downtimes. 2nd European Risk Conference. 2008. 09. 10-12., Milánó, Università Bocconi
- Homolya, Dániel – Kiss, Hubert János [2009]: Design and incentives in operational risk data consortia. Magyar Közgazdaságtudományi Egyesület Éves konferencia 2009. Design and incentives in operational risk data consortia, Budapest, Magyar Nemzeti Bank. <http://konferencia.mktudegy.hu/conferences/1/program/>; [http://media.coauthors.net/konferencia/conferences/1/Homolya\\_Kiss\\_ORDataCons\\_MKE\\_final%20version\\_20091014.pdf](http://media.coauthors.net/konferencia/conferences/1/Homolya_Kiss_ORDataCons_MKE_final%20version_20091014.pdf)

### ***Egyéb publikációk, konferencia-előadások***

#### **Tudományos folyóiratok:**

- Homolya Dániel [2009b]: Környezeti kockázatok felmérése - Paraméterek bizonytalanságának hatása a kockázatkezelési döntéshozatalra. Vezetéstudomány 3., 10-18.. <http://corvinus-mba.hu/index.php?id=25427>
- Homolya Dániel, Bárdi Barnabás [2004]: Jegybank-transzparencia és Közép-Kelet Európa. Hitelintézeteki Szemle 3-4., p. 71-92.. <http://www.bankszovetseg.hu/anyag/feltoltott/43BardiHomolya.pdf>
- Homolya Dániel, Fischer Éva [2009]: Viharba kerülve esőkabátban – avagy a hazai bankszektor forrásoldali likviditási kockázatai és az azokat mérséklő tényezők 2008 második félévében. Hitelintézeteki Szemle 3, p. 235-247. <http://www.bankszovetseg.hu/bankszovetseg.cgi?p=nyolcadikevf&r=&l=&v=4168681707>

#### **Egyéb kiadványok:**

- Czakó Erzsébet, Báthory Zsuzsanna, Homolya Dániel, Matyusz Zsolt, Nagy Gábor, Schubert Anikó, Szabó Ágnes, Tóth Tímea, Varga Polyák Csilla, Vaszkun Balázs György [2008]: Fejezetek a nemzetközi üzleti gazdaságtanból. Műhelytanulmány. Vállalatgazdaságtan Intézet, <http://edok.lib.uni-corvinus.hu/291/>
- Homolya Dániel - Szigel Gábor [2009]: A bankok háztartási hitelezéshez kapcsolódó követeléskezelése, Háttér tanulmány az MNB Jelentés a pénzügyi stabilitásról, 2009. november kiadványához, [http://www.mnb.hu/Root/Dokumentumtar/MNB/Kiadvanyok/mnbhu\\_stabil/mnbhu\\_stab\\_jel\\_20091104/stabjel\\_4\\_homolya\\_szigel\\_200911\\_hu.pdf](http://www.mnb.hu/Root/Dokumentumtar/MNB/Kiadvanyok/mnbhu_stabil/mnbhu_stab_jel_20091104/stabjel_4_homolya_szigel_200911_hu.pdf)
- Homolya Dániel, Bakonyi Ákos [2009]: Az MNB által folytatott Hitelezési felmérés hatékonyságának visszamérése. MNB-szemle 1. május, p. 6-14.. [http://www.mnb.hu/Engine.aspx?page=mnbhu\\_mnbszemle&ContentID=12520](http://www.mnb.hu/Engine.aspx?page=mnbhu_mnbszemle&ContentID=12520)
- 
- Homolya Dániel, Szigel Gábor [2008]: Önkormányzati hitelezés: kockázatok és banki viselkedés. MNB-szemle szeptember, p. 20-29.. [http://www.mnb.hu/Engine.aspx?page=mnbhu\\_mnbszemle&ContentID=11404](http://www.mnb.hu/Engine.aspx?page=mnbhu_mnbszemle&ContentID=11404)

