



**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**  
Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar  
Pénzügy és Számvitel Tanszék

# A kereskedési könyv tőkekövetelményére vonatkozó jogszabályilag előírt módszertanok vizsgálata

*PhD értekezés tézisei*

Készítette: Soczó Csaba  
Témavezető: Dr. Tarafás Imre

Budapest, 2005

## Tartalomjegyzék

<b>1. Kiindulópont, célkitűzések</b>	<b>3</b>
<b>1.1. A választott téma aktualitása</b>	<b>3</b>
<b>1.2. A dolgozat célkitűzései, az alkalmazott módszerek és modellek</b>	<b>4</b>
<b>1.3. A kutatás célja</b>	<b>7</b>
<b>2. Tézisek</b>	<b>10</b>
<b>3. Thesis in English</b>	<b>19</b>
<b>4. Összefoglaló</b>	<b>20</b>
<b>5. Summary in English</b>	<b>21</b>
<b>6. Idézett irodalom</b>	<b>22</b>
<b>7. Publikációs jegyzék</b>	<b>24</b>

## 1. Kiindulópont, célkitűzések

### 1.1. A választott téma aktualitása

Az 1970-es évek elején a rögzített árfolyamrendszer (Bretton Woods-i egyezmény) felbomlását követően - annak eredményeként - a pénzügyi folyamatok sokkal kiszámíthatatlanabbá váltak. Ezek az események a pénzügyi piacok intenzív globalizációja mellett a piaci kockázatok erőteljes növekedéséhez vezettek (kiemelt tekintettel az árfolyam és kamatkockázatra). A piaci kockázatok mérséklésére származtatott ügylettípusok jelentek meg, melyekkel a kockázati kitettség mértéke jelentősen csökkentethető. Ugyanakkor ezek a termékek a spekulánsok számára is igen kedveltekké váltak az alacsony befektetéssel realizálható igen nagy nyereség miatt. Származtatott ügyletek esetében ugyanis jóval nagyobb mértékű hozamra lehet szert tenni, mint ugyanakkora, alapügyletbe történő befektetés mellett az alapügylet azonos piaci árfolyammozgása esetében. Ez a jelleg természetesen negatív irányban (azaz veszteségek esetére) is igaz, ami ezeket az ügyleteket rendkívül kockázatosá teszi. Az alaptermékek értékingadozásának növekedésén túlmenően ezért a származtatott ügyletek jelentős kockázata is arra készítette a pénzügyi intézményeket, hogy matematikai, statisztikai módszerekkel igyekezzenek a kockázati kitettségeket mérni, illetve kordában tartani. Számos módszer létezik ilyen jellegű számítások elvégzésére, melyek általában a kockázatotott értéket (VaR) próbálják különböző modellekkel becsülni. Ez utóbbi mennyiség azt mutatja meg, hogy adott megbízhatósági szinten, meghatározott időtartam alatt mekkora az a maximális veszteség, ami még bekövetkezhet.

A kockázatok jelentőségének pénzügyi intézmények általi felismerésén túlmenően a 90-es években a bankfelügyeleti szervek is arra kényszerültek, hogy rendeletben szabályozzák az ilyen jellegű kockázatt vállalásokat. Ezeket az intézkedéseket számos jelentős vállalat váratlan bukása tette szükségessé, melyek túlzott piaci kockázatt vállalásokra voltak visszavezethetőek. Ezek az esetek ugyanis igazolták, hogy amennyiben a pénzügyi kockázatok nem kellő körültekintéssel kezelik, a pénzügyi intézményrendszer is könnyen veszélybe kerülhet. Ebből a megfontolásból kifolyólag született meg a Bázeli Bizottság 1993-as ajánlása a sztenderd módszerről. Az 1988-as Bázeli Egyezmény 1996-os kiegészítése pedig már statisztikai módszereket is tartalmazott, ezáltal a bankoknak lehetőségük nyílt kétfajta módszer – a jóval egyszerűbb sztenderd módszer és egy jóval összetettebb, statisztikai alapú belső modell – közül választani a kereskedési könyv tőkekövetelményének meghatározása

során. Ezek az ajánlások az ügyletekhez rendelt tőkeszükségleten keresztül igyekeznek ellenőrzés alatt tartani a piaci portfólió méretét, illetve a kapcsolódó kockázatot. Sajnos a belső modellekkel szembeni szabályozói bizalmatlanság igen erőteljes korrekciót ír elő a statisztikai eredményre vonatkozóan, ezért a belső modellek méltatlanul háttérbe szorultak a sztenderd módszerhez képest. Az új, várhatóan 2007-ben bevezetésre kerülő egyezmény már a hitelportfólióra vonatkozóan is lehetővé fogja tenni különböző kockázati mutatók statisztikai alapú meghatározását, és az ezek alapján történő tőkekövetelmény számítást.

A pénzügyintézetekre, illetve azok működésére vonatkozó részletes szabályozási rendszer motivációja teljesen nyilvánvaló a gazdaság, illetve a pénzügyi rendszer stabilitása szempontjából. Mindemellert jogosan felmerülő igény annak igazolása, hogy a megalkotott jogszabályokban rögzített követelmények, illetve előírások közgazdaságilag, bizonyos esetekben matematikai, illetve statisztikai eszközökkel is alátámaszthatóak. A pénzügyintézetek pénzügyi biztonságát jelentősen befolyásoló pénzügyi kockázatok közül a piaci kockázatokhoz kapcsolódóan igen kifinomult matematikai módszerek léteznek, melyekkel számszerűsíteni lehet ezeket a kockázatokot adott portfólió esetében. Ezen kívül a törvényalkotási tevékenység során is a piaci kockázatok erőteljes szabályozás alá esnek, ezért fontos feladatnak ígérkezik a jelenlegi szabályozás és a statisztikai módszerek alapján előálló eredmények összehasonlító vizsgálata, az esetleges hiányosságok, illetve torzítások azonosítása érdekében. Dolgozatomban alapvetően a bázeli irányelveken alapuló, Magyarországon 2000-ben bevezetésre került kereskedési könyvi rendelethez kapcsolódóan mutatom be ilyen jellegű elemzéseim eredményeit, illetve az azokból levont következtetéseimet, ajánlásaimat. A hivatkozott rendelet alapjául szolgáló nemzetközi egyezmény a jogszabályi tőkekövetelmény meghatározása során – bizonyos korlátok között – lehetővé teszi statisztikai módszerek alkalmazását is. Az ilyen típusú kockázatok elemzése során ugyanis viszonylag széles körben hozzá lehet férni megfelelő mennyiségű historikus adatahoz a kockázatok számszerűsítésére, ezen kívül a rendelkezésre álló matematikai módszerek is viszonylag letisztultak.

