

A kockázatotott érték módszertani aspektusai – empirikus alkalmazás

LŐRINCZ MÁRTA¹ – NAGY BÁLINT ZSOLT²

A szisztematikus, piaci kockázat mérése fontosnak bizonyul mind válságos időszakokban, mind a hétköznapi, normál időszakokban gyakorolt kockázatkezelés szempontjából. Az elmúlt néhány évtized egyik legszélesebb körben alkalmazott kockázati mutatószáma a kockázatotott érték (Value at risk, a továbbiakban: VaR). A VaR mutató számos előnye ellenére számos hátránnyal, korláttal is rendelkezik, több továbbfejlesztést is megélt. Jelen tanulmányban az elméleti vitás kérdések rövid áttekintése után azt tűzzük ki célul, hogy európai szinten meghatározzuk a legnagyobb tőzsdeindexek kockázatát a VaR mutató használatával, valamint vizsgáljuk a vastag szélű eloszlást ezen indexek esetén. A kutatás elvégzésével arra szeretnénk választ adni, hogy hatásos lenne-e a feltételes VaR (CvaR) bevezetése a már alapértelmezett VaR mutató kiegészítéseként. A témaválasztás aktualitását a *Bázel III* bankszabályozási egyezmény közeljövőbeli bevezetése is indokolja, melynek keretén belül felülvizsgálják többek között a jelenleg alkalmazott VaR mutató alkalmasságát a kockázat mérésére.

Kulcsszavak: kockázatotott érték, feltételes kockázatotott érték, Bázel 3 egyezmény

JEL kódok: G11, G18, G19

A VaR kockázatomérési modell megjelenése

A VaR kifejlesztése a JP Morgan befektetési bankhoz kötődik. 1993-ban került sor a modell nyilvános bemutatására a JP Morgan által szervezett konferencián. A konferencia keretén belül számos visszajelzés érkezett a befektetési bank ügyfeleitől, akik a sikereket látván, szertették volna saját célra is felhasználni a kifejlesztett modellt. 1994-re fejlesztették ki az úgynevezett RiskMetrics szoftvert, melynek kovariancia mátrixa naponta automatikusan frissült. A RiskMetrics lehetővé tette a VaR széles körű használatát (Holton 2002).

¹ Közgazdász, elemző, Evalueserve Ltd.

² Egyetemi adjunktus, dr., Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Közgazdaság- és Gazdálkodástudományi Kar.

A VaR elterjedésének, ipari standarddá válásának fontos elősegítő tényezője volt az 1988-as Bázeli bankszabályozási egyezmény. Az egyezményt 1988. június 15-én írták alá a G10-be tartozó országok, a bizottság által felállított minimális tőkekövetelményt a kereskedelmi és befektetési bankoknak teljesíteniük kellett. A Bázeli Bizottság engedélyezi a bankoknak, hogy saját kockázatkezelési modelljüket használják, valamint ajánlják a VaR kockázatkezelő modell alkalmazását. Az egyezmény célja az volt, hogy a tagországok mindegyikében a bankok mozgásteret azonos legyen, a minimális tőkekövetelmény felállításának köszönhetően (Jorion 1999).

A bázeli szerződés a tőkemegfeleltetésen túl szabályozza a kockázattvállalás mértékét is. A bankok nem rendelkezhetnek olyan pozícióval, amely tőkájüknök 25%-át meghaladja, azokat a pozíciókat pedig, amelyek meghaladják a 10%-ot, jelenteni kell (Jorion 1999).

1995 áprilisában a bizottság nyilvánosságra hozta a piaci kockázati modell átdolgozott változatát, mely a következőket tartalmazza a VaR alkalmazásának tekintetében (Jorion 1999):

- A VaR értéket egységes elvek alapján kell meghatározni, melyhez 99%-os konfidenciaintervallumot kell alkalmazni, és a megfigyelési időszak legalább egy évre visszamenőleg kell múltbeli adatot tartalmazzon.
- A korrelációkat figyelembe kell venni.
- A tőkekövetelmény megegyezik az előző napi VaR és egy szorzótényező szorzatával. Az elmúlt 60 kereskedési nap VaR-ját is alapul szokták venni, és azt veszik figyelembe, amelyik a szorzat során nagyobb eredményhez vezet. A szorzótényező pontos értékét az illetékes szabályozó intézmények szabják meg, értéke nem lehet 3-nál kisebb. A tőkekövetelmény értéke ily módon:

$$MRC_t = \max \left(k \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i}, VaR_{t-1} \right), \quad (1)$$

ahol MRC a t . kereskedési napon a piaci kockázat tőkekövetelménye és k a szabályozók által meghatározott szorzótényező.

- A Bázeli Bizottság ösztönzi a hatékony belső ellenőrzést, mindezt úgy, hogy egy büntető faktort is beépít a modellbe akkor, ha utólagos

tesztelések során kiderül, hogy a bank által alkalmazott modell helytelenül jelezte előre a kockázatot.

A VaR mérésére alkalmazott módszerek

A VaR segítségével meghatározott időtartamra, adott megbízhatósági szint mellett meghatározható, hogy mekkora egy portfólió lehetséges legnagyobb várható vesztesége. Kiindulópontnak tekinthető, hogy a statisztikai számítások során a portfólió hozama olyan valószínűségi változó, ami valamilyen valószínűségi eloszlásnak megfelelően viselkedik. A VaR számításánál rendszerint a hosszú (befektetői) pozíciót vesszük alapul, ami azt jelenti, hogy a negatív hozamok ebben az esetben veszteséget jelentenek (Danielsson–Vries 1998).

