KÖZGAZDASÁGI SZEMLE, LXV. ÉVF., 2018. FEBRUÁR (161–184. o.)

BOROS PÉTER

A hitelértékelési kiigazítás tőketartalékolásának új szabályozása

A hitelértékelési kiigazításból *(credit valuation adjustment, CVA)* adódó veszteségek elleni tőketartalékolás szabályozása jelentős reformon megy keresztül. Az új szabályozásban a jelenleg hatályos standardizált módszert egy új, hivatalos nevén alap-CVA-formula váltja fel. Tanulmányunkban ezt a módszert ismertetjük és elemezzük. Bemutatjuk a szabályozói egyenlet mögött meghúzódó modellt, és kiemeljük a Bázel–III. szabályozástól vett eltéréseket. Az új előírás által adott tőkeszükségletet numerikus példákon keresztül hasonlítjuk a modell eredményeihez. Rámutatunk, hogy a javaslat jellemzően konzervatívabb tőketartalékolást vár el, mint elődje. Továbbá bemutatjuk, hogy a tökéletesen fedezett portfólió és a nulla tőkeszükségletű portfólió továbbra is eltér egymástól.*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: C15, C53, G12, G13, G32, G33.

Bevezetés

A hitelértékelési kiigazítás *(credit valuation adjustment, CVA)* szakirodalmában az egyik legtöbbet idézett mondat a Bázeli Bankfelügyeleti Bizottságtól származik: „A globális pénzügyi válság során a partnerkockázathoz kapcsolódó veszteségek közel kétharmada a hitelértékelési kiigazítás értékének megváltozásából adódott, és csupán egyharmaduk volt tényleges csődeseményeknek betudható.”[1]

A mondat jól illusztrálja a hitelértékelési kiigazítás relevanciáját, ezt szokás idézni a CVA számítását elemző munkákban. Erre az idézetre támaszkodik az a gyakori érvelés is, hogy a CVA pontos meghatározása a hozzá kapcsolódó veszteségek miatt különös fontosságú, eredetileg a Bázel–III. szabályozói keretrendszer publikálásakor

* A tanulmányban kifejtett nézetek kizárólag a szerző személyes véleményét tükrözik.

[1] “During the global financial crisis, however, roughly two-thirds of losses attributed to counterparty credit risk were due to CVA losses and only about one-third were due to actual defaults.” http://www.bis.org/press/p110601.htm.

Boros Péter PhD-hallgató, Budapesti Corvinus Egyetem, Befektetések és Vállalati Pénzügy Tanszék (e-mail: borospeter90@gmail.com).

A kézirat első változata 2017. július 28-án érkezett szerkesztőségünkbe.
DOI: http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2018.2.161

a Bázeli Bankfelügyeleti Bizottság ezzel indokolta a CVA változásából adódó veszteségek elleni szabályozói tőkeszükséglet bevezetését.

A CVA szerinti tőkeképzés mára már általánosan elfogadott eljárássá vált. A jelenleg hatályban lévő rendszer szerint egy fejlett és egy standard formula alapján kell tőkét képezni.[2] A Bázeli Bankfelügyeleti Bizottság 2015 júliusában azonban kiadott egy tervezetet a jövőbeli CVA-tőkeképzés keretéről. A *BCBS* [2015] javaslata annak ellenére, hogy számos ponton kiegészíti, valamint javítja elődjét, mégsem aratott felhőtlen sikert. A válság óta óriási tőkebevonáson átesett és gyakran már túlszabályozottnak kikiáltott bankrendszer érthetően nagy óvatossággal fogadja a tőkeszükségleteket érintő új szabályokat. Így nem meglepő például az ISDA vezetőinek levelét olvasni, amelyben az új módszert kritizálva többek között az alábbi követelményeket fogalmazták meg:[3]

– a szabályozói CVA számviteli társával történő jobb összeegyeztetése,

– a fedezeti ügyletek és további árkiigazítások figyelembevétele a tőkeszükséglet szabályozásában,

– az alap CVA-módszer *(basic, BA-CVA)* kockázati súlyainak és paramétereinek újrakalibrálása és hitelkockázati érzékenységük javítása,

– további, a belső modellen alapuló számítás teljesítményének teszteléséhez kapcsolódó magyarázat és a modellkockázati paraméter újrakalibrálása.

Az új CVA-tőkeszabályozás körülötti feszültségeket a Bázeli Bankfelügyeleti Bizottság újabb lépéseivel csak tovább fűtötte. 2016 februárjában egy valamelyest átdolgozott szabályozás hatásait szerették volna vizsgálni a bizottság standard kvantitatív hatásvizsgálatának (*Quantitative Impact Study, QIS)* keretében. A QIS során három módszer állt rendelkezésre: egy belső modellezésen alapuló fejlett módszer *(internal model-based approach, CVA-IMA),* egy érzékenységen alapuló, standardizált formula *(standardised approach, SA-CVA)*, valamint egy, a kisbankoknak célzott alap- (standardizált) megközelítés. Egy hónappal később egy új közleményben váratlanul eltörölték a CVA-IMA fejlett módszert, arra hivatkozva, hogy az új kötelező kétoldalú letéti szabályozás és a központi klíring csökkenti a CVA-kockázatot, így nincs szükség bonyolult belső modellezésen alapuló szabályozásra (*BCBS* [2016*b*]). A döntés iparági fogadtatása ismét negatív volt, hiszen a standardizált súlyok sokkal konzervatívabbak, mint a kockázatra ténylegesen érzékeny belső modell alapján történő megközelítés. Voltak, akik kiemelték, hogy a Bázeli Bankfelügyeleti Bizottság által hozott érv valójában nem mérvadó, hiszen a portfóliójuk jelentős részét nem érinti a kétoldalú kötelező letéti szabályozás (*Wood* [2016]). Érdekes módon a kvantitatív hatásvizsgálathoz kiadott *BCBS* [2016*c*] dokumentumban továbbra is azt kérték, hogy a résztvevők a CVA-IMA módszerhez tartozó részeket is töltsék ki.

Jelen pillanatban két megközelítés maradt a szabályozók eszköztárában: az érzékenységen alapuló SA-CVA és az alap BA-CVA megközelítés. Feltételezhető, hogy az

[2] A jelenlegi Bázel–III. néven emlegetett szabályozást a *BCBS* [2011] dokumentuma részletezi.

[3] A nemzetközi csere- és származtatott ügyletek szövetségének *(International Swaps and Derivative Association, ISDA)* levele elérhető az alábbi linken: http://www.bis.org/bcbs/publ/comments/d325/igijr.pdf.

érzékenységen alapuló módszer a kereskedési könyv várható új szabályozása miatt,[4] az alap CVA-módszer pedig a kevésbé fejlett bankok korlátai miatt része lesz a BCBS végső javaslatának (*Sherif* [2016]). Jelen munka tárgya az alap CVA-módszer.

A bázeli javaslat az alap CVA-módszerre „a standard módszer javított verziójaként" hivatkozik. Valójában az új alap CVA-módszer mögött a korábbi standardizált módszer húzódik meg. *Pykhtin* [2012] munkája egy általános modellkeretet ad meg, amelyből a standard módszerhez tartozó szabályozói formulák származtathatók. Ebben a tanulmányban elsőként bemutatjuk az új módszert, és megvizsgáljuk, hogy pontosan mely pontokon is javított elődjén. Ezután *Pykhtin* [2012] módszertanából kiindulva, majd kiegészítve azt, rámutatunk, hogy pontosan milyen analitikus modell is áll az alap CVA-formula mögött. Végül numerikus próbákon vizsgáljuk a két módszert, és néhány példán keresztül kiemelünk számos fontos eredményt.

Rámutatunk, hogy az új alap CVA-szabályozás bizonyos helyzetekben konzervatívabbnak tekinthető elődjénél, és az eltérés szintjét a korrelációs paraméter függvényében elemezzük. Továbbá kiemelten vizsgáljuk a fedezeti ügyletek szerepét. Ugyan az új szabályozás közelebb hozza a tökéletesen fedezett portfóliót a nulla tőkeszükségletű portfólióhoz, azonban ezek még mindig nem esnek egybe. Ebből adódóan viszont bizonyos helyzetekben az alap CVA-módszer kisebb tőkeszükségletet ad eredményül, mint azt a kiinduló modell tenné.

A tanulmány felépítése a következő: bemutatjuk a bázeli CVA-tőkeszükséglet alapfogalmait, majd ismertetjük az alap CVA-módszert. Ezután *Pykhtin* [2012] munkáját felhasználva megmutatjuk, hogy egy egyszerű faktormodellből kiindulva, hogyan is juthatunk el a szabályozói formuláig. Majd numerikus teszteket futtatva hipotetikus portfóliókon, megvizsgáljuk a formula viselkedését és az alapmodelltől való eltérésének okait. Az utolsó részben összefoglaljuk a tapasztalatokat.

Tőketartalékolás az alap CVA-módszer szerint

A tőkeszükséglet új CVA-számításának bemutatása előtt rövid bevezetést adunk a partnerkockázati tőketartalékolás legfontosabb fogalmaiba. Először a partnerkockázat-kezelés során használt kitettség fogalmát vezetjük be.[5] Tegyük fel, hogy *B* és *C* megköt egy *T*-edik időpontban lejáró derivatív szerződést. Ha rövid időre feltételezzük, hogy *B* és *C* partnerkockázat-mentesek, azaz sohasem csődölhetnek be, akkor jelölje $\Pi(t, T)$ az általuk kötött derivatív ügylet t és T közötti diszkontált pénzáramainak az összegét *B* szemszögéből. Nevezzük ezt kockázatmentes diszkontált nettó pénzáramnak. A kockázatmentes diszkontált nettó pénzáram alapján a következőképpen definiálhatjuk a derivatív ügylet t-ben vett árát:

$$V(t) = \mathbb{E}_t[\Pi(t, T)], \tag{1}$$

[4] A javaslatot gyakran FRTB néven szokás említeni az angol címe alapján: *Fundamental Review of the Trading Book* (*BCBS* [2016*a*]).

[5] *Brigo és szerzőtársai* [2013] nagyszerű összefoglalást ad a partnerkockázat alapfogalmairól.

ahol $\mathbb{E}_t[\,.\,] = \mathbb{E}_t[\,.\,|\,\mathcal{F}_t]$ azaz az $\mathcal{F}_t$ filtrációra vett, kockázatsemleges mérték szerinti feltételes várható érték.

Most vezessük be a partnerkockázatot a modellbe azzal a feltételezéssel, hogy mindkét fél a derivatíva élettartama során fizetésképtelenné válhat. Csőd esetén a derivatív szerződést azonnal zárják, ekkor a túlélő fél köteles minden tartozását megfizetni a fizetésképtelen partnernek, míg követelésein veszteséget fog elszenvedni. A veszteség a fizetésképtelen partnertől visszaszerezhető értéken múlik, a visszaszerezhető érték arányát rendszerint REC_i-vel jelölik, ahol $i \in \{B, C\}$ és $0 \le REC_i \le 1$. A tanulmányban a megtérülés helyett a veszteséget fogjuk használni, azaz gyakran az $LGD_i = 1 - REC_i$ jelölést vezetjük be.