## **1.2. A dolgozat célkitűzései, az alkalmazott módszerek és modellek**

Bankok esetében pénzügyi kockázatoknak azok a véletlenszerű hatások tekinthetőek, melyek a bankok pénzügyi helyzetével közvetlen kapcsolatban vannak, illetve arra közvetlen,

a véletlenszerűségből adódóan a jövőt tekintve legfeljebb valószínűsíthető hatást gyakorolnak. Ezek a kockázatok alapvetően a pénzintézetek által különböző piacokon elszenvedhető veszteségekkel vannak összefüggésben.

A pénz- és tőkepiaci folyamatok is igen jelentős hatással vannak a banki portfólió értékére, hiszen abban nagy arányban találhatóak olyan eszközök, melyek a tőzsdéken, illetve az OTC piacokon jegyzett termékek aktuális árfolyama alapján értékelhetőek. Ebből kifolyólag a banki portfólió igen erőteljesen ki lehet téve a piaci árfolyamok sztochasztikus mozgásának, melyek általában az alábbi kategóriákba sorolhatóak:

- *árfolyamkockázat*,
  - különböző devizák áringadozása,
  - részvényárfolyam-kockázat,
  - árakkal kapcsolatos kockázat (pl. árutőzsdei termékek áringadozása),
- *kamatkockázat* (hitelviszonyt megtestesítő eszközök kamatingadozása).

A modern portfólióelmélet értelmében az előbb felsorolt kockázattípusok adott portfólió esetében felbonthatóak szisztematikus (piaci) és specifikus (egyedi) kockázatra. A szisztematikus kockázatok a portfólió összetételének változtatásával, a diverzifikáció növelésével sem küszöbölhetőek ki, mivel ez az elem a piac egészére jellemző és a gazdaság működéséből fakadó kockázatokat hordozza. A portfólió piaci kockázaton felüli kockázatait egyedi kockázatnak hívják. Ez az a rész, amely a diverzifikáció növelésével megszüntethető. A modern portfólióelmélet értelmében a piac a várható hozamokban kizárólag a piaci kockázatokat jutalmazza, a piac szereplői pedig érdekeltek diverzifikált portfólió tartásában, hiszen ellenkező esetben kockázatvállalásuk nem kerül teljes mértékben kompenzálásra. A szakirodalomban a piaci kockázat fogalomnak a használata nem egységes, hiszen időnként piaci kockázatként adott portfólió teljes kockázatát, azaz a szisztematikus és a specifikus kockázatok összegét értik. A kereskedési könyvi tőkekövetelményre vonatkozó jogszabályban is hasonló módon történik a piaci kockázatok meghatározása. Ez utóbbi rendeletben a piaci kockázatot általános és egyedi kockázatokra osztják fel a szisztematikus és specifikus elnevezéssel szemben. Dolgozatomban én is ezt a terminológiát követem a piaci kockázatok tekintetében.

A banki és köztük a kereskedési könyvhöz kapcsolódó kockázatok kezelése alapvető fontosságú az egyes pénzintézetek, de a társadalom egésze szempontjából is a tömeges bankostrom és a vele járó pénzügyi válság veszélye miatt. A különféle motiváló hatások közül a törvényi szabályozás vitathatatlanul igen magas ösztönző erővel rendelkezik a kockázatok

kezelése, illetve mérséklése szempontjából. Ebből kifolyólag a törvényi szabályozás eszközeivel is szükséges a bankokat arra kényszeríteni, hogy fejlett kockázatkezelési módszereket alkalmazzanak, biztosítva a prudens működést. Igen erős társadalmi, politikai elvárás ugyanis a törvényhozással szemben a bankrendszer biztonságának védelmezése, illetve ösztönzése. Egy esetleges bankostrom makrogazdasági destabilizáló hatása miatt ugyanis alapvető szabályozói szándék a bankrendszer stabilitásának megóvása, a bankok kockázatvállalásának korlátozása keresztül. Érdekes egybeesés, hogy a szabályozásban számos olyan elem is felfedezhető, melyek a bankokban pénzüket elhelyező betétesek vagyonának megóvását is segíthetik. Fontos azonban megemlíteni, hogy a törvényhozás elsődleges szempontja a pénzügyi stabilitás biztosítása, melynek járulékos hatása lehet a befektetők védelme is. (A törvényhozás például közvetlenül fokozza a betétesek védelmét a betétbiztosítási alaphoz való előírás hatásaként. Az alapvető cél azonban ez esetben is a bankostrom, és az azzal kapcsolatos pénzügyi összeomlás valószínűségének mérséklése.)

A törvényi szabályozás segítségével az is biztosítható, hogy a kockázatvállalási szempontból konzervatívabb piaci szereplők sem kerülnek feltétlenül versenyhátrányba merészebb (akár felelőtlenebb) versenytársaikhoz képest még rövidtávon sem. Ezen kívül természetesen a pénzügyi rendszer stabilitásának védelme érdekében is szükséges a bankokat törvényekkel szabályozni. Érdekes megjegyezni, hogy általában az alacsony pénzügyi kockázat érdekében hozott intézkedések, illetve az üzleti potenciál, valamint a nyereségesség erősen egymás ellen hatnak. Kockázatsökkentés szempontjából például igen kedvező lenne ugyanazon banki portfólió esetében minél magasabb tőkekövetelményt meghatározni, ugyanakkor ez igen magas tőkeköltséggel járna együtt, amit végső soron a gazdaság szereplőinek, a hitelfelvevőknek kellene megfizetniük. Ezért nagyon fontos, hogy a törvényi előírások finoman legyenek hangolva a harmonikus (biztonságos, de nem túlságosan drága) működés érdekében.

A pénzügyi kockázatok közé számos más kockázattípus is besorolható (hitelkockázat, működési kockázat, likviditási kockázat, stb), dolgozatomban azonban alapvetően a piaci kockázatokkal foglalkozom, valamint a piaci kockázatok szabályozásával kapcsolatos kereskedési könyvi előírások statisztikai alapú vizsgálatát ismertetem. Ennek érdekében kutatásom az alábbi területekre terjedt ki:

- a piaci kockázatok mérésére használható fontosabb statisztikai eszközök összefoglalása,
- adat imputálási módszerek tanulmányozása pénzügyi idősorok esetében,

- az extrém veszteségek statisztikájának elemzése, valamint kockázatmérés vastag szélű eloszlások esetében,
- a kereskedési könyvi előírások és a statisztikai módszerek összevetése a magyar és a közép-európai piacra vonatkozóan.

Dolgozatom alapvető célkitűzése tehát, a 2000-ben bevezetésre került kereskedési könyvi rendelkezések részletes vizsgálata piaci kockázatok szempontjából. Elemzésem során arra igyekeztem választ kapni, hogy a kereskedési könyvi előírások statisztikai módszerekkel hogyan igazolhatóak, illetve mennyire alkalmasak a kockázatok mérésére.

Kutatásom során elsősorban a szakirodalomban fellelhető elméleti, módszertani leírásokra támaszkodtam, ezen kívül piaci adatsorokat elemeztem téziseim alátámasztása érdekében.