A VaR számításának különböző módszerei abban térnek el egymástól, hogy a veszteségek eloszlását milyen módon becsülik (Bugár 2010). Amint azt az alábbiakban látni fogjuk, a VaR általános értelmezése nem tartalmaz egy zárt képlettel megadható analitikus kifejezést, ezért azt mondjuk, hogy a VaR egy nem konstruktív értelmezésű mutató.

Adott α konfidenciaszinthez tartozóan a VaR a veszteségeloszlás α kvantilise, ami a következő képlettel fejezhető ki:

$$V(L \leq \text{VaR}_\alpha) = F(\text{VaR}_\alpha) = \alpha. \quad (2)$$

Diszkrét valószínűségeloszlás esetében a VaR a következő összefüggéssel számítható ki:

$$\text{VaR}_\alpha = \inf \{L_i \in \mathbb{R}, P(L > L_i) \leq 1 - \alpha\}. \quad (3)$$

A portfólió adott α konfidencia szint melletti $\alpha \in (0; 1)$ VaR értéke az L_i által határozható meg. L_i az a legkisebb szám, amely mellett annak a valószínűsége, hogy a portfólió vesztesége (L) meghaladja a L_i -t, nem lesz nagyobb, mint $(1-\alpha)$ (Frey–McNeil 2002).

A VaR megadja a várható maximális veszteséget egy adott időszakra, adott konfidenciaintervallum mellett. A VaR mérésére több módszer is létezik, melyeket több csoportba sorolhatunk. Az első csoport a lokális értékelésen alapszik, ezt a delta-normál módszer alkalmazza. A második csoport teljes értékelést használ, ide sorolható a történelmi szimu-

láció (*historical simulation*), a terheléses próba és a Monte Carlo-szimuláció (Jorion 1999).

1. A delta-normál módszer

A módszer feltételezi, hogy az eszközök hozama normális eloszlást követ. A portfólió hozama normális eloszlású változók lineáris kombinációja, tehát a portfólió is normális eloszlású. Mivel a VaR-t összetett portfólióra kell alkalmazni, ennek hozamát az alábbi képlet segítségével határozzuk meg (Jorion 1999):

$$R_p = \sum w_i R_i, \quad (4)$$

ahol w az egyes eszközök piaci súlya a portfólióban, R a hozam, σ_p^2 pedig a portfólió varianciáját méri:

$$\sigma_p^2 = W^T S W. \quad (5)$$

Az utóbbi egyenletben W a súlyok oszlopvektora, illetve annak transzponáltja, S pedig az úgynevezett variancia-kovariancia mátrix.

A delta-normál módszert több kritika is érte, mivel az úgynevezett ritka események kockázatát nem képes figyelembe venni. Ilyen eseményeknek tekinthetők például a részvényopciók piacának összeomlása. A legtöbb pénzügyi eszköz hozamainak eloszlását a vastag eloszlásvég jellemzi. Mindez azt jelenti, hogy a normális eloszlással való megközelítés ilyen esetekben alábecsüli a kilógó értékeket.

2. A történelmi szimuláció

Ez a szimuláció tekinthető a teljes értékelés egyszerű változatának. A módszer egyszerűen alkalmazható, az elmúlt időszak eszközhozamaihoz súlyokat rendel, és ezeket újraszámolja a következő képlet segítségével:

$$R_{p,\tau} = \sum_{i=1}^N w_{i,t} R_{i,\tau}, \quad \tau = 1, \dots, t, \quad (6)$$

A τ állapothoz kapcsolódó jövőbeli árakat úgy kapjuk meg, ha a jelenlegi árszintet a történelmi árváltozáshoz rendeljük (Philippe Jorion 1999).

Ez a módszer is rendelkezik hiányosságokkal, mivel abból az alapfeltételezésből indul ki, hogy a múlt jól reprezentálja a jövőt. Ez pedig ahhoz vezet, hogy a modell nem képes az ideiglenesen megnövekvő volatilitás kezelésére. Azonos súlyt rendel minden múltbeli, a mintában szereplő adathoz. A módszer kezelhetetlen, ha túl nagy portfóliókra alkalmazzuk (Jorion 1999).

3. A terheléses próba

A történelmi módszerrel ellentétes megközelítés. A terheléses próba pénzügyi változók szimulált nagymértékű mozgásainak hatását vizsgálja a portfólióra, forgatókönyv-elemzésként is szokták emlegetni. Ez a módszer szubjektívnek tekinthető, mivel a portfólió értékének meghatározásához különböző kamatpályákat szubjektíven határoz meg. Ezért is ez a módszer, az eddigőtől eltérően, a VaR becslésre gyengéneke minősül. A terheléses próba nem határozza meg a legrosszabb szituációk lehetőségét. A módszer jól alkalmazható olyan helyzetekben, amikor a portfólió értéke egyetlen fő kockázati tényezőtől függ (Jorion 1999).