Így amikor partnerkockázatról beszélünk, leggyakrabban csak a partnerünk által fennálló tartozás mértékére vagyunk kíváncsiak, hiszen alternatív esetben nem veszítünk az ügylet értékén. Ez a kitettség fogalmának az alapja:

$$E(t) = \max\{0, V(t)\}. \tag{2}$$

Tehát a t-edik időpontban fennálló kitettség a derivatíva piaci értékének pozitív része. Ezt felhasználva definiálhatjuk a várható pozitív kitettség profilját:

$$EE(t) = \mathbb{E}_0^{\cdot}[E(t)] = \mathbb{E}_0^{\cdot}[(\mathbb{E}_t[\Pi(t, T)])^+], \tag{3}$$

ahol $(x)^+ = \max\{0, x\}$. A számítás céljától függően a külső $\mathbb{E}_0^{\cdot}$ várható érték ebben az esetben jelentheti a kockázatsemleges és a valós mérték alatt vett várható értéket is. Így például partnerlimitek meghatározásához a valós mérték alatt, míg a hitelértékelési kiigazítás számításakor a kockázatsemleges mérték alatt kell számolni. Most már megadhatjuk az így kapott profil lejáratig vett integráljának az átlagát, amelyet szokás hitel-egyenértékesnek is hívni.

$$EPE = \frac{1}{T}\int_0^T EE(t)\,dt. \tag{4}$$

A gyakorlatban szokás egy $0 = T_0 < T_1 < T_2 < \ldots < T_{m-1} < T_m = T$ felosztást használni és az EPE-t a következőképpen közelíteni:

$$EPE = \frac{1}{T}\sum_{i=1}^{m} EE(T_i)(T_i - T_{i-1}). \tag{5}$$

A szabályozói tőketartalékolásban felhasznált nemteljesítéskori kitettséghez az első évhez tartozó, nemcsökkenő $EE(t)$ profilt kell használni, így kapjuk az effektív várható pozitív kitettség fogalmát:

$$EEPE = \sum_{i=1}^{m'} \max_{j \le i}\{EE(T_j)\}(T_i - T_{i-1}), \tag{6}$$

ahol $T_{m'} = 1$. A bázeli szabályok tőkeszükséglet-képletének egyik fontos bemeneti paramétere a nemteljesítéskori kitettség (EAD), amely a fentiek alapján a következő formában áll elő:

$$EAD = \alpha EEPE, \tag{7}$$

ahol α egy szabályozói paraméter, jellemzően $\alpha = 1{,}4$. A kitettségi profilok alapján a lejáratot is átsúlyozhatjuk, így eljutva az effektív lejárat fogalmához:

$$M_{eff} = 1 + \frac{\sum_{k>m'}^{m} EE(T_i)(T_i - T_{i-1})DF(T_i)}{\sum_{i=1}^{m'} \max_{j \le i}\left\{EE(T_j)\right\}(T_i - T_{i-1})DF(T_i)}, \tag{8}$$

ahol *DF*(.) jelöli a diszkontfaktort.
Végül definiáljuk a hitelértékelési kiigazítást! A bázeli szabályok az egyoldalú hitelértékelési kiigazítást fogadják el, amely szerint a kiigazítást számító fél csődkockázatát figyelmen kívül kell hagyni. A fentiek alapján a hitelértékelési kiigazítást az alábbi komplex formában definiálhatjuk, amit célszerű rögtön egy jobban áttekinthető alakra egyszerűsíteni:

$$\begin{aligned} CVA &= \mathbb{E}_0\left[LGD1_{(t<\tau\le T)}DF(\tau)\left(\mathbb{E}_\tau\left[\Pi(\tau,T)\right]\right)^+\right] \approx \\ &\approx \sum_{i=1}^{m} \mathbb{E}_0\left[LGD1_{(T_{i-1}\le\tau<T_i)}DF(T_i)\left[V(T_i)\right]^+\right] = \\ &= \sum_{i=1}^{m} LGD\mathbb{E}_0\left[1_{(T_{i-1}\le\tau<T_i)}\right]\mathbb{E}_0\left[DF(T_i)\left[V(T_i)\right]^+\right] = \\ &= \sum_{i=1}^{m} LGD\mathbb{Q}\left(T_{i-1}<\tau\le T_i\right)EE^*(T_i), \end{aligned} \tag{9}$$

ahol első lépésként a fent megadott $0 = T_0 < T_1 < T_2 < \ldots < T_{m-1} < T_m = T$ időfelosztáson közelítettük a számítást, majd feltételeztük a csődesemény és kitettség függetlenségét. Végül bevezettük a kockázatmentes csődvalószínűség $[\mathbb{Q}\,(T_{i-1} \le \tau < T_i)]$ és a diszkontált kitettségi profil $[EE^*(T_i)]$ jelöléseket. Az így kapott mennyiségre szokás számviteli CVA-ként hivatkozni, hiszen ez a tényező a kockázatmentes árat csökkenti.

A Bázeli Bankfelügyeleti Bizottság (*BCBS* [2015]) javaslata alapján az új standardizált, hivatalos nevén alap CVA-tőkeszámítási módszert választó intézményeknek az alábbi formula szerint kell tőkét képezniük a hitelértékelési kiigazítás mozgásából adódó veszteségekre:

$$K = K_{spread} + K_{EE}, \tag{10}$$

ahol *K* jelenti a szabályozói tőke nagyságát és

$$\begin{aligned} K_{spread} = \Bigg\{ & \left[\rho \sum_c \left(S_c - \sum_h r_{hc} S_h^{SN}\right) - \sum_i S_i^{ind}\right]^2 + \\ & + \left(1-\rho^2\right) \sum_c \left(S_c - \sum_h r_{hc} S_h^{SN}\right)^2 + \sum_c \sum_h \left(1 - r_{hc}^2\right)\left(S_h^{SN}\right)^2 \Bigg\}^{\frac{1}{2}}, \end{aligned} \tag{11}$$

valamint

$$K_{EE} = 0{,}5\left[\left(\rho\sum_c S_c\right)^2 + \left(1-\rho^2\right)\sum_c S_c^2\right]^{\frac{1}{2}}. \tag{12}$$

A szabályozói tőkeszükséglet tehát két tagból tevődik össze. Ahogy azt hamarosan megmutatjuk, az első tag (K_{spread}) a partnerek hitelfelárának elmozdulásából adódó veszteség ellen tőkésít. A második tagnak (K_{EE}) számszerűsítenie kellene az egyoldalú hitelértékelési kiigazítás másik fontos inputjának, a kitettségi profilok megváltozásának hatását, azonban sokkal közelebb áll az első taghoz.

A formulák megértéséhez vegyük végig az egyenletben szereplő egyes tagokat! A partnereket c, a fedezeteket (*hedge*-eket) h és az indexfedezeteket i indexek jelölik. Az S_c a c partnerrel szemben fennálló kitettség nagyságát számszerűsíti az alábbi formában:

$$S_c = \frac{RW_{b(c)}}{\alpha}\sum_{ns\in c} M_{ns} EAD_{ns}, \tag{13}$$

ahol M_{ns} és EAD_{ns} a c partnerhez tartozó ns nettósítási csoporthoz rendelt effektív lejárati és nemteljesítéskori kitettség. Egy nettósítási csoport a partnerrel kötött olyan ügyletek összessége, amelyeknek az egymással történő nettósítása engedélyezett. A tanulmányban az egyszerűség kedvéért partnerenként egy ügyletet tételezünk fel. Így nincs szükség a nettósítási csoport definíciójára, de az általunk leírt eredmények ugyanúgy igazak több ügylet esetén is. Végül az RW egy a szabályozó által előírt súly, amelyet hamarosan ismertetünk, és az α a már korábban bevezetett szabályozói paraméter.

A kitettséget és így a tőkeszükségletet két típusú lehetséges fedezeti eszközzel csökkenthetjük: egy referencianévre szóló hitelmulasztási ügylettel (CDS) vagy indexfedezet segítségével. A h vállalatra szóló hitelmulasztási csereügylet által kínált védelem S_h formában jelenik meg, ahol:

$$S_h^{SN} = RW_{b(h)} M_h^{SN} B_h^{SN}. \tag{14}$$

A (14) formulában M_h^{SN} jelenti a CDS lejáratát és B_h^{SN} a diszkontált névértékét, azaz

$$B_h^{SN} = B\frac{1-e^{-0{,}05M_h^{SN}}}{0{,}05M_h^{SN}}, \tag{15}$$

ahol B a CDS névértéke. A hitelindexekre vásárolt fedezet a (14) egyenlethez teljesen hasonló formában írható fel, azzal a különbséggel, hogy a lejárat és a névérték paraméterei a CDS-indexre vonatkoznak. A tanulmányban eltekintünk az ilyen típusú fedezeti ügyletektől, azaz a (11) egyenletben $S_i^{ind} = 0$ választással élünk.

A ρ és r_{hc} szabályozói korrelációs paraméterek, amelyek értékét az *1. táblázatban* közöljük. Ennél a pontnál már világosan látszik, hogy $K_{EE} = 0{,}5K_{spread}$, feltéve, hogy nem használunk fedezeti ügyleteket.

1. táblázat
Korrelációs paraméterek

Paraméter	A fedezet és a partner kapcsolata	A paraméter értéke (százalék)
r_{hc}	A partnerre vásárolt fedezet esetén	100
	A fedezet egy másik félre szól, de annak jogi kapcsolata van a partnerrel	80
	A fedezet egy másik félre szól, de az eredeti partnerrel megegyező szektorban és régióban tevékenykedik	50
ρ		50

A formula ugyan hasonló a jelenleg hatályban lévő standardizált képlethez, azonban sok tekintetben különbözik attól. A bázeli javaslat is „a standard módszer javított verziójaként" hivatkozik az alap CVA-formulára.[6] A legszembetűnőbb változás, hogy a hitelfelárak mozgásából adódó változások mellett már a kitettség értékének megváltozására is tőkét (K_{EE}) kell képezni. A kitettség mozgásából adódó veszteség eddig figyelmen kívül hagyott tényező volt, így az új CVA-formula valóban javíthatott volna az elődjén, ha a kitettség változását megfelelően tőkésítik. Valójában azonban egy, a kitettségi profil tényleges változására egyáltalán nem érzékeny, konzervatív érték szerepel a javaslatban.

A második legfontosabb eltérés, hogy a figyelembe vehető fedezeti ügyletek halmaza bővült. Szemben a korábbi gyakorlattal, amely szerint csak a partnerre szóló hitelmulasztási ügyletek az elfogadottak, most a partnerrel egy szektorban és régióban tevékenykedő vállalatokra szóló, *proxy* fedezetek is beszámíthatók a tőkeszámításba. Az ezekből származó előny értelemszerűen büntetve, az r_{hc} faktoron keresztül jelenik meg a formulában. A K_{EE} formula jellegéből adódóan a kitettségi profil mozgását fedező tranzakciók továbbra sem járulnak hozzá a CVA-tőkeszükséglet csökkentéséhez.