A kutatás során a következő elméleti modelleket alkalmaztam: (1) az árfolyammozgások klaszterezettségét is leíró GARCH modell, (2) az extrém értékek eloszlásának becslésére vonatkozó Hill módszert (3) a Hill módszerhez szükséges kritikus együttható becslését lehetővé tevő bootstrapping módszert, (4) valamint a hiányos adatok imputálására ajánlott Expectation - Maximization (várakozás-maximalizáló) módszert. A kockázatot számszerűsítő mértékek közül pedig a VaR (5) és CVaR (6) módszereket használtam.

### **1.3. A kutatás célja**

A kereskedési könyv tőkekövetelményére vonatkozó előírásokkal kapcsolatosan számos kritika megfogalmazható. PhD értekezésem bevezető részében a teljesség igénye nélkül számos problémakör bemutatásra kerül a kereskedési könyvi tőkekövetelmény előírásaival kapcsolatosan. Dolgozatomban azonban elsősorban a kereskedési könyvi tőkekövetelmény meghatározására vonatkozóan a következő néhány bekezdésben vázolt módszertani problémafelvetéseket szeretném megvizsgálni a magyar, illetve a közép-kelet-európai piacok esetében. Ez az elemzés alapvetően a belső modellek esetében alkalmazott kockázati mutató, a VaR megfelelőségének, valamint a belső és a sztenderd módszerhez tartozó paraméterek kalibrálásának vizsgálatát foglalja magába. Az elemzést igyekszem olyan

szemszögből elvégezni, illetve a konklúziót úgy megfogalmazni, hogy az előírások konzisztensek-e, illetve összhangban állnak-e a szabályozói szándékkal.

A kereskedési könyv esetében választható sztenderd módszerre vonatkozóan – az eljárás tagadhatatlan egyszerűsége mellett – számos kritika megfogalmazható azzal kapcsolatosan, hogy ez a módszer nem alkalmas a kereskedési könyv összetételének megfelelő, a portfólió egyediségétől szorosan függő tőkekövetelmény meghatározására. Az egyedi pozíciókra vonatkozó sztenderd mutatószámok alapján például nem igazán lehetséges az egyes eszközök közötti korreláció figyelembe vétele. Ez viszont azt eredményezi, hogy a diverzifikációs hatás sem tükröződik a kapott eredményben. Ezen túlmenően a sztenderd mutatószámok miatt az sem várható, hogy a portfóliót alkotó elemi eszközök kockázati szintje jelentősen befolyásolja a tőkekövetelményt. A sztenderd módszer ilyen értelemben tehát a kockázati szint, illetve az ahhoz kapcsolódó tőkekövetelményi előírások durva becslésének tekinthető, hiszen a tőkekövetelményben az eszközök közötti diverzifikációs hatás és az elemi eszközöket jellemző kockázati szint nem tükröződik. Ebből kifolyólag tehát az a várakozás, hogy a kockázatok jóval pontosabb meghatározását, valamint az előbb említett hatásokat figyelembe vevő statisztikai alapú belső modellekhez képest – a konzervatív sztenderd módszer alapján várhatóan magasabb tőkekövetelmény adódik. Ez a várakozás azzal is alátámasztható, hogy a statisztikai modellek implementálásához kapcsolódó többletköltség felvállalása ilyen módon motiválható, hiszen így várhatóan tőkeköltség csökkenés érhető el. A szabályozó szándékával ellentétesen viszont biztosan a sztenderd módszer kerül kiválasztásra, ha az ezzel a módszerrel meghatározott tőkekövetelmény várhatóan lényegesen alacsonyabbnak bizonyul, mint a belső modell alapján számított. Adott piacot jellemző kockázatot ugyanis ebben az esetben a sztenderd módszer valószínűleg alulbecsli, valamint a fejlettebb kockázati számítások sem kerülnek motiválásra.

A kereskedés könyv tőkekövetelményének meghatározására vonatkozó ajánlások hosszas konzultációkon, a fejlett országok pénzügyi szakértőinek bevonásával történt. Az ajánlásban szereplő sztenderd módszer és belső modell esetében a paraméterek a fejlett országok tőkepiacainak megfelelően lettek kalibrálva annak érdekében, hogy az előző bekezdésben ismertetett motivációs hatások jelentkezzenek. Az alternatív módszerek fejlett országok piaci alapján történő paraméterezése, és az előírások változatlan átvétele azonban azt a veszélyt hordozza magában, hogy a fejlődő régiók esetében, mint például Kelet-Közép-Európa, a módszerek súlyozása nem megfelelő. Ilyen esetben a belső modellel kiszámított kockázati szint a piacok magasabb volatilitásából adódóan jóval nagyobb lehet, ami a



sztenderd módszerrel kapott eredményben nem tükröződik. Ebből adódóan pedig a pénzügyintézetek azt tapasztalhatják, hogy a statisztikai módon meghatározott tőkekövetelmény magasabbnak adódik. Ebből pedig az következik, hogy a bankok nem feltétlenül motiváltak a fejlettebb módszerek alkalmazásában, hiszen a számítások magasabb költségei mellett az így meghatározott tőkekövetelmény is nagyobb lehet.

A kereskedési könyvben a kockázatotott érték számítás (Value at Risk – VaR) központi jelentőségű a belső modellel történő tőkekövetelmény meghatározása során. A VaR koncepció ugyanis alapvetően egy adott megbízhatósági szinthez kapcsolódó eseményt tükröz és nem igazán terjed ki szélsőséges esetek vizsgálatára. A szakirodalomban ezért számos bírálat érte ezt a mutatót, különösen vastag szélű eloszlások esetében. A kritikák értelmében ugyanis a VaR nem tükrözi kellőképpen a kockázati szintet. Ebből adódóan tehát a belső modellek esetében alapvető fontosságú, hogy a vizsgált portfóliók esetében a VaR számítás mennyire torzítja a tényleges kockázati szintről alkotott képet.

A dolgozatban ismertetett kutatásom célja annak vizsgálata, hogy a kereskedési könyv tőkekövetelményére vonatkozó előírások statisztikai alapon alátámaszthatóak-e, valamint a magyar és a közép európai piacok esetében belső modell választása eredményez-e tőkekövetelmény megtakarítást a sztenderd módszerrel szemben. Ezeknek a kérdéseknek a vizsgálatát az alábbi kutatási feladatokon keresztül igyekeztem megvalósítani:

- a kereskedési könyvben szereplő kockázati mérték, a VaR alkalmas-e az *extrém veszteségek* jellemzésére,
- vajon a szakirodalomban ajánlott *adatimputációs* módszerek megfelelőek-e piaci idősorok esetében,
- a kereskedési könyvi rendelet alapján választható *sztenderd módszer*, illetve a statisztikai alapú *belső modell* által meghatározott tőkekövetelmények összehasonlítása,
- a magyar és a közép európai piac esetében a veszteségeloszlás vastag széleivel alátámasztható-e a kereskedési könyvben szereplő *biztonsági szorzó*.