4. A Monte Carlo-szimuláció (MCS)

A szimuláció figyelembe veszi a pénzügyi változók lehetséges értékeinek széles skáláját és ezek korrelációját. A módszer két lépésből tevődik össze. Az első lépésben a pénzügyi változók sztochasztikus folyamatait határozzák meg, valamint a felhasznált paramétereket – ide sorolható a kockázat és a korreláció. A második lépésben a portfólió piaci értékének meghatározására kerül sor, mely esetén figyelembe veszik az időhorizontot, amely több hónapig is terjedhet. Ezáltal meg lehet határozni a hozamok eloszlását, melyből kiszámítható a kockázatosított érték. A módszer hiányossága, hogy egy sztochasztikus modell képezi az alapját, ezért a kapott eredményeket elemezni kell, ajánlott az érzékenységvizsgálat elvégzése (Jorion 1999).

Az MCS a leghatékonyabb módszernek tekinthető a VaR számítás esetén. Az 1. táblázat szintetikus összehasonlítást nyújt az ismertetett módszerekről.

1. táblázat. A módszerek összehasonlítása

	Delta-normál	Történelmi szimuláció	Terheléses próba	Monte Carlo-szimuláció
Pozíció				
Értékelés	Lineáris	Teljes	Teljes	Teljes
Nem lineáris eszközök	Nem	Igen	Igen	Igen
Eloszlás				
Múltbeli	Normális	Tényleges	Szubjektív	Teljes
Időben változó	Igen	Nem	Szubjektív	Igen
Implikált	Lehetséges	Nem	Lehetséges	Igen
Piac				
Nem normális eloszlás	Nem	Igen	Igen	Igen
Szélsőséges helyzetek mérése	Valamennyire	Valamennyire	Igen	Lehetséges
Korrelációk használata	Igen	Igen	Nem	Igen
Alkalmazás				
Modellkockázat elkerülése	Valamennyire	Igen	Nem	Nem
Számítás könnyítése	Igen	Valamennyire	Valamennyire	Nem
Kommunikálhatóság	Könnyű	Könnyű	Jó	Nehéz
Legfőbb hibák	Nemlinearitás, szélsőséges eredmények	Időbeli változás, szélsőséges események	Rossz találgatások, korrekciók	Modell kockázat

Forrás: Jorion 1999, 199.

A VaR mutató kritikája

A bemutatott módszertan mindegyike rendelkezik hiányosságokkal a VaR mutató számítása esetén.

Nassim Taleb óvatosságra inti a kockázatosított értéket alkalmazókat. Véleménye szerint a VaR fontos tényezőket hagy figyelmen kívül. Amint azt Taleb is megjegyzi, sokkal rosszabb félrevezető információ birtokában lenni, mint semmilyen információt sem birtokolni (Taleb 2007).

Danielsson szerint válság kezelésére helytelen olyan adatokból modellt alkotni, mely csak a normál piaci működést feltételezi. Krízis idején a hozamok statisztikája eltér a normál piaci állapot adataitól (Danielsson 2001).

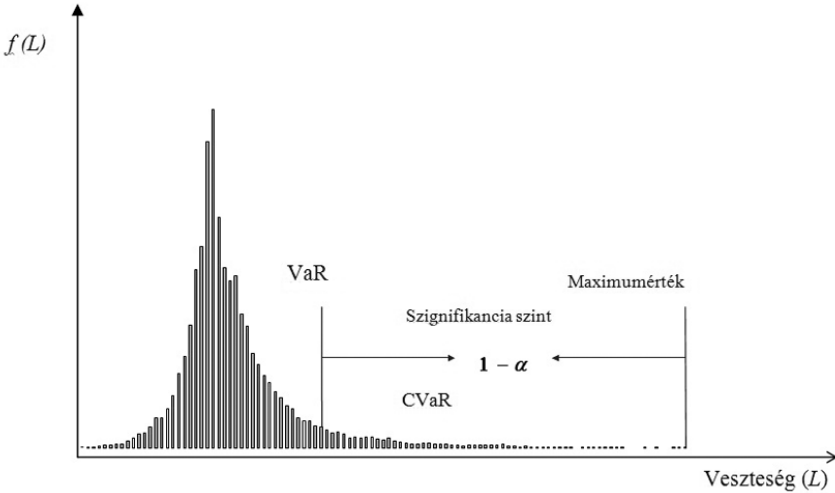
A VaR mutatót érő kritikákat illetően a Bázeli Bizottság is állást foglalt. A válság egyik legfontosabb tanulsága, hogy erősíteni kell a tőketartalékkal szembeni kritériumokat. A kockázat elsősorban abból adódik, hogy a mérlegen kívüli tételeket nehéz figyelemmel követni, valamint a származatosított termékek (derivatívok) nincsenek megfelelően szabályozva. Ezeket a hiányosságokat már a Bazel II-ben 2009 júliusában megjelent tételek is helyesbíteni kívánták. Számos nemzetközi tevékenységet folytató bank számára jelentett ez változást a tőkekövetelmény tekintetében. A VaR modell a bankok számára kötvénybefektetések esetén is változást jelent majd. Azok a bankok, amelyek belső modellt használnak a partnerek hitelkockázatának és a kötvények hozamának meghatározásához, egy kiigazítási mutatóval is kell számoljanak (Basel Committee on Banking Supervision, 2011).

Az utóbbi időszakban az extrémérték-elméletet (Extreme Value Theory, a továbbiakban EVT) is alkalmazni kezdték a VaR mutató javítása érdekében. Az elmélet az adatoknak csak azon részére koncentrál, melyek az extrém eseményekről hordoznak információt. Az elmélet az eloszlás végeinek közelítésére szolgál. A szélsőérték mintákra illeszt egy extrémérték modellt, amely segítségével meghatározásra kerül az eloszlás szélének az indexe (Darbha 2001).

