

Viszontbiztosítás és Szolvencia II. katasztrófa károk esetén

MSc Szakdolgozat

Írta: Edvy Máté

Biztosítási és pénzügyi matematika MSc

Aktuárius szakirány

Témavezető: Góg Enikő

Minősített magyar aktuárius



Budapesti Corvinus Egyetem



Eötvös Lóránt Tudományegyetem
Természettudományi Kar

2025

Tartalomjegyzék

Köszönetnyilvánítás.....	3
1. Bevezetés	4
1.1. Mi a viszontbiztosítás és miért szükséges	4
1.2 Természeti katasztrófa károk Európában	5
2. Viszontbiztosítások csoportosítása	10
2.1. Viszontbiztosítás általános modellje	10
2.2. Quota Share viszontbiztosítás	12
2.3. Surplus viszontbiztosítás	12
2.4. Excess of Loss (XL)	13
2.5. Stop-loss	13
2.6. CatXL	15
3. Optimalitási tételek	16
3.1. Első optimalitás tétel	16
3.2. Második optimalitás tétel.....	16
3.3. Harmadik optimalitás tétel	16
4. Szolvencia II.	17
4.1. Legfontosabb alapvetések	17
4.2. Standard formula.....	19
4.2.1. Partner nemteljesítési kockázat	22
4.2.2. Nem életbiztosítási díj és tartalékkockázat	27
4.2.3. Katasztrófa kockázat (CAT)	29
4.2.4 Természeti katasztrófakockázati modul	31
4.2.6 Az ember okozta katasztrófa kockázati almodul	39
5. Modell	41
5.1 Viszontbiztosítás nélküli SCR a modellben	41
5.2 Arányos viszontbiztosítás a modellben	42
5.3 Nem arányos viszontbiztosítás a modellben.....	42
5.4 A partner kockázat a modellben.....	44
5.5 Díj és tartalékkockázat a modellben.....	44
5.5 Az eredmények	45
6. Összegzés.....	51

Mellékletek	52
MI-eszközhasználati nyilatkozat.....	52
Irodalomjegyzék	54
Ábrajegyzék.....	55

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik bármilyen formában hozzájárultak szakdolgozatom elkészítéséhez.

Mindenekelőtt szeretném kifejezni hálámat témavezetőmnek, Góg Enikőnek, aki nemcsak szakmai tudásával és tapasztalatával segítette munkámat, hanem munkahelyi elfoglaltsága mellett is mindig szakított rám időt a konzultációk alkalmával. Értékes tanácsaival irányt mutatott, és hasznos szakirodalmi forrásokkal, valamint gyakorlati útmutatásokkal látott el a dolgozat írása során. Türelme, támogatása és biztatása nagyban hozzájárult ahhoz, hogy ezt a munkát eredményesen befejezhessem.

Külön köszönet a kollégáimnak és Dr. Mihálykóné Dr. Orbán Évának, akik speciális, fontos információkkal és háttértudással láttak el, amelyek nélkülözhetetlenek voltak a dolgozatom végleges elkészítéséhez.

1. Bevezetés

1.1. Mi a viszontbiztosítás és miért szükséges

A 21. század elején a biztosítók számára a legnagyobb, nem életbiztosítási kárfizetések elsősorban a természeti katasztrófa károkhoz kapcsolódnak. Legyen szó áradásról, aszályról, földrengésről vagy bizonyos országokban hurrikánról esetleg cunamiról. Ezek a károk a pár száz millió Ft-tól több tíz milliárd dollárig is terjedhetnek. 2024-ben például a magyarországi aszálykárok 350 milliárd Ft-ot is elérték, USA-ban pedig a Milton hurrikán 50 milliárd dollárnyi kárt okozott. A számokból látható, hogy ezek a károk túl nagyok és megterhelőek a cégek számára és néhány esetben akár veszélyeztethetik is a vállalkozások pénzügyi stabilitását.

A biztosítóknak tehát érdekük, hogy fenntartsák a fizetőképességüket miközben a nagy kifizetési kockázatokat valahogyan mérsékeljék. Ennek egyik leghatékonyabb módja a viszontbiztosítás (VB). A viszontbiztosítás lényege röviden az, hogy a viszontbiztosító biztosítót biztosít. Direkt biztosításnak nevezzük azt a biztosítási szerződést, amely közvetlenül a biztosított (vagy szerződő fél) és az első biztosító társaság között jön létre. Ezzel szemben, amikor két biztosítótársaság között jön létre megállapodás, azt viszontbiztosításnak vagy cedálásnak hívjuk. Az első biztosító, amely közvetlenül szerződik az ügyféllel, direkt biztosítóként vagy cedensként is ismert. A második társaság, amely a kockázat egy részét átveszi, viszontbiztosítóként funkcionál. Nemzetközi téren általában professzionális, kizárólag viszontbiztosításra specializálódott cégek végzik ezt a tevékenységet. Azonban van olyan eset is, amikor egy társaság bizonyos üzletekben direkt biztosítóként, más üzletek esetén pedig viszontbiztosítóként tevékenykedik. Például egy magyar biztosítótársaság viszontbiztosíthatja kisebb biztosító egyesületek kockázatait, miközben saját biztosítási termékeinek egy részét egy nyugat-európai biztosítónál viszontbiztosítja. Nem ritka az sem, hogy a viszontbiztosító az általa vállalt kockázatot továbbadja egy másik viszontbiztosítónak, az ilyen folyamatot retrocedálásnak nevezzük.[2]

A biztosítók szempontjából tehát logikus, hogy azon katasztrófa károkra, melyek kifizetését nem tudnák maradéktalanul teljesíteni azokra viszontbiztosítást kötnek, hogy helyettük részlegesen vagy teljes egészében a viszontbiztosító álljon helyt. A kockázatok átadását azonban komoly