Kutatásom alapvetően empirikus jellegű volt, múltbeli piaci idősorok, illetve különböző befektetői kockázati preferenciát tükröző hipotetikus portfóliók segítségével. Ez alól a hiányos adatsorok esetében ajánlott módszertanok elemzése a kivétel, hiszen itt az elsődleges feladatot a modell alapfeltevések teljesülésének ellenőrzése jelentette.

## 2. Tézisek

Kutatási tevékenységem során az alábbi 5 különböző tézist állítottam fel, illetve vizsgáltam meg:

I. A BUX és a CESI részvényindexek esetében a varianca-kovarianca módszeren alapuló számítások várhatóan nem kellően pontosak, mivel a VaR elemzés szempontjából kritikus tartományban – az eloszlás végénél – az empirikus eloszlás lényegesen eltér a normális eloszlástól és ez sztochasztikus volatilitású modellek mellett is igaznak bizonyult. Azt is fontos megjegyezni, hogy ebből az eltérésből adódóan a VaR-nál nagyobb veszteségek várható értékének a VaR-tól való eltérése igen jelentős lehet. Ilyen esetekben – a korábbiak alapján – a VaR nem ad elég információt a kockázati szintről, hiszen az csupán az extrém veszteségek gyakoriságát és a veszteségek várható felső korlátját adja meg a választott megbízhatósági szint mellett. Normális eloszlás esetében ez nem jelent problémát, hiszen az extrém veszteségek a VaR környékén koncentrálnak. Vastag szélű eloszlások esetében viszont a VaR értékénél nagyobb veszteségek várható értéke lényegesen meghaladhatja a VaR-t, ezért az extrém veszteségek hordozta kockázat mérésére kiválóan alkalmas CVaR-t is érdemes megvizsgálni.

A kereskedési könyvi rendeletben a VaR számítás alapján kell a tőkekövetelményt meghatározni belső modell választása mellett. A VaR esetében viszont problémát jelent, hogy az így kiszámított mutatóban a VaR-nál nagyobb veszteségek nem tükröződnek.

**1. Tézis: A kereskedési könyv jogszabályi tőkekövetelményének meghatározásához választható belső modellek esetében a VaR-t kell használni a kockázati szint számszerűsítésére. Az eloszlás szélét jellemző  $\alpha$  paraméterek különbözősége esetén azonban a VaR értékek nem összehasonlíthatóak, ezért a magyar és a közép európai piacokat képviselő BUX és CESI részvényindexek esetében a VaR nem megfelelő a kockázati szintek jellemzésére. Ebből kifolyólag a jogszabályi tőkekövetelmény meghatározása korrekcióra szorul.**

Az alábbi táblázatban 3 különböző részvényindexre számított VaR és CVaR értékek kerültek összehasonlításra a variancia-kovariancia (normális eloszlás feltételezése mellett) és a Hill módszer (extrém veszteségek elemzése) alapján. A Hill módszer esetében például 1 napos időhorizonton a BUX CVaR-ja 3,42-szer nagyobb, mint az S&P500-é (szürke cella). Ugyanez az érték VaR esetében mindössze 2,09.

	<b>BUX – S&amp;P500</b>		<b>CESI – S&amp;P500</b>	
	$\frac{VaR_{BUX}}{VaR_{S\&P500}}$	$\frac{CVaR_{BUX}}{CVaR_{S\&P500}}$	$\frac{VaR_{CESI}}{VaR_{S\&P500}}$	$\frac{CVaR_{CESI}}{CVaR_{S\&P500}}$
<b>1 nap</b>				
VK	1,04 (0,59;1,59)	1,05 (0,59;1,59)	1,18 (0,82;1,88)	1,17 (0,82;1,88)
Hill	2,09	3,42	1,41	1,75
<b>10 nap</b>				
VK	1 (0,53;1,54)	1,01 (0,54;1,56)	1,22 (0,84;1,97)	1,21 (0,84;1,96)
Hill	4,03	6,59	1,97	2,45

1. táblázat: az S&P500, BUX és CESI részvényindexekre számított VaR és CVaR értékek összehasonlítása variancia-kovariancia (VK) és Hill módszer esetén<sup>1</sup>

Az elemzés alapján alátámasztottam a VaR számítás egy nagyon fontos hiányosságát a magyar, a közép-európai és az amerikai részvény piacok vonatkozásában. Az extrém, VaR-nál nagyobb veszteségek nagysága (CVaR) ugyanis a szélsőséges veszteségeket pontosabban modellező Hill módszer esetében azt mutatja, hogy a két index kockázati szintje sokkal jobban eltér, mint amit a VaR esetében megfigyelhetünk. Ebből adódóan pedig azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a BUX és a CESI vonatkozásában az extrém események lényeges többletkockázatot hordoznak, melynek leírására a kockázati különbségek lényeges alulbecsléséből adódóan a VaR számítás nem kielégítő. A kereskedési könyv belső modellre vonatkozó előírásai ugyanakkor pontosan a VaR számításra alapulnak, melynek igen súlyos hiányosságait sikerült empirikus úton alátámasztanom.

Kutatási tevékenységem alapján tehát sikerült alátámasztani az 1. tézist, melynek értelmében *a veszteségeloszlás vastag széle miatt a magyar és a közép-európai piac esetében a VaR alkalmazása nem elégséges a kockázati szint pontos meghatározásához.*

<sup>1</sup> A VK esetében az adatsor utolsó évére számított arányoknak az átlaga került feltüntetésre. (Zárójelben a minimum és maximum értékek találhatóak.)

II. Belső módszer esetében a múltbeli pénzügyi idősorok tanulmányozása során problémát jelenthet a hiányzó adatok jelenléte, hiszen ilyenkor a pénzügyi modellek alkalmazása nehézkes. Számos módszer létezik az adathiány áthidalására, ezek viszont általában jelentős torzítást eredményeznek a becslés során, elsősorban a variancia csökkenéséből kifolyólag. (Ezáltal ugyanis a kockázati szint is nagy valószínűséggel alulbecsült.) A szakirodalomban pénzügyi idősorokra ajánlott Expectation - Maximization módszer egy konzisztens eljárás az adathiány áthidalására, ugyanakkor alkalmazhatóságának igen komoly korlátjai vannak.

