

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

**KÜLÖNBÖZŐ VISZONTBIZTOSÍTÁSOK
ALKALMAZÁSAINAK HATÁSA AZ ÉLETKOCKÁZATOKRA
SZÁMOLT SZOLVENCIA 2-ES SZAVATOLÓ TŐKÉRE**
MSc szakdolgozat

Készítette: **Mercs Erika**

Biztosítási és Pénzügyi Matematika MSc

Aktuárius szakirány

Témavezető: **Bozsó Dávid**



Budapest, 2015

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Bozsó Dávidnak, hogy folyamatosan figyelemmel kísérte munkámat, ötleteivel segített, illetve felhívta a figyelmemet az esetleges hibákra. Köszönet illeti Kollman Anikót, akihez mindig fordulhattam, ha kérdésem volt.

Tartalomjegyzék

Bevezetés	1
1. Viszontbiztosítás	3
1.1. A viszontbiztosítások típusai	4
1.1.1. Arányos viszontbiztosítás	4
1.1.2. Nem arányos viszontbiztosítás	6
2. Szolvencia 2	9
2.1. A szavatoló tőke szükséglet meghatározása	10
2.1.1. Legjobb Becslés és Kockázati Marzs	12
2.1.2. Viszontbiztosítási szerződésből származó megtérülések	13
2.2. Standard formula	13
2.2.1. Halandósági kockázat	16
2.2.2. Partnerkockázat	16
3. Saját modell ismertetése	19
3.1. Szavatoló tőke szükséglet	20
3.2. Szavatoló tőke szükséglet viszontbiztosítás alkalmazása esetén	21
3.3. Érzékenységvizsgálat	25
3.4. Szavatoló tőke szükséglet szimulációval	28
4. Összefoglalás	32

Bevezetés

A biztosítók működésük során különböző kockázatokkal szembesülnek, ezek enyhítésére kockázat csökkentő technikákat alkalmaznak. Ez jelentheti nagyobb kockázatközösség kialakítását, és ezzel a portfólió variabilitásának csökkentését, vagy a már meglévő kockázatok egy részének átadását másik vállalatnak viszontbiztosítási szerződés keretei között. A biztosító saját fizetéseképtelenségének elkerülése érdekében tartott tőkéje a szavatoló tőke, melynek minimális értékét, a szavatoló tőke szükségletet, a hatályos szabályozás alapján kell megállapítani. A dolgozat célja a különböző viszontbiztosítások hatásának vizsgálata a Szolvencia 2 direktíva szerint képzett szavatoló tőke szükségletre.

Az első fejezetben a viszontbiztosításokkal foglalkozunk. Bemutatásra kerülnek a témával kapcsolatos fogalmak és a különböző viszontbiztosítási szerződések előnyei és hátrányai. Részletesen foglalkozunk néhány arányos és nem arányos viszontbiztosítási formával, melyeket a későbbiekben alkalmazni fogunk.

A második fejezet a Szolvencia 2 keretrendszerrel foglalkozik. A jelenleg érvényben lévő Szolvencia 1-el ellentétben ez egy kockázat alapú modell, mely a piaci adatokat és a legújabb kockázat kezelési gyakorlatokat felhasználva határozza meg a biztosítók szavatoló tőke szükségletét. Az új direktívát 2009-ben hagyták jóvá és várhatóan 2016. január 1-től lép életbe. A fejezet során ismertetjük a Szolvencia 2 felépítését és legfontosabb irányelveit. Bemutatjuk a szavatoló tőke szükséglet kiszámításának módját az úgynevezett standard formula alapján. A rendelkezésre álló hatalmas tényanyag miatt részletesen csak a halandósági és a partner kockázatra történő szavatoló tőke szükséglet számítására térünk ki.

A harmadik fejezetben egy életbiztosítási portfólión kerül bemutatásra a szavatoló tőke szükséglet számítása. Ehhez a korábbi fejezetben leírt módszerekkel számolunk, azonban több egyszerűsítést is alkalmazni fogunk. A kapott eredményt összehasonlítjuk a különböző viszontbiztosítások igénybe vétele mellett számolt szavatoló tőke szükséglettel. Arra vagyunk kíváncsiak, hogy a partnerkockázat megjelenését is figyelembe véve érdemes-e ezen kockázatcsökkentő technikát alkalmazni. Végül

megvizsgáljuk, hogy különböző viszontbiztosítások esetén a paraméterek változtatása hogyan befolyásolja a szavatoló tőke szükséglet értékét.

Ezután kísérletet teszünk a szavatoló tőke szükséglet megállapítására szimulációs eljárással is, a szavatoló tőke szükségletnek a biztosítástechnikai tartalék várható értékétől való eltérésének 99,5%-os kvantilisét választva. Összehasonlítjuk az így kapott értékeket az előző részben kapott eredményekkel.

1. fejezet

Viszontbiztosítás

Előfordul, hogy egy biztosító az általa vállalt kockázatok mértékét túl nagynak értékeli, lépéseket tesz a csökkentése érdekében. Ebben az esetben az egyik lehetősége a viszontbiztosítás, a vállalt kockázatok egy részének továbbadása egy másik biztosítónak a biztosítási díj egy részéért cserébe. A kockázatot továbbadó fél a direkt biztosító, passzív viszontbiztosítási tevékenységet végez. A kockázatot átvállaló felet hívjuk viszontbiztosítónak. Természetesen a viszontbiztosító is dönthet úgy, hogy az átvállalt kockázat egy részét tovább adja, ezt hívjuk továbbengedményezésnek, retrocesszióknak. E mellett ugyanaz a társaság végezhet aktív és passzív viszontbiztosítási tevékenységet is, így bonyolult biztosítási struktúrák is létrejöhetnek. A viszontbiztosításhoz hasonló biztosítási konstrukció az együttbiztosítás. Ebben az esetben több biztosító osztozik egy kockázaton, de nem történik kockázat átadás közöttük. A fejezethez a [7], [8] és [9] tartalmát használtam fel.

Klasszikus formájában a viszontbiztosítás védelem a kifizetendő kárösszeg nem várt növekedése ellen. Ennek oka lehet a károk gyakoriságának növekedése vagy az átlagkár mértékének a vártnál nagyobb emelkedése, esetleg a nagy károk ingadozása. Ezeket a tényezőket persze figyelembe lehetne venni a díjszabáskor, de az túl magas díjakat eredményezhet. Egy esetleges viszontbiztosítás mérlegelésekor fontos figyelembe venni a kis valószínűségű nagy károkat is, mert ezekre nehéz kockázatközösséget kialakítani. Érdekes azonban megjegyezni azt is, hogy a viszontbiztosítók nem csak a károk egy részének átvállalásával segíthetik a direkt biztosítót, hanem saját tapasztalataik alapján a szerződések megfelelő árazásában, a termékek megtervezésében is. Ez a szempont pedig kezdő biztosítók esetén legalább annyira fontos.

Ahhoz, hogy a különböző viszontbiztosításokat vizsgálni tudjunk, vezessünk be néhány jelölést. Tekintsünk egy direkt biztosítási szerződést, melynek díja P . Kár esetén a biztosító által fizetendő kárösszeget jelölje az X valószínűségi változó. Egy

viszontbiztosítási szerződés meghatározza az átvállalt kockázatok körét, a károkból való részesedés számításának módját és a viszontbiztosítási díjat.

Jelölje $T(X)$ a direkt biztosító saját megtartását a kockázatból, a kár általa fizetett részét, ahol $T: [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$ mérhető függvény. Ekkor a viszontbiztosító részesedése a kárból felírható $X - T(X)$ alakban. Vizsgáljuk meg, hogyan viszonyulhat egymáshoz X és $T(X)$.

- (1) Érdemes feltenni, hogy $0 \leq T(X)$ hiszen ellenkező esetben a direkt biztosító érdekeltté válna a kárösszeg növelésében.
- (2) Hasonlóan tegyük fel, hogy $T(X) \leq X$, különben az $X - T(X)$ negativitása miatt a viszontbiztosító érdekeltté válna a kár bekövetkezésében.
- (3) Ha $T(X) = X$ az egész kockázatot megtartja a direkt biztosító, nem köt viszontbiztosítást.
- (4) Ha $T(X) = 0$ a direktbiztosító az egész kockázatot továbbadja a viszontbiztosítónak, ezt az esetet frontingnak nevezik.

A direkt biztosító által a viszontbiztosítónak átadott díjrészt jelölje P_1 , a direktbiztosítónál maradó díjrészt pedig $P_0 = P - P_1$.

1.1. A viszontbiztosítások típusai

A viszontbiztosításokat különböző szempontok alapján lehet csoportosítani. Vizsgálhatjuk, hogy végez-e kockázat elbírálást a biztosító, vagy azt, hogy milyen az átvállalt kockázatok köre. A legelterjedtebb csoportosítási szempont annak vizsgálata, hogy hogyan osztja meg a kockázatot a biztosító és a viszontbiztosító. Ezt fogjuk a következő részben összefoglalni.

1.1.1. Arányos viszontbiztosítás

Arányos viszontbiztosítás során a partnerek megállapodnak egy $0 \leq q \leq 1$ kvótában és ennek arányában osztják föl egymás között egy üzletág vagy valamely módozat díjait és kárkifizéseit. Azaz, ha egy kockázatért a biztosító P díjat kap, akkor ebből $(1 - q)P$ a viszontbiztosítót illeti, cserébe az X mértékű kárkifizetés $(1 - q)X$ része a viszontbiztosítót terheli. A közvetlen aláíronál maradó díj qP , a kárkifizetés pedig qX nagyságú. Ebben az esetben tehát

$$T(X) = qX.$$

Az ilyen típusú viszontbiztosítást kvóta viszontbiztosításnak (quota share) nevezik. A módszer előnye, hogy egyszerű és költséghatékony. Nincs szükség kockázat elbírálásra, a viszontbiztosító minden szerződést automatikusan elfogad. A direkt biztosító bátran vállalhat, a viszontbiztosító pedig biztos lehet abban, hogy a jó kockázatokból is részesül. A hátránya, hogy nincs lehetőség egyenként elbírálni a szerződéseket, olyan kis kockázatok is viszontbiztosításba kerülnek, melyek a direkt biztosító által bevállalhatóak lennének.