Továbbá a (13) egyenletben az α faktorral osztott *EAD* jelenik meg, ami jelentős lépés a szabályozói és a számviteli CVA-összehangolása felé. Ennek a fedezés szempontjából különös a szerepe, hiszen a korábbi keretrendszer mellett a tőketartalékot képző felek, ha a szabályozói tőkeszükségletük szerint fedezték a hitelértékelési kiigazítást, akkor nagyobb veszteséget generálhattak maguknak, mert a két módszer nem volt összehangolva. *Carver* [2013] alapján láthatjuk, hogy nem csupán elméleti problémáról van szó, hiszen a Deutsche Bank tőkeszükségleteinek csökkentése miatt volt kénytelen elszenvedni egy 94 millió eurós veszteséget. Ahogy hamarosan megmutatjuk, az új módszer javítása nem oldja meg teljesen ezt a problémát.

Az új CVA-tőketartalékolási keretrendszer egyik célja, hogy a mostanában gyakran előtérbe kerülő – a kereskedési könyv átfogó reformjának nevezett – új szabályozással összhangban álló módszertant teremtsen (*BCBS* [2016*a*]). A reform ugyan számos téren jelentős újításokat vezet be, de talán az egyik leggyakrabban

[6] "The Basic CVA framework consists of a single Basic CVA approach (BA-CVA) that is essentially an improved version of the current Standardised CVA method." (*BCBS* [2015])

emlegetett változás a kockáztatott érték (VaR) cseréje a VaR-on túli várható veszteség *(expected shortfall, ES)* kockázati mértékére. Ezzel összhangban a CVA-tőke is egy várhatóveszteség-alapú mutató eredménye lesz, amelynek szignifikanciaszintjét 97,5 százalékos értéknél határozták meg.

Végül, a standardizált *RW* paramétereket is újrakalibrálták. Így már nem közvetlenül a partner hitelminősítési osztálya adja meg a formulában használandó súlyt, hanem egy kettős, a befektetési minősítésen és a partner tevékenységét leíró szektoron alapuló hozzárendelés dönti el annak nagyságát. A formula egyes elemeinek megismerése után a következőkben a szabályozói formula mögött meghúzódó modell levezetésével foglalkozunk.

Az alapformula modellkerete

A (11) egyenletben szereplő kifejezések valójában egy egyszerű modellből kapott veszteségek, a szabályozók által megadott szignifikanciaszint melletti kockázati mértékei. Az új CVA-tőkeszabályozás alapjai a jelenleg hatályban lévő standard szabály mögött meghúzódó modellen nyugszanak, amelyet *Pykhtin* [2012] vázolt fel részletesen. Ebben a részben ezért erősen támaszkodunk *Pykhtin* [2012] munkájára, és néhány ponton kiegészítjük azt, hogy végül az új szabályozás mögötti modellkerethez jussunk el. Az új tőkeszükséglet-szabályozás továbbra is csak az egyoldalú hitelértékelési kiigazítást használja, amely az árat számoló felet kockázatmentesnek tekinti. Először szükségünk van a (9) egyenletben használt csődvalószínűségek formalizálására. Ehhez használhatunk egy egyszerű redukált formájú modellt, ahol

$$\mathbb{Q}(\tau > t) = e^{-ht}, \tag{16}$$

ahol h a τ csődidőponthoz tartozó intenzitás vagy kockázati arány. Az olvasó a redukált formájú csődmodellekről a *Brigo és szerzőtársai* [2013] könyvben talál részletes leírást. Tegyük fel, hogy az i-edik partnerrel kötött derivatívák közül a leghosszabb lejárata T^i. Ekkor a $0 = t_0^i < t_1^i < \ldots < t_N^i = T^i$ közelítéssel a partnerhez tartozó egyoldalú hitelértékelési kiigazítást az alábbi formában számolhatjuk:

$$\begin{aligned}
CVA &= \sum_{k=1}^{N} LGD\,\mathbb{Q}\left(t_{k-1}^i < \tau \le t_k^i\right) EE^*\left(t_k^i\right) = \sum_{k=1}^{N} LGD\left(e^{-h_i t_{k-1}^i} - e^{-h_i t_k^i}\right) EE^*\left(t_k^i\right) = \\
&= \sum_{k=1}^{N} LGD\left(e^{-h_i t_k^i} e^{-h_i\left(t_{k-1}^i - t_k^i\right)} - e^{-h_i t_k^i}\right) EE^*\left(t_k\right) = \\
&= \sum_{k=1}^{N} LGD\left(e^{-h_i t_k^i}\right)\left(e^{h_i\left(\Delta t_k^i\right)} - 1\right) EE^*\left(t_k^i\right).
\end{aligned} \tag{17}$$

A fenti egyenletet *Pykhtin* [2012] az egyenlet elsőrendű Taylor-közelítésével helyettesíti, és ezt a mennyiséget tekinti a tőketartalékolási szabály alapjának. Ha felhasználjuk, hogy $s_i / LGD_i \approx h_i$, ahol s_i a partner hitelfelára, akkor az egyszerűsített hitelértékelési kiigazítást az alábbi formában adhatjuk meg:

$$CVA_i = s_i \sum_{k=1}^{N} EE_i^*\left(t_k^i\right)\Delta t_k^i e^{-s_i t_k^i / LGD_i}. \tag{18}$$

A bázeli szabályozással összhangban feltételezzük, hogy a hitelértékelési kiigazítás fedezésére hitelmulasztási ügyletet köthetünk. Ha a fedezet lejárata $\hat{T}^j$, akkor az értékét $0 = t_0^j < t_1^j < \ldots < t_{N'}^j = \hat{T}^j$ intervallumfelosztás mellett *Pykhtin* [2012] alapján a következő formában adhatjuk meg:

$$CDS_j = B_j\left(s_j - s_j^{contr}\right)\sum_{k=1}^{N'} DF\left(t_k^j\right)\Delta t_k^j e^{-s_j t_k^j / LGDj}, \tag{19}$$

ahol s_j^{contr} jelöli a szerződéskötéskor megállapított fix hitelfelárat.
A jelenleg hatályban lévő CVA-tőkeszabályozás csakis a partnerre szóló hitelmulasztási ügyleteket fogadja el, azaz a fenti CDS csak akkor elfogadható fedezet, ha az $i = j$ a fenti két egyenletben. Mivel az új javaslat enyhít ezen a szabályozáson, és nem tökéletes, *proxy* fedezeteket is elfogad, ezért mi külön indexet használunk a partnerre, illetve a referenciafedezet nevére. Egy partnert többféle eszközzel is fedezhetünk, így jelölje $CDS^{portfólió}(i)$ az i-edik fedezésére használt hitelmulasztási ügyletek portfóliójának értékét. Azaz ha $Hedge(i)$ az i-edik partner fedezésére használt nevek indexei, akkor:

$$CDS^{portfólió}(i) = \Sigma_{j \in Hedge(i)} CDS_j. \tag{20}$$

A hitelértékelési kiigazítás a kockázatmentes árból levont mennyiség, tehát növekedése veszteséget jelent a félnek.[7] Így a fedezett CVA rendelkezik azzal a tulajdonsággal, hogy megváltozását a fedező a CDS-portfólió megváltozásával ellensúlyozza. A tőketartalék meghatározásakor a fenti derivatívákból és a CVA-ból álló teljes portfólió összes partnerre aggregált értékeire vagyunk kíváncsiak. Tehát a szabályozói tőkét a

$$\Delta CVA_i - \Delta CDS^{portfólió}(i) \tag{21}$$

mennyiség összes partnerre vett értéke határozza meg.

> Tökéletes fedezés esetén a portfólió megváltozása nulla:
>
> $$\Delta CVA_i - \Delta CDS^{portfólió}(i) = 0. \tag{22}$$
>
> Ilyen esetben tehát a tőketartalékolási formulának elvárható tulajdonsága lenne, hogy egy ilyen portfólióhoz nulla tőkeszükségletet rendeljen.

Pykhtin [2012] rámutat, hogy a hatályos Bázel–III. szabályozásban szereplő standard képlet az így felírt portfólió megváltozásának elsőrendű közelítése egy egyfaktoros modell mellett. Kövessük most ezt az elemzést, és írjuk fel az elsőrendű közelítést, azonban engedjük meg a *proxy* fedezeteket a modellben!

Az elsőrendű közelítést alkalmazva a portfólió megváltozása a következő lesz:

$$\Delta CVA_i^{fedezett} = A_i \Delta s_i - \sum_j \hat{B}_j^i \Delta s_j, \tag{23}$$

[7] A hitelértékelési kiigazítást szokás egy önálló, komplex derivatívaként is kezelni.

ahol

$$A_i = \frac{\partial CVA_i}{\partial s_i} = \sum_{k=1}^{N} EE_i^*\left(t_k^i\right)\Delta t_k^i e^{-s_i t_k^i/LGD_i}\left(1-s_i t_k^i/LGD_i\right), \tag{24}$$

és

$$\hat{B}_j^i = \frac{\partial CDS_j^i}{\partial s_j} = B_j^i \sum_{k=1}^{N'} DF\left(t_k^j\right)\Delta t_k^j e^{-s_j t_k^j/LGD_j}\left(1-s_j t_k^j/LGD_j + s_j^{contr} t_k^j/LGD_j\right). \tag{25}$$

A fenti egyenletben az eredeti B_j névértéket B_j^i-re cseréltük, hogy jelezzük, hogy a j-edik partnerre vásárolt hitelmulasztási ügyletből mennyi is szolgált az i-edik partner fedezésére. Ebből adódóan $\hat{B}_j$ is $\hat{B}_j^i$-re változik. Jellemzően a fenti egyenletben szereplő szumma majdnem összes tagja nulla, hiszen egy partner fedezésére nem vesszük figyelembe az összes partnerre szóló fedezeti ügyleteket, de az általános felírás kedvéért mégis ezt a jelölést alkalmazzuk. Tételezzük fel, hogy az s hitelfelár az alábbi lognormális eloszlás szerint változik, ahogy azt *Pykhtin* [2012] is feltételezte:

$$\Delta s_i = s_i^0\left(e^{-0,5\sigma_i^2 H + \sigma_i\sqrt{H}X_i} - 1\right) \approx s_i^0 \sigma_i \sqrt{H} X_i, \tag{26}$$

és

$$\Delta s_j^{(i)} = s_j^0\left(e^{-0,5\sigma_j^2 H + \sigma_j\sqrt{H}W_{ij}} - 1\right) \approx s_j^0 \sigma_j \sqrt{H} W_{ij}, \tag{27}$$

ahol X_i és W_{ij} normális valószínűségi változók, σ_i és σ_j pedig a megfelelő volatilitások.