**2. Tézis: A kereskedési könyv jogszabályi tőkekövetelményének meghatározására választható variancia-kovariancia módszer esetében, hiányos, sztochasztikus volatilitású pénzügyi idősorokra helytelenül, stacionárius normális eloszlás feltételezésével alkalmazzák széles körben az Expectation-Maximization módszert.**

Az adat imputálási módszertanok tanulmányozása során arra a következtetésre jutottam, hogy a szakirodalomban – pénzügyi idősorok esetére ajánlott – módszertan alkalmazása nem megfelelő. Ez alapvetően abból adódik, hogy az árfolyamingadozás volatilitása időben nem állandó, ezáltal a hozameloszlás sem tekinthető stacionáriusnak. Ez a tény viszont ellentmondásban van az Expectation - Maximization módszer szakirodalomban bemutatott módon történő alkalmazásával, hiszen ott az elemzés stacionárius normális eloszlás feltételezése mellett történik.

Ebből kifolyólag tehát *az expectation – maximization módszer alkalmazása a szakirodalom által ajánlott módon nem megfelelő pénzügyi idősorok esetében, így a 2. tézis alátámasztásra került.* Dolgozatom 9.4. fejezetében javaslatot teszek az alkalmazás módosítására, melyben a hozameloszlás lokális normalitása mellett, a volatilitás ingadozása esetén konzisztens becslés adható hiányos adatsorok esetében. Ezen kívül célra vezető lehet az Expectation – Maximization módszer kidolgozása stacionárius vastag szélű eloszlások esetére.

III. A kereskedési könyvi tőkekövetelményre vonatkozó jogszabályi előírások a sztenderd módszer mellett lehetővé teszik belső, statisztikai alapú modellek használatát is. Az előzetes

várakozás az lenne, hogy a szofisztikáltabb módszer választása esetén alacsonyabb tőkekövetelmény adódik. A fejlett piacokra jellemző viszonyok mellett történt kalibráció viszont nagy valószínűséggel nem megfelelő a magyar pénzügyi piac, valamint a közép-európai térség fejlődő jellegéből adódó, a belső modellel számított tőkekövetelményt jelentősen növelő magas volatilitás esetében.

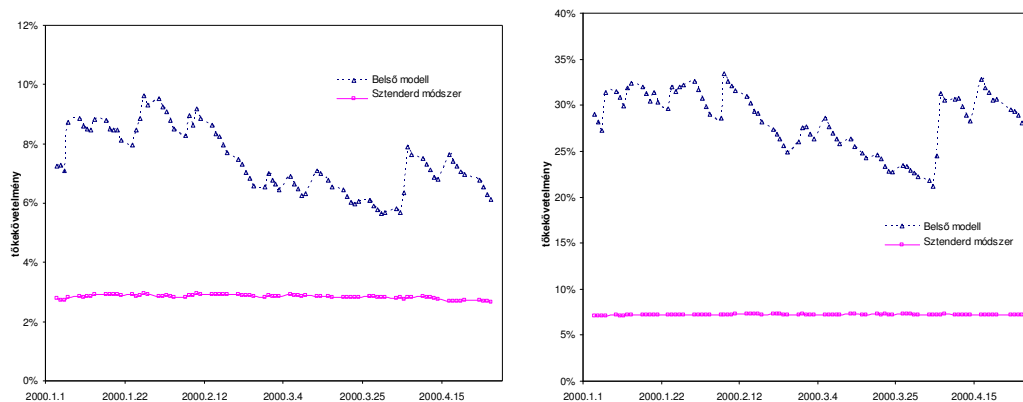
**3. Tézis: Az elemzéshez felhasznált, magyar részvényekből és állampapírokból álló portfóliók esetében a kereskedési könyv jogszabályi tőkekövetelményének kiszámítására választható sztenderd módszer és belső modell fejlett tőkepiacok viselkedése alapján kialakított paraméterezése nem megfelelő a jogszabályalkotó szándékának szempontjából. A sztenderd módszer esetében ugyanis az elemzések szerint lényegesen alacsonyabb tőkekövetelmény adódott.**

A kutatómunka során két különböző összetételű portfólió esetében megvizsgáltam a sztenderd módszer és a belső modell szerinti tőkekövetelményeket. A két módszer esetében két különböző portfóliót definiáltam (lásd 2. táblázat), melyek egy alacsonyabb, illetve egy magasabb kockázati profilt reprezentálnak. Az első portfólió közel 80%-ban rövidebb futamidejű magyar állampapírokat, illetve 20%-ban magyar részvényeket tartalmazott. Várakozásom szerint kockázatvállalási szempontból ez egy igen konzervatív jellegű befektetés. A másik portfólió közel 85% részvényt és 15% hosszabb futamidejű állampapírt tartalmazott, ami viszont nyilvánvalóan egy jóval magasabb kockázatot képvisel.

	1. portfolió	2. portfolió
Kötvények (Kincstárjegy, DKJ)	82,4%	14,4%
Átlagos lejáratí idő	11,7 hó	77,8 hó
Kötvények típusainak száma	6	4
Részvények	17,6%	85,6%
Részvények típusainak száma	5	10

2. táblázat: A vizsgált portfóliók összetétele az eszközök 2000. január 4-i piaci értéke alapján <sup>2</sup>

A vizsgált portfóliókra meghatározott tőkekövetelmény az alábbi ábrákon láthatóak:



1. ábra: Az 1. (bal) és a 2. (jobb) portfólióra meghatározott tőkekövetelmény sztenderd és belső módszer esetében

<sup>2</sup> 1. portfólió: A000615B95, A000724J98, A010212D98, A020412H99, D000614, D001227 (állampapír), valamint BORSODCHEM, MATAV, MOL, OTP, RABA (részvény).

2 portfólió: A021231D92, A040701A89, A070812C98, A090212B99 (állampapír), valamint BORSODCHEM, EGIS, GARDÉNIA, GRABOPLAST, MATÁV, MOL, OTP, RABA, RICHTER GEDEON, TVK (részvény).

	1. portfólió	2. portfólió
Átlagos CC részvényekre (SM)	8%	8%
Átlagos CC kötvényekre (SM)	0,71%	2%
Átlagos CC a teljes portfólióra (SM)	2,84%	7,2%
Átlagos CC részvényekre (IM)	37,34%	32,1%
Átlagos CC kötvényekre (IM)	2,72%	26,7%
Átlagos CC a teljes portfólióra (IM)	7,42%	28,4%
Átlagos diverzifikációs kedvezmény (IM)	5,25%	24,09%
Átlagos volatilitás részvényekre	1,7%	1,46%
Átlagos volatilitás kötvényekre	0,12%	1,21%

3. táblázat a sztenderd módszer (SM) és a belső modell (IM) által meghatározott tőkekövetelmények (CC), illetve volatilitások összefoglalása.