## Melléklet

40. táblázat: Az elemzéshez felhasznált adatbázisban szereplő változók

Változó neve	Változó tartalma	Mennyiségi egység, értékkészlet	Adatforrás
AMA_APPR	AMA felügyeleti elfogadásának ténye	0: Nem, 1: Igen	OR&C
AMAASPIR	AMA bevezetésének szándéka (kinyilvánított aspiráció)	0: Nem, 1: Igen	OR&C
APP_CODE	Választott működési kockázati módszertan (kódolva)	0: Bázel I. 1: BIA 2: TSA 3: AMA	OR&C
APPROACH	Választott működési kockázati módszertan	Bázel I., BIA, TSA, AMA	OR&C
BII_DATE	Bázel II bevezetésének dátuma	Naptári év	OR&C
CAPFLIAB	Tőkejellegű források (saját tőke, alárendelt kölcsöntőke, hibrid tőke) / összes kötelezettség (idegen forrás)	%	Bankscope
CAPRATIO	Tőkemegfelelési mutató: rendelkezésre álló szavatolótőke/ tőkekövetelmény * 8%	%	Bankscope
CONS	Külső adatbázisban részvétel esetén az adatbázis neve	Szöveges mező	OR&C, adatkonzorciumok által közzétett információk
COSTINCO	Költség/ működési eredmény mutató (általános igazgatási költség / (nettó kamatjövedelem + egyéb működési bevétel))	%	Bankscope
DEPSHFUN	Betétek és rövid távú források	millió USD	Bankscope

Változó neve	Változó tartalma	Mennyiségi egység, értékkészlet	Adatforrás
ECONCAP	Gazdasági tőke	millió USD	OR&C
EQASSETS	Tőkeáttétel: saját tőke/ mérlegfőösszeg	%	Bankscope
EQUITY	Saját tőke	millió USD	Bankscope
EXT_MEM	Külső működési kockázati adatbázistagsággal rendelkezés	0: Nem, 1: Igen	OR&C, adatkonzorciumok által közzétett információk
LIQSTFUN	Likvideszközök / (ügyfél- és rövid távú források)	%	Bankscope
LOANASSE	Nettó hitelállomány / mérlegfőösszeg	%	Bankscope
LOANDEPO	Nettó hitelállomány / (ügyfél- és rövid távú források)	%	Bankscope
LOANLOSS	Hitelezési céltartalék / Bruttó hitelállomány	%	Bankscope
NAME	Bank neve	szöveges mező	OR&C, Bankscope
NETINCOM	Nettó eredmény	millió USD	Bankscope
NIM	Nettó kamatmarzs	%	Bankscope
OPRISCAP	Működési kockázati tőkekövetelmény	millió USD	OR&C
OPRISCAP_TOTCAP	Működési kockázati tőkekövetelmény a teljes tőke százalékában	%	OR&C
ORLOSS	Működési kockázati veszteségek összege az elmúlt 12 hónapban	millió USD	OR&C
ROA	Eszköz arányos jövedelem (adózás utáni jövedelem/ átlagos eszközállomány)	%	Bankscope
ROE	Sajáttőke-arányos jövedelem (adózás utáni jövedelem/ átlagos saját tőkeállomány)	%	Bankscope
TIER1	Összes alapvető (tier 1) tőke	millió USD	OR&C

<b>Változó neve</b>	<b>Változó tartalma</b>	<b>Mennyiségi egység, értékkészlet</b>	<b>Adatforrás</b>
TOTASSET	Mérlegfőösszeg	millió USD	Bankscope

Megjegyzés: Az OR&C[2008]-ban megjelent adatokhoz 2007 végi banki mutató számokat társítottam, az OR&C[2009]-ben megjelent adatokhoz a legutolsó elérhető, jellemzően 2009 végi banki mutató számokat társítottam

28. ábra: Hierarchikus klaszterezés dendrogramjai

2008-as minta:

Suntrust Banks	74
Unione di Banche Ita	77
China Merchants Bank	95
Shinhan Bank	76
Sberbank	33
The Bank of New York	75
Nykredit Realkredit	78
Woori Bank	80
Sumitomo Trust and B	86
BB & T Corp	90
Hana Financial Group	100
Anglo Irish Bank	87
DBS Bank	71
Banco Popular Espano	82
National City Corp	88
Desjardins Group	91
Capital One Financia	68
Akbank	93
Turkiye Is Bankasi	98
VTB Bank	55
Fifth Third Bancorp	92
Kookmin Bank	61
Banca Monte dei Pasc	81
Caja de Ahorros y Mo	59
US Bancorp	47
State Bank of India	56
National Agricultura	96
Allied Irish Bank	54
Shinkin Central Bank	89
DnB NOR Group	66
Washington Mutual	39
Standard Chartered	49
HSH Nordbank	73
Nordeutsche Landesba	84
Bank of Communicatio	51
Svenska Handelsbanke	97
Bank of Ireland	63
Scotiabank	43
Toronto-Dominion Ban	60
ANZ Banking Group	58
Canadian Imperial Ba	70
Bank of Montreal	53
Commonwealth Bank Gr	57
Skandinaviska Enskil	72