Feltételes kockázatosított érték (CVaR)

A CVaR (Conditinal Value at Risk) használatával meghatározható a VaR-nál nagyobb veszteségek várható értéke. Folytonos veszteségeloszlás esetén az alábbi képlet szolgál a feltételes kockázatosított érték kiszámítására (Rockafellar–Uryasev 2002):

$$\text{CVaR}_\alpha = E\{L|L \geq \text{VaR}_\alpha\} \quad (7)$$



Forrás: Uryasev S. 2000. Optimization using Cvar.

1. ábra. A VaR és a CVaR ábrázolása

Rockafellar és Uryasev a CVaR-típusú mérőszámok esetén két csoportot különböztet meg: CVaR^+ és CVaR^- . A CVaR^+ a VaR-t szigorúan meghaladó veszteségek várható értékét határozza meg. A CVaR^- pedig a VaR-nál nagyobb vagy azzal megegyező veszteségek várható értékét számszerűsíti.

Az alábbi összefüggés áll fenn az említett mutatók között (Rockafellar–Uryasev 2002):

$$\text{VaR}_\alpha \leq \bar{\text{C}}\text{VaR} \leq \text{CVaR}_\alpha \leq \text{CVaR}^+ \quad (8)$$

A CVaR kedvező tulajdonságokkal rendelkezik, mivel egy befektetés kockázatosságának megítélése során kizárólag a hozam-, illetve veszteségeloszlás kedvezőtlen részét veszi figyelembe. Legfontosabb tulajdonsága, hogy a mutató figyelembe veszi a kockázatosított értéket (VaR) meghaladó veszteségeket, melynek jelentősége a vastagszélű eloszlások esetében érzékelhető. A CVaR értéke a választott konfidenciaszint folyto-

nos függvénye, valamint a CVaR konvex függvénye a döntési változóknak, amelyek lehetővé teszik a CVaR portfólió optimalizálásban történő hatékony alkalmazását nagy számú értékpapírt tartalmazó portfóliók esetén is (Bugár 2010).

Matematikai eszközökkel bizonyítható, hogy a CVaR mindig nagyobb értéket fog eredményezni, mint a VaR mutató (Rockafellar – Uryasev 2002).

A CVaR mutató hatékonyságát számos nemzetközi szerző bizonyította. Uryasev szerint a CVaR mutató használata nagy portfóliók kockázatának optimalizálása esetén is releváns eredményhez vezet, és nem utolsósorban a VaR-ral ellentétben a CVaR koherens kockázati mérőszám. Rockafellar és Uryasev használta a CVaR technikát opciós portfóliók hedgelésére is (Krokhmal P. – Palmquist J. – Uryasev S. 2001).

A VaR alkalmazásának néhány vonatkozása a kidolgozás alatt álló Bázis 3 Szabályozási Egyezmény tükrében

A 2007–2008-as globális pénzügyi válság legfontosabb tanulságai közé tartozik, hogy a hagyományos VaR számítások lényegesen alulbecsülték a piaci kockázatokat. A napjainkban egyre többet emlegetett Bázis 3 egyezménytervezet többek között ezen a téren is javulást szeretne elérni. Az egyik legfontosabb javaslat az úgynevezett terheléses VaR (stressed VaR) bevezetése. Annak ellenére, hogy a pénzügyi intézmények és a szabályozó intézmények körében is szinte teljes az egyetértés abban, hogy a Bázis 2 (és a klasszikus VaR) korrekciókra szorulnak, mégis a technikai részletekkel kapcsolatos nehézségek és viták (melyeket lentebb fogunk röviden érinteni) miatt az új egyezmény életbe lépése egyre csak halasztódik (Slovik–Cournède 2011). Az új egyezmény különböző pilléreiben megfogalmazott hatérfértékeknek való megfelelés határidei 2013 és 2019 között változnak.

A terheléses VaR lényegi előírása szerint a bankoknak figyelembe kell venni egy különösen veszteséges év megfigyeléseit, és azt mindenkoron hozzáadni a klasszikus, normális VaR értékekhez, melyeket a legutolsó év adatai alapján számolnak. A Bázis Bizottság reményei szerint ez az intézkedés is hozzájárul majd a minimális tőkekövetelmények Bázis 2 alatti úgynevezett prociklikusságának enyhítéséhez.

A terheléses VaR számításának technikai részletei korántsem egyértelműek: egy egyszerű megközelítés csupán a portfólió volatilitásának növelését feltételezné, vagyis a korábban normális (Gauss-i) hozameloszlás széleinek megvastagítását.

Egy másik, kissé összetettebb megközelítés szerint eleve nem a normális eloszlásból, hanem úgynevezett vastag szélű eloszlásokból kellene kiindulni (pl. Gumbel, általánosított Pareto, Weibull stb.). A vastag szélű extrémérték-eloszlásokról magyarul részletesen ajánljuk Kürti László tanulmányát a *Közgazdász Fórum* előző számában (Kürti 2011).