A kereskedési könyvre vonatkozó jogszabályi tőkekövetelmény meghatározása során a pénzintézetek szempontjából alapvető fontosságú a sztenderd módszer és a belső modell közötti választás esetében, hogy melyiknél adódóik kisebb tőkekövetelmény. A magyar piacra vonatkozóan két fiktív portfólióra elvégzett számítás alapján az adódott eredményül, hogy a vizsgált időszakra *a sztenderd módszer szerint számított tőkekövetelmény lényegesen alacsonyabbnak bizonyult a belső módszerrel meghatározottnál*. Ebből kifolyólag tehát kijelenthető, hogy a *3. tézis alátámasztásra került*, ami alapvetően a magyar piac magas volatilitásából, valamint a belső módszer esetében alkalmazandó drasztikus korrekciós tényezőtől adódik. Ez a megállapítás igen kedvezőtlen a szabályozó szempontjából. Az előzetes szándékok szerint ugyanis a kockázatokra érzékenyebb módszer használata lenne kívánatos, ami viszont a belső modellhez kapcsolódó jóval magasabb tőkekövetelményből kifolyólag nem kerül motiválásra.

Burucs (2002) a 2001, és a 2002-es évre feltételezhetően az OTP Bank kereskedési portfóliójára vonatkozóan közöl egy rövid összehasonlítást a sztenderd és a belső módszerrel számított tőkekövetelményekre. Megállapítása szerint a volatilitás időbeli klaszterezettségét is leíró parametrikus módszerrel számított VaR alapján 2001 második negyedévében a sztenderd módszerrel számított tőkekövetelmény nagyobbak bizonyult a piaci hozamok és a devizaárfolyamok alacsony volatilitásából kifolyólag. 2001 júliusát követően a forint euróval szemben rögzített árfolyamsávjának kiszélesítésével a volatilitás jelentősen növekedett, majd 2002 első hónapjaira ismét mérséklődött. Ennek eredményeként a statisztikai alapon számított tőkekövetelmény is csökkent. Közel stabil portfólió esetében a sztochasztikus volatilitású VaR modellek által meghatározott VaR becslés folyamatos ingadozása figyelhető meg. Ezzel

szemben historikus módszer esetében, stacionárius hozameloszlás feltételezésével (tehát hosszabb távú árfolyammozgásokat vizsgálva) a tőkekövetelmény ingadozása közel azonos összetételű portfólió esetében nem bizonyult volna ilyen nagynak. A hozameloszlás meghatározása szempontjából ugyanis az eloszlásszél a kitüntetett jelentőségű, melynek becslésében az extrém események az eltelt időtől független súllyal kapnak szerepet.

IV. Belső modell esetében a tőkekövetelmény meghatározása során a statisztikai módszerrel kapott eredményt egy korrekciós tényezővel szükséges megszorozni a tőkekövetelmény meghatározása során. Abban az esetben, ha a variancia-kovariancia módszer kerül alkalmazásra, Stahl (1998) szerint a korrekciós tényező értékválasztása bizonyos esetekben igazolható vastag szélű eloszlások esetében.

**4. Tézis: A kereskedési könyv jogszabályi tőkekövetelményének meghatározása során a belső modell esetében, variancia-kovariancia módszer választásával a jogszabályilag előírt korrekciós tényező elfogadhatónak tekinthető a BUX részvényindexre vonatkozóan, a részvényindex hozameloszlásának vastag széle miatt. Fejlett piacok esetében ugyanakkor azt tapasztalták, hogy a korrekció mértéke túlságosan magas.**

A 4. táblázatban az S&P500, a CESI és a BUX részvényindexek sztochasztikus volatilitású normális eloszlás (variancia-kovariancia módszer) alapján, valamint az extrém értékek modellezésén alapuló Hill módszerrel számított VaR értékek összehasonlítása található. A BUX index esetében például átlagosan 2,7-szer magasabb VaR érték adódott a Hill módszer esetében, ezáltal a variancia-kovariancia módszer alkalmazása esetén a számított VaR érték lényeges korrekcióra szorul.



	<b>S&amp;P500</b>	<b>BUX</b>	<b>CESI</b>
	VaR	VaR	VaR
<b>1 nap</b>			
VK (átlag)	2,95%	3,05%	3,36%
(min max)	(1,84% 4,64%)	(1,58% 4,93%)	(2,09% 4,88%)
Hill	3,01%	6,3%	4,24%
<i>Hill/VK (átlag)</i>	<i>1,08</i>	<i>2,21</i>	<i>1,31</i>
(min max)	(0,65 1,64)	(1,27 4)	(0,86 2,03)
<b>10 nap</b>			
VK (átlag)	8,99%	8,96%	10,61%
(min max)	(5,53% 14,35%)	(4,34% 14,86%)	(6,59% 15,5%)
Hill	5,54%	22,35%	10,89%
<i>Hill/VK (átlag)</i>	<i>0,65</i>	<i>2,7</i>	<i>1,06</i>
(min max)	(0,38 1)	(1,5 5,1)	(0,7 1,65)

**Megjegyzés [D&C1]:** Az átlag úgy lett kiszámolva, hogy vettem VaR-í átlagát. A Min max értéke a táblázatban szereplő min max VaR-ok alapján számolódtak.

**4. táblázat: a Variancia-Kovariancia (VK) és a Hill módszer alapján számított VaR értékek összehasonlítása.<sup>3</sup>**

A hatályos szabályozás értelmében a belső modell esetében alkalmazandó korrekciós tényező értéke 3 és 4 között változhat attól függően, hogy a választott modell milyen pontosnak bizonyul. Megállapítottam, hogy a hazai piacon végzett számítások alapján, *normális eloszláson alapuló módszer választása esetén, a korrekciós tényező értéke elfogadhatónak tekinthető, ezáltal a 4. tézis alátámasztható.*

V. Ezen kívül a tényező értékintervallumával kapcsolatosan egy igen fontos felvetést is érdemes megvizsgálni. A hozameloszlás VaR szempontjából kritikus tartományát pontosabban becselő módszerek esetében a számított VaR érték lényegesen nagyobb lehet. Az eloszlásvég parametrikus becsülésével történt számítások átlagosan 2,7-szeres növekedést eredményeztek a BUX 10 napos VaR értékének esetében. Ez a növekmény viszont jóval meghaladja a modell pontosságából adódó maximális lehetséges csökkenést (33%) a korrekciós tényezőben. Ezek alapján tehát a jelenlegi előírások arra ösztönzik a pénzügyintézeteket, hogy – amennyiben mégiscsak belső modellel történik a tőkekövetelmény meghatározása - kevésbé pontos modell kerüljön alkalmazásra. Ez teljesen ellentétes a szabályozó minél kifinomultabb modell alkalmazására vonatkozó szándékával, mivel a korrekciós tényező növeléséből adódó büntetés mértéke a hazai piacon nem elégséges a kevésbé pontos modell általi alulbecsülés kompenzálására. Ebből kifolyólag tehát indokolt

<sup>3</sup> A Variancia-Kovariancia módszer esetében a rendelkezésre álló idősor utolsó évére meghatározott átlagok, illetve minimumok, maximumok kerültek feltüntetésre.

lehet a korrekciós tényező értékének változtatása jóval szélesebb tartományban annak érdekében, hogy a pénzügyintézetek pontosabb modellek alkalmazására legyenek ösztönözve.

