

LUBLÓY ÁGNES

A BANKSZEKTOR KOCKÁZATOSSÁGÁNAK BARNHILLI MODELLJÉRŐL

A bankrendszer stabilitása felett őrködő nemzeti és nemzetközi szervezetek, a szabályozó hatóságok, valamint számos tanácsadó cég az utóbbi időben egyre jelentősebb erőfeszítéseket tesz a pénzügyi rendszer stabilitásának megítélésére alkalmas eljárások, módszerek kidolgozása érdekében. A *bankválságok* nemcsak sebezhetővé teszik a pénzügyi rendszereket, hanem súlyos közvetlen és közvetett hatásokkal és költségekkel járnak együtt. A bankválságok azonban nemcsak a fejlődő országok „kiváltságai”, Finnország és Japán esete jól mutatja a fejlett országok bankrendszerének makrosokkokra való érzékenységét.

A szakirodalomban kevés olyan tanulmánnyal találkozhatunk, amely alkalmas lehet a *bankrendszer szélesebb értelemben vett rendszerkockázatának mérésére*. Kivételek szerencsére akadnak. Theodore Barnhill strukturális egyenletekkel operáló modellje, egymással korreláló piaci és hitelkockázatot feltételezve, a bankok tőkéjében bekövetkezett változást a makrokörnyezet számos paraméterének segítségével szimulálja. Tanulmányomban a portfólióelméleti alapokon nyugvó modell ismertetése mellett a modell kritikáját fogalmazom meg. Végül Barnhill modelljét a Magyar Nemzeti Bank stressztesztjeivel vetem össze. Látni fogjuk, hogy a két modellben a számos különbség mellett számos hasonlóság is fellelhető.¹

¹ Ezúton szeretnék köszönetet mondani Benedek Gábornak és Kalfmann Petrának, akikkel csütörtök reggelenként közösen próbáltunk meg a modell útvesztőin keresztül jutni. A témaválasztásért Száz Jánosnak, a kritikai hangvételért pedig Király Júliának tartozom köszönettel. Hálás vagyok Móricz Dániel értékes észrevételeiért, valamint Kása László szakmai és lelki támogatásáért. Örömmre szolgált az is, hogy 2004 májusában Theodore Barnhill professzorral személyesen is találkozhattam a Budapesti Közgazdaságtudományi és Államgazgatási Egyetem Befektetések Tanszékének kutatási fórumán, a Magyar Nemzeti Bankban egy közösen elköltött ebéd és a Pénzügyi Stabilitási Főosztályon tartott előadása kapcsán, illetve .ubomíra Gertler posztonyi Ph.D. védésén.

A BANKSEKTOR RENDSZERKOCKÁZATI JELENTŐSÉGE

A **bankválságok** tovagyrúzó jellegük, igen jelentős **költségvonzatuk**, valamint a reálgazdaságra gyakorolt negatív hatásuk miatt gyakran képezik elemzés tárgyát. A bankszféra amellet, hogy érzékenyebb a rendszerkockázatra, összeomlása igen jelentős direkt és indirekt költséggel jár. Míg a betétesek és a kormányzat számára közvetlenül felmerülő költségek értéke elméletileg relatíve jól meghatározható, a közvetve felmerülő költségek becslése problematikusabb. Az indirekt költségek közül a legjelentősebb a pénzügyi rendszerbe vetett bizalom megingásának a reálgazdaságra gyakorolt hatása (GDP növekedés csökkenése miatti kibocsátási veszteség, munkanélküliség növekedése). Legtöbbször, a pénzügyi piacok tökéletlen működése miatt gyengül a monetáris és a költségvetési politika hatékonysága, illetve az erőforrás-allokáció során hatékonyságvesztés következik be.

Számos tanulmány foglalkozik az *ázsiai*, valamint a *latin-amerikai országok* elmúlt évtizedének **pénzügyi kríziseivel**,² melyek felvetik a pénzügyi rendszer és

így a bankrendszer stabilitásának, makrogazdasági sokkokkal szembeni ellenálló képességének a fontosságát. A bankválságok ugyanakkor nem kímélték *Közép-Kelet Európát* sem, ennek talán legkézenfekvőbb példái az 1990-es évek elején a volt szocialista országok GDP-jének jelentős százalékát kitevő bankkonszolidációk. A közép-kelet európai országok körében lezajló pénzügyi válságok közül kiemelkedik az 1998. augusztus-szeptemberi *orosz válság* esete.³ Ha a közép-kelet európai bankválságot, illetve a későbbi orosz válságot is a megelőző gazdasági rendszer utóhangjának tekintjük, azaz a piacgazdaságra való átmenet kapcsán egy olyan egyedi eseménynek, amely minden bizonnyal nem ismétlődik meg még egyszer, azt is gondolhatnánk, nincs mitől félnünk.⁴ Azon tévhit eloszlátására, hogy a válságok csak a fejlődő, illetve átalakulóban lévő országokat érintik, az 1990–93-as egyedi *finn válság*, valamint *Japán* példáját szeretném felhozni, melyek jól szemléltetik, hogy a krízisek nem kímélik a fejlett országokat sem.⁵

Az említett példák a pénzügyi rendszerek sebezhetőségét, illetve valamennyi ország bankrendszerének makrosokkokra

2 Az ázsiai válságról és tanulságairól lásd például *Collyns és Senhadji: Lending Booms, Real Estate Bubbles and The Asian Crisis* című elemzését (Collyns – Senhadji [2002]), *Boorman et al.: Managing Financial Crises – The Experience in East Asia* című írását (Boorman et al. [2000]), vagy *Lindgren et al.: Financial Sector Crisis and Restructuring Lessons from Asia* című tanulmányát (Lindgren et al. [1999]). A latin-amerikai válságot *Collyns és Kincaid: Managing Financial Crises: Recent Experience and Lessons for Latin America* című tanulmányában veszi górcső alá. (Collyns – Kincaid [2003].)

3 Az orosz válságról lásd *Dungey et al.* [2003] tanulmányát.

4 Oroszország esetében azonban ebben egyáltalán nem lehetünk biztosak. Úgyszintén Kína esetében sem, ahol a négy legnagyobb állami bank a közeljövőben 6 milliárd dollárnyi rossz hitelállomány leírását tervezi, nem is beszélve arról a potenciális gócról, amit a további 750 milliárd dollárra becsült rossz hitelállomány jelent. (Chinese banks plan... [2003].)

5 A finn válságról jó áttekintést ad Urkuti [2001], míg a japán válságról Kanaya és Woo [2000].

való érzékenységet szemléltetik. Mennyire jelentettek azonban ezek a makrosokkok hatására kibontakozó folyamatok rendszerkockázatot? A különféle makrosokkok bankrendszerre kifejtett hatását nehéz pontosan nyomon követni, ráadásul problematikus, ha egyáltalán lehetséges, a makrosokkok bankszektorra gyakorolt rendszerkockázati hatásának számszerűsítése. **Theodor Barnhill**, a George Washington Egyetem professzora és kutatócsoportja mégis vállalkozott a **rendszerkockázat kvantitatív megragadására alkalmas elemzési keret** kidolgozására. A modell kétségkívül érdekes, egyben rendkívül bonyolult. A valóság rendszerkockázati modellezése kapcsán tulajdonképpen a 22-es csapdájával állunk szemben. Ha modellezési célból a valóságtól túlzottan elrugaszkodunk, és számos egyszerűsítő feltevéssel élünk, elveszhet a rendszer. Ha viszont megpróbáljuk a valóságot egy az egyben lemodellezni, mi veszhetünk el a rendszerben. Ahogy látni fogjuk, Barnhill modelljének bizonyos pontjain a rendszerrel együtt mi is könnyen elveszhetünk. „*Egy modell értéke, használhatósága attól függ, hogy a modell tulajdonságai mennyire egyeznek meg a valóságos (a modellezett) jelenségek tulajdonságaival. Egy modell minél egyszerűbb, annál könnyebben vizsgálható, de sajnos általában kevésbé pontos. Minél bonyolultabb egy modell, annál nehezebben vizsgálható, de – optimális esetben – annál pontosabban közelíti az eredeti objektum, rendszer, jelenség tulajdonságait.*” (Takács [2003], 97. o.)

BARNHILL MODELLJÉNEK ISMERTETÉSE ÉS KRITIKÁJA

Theodor Barnhill és kutatócsoportja arra tesz **kísérletet**, hogy a piaci és a hitelkockázatot együttesen és ne elkülönülten kezelve, a különféle, a reálgazdaság oldaláról eredő sokkok egyes bankokra, illetve a bankrendszer egészére kifejtett hatását vizsgálja.⁶ Barnhill amellet, hogy Dél-Afrikáról és Japánról országtanulmányt készített, megfogalmazta Bazel II kritikáját is. (Barnhill–Papapanagiotou–Schumacher [2000], Barnhill–Papapanagiotou–Souto [2001], Barnhill–Maxwell [2002], Barnhill–Gleason [2002]) Az **alapprobléma** a szerzők szerint az, hogy a bankok a különféle sokkok – kamatláb-, árfolyam-, ingatan- vagy az értékpapírpiac oldaláról eredő sokkok, a banki ügyfelek csődjének vagy minősítésük csökkenésének hatása – következtében veszteséget realizálnak, ami a bankrendszer válságához vezethet.