Az arányos viszontbiztosításnak létezik olyan változata, melyben a kvóta nem fix érték, hanem a biztosítási összeghez, vagy ha ez nincs, a lehetséges legnagyobb kárhoz igazodik. A biztosító saját megtartása a következő alakban írható:

$$T(X) = \begin{cases} X & \text{ha } S \leq M, \\ X \frac{M}{S} & \text{ha } S > M \end{cases}$$

ahol S a szerződés biztosítási összege, M pedig a direkt biztosító maximális kárkifizetése egy adott szerződésre. Láthatjuk, hogy ezzel a közvetlen aláíró jobban jár, hiszen a kis károkat, melyeket jó üzletnek vél, teljes egészében megtartja. Ellenben a viszontbiztosító ebben az esetben magasabb kockázatú portfólióhoz jut, ráadásul szerződésenként nyilván kell tartani a $q = \frac{M}{S}$ értéket. A direkt biztosító bátran bevállalhat olyan kockázatokat is, melyeket egyébként nem merne, hiszen a nagy károktól védve van.

Ez ellen az egyik lehetséges védekezés a viszontbiztosító részéről egy felső limit megadása az átvállalt kockázatokra. Ez a limit leggyakrabban a direkt biztosító maximális megtartásának konstansszorososa, amire használatos a sávok kifejezés. Ha tehát a viszontbiztosító c sávot vállal, vagyis a direkt biztosító kockázatának maximum c -szeresét hajlandó elfogadni, akkor teljesülnie kell a következő egyenlőtlenségnek:

$$q + cq \geq 1.$$

Ahol q továbbra is a direkt biztosító saját megtartásának arányát jelöli. Ez azt jelenti, hogy van egy alsó korlát a direkt biztosító saját megtartására:

$$q \geq \frac{1}{1+c}.$$

Ne feledjük azonban, hogy a közvetlen aláíró kockázatvállalásának mértéke felülről is korlátos, maximum M , tehát:

$$q \leq \frac{M}{S}$$

A direkt biztosító szempontjából rugalmas a konstrukció, a korlátok között szabadon megválaszthatja q -t minden szerződés esetén. A két korlátból azonban adódik:

$$\frac{1}{1+c} \leq \frac{M}{S}$$

vagyis átrendezés után láthatjuk, hogy csak azok a szerződések viszontbiztosíthatóak, melyekre:

$$S \leq M(c+1)$$

teljesül. Az ilyen típusú viszontbiztosítások elnevezése Surplus, gyakran alkalmazzák életbiztosítások esetén.

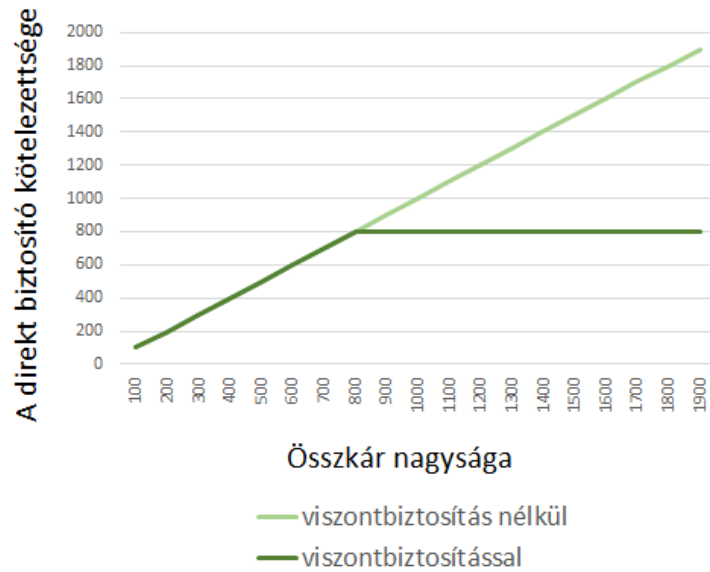
1.1.2. Nem arányos viszontbiztosítás

A nem arányos viszontbiztosítások nem a biztosítási összeghez, hanem a kárösszeghez kapcsolódnak. A legelterjedtebb formájának alkalmazása során a korábbiakhoz hasonlóan definiálunk egy M limitet (deductible). A viszontbiztosító csakis abban az esetben fizet, ha a kárösszeg meghaladja ezt az értéket, méghozzá a többlet lesz a viszontbiztosító által teljesítendő kifizetés. A közvetlen aláíró saját megtartása tehát a következő alakban írható:

$$T(X) = \begin{cases} X & \text{ha } X \leq M, \\ M & \text{ha } X > M \end{cases}$$

A 1.1 ábra szemlélteti a viszontbiztosítás hatását a direkt biztosító kötelezettségeinek nagyságára. A kárösszeg meghatározásának módja szerint a következő viszontbiztosításokat különböztetjük meg:

- (1) Kártöbblet (Excess of Loss), röviden XL: a károkat szerződésenként és káreseményenként tartjuk nyilván.
- (2) Stop Loss: a káron egy adott állomány adott időszakban bekövetkezett összkárát értjük. A limit általában az éves díjbevétel százaléka, de fix összeg is lehet. Érdektelen, hogy a limitet egyetlen nagy kár, vagy sok kis és közepes kár összege haladja meg. Leggyakrabban vihar és jégeső miatti károk viszontbiztosítására alkalmazzák.
- (3) Katasztrófa XL (CatXL): a kár az ugyanazon esemény miatt bekövetkezett összkárt jelöli. Gyakran használják természeti káresemények (árvíz, földrengés) viszontbiztosítására.



1.1. ábra. A Stop Loss viszontbiztosítás hatása

A Stop Loss viszontbiztosításnak előfordul olyan változata is, melyben a viszontbiztosító kiköt egy felső limitet az általa vállalt kockázatokra. Amennyiben az összkár ezt meghaladja, a direktbiztosító fizeti a fennmaradó részt. Ezt formalizálva a direkt biztosító saját megtartása a következő alakban írható:

$$T(X) = \begin{cases} X & \text{ha } X \leq M, \\ M & \text{ha } M < X \leq R \\ M + (X - R) & \text{ha } R < X \end{cases}$$

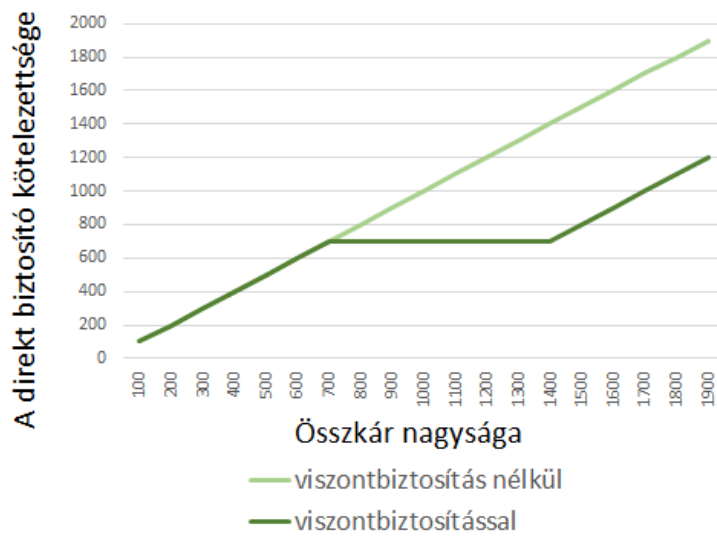
ahol R jelöli a viszontbiztosító által kijelölt limitet. A 1.2 ábra szemlélteti a ezen viszontbiztosítás hatását a direkt biztosító kötelezettségeire.

A gyakorlatban még alkalmazzák a legnagyobb károk viszontbiztosítását (largest claims reinsurance), röviden LCR. Feltételezve, hogy egy időszakban a következő N káresemény történt: X_1, X_2, \dots, X_N , a direkt biztosító saját megtartása felírható a következő alakban:

$$T(X) = X_1^* + X_2^* + \dots + X_{N-r}^*$$

ahol X_i^* az i -edik legkisebb kárt jelöli, r pedig a viszontbiztosításban rögzített paraméter. Láthatjuk tehát, hogy a viszontbiztosító az r legnagyobb kár teljes kárfizetését vállalja át.

Hasonló konstrukció az ECOMOR viszontbiztosítás, melyben a viszontbiztosító szintén az r legnagyobb kárral kapcsolatban vállal kötelezettséget, de nem teljes



1.2. ábra. A módosított Stop Loss viszontbiztosítás hatása

egészében fizeti a kárt. A direkt biztosító saját megtartása a következő alakban írható:

$$T(X) = X_1^* + X_2^* + \dots + X_{N-r}^* + \sum_1^r X_{N-r}^*$$

A viszontbiztosító tehát az r legnagyobb kár kárnagyságának $N - r$ -edik kárnagysággal csökkentett értékét fizeti, formálisan az:

$$X_N^* - X_{N-r}^* + X_{N-1}^* - X_{N-r}^* + \dots + X_{N-r+1}^* - X_{N-r}^* = \sum_{i=N-r+1}^N X_i^* - rX_{N-r}^*$$

összeget.

2. fejezet

Szolvencia 2

A Szolvencia 2 a biztosítási tevékenység megkezdéséről és folytatásáról szóló irányelv, melyet az Európai Tanács fogadott el 2009-ben. A hatálya alá tartoznak az Európai Unióban letelepedett biztosítók és viszontbiztosítók, kivételt csak a kis biztosítók képeznek (pl 5 millió eurót meg nem haladó bruttó biztosítási díjbevételel rendelkező biztosítók). Kockázaton alapuló megközelítés, ami egy olyan rendszer kidolgozását írja elő a biztosító számára, amely segítségével 99,5% valószínűséggel képes teljesíteni a kötelezettségeit a következő évben. Ezzel arra ösztönözve a biztosítókat, hogy fejlesszék saját kockázat kezelési stratégiájukat. A fejezetben leírtakhoz a [4] releváns részeit, a [6]-ot, a [2]-őt és a [3]-at használtam fel.

Az Európai Biztosítás- és Foglalkoztatóinyugdíj Hatóság (EIOPA) 3 pillért határozott meg a Szolvencia 2 követelményeinek csoportosítására.

- Az első pillér tartalmazza az összes mennyiségi követelményt, a célja, hogy biztosítsa a megfelelő tőkésítettséget. Előírásokat fogalmaz meg a biztosítástechnikai tartalék (Technical Provisions) és a Szolvencia 2 szerinti tőkeszükséglet, röviden SCR (Solvency Capital Requirement) számítására.
- A második pillér kvalitatív követelményeket fogalmaz meg. Magas szintű kockázatkezelést ír elő és foglalkozik a felügyelet felülvizsgálati eljárásával.
- A harmadik pillér célja a magas szintű átláthatóság biztosítása a felügyelet és a nyilvánosság számára. Előír egy éves riportot a felügyelet számára és közzétételi kötelezettséget a pénzügyi helyzetről a nyilvánosság részére.