**5. Tézis: A BUX részvényindexre a kereskedési könyv jogszabályi tőkekövetelményének meghatározásához belső módszer esetében előírt korrekciós tényező intervalluma nem egyensúlyozza ki a variancia-kovariancia módszer pontatlanságát.**

### 3. Thesis in English

During my research activity I have closely investigated the regulation of the Trading Book's capital requirements. Concerning these requirements and common practice, the following statements were supported by my research:

1. In case of internal models, which are permitted by the current regulation for determining the capital requirement of the Trading Book, the concept of value at risk (VaR) should be used. If the alpha parameters, describing the tail of the distribution, are different, the VaRs can not be compared, therefore the VaR is not appropriate to measure the risk level for the equity indices representing the Hungarian and the Central European markets. Therefore, the regulation for capital requirement calculation should be corrected.

2. In case of the variance-covariance method which could be used for determining the regulatory capital requirement of the Trading Book, the Expectation-Maximization method is misused for financial time series with stochastic volatility and missing data supposing stationary normal distribution.

3. The parameterization of the internal and standardized method permitted by the regulation of the Trading Book's capital requirement was calibrated for the developed markets. For the portfolios used for the analysis composed from Hungarian shares and T-bills, the parameterization is not appropriate considering regulatory intends. For standardized method, much lower capital requirement was calculated.

4. Calculating the regulatory capital requirement of the Trading Book with the internal model of variance-covariance method, the prescribed correction factor is appropriate for the BUX, because of the fat tailed distribution of the equity index. For developed markets, the correction factor was observed to be too conservative.

5. The value interval of the correction factor used in case of internal models by calculating the regulatory capital requirement of the Trading Book is not enough to balance the inaccuracy of the variance covariance method.

#### 4. Összefoglaló

Disszertációmban a piaci kockázatokra vonatkozó kereskedési könyvi szabályozás előírásait vizsgáltam a hazai és a közép-európai piacok esetében statisztikai elemzések alapján. Az elemzés létjogosultsága azért is indokolt, mivel a kereskedési könyvi rendeletben két különböző módszerrel lehet meghatározni a tőkekövetelményt. Gazdasági megfontolások alapján ugyanis nyilvánvaló, hogy a pénzügyintézetek azt a módszert választják, mely esetében a teljes költség (tőkeköltség, valamint beruházási, illetve üzemeltetési költségek) tartósan alacsonyabb szintű. Kérdés, hogy a módszerek kalibrációja, illetve az előírt feltételek hogyan szolgálják az összetettebb, ezáltal részletesebb elemzést lehetővé tevő belső módszer alkalmazásának ösztönzését.

1. Extrém értékek hatása a kockázati szint megítélésre vonatkozóan.

Pénzügyi termékek esetében a kockázatot érték (VaR) egy igen népszerű eszköz a kockázati szint megítélésre. Belátható azonban a mutató azon lényeges hiányossága, hogy a VaR-on túli veszteségekről nem ad elégséges információt. A pénzügyi termékek esetében tapasztalható vastag szélű eloszlások mellett viszont a szélsőséges változások lényeges kockázatot hordozhatnak, amit a VaR-on túli veszteségek várható értékével jellemezhetünk (CVaR). Dolgozatban megvizsgáltam, hogy az extrém értékek vizsgálata hogyan befolyásolja különböző részvénypiacok kockázati megítélését.

2. Kockázati becslések hiányos adatsorok esetében

Pénzügyi termékek kockázati szintjének megítélésében a múltbeli adatsorok elemzése nyújthat támpontot. Számos okból kifolyólag viszont ezek az idősorok hiányosak lehetnek, mely esetben a klasszikus statisztikai eszközök nem igazán alkalmazhatóak. Az adathiány kezelésére számos módszertan létezik, a szakirodalomban pénzügyi idősorok esetében elsősorban az EM (Expectation-maximization) módszertant ajánlják. Ez a módszer azonban csupán stacionárius normális eloszlás esetében került bemutatásra, sztochasztikus volatilitású modellek segítségével (normális eloszlás megőrzésével) ugyanakkor jóval pontosabban modellezhetőek az árfolyamváltozások.

3. A kereskedési könyvre vonatkozó módszerek összehasonlítása.

A jelenlegi, banki spekulatív pozíciókra vonatkozó kereskedési könyvi szabályozás lehetővé teszi sztenderd, illetve statisztikai módszereken alapuló belső modellek használatát. Megvizsgáltam, hogy különböző összetételű, magyar részvény és kötvénypozíciókat tartalmazó portfóliók esetében milyen a két különböző módszer által meghatározott tőkekövetelmény nagysága. A számítások szerint a belső módszer esetében lényegesen magasabb tőkekövetelmény adódott és ez a megfigyelés igen kedvezőtlen a fejlett kockázatkezelési módszertan alkalmazásának szabályozói ösztönzése szempontjából.

4. Korrekciós tényező

Megállapítottam, hogy a hazai piacon végzett számítások esetében, normális eloszláson alapuló módszer választásával, a belső modellekre vonatkozó korrekciós tényező értéke elfogadhatónak tekinthető. Ezen kívül a tényező értékintervallumával kapcsolatosan egy igen fontos felvetésre is rámutattam. A jelenlegi előírások ugyanis arra ösztönzik a pénzügyintézeteket, hogy – amennyiben mégiscsak belső modellel történik a tőkekövetelmény meghatározása - kevésbé pontos modell kerüljön felhasználásra. Ez teljesen ellentétes a szabályozó minél kifinomultabb modell alkalmazására vonatkozó szándékával, mivel a korrekciós tényező növeléséből adódó büntetés mértéke a hazai piacon nem elégséges a kevésbé pontos modell általi alulbecsülés kompenzálására. Ebből kifolyólag tehát indokolt lehet a korrekciós tényező értékének változtatása jóval szélesebb tartományban annak érdekében, hogy a pénzügyintézetek pontosabb modelleket alkalmazására legyenek ösztönözve.

## 5. Summary in English

In my dissertation, I have investigated the regulation for calculating the capital requirement of the Trading Book regarding the Hungarian and the Central European markets based on statistical analysis. This kind of analysis is motivated since one of two methods could be used for calculating the regulatory capital requirement. Based on economic considerations, it is evident that financial institutions will use the methodology which results in lower costs (capital plus investment and running costs) in the long run. The question is whether the regulatory requirements motivate (enforce) the more sophisticated internal models.

### 1. Effects of extreme values on the perception of risk

For financial instruments, the Value at Risk concept is a quite popular methodology for measuring the risk level. It could be proven that this concept's fault is that it does not provide information about losses beyond the VaR. The distribution of financial instruments is fat tailed; therefore extreme losses are quite relevant in these cases, which could be described by the average value of losses beyond the VaR (it is referred as CVaR). I have investigated in my paper, how the detailed analysis of the extreme losses affects the observed risk level of different equity markets.