Az **inputadatok** legjelentősebb **forrását** a banki mérlegek és eredménykimutatások adatai, a tőzsdei nyilvántartások, illetve a központi bankok és a szabályozó hatóságok által gyűjtött adatok jelentik. A dél-afrikai bankrendszer elemzése ezen kívül számos, meglehetősen nehezen ösz-

6 Annak ellenére, hogy banki kockázatkezelési modellek, jelentős fejlődésen mentek keresztül, célszerűségi szempontokból legtöbbször külön kezelik a piaci és a hitelkockázatot. Az árfolyamkockázattól eltekintve a bankok általában a kereskedési könyvre a piaci, míg a banki könyvekre a hitelkockázatot számszerűsítik. A valóságban ugyanakkor mind a reálszféra, mind a pénzügyi szektor volatilitása hat a térben és időben is változó, ugyanakkor egymással korreláló piaci és hitelkockázatra.

szegyűjtött adataira is épül, mint például az egyes vállalatok tőkeáttételi rátája. A japán bankszektor elemzése kizárólag publikus adatokon nyugszik, ami viszont az elemzés mélységét határoolja be.

A **modellbe szervesen beépült** a portfólióelmélet, Hull és White [1993] továbbfejlesztett Vasicek-modellje, ami a kamatlábak modellezésének az alapja, valamint Hull [1997] többszörösen korreláló sztochasztikus változók leírására felállított modellje. A modell elméleti háttérének legérdekesebb leírását Barnhill és Maxwell *A korreláló piaci és hitelkockázat modellezése fix jövedelmű portfóliókban* című cikkében találjuk. (Barnhill – Maxwell [2002])⁷

A makroökonómiai fluktuáció hatását vizsgáló, a korreláló piaci és hitelkockázatot együttesen megragadó **modell** arra keresi a választ, hogy a pénzügyi környezet volatilitása miképp befolyásolja a bankok portfólióját és eredményét. Barnhill portfólióelmélettel ötvözött piaci és hitelkockázati szimulációs modellje alapvetően az **egyedi bankokra koncentrálnak**. A bankrendszer ugyanakkor számos okra visszavezethetően több, mint a bankok összessége. Egyrészt a bankrendszer egésze jelentős lejárati transzformációra képes, másrészt a bankok közötti körkörös hitelszerződések láncolata speciális koc-

kázati forrást jelent, harmadrészt pedig a pénzügyi intézmények bankközi piacon, illetve a fizetési és elszámolási rendszerükön keresztül megvalósuló összefonódása is kockázatot hordoz. (Lublóy [2003]) Az egyedi bankokra való fókuszálás és a bankközi hálók figyelmen kívül hagyása miatt Barnhill modelljét igazából nem is tekinthetjük rendszerkockázati modellnek. Ez egyben a modell egyik legfőbb hiányossága, úgy szimulálja a makrosokkok hatását, hogy közben a bankokat egymástól elszigetelten kezeli.

A **modell konkrét lépéseinek bemutatása** során leginkább a Dél-Afrikáról szóló tanulmányra támaszkodom. (Barnhill – Papapanagiotou – Schumacher [2000]) Az egyes lépések ismertetése révén a modell „filozófiáját” szeretném az olvasóval megosztani, nem célom az országspecifikus részletekbe, eredményekbe való elmélyedés. A könnyebb követhetőség érdekében kritikai észrevételeimet az egyes lépésekhez igyekszem kötni.

1. A szimulált pénzügyi környezet random változói – hazai, illetve külföldi kamatlábak lejárati szerkezete, valutaárfolyamok, értékpapír-árfolyamok, részvényindexek, ingatlanárak, arany ára, infláció – adják majd meg azt a világot, amelyben az eszközök értékelésre kerülnek. A **pénzügyi környezet kalibrálása** múltbeli adatokra épül, a múltbeli adatok alapján ugyanis kiszámítható a pénzügyi változók átlaga, mediánja, szórása és egymás közötti korrelációja. A változók egy szűk köre nem korreláló változókat jelent, ilyen például az egyedi kockázatot tükröző cég- és vagyonspecifikus hozam, illetve a hitelekre sajátosan jellemző vissza-

⁷ Megtévésztsre adhat okot, hogy ez a cikk csak 2002-ben jelent meg, míg a dél-afrikai, illetve a japán bankrendszerre vonatkozó tanulmány már 2000-ben, illetve 2001-ben elkészült. A hivatkozásokot megnézve tiszta vizet önthetünk a pohárba: itt ugyanis mindkét országhoz kapcsolódó elemzés bibliográfiája tartalmazza Barnhill és Maxwell közös – tulajdonképpen már 2000-ben elkészült – megjelenés alatt álló cikkét.

fizetési ráta. A szerzők a dél-afrikai és a japán bankrendszerrel szülő tanulmányban két eltérő pénzügyi környezetet vizsgáltak. Dél-Afrikában 1996–99 között a volatilitás lényegesen alacsonyabb volt, mint 1998–99 között, amikor nemcsak a volatilitás, de a megfigyelt korreláció is magasabbnak bizonyult. Japánban 1987–95 között a piacot magasabb volatilitás, korreláció és hozam jellemezte, szemben az 1996–2000 közötti lényegesen kedvezőtlenebb, recesszióval sújtott periódussal.

Köztudott, hogy egy gazdaságban egy sokkhatás következtében általában megnő a pénzügyi változók volatilitása és a köztük lévő korreláció. Nyitott kérdés marad azonban, hogy hogyan lehet egy olyan gazdaságban egy sokkos pénzügyi környezetet kalibrálni, ahol a múltban egyetlen sokk sem történt.

2. A modell felépítésének egyik sarokköve a **pénzügyi környezet szimulálása**, mely Barnhill szerint tetszőleges számú sztochasztikus változóval ragadható meg. E változók – kamatlábak, valutaárfolyamok, részvényhozamok, ingatlanhozamok – többsége azonban, mint láttunk, nem független, hanem egymással korrelál. Barnhill a dél-afrikai pénzügyi környezet modellezése során 57 egymással korreláló, random piaci változót definiált, míg a japán gazdaság leírására 50-et.

Véleményem szerint a pénzügyi környezet leírásához szükséges változók száma nem tetszőleges, azt modellszelekcióval kell meghatározni. Egy jól működő, versenypiachoz közeli pénzügyi környezetet sokkal kevesebb változóval le lehet írni, mint egy rosszul működő, súrlódásokkal teli piacot.

A Magyar Nemzeti Bank stressztesztjeiben a pénzügyi környezet leírásához, a scenáriók meghatározásához kiválasztott releváns változók körét két belföldi, két külföldi kamatláb, az azonnali HUF/ , illetve a HUF/USD bid záró árfolyamok, a magyar, valamint a német állampapírok átlaghozamából meghatározott diszkonttényezők jelentették.⁸ A korrelált stressztesztetek esetén a hitelsokk hatásának megszerűsítéséhez szükség volt még a reálkamatlábra, a fogyasztói árindexre, illetve az ipari termelés volumenindexére is.⁹

Könnyen megeshet, hogy Magyarország esetében akár a fenti 10-15 változó is elég lehet a pénzügyi környezet leírására, lévén, hogy a magyar bankszektor nem annyira fejlett. A pénzügyi közvetítés sekélyességét jól mutatja a bankszektor GDP-hez való alacsony hozzájárulása, a 70% körüli transzmissziós hányad,¹⁰ a 43,7%-os hitel/GDP arány vagy a lakosság alacsony eladósodottsága. (A felügyelt szektorok... [2004]a) A piaci kockázatokon belül Magyarországon elegendő lehet az árfolyamkockázat-

8 A Magyar Nemzeti Bank a hazai stressztesztetek végzésének módszertanát Jelentés a Pénzügyi Stabilitásról 2001. februári számában mutatja be. (Stresszteszt... [2001]) Az MNB stressztesztje időről időre arra keresi a választ, hogy szélsőséges forgatókönyvek mellett milyen a magyar pénzügyi rendszer sokkokkal szembeni ellenálló képessége. Az alapprobléma az, hogy bizonyos kockázati elemek – árfolyam, belföldi és külföldi kamatláb, hitelportfólió minősége – szélsőséges változása módosítja a bankok piaci portfóliójának és így alapvető tőkéjének értékét, ami adott esetben veszélyeztetheti a pénzügyi rendszer stabilitását.

9 A korrelált stressztesztetek a pénzügyi környezet egyes változói közötti korrelációt is figyelembe veszik.

10 A transzmissziós hányad a bankszektor összesített mérlegfőösszegének és a GDP-nek a hányadosa.

nak és a kamatkockázatnak kitüntetett figyelmet szentelni, a részvényárfolyam- és az árkockázat a hazai banki portfóliókban a részvények, illetve az áruk igen alacsony részaránya miatt elhanyagolhatónak tekinthető. A befektetési és kereskedési célú tulajdonosi részesedések 2003. december 31-én a bankrendszer összesített mérlegfőösszegének 0,38%-át tették ki. Feltételezhetően az egyéb eszközök között nyilvántartott áruk 2003-ban a bankrendszer összesített mérlegfőösszegének 0,52%-ára rúgtak. (A felügyelt szektorok...[2004]b)

3. Barnhill modelljének **szcenáriói** a pénzügyi környezet volatilitása mentén csoportosíthatók, mely lehet alacsony vagy magas.

4. Barnhill **hipotetikus banki portfóliói** többféle dimenzió mentén **csoporthozhatók**.¹¹

- Az eltérő minősítésű hitelekkel álló lakossági és vállalati portfóliók hitelkockázata lehet tipikus, alacsony, közepes és magas. A különböző minősítésű vállalati hitelek aránya, illetve az eltérő fedezettséggel rendelkező lakossági hitelek aránya a bank hitelkockázatának milyenségét tükrözik.
- A portfóliókoncentráció lehet alacsony vagy magas, azaz a portfólió lehet minden vonatkozásában jól diverzifikált, diverzifikált jelzáloghitelből felépülő, diverzifikált vállalati hitelek tartalmazó, üzletágak szerint jól diverzifikált, avagy egy üzletágra, illetve egy régióra koncentráló portfólió.