Vegyük észre, hogy ennél a pontnál már eltérünk *Pykhtin* [2012] munkájától, hiszen *proxy* fedezeteket is megengedünk a modellben. Tételezzük fel, hogy a hitelfelár mozgását meghatározó tényezők az alábbi faktormodell szerint változnak:

$$W_{ij} = \xi X_i + \sqrt{1-\xi^2} V_j, \tag{28}$$

és

$$X_i = \rho Z + \sqrt{1-\rho^2} Z_i, \tag{29}$$

ahol V_j, Z_i és Z független standard normális változók. A fenti felírással összekötjük a partner és a fedezeti ügylet referencianeve hitelfelárainak mozgását. Értelemszerűen $i=j$ esetén $\xi=1$ kikötéssel élünk.

Ezt a (23) egyenletbe visszahelyettesítve és az összes partnerre aggregálva az alábbi egyenletet kapjuk:

$$\Delta CVA^{fedezett} = \sum_i \Delta CVA_i^{fedezett} = \sum_i \left(A_i s_i^0 \sigma_i \sqrt{H} X_i - \sum_j \hat{B}_j^i s_j^0 \sigma_j \sqrt{H} W_{ij}\right) =$$

$$= \sqrt{H}\left\{\sum_i \left[\left(A_i s_i^0 \sigma_i - \sum_j \xi \hat{B}_j^i s_j^0 \sigma_j\right) X_i\right] - \sum_i \sum_j \sqrt{1-\xi^2}\, \hat{B}_j^i s_j^0 \sigma_j V_j\right\} =$$

$$=\sqrt{H}\left\{\rho\left[\sum_i\left(A_i s_i^0\sigma_i-\sum_j \xi \hat{B}_j^i s_j^0\sigma_j\right)\right]Z+\right.$$

$$\left.+\sqrt{1-\rho^2}\sum_i\left[\left(A_i s_i^0\sigma_i-\sum_j \xi \hat{B}_j^i s_j^0\sigma_j\right)Z_i\right]-\sum_i\sum_j\sqrt{1-\xi^2}\,\hat{B}_j^i s_j^0\sigma_j V_j\right\}. \quad (30)$$

Vegyük észre, hogy az így kapott egyenlet független, standard normális változók lineáris kombinációja. A szögletes zárójelen belül $(N+N_{hedge}+1)$ darab független normális valószínűségi változó szerepel. Ez alapján tehát a (30) egyenlet előáll a következő alakban:

$$\Delta CVA^{fedezett}=\sqrt{H}\beta Y, \quad (31)$$

ahol

$$\beta^2=\left\{\rho^2\left[\sum_i\left(A_i s_i^0\sigma_i-\sum_j \xi \hat{B}_j^i s_j^0\sigma_j\right)\right]^2+\right.$$

$$\left.+\left(1-\rho^2\right)\sum_i\left(A_i s_i^0\sigma_i-\sum_j \xi \hat{B}_j^i s_j^0\sigma_j\right)^2+\sum_i\sum_j\left(1-\xi^2\right)\left(\hat{B}_j^i s_j^0\sigma_j\right)^2\right\}, \quad (32)$$

és Y egy standard normális valószínűségi változó.

A bázeli szabályozás – összhangban a nemfizetési kockázat módszertanával – egyéves periódus alatti veszteségekre határozza meg a tőkeszükségletet, így a fenti képletet át kell skáláznunk egy $1/\sqrt{H}$ faktorral. Továbbá az új CVA-tőkeszabályozás igyekszik összehangolni a követelményeket az új kereskedési könyv szabályozási keretrendszerével, így kockáztatott érték (VaR) helyett várható veszteség (*ES*) kockázati mértéket használ $\alpha=0{,}75$ százalékos szignifikanciaszint mellett.

Megmutatható, hogy egy $X\sim N(\mu,\sigma)$ normális eloszlású valószínűségi változó várható veszteség (*ES*) mértéke az alábbiak szerint számolható:

$$ES_\alpha\left(X\right)=\mu-\frac{\phi\left[\Phi^{-1}\left(\alpha\right)\right]}{1-\alpha}\sigma. \quad (33)$$

Amiből az következik, hogy

$$ES_{0,975}\left(\beta Y\right)=\frac{\phi\left[\Phi^{-1}\left(0{,}975\right)\right]}{0{,}025}\beta=2{,}34\beta. \quad (34)$$

Így definiálhatjuk az elsőrendű közelítéssel kapott, 97,5 százalékos szignifikanciaszint melletti CVA-tőkeszükségletet:

$$\widehat{CVA}^{tőke}=2{,}34\left\{\rho^2\left[\sum_i\left(A_i s_i^0\sigma_i-\sum_j \xi \hat{B}_j^i s_j^0\sigma_j\right)\right]^2+\right.$$

$$\left.+\left(1-\rho^2\right)\sum_i\left(A_i s_i^0\sigma_i-\sum_j \xi \hat{B}_j^i s_j^0\sigma_j\right)^2+\sum_i\sum_j\left(1-\xi^2\right)\left(\hat{B}_j^i s_j^0\sigma_j\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}}. \quad (35)$$

Az így kapott formula hasonló az előző fejezetben közölt, szabályozói tőkét meghatározó formula K_{spread} komponensével, azonban láthatjuk, hogy azzal nem teljes mértékben egyezik meg. Az eltérések főképpen a szabályozói standardizálásból és a bázeli formula konzervativizmusából adódnak, ahogy arra *Pykhtin* [2012] is rámutatott.

A standardizálás legszembetűnőbben a korrelációs és a volatilitásparamétereket érinti. A ρ paraméter a bázeli formulában 0,5 értéket vesz fel, míg a fedezetekhez tartozó hitelfeláraknak a referencianév felárával való korrelációja (ξ) az *1. táblázat* alapján változik. Ahogy arra már *Pykhtin* [2012] is rámutatott, a standardizált formula esetében a kezdeti felár és a korrelációs paraméter együtt egy standard szabályozói súlyra cserélődik. A standardizált súlyok az új alap CVA-módszerben megváltoztak, és a 2,34-os szorzót is magukban foglalják. Új értéküket a *2. táblázat* tartalmazza.

2. táblázat
Kockázati súlyok (százalék)

Szektor	Befektetésre ajánlott (IG)	Befektetésre nem ajánlott (NIG)
Államok, központi bankok, multilaterális fejlesztési bankok	8,8	20,4
Pénzügyi, ideértve kormányzat által garantált pénzügyi	10,2	17,3
Alapanyagok, energia, ipar, mezőgazdaság, gyártás, bányászat,	7,1	13,0
Fogyasztási cikkek és szolgáltatások, szállítás és tárolás, adminisztratív és ügyfélszolgálati tevékenységek	6,1	14,4
Technológia és távközlés	5,1	13,0
Egészségügy, önkormányzat, kormányzat által garantált nem pénzügyi, oktatás, közszolgálat, műszaki tevékenységek	4,1	8,7
Indexek	4,1	8,7

A (35) egyenletben szereplő CVA-érzékenységet a szabályozás az alábbi egyenlőtlenséggel becsüli felül:

$$A_i = \sum_{k=0}^{N} EE_i^*\left(t_k^i\right)\Delta t_k^i e^{-s_i t_k^i/LGD_i}\left(1-s_i t_k^i/LGD_i\right) \le \sum_{k=0}^{N} EE_i^*\left(t_k^i\right)\Delta t_k =$$

$$= M_i 1/H \sum_{t_k<H} EE_i^*\left(t_k\right)\Delta t_k^i \le M_i 1/H \sum_{t_k<H} EE_i\left(t_k\right)\Delta t_k^i = M_i EPE_i = M_i \frac{EAD_i}{\alpha}. \quad (36)$$

Az első egyenlőtlenségnél elhagytuk az $\left(1-s_i t_k^i/LGD_i\right)$ egynél kisebb tényezőt. A (36) „jobb oldalán” lévő egyenletet úgy kaptuk, hogy az effektív lejárat képletében megfeleltettük egymásnak a valódi és az effektív kitettségi profilt. Végül a diszkontált profilt a valódival becsüljük felül, és *Pykhtin* [2012]-t követve eltekintünk a kockázatsemleges és a valódi mérték alatt számolt várható kitettségi profil különbségétől.

A másik oldalon, *Pykhtin* [2012] megadja a fedezet közelítésének módját is. Ha feltételezzük, hogy $s_j = s_j^{contr}$, akkor:

$$\hat{B}_j^i = B_j^i \sum_{k=0}^{N'} DF\left(t_k^j\right)\Delta t_k^j e^{-s_j t_k^j/LGD_j} \le \hat{T}_j B_j^i \frac{1}{\hat{T}_j} \sum_{k=0}^{N'} DF\left(t_k^j\right)\Delta t_k^j \approx \hat{T}_j B_j^i \frac{1}{\hat{T}_j} \int_0^{\hat{T}_j} DF\left(t\right)dt. \quad (37)$$

Tehát az (37) egyenletben megjelenik a lejárat és a diszkontált névérték szorzata, amit még a bázeli formula tovább egyszerűsít, mivel egy 5 százalékos szinten konstans hozamgörbét tételez fel. Ezzel az átalakítással eljutottunk a CVA-tőketartalék szabályozói formulájához.

Numerikus eredmények

Ebben a fejezetben numerikus példákon keresztül vizsgáljuk tovább az új módszert. Összehasonlítjuk a standard és az alap CVA-formulák eredményét különböző feltételek mellett. Hasonlóan rámutatunk az elméleti modell és a szabályozói formula közelítések által okozott eltéréseire.

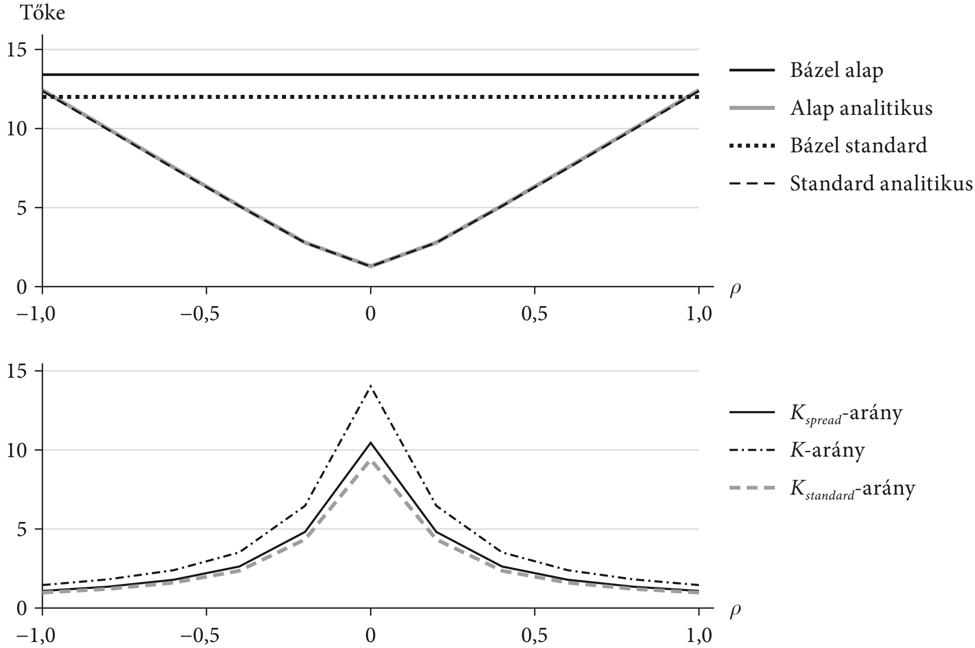
Először a ρ paraméter hatását vizsgáljuk egy fedezetlen portfólión. Példánkban 100 partnert tételezünk fel, miközben *Pykhtin* [2012] munkáját követve mindegyikhez egységnyi szinten konstans kitettségi profilt rendelünk. Az egyes ügyletek lejáratát az egy és öt év közötti intervallumból egyenletes eloszlással választjuk. Célunk, hogy összehasonlítsuk az alap CVA-módszer mögött levezetett egyenlet (35) által adott tőkeszükségletet és a szabályozói formulából kapott értéket.