Mindezen túl azonban arra is tekintettel kell lenni, hogy a parametrikus és Monte Carlo VaR-ban alkalmazott variancia-kovariancia mátrixot is terhelni szükséges, amennyiben egy valóban megbízható stressztesztet akarunk végrehajtani. Bizonyított tény, hogy szélsőségesen volatilis időszakokban, mint például tőzsdepanikók esetén, az eszközök hozamai közötti korreláció viselkedése drámaian megváltozik, a portfóliók összetevői közötti korreláció aszimptotikusan közelít 1-hez. Egy részletes elemzése ennek a jelenségnek megtalálható Balogh et al 2010-ben. Sajnos azonban a kovariancia mátrix stresszelése korántsem egyszerű, ugyanis a VaR-számítás megköveteli, hogy a mátrix pozitív definit legyen, ami nem garantálható egy tetszőlegesen módosított kovarianciamátrix esetén.

Az új, terheléses VaR bevezetését azonban viták is övezik, hiszen számos piaci szakember és bankár meglátásában ez igencsak magas tőkekövetelményeket eredményezne, ugyanis ez a terheléses VaR még hozzáadódna az alap VaR-hoz, miután mindkét számot még megszorozzák egy biztonsági szorzóval, melynek értéke nem lehet háromnál kisebb. Egyes elemzők szerint egyszerű fejbeli számításokkal is igazolható, hogy ez a fajta számítási mód akár 50%-os tőketartalékot eredményezne olyan biztonságos értékpapír-portfólió esetén, mint egy befektetési minősítésű portfólió.

Egyes elemzők azért aggódnak (Ferry 2009), mert az új számítási rendszer ellenérdekeltekké teszi a bankokat a reaktív kockázatmérési rendszerek bevezetése iránt. Ez azt jelenti, hogy azok a bankok, amelyek helyesen alkalmaznak reaktív rendszereket (növelik a VaR értékeket,

amint a szisztematikus kockázat is növekszik), nagyobb tőketartalékokra lesznek kötelezve, mint azok, amelyek kevésbé reaktív (konzervatív) VaR-számítást alkalmaznak. Továbbá azt kifogásolják, hogy az Egyezmény túlságosan a kvantitatív szemléletmódot helyezi előtérbe, és nem helyez hangsúlyt finom megkülönböztetésekre mint pl. az úgynevezett VaR-barát pénzügyi termékek kiválasztására (olyan termékek, amelyek magas likviditással rendelkeznek és könnyen felértékelhetőek) a sokkal kockázatosabb eszközöktől és külön szorzószámokkal való kezelése.

A VaR és a CVaR mutató tőzsdeindexekre végzett eddigi kutatások eredményei

A VaR és a CVaR mutató elemzésével számos szerző foglalkozik, ezek közül egy-egy kutatási eredményt szeretnénk bemutatni. Az S&P500, BUX és CESI részvényindexekre végzett kutatás a VaR értékeket a delta normál (variancia-kovariancia, VK) megközelítés és egy becslési eljárás (az úgynevezett Hill-módszer) segítségével számolta ki. A kapott eredményekből megállapítható, hogy a magyar részvénypiacon a vastagszél (fat-tail) effektus jelentősnek bizonyul, ez alátámasztja az 1995 és 2002 között használt magas korrekciós tényezőt. Az amerikai piac esetében ugyanarra a periódusra a használt korrekciós tényező igen magasnak bizonyult. A CESI index-ből kapott eredmény szerint a fat-tail effektus rendkívül mérsékelt (Soczó 2002).

A CVaR mutató elemzésének alapját a Standard and Poor's (S&P) fejlődő piacokat tartalmazó adatbázisa képezte, melyben a világ 22 fejlődő tőkepiacáról összesen 600 részvény hozamadatait vették alapul 1997 és 2006 közötti heti bontású adatok ismeretében. Az elemzés többváltozós regressziószámítással volt elvégezve, amelynek eredményváltozója a CVaR, magyarázó változói pedig a várható (átlag) hozam, a hozamok szórása, a ferdeség és a csúcosság. A szerző által felépített modell magyarázó ereje nagy volt, és a regressziós koefficiensek értéke is szignifikánsnak tekinthető (Bugár 2007).

Alkalmazott módszertan

A kutatás első lépését az elemzés részét képező tőzsdék kiválasztása képezte. Ezt követően pedig a tőzsdeindexek meghatározása került sor.

1. táblázat. Tőzsdék és indexek

Tőzsdék	Weboldal	Index
Berlini Tőzsde (Börse Berlin)	www.boerse-berlin.de	GDAX
Máltai Tőzsde (Malta Stock Exchange)	www.borzamalta.com.mt	MSE
Bolgár Tőzsde (Bulgarian Stock Exchange)	www.bse-sofia.bg	SOFIX
Norvég Tőzsde (Oslo Stock Exchange)	www.oslobors.no	OSEBX
Ír Tőzsde (Irish Stock Exchange)	www.ise.ie	ISEQ
Luxemburgi Tőzsde (Luxembourg Stock Exchange)	www.bourse.lu	LUXX
Görög Tőzsde (Athens Stock Exchange)	www.athex.gr	ATG
Lengyel Tőzsde (Warsaw Stock Exchange)	www.gpw.com.pl	WIG
Szlovák Tőzsde (Bratislava Stock Exchange)	www.bsse.sk	SAX
Francia Tőzsde (Euronext Paris)	www.euronext.com	FCHI
Cseh Tőzsde (Prague Stock Exchange)	www.pse.cz	PX
Magyar Tőzsde (Budapest Stock Exchange)	www.bse.hu	BUX
Osztrák Tőzsde (Wiener Börse)	www.wienerboerse.at	ATX
Belga Tőzsde (Euronext Brussels)	www.euronext.com	BFX

Svájci Tőzsde (Six Swiss Exchange)	www.six-swiss-exchange.com	SSMI
Spanyol Tőzsde (Bolsas Y Mercados Espanoles)	www.bolsasymercados.es	BME.MC
Szlovén Tőzsde (Ljubljana Stock Exchange)	www.ljse.si	SBITOP
Román Tőzsde (Bucharest Stock Exchange)	www.bvb.ro	BET
Ciprusi Tőzsde (Cyprus Stock Exchange)	www.cse.com.cy	CYFT

Forrás: Saját szerkesztés.