¹¹ A modell 7. lépésének ismertetése kapcsán világossá válik majd, hogy miért van ezekre a kategóriákra szükség.

- Az eszközök és a források lejárat szerkezete lehet azonos, illetve eltérő. Ha az eszközök futamideje meghaladja a források futamidejét pozitív mismatch-ről beszélünk, ellenkező esetben pedig negatívról.¹²

- A becslés nemcsak 1 éves, hanem 3 éves horizontra is elvégezhető, ahogy ez a japán bankok elemzésekor történt.

5. Az **egyed pénzügyi paraméterek modellje** eltérő.

- A **kamatlábban**, illetve a spreadben **bekövetkező változások** modellezésének a továbbfejlesztett Vasicek-modell az alapja, ahol a kamatlábak átlaghoz visszatérő, úgynevezett mean-reversion folyamatot követnek. A kamatláb változása az alábbi egyenlettel írható le:

$$\Delta r = \alpha (\theta(t)/\alpha - r) \Delta t + \sigma \Delta z,$$

ahol

r = az azonnali rövid távú kamatláb,

α = az a ráta, amellyel az r visszatér a hosszú távú átlagához,

$\theta(t)$ = a theta az idő ismeretlen függvénye, ez biztosítja a modell konzisztenciáját a kezdeti hozamgörbével,

Δt = az idő kis változása,

σ = a szigma, ami az r szórása, értéke konstans,

¹² Barnhill tanulmányában zavaró, hogy számtalan esetben a lejárat gap (maturity gap) fogalmával találkozhatunk. Tanulmányomban, a szakirodalomnak megfelelően, a maturity mismatch, illetve mismatch fogalmát a lejárat eltérésre, míg a gap fogalmát az átárazási eltérésre használom. A bank mérleg szerinti – átárazási – gap-jét a kamatérzékeny eszközök és források különbségeként definiálhatjuk: $GAP_Q = RSA_Q - RSL_Q$. A mérleg szerinti gap kiszámításának egy egyszerű számpéldáját lásd Király [1998].

$\Delta z =$ Wiener-folyamatot követ, ahol
 $\Delta z = \varepsilon \Delta t$, ahol ε egy standard normális eloszlásból vett véletlen változó.

- A kockázatmentes kamatláb és a sztochasztikus lognormális spread együttesen adja meg az AAA besorolás elvárt hozamát. AA hozama az AAA és a hozzá tartozó spread összegeként adódik. Ennek analógiájára kaphatjuk meg az A, BBB stb. hozamát. A fenti számítási mód nagy előnye, hogy bizonyos kikötések mellett az arbitrázsmentességet biztosítja.

- **A részvényindexek, az ingatlanok, az árfolyamok, a fogyasztói árak és az infláció** geometriai Brown-mozgást követ, változásuk a kockázatmentes kamatlábbal és a spreaddel korreláló sztochasztikus változóként kerül definiálásra.

$S + \Delta S = S \exp(\mu - \sigma^2/2)\Delta t + \sigma\varepsilon\sqrt{\Delta t}$,
 ahol

$S =$ az eszköz (például az ingatlan) azonnali árfolyama,

$\mu =$ várható növekedési ráta,

$\sigma =$ volatilitás,

$\Delta t =$ az idő diszkrét változása,

$\varepsilon =$ standard normális eloszlásból vett véletlen változó.

- A többszörösen korreláló sztochasztikus változók modellezése Hull elmélete épülnek. (Hull [1997])

$\varepsilon_1 = x_1$

$\varepsilon_2 = \rho x_1 + x_2 \sqrt{1-\rho^2}$,

ahol

$x_1, x_2 =$ a standard normális eloszlásból vett független, véletlen változók,

$\rho =$ a két sztochasztikus változó közötti korreláció,

$\varepsilon_1, \varepsilon_2 =$ a kétváltozós standard normális eloszlásból vett szükséges változók.

Mint láthatjuk, Barnhill modellje lényegében **strukturális egyenleteken** alapul, nem az arbitrázs árazáson. Az arbitrázs árazással operáló modellek a gazdasági szereplők racionalitásából indulnak ki, valós piacokon kockázat nélküli profitszerzési lehetőség nem állhat fenn hosszú ideig. Az egyes paraméterek strukturális egyenleteinek segítségével Barnhill a múlt folyamatait vizsgálva a jövőre következtet. Ebben az esetben azonban a paraméterek pillanatnyi értékének, szórásának, illetve egymás közötti korrelációjának meghatározása mellett számos, meglehetősen **ad hoc feltevéssel** kell élni, ami mindenképpen modellkockázatot jelent. Elég csak a kamatlábmodell esetén az α -ra, vagy a θ -ra gondolnunk.

6. Az egyes **banki mérlegtételek** – hitelek, kötvények, egyéb banki eszközök és források – **átarázódásának modellje** több szálon fut.

Ha **hazai valutában denominált kockázatmentes eszközről** vagy forrásról van szó, akkor az értékét úgy kapjuk meg, hogy a jövőbeni várható pénzáramlásokat a kockázatmentes kamatlábbal diszkontáljuk. Ha azonban **külföldi valutában denominált mérlegértékről** van szó, akkor ezt előtte át kell váltani a kamatlábbal korreláló szimulált árfolyamon, majd ezután lehet diszkontálni. Az eljárás egyszerűnek tűnik, azonban tisztán kell látnunk, hogy minden egyes mérlegtétele

csak a pénzáramlás ismeretében lehet ábrázolni.

Amennyiben a *kihelyezett eszköz kockázatos*, meg kell határozni annak hitelkockázatát, pontosabban azt, hogy a hitelt felvevő hitelkockázata a megváltozott pénzügyi környezet következtében hogyan módosul. Így épül be tulajdonképpen a modellbe az egymással korreláló piaci és hitelkockázat. A hitelkockázat itt alapvetően nem jelent mást, mint egy esetlegesen bekövetkező csődöt vagy a vállalat tőkeáttételi rátájának csökkenése miatti alsóbb minősítési kategóriába való sorolást, ami a bank számára egy potenciális veszteséggéforrást jelent. Barnhill eltérő hitelkockázati modellt határoz meg a vállalati, illetve a lakossági ügyfelek esetében.

- A *vállalati hitelek* pénzáramlását a hitelek besorolásának megfelelő elvárt hozammal kell diszkontálni, azaz ha ismert a hitel besorolása, kiszámítható az értéke az adott besoroláshoz tartozó szimulált elvárt hozamot felhasználva. Amennyiben a vállalat fizetéseképtelenné válik, a hitel pénzáramlása a visszafizetési ráta függvénye, ami béta eloszlást követ.¹³ A hitel besorolása – a Merton-modellnek megfelelően – alapvetően a vállalat tőkeáttételétől és az eszközérték volatilitásától függ. (Merton [1974]) Jelen modellben a banki ügyfelek tőkeáttételi rátája a szimulá-

ció eredményeként adódik, így lesz tulajdonképpen a hitelbesorolás a pénzügyi környezet változásával korreláló sztochasztikus változó. A szimuláció során minden egyes scenárióban minden egyes ügyfél vonatkozásában sor kerül a tőkeáttételi ráták becslésére, ami alapvetően négy lépésben történik. Először a megváltozott pénzügyi környezetben (új hozamgörbék) néhány, a dél-afrikai esetben 20 ágazati részvényindex – többi változóval korreláló – hozamának szimulációjára kerül sor. Ezután a CAPM-modell segítségével megbecsülhető a részvények várható hozama, és így szimulált árfolyama az új pénzügyi környezetben. A CAPM-modell alapján $r_i = r_f + \beta_i (r_m - r_f) + \sigma_i \Delta z$, ahol r_i az i -edik részvénytől elvárt hozam, r_f a kockázatmentes kamatláb, β_i az i -edik részvény szisztematikus kockázata, r_m a részvényindex szimulált hozama, σ_i a részvények hozamának cég specifikus volatilitása, míg $\Delta z = \varepsilon(\Delta t)^{0.5}$. Tőzsdei cégek esetén a β_i és a σ_i paraméterek könnyen meghatározhatók lennének, Dél-Afrikában a β_i és a σ_i paraméterek értékei egy nagy bank becslésén alapulnak. Ha a részvények új várható hozama ismert, a részvény pénzáramlása pedig adott, akkor meghatározható a részvények árfolyama is. A részvényárfolyam és a részvények darabszámának ismeretében pedig a saját tőke új piaci értéke is kiszámítható. Az új, szimulált tőkeáttételi rátát pedig úgy kapjuk meg, ha a kötelezettségek értékét elosztjuk a kötelezettségek könyv szerinti, illetve az új, szimulált saját tőke együttes értékével. Utolsó lépésként pedig – a tőkeáttétel

13 A béta eloszlás egyfajta elnyújtott U alakú eloszlás, azaz a visszafizetési ráta alacsony (0-hoz közeli) és magas (1-hez közeli) értékeinél magasabb a gyakoriság. Ez logikusan következik abból, hogy a vállalat vagy csődbe jut, és akkor valóban alig fizet vissza valamit a hiteleiből, vagy profitábilisan működik tovább, amikor is kamat- és tőketörlesztési kötelezettségének maradéktalanul eleget tesz.