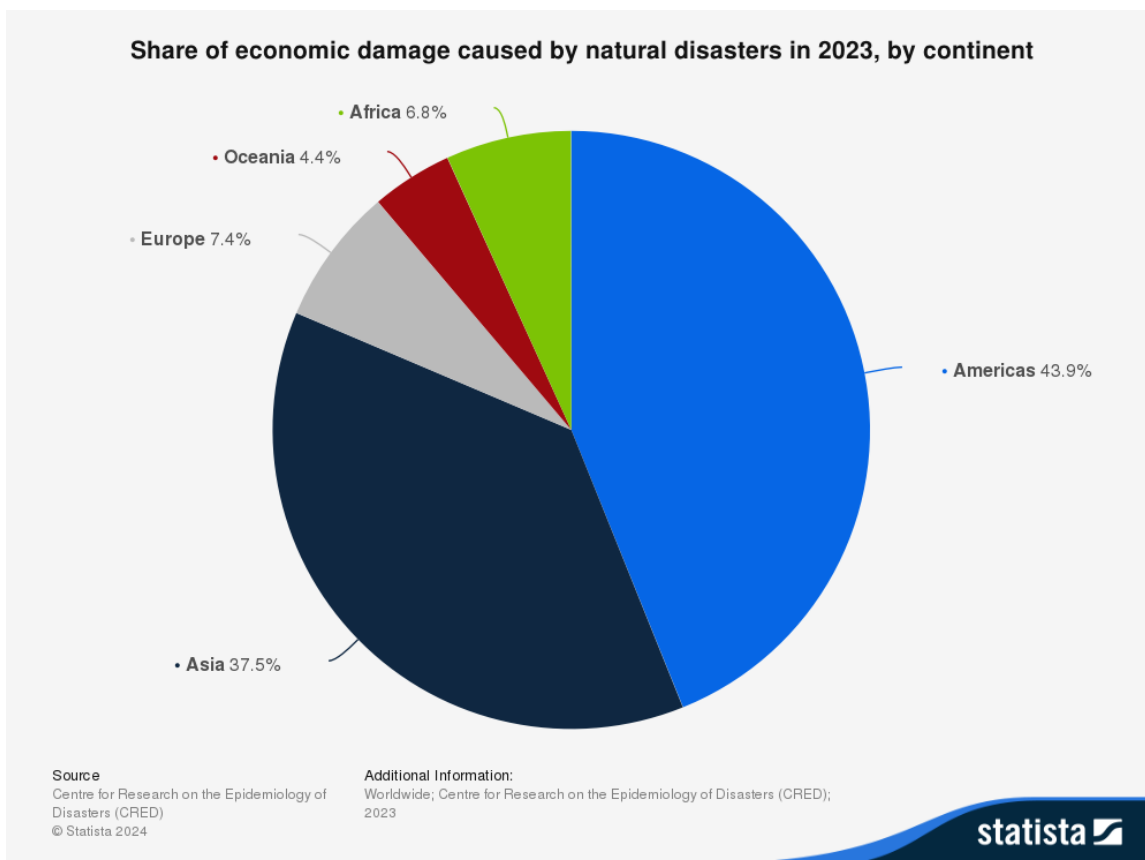
szakmai munka előzi meg. Minden helyzetben fel kell mérni a kockázatokat különösen olyan nagy károk esetén, mint amilyenek a természeti katasztrófák esetén lehetnek.

A katasztrófa kockázatok viszontbiztosítása esetén úgynevezett katasztrófa modelleket szoktak alkalmazni, melyek kidolgozásához részletes és pontos adatok szükségesek. Ilyen modelleket a biztosítók általában a biztosítói piacon kívüli szakemberekkel, többek között például meteorológusokkal, geológusokkal, hidrológusokkal dolgoztatják ki, akik üzleti elfogultság nélkül, objektíven képesek felmérni a kockázatok mértékét és az esetlegesen bekövetkező katasztrófák esetén a kár nagyságát.

Ez a szakmai felkészültség azonban nem azt jelenti feltétlenül, hogy a viszontbiztosításnak csak előnye van, hiszen ettől még nem válik egy veszteséges üzletág nyereségessé, továbbá minél nagyobb az átadott kockázat és a károk után kifizetendő összeg annál nagyobb költsége van a biztosítónak a viszontbiztosító felé.

1.2 Természeti katasztrófa károk Európában

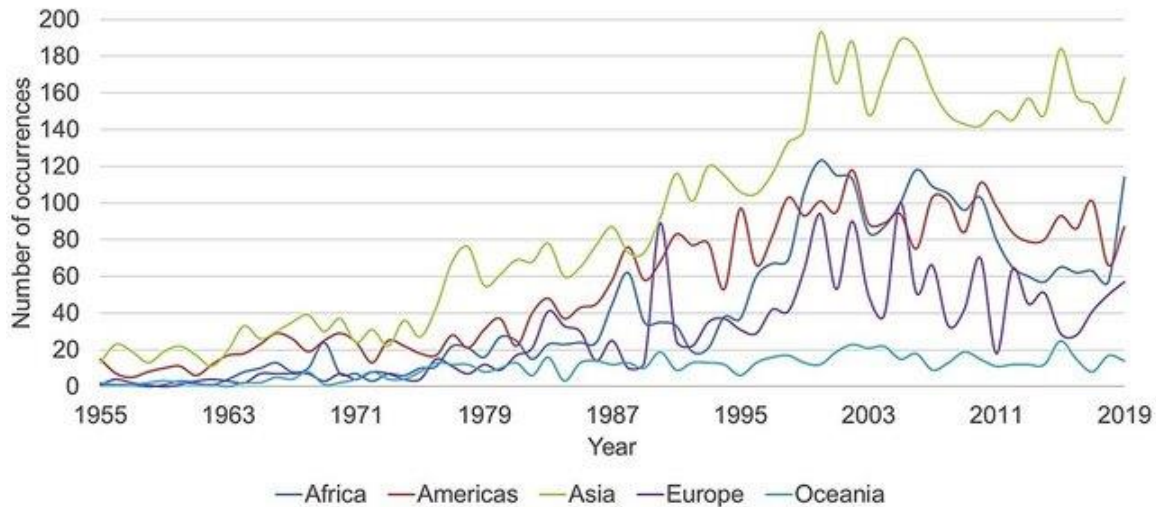
Az előző bekezdésben kifejtettem, hogy miért szükséges a viszontbiztosítás a természeti katasztrófa kockázatok esetén, a mostani szakaszban pedig igyekszem összefoglalni, hogy az Európai kontinensen működő biztosítók milyen kockázatokkal is szembesülhetnek működésük során. Először is azt kell megvizsgálnunk, hogy az öreg kontinens (amely alatt jelen esetben az Atlanti-óceántól az Urálig, illetve Isztambulig terjedő térséget értjük) a többi földrészhez képest mekkora károkat szenvedett el a múltban.



1. ábra Természeti katasztrófák megoszlása a világban 2023

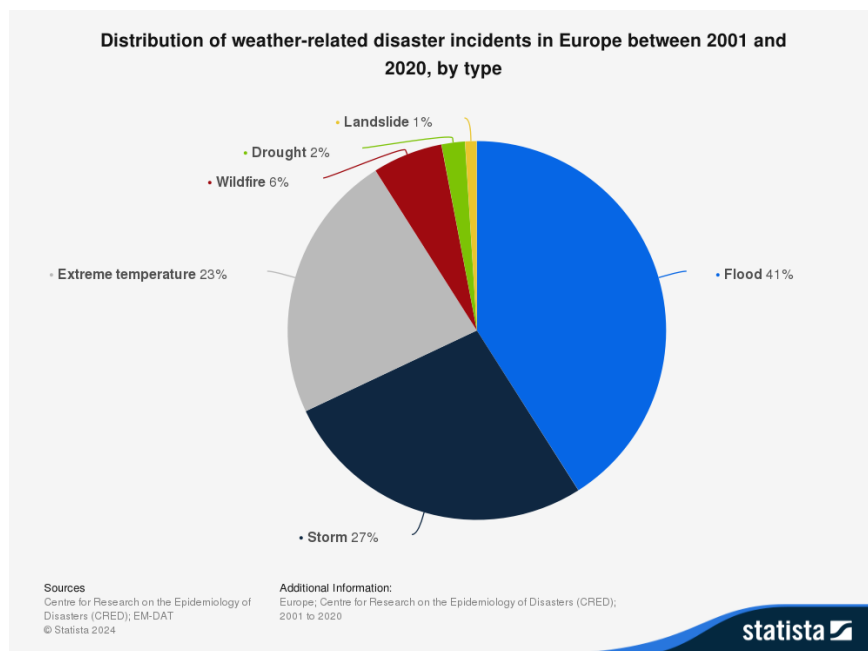
A fenti képen látható, hogy a 2023-as természeti csapások által okozott összes kárnak Európa csak 7,4%-ot tesz ki, csupán Afrika és az Óceániai térség rendelkezik kevesebbrel, azonban ezen 2 kontinens infrastruktúrája sokkal szegényesebb, mint Európa infrastruktúrája, vagyis egy ugyanakkora természeti csapás Európában nagyobb kárt tud okozni, mint Afrikában.