Caja de Ahorros y Pe	34
Resona Holdings	28
Groupe Banques Popul	36
KBC Group	52
National Australia B	42
Landesbank Baden-Wür	44
Danske Bank	62
Royal bank of Canada	41
Bayerische Landesban	48
Norinchukin Bank	37
Nordea Group	40
Hypo Real Estate Hol	83
Wells Fargo & Co	23
Banco Bilbao Vizcaya	29
Lyoyds TSB Group	32
Group Caisse d'Eparg	30
Dexia	38
China Construction B	13
Bank of China	11
Crédit Mutuel	25
Rabobank Group	19
Intesa San Paolo	24
Agriculture Bank of	69
Wachovia Corporation	17
Unicredit	12
Mizuho Financial Gro	18
JP Morgan Chase & Co	3
Société Générale	26
Santander Central Hi	9
HBOS	16
Industrial and comme	8
Credit Suisse Group	27
Fortis Bank	21
Sumitomo Mitsui Fina	22
BNP Paribas	10
Barclays Bank	14
Royal bank of Scotla	4
Crédit AgricoleGroup	7
Citigroup	2
HSBC Holdings	1
ING Bank	15
UBS	31
Bank of America Corp	5
Mitsubishi UFJ Finan	6
Deutsche Bank	20

Sztenderdizált értékek melletti dendrogram:

Commonwealth Bank Gr	57
ANZ Banking Group	58
National Australia B	42
Allied Irish Bank	54
DnB NOR Group	66
Scotiabank	43
Nordea Group	40
Svenska Handelsbanke	97
Kookmin Bank	61
Woori Bank	80
Banco Popular Espano	82
Banca Monte dei Pasc	81
Wells Fargo & Co	23
Banco Bilbao Vizcaya	29
HBOS	16
Lyoyds TSB Group	32
Bank of Ireland	63
Caja de Ahorros y Mo	59
Royal bank of Canada	41
Canadian Imperial Ba	70
Toronto-Dominion Ban	60
Danske Bank	62
Hypo Real Estate Hol	83
Dexia	38
Skandinaviska Enskil	72
Bank of Montreal	53
Sumitomo Trust and B	86
Caja de Ahorros y Pe	34
DBS Bank	71
Standard Chartered	49
Bank of Communicatio	51
Resona Holdings	28
Suntrust Banks	74
Unione di Banche Ita	77
Washington Mutual	39
Mitsubishi UFJ Finan	6
Mizuho Financial Gro	18
Rabobank Group	19
Sumitomo Mitsui Fina	22
Landesbank Baden-Wür	44
Nordeutsche Landesba	84
Group Caisse d'Eparg	30
Bayerische Landesban	48
Fortis Bank	21
Groupe Banques Popul	36

National Agricultura	96
Desjardins Group	91
Norinchukin Bank	37
Barclays Bank	14
Deutsche Bank	20
Crédit AgricoleGroup	7
BNP Paribas	10
Société Générale	26
Credit Suisse Group	27
Industrial and comme	8
Santander Central Hi	9
HSBC Holdings	1
Unicredit	12
Intesa San Paolo	24
Bank of America Corp	5
Wachovia Corporation	17
HSB Nordbank	73
Anglo Irish Bank	87
Citigroup	2
JP Morgan Chase & Co	3
The Bank of New York	75
Shinkin Central Bank	89
UBS	31
VTB Bank	55
Akbank	93
Turkiye Is Bankasi	98
Nykredit Realkredit	78

**2009-es minta:**

Woori Financial Grou	80
Swedbank	99
China Merchants Bank	83
Nykredit Realkredit	100
Banco do Brasil	90
Raiffeisen Zentralba	81
Sumitomo Trust & Ban	82
Kookmin Bank	74
Sberbank - Savings B	40
Bank of New York Mel	60
Allied Irish Banks	64
Caja de Ahorros y Mo	67
Itaú Unibanco Banco	36
State Bank of India	62
Banca Monte dei Pasc	70
Bank of Ireland	59
Norddeutsche Landesb	87