A számítást három különböző minőségű portfólión végezzük el. Mindhárom esetben a [–1, 1] intervallumon futtatjuk a ρ paramétert. Minden számoláskor 100 000 szimulációt végzünk, ahol először a partnerek hitelminősítését, valamint szektorbeosztását határoztuk meg, majd a hitelfelár-volatilitásukat. A szektorokat a *2. táblázat* 2. és 6. sora közötti értékek közül, míg a volatilitásparamétereket *Pykhtin* [2012] munkájához hasonlóan a [0,2, 0,4] intervallumból egyenletes eloszlás szerint választjuk. A három eset a hitelminősítések tekintetében különbözik egymástól. Az első esetben [*AA*, *A*, *BBB*, *BB*, *B*, *CCC*] partnereket szimulálunk. A második esettel egy jó minőségű portfóliót illusztrálunk, így [*AA*, *A*, *BBB*, BB] minősítésű partnereket tételeztünk fel. Az utolsó esetben a [*BBB*, *BB*, *B*, *CCC*] értékekből választva egy rosszabb minőségű portfóliót szemléltetünk. A kezdeti hitelfelárszintek ezen paraméterek alapján már adódnak, hiszen a (11) és a (35) egyenletek alapján $RW_i = 2{,}34 s_i^0 \sigma_i$. Az így kapott portfóliót futtatjuk mindkét módszertan mellett.

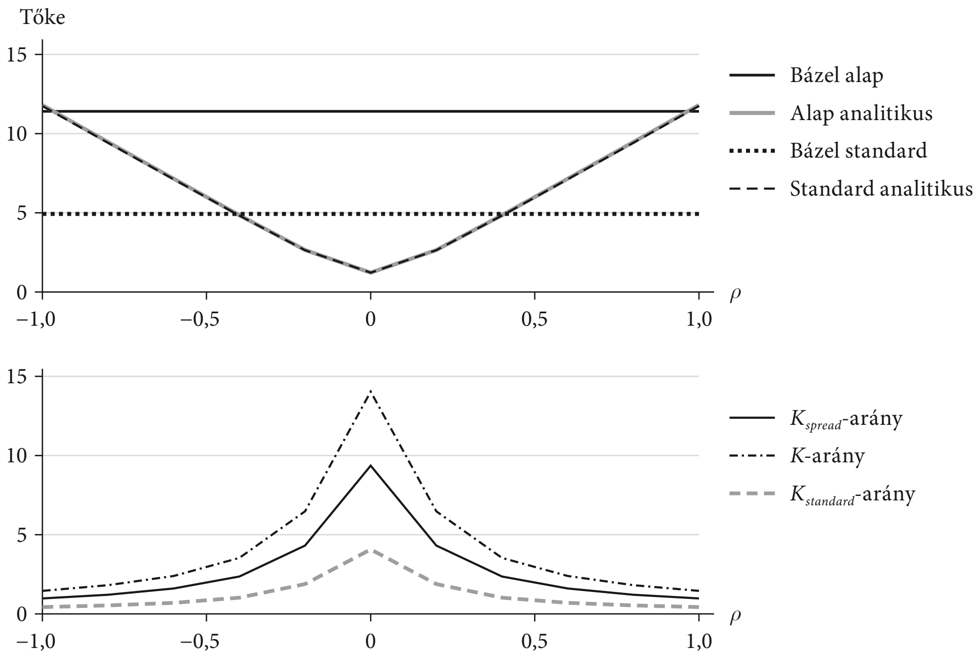
Az eredményeket az *1–3. ábrán* közöljük. Minden ábra két részből áll. A felső részen ρ különböző értékei mellett az új alap- és a Bázel–III. szabályozás standardizált módszereinek analitikus közelítésével számított tőkeszükséglet értékét adjuk meg. Ezekhez az „Alap analitikus" és a „Standard analitikus" neveket rendeltük a jelmagyarázatban. Ezzel párhuzamosan kiszámoltuk a szabályozói formulák által előírt tőketartalék nagyságát is. Az így kapott eredményeket a „Bázel alap" és a „Bázel standard" egyenes vonalak reprezentálják.[8] A szabályozói tőkeszükséglet nem érzékeny a ρ változására, hiszen a bázeli formulában a $\rho = 0{,}5$ választással éltek a BCBS döntéshozói.

[8] A „Bázel alap" csak a hitelfelár-kockázat elleni tőkésítés, azaz a K_{spread} tag. A teljes tőkenagyság jelen példában ennek pontosan a másfélszerese.

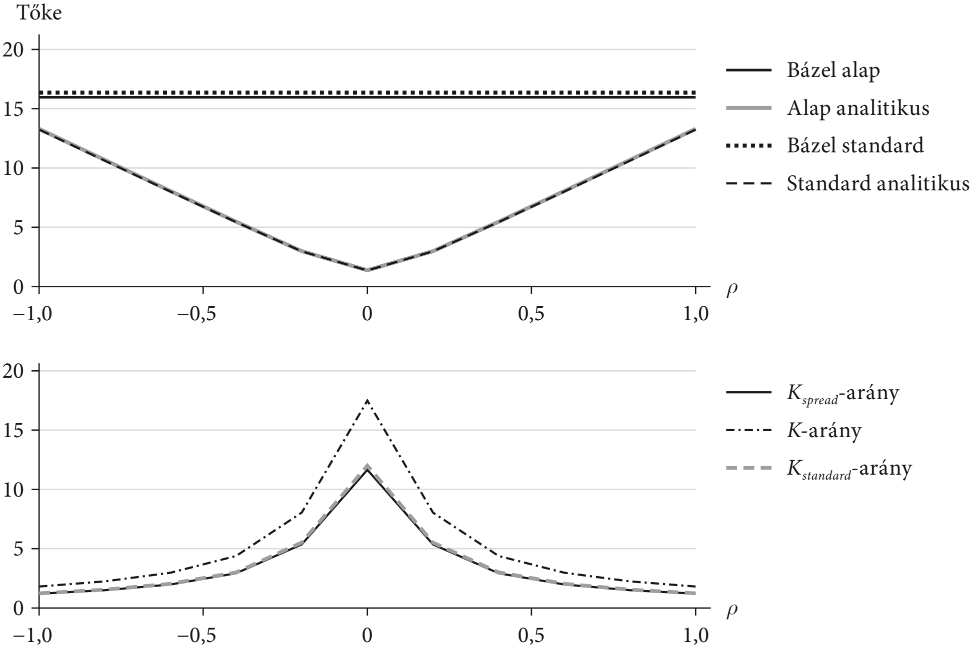
1. ábra
A korreláció hatása átlagos portfólió esetén



2. ábra
A korreláció hatása jó minőségű portfólió esetén



3. ábra
A korreláció hatása rossz minőségű portfólió esetén



A tőketartalékok szintjei mellett érdemes a modellhez viszonyított konzervativitásukat is elemezni, ezért megvizsgáltuk a szabályozói formula és a modell által adott szükséges tőkeszintek hányadosait. Az így kapott eredményeket az ábrák alsó felében mutatjuk be. A K_{spread}-arány mutatja a hitelfelár mozgásából adódó kockázatra számolt szabályozói és analitikus közelítés arányát. A K-arány számítása a K_{spread}-arányhoz hasonló, de figyelembe vettük az alap CVA-módszer teljes tőkeszükségletét, amelyet a (10) egyenlet alapján számoltunk. Végül a $K_{standard}$-arány jelenti a jelenlegi módszer alapján vett hányadost.

Mindhárom portfólió esetében, ha $\rho = 0$, a valódi tőkeszükséglet minimális, és a szabályozói formula fölülbecslése maximális. Ilyen helyzetben ugyanis a portfóliót semmilyen közös faktor nem vezérli, így jellemzően az eloszlás farkában a portfólió-szintű veszteségek kisebbek lesznek, hiszen az egyes partnerekhez rendelt veszteségeket gyakran ellensúlyozzák nyereségek, így azok kioltják egymást. Az ábrákon az is jól kivehető, hogy a két módszer analitikus közelítésével kapott eredmények a fedezetlen portfóliókra szinte egybeesnek. Ez a korábbi levezetés tükrében nem meglepő, hiszen láthattuk, hogy az új formula főképpen a fedezeti ügyletek kezelésében tér el elődjétől. A szabályozói egyenlet legjobban a vizsgált intervallum szélein becsül alul. Ilyen esetben ugyanis távol kerülünk a szabályozói $\rho = 0{,}5$ paramétertől, és a formula jellemzően már nem képes az abszolút értékben szélsőségesen nagy korrelációval járó magasabb veszteségeket kezelni.