A következő lenti diagramból pedig kiolvasható, hogy a katasztrófa gyakoriságok a kontinensek közül Európában a második legalacsonyabbak, egy évben sem haladták meg a 100-at. Míg Ázsia esetén ez a szám sokszor a duplája.



2. ábra Természeti katasztrófák számának változása a világban

A továbbiakban azt kell feltérképezni, hogy milyen típusúak azok a természeti katasztrófák, melyek a károkat okozzák. Előtte azonban fontos megjegyezni, hogy ha egy katasztrófa bekövetkezésének feltételei nem adóttak attól még megtörténhet. Például Magyarország nem helyezkedik el lemeztektonikai törésvonalak mentén, azonban ebben az országban is lehetséges földrengés, (mint 1985-ben Berhidán). Az alábbi ábrán a leggyakoribb természeti csapások láthatóak Európában az elmúlt két évtizedben. A diagrammból láthatjuk, hogy vihar és árvíz által okozott károk teszik ki az esetek több mint felét, a szélsőséges hőmérséklettel együtt pedig 91%-ot. Az is látható, hogy a földrengés okozta károk annyira elhanyagolhatóak, hogy szinte nem is számszerűsíthetők. A biztosítóknak tehát elsősorban ezen károokra kell leginkább felkészülniük.



3. ábra Leggyakoribb természeti katasztrófák Európában 2001-2020

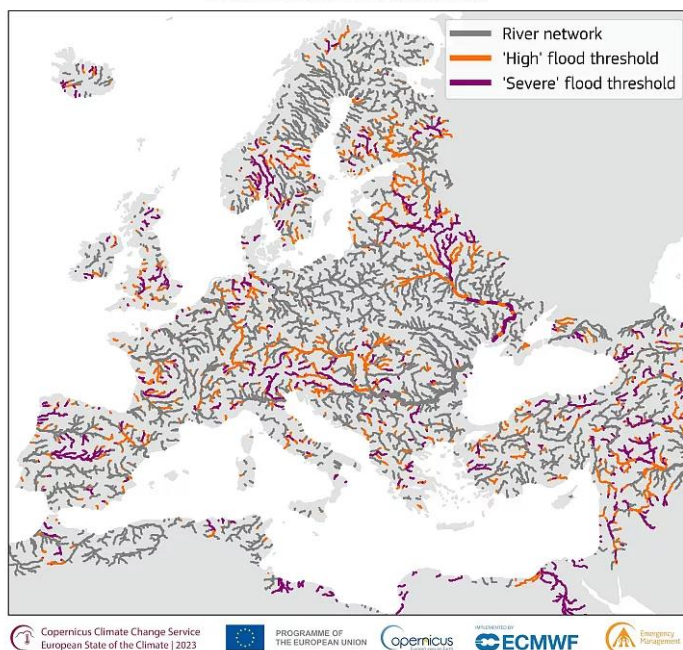
Miután feltérképeztük, hogy maga az európai kontinens mennyire van kitéve a természet szélsőséges viselkedésének és milyen természeti katasztrófák a leggyakoribbak az öreg kontinensen a bevezető utolsó részében megvizsgáljuk, hogy mely területek a legérintettebbek Európán belül.

Az EFAS készített egy térképet, mely Európa vízrajzát mutatja be, azon belül külön kiemeli, hogy melyek a leginkább árvíz által veszélyeztetett területek. Ha az Európai Unió országait vesszük figyelembe, akkor az alábbi térképből kivehető, hogy a legvesélyeztetettebb országok közé tartozik Portugália, Spanyolország, Nyugat-Franciaország, Rajna vidéke vagyis Németország és Hollandia, a Duna menti országok azaz Ausztria, Magyarország, illetve Olaszország északi része, Horvátország és Görögország egyes része.

A másik ábra pedig azt mutatja meg, hogy ha minden természeti katasztrófát figyelembe veszünk, akkor az EU-n belül legjobban érintett térségek Olaszország, Franciaország, Spanyolország és Románia. Ebből az olvasható ki, hogy a kontinens mediterrán országai azon belül is a nyugat-mediterrán régió a legkiszolgáltatottabb.

Rivers where the flow exceeded flood thresholds on any day in 2023

Data: EFAS • Credit: CEMS/C3S/ECMWF



4. ábra Árvíz által legjobban érintett területek Európában



5. ábra Természeti katasztrófák által legjobban érintett országok Európában

2. Viszontbiztosítások csoportosítása

2.1. Viszontbiztosítás általános modellje

A csoportosítás előtt vizsgáljuk meg, hogy a viszontbiztosítás hogyan modellezhető matematikailag.

A direkt biztosítás esetén a fellépő kár nagysága X jelű valószínűségi változóval modellezhető. A direkt biztosítási szerződéshez tartozik a biztosítás díja, amit P -vel jelölünk és kár eloszlása, amit pedig $F(x)$ jelöl. A viszontbiztosítási szerződés esetén definiálni kell a viszontbiztosítónak díjrészt, ami P_1 a direkt biztosítónál megmaradó díjrész, ami P_0 , illetve egy T mérhető függvényt. Amennyiben az ügyfél kárigénye X összegű, akkor a direkt biztosító ebből $T(X)$ összeget teljesít, míg a fennmaradó részt, azaz $X - T(X)$ -et a viszontbiztosító téríti meg. A $T(X)$ -et önrésznek vagy megtartásnak is szokták nevezni.

Legyen $F_0(x) = P(T(X) < x)$ $F_1(x) = P(X - T(X) < x)$ $P_0 = P - P_1$, ahol $F_0(x)$ a direkt biztosítónál maradó károk eloszlása.

A kockázatot ezután a direkt biztosító esetén a $(P_0, F_0(x))$, a viszontbiztosítónál pedig a $(P_1, F_1(x))$ párral lehet jellemezzük. Ha várható érték elvet használjuk a díjszámításhoz (pótdíjat nem alkalmazva), akkor az alábbi összefüggések igazak:

$$\int X dF(x) = P \quad (2.1)$$

$$\int X dF_0(x) = \int T(X) dF(x) = P_0 \quad (2.2)$$

$$\int X dF_1(x) = \int (X - T(X)) dF(x) = P_1 \quad (2.3)$$

(Mivel T mérhető, így a 2.2 és 2.3 integrálok léteznek és végesek)

Ezért feltételezhető, hogy fennáll az alábbi összefüggés:

$$0 \leq T(X) \leq X \quad (2.4).$$

Ha a $T(X)$ negatív akkor az a direkt biztosítót, ha viszont $X < T(X)$ akkor az a viszontbiztosítót teszi érdekelté a kárigény emelkedésében növekedésében. Amennyiben a a direkt biztosító nem köt viszontbiztosítást, akkor $T(X) = X$. A $T(X) = 0$ esetében a direkt biztosító nem vállal semmilyen kockázatot, illetve 0 Ft-ot tart meg a kockázati díjból. Az ilyen jellegű döntés mögött üzletpolitika, esetleg jogszabályi háttér állhat. A (2.4.) kiintegrálásából pedig adódik, hogy

$$0 \leq P_0 \leq P(2.5.).$$

Ami azt jelenti, hogy P_0, P_1, P mind pozitív.