China CITIC Bank	65
DnB NOR Group	98
US Bancorp	38
Erste Bank	85
Svenska Handelsbanke	97
HSB Nordbank	77
PNC Financial Servic	39
SunTrust Banks	55
BB & T Corp	66
National Bank of Gre	94
State Street Corpora	63
National City Corp	92
Capital One Financia	79
Banco Popular Espano	84
Shinhan Bank	89
DBS Bank	54
UBI Banca	91
Agricultural Bank of	25
Banco Bradesco	46
KeyCorp	78
ICICI Bank	95
VTB-Bank	69
Fifth Third Bancorp	76
Regions Financial Co	75
Oversea-Chinese Bank	88
United Overseas Bank	71
UBS	17
Mizuho Financial Gro	18
Nordea Group	45
Danske Bank	86
Groupe Banques Popul	48
National Australia B	49
Lloyds TSB Group	50
Landesbank Baden- Wü	56
Royal Bank of Canada	31
DZ BANK Deutsche Zen	73
Toronto-Dominion Ban	37
Westpac Banking Corp	68
Commonwealth Bank Gr	41
KBC Group	52
Scotiabank	35
Resona Holdings	43
Bank of Communicatio	51
Standard Chartered	53
ANZ Banking Group	58
Canadian Imperial Ba	72

Skandinaviska Enskil	96
Bank of Montreal	42
'la Caixa'	47
Santander Central Hi	9
UniCredit	19
ICBC	8
Société Générale	26
Wells Fargo & Co (in	6
Dexia	44
Groupe Caisse d'Epar	61
Rabobank Group	24
Commerzbank	29
Intesa Sanpaolo	27
Crédit Mutuel	28
Banco Bilbao Vizcaya	30
Bank of China	10
HBOS	34
China Construction B	11
Credit Suisse Group	16
Fortis Bank	33
Citigroup	4
Sumitomo Mitsui Fina	21
Mitsubishi UFJ Finan	7
ING Bank	20
Bank of America Corp	3
JP Morgan Chase & Co	2
HSBC Holdings	1
Crédit Agricole Grou	14
Barclays Bank	15
Deutsche Bank	23
BNP Paribas	13
Royal Bank of Scotla	5

Sztenderdizált értékek melletti dendrogram:

Allied Irish Banks	64
Woori Financial Grou	80
Banco Popular Espano	84
Erste Bank	85
Caja de Ahorros y Mo	67
'la Caixa'	47
Kookmin Bank	74
Shinhan Bank	89
Raiffeisen Zentralba	81
Resona Holdings	43
Sumitomo Trust & Ban	82
Bank of Ireland	59

Commonwealth Bank Gr	41
Westpac Banking Corp	68
Rabobank Group	24
National Australia B	49
ANZ Banking Group	58
Banco Bilbao Vizcaya	30
Lloyds TSB Group	50
Skandinaviska Enskil	96
Nordea Group	45
Danske Bank	86
Svenska Handelsbanke	97
Swedbank	99
DnB NOR Group	98
Bank of Communicatio	51
China Merchants Bank	83
Scotiabank	35
State Bank of India	62
China CITIC Bank	65
Royal Bank of Canada	31
Toronto-Dominion Ban	37
Bank of Montreal	42
Standard Chartered	53
Canadian Imperial Ba	72
DBS Bank	54
Oversea-Chinese Bank	88
United Overseas Bank	71
PNC Financial Servic	39
ICICI Bank	95
US Bancorp	38
BB & T Corp	66
Banca Monte dei Pasc	70
Fifth Third Bancorp	76
National City Corp	92
National Bank of Gre	94
UBI Banca	91
Bank of China	10
China Construction B	11
ICBC	8
Santander Central Hi	9
Wells Fargo & Co (in	6
UniCredit	19
Intesa Sanpaolo	27
Citigroup	4
ING Bank	20
Fortis Bank	33
Sumitomo Mitsui Fina	21

Société Générale	26
Crédit Mutuel	28
Groupe Banques Popul	48
Groupe Caisse d'Epar	61
Mizuho Financial Gro	18
KBC Group	52
UBS	17
Commerzbank	29
Norddeutsche Landesb	87
DZ BANK Deutsche Zen	73
Mitsubishi UFJ Finan	7
Agricultural Bank of	25
Regions Financial Co	75
KeyCorp	78
SunTrust Banks	55
HBOS	34
Dexia	44
HSB Nordbank	77
Bank of New York Mel	60
State Street Corpora	63
Credit Suisse Group	16
JP Morgan Chase & Co	2
Bank of America Corp	3
BNP Paribas	13
Barclays Bank	15
HSBC Holdings	1
Crédit Agricole Grou	14
Deutsche Bank	23
Royal Bank of Scotla	5
Banco Bradesco	46
Banco do Brasil	90
Sberbank - Savings B	40
Capital One Financia	79
Itaú Unibanco Banco	36
VTB-Bank	69
Nykredit Realkredit	100
Landesbank Baden- Wü	56