2.1. A szavatoló tőke szükséglet meghatározása

Az alapvető szavatoló tőke az eszközök és a kötelezettségek értékének különbözete csökkentve a tartott saját részvények értékével, kiegészítve az alárendelt kötelezettségekkel. Ahhoz, hogy a szavatoló tőke szükségletet meghatározzuk, szükségünk lesz a kockázatnak kitett összeg (Value at Risk, VaR) definíciójára.

2.1.1. Definíció. Legyen L egy portfólió adott időszaki veszteségét leíró valószínűségi változó, $p \in (0,1)$. Ekkor a portfólió kockázatnak kitett összege p konfidencia szinten

$$\text{VaR}_p(L) = \inf\{x \in \mathbb{R} : P(L \geq x) \leq 1 - p\}.$$

Ha a veszteséget leíró L valószínűségi változónak van eloszlásfüggvénye, akkor a definíció a következő alakban is írható:

$$\text{VaR}_p(L) = \inf\{x \in \mathbb{R} : F(x) \geq p\}$$

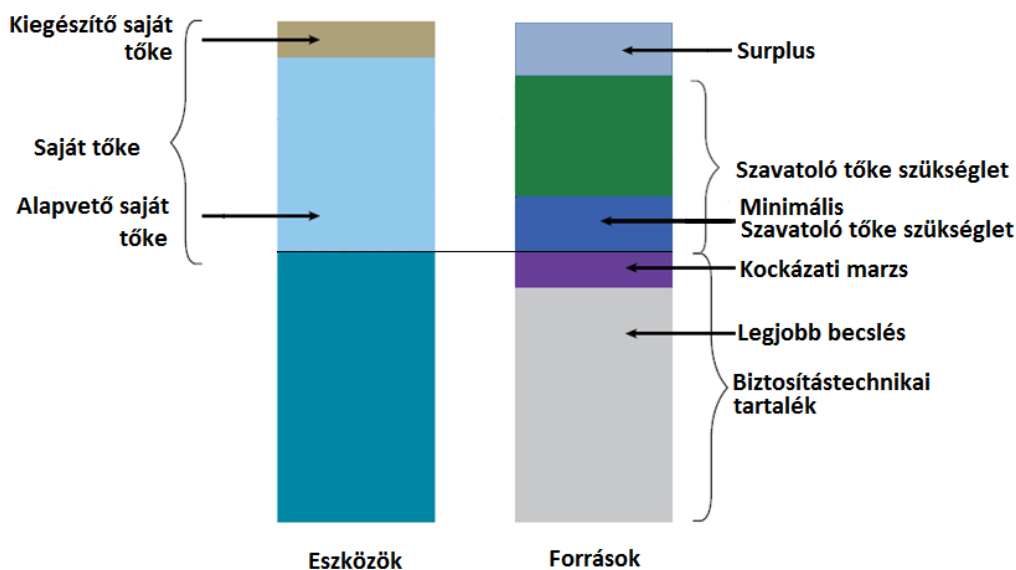
Ha az F eloszlásfüggvény folytonos, akkor láthatjuk, hogy

$$P(L \geq \text{VaR}_p(L)) = 1 - p).$$

A szavatoló tőke szükséglet az alapvető szavatoló tőke 1 éves időhorizontú, 99,5%-os konfidencia szintű VaR-ja, vagyis az az összeg, amelyet a veszteség 0,5%-os valószínűséggel fog meghaladni. A Szolvencia 2 legfontosabb követelménye, hogy a biztosító szavatoló tőkéjének értéke haladja meg a szavatoló tőke szükségletet. Amennyiben ez nem áll fenn, a felügyelet meghatározott lépéseket tesz.

A biztosítók választhatnak, hogy a szavatoló tőke szükséglet kiszámításához a standard formulát használják, vagy egy saját belső modellt. Amennyiben egy biztosító saját modell mellett dönt, szigorú szabályoknak kell megfelelnie és a felügyelet engedélye is szükséges.

A Szolvencia 2 szerinti szavatoló tőke meghatározásához el kell készíteni egy speciális mérleget. Az eszközöket piac konzisztens értéken szerepeltetjük, a források pedig két részből tevődnek össze, a biztosítástechnikai tartalékból és a szavatoló tőkéből. Biztosítástechnikai tartaléknak (Technical Provision) hívjuk azt az értéket, amit a biztosítónak fizetnie kellene, hogy az összes meglévő biztosítási kötelezettségét átadja egy másik vállalatnak. Ez az összeg két részből tevődik össze, a kötelezettségek legjobb becsléséből (Best Estimate) és a kockázati marzból (Risk Margin). A 2.1 ábra szemlélteti a mérleg felépítését. Az eszközök biztosítástechnikai tartalékot meghaladó része a saját tőke (Own Funds), melyet a Szolvencia 2 két csoportba



2.1. ábra. Szolvencia 2 mérleg

sorol, vannak alapvető (Basic Own Funds) és kiegészítő saját tőke (Ancillary Own Funds) elemek.

A legjobb becslés számításnak homogén adatokból származó feltételezéseken kell alapulnia, mert különböző kockázatok kombinálása torzíthatja a biztosítástechnikai tartalék értékét. Ennek érdekében a kockázatokat csoportosítani kell. Első körben fontos különválasztani az élet és nem-élet kockázatokat. Ez a megkülönböztetés nem kell, hogy egybeessen a jogi felosztással, minden esetben a mögöttes kockázat alapján történik a besorolás. A pontos értékelés elkészítéséhez a Szolvencia 2 előír egy minimális szegmentálást (Lines of Business, röviden LoB). Természetesen ennél finomabb felosztást is alkalmazhatnak a biztosítók, úgynevezett homogén kockázati csoportokat (Homogeneous Risk Groups) hozhatnak létre. Az életbiztosítások a következő szegmensekbe sorolandók:

- (1) Egészségbiztosítás
- (2) Életbiztosítás nyereség részesedéssel
- (3) Indexhez kötött és unit-linked biztosítások
- (4) Egyéb életbiztosítás
- (5) Nem-életbiztosítási szerződésekből származó és egészségbiztosítási kötelezettségekhez kapcsolódó járadékok

- (6) Nem-életbiztosítási szerződésekből származó és biztosítási kötelezettséghez (kivéve egészségbiztosítási kötelezettségek) kapcsolódó járadékok

Az elfogadott viszontbiztosítási kötelezettségek pedig a következő két csoportba:

- (1) Egészség viszontbiztosítás
- (2) Élet viszontbiztosítás

2.1.1. Legjobb Becslés és Kockázati Marzs

A legjobb becslés elkészítéséhez szükség van a jövőbeni pénzáramlások becslésére. A pénzáramlás bruttó módon értékelendő, beleszámítanak például a díjak, kárfizetések, jutalékok és költségek, de a viszontbiztosítási szerződésekből megtérülő összegek nem, azokat külön kell kiszámítani. Ahhoz, hogy a becsléseket elkészítsük szakértői döntésekre (Expert Judgement) is szükség lehet, reális feltételezések választásához vagy az extrém értékek kezeléséről való döntéshez. Figyelembe kell venni a becslés bizonytalanságát, ezért elméletileg az összes lehetséges scenárió esetén bekövetkező pénzáramlásnak a bekövetkezési valószínűségével súlyozott átlagát kell tekinteni. Előfordul azonban, hogy nem tudjuk az összes lehetséges esetet beépíteni a kötelezettségek értékelésébe, vagy egyszerűen nincs is rá szükség, mert a vizsgált scenáriónak elhanyagolható a pénzügyi hatása. Sőt életbiztosításoknál előfordulhat, hogy zárt képlet adható az összes scenárióból számolt pénzáramlás várható értékére. A legjobb becslés a valószínűséggel súlyozott jövőbeni pénzáramok jelenértéke. A projekció időtartamát úgy kell megválasztani, hogy minden az értékelés napján meglévő kötelezettség rendezéséhez szükséges pénzáramlás teljes egészében beleférjen. A diszkontálás a kockázatmentes kamatlábbal történik, ezt a pénzügyi piacok által szolgáltatott információkkal konzisztens módon kell becsülni.

A kockázati marzs biztosítja, hogy a biztosítástechnikai tartalék értéke megegyezzen azzal az értékkel, amit egy másik biztosító elvár azért, hogy átvállalja és teljesítse a biztosítási kötelezettségeket. A tőkeköltség elv szerint akkor fogja átvenni egy másik piaci szereplő a portfóliót, ha a kockázati marzs megegyezik annak a tőkének a költségével, amit az üzlet fedezeteként a kötelezettségek végső kifutásáig tartani kell. Ennek meghatározásához első lépésként meg kell határozni minden évre a szavatoló tőke szükségletet. Ezt megszorozzuk a tőkeköltség rátával (Cost of Capital Rate, CoC), ami 6%, majd az így kapott értékeket az alap kockázatmentes

hozammal diszkontáljuk és összegezzük. Azaz a kockázati marzs:

$$RM = \sum_{i=0}^n CoC \cdot SCR_i \cdot v_i$$

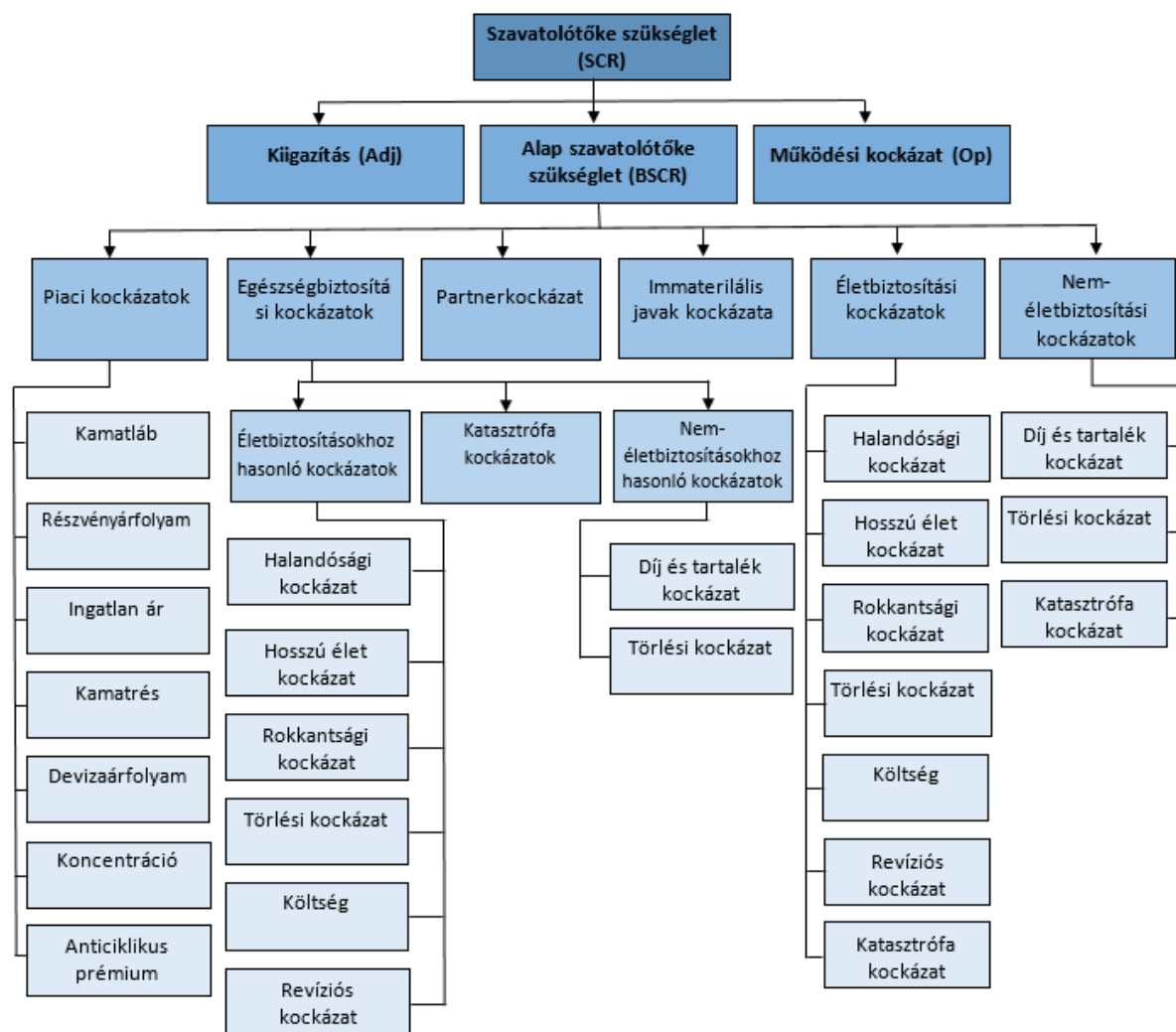
ahol v_i az i -edik évhez tartozó diszkonttényező, SCR_i pedig a biztosító szavatoló tőke szükséglete i év elteltével. Fontos megjegyezni, hogy a kockázat marzsot a teljes állományra kell megállapítani, majd utólag a kockázatok nagyságának arányában osztjuk szét az egyes szegmensek között. A biztosító kötelezettségeinek becslése tehát a legjobb becslés és a kockázati marzs összege [4].

2.1.2. Viszontbiztosítási szerződésből származó megtérülések

A Szolvencia 2 is elismeri a viszontbiztosítási szerződések direkt biztosítókra vonatkozó kockázat csökkentő hatását és ezzel a szavatoló tőke szükséglet csökkentő hatását. Mint már említettük, a megtérülést nem a legjobb becslés elkészítésekor kell figyelembe venni, hanem külön számítandó. A kalkulációs elvek azonosak, az egyetlen különbség, hogy nem kell rá külön kockázati marzsot számolni, elég egyszer a nettó kockázati marzsot kiszámítani. A pénzáramlás felírásakor csak azokat a kifizetéseket kell figyelembe venni, amelyek biztosítási eseményekkel vagy rendezetlen biztosítási kárigényekkel kapcsolatosak. Előfordulhat, hogy markánsan elkülönül a viszontbiztosítótól való megtérülés és a direkt kifizetés időpontja, ekkor a jelenérték számításnál figyelembe kell venni az időkülönbséget. Amennyiben nincs jelentős különbség, használhatóak a direkt kifizetések időpontjai. A megkapott megtérülési jelenértéket használhatjuk arra, hogy módosítsuk a legjobb becslés során kapott jelenértéket. Másrészt a viszontbiztosítási szerződés hatására a direkt biztosító új kockázattal szembesül, ki kell egészítenie a szavatoló tőke szükséglet számítását a partner csődjének kockázata miatti várható veszteséggel. Ez a kiigazítás külön számítandó [4].

2.2. Standard formula

A standard formula szerinti szavatoló tőke szükséglet meghatározása modulonként történik [4]. A 2.2 ábra szemlélteti a modulok és almodulok kapcsolatát. Az első lépés az almodulok szavatoló tőke szükségletének meghatározása. Ez az almodultól függően képlettel vagy meghatározott sokk alkalmazásával történik. Az almodulok tőke szükségletéből korrelációs mátrixok segítségével összegezve kapjuk a modulok



2.2. ábra. Standard formula felépítése

szavatoló tőke szükségletét. Mivel a dolgozatban életbiztosításokkal fogunk foglalkozni, csak az élet modul tőke szükségletének számítási módjára térünk ki, mely a következő:

$$SCR_{life} = \sqrt{\sum_{i,j} CorrLife_{i,j} \cdot Life_i \cdot Life_j} \quad (2.1)$$

ahol $Life_i$ jelöli a megfelelő almodulhoz tartozó tőke szükségletet, míg a $CorrLife_{i,j}$ a következő mátrix i -edik sorának j -edik eleme:

	Halandóság	Hosszú élet	Rokkantság	Törlés	Költség	Revízió	Katasztrófa
Halandóság	1						
Hosszú élet	-0,25	1					
Rokkantság	0,25	0	1				
Törlés	0	0,25	0	1			
Költség	0,25	0,25	0,5	0,5	1		
Revízió	0	0,25	0	0	0,5	1	
Katasztrófa	0,25	0	0,25	0,25	0,25	0	1

A modulokat szintén korrelációs mátrixok segítségével összegezve kapjuk az alap szavatoló tőke szükségletet, azaz:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} + SCR_{imm} \quad (2.2)$$

ahol $Corr_{i,j}$ jelöli a következő korrelációs mátrix i -edik sorának j -edik elemét:

	Piaci	Partner	Élet	Egészség	Nem-élet
Piaci	1				
Partner	0,25	1			
Élet	0,25	0,25	1		
Egészség	0,25	0,25	0,25	1	
Nem-élet	0,25	0,5	0	0	1

Az SCR_i a megfelelő modul szavatoló tőke szükségletét jelöli, SCR_{imm} pedig az immateriális javak kockázatára számolt tőke szükségletet. Ha az alap szavatoló tőke szükséglethez hozzáadjuk a működési kockázat tőke szükségletét és a tartalékok veszteségelnyelő hatását megjelenítő korrekciós tagot, akkor megkapjuk a szavatoló tőke szükségletet:

$$SCR = BSCR + Adj + SCR_{Op} \quad (2.3)$$

A dolgozat további részében a halandósági és a partnerkockázati almodulokkal fogunk részletesebben foglalkozni. Következzen most ezek kiszámításának részletes leírása.

2.2.1. Halandósági kockázat

Halandósági kockázat olyan biztosítási kötelezettségekkel kapcsolatban merül fel, ahol a szerződés halál bekövetkezése esetén garantiát kifizetést. Bekövetkezhet veszteség vagy kedvezőtlen változás a biztosítási kötelezettségek értékében a halandósági ráták növekedése nyomán, ezt a kockázatot számszerűsíti az almodul. A tőke szükséglet számítása szcenárió alapú. Végrehajtunk egy sokkot, 15%-kal növeljük a halandósági rátákat, és tekintjük a sokk hatását az alapvető saját tőkén (BOF), de a biztosítástechnikai tartalék kockázati marzsának változását figyelmen kívül hagyjuk. Feltételezzük ugyanis, hogy a kockázati marzs nem változik jelentősen a sokk hatására, másrészt ezzel elkerüljük a körkörös hivatkozást a szavatoló tőke szükséglet definíciójában (a kockázati marzs mértéke függ a szavatoló tőke szükséglettől). Csak azokon a szerződéseken kell a sokkot végrehajtani, amelyek esetén a mortalitási ráta növekedése a biztosítási kötelezettség növekedéséhez vezet [3]. Amennyiben a sokk hatására az alap szavatoló tőke szükséglet veszteséget mutat, a halandósági almodul tőke szükséglete megegyezik a változással [4].

$$SCR_h = (\Delta BOF | sokk) \quad (2.4)$$

2.2.2. Partnerkockázat

A biztosítót érhetik veszteségek a partnereinek nem várt csődje vagy hitelbesorolásának romlása esetén. Ezen kockázatra is szavatoló tőkét kell képezni. A partnerkockázatokat két csoportba soroljuk:

- Az 1. típusú kockázatok közé tartoznak a nem diverzifikálható kockázatok, ahol a partner általában rendelkezik hitelminősítéssel. Ez a csoport tartalmazza a kockázat csökkentő szerződésekkel kapcsolatos kitétségeket, mint a viszontbiztosítási megállapodások vagy derivatívák. Ide tartozik a bankban lévő készpénz és a partnernél elhelyezett letét is.
- A 2. típusú kockázatok közé tartoznak a diverzifikálható kockázatok, ahol a partner általában nem rendelkezik hitelkockázati besorolással. Ide tartozik

minden partnerkockázat, ami az első csoportba nem sorolható. Ilyenek a követítőkkel szembeni követelések, a szerződőktől elvárt díjak vagy a jelzáloghiteltek.

A szavatoló tőke szükséglet a parterkockázat modulra a következő módon számítható:

$$SCR_{pk} = \sqrt{SCR_{pk,1}^2 + 1,5 \cdot SCR_{pk,1} \cdot SCR_{pk,2} + SCR_{pk,2}^2}$$

ahol $SCR_{pk,i}$ jelöli az i -edik típusú kockázatok szavatoló tőke szükségletét. A későbbiekben csak az 1. típusú partnerkockázatokkal fogunk foglalkozni, ezért csak ezek szavatoló tőke szükségletének kiszámítását részletezzük:

$$SCR_{pk,1} = \min\left(\sum_i LGD_i; q\sqrt{V}\right)$$

ahol LGD_i jelöli az i -edik 1. típusú partner csődje esetén bekövetkező veszteség nagyságát. V a veszteség eloszlásának varianciája. A q kvantilis értéke:

$$q = \begin{cases} 3 & \text{ha } \sqrt{V} \leq 5\% \cdot \sum_i LGD_i, \\ 5 & \text{egyébként.} \end{cases}$$

Partner csődje esetén a veszteség kiszámításának módja függ a kockázattól. Mivel a dolgozatban csak a viszontbiztosítókkal kapcsolatos partnerkockázattal fogunk foglalkozni, csak a viszontbiztosítási szerződések esetére szorítkozunk:

$$LGD_i = \max((1 - RR)(Recoverables_i + RM_i - Collateral_i); 0) \quad (2.5)$$

ahol RR jelöli a partnercsőd esetén a fennálló követelésből visszaszerezhető rész arányát, ami alapesetben viszontbiztosítók esetén 50%. A $Recoverables_i$ az i -edik partnertől várt megtérülés legjobb becslése, RM pedig az i -edik partnerrel kötött megállapodásból származó kockázatsökkentő hatás. A $Collateral_i$ az i -edik partnerrel kötött megállapodással kapcsolatos fedezet piaci értéke. A kockázatsökkentő hatás (RM_i) kiszámításához szükségünk van egy elméleti szavatoló tőke szükségletre, aminek számításakor nem vesszük figyelembe a viszontbiztosítási szerződés hatását és egy szavatoló tőke szükségletre, amit módosítások nélkül számítunk. A kockázatsökkentő hatás a két szavatoló tőke szükséglet különbsége.