Az előbb definiált képletekhez képest kicsit komplikáltabb a gyakorlati megvalósítás, mivel a direkt biztosító és a viszontbiztosító is költségpótlékot alkalmaz, és mivel az adminisztrációs költségek nagy része a direkt biztosító merül fel az, ezért annak magasabb a relatív költségigénye.

Miután a bevezetőben megfogalmaztam egy nagyon általánosított módon, hogy mi a viszontbiztosítás, illetve, hogy matematikailag hogyan modellezhető ebben a fejezetben igyekszem a különböző típusokat közelebbről szakmailag megfogalmazni. A viszontbiztosításokat a [2]-ben megfogalmazott 3 szempont szerint csoportosíthatjuk:

1. Átvállalt kockázat típusa szerint
2. Történik-e kockázatelbírálás a viszontbiztosító felől:
 - a. Amikor nincs kockázatelbírálás olyankor beszélhetünk kötelező viszontbiztosításról. Ilyen helyzetben kötelező felajánlani és elfogadni is a kockázatokat.
 - b. Fakultatív viszontbiztosítás pedig amikor történik kockázatelbírálás.
3. Károk megosztásának módja szerint:
 - a. Arányos, (ez általában a sok kicsi kár esetén hasznos)
 - b. Nem arányos

T leképezés (szabály) segítségével adott káralakulás esetén a direkt biztosító részesedése a kárkifizetésekből meghatározható.

A legegyszerűbb és leggyakrabban alkalmazott eset az, amikor minden káresetnél ugyanazt a szabályt használjuk, ilyenkor $T: [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$ függvény.

2.2. Quota Share viszontbiztosítás

Ezen típus esetén a szerződés összes kockázatára vonatkozik egy $0 \leq q \leq 1$ nagyságú kvóta. Ilyenkor a direkt biztosító a díj és a kifizetés q részét megtartja a többit pedig a viszontbiztosító kapja. [2]

- P-díj,
- X-kárfizetés
- $(1-q) \cdot P$ viszontbiztosító díja
- $(1-q) \cdot x$ viszontbiztosító kárfizetése

2.3. Surplus viszontbiztosítás

A Surplus nagyon hasonlít a Quota Share viszontbiztosításhoz, viszont itt a q nem minden kockázatra egységes, ugyanis egységesen dönti el a direkt biztosító, hogy mekkora lesz részéről a megtartás.

- S-szerződés biztosítási összege
- M-fix megtartás
- P-díj
- X-kárfizetés

$$T(X) = \begin{cases} X, & \text{ha } S \leq M \\ X \cdot \frac{M}{S}, & \text{ha } S > M \end{cases} \quad (2.6.)$$

$$\text{viszontbiztosító díja} = \begin{cases} 0, & \text{ha } S \leq M \\ \left(1 - \frac{M}{S}\right) \cdot P, & \text{ha } S > M \end{cases} \quad (2.7.)$$

c - a viszontbiztosító által átvállalt sávok maximális száma (maximum c -szeresét vállalja át a direkt biztosító kockázatának) $\rightarrow S \leq (c + 1) \cdot M$

$$T(X) = \begin{cases} X, & \text{ha } S \leq M \\ X \cdot \frac{M}{S}, & \text{ha } S > M \end{cases} \quad (2.8.) \text{ vagy } T(X) = \begin{cases} X, & \text{ha } S \leq M \\ X \cdot q, & \text{ha } S > M \end{cases} \quad (2.9.)$$

$$\frac{1}{c+1} \leq q \leq \frac{M}{S} \quad (2.10.)$$

Ezek voltak eddig az arányos viszontbiztosítások. Azonban a nem arányos viszontbiztosítások az elterjedtebb formák. Ilyen esetekben van egy M megtartás, és ha egy kár nem éri el ennek a nagyságát akkor a direkt biztosító rendezi a kárt. Viszont, ha nagyobb, mint az M , akkor az a fölötti részt vállalja át a viszontbiztosító.[2]

2.4. Excess of Loss (XL)

Az egyik legalapvetőbb nem arányos viszontbiztosítás a kockázati alapú kártöbblet (Excess of Loss, XL) viszontbiztosítás, ahol:

- M -megtartás
- X -kárkifizetés

A károk szerződésként és káreseményeként vannak meghatározva.

$$T(X) = \begin{cases} X, & \text{ha } X \leq M \\ M, & \text{ha } X > M \end{cases} \quad (2.11.)$$

Vagyis a direkt biztosító a felelősségét az általa megállapított M összegben maximálja, egy adott kockázat esetén egyetlen káreseményre legfeljebb M összeget fizet ki. A M feletti rész megtérítése már a viszontbiztosító feladata. Az XL típusú viszontbiztosítás – ugyanazt a kockázati védelmet nyújtva (azaz az összesített kárkifizetés felső határát tekintve) – jellemzően alacsonyabb díj ellenében érhető el, mint az arányos viszontbiztosítás.[2]

2.5. Stop-loss

Az XL viszontbiztosítás egyes hátrányainak kiküszöbölésére hozták létre a stop-loss viszontbiztosítást. Ilyen variációnál, ha a vállalat viszontbiztosított üzletágának egy meghatározott időintervallum kárainak összege nagyobb, mint a szerződésben meghatározott összeg vagy a díjából származó bevétel egy adott százaléka, akkor ezen összeget meghaladó károkat a fedeznie kell a viszontbiztosítónak.

A matematikai meghatározáshoz először definiálnunk kell valószínűségi változókat, melyet most X_i -vel jelölünk, (ahol $1 \leq i \leq N$). Legyen X_i az i -edik kockázathoz kapcsolódóan az adott időszakban kifizetett károk összegét jelölje. Ebben az esetben a stop-loss fedezet az alábbi módon írható le:

$$T\left(\sum_{i=1}^N X_i\right) = \begin{cases} \sum_{i=1}^N X_i, & \text{ha } \sum_{i=1}^N X_i < M \\ M, & \text{ha } \sum_{i=1}^N X_i \geq M \end{cases} \quad (2.12.)$$

Ez a viszontbiztosítási forma védelmet nyújt a direkt biztosító számára arra az esetre, ha a károk gyakoriságának növekedése miatt a veszteségek is emelkednének. Emiatt szokták azt mondani, hogy „megállítja a veszteséget”, vagyis elméletileg teljes körű védelmet biztosít a cedens számára a fizetéseképtelenséggel szemben. A gyakorlatban azonban ez nem valósul meg maradéktalanul. Abban az esetben például, ha a direkt biztosító túl alacsonyra helyezi a megtartási szintet, a fedezet díja rendkívül magas lehet, másrészt a viszontbiztosító gyakran elvárja, hogy a cedens az M összeget meghaladó károkból is bizonyos önrészt vállaljon. [2]