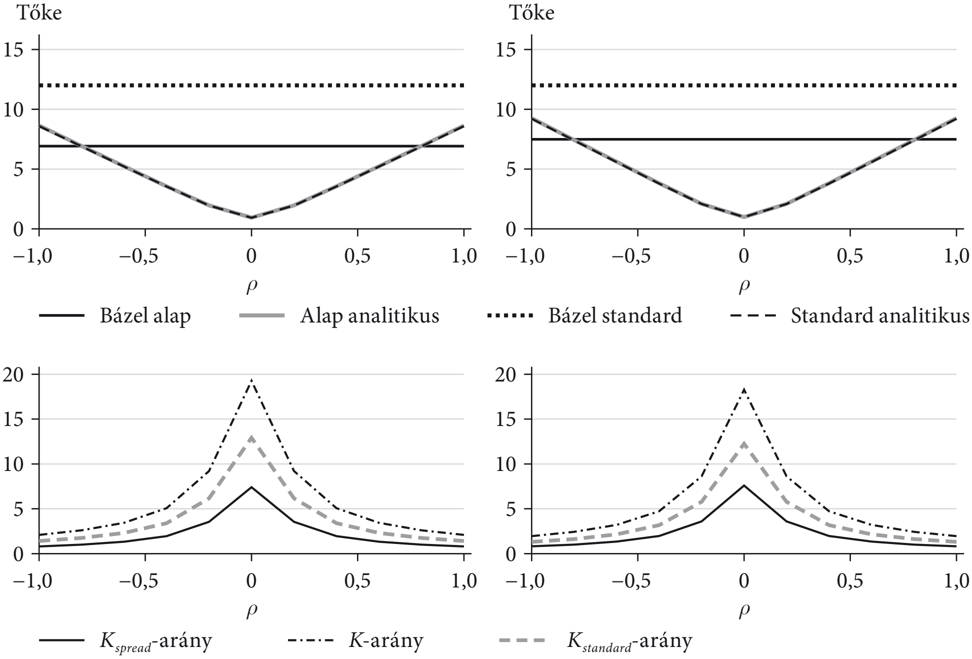
Az átlagos portfólió esetében a hitelfelár mozgásából adódó veszteség elleni szabályozói tőkeszükséglet szigorít a Bázel–III. követelményein, mivel már a *Bázel alap* tőkeszükséglet is magasabb értéket vesz fel a korábbinál. Figyelembe véve a profil változásának a kockázatát is, a tényleges tőkekövetelmény még magasabb lesz. A $K_{standard}$-arány és a K-arány összehasonlításával óvatosnak kell lennünk. A $K_{standard}$-arány tisztán a hitelfelár változásából adódó veszteségeket mutatja, míg a K-arány esetén helyesebb lenne a nevezőben a profil változásának hatását is szerepeltetni. Másrészt azonban a szabályozói formula sem a profil változásának kockázatát számszerűsíti, hanem a hitelfelár egyenletét használja fel újra. Így egy új szemléletmóddal az alap CVA-tőkeszükségletet a jelen helyzetben úgy is tekinthetjük, mintha a hitelfelár mozgását másfélszeresen tőkésítené. Ezért a $K_{standard}$-arány és a K-arány összehasonlításnak egy ilyen alternatív megközelítés mellett van értelme: az *1. ábrán* láthatjuk, hogy az új módszer jelentősen magasabb arányt rendel a portfólióhoz tetszőleges ρ esetén, ami azt jelenti, hogy a hitelfelár mozgását sokkal szigorúbban tőkésíti.

Az eredmények részben hasonlók, ha megváltoztatjuk a partnerek hitelminősítését, de érdemes rámutatni két fontos eltérésre. Egyrészt a jobb portfóliót *(2. ábra)* tekintve az új módszer sokkal szigorúbb, mint az átlagos portfólió esetében. Ilyenkor ugyanis már a *Bázel alap* szintje is többszöröse a *Bázel standard* tőkeszükségletének. Ugyan láthatjuk, hogy az előző formula az intervallum nagy részén alulbecsült, de ekkora mértékű szigorításra nehéz magyarázatot találni. Másrészt a rossz minőségű portfólió *(3. ábra)* esetén az abszolút tőkeszükséglet és az arányszámok magasabbak, de a korábbi megfigyeléseink továbbra is igazak. Magasabb arányszám jellemzően konzervatívabb standardizálást jelent, hiszen ilyen esetben a szabályozói formula jobban eltér a modell által előjelzett értéktől.

3. táblázat
Kockázati súlyok az iparági felmérés keretében (százalék)

Szektor	1. változat		2. változat	
	befektetésre ajánlott (IG)	befektetésre nem ajánlott (NIG)	befektetésre ajánlott (IG)	befektetésre nem ajánlott (NIG)
Államok, központi bankok, multilaterális fejlesztési bankok	0,5	3,0	0,9	3,7
Önkormányzat, kormányzat által garantált nem pénzügyi, oktatás és közszolgálat	1,0	4,0	1,2,	4,0
Pénzügyi, ideértve kormányzat által garantált pénzügyi	5,0	12,0	6,1	12,0
Alapanyagok, energia, ipar, mezőgazdaság, gyártás, bányászat	3,0	7,0	3,7	7,0
Fogyasztási cikkek és szolgáltatások, szállítás és tárolás, adminisztratív és ügyfélszolgálati tevékenységek	3,0	8,5,	3,7	8,5
Technológia és távközlés	2,0	5,5	2,4	5,5
Egészségügy, műszaki tevékenységek	1,5	5,5	1,8	5,0

4. ábra
A korreláció hatása átlagos portfólió esetén, QIS-súlyokkal

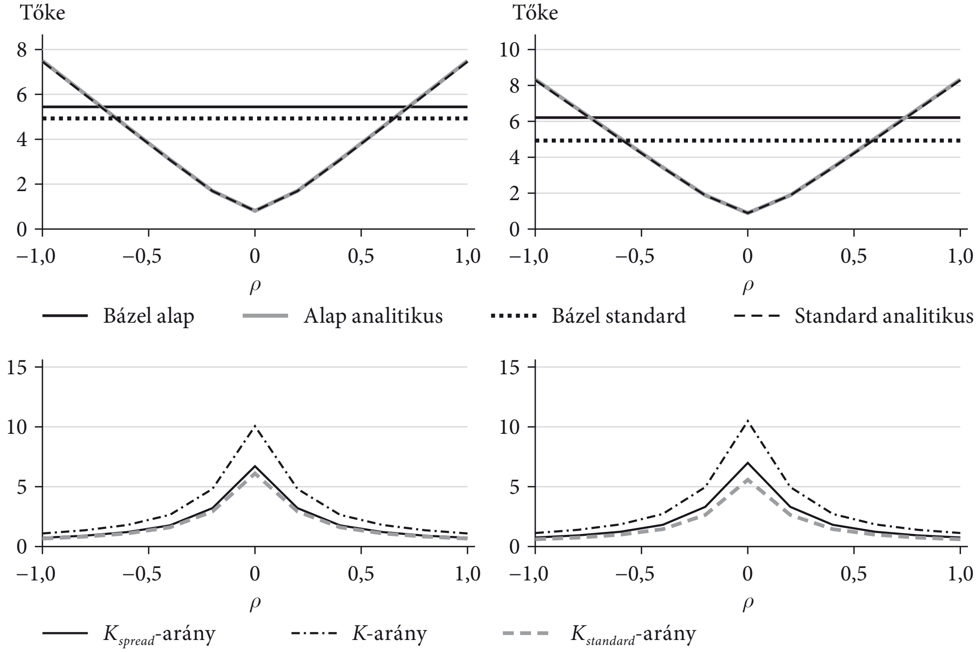


A Bázeli Bankfelügyeleti Bizottság 2016 februárjában egy iparági szintű gyakorlat keretében egy kissé módosított szabályozást adott ki. A módosítás nem érintette az alap CVA-módszertant, viszont a paramétereit újrakalibrálták. Így a kockázati súlyok is megváltoztak. Standard kvantitatív hatásvizsgálatának (QIS) instrukciójában a Bázeli Bankfelügyeleti Bizottság arra kérte a részt vevő bankokat, hogy végezzenek teszteket a saját portfóliójukon két különböző paraméterhalmazt is felhasználva. Az új kockázati súlyokat a *3. táblázatban* közöljük.

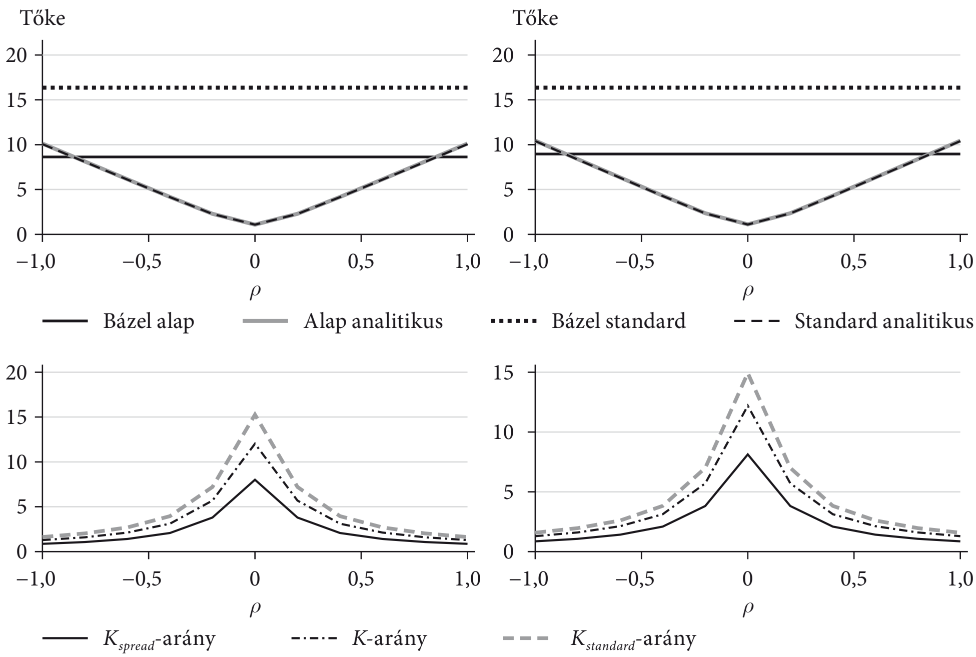
A fent ismertetett elemzést az új kockázati súlyokkal is elvégezve valamelyest eltérő képet kapunk. A *4–6. ábra* felső részén a legszembetűnőbb változás, hogy a szabályozói formula és az analitikus közelítés metszéspontjai alacsonyabbra kerültek. Ez azt mutatná, hogy a szabályozói formula kevésbé szélsőséges korreláció mellett is képes alulbecsülni a modell szerint elvárt tőkeszükségletet, azonban a másfélszeres szorzó alkalmazása után ez a lehetőség eltűnik. Továbbá megállapíthatjuk, hogy a tőkeszükséglet abszolút szintje mindhárom típusú portfólió esetében csökkent.

Fontos megjegyezni, hogy az előző ábrákkal való összehasonlításnál figyelembe kell vennünk, hogy időközben a portfólió is megváltozott. Ugyan a hitelminősítés és a hitelfelár-volatilitás ugyanaz, mint korábban, de a hitelfelárak kiinduló szintjei az $RW_i = 2{,}34 s_i^0 \sigma_i$ összefüggés miatt megváltoztak, hiszen új kockázati súlyokat használunk. A bázeli formula nem használja a hitelfelárakat, így bázeli szemüvegen keresztül a két portfólió megegyezik. Ezért az abszolút tőkeszükséglet nagyságának összehasonlítását megtehetjük, de a modell által adott eredmények eltéréseikor figyelembe kell vennünk a lehetséges portfólióhatásokat is. Ha az ábrák alsó

5. ábra
A korreláció hatása jó minőségű portfólió esetén, QIS-súlyokkal



6. ábra
A korreláció hatása rossz minőségű portfólió esetén, QIS-súlyokkal



részére tekintünk, akkor láthatjuk, hogy a K_{spread}-arány vagy a K-arány már nem minden esetben a legmagasabb.