és a hitelbesorolás között determinisztikus kapcsolatot feltételezve – már csak hitelbesorolássá kell konvertálni a tőkeáttételi rátákat.¹⁴ Barnhill modelljében a hitelbesorolás és a tőkeáttételi ráták közötti determinisztikus kapcsolat egy dél-afrikai nagybank becslésén alapul. A modellalkotók ugyanis felkérték egy nagybankot, hogy az S&P által nem minősített tőzsdei cégeket sorolják be az S&P minősítési osztályaiába. E hitelminősítés alapján pedig megállapították a különböző hitelbesorolásokhoz tartozó tipikus tőkeáttételi rátákat. A vállalatok új tőkeáttételi rátájának függvényében azután meghatározható a vállalati hitelek új hitelbesorolása. A hitelbesorolás ismeretében, az ehhez tartozó hozamgörbét felhasználva pedig már át lehet árazni a hiteleket. A szimulációk lefuttatása után egy **átmenet-valószínűségi mátrix** is meghatározható. Az átmenet-valószínűségi mátrix azt mutatja meg, hogy egy bizonyos besorolású pénzügyi eszköz milyen valószínűséggel marad ugyanabban a besorolási osztályban, illetve kerül át egy másikba. A szimuláció eredményeképp kapott dél-afrikai átmenet-valószínűségi mátrixot Barnhill tulajdonképpen a szimuláció hitelesítésére használja fel, a mátrixot az USA átmenet-valószínűségi mátrixához viszonyítja, ahol az USA mátrixa a benchmark szerepét tölti be.

14 Ogden [1987], valamint Barnhill és Maxwell [1998] szerint a vállalatok tőkeáttételi rájának ismeretében, az üzleti kockázat iparági sajátosságainak figyelembe vételével meg lehet határozni a vállalat hitelbesorolását.

A vállalati hitelek átárazódása több szempontból is a modell kritikus pontját jelenti. Egyrészt ez képezi a modell lelkét, elég csak egy banki mérlegre gondolnunk. Másrészt az átárazódás ismertetése rendkívül felületes, a kedves olvasó csak fél-, ha nem negyedinformációkat kap. A hiányzó elemeket mindenki rakja össze saját maga. Harmadrészt az átárazódás módszerével is több probléma merül fel. Vegyük ezeket sorra.

Egyrészt a bankok portfóliójában lévő valamennyi hitel pénzáramlása pontosan ismert kell, hogy legyen. Ráadásul az ígért kifizetések diszkontálása nem elégséges, hiszen a hiteleknek egyedi kockázata is lehet, és így az ígért kifizetés eltérhet a tényleges kifizetéstől. Másrészt Barnhill felteszi az ügyfelekről, hogy tőzsdei vállalatokról van szó. Az Amerikai Egyesült Államokban igaz lehet, hogy egy tipikus banki vállalati ügyfél egyben egy tőzsdén jegyzett cég, de Európában ez nem állja meg a helyét, ahogy Dél-Afrikában sem. Ezek az országok ugyanis inkább bankközpontú országok és a tőzsde kevésbé jelentős. És ekkor jön egy kényszerpálya, fel lehet kérni egy nagybankot, hogy kalibrálja a modellt, és segítsen a β , és a σ_i paraméterek értékeit megbecsülni.¹⁵ A becslés jószágáról azonban semmit

15 Mivel összesen 30 minősített dél-afrikai vállalat volt, egy nagybankot kértek fel, hogy számos tőzsdén jegyzett céget soroljon be az S&P minősítési kategóriáiba. Barnhill e besorolás alapján határozta meg a bétákat, illetve a részvények hozamának cégspecifikus volatilitását. Egy másik megoldás a vállalatok számviteli kimutatásainak felhasználása lehetne.

sem tudunk. Harmadrészt a saját tőke új piaci értékének meghatározásához szükségünk van a vállalat részvényeinek darabszámára. És ha a bankok vállalati ügyfeleinek többsége nemcsak hogy nem tőzsdei cég, de még csak nem is részvénytársaság? Mi a helyzet például a kis- és középvállalatokkal? Hogy tudjuk meghatározni ezen cégek saját tőkének új piaci értékét? Negyedrészt nem elég az egyes ügyfélhitelek pénzáramlásának ismerete, a tőkeáttételi ráta meghatározásához ismerni kell az ügyfél valamennyi kötelezettségének értékét. Ötödöröszt a Merton-modell alapján Barnhill determinisztikus kapcsolatot feltételez a tőkeáttétel és a hitelbesorolás között. Tulajdonképpen egy egyfaktoros csődmodellről van szó, ami akár jó is lehet, bár a valószínűsége kicsi. A determinisztikus kapcsolat egy dél-afrikai nagybank becslésén alapul, a becslés helyességét ugyanannyi erővel el is vethetjük, mint amennyivel elfogadjuk. Emellett néhány, a tőkeáttétel és a hitelbesorolás kapcsolatát vizsgáló empirikus teszt nem igazolta vissza ezt a determinisztikus kapcsolatot. Blume és szerzőtársai az amerikai vállalati kötvényeket vizsgálva azt találták, hogy a tőkeáttétel és a hitelbesorolás kapcsolata időben nem állandó. (Blume et al. [1998]) Végül, megkérdőjelezném, hogy két ország átmenet-valószínűség mátrixának hasonlósága valóban Barnhill szimulációjának jóságát igazolná. Nem hiteles a szimuláció, mert nem hasonlók a mátrixok? Barnhill tanulmányából nem derül ki, hogy, mikor mondhatjuk, hogy a

két mátrix hasonló. Ehelyett, a mátrixok különbözősége ellenére, Barnhill a szimulációt hitelesnek tekinti, hiszen a két ország – Dél-Afrika és az USA – pénzügyi környezete eltérő, a megfigyelt volatilitás Dél-Afrikában jóval magasabb volt a vizsgált időszakban.¹⁶

- A **lakossági hitelek** esetében a szerzők azzal a feltételezéssel élnek, hogy az kizárólag jelzáloghitelt jelent. A jelzálogot jelentő ingatlan értéke geometriai Brown-mozgást követ, az új pénzügyi környezetben más és más az ingatlan értéke. A hitel értékét a jövőbeli pénzáramlások jelenértékeként kapjuk meg. A jelzáloghitelek közötti főbb különbséget a mögöttes ingatlanfedezet mértéke jelenti. A jelzáloghitelek mulasztásának becslésére a hitel fennálló értéke és a jelzálog értékének hányadosa (loan to value ratio) szolgál, ami a szimulált ingatlanhozamok sztochasztikus függvénye. Ha egy háztartás fizetéseképtelenné válik, akkor a pénzáramlás nagyságát a béta eloszlást követő visszafizetési ráta alapján határozhatjuk meg.

Ahogy a vállalati hitelek esetében, a lakossági hitelek esetében is ismernünk kell az egyes hitelek pénzáramlását. Mivel Dél-Afrikában a lakossági hitelek 90%-a jelzáloghitel, így valamennyi hitel jelzáloghitelként való kezelése nem is olyan rossz közelítés. Összehasonlításképpen, Magyarországon a háztartások hitelének 69,6%-a lakáscélú,

16 Az átmenet-valószínűség mátrixok nemcsak országonként lehet más és más, de még egy országon belül is, attól függően, hogy a gazdaság épp a konjunktúra lefelé vagy felfelé menő ágában van. (Fridson et al. [1997])

jelzálogtípusú hitel, a hitelek 24,6%-át pedig a fogyasztási és egyéb hitelek teszik ki.¹⁷ (A felügyelt szektorok... [2004]a) Valamennyi lakossági hitel jelzáloghitelként való kezelése akár hazánkban is elfogadható lehetne, hiszen a bankszektor eszközeinek 15,6%-át kitevő lakossági hitelek közel 70%-a jelzáloghitelt jelent. Elsőre furcsának tűnhet, hogy Barnhill tanulmányában a jelzáloghitel visszafizetése nem a háztartások jövedelmi helyzetétől, hanem kizárólag a hitel fennálló értékének és a jelzálog értékének hányadosától függ. A háztartás fizetése képtelen, ha a hányados – dél-afrikai nagybank által becsült – értéke 1,1-nél nagyobb. Ezt a részpiacot így valóban jól le lehet írni, tekintve, hogy a jelzáloghitelezés eszközalapú hitelezés, így a hitel visszafizetése valóban sokkal nagyobb mértékben függ a fenti hányadostól, mint az adós jövedelmi helyzetétől. Az ügyfél a lakáshitelt ugyanis mindaddig fizeti, amíg a lakás értéke meghaladja a hiteltartozás mértékét. (Király [2004])

- A vállalati és lakossági hitelek mellett természetesen **a bankbetétek, a banki részvény- és kötvényportfóliók és a banki ingatlanok** is átárazásra kerültek. Barnhill tanulmányában a fenti mérlegtételek pontos paraméterei (volumen, lejáratig hátralévő futamidő, törlesztés módja, fizetendő kamat, kapott kamat, illetve osztalék, elvárt hozam, kötvények és részvények speciális

jellemzői) rejtve maradnak, a tanulmányból csupán az derül ki, hogy a 200 vállalati és 200 jelzáloghitel mellett 15 fajta kötvény, 20 fajta részvény, valamint 20 fajta ingatlan került bankonként átárazásra. Sejtésem szerint a fenti mérlegtételekről nem véletlenül kaptunk csak ennyi információt; ha a részletekre is kíváncsiak lennénk, a választ Barnhill ValueCalc szoftverében lennénk. (Barnhill [1998].) Mindenestre a szoftver és a mérlegtételek pontos paramétereinek ismerete nélkül elég nehéz megítélni az elemzés milyenségét, illetve azt, hogy a bankok portfóliói mennyire tükrözték hűen a valóságot.