Az elemzés elvégzéséhez a *Reuters* adatbázis által közzétett napi hozamokat használtuk. A VaR és a CVaR mutató kiszámításához az indexeket és hozamadatokat az adatbázisban elérhető periódusok alapján csoportosítottuk, melynek következtében az elemzést három részre osztottuk. Mindegyik csoport adatai 2011 júniusában zárulnak.

A VaR mutató kiszámításához az indexek loghozamát használtuk, ebből pedig az átlag és a szórás került meghatározásra. A VaR mutató meghatározásához meg kell határozni egy konfidenciaszintet. Az elemzés keretében a 95%-os konfidenciaszintet használtuk.

A CVaR mutató meghatározására számos modellt használnak. Az elemzésben a Hill-módszert alkalmaztuk, amely az alábbi képleteket használja:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (\ln x_i - \ln x_{m+1}). \quad (9)$$

A módszer az x_m -nél nagyobb veszteségértékeket használja. A nehézséget az m és a k érték becslése jelenti, mely általában a Bootstrap-módszer segítségével történik.

$$M_{(k)} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\ln x_{n-i+1} - \ln x_{n-k})^2. \quad (10)$$

A CVaR mutató figyelembe veszi azokat a kockázatokat is, melyekkel a VaR mutató nem számol. Ebből kifolyólag a CVaR értéke nagyobb, mint a VaR-ral számolt érték.

A VaR és a CVaR mutatók alkalmazása

A kutatással elsősorban a VaR mutatóval szembeni kritikákat szeretnénk megvizsgálni, valamint azt, hogy a CVaR mutató jobban tükrözi-e a kockázatot.

Az elemzést három részre osztottuk. A tőzsdék csoportosítása különböző periódusokra történt. A csoportokat a tőzsdék által közzétett indexek hozamadatai alapján osztottuk fel.

A kapott eredmények összehasonlítása érdekében az adott csoportokra azonos periódusokat választottunk, a két mutató összehasonlításához pedig a CVaR értékek VaR-hoz viszonyított növekményét vettük figyelembe. Mindkét mutató értékét százalék formájában érdemes vizsgálni, hogy az elérhető veszteségeket össze lehessen hasonlítani. A mutatók számítása esetén a 95%-os konfidenciaszintet használtuk.

1. Az első csoportra számított VaR és CVaR mutatók

Az elemzés első részét hat tőzsdeindex képezte: a német, a máltai, a bolgár, a norvég, az ír és a luxemburgi. A választott periódus a 2009 és 2011 közötti volt.

A vizsgált indexek VaR mutatója az adott periódusra minden esetben 2% körüli értéket eredményezett. A számított CVaR mutatók ennél sokkal jobban eltérnek egymástól. A GDAX index bizonyul a legkevésbé kockázatosnak 3,4%-kal, ezt követi az ír tőzsde közel 4%-kal. A máltai, norvég és a luxemburgi indexekre számított CVaR mutatók 5% fölöttiek. A csoportból viszont a bolgár tőzsde által jegyzett SOFIX index bizonyult a legkockázatosabbnak közel 9%-kal.

A CVaR értékek VaR-hoz viszonyított növekménye lényegesen eltérő értéket mutat az indexek között, mely a VaR és a CVaR mutatók közötti nagymértékű különbségből adódik.

BÖRSE BERLIN	
2009–2011	.GDAX
VaR	2,22%
CVaR	3,40%
(CVaR-VaR)/VaR	0,53

MALTA STOCK EXCHANGE	
2009–2011	.MSE
VaR	2,50%
CVaR	5,12%
(CVaR-VaR)/VaR	1,04

BULGARIAN STOCK EXCHANGE	
2009–2011	.SOFIX
VaR	2,22%
CVaR	8,93%
(CVaR-VaR)/VaR	3,03

OSLO BORS	
2009–2011	.OSEBX
VaR	2,59%
CVaR	5,36%
(CVaR-VaR)/VaR	1,07

THE IRISH STOCK EXCHANGE	
2009–2011	.ISEQ
VaR	2,56%
CVaR	3,89%
(CVaR-VaR)/VaR	0,52

LUXEMBOURG STOCK EXCHANGE	
2009–2011	.LUXX
VaR	2,50%
CVaR	5,12%
(CVaR-VaR)/VaR	1,04

2. A második csoportra számított VaR és CVaR mutatók

Ebben a részben a következő kilenc tőzsde indexe került elemzésre: görög, lengyel, szlovák, francia, cseh, magyar, osztrák, belga és a svájci. A vizsgálatot egy hosszabb periódus képezte, az 1993 és 2011 közötti.

A VaR mutató értéke egy szélesebb sávban mozog, ebben az esetben 1,8% és 3% között. A BFX (Belga) és az SSMI (Svájc) indexek bizonyultak a legkevésbé kockázatosnak, a VaR mutató 1,7% volt. A VaR esetén a legnagyobb kockázatot a varsói és a budapesti tőzsde mutatta 3% alatti értékkel.