2.6. CatXL

A CatXL (Catastrophe Excess of Loss) viszontbiztosítás rendszerint egyetlen üzletágra terjed ki, de előfordulhat, hogy több üzletágot is egyszerre lefed. Például egy súlyos katasztrófa – mint amikor két repülőgép összeütközik egy város felett – többféle biztosítási szerződés alapján is jelentős kifizetéseket vonhat maga után: a légi járművekben keletkezett károkat a légi CASCO biztosítás fedezi; az ipari és lakossági ingatlanokban keletkezett károkra a vagyonbiztosítások nyújtanak fedezetet; a sérült járművek esetében a gépjármű CASCO biztosítás fizet; az elhunytak családtagjai élet- és balesetbiztosítás alapján jogosultak térítésre; míg a felelős légitársaság, a forgalomirányítás vagy a hibás navigációs eszköz gyártója elleni kártérítéseket felelősségbiztosítás fedezheti. Az eseményalapú kártöbblet- viszontbiztosítás jelentős jogi és díjszámítási kérdéseket vet fel. Különösen nehéz meghatározni, hogy mi minősül „egy eseménynek”. Például kérdéses lehet, hogy egy több órán át tartó vihar során keletkezett károk egy eseménynek tekinthetők-e. Hasonló bizonytalanság merülhet fel egy földrengés elő- és utó rengései kapcsán is: vajon ezek együtt alkotnak-e egyetlen biztosítási eseményt? Az üzleti életben ezt rendszerint időbeli korlátozással szabályozzák – például az egymást követő 168 óra szabályával. A díjképzés ezen a területen még a hagyományos kockázatalapú XL fedezeteknél is bonyolultabb, mivel a direkt biztosító különféle kockázatainak pontos korrelációját és kumulációját meghatározni szinte lehetetlen. Ezt jól példázza a 2001. szeptember 11-i terrortámadás esete, amikor a New York-i ikertornyokba két repülőgép csapódott. Ezen esemény után hosszú jogi vita alakult ki a biztosítók, viszontbiztosítók és épület üzemeltetője között arról, hogy ezen tragikus esemény egyetlen vagy két különálló eseménynek számít-e. A bíróság végül egyetlen eseményként értékelte a történeteket, így a tízjegyű dollárösszegű limitfedezetet csak egyszer kellett kifizetni. [2]

3. Optimalitási tételek

3.1. Első optimalitás tétel

Tegyük fel, hogy adott az X kockázat és egy olyan D_1^2 érték, melyre $0 \leq D_1^2 \leq D^2(X)$. Tegyük fel továbbá, hogy a viszontbiztosításba kerülő állomány szórásnégyzete a D_1^2 értékben rögzített, azaz $D^2(X - T(X)) = D_1^2$. Ekkor van olyan $0 \leq q \leq 1$ kvóta, melyre a q kvótájú arányos viszontbiztosítás optimális abban az értelemben, hogy a közvetlen aláírónál maradó állomány szórásnégyzete minimális.[3]

3.2. Második optimalitás tétel

Legyen rögzítve $0 \leq M$. Az M megtartású kártöbblet viszontbiztosítás optimális abban az értelemben, hogy a vele azonos díjú viszontbiztosítások között ez a forma minimalizálja a közvetlen aláírónál maradó kockázat szórásnégyzetét. A tétel más szavakkal azt jelenti, hogy a károk változékonysága ellen biztonságot legolcsóbban a kártöbblet viszontbiztosítással vásároljuk meg.[3]

3.3. Harmadik optimalitás tétel

Tegyük fel, hogy az X kockázat nem elfajult és legyen $\beta > 0$ rögzített. Ha $P < P(\beta, X) < \infty$ akkor létezik olyan $M > 0$ és $r \in (0,1)$, hogy $T(X) = x - (1 - r) * |x - M|^+$ optimális a β paraméterű szóráselv szerint P díjú viszontbiztosítások között abban az értelemben, hogy a közvetlen aláírónál maradó kockázat szórásnégyzetét minimalizálja.[3]

4. Szolvencia II.

4.1. Legfontosabb alapvetések

Miután a dolgozat első felében megfogalmaztuk, hogy mi a viszontbiztosítás, milyen matematikai alapja van, illetve összefoglaltuk a típusait és hogy miért van rá szükség, a második részben térjünk át a dolgozat fő témájára, hogy hogyan valósul meg a viszontbiztosítás jogszabályi keretek között, melyet a Szolvencia II. keretrendszere foglal magába.

A biztosítási és viszontbiztosítási üzleti tevékenység megkezdéséről és gyakorlásáról szóló Európai Parlament és Tanács által elfogadott Szolvencia II. elfogadása az egyik leglényegesebb lépés volt az elmúlt évtizedekben a biztosítási területen. A Szolvencia I. rendszerhez képest a Szolvencia II. egy jóval összetettebb, kockázatalapú tőkekövetelményt és felügyeleti szabályozást vezetett be, így a teljes szabályozási keretrendszer a kockázatokhoz igazodó szemléletet tükrözi. A szavatolótőke-szükséglet meghatározása kockázaterékeny módon történik, de a kockázatalapú megközelítés az üzleti tervezésben és a pénzügyi pozíciók értékelésében is meghatározó szerepet kapott. A biztosítók az úgynevezett saját kockázat- és szolvenciaértékelés (ORSA) során időről időre felülvizsgálják az átfogó szavatolótőke-szükségletüket üzleti terveik fényében, külön figyelmet fordítva a likviditási és hosszú távú kockázatokra is.

A Szolvencia II. egy 4 szintes szabályozási és egy 3 pilléres működési rendszer alapján épül fel. Az L1-es szinten vannak megfogalmazva a keretirányelvek, ezek nem kőbe véselt szabályok, csak elvek. Az L2-es szinten fogalmazódnak meg a részletesebben kifejtett elvi álláspontok. A helyi felügyeletek által támasztott iránymutatásokat az L3-as szint foglalja magába. Az utolsó L4-es pedig a szabályok betartásáról és betartatásáról, adott időközönként történő felügyelésről szól.

A három pillérből az első tartalmazza a szavatolótőke szintjére és a tartalékolásra vonatkozó szabályokat. A második pillérnél találhatóak azon ellenőrzési szabályok melyek a kockázat monitorozására és a belső vizsgálatra vonatkoznak. A harmadik pillér a piaci fegyelem és átláthatóság témakörhöz kapcsolódik. Ennek a célja, hogy az információk minél szélesebb körű nyilvánosságot kapjanak, ezzel javítva a biztosító cégek működésének átláthatóságát.

A Szolvencia II. azonban nem egy olyan rendszer, melyet egyszer lefektettek, és onnantól minden szereplőnek ahhoz kell tartania magát. A biztosítási szektorban gyakran fordulhat elő, hogy éveken keresztül megszokott trendek relatíve rövid idő alatt megváltoznak, esetleg felgyorsulnak vagy lelassulnak. Minden ilyen változásra a Szolvencia II-es keretrendszernek időben kell tudnia reagálni. Így mind a szabályozás egyes részletei, mind a beépített paraméterek időszakosan visszamérésre és felülvizsgálásra kerülnek.