- **A banki portfólió értékét** azonban még a díj- és egyéb bevétel működési költséggel csökkentett értékével **korrigálni kell**. Bár Barnhill tanulmánya sem expliciten, sem impliciten nem fejt ki, hogy erre miért van szükség, feltételezhetjük, hogy a vizsgált egyéves időhorizont alatt a bankok folyamatosan működtek, és évközi eredményük saját tőkéjük értékét módosította. A korrekciós tényező múltbeli adatokból számított értékét a modell mindvégig konstansnak feltételezi.
- Jogosan merülhet fel bennünk a kérdés, hogyha a rendszerkockázatot szeretnék megragadni, nem tekinthető-e „**túlzásnak**”, hogy **minden portfólióelemet egyesével végignézzünk**. Túlzásnak talán túlzás, de Barnhill professzor elmondása alapján bizonyos, hogy az ördög a részletekben rejlik, és a sokk is innen gyűrűznek be a gazdaságba.

7. A modellben sor került egy „**etalon**” bank létrehozására. Ezen etalon bank ala-

¹⁷ A háztartásoknak nyújtott hitelek további 2,9%-át folyószámlahitelek, 2,8%-át pedig az egyéni vállalkozóknak nyújtott hiteleket jelentik.

csony kockázatú környezetben tevékenykedik, a teljes hitelek 30%-át adó lakossági hitelek kizárólag jelzáloghitelekből állnak, a vállalati hitelek a hitelportfólió 64%-át teszik ki,¹⁸ a hitelek besorolása a dél-afrikai gazdaságra jellemző állapotot tükrözi, a portfólió – üzleti és magánügyfelek között, szektorok között, vállalatok között és földrajzilag is – jól diverzifikált, a kamatozó eszközök és források pedig egyaránt egy éves lejáratúak rendelkeznek. A többi, mintegy 29 bank különböző forgatókönyvek alapján került létrehozásra, az etalon banktól eltérő piaci kockázattal, hitelbesorolással, portfóliókoncentrátsággal vagy lejáratú mismatch-csel. Az összesen 30 hipotetikus dél-afrikai bank mindegyike 500 különféle eszközből és forrásból felépülő banki portfólióval rendelkezett. A banki portfóliók tehát hipotetikusak, igazából nem tudjuk, mennyire tükrözik a valóságot.¹⁹ A stressztesztben alkalmazott banki portfóliók ezzel szemben a valóságot tükrözik.

Barnhill tanulmánya valójában arra kereste a választ, hogy a kiinduló állapotban feltételezett alacsony volatilitású pénzügyi környezet, átlagos hitelbesorolás, jól diverzifikált hitelportfólió, azonos eszköz–forrás lejárat mellett a bank tőkeellátottsága hogyan módosul, ha a pénzügyi környezet volatilitása megnő és még valamelyik fenti paraméter is módosul.

8. Minden egyes szimulációban a bank **új pénzügyi környezettel** szembesül,

¹⁸ A teljes hitelportfólióból még hiányzó 6%-ot a bankközi piac hitelei jelentik.

¹⁹ Annyiban bizonyosan nem, hogy a banki portfóliók 500-nál lényegesen több termékből tevődnek össze.

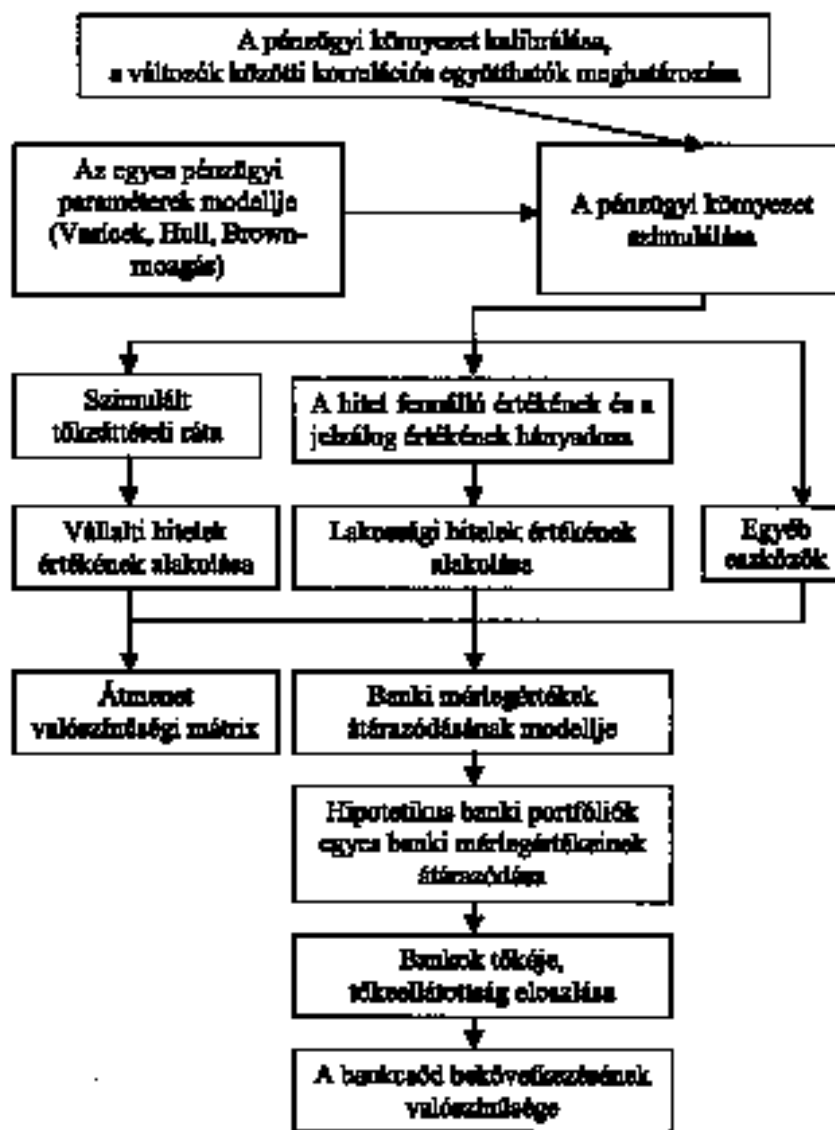
melyben eszközei és forrásai átárazódnak. Az új pénzügyi környezetben, az új banki eszközök és források értékét, mint láttuk a pénzügyi környezet volatilitása, a pénzügyi változók közötti korreláció, a befektetések átlagos hozama, a banki hitelportfóliók minősége, a hitelportfóliók – különböző hitel-típusok, iparágak és régiók közötti – diverzifikáltsága, az eszközök és a források lejáratú és devizanem-szerkezete, valamint a részvények és más befektetések iparágak közötti és regionális diverzifikáltsága befolyásolja. Az új banki eszköz- és forrásértékek mellett könnyen meghatározható a bank tőkéjének – az eszközök és az idegen források különbségének – értéke és a bank tőkeellátottsága. A bankcsőd bekövetkezésének valószínűsége pedig a bankok tőkeellátottságától függ.

9. A 2000 **szimuláció eredményeképpen** kaphatunk választ arra, hogy a megváltozott pénzügyi környezet milyen hatással van a bank tőkeellátottságára, azaz mekkora a bankcsődök bekövetkezésének valószínűsége. A szimuláció során ugyanis megkapjuk a banki portfólióértékek, és így a tőkeellátottság eloszlását, a bankok sajáttőke-értékének átlagát, szórását, maximum és minimum értékét. Egyfajta VaR elemzés is elvégezhető, azaz megállapítható, hogy a banknak mennyi tőkével kell rendelkeznie ahhoz, hogy 1 év leforgása alatt 99%-os biztonsággal a tőkéje értéke pozitív, illetve bizonyos küszöbszint felett maradjon.

A meglehetősen bonyolultnak tűnő **modell lényegi elemeit az 1. ábrában** foglalom össze.

A modell jobb megértése érdekében, egy-két lényegesebb pontot kiemelve be-

A bankkockázat barnhilli modellje



mutatnám, hogy a modell milyen következtetések levonására alkalmas. Látható, hogy a több adattal operáló dél-afrikai tanulmány következtetései tartalmasab-

bak, míg Japán esetén meglehetősen általánosak.

Dél-Afrika bankrendszerére vonatkozóan:

- A pénzügyi válságok megnövelik a volatilitást és a korrelációt, ami csökkenti a diverzifikáció jótékony hatását, illetve felerősíti a koncentrált portfólió tartásának kockázatosságát.
- A különféle kockázati elemek – egyedi, piaci és hitelkockázat, portfóliókonzentráltság, lejárat mismatch – nem additívak, hanem egymással korrelálnak. Mivel a korreláció nem tökéletes közöttük, a kockázati elemek egyszerű összeadásával felülbecsüljük a kockázatot.
- Magas minőségű és jól diverzifikált hitelportfólióval a piaci kockázat növekedése nem vezet banksódhöz. Ugyanakkor a magas piaci kockázat növeli a bankok kockázatosságát különösen magas hitelkockázat és koncentrált portfólió mellett, ami rávilágít arra, hogy jogos az összességében teljesen azonos tevékenységű bankok rosszabb besorolása, ha volatilisabb, feltörekvő piacon tevékenykednek.
- A hitelportfólió besorolása a legfontosabb kockázati elem, ami az iparágak közötti és földrajzi diverzifikációval csökkenthető. Magas hitelkockázatú bankok, koncentrált portfólióval nagyobb valószínűséggel mennek csődbe, nemcsak a pénzügyi válságok során, hanem normál körülmények között is.
- Az eszköz–forrás mismatch általában növeli a bankok kockázatosságát. Mivel a hitelvesztés pozitívan korrelál a kamatláb növekedésével, az összkockázat csökkenthető, ha a bank forrásainak lejárat hosszabb, mint az eszközeié.