Ahhoz, hogy a veszteség eloszlásának varianciáját (V) meghatározzuk, szükségünk van a következő értékekre:

$$V_1 = \sum_{j,k} \frac{PD_k \cdot (1 - PD_k) \cdot PD_j \cdot (1 - PD_j)}{1,25(PD_k + PD_j) - PD_k \cdot PD_j} TLGD_j \cdot TLGD_k$$

ahol $TLGD_j$ jelöli a PD_j csődvalószínűségű partnerek csődje esetén bekövetkező veszteségek összegét, azaz $TLGD_j = \sum_{PD_j} LGD_i$. Valamint ki kell számítanunk a

$$V_2 = \sum_j \frac{1,5 \cdot PD_j \cdot (1 - PD_j)}{2,5 - PD_j} \cdot \sum_{PD_j} LGD_i^2$$

értéket. A keresett variancia a kettő összege: $V = V_1 + V_2$.

Egy partner csődvalószínűségének meghatározása egy három lépcsős folyamat. Amennyiben a partner rendelkezik hitelminősítési besorolással egy a minőségi követelményeknek megfelelő intézettől, a csődvalószínűséget a besorolás alapján kell megállapítani az alábbi táblázat segítségével:

Hitelminősítés (j)	0	1	2	3	4	5	6
Csődvalószínűség (PD_j)	0,002%	0,01%	0,05%	0,24%	1,2%	4,175%	4,175%

Ha a partner nem rendelkezik ilyen besorolással, de olyan biztosító vagy viszontbiztosító ami a Szolvencia 2 hatálya alá esik, a csődvalószínűségét a szolvencia aránya alapján a következő táblázat segítségével kell meghatározni:

Szolvencia arány	196%	175%	150%	125%	122%	100%	95%	75%
Csődvalószínűség (PD_j)	0,01%	0,05%	0,1%	0,2%	0,24%	0,5%	1,2%	4,175%

Ha a partner szolvencia aránya a táblázatban szereplő értékek közé esik, a csődvalószínűséget lineáris interpolálással kell meghatározni. Amennyiben az arány 75% alatt van a valószínűséget 4,175%-nak kell tekinteni, 196% feletti arány esetén pedig 0,01%-nak. Ha egy partner nem rendelkezik megfelelő hitelbesorolással és a szolvencia aránya alapján sem sorolható be, a csődvalószínűségét 10%-nak kell értékelni [2], [4].

3. fejezet

Saját modell ismertetése

A következő részben a viszontbiztosítás hatását fogjuk vizsgálni a szavatoló tőke szükségletre. Ehhez tekintünk egy életbiztosítási portfóliót, mely kockázati életbiztosítási szerződéseket tartalmaz a következő paraméterekkel:

Nem	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő
Kor	60-65	60-65	40-45	40-45	30-35	30-35	25-30	25-30	25-30	25-30	25-30	25-30
Tartam	18-20	18-20	9-11	9-11	14-16	14-16	18-20	18-20	14-16	14-16	18-20	18-20
Bizt összeg	1 M	1 M	1,5 M	1,5 M	2 M	2 M	5 M	5 M	10 M	10 M	50 M	50 M
Darab	100	100	100	100	100	100	100	100	50	50	50	50

Valójában a portfólió létrehozásánál az egyetlen szempont az volt, hogy legyen reprezentatív a szerződők korát, a szerződések időtartamát és biztosítási összegét tekintve is. A konkrét értékeknek nincs jelentősége, a célunk a működés mechanizmusának vizsgálata, a tendenciákat szeretnénk bemutatni. Emiatt nettó díjas modellt használunk, nem modellezünk költségeket és jutalékokat. A kockázati marzsot sem vesszük figyelembe, valóban csak a viszontbiztosítás hatását szeretnénk vizsgálni. Az egyszerűség kedvéért az 1000 szerződés mindegyikét 2014.12.31-én kötötték éves díjfizetést alkalmazva és a biztosító nem rendelkezik más szerződésekkel. A biztosítási díj megállapításához használt technikai kamatláb 1%, a kalkulációhoz a várt halandóság kétszeresét vettük figyelembe. Csak a befizetett díjakat és a kifizetésre kerülő biztosítási összegeket modellezzük, tehát létrehoztunk egy várhatóan nyereséges portfóliót. Mivel nem modellezzük a kockázati marzsot, a biztosítástechnikai tartalék megegyezik a legjobb becsléssel. Esetünkben ez a várható kifizetések csökkentve a várható díjbevéttel, azonban a továbbiakban ennek az ellentettjét fogjuk inkább használni. Mivel a portfólió nyereséges a várható díjak jelenértékét fogjuk

csökkenteni a várható kiadásokkal, ami esetünkben teljes egészében tőke. Ezt fogjuk nettó eszközértéknek (Net Asset Value, NAV) nevezni és a továbbiakban ennek a változását fogjuk figyelembe venni.

A modellt a Microsoft Excel program segítségével készítettem, a kalkulációkhoz néhány esetben Microsoft Visual Basic makrókat is felhasználva.

3.1. Szavatoló tőke szükséglet

A felsorolt szerződések egy homogén kockázati csoportba tartoznak, ezért a szavatoló tőke szükséglet egyben számolandó. Mivel minden szerződés azonos időpontban keletkezett a projekció időtartama közülük a leghosszabbnak a tartama, esetünkben 20 év. Fel kell írunk a pénzáramlás várható értékét, amihez további feltételezések szükségesek.

A modellben törlést is modellezünk, annak a valószínűsége, hogy egy szerződő az n -edik évben törölni fog $10\% \cdot (1 - 10\%)^{n-1}$. Ebben az esetben nem fizeti tovább a biztosítási díjat, és káresemény bekövetkezése esetén a biztosító nem fogja kifizetni a biztosítási összeget. Egy szerződés háromféleképpen érhet véget:

- Bekövetkezik a biztosítási esemény és év végén a biztosító kifizeti a biztosítási összeget.
- A szerződést törlik, ekkor nincs kifizetés
- A szerződés tartama lejár, ebben az esetben sincs kifizetés.

Egy adott évben egy szerződés törlésének valószínűségét p_t -vel, a halál valószínűségét q_t -vel jelölve az szerződésről a következőket tudjuk:

$$P(\text{a biztosított meghal} \mid \text{a szerződés év elején élt}) = (1 - \frac{p_t}{2})q_t$$

$$P(\text{a szerződést törlik} \mid \text{a szerződés év elején élt}) = (1 - \frac{q_t}{2})p_t$$

$$P(\text{a szerződés év végén él} \mid \text{a szerződés év elején élt}) = (1 - p_t)(1 - q_t)$$

Pénzmozgás a modellben csak év elején és év végén történik, az előző év végét és az aktuális év elejét egy időpontnak tekintjük. A biztosítási díjak év elején, a biztosítási összegek halál esetén év végén kerülnek kifizetésre, más pénzmozgást a modell nem tartalmaz. Ezek alapján a fenti feltételes valószínűségek segítségével fel tudjuk írni minden évre a biztosító pénzáramlásának várható értékét. A diszkontáláshoz használt kockázatmentes kamatláb az egyes években az EIOPA által publikált 2014.12.31-ei kezdetű kiigazított kockázatmentes hozamgörbe megfelelő értéke [5].

A nettó eszközérték: 200 333 122 Ft.

A standard formula előírja, hogy a portfólióban lévő szerződésekre a halandósági kockázat miatt szavatoló tőke szükségletet kell számolni. A 2.2.1 fejezetben leírtaknak megfelelően végrehajtottunk egy 15%-os sokkot a halandósági táblán, majd újra számoljuk a biztosító pénzáramlását. A pénzáramlást diszkontálva megkapjuk a nettó eszközértéket.

A nettó eszközérték sokk alkalmazása esetén 180 161 593 Ft.

Az eredetihez képest csökkenést tapasztalunk, ezért ezen almodul szavatoló tőke szükséglete a két érték különbsége.

$$SCR_h = 20\,171\,529 \text{ Ft.}$$

Az egyszerűség kedvéért nem modellezünk más kockázat, amire szavatoló tőkét kell képezni, ezért a biztosító alapvető szavatoló tőke szükséglete is ennyi. A működési kockázatot és a tartalék veszteség elnyelő hatását sem modellezzük, ezért a szavatoló tőke szükséglet:

$$SCR = 20\,171\,529 \text{ Ft.}$$

3.2. Szavatoló tőke szükséglet viszontbiztosítás alkalmazása esetén

Amint azt a 2.1.2 fejezetben említettük, a viszontbiztosítás szavatoló tőke csökkentő hatása külön számítandó, csak a viszontbiztosítóval történő pénzáramlást figyelembe véve. Az elv azonos, felírjuk a partnernek fizetendő díjak várható értékét, amely minden év elején, és a partnertől várt összegek várható értékét, mely minden év végén esedékes. A pénzáramlást diszkontálva megkapjuk azt az értéket, mellyel az alap nettó eszközértéket módosítani kell. A halandósági kockázatra számolt szavatoló tőke szükséglet kiszámításához a 15%-os sokk végrehajtása után is ki kell számolni a viszontbiztosítóval történő pénzáramlás jelenértékét, és ezzel korrigálni a sokkolt esetben kapott nettó eszközértéket.

A viszontbiztosítás hatására megjelenik a modellben a partnerkockázat, melyre szintén szavatoló tőke szükségletet kell számolni a 2.2.2 fejezetben leírtaknak megfelelően. Mivel minden esetben egyetlen partnert feltételezünk, a képletek nagyban leegyszerűsödnek. V_1 értéke mindig 0, a V_2 pedig egytagú összeg.