A fedezés hatásának teszteléséhez egy egyetlen partnerből álló portfóliót tételezünk fel, ahol minden egyes számításhoz 100 000 szimulációt futtatunk. Célunk a tökéletes fedezéshez szükséges portfólió megtalálása, miközben megvizsgáljuk, hogy mekkora tőkeszükséglettel jár egy ilyen portfólió. Így azt feltételezzük, hogy a hitelértékelési kiigazítást számoló fél partnerére vásárolt fedezeti ügyletet – azaz mind az analitikus közelítésben, mind pedig a szabályozói formulában a $\xi = 1$ értéket – használhatjuk. Mivel a standardizált kockázati súlyok, a hitelfelár kiinduló értéke és annak volatilitása összekötik az analitikus közelítést és a bázeli formulát, ezért ezek értékeit nem választhatjuk meg egymástól függetlenül. A jelen példában két hitelminősítést [AA (IG), B (NIG)] vizsgálunk alacsony (20 százalékos) és magas (40 százalékos) hitelfelár-volatilitást feltételezve.

Az analitikus közelítés (35) képletéből láthatjuk, hogy az $i = j$, és így a $\xi = 1$ esetekben a fedezet tökéletes, ha $A_i = \hat{B}_i$. Ennek eléréséhez a fedezet lejáratát, valamint névértékét kell jól beállítanunk, figyelembe véve az eredeti ügylet lejáratát, valamint a diszkontált profil alakját. Hasonló témát vizsgál *Berns* [2016] is, amely a hatályos standardizált CVA-tőkeformula esetén a nulla tőkekövetelményű és a tökéletesen fedezett portfólió eltérését elemzi. *Berns* [2016] alapján a számviteli CVA fedezéséhez egy $B = \frac{1}{M}\int_0^M EE(t)dt$ névértékű hitelmulasztási ügyletet kell vásárolni, míg a standardizált CVA-szabályozás szerint egy nulla tőkekövetelményű portfólióhoz $B = EAD$ névértékű CDS-re van szükség. Ez alapján könnyen adódna, hogy az alap CVA-szabályozás szerint $B = EAD/\alpha$ mellett kapnánk nulla tőkekövetelményt, feltéve, hogy a lejáratokat összeegyeztettük. Míg *Berns* [2016] közelítése bizonyos esetekben igaz, vegyük észre, hogy számos egyszerűsítése miatt nem ad tökéletes leírást, ugyanis figyelmen kívül hagyja a CDS-felár lábának a hitelfelárak mozgásából adódó értékmegváltozását, a hitelértékelési kiigazítást az effektív lejáratig vett integrálként írja fel, és megkülönböztetés nélkül használja a fedezeti ügylet diszkontált és a valódi névértékét. Az általunk korábban felírt modellkeret mellett pontosabb elemzést tudunk elvégezni, ezért folytassuk a numerikus eredmények bemutatásával.

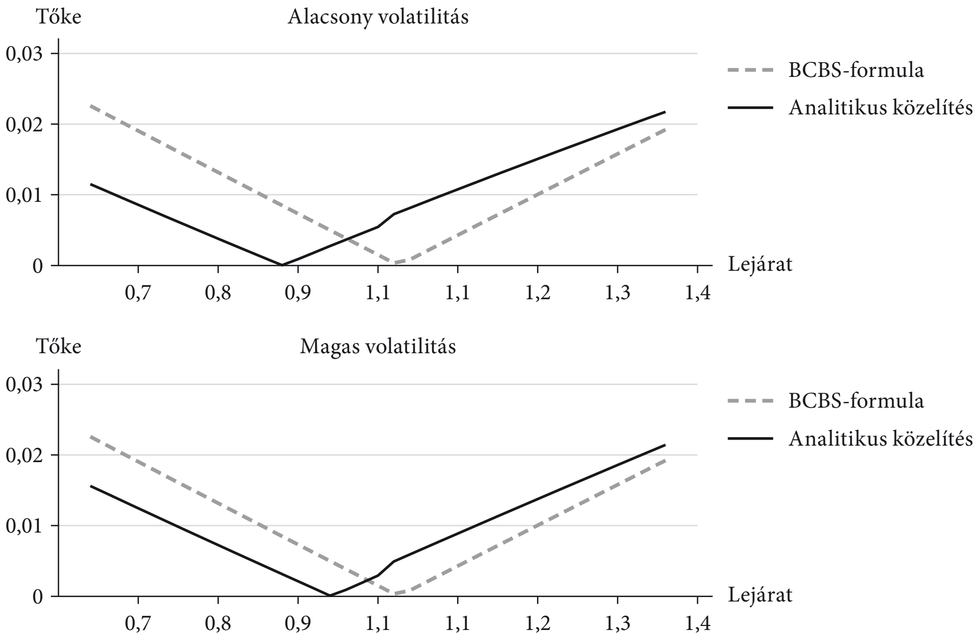
Példánkban a konstans kitettségi profil szintjét, az eredeti ügylet lejáratát és a fedezet névértékét is egységnyinek választottuk, és így a fedezet lejárata az egyetlen változó paraméter.[9] Így a tökéletes fedezetet meghatározó lejáratot keressük, miközben a bázeli tőkeszükségletet is számoljuk.

Eredményeinket a *7.* és a *8. ábrán* szemléltetjük: a lejáratok függvényében mutatjuk a tőkeszükséglet nagyságát. Első ránézésre a vízszintes tengelymetszetek eltérése a legszembetűnőbb. Láthatjuk, hogy a bázeli formula szempontjából tökéletesen fedezett portfólió valójában nem kockázatmentes, és hasonlóan a ténylegesen

[9] Nem szabad elfelejtenünk, hogy egy fedezési céllal kötött CDS-ügylet újabb kitettséget generálhat. Ez megváltoztathatja a portfóliószintű hitelértékelési kiigazítás értékét, így a tökéletesen fedezett CVA nem minden esetben elérhető. Egységnyi kitettségi profil választásával ezt a kapcsolatot figyelmen kívül hagyjuk a numerikus példában. Ez az egyszerűsítő feltételezés azonban valós piaci helyzetben is elképzelhető, hiszen ugyanilyen eredményhez jutunk, ha a fedezeti ügyleteket klíringházon keresztül kötjük.

fedezett portfólió tőkeszükséglete nem nulla. Ez a megfigyelés a jelenleg hatályban lévő standardizált formulára is igaz, ezért az új módszer célja volt, hogy jobban összehangolja a számviteli és a szabályozói hitelértékelési kiigazítást, és javítsa a fedezeti ügyletek felismerését. Az α tényezővel történő osztás a (13) egyenletben segített ezen, azonban ahogy az ábrán láthatjuk, a tökéletes egyezés továbbra sem áll fenn.

7. ábra
Befektetésre ajánlott portfólió



Jellemzően a fedezeti ügylet lejáratának rövidítésével érhetünk el tökéletes fedezetet a (35) egyenlet alapján, amit elsősorban a CDS-felár lábával magyarázhatunk. A hitelfelár változása ugyanis a CDS fix és változó lábára is hatással van. Növekedő felárak mellett a csőd esetén fizető láb többet ér. Ezzel szemben a csődig tartó felárfizetés kevesebbet fog érni, hiszen a túlélés valószínűsége csökken. Így a CDS értéke két okból is változik: jobban ellensúlyozza a CVA változását, és csökkenti a tökéletes fedezethez szükséges lejáratot. Kisebb hitelfelár-volatilitás mellett nagyobb kezdeti felárról indulunk, mivel $RW_i = 2{,}34 s_i^0 \sigma_i$. Így az s_i^{contr} tag szerepe a (25) egyenletben is nagyobb lesz, ezért láthatjuk, hogy a kisebb volatilitás mellett a fedezet lejárata tovább csökkenthető.

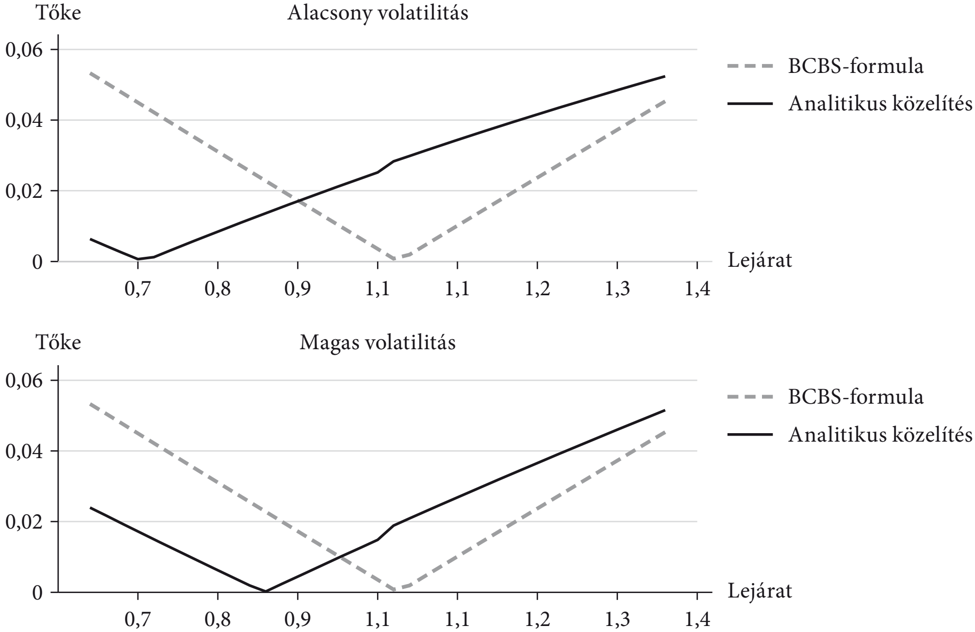
Másrészt a fenti egyszerű portfólió mellett az alap CVA-formulát is leegyszerűsíthetjük, hogy megtaláljuk a tökéletes fedezetet. Hiszen amíg

$$S_c = S_h^{SN}, \tag{38}$$

azaz

$$\frac{RW_{b(c)}}{\alpha} M_{ns} EAD_{ns} = RW_{b(c)} M_h^{SN} B_h^{SN} \tag{39}$$

8. ábra
A tőkeszükséglet nagysága, befektetésre nem ajánlott portfólió



teljesül, addig a tőkeszükséglet értéke nulla lesz. Egyszerűsítve a fenti egyenletet és behelyettesítve az eredeti ügylet effektív lejáratát és a fedezeti ügylet diszkontált névértékét, az alábbi egyenlőséget kapjuk:

$$EEPE_{ns} = M_h^{SN} B^i \frac{1}{M^{SN}} \int_0^{M^{SN}} DF(t)dt = B^i \int_0^{M^{SN}} DF(t)dt. \tag{40}$$