### 2. Risk estimation for time series with missing values

Historical time series could be used for measuring the risk level of financial instruments. These time series could have missing values for different reasons and in these cases the classical statistical tools can not be used. There are different methods for handling missing data and mainly the Expectation Maximization method is recommended by the financial literature. This method is developed only for stationary normal distribution, but stochastic volatility distribution of financial time series has been proven.

### 3. Comparing methodologies for regulatory capital calculation of the Trading Book

Current regulation for the capital requirement of the Trading Book with speculative positions permits the standard method and internal model based on statistical tools. I have investigated different portfolios consisting of Hungarian equities and T-bills what the level of regulatory capital determined by both models is. According to my analysis, the capital requirement was much higher for the internal model. This fact is quite embarrassing from the regulators' standpoint of motivating the usage of sophisticated tools.

### 4. The correction parameter

Investigating the Hungarian market for a statistical model based on normal distribution, the value of the correction factor which should be used in case of internal model is appropriate. Furthermore, another conclusion could be raised. Current regulatory requirements motivate financial institutions that less accurate internal models would be chosen.

This fact is quite contrary to the regulator's intent to use more sophisticated models since the increase in the value of correction factor is not enough in the Hungarian market to compensate the balanced estimation of a less developed model. Therefore, the broadening of the value interval of correction factor would be necessary so that financial institutions would be motivated to use more accurate models.

## 6. Idézett irodalom

1. 244/2000. (XII. 24.) Kormány rendelet, „A kereskedési könyvben nyilvántartott pozíciók, kockázatvállalások, a devizaárfolyam kockázat és nagykockázatok fedezetéhez szükséges tőkekövetelmény megállapításának szabályairól és a kereskedési könyv vezetésének részletes szabályairól”.
2. 13/2001. (III.9.) PM. rendelet, „A tőke megfelelési mutató számításáról”.
3. Acerbi, C., „Coherent Representation of Subjective Risk-Aversion”. Risk Measures for the 21st Century Edited by Szegő, G., John Wiley & Sons Inc, USA, 2004.
4. Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. M., Heath, D., „Coherent Measures of Risk”. *Mathematical Finance*, Vol. 9 (1999), No. 3, pp. 203-228.
5. Basle Committee, „Amendment to the capital accord to incorporate market risks”, Basle Committee, <http://www.bis.org/publ/bcbs24a.htm>, 1996.
6. Basle Committee, „Basel Capital Accord: treatment of potential exposure for off-balance-sheet items”. Basle Committee, <http://www.bis.org/publ/bcbs18.htm>, 1995.
7. Burucs, J., „Kockázatok és pozíciók: Kereskedési könyv”, Bank és Tőzsde, 10. évf (2002), 36-39. sz., pp. 30-31.
8. Danielsson, J., Zigrand, J.P., „What happens when you regulate risk? Evidence from a simple equilibrium model”. kézirat, LSE, [www.riskresearch.org](http://www.riskresearch.org)
9. Delleaert, F., „The Expectation Maximization Method”. *working paper*, <http://www.cc.gatech.edu/~delleaert>
10. Dupire, B., (editor) „Monte Carlo – Methodologies and Applications for Pricing and Risk Management”. Financial Engineering Ltd., UK, 1998.
11. Elekes Csaba, „Hazai bankok származékos tevékenységeinek kockázatai és felügyeletük I-II.rész”, *Bankvilág*, 1997/3-4.
12. Embrechts, P., (editor) „Extremes and Integrated Risk Management”. Risk Waters Group Ltd, UK, 2000.
13. Embrechts, P., Klüppelberg, C., Mikosch T., „Modelling Extremal Events”. *Springer*, 1997.
14. Embrechts, P., McNeil, A., Straumann, D., „Correlation and Dependence in Risk Management: Properties and Pitfalls”. Risk Management\_ Value at Risk and Beyond, M.A.H. Dempster, Cambridge University Press, 2002.
15. Feller, W., „An Introduction to Probability Theory and Its Application”, Second edition, J. Wiley & Sons, New York, 1971.
16. Firth, D., „Lecture Notes for Advanced Social Statistics”. <http://www.stats.ox.ac.uk/~firth/advss/>
17. Gauder, M., „A VaR alkalmazásának veszélyeiről”, Hitelintézeti Szemle, 1. évf (2001), 1. szám, pp. 30-44.
18. J.P. Morgan/Reuters, „Riskmetrics<sup>TM</sup> – Technical Document”. *Morgan Guaranty Trust Company of New York*, USA, 1996.

19. Jorion, P., „A Kockázatosított Érték”. *Panem Kft*, Budapest, 1999
20. Little, R. J. A., Rubin, D. B., „Statistical Analysis with Missing Data”. *John Wiley & Sons, Inc.*, New Jersey, USA, második kiadás, 2002.
21. Mantegna, R. N., Stanley, H. E., „An Introduction to Econophysics”. Press Syndicate of the University of Cambridge, UK, 2000.
22. Morgan, M., „Cleaning Financial Data”. *Financial Engineering News*, June/July, 2002.
23. Neal, R., Hinton, G., „A View of the EM Algorithm that Justifies Incremental, Sparse, and Other Variants”. Megjelent: Jordan, M. I. (editor), „Learning in Graphical Models”. *Kluwer*, 1988, pp. 355-368.
24. Stahl, G., „Three Cheers”. *Risk*, Vol 10. (1997), No. 5, pp. 67-69.

## 7. Publikációs jegyzék

Az értekezésben ismertetett kutatási eredmények az alábbi publikált tanulmányokon alapulnak:

1. Soczo, Cs., „Comparison of Capital Requirements Defined by Internal (VAR) Model and Standardized Method”. *Periodica Polytechnica- Social and Management Sciences*, Vol 10 (2002), No. 1, pp. 53-66.
2. Soczo, Cs., „Estimation of Future Volatility”. *Periodica Polytechnica- Social and Management Sciences*, Vol 11 (2003), No. 2
3. Soczó Cs., „A belső modell és az extrém értékek”. *Hitelintézeti Szemle*, 2002/2, pp. 83-95.
4. Soczó Cs., „A kockázatosított értéknél nagyobb veszteségek vizsgálata”. *Hitelintézeti Szemle*, 2002/4, pp. 80-92.
5. Soczo, Cs., „Problems With Current Methods of Filling in Missing Financial Data”. *Információ, Tudás, Versenyképesség* (az Általános Vállalkozási Főiskola szervezésében), Budapest, 2002. november 4.
6. Soczó Cs., „A pénz és tőkepiaci folyamatok banki portfólióval kapcsolatos hatásainak szabályozási kérdései”. *Gyakorlat és Tudomány Konferenciasorozat*, Budapest, 2000. január, pp. 84-92.
7. Soczó Cs., „A réselemzés módszertani leírása, GAP limitek”. BME, 1999, 5 p.