Kvóta viszontbiztosítás esetén 85%-os saját megtartást feltételezünk. A viszontbiztosítónak fizetendő díj tehát a direkt biztosító számára beérkezett díj 15%-a. A viszontbiztosítótól várt összeg hasonlóan a direkt biztosító által kifizetett biztosítási

összegek 15%-a. Ezek alapján a viszontbiztosítással kapcsolatos pénzáramlás jelenértéke 30 049 968 Ft. Ezzel az összeggel kell a legjobb becslést csökkenteni, hogy megkapjuk a nettó eszközértéket.

A nettó eszközérték kvóta viszontbiztosítás esetén: 170 283 154 Ft.

A halandóságra alkalmazzuk a 15%-os sokkot, és a hatását végigvesszük az eszközökön és a kötelezettségeken. A megnövekedett halandóság miatt a viszontbiztosítónak fizetett díj csökken, míg a várt összeg nő. A viszontbiztosítással kapcsolatos pénzáramlás jelenértéke így 27 024 239 Ft-ra csökken.

A nettó eszközérték sokk hatása esetén: 153 137 354 Ft.

Mivel a nettó eszközérték csökkenést mutat, a halandósági almodul szavatoló tőke szükséglete a két érték különbsége.

$$SCR_h = 17\,145\,800 \text{ Ft.}$$

Mivel az élet modul nem tartalmaz más almodult amire modelleznénk a tőke szükséglet számolást, $SCR_{life} = SCR_h$. Érdemes megvizsgálni, hogyan hat a saját megtartás arányának változása a szavatoló tőke szükségletre. Ezt a következő táblázat szemlélteti:

saját megtartás	SCR_h	Nettó eszközérték
65%	13 111 494	130 216 530
70%	14 120 070	140 233 186
75%	15 128 647	150 249 842
80%	16 137 223	160 266 498
85%	17 145 800	170 283 154
90%	18 154 376	180 299 811
95%	19 162 953	190 316 467
100%	20 171 529	200 333 123

Láthatjuk, hogy a halandósági kockázatra számolt szavatoló tőke szükséglet és a nettó eszközérték is arányosan változik.

Ezek után ki kell számítanunk a partnerkockázat szavatoló tőke szükségletét is. A továbbiakban feltételezzük, hogy a direkt biztosító egyetlen viszontbiztosítóval áll kapcsolatban és nincs más típusú partnere amelyre partnerkockázatot kell számítani. A csőd esetén bekövetkező veszteség kiszámításához felhasználjuk a korábban kiszámított viszontbiztosítóval kapcsolatos pénzáramlások legjobb becslésének jelenértékét, ennek az ellentettje lesz a *Recoverables*, a viszontbiztosítótól várt kifizetések csökkentve a partnernek várhatóan fizetett díjjal. A kockázatsökkentő hatás, *RM*, esetünkben a viszontbiztosítás nélkül és a viszontbiztosítás figyelembe vételével szá-

molt szavatoló tőke szükséglet különbsége. Esetünkben:

$$LGD = \max(0,5 \cdot (-30\,049\,968 + (20\,171\,529 - 17\,145\,800)); 0) = 0 \quad (3.1)$$

Mivel a viszontbiztosítás díja úgy van kalkulálva, hogy legjobb becslés esetén a viszontbiztosítónak legyen nyereséges, a direkt biztosító az üzlet megkötésekor várható értékben veszít az üzleten. Kezdetben tehát egy viszontbiztosítás *Recoverables* értéke negatív. Mivel a biztosító a jelenértéket tekintve várhatóan többet veszít a partnerrel való pénzáramláson, mint amennyit nyer azon, hogy kevesebb szavatoló tőkét kell képeznie, partner csőd esetén nincs vesztesége, az *LGD* értéke 0.

Későbbi időpontban végezve a partnerkockázat számítását ez már nem feltétlenül igaz. Egyrészt a korábbi pénzáramlásokat már nem kell figyelembe venni, másrészt megváltozhatnak a körülmények és a legjobb becslést minden esetben az aktuálisan rendelkezésre álló információk figyelembe vételével kell elkészíteni. Elképzelhető, hogy az üzlet megkötését követő évben megváltoznak a halandósági előrejelzések és a magasabb halandóság már pozitív *Recoverables* értéket eredményez.

Mivel az *LGD* értéke 0 a partnerkockázati modul szavatoló tőke szükséglete is 0 függetlenül a partner hitelbesorolásától. Más kockázatot nem modellezünk, így a vizsgált esetben az alapvető szavatoló tőke szükséglet a 2.2 alapján megegyezik az élet almodulra számolt tőke szükséglettel: $BSCR = 17\,145\,800$ Ft. Így megkaptuk a modell szavatoló tőke szükségletét:

$$SCR = 17\,145\,800 \text{ Ft.}$$

Láthatjuk, hogy a szavatoló tőke szükséglet névértéke a viszontbiztosítás hatására csökkent.

Surplus viszontbiztosítás esetén a viszontbiztosító maximum 5 sávot vállal. A direkt biztosító szerződésenként megválaszthatja a saját megtartás mértékét, ez kisebb biztosítási összeggel rendelkező szerződések esetén magasabb, nagy biztosítási összegek esetén a lehető legkisebb érték. A q saját megtartás aránya az egyes szerződéstípusokra a következő módon alakul:

Nem	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő
Kor	60-65	60-65	40-45	40-45	30-35	30-35	25-30	25-30	25-30	25-30	25-30	25-30
Tartam	18-20	18-20	9-11	9-11	14-16	14-16	18-20	18-20	14-16	14-16	18-20	18-20
Bizt összeg	1 M	1 M	1,5 M	1,5 M	2 M	2 M	5 M	5 M	10 M	10 M	50 M	50 M
q	0,9	0,9	0,8	0,8	0,75	0,75	0,7	0,7	0,5	0,5	0,16	0,16

Kártöbblet viszontbiztosítás esetén a direkt biztosító hasonló logika alapján dönt,

a szerződésenként választott saját megtartások értékét az alábbi táblázat utolsó sora tartalmazza:

Nem	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő
Kor	60-65	60-65	40-45	40-45	30-35	30-35	25-30	25-30	25-30	25-30	25-30	25-30
Tartam	18-20	18-20	9-11	9-11	14-16	14-16	18-20	18-20	14-16	14-16	18-20	18-20
Bizt összeg	1 M	1 M	1,5 M	1,5 M	2 M	2 M	5 M	5 M	10 M	10 M	50 M	50 M
Saját megt	0,9 M	0,9 M	1,2 M	1,2 M	1,5 M	1,5 M	3,5 M	3,5 M	5 M	5 M	5 M	5 M

Mivel nem arányos viszontbiztosításról van szó, a viszontbiztosítással kapcsolatos díjak és kifizetések várható értéke nem számolható a korábban leírt módszerrel. A viszontbiztosítást ugyanúgy árazzuk, mint a direkt biztosító szerződéseit, azzal a különbséggel, hogy a kalkulációhoz használt biztosítási összeg a valóshoz képest a direkt biztosító saját megtartásával csökkentett érték. A viszontbiztosítótól várt összegek várható értékének számítása hasonlóan történik, a kárbekövetkezés valószínűségével szorozzuk a biztosítási összeg direkt biztosító saját megtartásával csökkentett értékét.

Stop Loss viszontbiztosítás esetén a saját megtartást szimulációs technikával határoztuk meg. Más módszert is használhatnánk, kézenfekvőnek tűnik, hogy eloszlást illesszünk, azonban a modell kis elemszáma miatt ez nem feltétlenül célravezető. A szimuláció során 2000 scenáriót tekintünk, minden scenárió a portfólió egy lefutását tartalmazza. Véletlen számokat generálunk a megfelelő halandósági valószínűségekkel annak eldöntésére, hogy egy adott biztosított egy adott évben meghal-e. A biztosítási események bekövetkezési idejének ismeretében felírjuk a pénzáramlást és ennek tekintjük a jelenértékét.

A halandóság kétszeresét alkalmazva szimuláltuk a kifizetett összkárt és évenként vettük a szimulációk átlagát. Az így kapott értékeket választottuk saját megtartásnak a különböző években. A pénzáramlások várható értékének megállapításához szintén szimulációs eljárást használtunk. A viszontbiztosítás díjának meghatározásához szimuláltuk a viszontbiztosítóra eső összkárt a várt halandóság kétszeresének alkalmazása mellett, és évenként átlagoltunk. A viszontbiztosítótól várt összeg meghatározásához hasonlóan szimuláltunk, de a várt halandóságot alapul véve. A sokkolt esetben viszontbiztosítónak fizetett díj nem változik, a várt összeg meghatározásához pedig a sokkolt halandósági tábla alapján készítettünk scenáriókat.

A legnagyobb károk és ECOMOR viszontbiztosítások esetén az előbb leírt technikához hasonló módszerrel írtuk fel a pénzáramlások várható értékét. Mindkét esetben az r paraméter értéke 5, vagyis az 5 legnagyobb kárra fizet a viszontbiztosító.

Az egyes viszontbiztosítások esetén a viszontbiztosításokkal kapcsolatos pénzáramlások jelenértékét alap és sokkolt esetben, valamint a szavatoló tőke szükségletet a halandósági almodulra a következő táblázat foglalja össze:

	Kvóta	Surplus	XL	Stop Loss	Legnagyobb károk	ECOMOR
<i>PV</i> alap	30 049 968	91 650 258	97 085 459	51 963 097	82 826 781	50 466 805
<i>PV</i> sokkolt	27 024 239	83 532 397	88 518 911	45 365 141	69 183 573	43 001 300
<i>SCR</i>	17 145 800	12 053 669	11 604 981	13 573 573	6 528 321	12 706 024

Láthatjuk, hogy a halandósági kockázatra számolt szavatoló tőke szükséglet az eredeti 20 171 529 Ft-hoz képest minden esetben csökkent. A legkevésbé a kvóta, a leginkább legnagyobb károk viszontbiztosítása esetén, persze a változás minden esetben függ a viszontbiztosítás paraméterétől. Fontos azonban, hogy közben a nettó eszközérték is megváltozott, így érdemes megvizsgálni az SCR és a nettó eszközérték arányát, egyfajta fajlagos szavatoló tőke szükségletet. Az egyszerűség kedvéért mondjuk azt, hogy a nettó eszközérték megegyezik a rendelkezésre álló szavatoló tőkével. Ezen tőkének a szavatoló tőke szükségleten felüli része a szabad tőke. A rendelkezésre álló szavatoló tőke egésze arra szolgál, hogy esetleges pénzügyi veszteségek esetén fedezetül szolgáljon. Minél kisebb tehát a szavatoló tőke szükséglet aránya a rendelkezésre álló szavatoló tőkén belül, annál nagyobb valószínűséggel lesz képes a biztosító megfelelni a jövőbeli kötelezettségeinek. Ez az arány a modellezett portfólió esetén 10,069%. Különböző viszontbiztosítások alkalmazása esetén a szavatoló tőke szükséglet arányát a következő táblázat foglalja össze.