A CVaR mutató vizsgálata ebben a kategóriában is bizonyítja azt, hogy a VaR-on túli veszteségeket sem szabad figyelmen kívül hagyni. A legkockázatosabbnak az ATG (Athén) index bizonyult 12,33%-kal. A BUX index volt az adott csoportban a második legkockázatosabb 9,92%-os CVaR mutatóval.

A mutatók közötti eltérést a CVaR értékek VaR-hoz viszonyított nö-

vekménye mutatja. Az eltérés a görög index esetén a legnagyobb (3,66) és a belga esetén a legkisebb (0,25). A többi index esetén az érték 1 körüli.

ATHENS EXCHANGE	
1993–2011	.ATG
VaR	2,65%
CVaR	12,33%
(CVaR-VaR)/VaR	3,66

WARSAW STOCK EXCHANGE	
1993–2011	.WIG
VaR	2,83%
CVaR	4,91%
(CVaR-VaR)/VaR	0,73

BRATISLAVA STOCK EXCHANGE	
1993–2011	.SAX
VaR	2,02%
CVaR	3,66%
(CVaR-VaR)/VaR	0,81

EURONEXT PARIS EXCHANGE	
1993–2011	.FCHI
VaR	2,12%
CVaR	5,96%
(CVaR-VaR)/VaR	1,81

PRAGUE STOCK EXCHANGE	
1993–2011	.PX
VaR	2,19%
CVaR	4,00%
(CVaR-VaR)/VaR	0,83

BUDAPEST STOCK EXCHANGE	
1993–2011	.BUX
VaR	2,72%
CVaR	9,92%
(CVaR-VaR)/VaR	2,64

VIENNA STOCK EXCHANGE	
1993–2011	.ATX
VaR	1,89%
CVaR	3,82%
(CVaR-VaR)/VaR	1,02

EURONEXT BRUSSELS EXCHANGE	
1993–2011	.BFX
VaR	1,73%
CVaR	2,17%
(CVaR-VaR)/VaR	0,25

SIX SWISS EXCHANGE	
1993–2011	.SSMI
VaR	1,77%
CVaR	2,86%
(CVaR-VaR)/VaR	0,61

3. A harmadik csoportra számított VaR és CVaR mutatók

A vizsgálat részét a spanyol, szlovén, román és a ciprusi tőzsdék indexe képezte. Az azonosított közös periódus a 2006 és 2011 közötti volt.

A számolt VaR mutató az SBITOP (Szlovénia) esetén volt a legkisebb (1,85%) és CYFT (Ciprus) esetén a legnagyobb (4,11%).

A CVaR mutató a spanyol tőzsdét értékelte a legkockázatosabbnak 9,02%-kal. Mindezt a két mutató közötti eltérés is kifejezi.

BOLSAS Y MERCADOS ESPANOLAS	
1993–2011	BME.MC
VaR	3,35%
CVaR	9,02%
$(CVaR-VaR)/VaR$	1,69

LJUBLJANA STOCK EXCHANGE	
1993–2011	.SBITOP
VaR	1,85%
CVaR	2,90%
$(CVaR-VaR)/VaR$	0,57

BUCHAREST STOCK EXCHANGE	
1993–2011	.BETI
VaR	2,91%
CVaR	5,06%
$(CVaR-VaR)/VaR$	0,74

CYPRUS STOCK EXCHANGE	
1993–2011	.CYFT
VaR	4,11%
CVaR	8,16%
$(CVaR-VaR)/VaR$	0,98

Következtetés

A kutatás során a VaR és a CVaR mutatót elemeztük. Számos tanulmány készült már a VaR mutató kritikáiról, viszont az eredmények relevanciája megkérdőjelezhető, mivel a legtöbb szerző maximum három indexre elemezte ki a mutatók teljesítményét. Nagyobb magyarázóerejű eredményt csak nagyobb minta vizsgálatával lehet elérni, ezért a készített kutatás Európa-szerte elemzi a tőzsdeindexek kockázatoságát a VaR és a CVaR mutatók kiszámításával.

Az elemzés a mutatók használatának vizsgálatát tűzte ki célul és nem a jövőbeli veszteségek előrejelzését. Az eredményekből megállapítható, hogy a VaR mutató, ahogyan ezt az irodalmi áttekintésben is kiemeltük, számos hiányossággal rendelkezik. Mivel nem számol a vastag szélű eloszlással, így a kapott értékek bankok esetén is egy szorzó ténye-

zövel vannak korrigálva, melynek értéke általában 3 körül mozog (ezt az egyes országok külön-külön szabályozzák).

A CVaR mutató az elemzett 19 értéktőzsdére minden esetben jobban meghatározta a kockázatot, mint a VaR mutató. Egyértelműen nem emelhető ki Európa-szinten a legkockázatosabb index, mivel az elemzés különböző periódusokra volt elvégezve az adatok elérhetősége függvényében.

Ahogy a kutatás eredményei is mutatják, kockázatkezelés szempontjából a CVaR mutató alkalmasabbnak bizonyul, ezért javasolt lenne ennek az alkalmazása a banki kockázatkezelés esetén is.