A dolgozatom elején kifejtettem, hogy a természeti katasztrófa károk milyen meghatározó szereppel bírnak a biztosítási szektorban, illetve említettem, hogy ezek a katasztrófák nem egyforma előfordulással rendelkeznek a világ minden pontján, sőt sok esetben még országhatárokon belül is eltérőek lehetnek. A mai korban pedig, amikor a globális felmelegedés és a szélsőséges időjárási jelenségek napi szinten jelentkeznek talán nem túlzás azt mondani, hogy jelenleg ezek a kockázatok a legkiszámíthatatlanabbak és ezért minden eshetőségre fel kell készülni. A Szolvencia II. külön foglalkozik a természeti katasztrófa károkkal, sok ajánlást, szabályt fogalmaz meg ezzel kapcsolatban. Különböző kimutatásokat készít a leginkább érintett területekről és azokat összeveti más területek kockázataival. A Szolvencia II. keretrendszer időről időre felülvizsgálja a kockázatokat és ha szükséges módosít az egyes országok/térségek kockázati besorolásán.

Erre legjobb példa az EIOPA által kibocsátott Reassessment exercise of the nat cat standard formula anyag [9], mely 2023/2024 között készült és újra kalibrálja a korábban megadott paramétereket. A dokumentum felsorolja az adott természeti kockázatnak legjobban kitett országokat és egy táblázatban károk szerint csoportosítva felsorolja azokat az országokat, ahol a korábbiakhoz képest változtak a földrengés, árvíz, szélvihar, jégeső és süllyedés kockázati faktorok.

Ezen módosítások természetesen nem azt jelentik, hogy a biztosítóknak minden esetben pontosan így kell lekövetniük az S2-ben történő változtatásoknál. Ugyanis, ha a vállalat nem saját belső modell alapján határozza meg, hogy mekkora a tőkeszükséglete, hanem az az EIOPA által meghatározott ún. standard formula (SF) alapján, akkor az új szabályozás szerint az új paraméterekkel változik a cég tőkeszükséglete.

Viszont, ha (részleges) belső modellt alkalmaznak, akkor lehetséges olyan eset amikor a modellt nem változtatják meg, ezért a tőkeszükséglet nem változik, de az ORSA-ban mindenképpen meg kell vizsgálniuk, hogy az megváltozott SF alapján kapott érték mennyivel tér el a saját belső modell által meghatározott eredménytől. Ha az eltérés számottevő akkor természetesen felül kell vizsgálni és esetleg újrahangolni a belső modellt, mely végül új tőkeszükségletet eredményezhet.

(Az ORSA az Szolvencia II-n belül a 2. pillérbe tartozó eszköz. A kockázatkezelési rendszer részeként minden biztosítással foglalkozó cégnek meghatározott időnként értékelnie kell az általános szolvencia szükségletet a saját kockázati profiljára. Az ORSA részben egy cégen belüli értékelési folyamat, illetve egy felügyeleti eszköz a felügyeleti hatóságok számára, hogy vállalkozás saját kockázat- és szolvencia értékelésének eredményeiről visszajelzést kapjanak.)

4.2. Standard formula

A szavatolótőke-szükséglet (SCR) az a pénzmennyiség, melyre a biztosítónak azért van szüksége, hogy egy év során felmerülő kifizetéseit, 99,5%-os valószínűséggel fedezni tudja. Ennek a mennyiségnek a megállapítására dolgozta ki az EIOPA a Szolvencia II-ben a standard formulát.

A standard formula a Szolvencia II. szabályozás által meghatározott módszer az SCR kiszámítására. Ez egy előre meghatározott, szabványosított modell, amely figyelembe veszi a biztosítók különböző kockázati tényezőit, például a piaci, biztosítástechnikai és működési kockázatokat. A különböző kockázati modulokat egy korrelációs mátrix segítségével kombinálják, hogy meghatározzák az összesített tőkekövetelményt. A cél, hogy a biztosító legalább 99,5%-os valószínűséggel fedezni tudja a következő egy évben felmerülő veszteségeit.

Az alábbi ábrán látható, hogy a standard formula összetett, több részből áll. Három fő részből, azokon belül pedig további alrészekből tevődik össze. A 3 főkomponens a következő:

1. Alapvető szavatolótőke-szükséglet (BSCR): A BSCR különböző kockázati modulokból tevődik össze, mint például a piaci kockázat, életbiztosítási kockázat, nem-életbiztosítási kockázat, egészségbiztosítási kockázat és partnerkockázat. E modulok tőkekövetelményeit külön-külön számítják ki, majd egy korrelációs mátrix alkalmazásával aggregálják őket az alapvető szavatolótőke-szükséglet meghatározásához.

2. Működési kockázat tőkekövetelménye (Operational): Ez a komponens a biztosító működéséből eredő kockázatokra vonatkozik.

3. Szabályozások (Adjustment): Ennél a modulnál figyelembe veszik a biztosítástechnikai tartalék és a halasztott adók veszteségelnyelő képességét, amelyek csökkenthetik az összesített tőkekövetelményt.

A 3 fő komponens közül természetesen az alapvető szavatolótőke-szükséglet a legfontosabb, melyet az EIOPA által megfogalmazott irányelvek [10] alapján a következőképpen adható meg:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \times SCR_i \times SCR_j} \quad (4.1)$$

Ahol SCR_i az i. kockázati modult jelöli és SCR_j a j. kockázati modult jelöli, és ahol „i,j” azt jelenti, hogy a különböző tagok összege az i és j összes lehetséges kombinációját lefedi. A számítás során az SCR_i és az SCR_j a következőkkel helyettesítendő:

- $SCR_{nem-élet}$ jelöli a nem-életbiztosítástechnikai kockázati modult
- $SCR_{élet}$ jelöli az életbiztosítástechnikai kockázati modult
- $SCR_{egészség}$ jelöli az egészségbiztosítástechnikai kockázati modul
- SCR_{piac} jelöli a piaci kockázati modult
- $SCR_{nemteltjesítés}$ jelöli a partner nemteljesítésének kockázati modulját.