Kvóta	Surplus	XL	Stop Loss	Legnagyobb károk	ECOMOR
10,069%	11,091%	11,240%	9,148%	5,55%	8,478%

Láthatjuk, hogy az esetek egy részében csökkentettük a szavatoló tőke szükséglet arányát a rendelkezésre álló tőkén belül. Érdemes megvizsgálni, hogyan változik ez az arány, ha változtatjuk a viszontbiztosítási szerződések paramétereit.

3.3. Érzékenységvizsgálat

Ha kvóta viszontbiztosítás esetén változtatjuk a viszontbiztosítónak átadott kockázatot, azt tapasztaljuk, hogy a szavatoló tőke szükséglet és a nettó eszközérték is arányosan változik, ezért a kettő aránya konstans.

q	SCR	NAV	arány
65%	13 111 494	130 216 530	10,068%
85%	17 145 800	170 283 154	10,068%
95%	19 162 953	190 316 467	10,068%

Vizsgáljuk most a Surplus viszontbiztosítást. A korábban leírt paraméterválasztás mellett két esetet vizsgálunk. Először csökkentjük a saját megtartás arányát 20%-kal, ahol a viszontbiztosító által vállalt sávok ezt nem teszik lehetővé, ott válasszuk a minimális még megengedett megtartást. A másik esetben tekintsük a saját megtartás arányát 20%-kal növelve, ha ez nem lehetséges, akkor az adott szerződés kockázatát teljes egészében a direkt biztosító vállalja. A következő táblázat összefoglalja a Surplus viszontbiztosítás paramétereinek változtatása által okozott hatást:

paraméter változtatás	SCR	NAV	arány
-20%	9 867 279	89 663 892	11,004%
eredeti	12 053 669	108 682 865	11,090%
+20%	13 928 790	126 093 899	11,046%

Láthatjuk, hogy nagyobb arányú önrész magasabb szavatoló tőke szükséglethez vezet. A paraméterek változtatásával ugyan alacsonyabb szavatoló tőke arány is elérhető, azonban még mindig a viszontbiztosítás alkalmazása nélkül elért arány fölött maradunk.

Az XL viszontbiztosítás vizsgálatánál hasonlóan járunk el, az egyes szerződések esetén választott saját megtartást először növeljük, majd csökkentjük 20%-kal. Ha ez nem lehetséges, akkor a lehető legnagyobb változást érvényesítjük. A következő táblázatban láthatóak az XL viszontbiztosítás paramétereit változtatva kapott eredmények:

paraméter változtatás	SCR	NAV	arány
-20%	9 283 986	82 598 131	11,239%
eredeti	11 604 982	103 247 664	11,239%
+20%	13 390 365	119 571 658	11,198%

Azt tapasztaljuk, hogy nagyobb saját megtartás magasabb szavatoló tőke szükségletet eredményez. Láthatjuk, hogy a 20%-os csökkentés esetén a szavatoló tőke szükséglet aránya a rendelkezésre álló szavatoló tőkén belül nem változott az eredeti paraméterrel számolt értékhez képest, míg növelt paraméter esetén ez az arány

csökkent. Ennek az az oka, hogy csökkentésnél az összes szerződésre alkalmazni tudtuk a 20%-os csökkentést, míg növelésnél a biztosítási összeg felső határa volt az 1M Ft biztosítási összegű szerződések saját megtartásának. Az első esetben arányos változtatást hajtottunk végre minden szerződésen, ez a szavatoló tőke szükségletre és nettó eszközértékre is arányos hatást gyakorolt. A második esetben már nem egységes volt a változtatás, ezért megváltozott a szavatoló tőke szükséglet aránya is.

Vizsgáljuk a Stop Loss viszontbiztosítás hatását hasonlóan, változtassuk a saját megtartást minden évben 20%-kal lefelé és felfelé is. A következő táblázat foglalja össze az eredményeket:

paraméter változtatás	SCR	NAV	arány
-20%	12 518 122	137 929 086	9,075%
eredeti	13 573 574	148 370 025	9,148%
+20%	14 284 893	155 148 834	9,207%

Láthatjuk, hogy nagyobb kockázat átadás a viszontbiztosítónak kisebb szavatoló tőke szükségletet eredményez, és a szavatoló tőke szükséglet aránya is csökken.

A legnagyobb károk viszontbiztosításának vizsgálata során az átvállalt károk számát tudjuk változtatni. Az eredmények nagyban függenek a portfóliótól, hiszen ha kevés olyan szerződés van, amely nagy biztosítási összegű, akkor várhatóan kicsi a jelentősége annak, hogy a viszontbiztosító eggyel több vagy kevesebb kárt vállal át. Ellenben ha sok nagy kár bekövetkezését várjuk, fontos lehet akár eggyel több kár átvállalása is. A paraméter változtatása esetén a következő eredményeket kapjuk:

paraméter	SCR	NAV	arány
4	7 887 307	123 820 232	6,37%
5	6 528 322	117 506 341	5,55%
6	5 292 781	111 034 346	4,76%
7	4 276 080	104 850 087	4,07%

Most is azt tapasztaltuk, hogy minél nagyobb kockázatot ad át a direkt biztosító, annál jobban csökken a szavatoló tőke szükséglet, és annak aránya a rendelkezésre álló tőkén belül is.

Az ECOMOR viszontbiztosítás vizsgálata során is az átvállalt károk számát változtatjuk. A következő táblázat tartalmazza az eredményeket:

paraméter	SCR	NAV	arány
4	13 323 248	149 075 794	8,937%
5	12 706 024	149 866 317	8,478%
6	11 392 986	148 139 899	7,691%
7	9 560 114	143 818 580	6,647%

Az előzőekhez hasonlóan azt tapasztaljuk, hogy ha növeljük az átadott kockázatot csökken a szavatoló tőke szükséglet és ennek aránya a nettó eszközértékhez képest is. A legnagyobb károk viszontbiztosításának alkalmazásához képest azonos paraméter mellett nagyobb szavatoló tőke szükségleteket kaptunk, ami reális, hiszen ebben az esetben nem adjuk át az egész kárt, csak egy részét.

3.4. Szavatoló tőke szükséglet szimulációval

A standard formula egységesen 15%-os halandósági sokk alkalmazását írja elő a biztosítók számára a halandósági almodul szavatoló tőke szükségletének számításához. Elméletileg ez a sokk úgy van kalibrálva, hogy a hatása megegyezzen az alapvető szavatoló tőke 1 éves időhorizontú 99,5%-os kvantilisével, de a biztosítók által készített mennyiségi hatástanulmányok (Quantitative Impact Studies) alapján ez nem felétlenül igaz. A felmérés során 21 biztosító közzé tette a saját belső modellje alapján számított megfelelő stressz paraméter értékét. Ezek mediánja 22%, az első kvartilis 13%, míg a harmadik kvartilis értéke 29% [1]. Mivel különböző kárnagyságok különböző mértékben hatnak a pénzáramlására, eltérő portfólióval rendelkező biztosítókra eltérő hatása lehet a sokknak.

A fejezet során az előző részben szerepelt viszontbiztosítások hatását szeretnénk vizsgálni a szavatoló tőkére, úgy, hogy a szavatoló tőke szükségletet a standard formula alkalmazása helyett szimulációval határozzuk meg. Továbbra is csak a halandósági és a partnerkockázatot modellezzük, építünk egy saját belső modellt, amely scenáriók alapján határozza meg a szavatoló tőke szükségletet.

A standard formula nem tesz különbséget az egyes szerződések biztosítási összegei között, egységesen 15%-os sokk alkalmazását írja elő. Ezzel nem arányos viszontbiztosítás esetén is minden kár bekövetkezési valószínűségét arányosan növeli, holott a kárnagyságnak jelentős hatása van a pénzáramlásra. Ezzel ellentétben szimuláció esetén attól függően, hogy mely biztosítottak haltak meg a viszontbiztosítás tényleges pénzáramlásra gyakorolt hatást tudjuk vizsgálni. Elképzelhető, hogy a standard formula alkalmazása tompítja a viszontbiztosítás kockázat csökkentő hatását és így

szimulációval eltérő eredményekre jutunk.

Készítettem egy makrót, amely szimulálja, hogy mi történik a szerződésekkel a tartamuk alatt, vagyis kiválasztja egy lehetséges lefutását a portfóliónak. A szimulációhoz ugyanazt a halandósági táblát és törlési valószínűségeket feltételezzük, mint korábban a standard formula alkalmazásánál. A makró beolvassa egy szerződés adatait: kor, nem, tartam, biztosítási összeg, várt halandósági és törlési valószínűségek a tartam során. Ezután minden évre generál 2 független 0 és 1 közt egyenletes eloszlású véletlen számot a halál és törlés bekövetkezésének eldöntéséhez. Ha az első véletlen szám kisebb, mint a halál valószínűsége, az azt jelenti, hogy az adott évben a szerződő meghal. Hasonlóan, ha a második véletlen szám kisebb, mint a törlés valószínűsége, az adott szerződést törölnék az adott évben. Előfordulhat, hogy egy évben mindkét esemény, a halál és a törlés is bekövetkezne. Ekkor a korábbiakhoz hasonlóan 50% eséllyel tekintjük a szerződést biztosítási eseménnyel, 50% eséllyel törléssel befejezettnek. Ennek eldöntésére újabb véletlen számot generál a makró, ha kisebb, mint 0,5, akkor az első, ellenkező esetben a második esemény következett be. Ha egy szerződés egy adott évben bármely oknál fogva véget ér, nem szimulálunk tovább, a szerződés a többi évben már nem él. A makró az eddig leírtakat minden szerződésre elvégzi, majd az eredményeket egy Excel munkalapra írja ki. Az egyes oszlopok szerződéseket, az egyes sorok pedig éveket jelölnek, a következő jelöléseket alkalmazva:

- 0 - a szerződés él az adott évben
- 1 - halál következett be az adott évben, vagy a szerződés korábbi évben véget ért
- 2 - törlés következett be az adott évben

Ezen adatokra hivatkozik egy másik munkalap ahol a szerződővel való pénzáramlás van modellezve egyszerű függvényekkel. Ha a szerződés él az adott évben, a szerződő év elején befizeti a biztosítási díjat. Halál esetén a biztosító év végén kifizeti a biztosítási összeget, törlés esetén pedig nincs kifizetés. Ha a szerződés nem él, nincs azzal kapcsolatos pénzmozgás. A pénzáramlást évenként összegezve és a korábban is használt kockázatmentes kamatlábbal diszkontálva megkapjuk a nettó eszközértéket, amit szintén egy Excel formula határoz meg. A makró ezen cella aktuális értékét másolja egy külön lapra, hogy a futás végén is elérhető legyen.