Japán bankszektorát vizsgálva a szerzők az alábbi megállapításra jutottak:

- A 2000-es gazdasági környezetben valószínűsíthető, hogy számos nagy japán bank további veszteséget realizál, ami tovább csökkenti a már amúgy sem túl magas tőkeellátottságot. Egy kedvezőbb gazdasági környezet csökkentené a bankok csődbe jutásának kockázatát és a konszolidáció költségét.
 - Egy mérsékelt inflációt szem előtt tartó monetáris politika hosszú távon ugyan hozzájárulhat a bankkonszolidáció költségének minimalizálásához, rövid távon viszont még lejjebb nyomhatja az eszköz- és az ingatlanárakat.
 - Japán esetének legfontosabb tanulsága, hogy az eszközárak hirtelen emelkedésének tendenciája könnyen annak ellenkezőjére fordulhat. Éppen ezért egy hosszú távú növekedést megcélzó gazdaságpolitika mellett még pozitív konjunktúra esetén sem szabad a bankoknak a hitelezési politikájukon lazítani, illetve tőkeellátottságukat csökkenteni.
- A korábbiakban bemutatott modell felhasználásával az **új bázeli tőkeegyezmény kritikája során** Barnhill és Gleason [2002] a következőket állapították meg:
- Mivel a hitel- és piaci kockázat egymással korrelál, ezért egyszerű összeadással – ahogy azt az új tőkeegyezmény teszi – felülbecslésre kerül a kockázat, mely következtében a bankok magasabb tőkekövetelménnyel szembeesülnek.
 - A tervezett új bázeli tőkeegyezmény tőkekövetelményei megfelelőnek bizonyulnak a kevésbé kockázatos bankok esetében magasabb pénzügyi volatilitással jellemezhető környezetben, és kockázatosabb bankok esetében ala-

csonyabb pénzügyi volatilitással jellemezhető környezetben. Ugyanakkor a kevésbé kockázatos bankok alacsony volatilitással jellemezhető pénzügyi környezetben túltőkésítettek, míg a kockázatosabb bankok a magas volatilitású környezetben alultőkésítettek.

- Korreláló kamatláb és hitelkockázat mellett a pozitív eszköz–forrás lejárat mismatch megnöveli a csőd kockázatát, a negatív mismatch pedig csökkenti azt.

A modell – gyenge pontjai ellenére – számos **elemzési, továbbfejlesztési lehetőséget** rejt magában. Rendszerkockázati szempontból a legfontosabb a bankközi hálók, illetve a fertőzés figyelembe vétele mellett a modell egész bankrendszerre való kiterjesztése, és így az együttes bankcsődök valószínűségének meghatározása lenne. Érdemes lenne jobban odafigyelni a sztochasztikus változók extrém változásának kezelésére is. Meg lehetne próbálni a sztochasztikus változók közötti korrelációt egy fontos gazdasági változó, például a kamatláb függvényeként kezelni, hiszen a korreláció időben nem állandó, az eltérő gazdasági helyzet eltérő korrelációval jár együtt. A modellt érdemes lenne kiterjeszteni egy többéves időhorizontra, illetve a pénzügyi szektor egyéb szereplőire is.

A fenti **modell előnye** abban áll, hogy a pénzügy környezet meglehetősen komplex modellezése, valamint az egymással korreláló piaci és hitelkockázat révén ragadja meg a banki eszközök és források összetételében bekövetkezett változásokat, így a bankok tőkéjének értékét, illetve a bankcsődök bekövetkezésének valószínűségét. A modell elemzési kerete

hasznos annak nyomon követésére is, hogy a banki eszköz-, illetve forrásportfóliók összetételének megváltozása – különböző pénzügyi környezetben – milyen hatással van a bank tőkeellátottságára. A modell egy továbbfejlesztett változatának segítségével pedig többet tudhatnánk meg a bankszektor rendszerkockázatáról, hiszen megállapítható lenne, hogy egy esetleges, a bankrendszer egészét érintő pénzügyi – és részint reál – sokk hatására hány bank jutna szimultán módon csődbe.

BARNHILL MODELLJE

ÉS A STRESSZTESZTEK: PRO ÉS KONTRA

A stressztesztek a banki portfóliók abnormális sokkokkal, illetve piaci körülményekkel szembeni viselkedésének feltérképezésére szolgálnak, segítségükkel értékelni lehet, hogy egy bank mennyire képes potenciális, de ugyanakkor nagy veszteségek abszorbálására. Tanulmányom jelen részében Barnhill modelljét a Magyar Nemzeti Bank stressztesztjeivel vettem össze. Nem céloim sem a hazai stressztesztek módszertanának részletes ismertetése, sem a stressztesztek előnyei-nek, valamint hátrányainak bemutatása, sem annak megállapítása, hogy melyik modell a jó modell.²⁰

A két modell **célja azonos**: a pénzügyi környezet kalibrálása, majd szimulálása révén próbálja meg feltérképezni a mak-

20 A hazai stressztesztek módszertanáról lásd Stresszteszt... [2001], illetve Valentinyiné [2001]. Az aggregált stressztesztek előnyeiről és korlátairól jó általános áttekintést ad a Stress Testing by... [2000].

rosokk egy bankokra, illetve a bankrendszer egészére kifejtett hatását. Mindkét modellben, eltérő módon ugyan, de különféle sokkok kerülnek definiálásra, aminek következtében, az egymással korreláló változókon keresztül, a banki mérlegtételek átárazódnak, ami egyben a bankok tőkéjének változását is jelenti. A modellek **előrettekintő jellegük**nél fogva nemcsak utólagos tűzoltásra, hanem a megelőzésre is lehetőséget teremthetnek. A szabályozó és felügyelő hatóságoknak érdemes odafigyelni azokra a stresszscenáriókra, amelyekkel szemben magas a bankrendszer rendszerkockázati kitettsége, illetve azokra a bankokra, amelyek nagyobb valószínűséggel mennek csődbe, hiszen mindkettő a pénzügyi rendszer potenciális sebezhetőségre utal. A pénzügyi piacok kockázatvállalásának és kockázatkezelésének ilyenfajta monitoringja rávilágíthat a szereplők közötti kockázati források eloszlására és a kitettségek piaci koncentrációjára. A modellek így hasznosak lehetnek mikroszinten, az egyes piaci szereplők részére is.

Barnhill modellje ugyanakkor lényegesen **összetettebb, komplexebb**. *Egyrészt* Barnhill a *pénzügyi környezet leírására több mint 50 változót használ fel*, az MNB stressztesztjei ennek csupán ötödét. Ahogy azonban utaltam rá, könnyen megeshet, hogy hazánkban 10-15 változó definiálásával is jól megragadható a pénzügyi környezet. Fontos különbség az is, hogy bár mindkét modell egyedi banki mérlegek és eredménykimutatások adataira épít, Barnhill modelljében ez a valóságot csak részben tükröző, hipotetikus banki portfóliók alapját – és nem a tényleges

portfóliókat – jelenti. A stressztesztetek esetében az auditált banki mérlegek adatai közül a forint- és devizaátárazási mérlegek, az állampapírok, a jegybanknál lévő betétek, a hitelek állománya, a minősítés alá eső portfóliók állománya teljesítő és nem teljesítő szerinti csoportosításban, illetve az alapvető tőke nagysága a modell tényleges inputját képezi.

Barnhill modellje *másrészt* azért is komplexebb, mert a *pénzügyi paraméterek egy adott modellnek megfelelően alakulnak*, például a kamatláb változását a Vasicek-modell írja le, míg a részvényindexekét, árfolyamokét stb. a geometriai Brown-mozgás. A stressztesztetek esetében a paraméterek változása modellel nem írható le. A nem korrelált stressztesztetek forgatókönyveiben a piaci kockázatot meghatározó tényezők alakulása a tényező múltbeli időszakban mért legnagyobb változásától függ. A scenáriók tehát historikusak a tényezők múltbeli változásainak figyelembevételére miatt, de egyben hipotetikusak, mivel a szélsőséges események egyszerre következnek be, illetve sor kerül sokkal szélsőségesebb hipotetikus forgatókönyvek felállítására is. A hitelkockázat esetében a scenáriók hipotetikusak, az egyik esetben a kormányzati kötvények állománya a felére csökken, a hitelállomány nagysága pedig ugyanennyivel nő, a másik esetben a nem teljesítő követelések állománya két szórásnyival nő, a harmadik esetben pedig a nem teljesítő hitelek állománya megduplázódik. A korrelált stressztesztetek forgatókönyvei Monte Carlo-szimuláción alapulnak, az egyes kockázati tényezők értékére véletlen megfigyeléseket kell generálni. A vál-

tozókat tekintve a kevésbé kidolgozott korrelált stressztesztek és Barnhill modellje között azonban húzhatunk egy párhuzamot is. Az adott pénzügyi környezet leírására szolgáló tényezők változásai egymással korrelálnak.