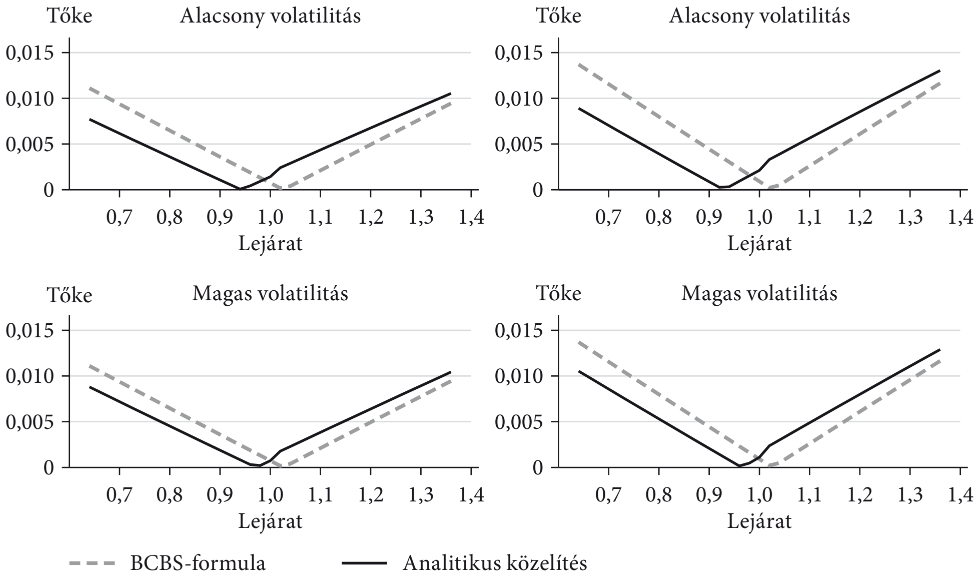
A példában egységnyi névértéket és *EEPE*-t feltételeztünk, így adódik, hogy a jellemzően egységnél kisebb diszkontfaktorokat valamivel egy éven túl kell integrálni, hogy teljesüljön a fenti feltétel. Ez látszik a *7.* és a *8. ábrán* is, hiszen minden esetben valamivel egy év feletti lejáratú fedezet esetén kapjuk meg a nulla tőkeszükségletet. Érdekes látni, hogy az ábrázolt szabályozói tőkeszükséglet ugyan függ a portfólió hitelminőségétől, annak minimuma ettől független. Az analitikus közelítés és a szabályozói formula eltérései az érzékenységi paraméterek előzőkben megadott átalakításaiból adódnak.

A fentiek alapján láthatjuk, hogy ha nagyon magas volatilitást tételezünk fel, akkor az analitikus közelítés minimuma közelebb kerül a szabályozóihoz. Ebből azonban adódik egy újabb, az ábrákon is jól látható megfigyelés: a példánkhoz hasonló esetekben a szabályozói formula bizonyos intervallumokon alulbecsülheti a tényleges tőkeszükségletet. Láthatjuk, hogy az alulbecslés a szabályozói függvény meredek növekedése miatt csupán egy rövid intervallumon áll fenn, és a mértéke sem túl jelentős, ez azonban fontos észrevétel, hiszen rámutat a korábban közölt átalakítások mellékhatására.

A tökéletes fedezetre vonatkozó tesztünket a QIS-súlyok alapján is újrafuttattuk. Az eredményeket a *9.* és a *10. ábrán* szemléltetjük. Bár a tökéletesen fedezett és a

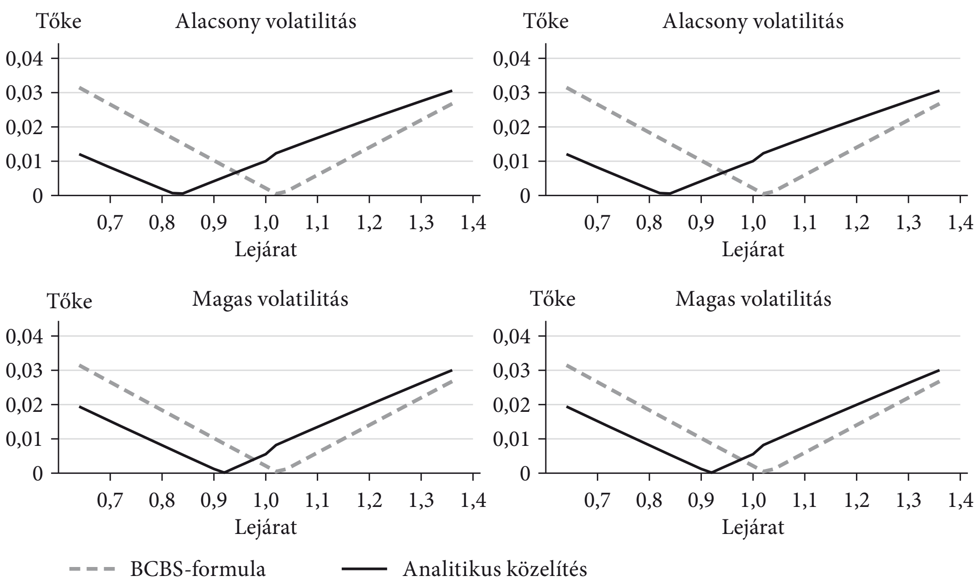
9. ábra
Befektetésre ajánlott portfólió

1. változat
2. változat



10. ábra
Befektetésre nem ajánlott portfólió

1. változat
2. változat



nulla tőkeszükségletű portfóliók továbbra sem esnek egybe, a tesztportfóliónkon javulást láthatunk mindkét változat mellett. A két portfólió közeledésének az oka, hogy az új kockázati súlyok szintjei alacsonyabbak. Ilyen feltétel mellett a tesztportfóliónkhoz alacsonyabb kiinduló hitelfelárat rendelünk, ami a korábban leírtak miatt közelebb viszi a két portfóliót.

Összegzés

A bankok és a tőketartalékolás szabályozása az elmúlt évek egyik legfontosabb és legtöbbet elemzett pénzügyi témája lett. A gazdasági világválság után bevezetett új keretrendszer új időszak kezdetét jelenti. A szabályozás mértéke és formája azonban folyamatosan revízióra szorul, amelynek jó példája a hitelértékelési kiigazítás mozgásából adódó veszteségek elleni tőketartalékolás.

Mivel az új szabályozási javaslatok bankok ezreit is érinthetik, ezért érdemes azokat minél alaposabban elemezni. Ugyan a tényleges hatás elemzését a bankok aktuális portfólióján kell elvégezni, célszerű mindig elméleti szempontból is megvizsgálni az új javaslatokat. Alapos megértésük és tulajdonságaik elemzése elengedhetetlen a szabályozás javítása érdekében. Jelen tanulmány a hitelértékelési kiigazítás témakörére szorítkozva ehhez a feladathoz kívánt hozzájárulni.

A Bázeli Bankfelügyeleti Bizottság 2015 júliusában kiadott javaslata egy új CVA-tőketartalékolási rendszert ajánl. Ebben a tanulmányban az új hitelértékelési kiigazítási szabályozásban leírt alap CVA-módszert vizsgáltuk meg. Elsőként bemutattuk a bázeli formula mögött meghúzódó matematikai modellt és az attól való szabályozói eltéréseket. Levezetésünk alapján látható, hogy az új szabályozói formula az egyes partnerekhez rendelt hitelértékelési kiigazításból és a hozzájuk tartozó fedezeti ügyletekből álló portfólió várható veszteség (ES) alapú kockázati mértéke. A modell dinamikáját a hitelfelárak változása adja, amelynek a hátterében egy speciális normális faktormodell áll. A levezetés magában foglalja a közvetlenül nem a partnerre vonatkozó, úgynevezett *proxy* fedezeteket is.

Az új formula néhány tulajdonságát és a jelenleg hatályos változatával való összehasonlítását numerikus példákon keresztül is illusztráltuk. Ennek során egy hipotetikus portfóliót fedezettel és a nélkül teszteltünk. Rámutattunk, hogy az eredetileg javasolt új kockázati súlyok indokolatlanul magas tőketartalékolást eredményeznek, miközben a módosított javaslatban már bizonyos szintű enyhítést láthatunk. A korreláció hatásának elemzésénél láthattuk, hogy a szabályozói formula felülbecslése a $\rho = 0$ esetben a közös faktor hiánya miatti alacsony veszteségek mellett a legmagasabb. Ez a megfigyelés az eredeti kockázati súlyokkal számolt jobb minőségű portfólió esetében még inkább fennáll.

Numerikus szemléltetésünk második részében megmutattuk, hogy a szabályozói és a számviteli hitelértékelési kiigazítás teljes összeegyeztetése továbbra sem történik meg, így a két nézőpont szerint tökéletesen fedezett portfóliók is eltérnek egymástól. Mellékesen az is kiderült, hogy a szabályozói formula bizonyos intervallumokon alulbecsüli a tényleges tőkeszükségletet. Az általunk elvégzett elemzések mind a bankok kockázatkezelői, mind a szabályozók számára is hasznos lehet.

Hivatkozások

BCBS [2011]: Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems. Basel Committee on Banking Supervision, Bank for International Settlements, https://www.bis.org/publ/bcbs189.pdf.

BCBS [2015]: Review of the credit valuation adjustment risk framework. Basel Committee on Banking Supervision, Bank for International Settlements, https://www.bis.org/bcbs/publ/d325.pdf.

BCBS [2016*a*]: Minimum capital requirements for market risk. Basel Committee on Banking Supervision, Bank for International Settlements, http://www.bis.org/bcbs/publ/d352.pdf.

BCBS [2016*b*]: Reducing variation in credit risk-weighted assets – constraints on the use of internal model approaches. Basel Committee on Banking Supervision, Bank for International Settlements, https://www.bis.org/bcbs/publ/d362.pdf.

BCBS [2016*c*]: Frequently asked questions on the CVA QIS exercise. Basel Committee on Banking Supervision, Bank for International Settlements, https://www.bis.org/bcbs/qis/faq_CVA_QIS.pdf.

Berns, C. [2016]: Simultaneous hedging of regulatory and accounting CVA. Megjelent: *Glai, K.–Grbac, Z.–Scherer, M.–Zagst, R.* (szerk.): Innovations in Derivatives Markets Springer. 117–132. o. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33446-2_6.

Brigo, D.–Morini, M.–Pallavicini, A. [2013]: Counterparty credit risk, collateral and funding: With pricing cases for all asset classes. John Wiley & Sons, https://doi.org/10.1002%2F9781118818589.

Carver, L. [2013]: Capital or P&L. Deutsche Bank losses highlight CVA trade-off. Risk.net, október 31. https://www.risk.net/regulation/basel-committee/2295553/capital-or-pl-deutsche-bank-losses-highlight-cva-trade.

Pykhtin, M. [2012]: Model foundations of the Basel III standardised CVA charge. Risk, Vol. 25. No. 7. 60–66. o.

Sherif, N. [2016]: Basel considered axing standardised approach to CVA calculation. Risk.net, november 14. http://www.risk.net/risk-management/2477114/basel-considered-axing-standardised-approach-cva-calculation.

Wood, D. [2016]: Crying wolf on CVA? Risk.net, március 30. http://www.risk.net/regulation/basel-committee/2452746/crying-wolf-cva.