A partner csődjének modellezéséhez tekintünk egy A hitelbesorolású partnert, így annak a valószínűsége, hogy egy éven belül csődbe megy 0,05%. Feltételezzük, hogy

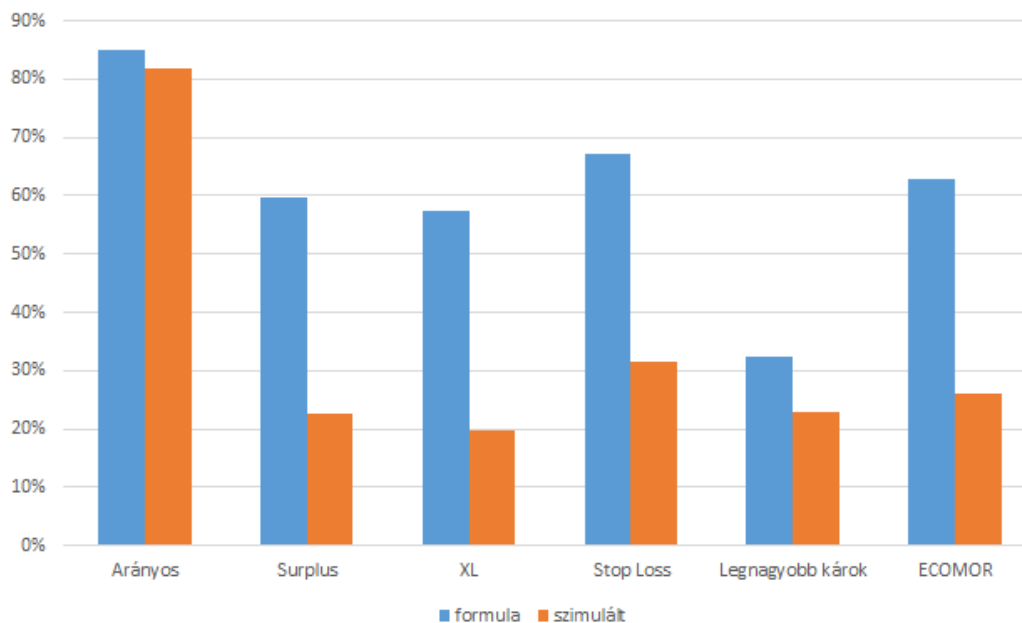
az évek során a viszontbiztosító besorolása nem változik, azaz ha a korábbi években nem ment tönkre, akkor annak a valószínűsége, hogy ebben az évben becsődöl 0,05%. A standard formulával való kalkulációhoz hasonlóan feltételezzük, hogy a biztosító egyetlen partnerrel van kapcsolatban. A standard formula a partnersőd esetén bekövetkező veszteséget azonnali partnersőd esetére modellezi a pénzáramlások 50%-ának elvesztésével. Ettől egy kicsit eltérünk, hiszen minden évben vizsgáljuk a csőd bekövetkezésének lehetőségét. Ha egy adott évben a viszontbiztosító fizetéképtelenné válik, akkor a modellünk szerint a direkt biztosító már korábban, év elején kifizette a viszontbiztosítási díjat, ezt nem kapja vissza. A partner ebben az évben a várt szolgáltatásnak csak az 50%-át fogja fizetni, a későbbi években viszont egyáltalán nincs pénzáramlás.

A makró minden évre szimulál egy 0 és 1 közti véletlen számot, akkor történik csőd az adott évben, ha korábban nem történt és a véletlen szám kisebb, mint a csőd valószínűsége. A makró ennek a döntésnek az eredményét is Excel munkalapra írja ki, a következő jelöléseket alkalmazva:

- 0 - a viszontbiztosító nem ment csődbe
- 1 - a viszontbiztosító az adott évben csődbe ment
- 2 - a viszontbiztosító a korábbi évben csődbe ment

A viszontbiztosításokkal való pénzáramlást is egy Excel munkalap modellezi, amely egyszerű képleteket tartalmaz, melyek a makró által kiírt értékekre hivatkoznak. A viszontbiztosítás típusától függően ez más és más formulát jelent. Képletekkel kiszámítjuk a viszontbiztosítóval történő pénzáramlás jelenértéket, majd ezzel korrigáljuk a szerződővel történő pénzáramlás jelenértékét. A makró ezt az aktuális nettó eszközértéket is átmásolja egy másik munkalapra minden típus esetén. Az eddig leírtak mind egy scenárióhoz tartozó számítások voltak. A makró ezeket ismétli, 20 000 scenáriót generálva.

A különböző scenáriók során kapott jelenértékeket fogjuk vizsgálni. A szavatoló tőke szükséglet megállapításához a nettó eszközérték változást kell tekintenünk az egyes scenáriók esetén a legjobb becsléshez képest. A biztosítónak ugyanis akkor keletkezik vesztesége, ha a pénzáramlás jelenértéke nem éri el a legjobb becslés értékét. Az egyes esetekben a veszteség nagysága tehát a legjobb becslés értéke csökkentve az adott scenárió pénzáramlásának jelenértékével. A veszteség 99,5%-os kvantilisét kiválasztva megkapjuk a szavatoló tőke szükségletet. A modellezés során 20 000



3.1. ábra. Szavatoló tőke szükségletek aránya

szenáriót szimuláltunk, majd nagyság szerint rendezve a kapott veszteség értékeket kiválasztottuk a 19900-adik legnagyobbat.

A különböző viszontbiztosítások alkalmazása esetén kapott szavatoló tőke szükségletet össze szeretnénk hasonlítani a korábban formulával kapott eredményekkel. Ha megint a fajlagos szavatoló tőke szükségletet szeretnénk kiszámítani, akkor abba a problémába ütközünk, hogy szimulált esetben meg kell határoznunk a nettó eszközértéket. Minden szenárió esetén más az értéke, melyiket érdemes választani? E helyett egy másik megközelítést alkalmazunk, tekintjük az adott viszontbiztosítás mellett és a viszontbiztosítás nélkül kapott tőke szükséglet arányát a szimulációs és formulával számolt esetben is és ezeket hasonlítjuk össze. Az eredményeket a 3.1 ábra szemlélteti. Láthatjuk, hogy a viszontbiztosítások standard formulával számolt hatása minden típus esetén kisebb, mint a szimulációval számított esetben. Közel azonos eredményt kaptunk kvóta viszontbiztosítás esetén, az eltérés a szimulált szenáriók növelésével valószínűleg csökkenthető. Ellenben a nem arányos viszontbiztosítási szerződések esetén a standard formula tompítja a viszontbiztosítás kockázat csökkentő hatását.

4. fejezet

Összefoglalás

Az első két fejezetben leírtakat felhasználva a harmadik fejezetben egy biztosító fiktív portfólióját vizsgáltuk. Modelleztük a szavatoló tőke szükségletének kiszámítását standard formulát használva a halandósági- és partnerkockázatot figyelembe véve. Azt tapasztaltuk, hogy különböző viszontbiztosításokat alkalmazva ez az érték csökkenthető. Sok esetben nem csak a szavatoló tőke szükséglet, hanem ennek aránya a nettó eszközértékhez képest is csökkent. Ez azt jelenti, hogy a direkt biztosító rendelkezésre álló szavatoló tőkéje viszontbiztosítás alkalmazásának hatására jobban meghaladja a tőke szükségletet, mint viszontbiztosítás nélkül. Nagyobb valószínűséggel tudja majd teljesíteni a jövőbeli kötelezettségeit, ennek hatására javul a piaci megítélése is.

Megvizsgáltuk, hogy a viszontbiztosítások paramétereinek változtatása milyen hatást gyakorol a szavatoló tőke szükségletre. Az átadott kockázat növelésével a tőke szükséglet értéke minden esetben csökkent. Nem arányos viszontbiztosítások esetén ráadásul a szavatoló tőke szükséglet és a nettó eszközérték aránya is lecsökkent.

Igaz, hogy az általunk vizsgált esetben a partnerkockázat nem játszott szerepet a szavatoló tőke szükséglet megállapításában, azonban nem ez az általános. A partner hitelbesorolását is fontos figyelembe venni egy esetleges viszontbiztosítás alkalmazásának mérlegelésekor.

A szavatoló tőke szükséglet kiszámítását szimulációs eljárással is modelleztük. Szcenáriókat gyártottunk és a standard formula alkalmazása helyett kiválasztottuk a veszteségek értékének 99,5%-os kvantiliséit. A szimuláció során a partner esetleges csődjét is figyelembe vettük, és ebben az esetben is arra jutottunk, hogy viszontbiztosításokat alkalmazva a tőke szükséglet csökkenthető. A két modell eredményeit összehasonlítva arra a következtetésre jutottunk, hogy a standard formula mérsékli a viszontbiztosítás okozta kockázatcsökkenést.

Összefoglalva a tapasztalatokat, mindkét modell alapján arra következtetünk, hogy érdemes viszontbiztosításokat alkalmazni a halandósági kockázat csökkentésére. Nem csak a szavatoló tőke szükséglet csökkenése érhető el, hanem a szavatoló tőke és a nettó eszközérték aránya is redukálható.

Irodalomjegyzék

- [1] Quantitative impact study 4. 2008.
- [2] CEIOPS. Ceiops' advice for level 2 implementing measures on solvency ii: Scr standard formula - counterparty default risk module. 2009.
- [3] CEIOPS. Ceiops' advice for level 2 implementing measures on solvency ii: Standard formula scr - article 109 c - life underwriting risk. 2009.
- [4] EIOPA. Technical specification on the long term guarantee assessment (part i). 2013.
- [5] EIOPA. Risk-free interest rate technical information. 2015.
- [6] H. Gábor. Eredményelemzés és szolvencia előadásdiák. 2015.
- [7] I. Kerényi. Viszontbiztosítás. 2011.
- [8] A. Miklós. Általános biztosítás 2 előadás jegyzet. 2014.
- [9] V. Prokaj. Viszontbiztosítás. 2009.