Fontos különbség, hogy Barnhill modellje a *piaci és hitelkockázatot integráltan kezeli*, a pénzügyi környezet és a banki ügyfelek hitelminősítése közötti kapcsolatot egy, a pénzügyi környezet változásával korreláló, folytonos változó biztosítja. Ez a folytonos változó a vállalati ügyfelek esetében a tőkeáttételi ráta, míg a jelzáloghitelek esetében a hitel és a jelzálog értékének hányadosa. Az MNB stressztesztje nem képes a piaci és a hitelkockázat együttes kezelésére, a korrelált stressztesztek esetében is csupán az egyes piaci változók korrelálnak egymással. A 2001. novemberi stabilitási jelentésben a korrelált stresszteszt csak a piaci kockázat estében került elvégzésre, a hitelkockázatra nem,²¹ minthogy a „hitelkockázat makrováltozókkal történő modellezésében még nem sikerült megnyugtató eredményt elérni.” (Valentinyiné [2001], 51. o.) Ha ismernénk az adós vállalatok legfontosabb pénzügyi mutatóit, ha lenne egy hitel-nyilvántartási rendszerünk, ha lenne egy átmenet-valószínűség mátrixunk a stressztesztek keretében is megoldható lenne a pénzügyi és a hitelkockázat integrált kezelése.

21 Az MNB stressztesztjeiben a hitelek hatásának számszerű megragadásához a portfólió minőségének változását makrogazdasági faktorokra vezeti vissza. Bár a modell ugyan csak a szisztematikus kockázatot ragadja meg, de a piaci és hitelkockázatot integráltan kezeli, hiszen a hitelminőséget meghatározó egyenletekben a piaci kockázatot meghatározó makrováltozók szerepelnek.

*Negyedrész*t Barnhill modelljében *összetettebb a piaci kockázat kezelése* is. A szimulált pénzügyi környezetben a kockázatos, a kockázatmentes, a hazai, illetve a külföldi valutában denominált mérlegtételek, a vállalati és a lakossági hitelek eltérő modellfeltevések mellett árazódnak át, míg az MNB stressztesztjeiben a forint- és a devizaportfólió értékváltozását egyaránt duration alapú mutatók segítségével ragadja meg.

*Ötödész*t, a modellek eltérő mélysége miatt *más lesz a kapott eredmény*. A barnhilli modellben arra kapunk választ, hogy a megváltozott pénzügyi környezetben mekkora valószínűséggel jut egy bank csődbe.²² Az MNB stressztesztjei ezzel szemben megbecsülik ugyan az adott intézmény vagy rendszer egy adott eseménynek való kitettségét, de nem rendelnek valószínűséget az esemény bekövetkezéséhez. Mivel az eseményekhez nem tartozik valószínűség, a „mennyit veszthetünk” ad választ a „valószínűleg mennyit veszünk” helyett. A nem korrelált stressztesztek az eltérő forráskönyvek függvényében az alapvető tőke százalékában bekövetkezett veszteség nagyságát adják meg, valószínűség nélkül, a korrelált stressztesztek pedig a relatív ér-

22 A bankszűkösök bekövetkezésének valószínűsége mellett a modellben endogén módon határozódik meg a bankok vállalati ügyfeleinek tőkeáttételi rátája, hitelbesorolása és így a hitelek átárazódott értéke. Az új pénzügyi környezet szimulációjának lefuttatása után endogén módon meghatározható egy átmenet-valószínűség mátrix is. Szintén endogén módon adódik a banki portfóliók szimulált értéke, illetve a hipotetikus bankok tőkéjének, illetve tőkeellátottságának eloszlása, a bankok sajáttőke-értékének átlaga, szórása, maximum és minimum értéke.

tékvesztés és a céltartalékigény sűrűségfüggvényét. A sűrűségfüggvények szélének vizsgálata során pedig a kockázat mértékére kaphatunk becslést, egy VaR mutató formájában.

A két modellben vannak azonban még fontos **közös vonások**. A stressztesztek esetén – hasonlóan Barnhill modelljéhez – szintén **nem a rendszerkockázat tényleges megragadásáról** van szó, hiszen a végeredmény az egyedi bankok eredményének aggregálásaként adódik. Mindkét modell **az egyedi bankokra koncentrál**, nem foglalja az egyes sokkok tova- gyűrűző, illetve a piaci likviditásra gyakorolt hatásával, a bankok közötti körkörös hitelszerződések láncolatával, valamint a pénzügyi intézmények bankközi piacon, illetve a fizetési és elszámolási rendszereken keresztüli összefonódásával. Alkalmassak ugyan a belső gyengeségek feltárására, de nem igazán alkalmassak a rendszerkockázat mérésére. Ahogy a stressztesztek szerzője is írja: „jelenleg még messze állunk attól, hogy a sokkok teljes rendszerszintű hatását becsülhesük.” (Stresszteszt...[2001], 52. o.) Egyelőre az egyik modell sem igazi rendszerkockázati modell, bár mindkettő magában foglalja a rendszerkockázattal való kibővítés (fizetési és elszámolási rendszerek, bankközi piac stb.) lehetőségét.

Másrészt, mindkét modell **exogén kockázatot feltételez**. Danielsson és Shin szerint azonban a pénzügyi piacokat nemcsak az exogén, hanem az endogén kockázat is sújtja, sőt az endogén kockázat az a sokk, ami a rendszeren belül jelenik meg, és a legtöbb ártalmat okozza. (Da-

nielsson – Shin [2002]) Az endogén kockázatra az eszközárak esését hozza példaként a szerzőpáros. Az eszközárak csökkenésekor a kereskedők egyre közelebb kerülnek a napi kereskedési limitjükhöz, emiatt eladásra kényszerülnek. A sorozatos eladások azonban még lejjebb nyomják az eszközárakat, ami újabb eladást generál, és így tovább. Az eszközárak lefelé induló spirálja ebben az esetben endogén. Szintén találó a VaR modellek működésének esete is. Ha például 99%-os valószínűséggel túl nagy összeget veszthet egy bank, a VaR modellek eladásra buzdítanak. Mivel sok bank hasonló befektetési portfólióval, illetve VAR modellel rendelkezik, kedvezőtlen piaci folyamatok esetén valamennyi modell eladásra buzdítja a kereskedőket. Ez a nagyjából egy időpontban megjelenő eladási szándék pedig csak tovább rontja a már amúgy sem kedvező piaci folyamatokat. Normális piaci körülmények között a bizonytalanság exogén tényezőként való kezelése nem sok kárt okoz. Nem így a válságok esetében. A szerzőpáros állításai igazolására három példát hoz fel. Az 1987-es tőzsdei válsághoz nem kis mértékben járult hozzá a portfólióbiztosítás és a dinamikus fedezés, melyek tulajdonképpen egyfajta mechanikus kereskedési stratégiát diktáltak, ami még tovább mélyítette a válságot. Az LTCM 1998-as krízise, illetve a dollár yennel szembeni 1998. októberi drasztikus leértékelődése szintén az endogén kockázatra vezethető vissza.

Normális piaci körülmények között, diverzifikált pozíciók és kereskedési stratégiák esetén a kockázat exogén feltételezésével nem követünk el túl nagy hibát.

Ilyenkor a fenti modellek alkalmazása elfogadható, lévén, hogy a rendszert ért sokkok valóban kívülről jönnek, azaz exogének. Ha azonban a kereskedők a piac mozgásaira reagálnak, és reakciójuk visszahat a piaci folyamatokra, a bizonytalanság endogén volta fontossá válik. Az endogenitás annál lényegesebb, minél inkább azonosak a várakozások, hiedelmek és a reakciók. Amennyiben azonosak, figyelembe kellene venni, hogy ha egy sokk a többi piaci szereplő magatartását is befolyásolja, akkor a sokk rendszerszintű hatása a valóságban lényegesen nagyobb lehet, mint a kezdeti szimulált sokk hatása. Egyelőre az egyik modell sem alkalmas a piaci szereplők extrém eseményekre vonatkozó – dinamikus – válaszában követésére.

A MODELLEK ÜZENETE

A bankrendszerek sebezhetősége, a válságok lezajlása meglehetősen helyzet- és országspecifikus, így a rendszerkockázat mérése egyedi modellek felépítését jelenti. Valamennyi modellt az adott ország bankrendszerére és gazdaságára kell specifikálni, ami igaz egy adott országra, nem feltétlenül igaz egy másikra. Az alkalmazható modellek körét ugyanakkor jelentősen befolyásolja a rendelkezésre álló adatok milyensége is. Barnhill modellje számos olyan adattal operál, mely Magyarországon nem áll a modellépítők rendelkezésére.