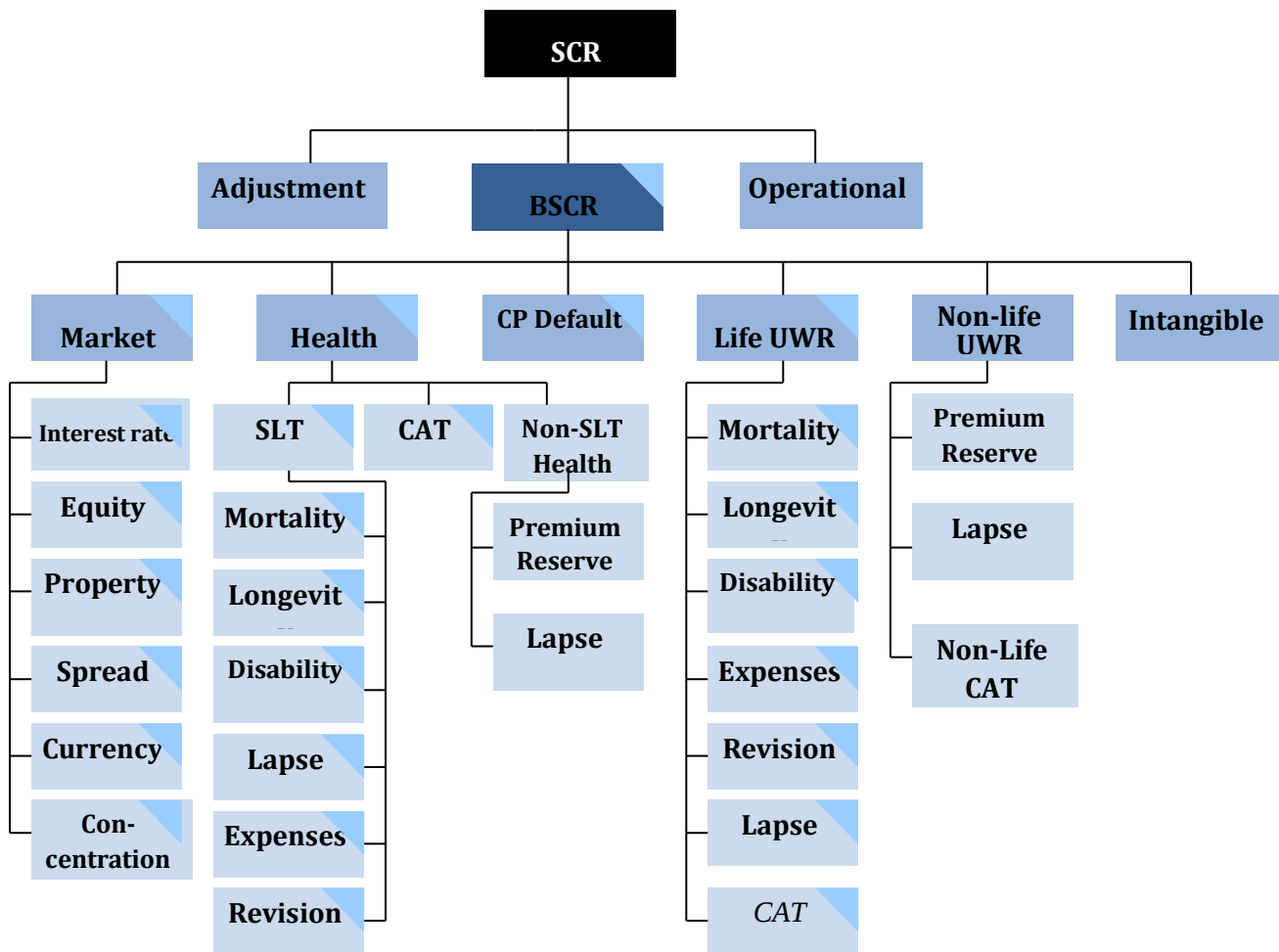
A $Corr_{i,j}$ jelöli korrelációs mátrix i sorában és j oszlopában meghatározott elemet.

Mivel a katasztrófa károk a nem-élet biztosításhoz tartoznak, ezért most csak nem-életbiztosítástechnikai kockázati modul számításának a képletével foglalkozunk, mely a következőképpen adható meg:

$$SCR_{nem-élet} = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} \quad (4.2).$$

Ahol $SCR_{i/j}$ itt is az i. és j. részmodul, és ahol „i,j” azt jelenti, hogy a különböző tagok összege az i és a j összes lehetséges kombinációját lefedi. A számításban az SCR_i és az SCR_j az alábbi módon helyettesítendő:

- $SCR_{né díjazás és tartalék}$ jelöli a nem-életbiztosítási díjazási és tartalék kockázati részmodult
- $SCR_{né katasztrófa}$ jelöli a nem-életbiztosítási katasztrófakockázati részmodult



6. ábra Az SCR kiszámítására alkalmazott standard formula.

A dolgozat témája miatt a továbbiakban a három főszegmens alrészei közül nem foglalkozunk a piaci, egészség és életbiztosítási kockázat modulokkal, csak a Nem-életbiztosítási katasztrófakockázati részmodullal és a Partner nemteljesítésének kockázatot elemezzük részletesebben.

4.2.1. Partner nemteljesítési kockázat

A viszontbiztosítás egyik alapvető kockázata a partner nemteljesítési kockázat. Amikor a kockázatunk egy részét átruházzuk egy másik biztosítóra, akkor abban bízunk, hogy képes lesz helytállni helyettünk bizonyos körülmények esetén. Természetesen mielőtt kiválasztanánk, hogy melyik vállalatra ruházzuk át a kockázatunkat – ezt előtte alaposan meg kell vizsgálni, hogy a lehető legpontosabb képet kapjuk a partnerről. Azonban előfordulhat, hogy a másik cég hibát követ el, rossz üzleteket kötött, vagy egy nagyobb veszteség éri, mely tőle független körülmények miatt következett be és emiatt jobb esetben csak a hitelminősítése, rosszabb esetben a fizetőképessége romlik vagy extrém helyzetekben csődbe is mehet. Ilyen helyzetekre fel kell készülni, hiszen ez a kockázat is nagyban hat a szavatolótőke-szükségletre. Ezért mikor viszontbiztosítást kötünk mindenképpen csak olyan esetben szabad megkötni az üzletet, ha az állomány és bevétel átadásból származó kockázatsökkenés nagyobb, mint a fellépő partner nemteljesítési kockázat. Ha ugyanis a kettő egyenlő vagy a partnerkockázat a magasabb, akkor abban az esetben teljesen felesleges viszontbiztosítást kötni, hiszen rosszabb helyzetben leszünk, mintha a teljes kockázatot magunknál tartanánk és emiatt a díj egy részéről le kell mondani. Ennek a kockázatnak a kiszámítása szintén az EIOPA által meghatározott képletek és módszerek segítségével történik.

A partner nemteljesítési kockázatot két osztályba sorolhatjuk, melyeket 1-es és 2-es típusú kitettségeknek nevezünk. Előbbi osztály azokat a kitettségeket próbálja lefedni, amelyek nem diverzifikálhatók, és ahol az ügyfél valószínűleg minősített. A minősítés az erre a célra szakosodott intézetek jelentésén alapszik. Jelenleg 3 nagy ilyen hitelminősítő intézet van a Moody's, a Standard&Poor és a Fitch Ratings. Az egyes cégek eltérő jelzéseket alkalmazhatnak amikor egy céget besorolnak egy kategóriákba, de a főbb kategóriák rendszere egységes.

Az első osztály az alábbi kitettségeket tartalmazza:

- viszontbiztosítási megállapodások,
- értékpapírosítások és származtatott ügyletek,
- bármilyen egyéb kockázatsökkentő szerződés,
- készpénz bankban,
- átruházó intézményeknél elhelyezett betétek, ha a független szerződő felek száma nem haladja meg a meghatározott küszöböt,
- tőke, induló alapok, akkreditívek, valamint minden egyéb a vállalkozáshoz beérkezett, lehívott, de ki nem fizetett kötelezettségvállalások, ha a független szerződő felek száma nem halad meg egy bizonyos küszöböt
- garanciák, amelyeket a vállalkozás nyújtott, valamint minden egyéb, a vállalkozás által vállalt kötelezettség, amely a szerződő fél hitelképességétől függ.