A kutatás eredményei számos továbbfejlesztési lehetőséget kínálnak, ezek közé sorolható a mutatók előrejelzésekre való használatának kifejlesztése, valamint a bankok által a VaR esetén használt korrekciós tényező meghatározásának kutatása. A korrekciós tényező tekintetében alkalmasabb lenne egy olyan mutató használata, mely minden kockázatot figyelembe vesz és nem igényel további javításokat. A rendkívüli események modellbe való beépítése továbbra is nagy nehézségeket jelent, mivel egyetlen mutató sem képes minden tényezőt figyelembe venni.

Irodalomjegyzék

Balogh E. – Simonsen I. – Nagy B. Zs. – Néda Z. 2010. Persistent collective trend in stock markets. *Phys Rev E*. Dec, p. 82.

Basel Committee on Banking Supervision 1998. *Performance of Model-Based Capital Charges for Market Risk*. Basel, p. 3.

Basel Committee on Banking Supervision 2011, *Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*. Basel, p. 11, 39.

Bugár Gy. – Maurer R. – Thanh Huy Vo 2009. *Gauging risk with higher moments: Handrails in measuring and optimizing Conditional Value at Risk*

Bugár Gyöngyi 2007. *A hozameloszlás momentumainak szerepe a befektetések kockázatának mérésében*. Tanulmánykötet Pintér József emlékére (szerk. Rappai Gábor), PTE KTK, 270–279.

Bugár Gyöngyi 2010. *Kockázatomérés és -kezelés*. Universitas, Pécs, p. 58.

Christoffersen P. – Gonçalves S. 2004. *Estimation Risk in Financial Risk Management*.

Danielsson J. 2001. *The Emperor has no Clothes: Limits to Risk Modelling* (<http://www.riskresearch.org/>)

Danielsson J. – Casper G. de Vries 2000. *Value-at-Risk and Extreme Returns*.

Danielsson J. – Hartmann P. – C. de Vries 1998. The Cost of Conservatism; *Risk 11* (January), 101–103.

Darbha G. 2001. *Value-at-Risk for Fixed Income portfolios – A comparison of alternative models*.

Dowd K. 2005. *Measuring market risk*. Second Edition, JohnWiley Sons, Ltd., England, 9–14., 249–264.

Edwin J. Elton – Martin J. Gruber – Stephen J. Brown – William N. Goetzmann 2007. *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. John Wiley & Sons, USA, 48, 233–234., 244.

Ferry, John 2009. Challenging times for VaR. *Risk Magazine*, april 1 2009.

Frey, R. – McNeil, A. 2002. VaR and expected shortfall in portfolios of dependent credit risks: Conceptual and practical insights. *Journal of Banking & Finance*, vol 26, 1317–1334.

Glyn A. Holton 2002. *History of Value-at-Risk: 1922-1998*, p. 20.

Golaka C Nath – G. P. Samanta: *Value at Risk: Concept and Its Implementation for Indian Banking System*.

J. P. Morgan/Reuters 1996. *Risk Metrics – Technical Document*. *RiskMetrics™*

Jorion Philippe 1999. *A kockázatosított érték*. Panem kiadó, Budapest, 36., 59–63., 185–200.

Kóbor Á. 2000. A feltétel nélküli normalitás egyszerű alternatívái a kockázatosított érték számításában. *Közgazdasági Szemle XLVII. évf.*, 2000. november, 878–898.

Krokhmal P. – Palmquist J. – Uryasev S. 2001. *Portfolio Optimization with Conditional Value-at-Risk*, Florida.

Kürti László Ádám 2011. A piaci kockázat modellezése. Egy kopula megközelítés. *Közgazdász Fórum*, XIV. évf., 100. sz., 43–77.

LeBaron B. – Ritirupa S. 2004. *Extreme Value Theory and Fat Tails in Equity Markets*.

Rockafellar R. T. – Uryasev S. 2002. Conditional value-at-risk for general loss distributions. *Journal of Banking and Finance*, Vol. 26, 1443–1471.

Slovik, P. – B. Cournède 2011. Macroeconomic Impact of Basel III. *OECD Economics Department Working Papers*, No. 844 doi: 10.1787/5kghwnhkkjs8-en

Soczó Cs. 2002. A belső modell és az extrém értékek. *Hitelintézeti Szemle*, I. évf. 2. szám

Soczó Cs. 2005. *A kereskedelmi könyv tőkekövetelményére vonatkozó jogszabályilag előírt módszertanok vizsgálatok*, PhD-értekezés.

Taleb Nassim N. 2007. *The Black Swan*. Random House, New York, p. 225.

Uryasev S. 2000. *Stochastic Optimization, Optimization using CVaR, Algorithms and Applications*.

Uryasev S. *Optimization using CVaR – Algorithms and Applications* (Stochastic Optimazation ESI 6912 - ppt)

Walter S. 2011. *Basel III: Stronger Banks and a More Resilient Financial System*, Conference on Basel III, p. 6

Internetes Források

<http://www.bis.org/bcbs/history.htm>. Letöltve: 2011. április 5.

<http://www.bis.org/publ/bcbs24a.pdf>. Letöltve: 2011. április 5.

http://pascal.iseg.utl.pt/~aafonso/eif/rm/TD4ePt_4.pdf Letöltve: 2011. május 27.

http://www.moody.com/researchdocumentcontentpage.aspx?docid=PBC_126632. Letöltve: 2011. június 14.

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html. Letöltve: 2011. június 14.

Bank For International Settlements (2009): Guidelines for computing capital for incremental risk in the trading book (<http://www.bis.org/forum/research.htm>). Letöltve: 2011. augusztus 15.