A hazai stressztesztek egyszerűsítő feltételezéseinek természetesen ára van: a modell használhatósága, megbízhatósága.

ga.²³ Tisztában van ezzel a hazai stressztesztek megalkotója is. „Az elvégzett tesztek eredményeinek értékelésekor hangsúlyozni kell, hogy az alkalmazott módszertan számos egyszerűsítéssel, feltevéssel él, ráadásul a felhasznált idősorok is komoly becslési problémákat vetnek fel. Ezért a számított abszolút nagyságok kevésbé megbízhatók. Szándékaink szerint a jövőben folyamatosan végzünk stresszteszteket, és a változások (aggregált kitétség, koncentráltóság) elemzésére helyezzük a hangsúlyt.” (Stresszteszt...[2001], 65. o.) Fontosnak tartom megjegyezni, hogy egy modell attól, hogy lényegesen egyszerűbb, egyáltalán nem biztos, hogy kevesebb belső gyengeség feltárására ad lehetőséget. A végzett stressztesztek számos egyszerűsítő feltételezése egyben a stressztesztek fő előnyét jelenti.²⁴

23 A stressztesztek egyrészt egy időpontbeli pillanatfelvételen alapulnak. Másrészt a magyar gazdaság sajátosságaiából kifolyólag a regressziós idősorok rövidek, illetve töréseket tartalmaznak. Harmadrészt a szcenárióalkotás során gondot jelent a múltbeli válságok hiánya, a kamatsokkra nincs igazán megfigyelhető példa, a hitelsokk pedig az átmenethez kapcsolódik. Negyedrész kérdés, hogy mennyire relevánsak a BIS által becsült feltételezett duration értékek, hogy alkalmazható-e a duration átárazási gapekre, illetve kamatsokkok esetén. Ötödrész leegyszerűsítést jelet a figyelembe vett külföldi valuták száma, illetve a keresztárfolyam-kockázattól és az eszköz és forrásoldal eltérő denominációjából eredő kockázattól való eltekintés. Hatodrész a modell figyelmen kívül hagyja a devizagapok struktúrájának potenciális változását. Hetedrész a nem korrelált stressztesztek a változók függetlenségét feltételezve felülbecsülhetik a kockázatot. A korrelált stressztesztek esetében pedig az jelenti a problémát, hogy a piaci sokkok idején általában megváltoznak a korábban megfigyelt korrelációk.

24 Természetesen a másik oldalról ez a fő hátrányuk.

Nem szeretnék Barnhill modellje és a stressztesztek között állást foglalni. Figelembe véve mindkét modell szükséges egyszerűsítő feltevéseit, az egyik modell sem lehet nagyon jó vagy rossz. „Ugyanannak az objektumnak, rendszernek, jelenségnek több különböző modellje is

alkotható. Gyakran a valóság olyan bonyolult, hogy vizsgálatához több különböző modellt is használnunk kell, mert a modellek külön-külön csak korlátozott jelenségkör leírására alkalmasak.” (Takács [2003], 97. o.)

IRODALOM

- A felügyelt szektorok...[2004]a: A felügyelt szektorok 2003. évi működése. PSZÁF. <http://www.pszaf.hu/magyar/frm2.asp?left=dokutar.htm&cont=dokutar/index.htm>. 2004. augusztus 8. 15 óra 5 p.
- A felügyelt szektorok...[2004]b: A felügyelt szektorok 2003. évi működése. Banki mérleg- és eredménykimutatás jelentés formátumban. PSZÁF. <http://www.pszaf.hu/magyar/frm2.asp?left=dokutar.htm&cont=dokutar/index.htm>. 2004. augusztus 8. 15 óra 23 p.
- BARNHILL, THEODOR M. JR. [1998]: ValueCalc 3.0: Global Portfolio Risk Management Software. Finsoft, Inc. <http://www.valuecalc.com/orderfrm.html>. 2004. augusztus 13. 12 óra 8 perc.
- BARNHILL, THEODOR M. JR. – GLEASON, KATHERINE [2002]: The New Basel Capital Accord: The Crucial Importance of a Conceptual Framework. June 2002. <http://www.bis.org/bcbs/ca/barglerev.pdf>. 2004. augusztus 13. 11 óra 46 p.
- BARNHILL, THEODOR M. JR. – MAXWELL, WILLIAM F. [1998]: An Evaluation of Contingent Claim Analysis as Applied in Credit Risk Modelling. Working Paper. George Washington University.
- BARNHILL, THEODOR M. JR. – MAXWELL, WILLIAM F. [2002]: Modelling Correlated Market and Credit Risk in Fixed Income Portfolios. *Journal of Banking & Finance*, Vol. 26.
- BARNHILL, THEODOR M., JR. – PAPAPANAGIOTOU, PANAGIOTIS – MARCOS RIETTI SOUTO [2001]: Preemptive Strategies for the Assessment and Management of Financial Systemic Risk Levels: an Application to Japan with Implications for Emerging Economies. Conference of Financial Crisis: Japan's Experience and Implications for Latin America and the Caribbean. Inter-American Development Bank, June 2001, Washington. Will be published in the conference proceedings. <http://www.worldscinet.com/rpbfmp/07/0701/S0219091504000056.html>. 2004. július 18. 8 óra 48 p.
- BARNHILL, THEODORE M. JR. – PAPAPANAGIOTOU, PANAGIOTIS – SCHUMACHER, LILIANA [2000]: Measuring Integrated Market and Credit Risk in Bank Portfolios: an Application to a Set of Hypothetical Banks Operating in South Africa. IMF Working Paper, No. 00/212, December 1, 2000, Washington.
- BLUME, MARSHALL E. – LIM, FELIX – MACKINLAY, CRAIG A. [1998]: The Declining Credit Quality of U.S. Corporate Debt: Myth or Reality. *Journal of Finance*, Vol. 53.
- BOORMAN, JACK – LANE, TIMOTHY – SCHULZE-GHATTAS, MARIANNE – BULIR, ALES – GHOSH, ATISH R. – HAMAN, JAVIER – MOURMOURAS, ALEXANDROS – PHILLIPS, STEVEN [2000]: Managing Financial Crises – The Experience in East Asia. IMF Working Paper, No. 00/107, 2000, Washington.
- Chinese banks plan... [2003]: Chinese banks plan 6bn in write-offs. *Financial Times*, 22. September, 2003.
- COLLYNS, CHARLES V. – KINCAID, G. RUSSELL [2003]: Managing Financial Crises: Recent Experience and Lessons for Latin America. IMF Occasional Paper, No. 217, 2003, Washington.
- COLLYNS, CHARLES V. – SENHADJI, ABDELHAK [2002]: Lending Booms, Real Estate Bubbles and The Asian Crisis. IMF Working Paper, No. 02/20, February 1, 2002, Washington.
- DANIELSSON, JON – SHIN, HYUN SONG [2002]: Endogenous Risk. September 21, 2002. <http://www.riskresearch.org/>. 2003. július 5. 10 óra 15 p.
- DUNGEY, MARDI – FRY, RENEE – GONZALEZ-HERMOSILLO, BRENDA – MARTIN, VANCE [2003]: Unanticipated Shocks and Systemic Influences: The Impact of Contagion in Global Equity Markets in 1998. IMF Working Paper, No. 03/84, April 1, 2003, Washington.
- FRIDSON, MARTIN – GARMAN, CHRISTOPHER – WU, SHENG: [1997]: Real Interest Rates and the Default

- Rates on High-yield Bonds. *Journal of Fixed Income*. September, 1997.
- HULL, JOHN [1997]: *Options, Futures, and Other Derivatives*. Third edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- HULL, JOHN – WHITE, ALAN [1993]: One-factor Interest-rate Models and the Valuation of Interest-rate Derivative Securities. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 28, No. 2.
- KANAYA, AKIHIRO – WOO, DAVID [2000]: The Japanese Banking Crisis of the 1990s – Sources and Lessons. IMF Working Paper, No. 00/7, January 1, 2000, Washington.
- KIRÁLY JÚLIA [1998]: Bevezetés az Eszköz-forrás Menedzsmentbe. In: LIGETI SÁNDOR – SÜLYÖK-PAP MÁRTA (szerk.): *Banküzemtan. Tanszék Pénzügyi Tanácsadó és Szolgáltató Kft.* Budapest.
- KIRÁLY JÚLIA [2004]: RE: Barnhill kritika. Személyes e-mail üzenet. (jkiraly@itcb.hu). Augusztus 18. 21 óra 41 perc.
- LINDGREN, CARL-JOHAN – BALIÑO, TOMÁS J. T. – ENOCH, CHARLES – GULDE, ANNE-MARIE – QUINTYN, MARC – TEO, LESLIE [1999]: *Financial Sector Crisis and Restructuring Lessons from Asia*. IMF, Occasional Paper 188, 1999, Washington.
- LUBLÓY ÁGNES [2003]: Rendszerkockázat a bankszektorban. *Hitelintézeti szemle*, II. évfolyam, 4. szám.
- MERTON, ROBERT [1974]: On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structures of Interest Rates. *Journal of Finance* Vol. 19.
- OGDEN, J. [1987]: Determinants of the Ratings and Yields on Corporate Bonds: Tests of Contingent Claim model. *Journal of Financial Research*. Vol. 10, No. 4.
- Stresszeszt... [2001]: Stresszeszt. A Banki Portfóliók Piaci és Hitelkockázatának Megítélése a Bankrendszer Stabilitása Szempontjából. In: *Jelentés a Pénzügyi Stabilitásról, Tanulmányok*. 2001. február, Magyar Nemzeti Bank, Budapest.
- Stress Testing by... [2000]: *Stress Testing by Large Financial Institutions: Current Practice and Aggregation Issues*. Bank for International Settlements, April 2000, Basel.
- TAKÁCS GÁBOR [2003]: A természet törvényei és a fizika tanítása. *Iskolakultúra*. 2003/12. Letölthető: <http://www.iskolakultura.hu/documents/2004/1/szemle2004-1.pdf>. 2004. augusztus 20 óra 46 p.
- URKUTI GYÖRGY [2001]: A valutaválságok kialakulása és hatásai. *Gazdaságpolitikai elemzés a valutaválságok természetéről és az ellenük való küzdelem lehetőségeiről – a fejlett országok körében a második világháború után előfordult legsúlyosabb egyedi válság példájával (Finnország, 1990–93)*. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem. Nemzetközi Kapcsolatok Ph.D. Program. Ph.D. Értekezés.
- VALENTINYINÉ ENDRÉSZ MARIANNA [2001]: Stresszeszt. In: *Jelentés a Pénzügyi Stabilitásról, Tanulmányok*. 2001. november, Magyar Nemzeti Bank, Budapest.