A 2. típusú osztályba pedig azok a kitettségek tartoznak, amelyek általában diverzifikáltak, és ahol az ügyfél valószínűleg nem minősített. A 2. típusú kitettség osztályának tartalmaznia kell minden olyan kitettséget, amely a modul hatálya alá tartozik, és nem az 1. típusúak közé tartozik, különösen az alábbi esetekben

- közvetítőkkal szembeni követelések,
- kötvénytulajdonos adósok,
- átruházó intézményeknél elhelyezett betétek, ha a független szerződő felek száma meghalad egy bizonyos küszöböt, és
- tőke, induló tőke, akkreditívek, valamint a vállalkozás által kapott, lehívott, de ki nem fizetett egyéb kötelezettségvállalások, ha a független szerződő felek száma meghatározott értékhatárt.

Az 1. és 2. típusú kitettségek tőkekövetelményét külön kell kiszámítani. A követelmények összesítése során csak korlátozott diverzifikációs hatás megengedett az alábbiak szerint:

$$SCR_{def} = \sqrt{SCR_{def,1}^2 + 1,5 \cdot SCR_{def,1} \cdot SCR_{def,2} + SCR_{def,2}^2} \quad (4.3)$$

ahol

- SCR_{def} - a partner nemteljesítési kockázatához szükséges tőkekövetelmény;
- $SCR_{def,1}$ - tőkekövetelmény az 1. típusú kitettségek nemteljesítési kockázatához;
- $SCR_{def,2}$ - a 2-es típusú kitettségek nemteljesítési kockázatához szükséges tőkekövetelmény.

Az 1-es típusú kitettségek portfóliójában szereplő partnerek nemteljesítési valószínűsége és veszteség-nemteljesítés (LGD- losses-given-default) alapján a modell becslést ad a portfólió veszteségeloszlásának varianciájára, melyet V -vel jelölünk. Ez a becslés felhasználható az 1. típusú kitettségek tőkekövetelményének kiszámításához az alábbiak szerint:

$$SCR_{def,1} = \min(\sum_i LGD_i ; q \cdot \sqrt{V}) \quad (4.4)$$

ahol:

- LGD_i – az i . partner nemteljesítéséből fakadó veszteség az 1. típusú kitettségek esetén;
- q -kvantilis tényező;
- V -az 1. típusú kitettségekből fakadó veszteségek eloszlásának szórása

Az 1-es típusú eloszlásának szórása varianciája V_{inter} és V_{intra} összegeként számítandó ki, ahol a V_{inter} a következő módon számítható ki:

$$V_{inter} = \sum_{j,k} \frac{PD_k * (1 - PD_k) * PD_j * (1 - PD_j)}{1,25 * (PD_k + PD_j) - PD_k * PD_j} * TLGD_j * TLGD_k \quad (4.5)$$

ahol:

- az összeg az ugyanazon kibocsátóval szemben fennálló kitettségek nemteljesítési valószínűségeinek az összes lehetséges (j,k) kombinációjára vonatkozik;
- $TLGD_j$ és $TLGD_k$ a PD_j továbbá PD_k nemteljesítési valószínűséggel rendelkező partnerekkel szembeni 1-es típusú kitettségek nemteljesítési veszteségének az összegét jelöli.

A V_{intra} pedig az alábbi módon számítandó ki:

$$V_{intra} = \sum_j \frac{1,5 * PD_j * (1 - PD_j)}{2,5 - PD_j} * \sum_{PD_j} LGD_j^2 \quad (4.6)$$

ahol:

- az első összeg az ugyanazon kibocsátóval szemben fennálló kitettségek összes nemteljesítési valószínűségére vonatkozik;
- a második összeg az összes olyan ugyanazon kibocsátóval szemben fennálló kitettségre vonatkozik, amelynek a nemteljesítési valószínűsége PD_j ;
- LGD_i - az i ugyanazon kibocsátóval szemben fennálló kitettség nemteljesítési veszteségét jelöli

Mint korábban említettem a 2. típusú kitettségek gyakran nem minősített szerződő felekhez kapcsolódnak, és egy vállalkozás portfóliója általában több ilyen kitettségből áll. Továbbá a legtöbb esetben az ezekből a kitettségekből eredő nemteljesítési kockázat nagyon kicsi a teljes kockázathoz képest. Az ezen osztályba tartozó kitettségek partner-nemteljesítési kockázatához szükséges tőkekövetelmény kiszámítása az alábbiak szerint történik:

$$SCR_{def,2} = x \cdot E + y \cdot E_{past-due} \quad (4.7)$$

ahol:

- x - a 2-es típusú kitettségek kockázati tényezője;
- E - a 2-es típusú kitettségek értékeinek összege, kivéve a T hónapnál hosszabb lejáratú közvetítői követeléseket;
- y - közvetítőkkel szembeni lejárt követelések kockázati tényezője;
- $E_{past-due}$ - T hónapnál hosszabb lejáratú követelések értékeinek összege.

A kitettség LGD -je fogalmilag az alapvető szavatolótőke azon vesztesége, amely a biztosítót akkor érné, ha az ügyfél nem teljesítene. A veszteség meghatározása a kitettség aktuális értékéből indul ki, viszontbiztosítás esetén a becsült megtérülésből, származékos ügyleteknél pedig a piaci értékből. Mivel a veszteség idővel változhat, és nagyobb veszteség esetén nő a csőd valószínűsége, az LGD -t stresszhelyzetre kell számítani. Ennek mérésére az SCR-számításba illesztett kockázatcsökkentő hatás közelítése használható. Nemteljesítés esetén a kitettség egy része visszanyerhető, ezért az LGD -t $(1 - RR)$ tényezővel módosítják, ahol RR a megtérülési ráta. Viszontbiztosítási és származékos ügyletek esetében az LGD számítása eltérő.

Egy viszontbiztosítási megállapodás vagy értékpapírosítás esetében az LGD értéket a következőképpen kell kiszámítani:

$$LGD_i = \max \left((1 - RR_{re}) \cdot (Recoverables_i + RM_{re,i} - Collateral_i); 0 \right) \quad (4.8)$$

ahol:

- RR_{re} - a viszontbiztosítási ügyletek megtérülési aránya;
- $Recoverables_i$ - az i. viszontbiztosítási ügyletből származó megtérülés legjobb becslése;
- $RM_{re,i}$ - az i. partnerre kalkulált kockázatsökkentő hatás;
- $Collateral_i$ - az i. viszontbiztosítási szerződés fedezet kockázattal korrigált értéke.

A kockázatsökkentő hatás ($RM_{rel,i}$) egy közelítő érték, amely a kifejezi a (hipotetikus) piaci kockázatra vonatkozó tőkekövetelmény és a piaci kockázatra vonatkozó tőkekövetelmény különbségét.

Nem-élet viszontbiztosítás esetén a következő módszert kell alkalmazni. Ha egy partnerrel kötött viszontbiztosítási szerződések csak egy nem-életági üzletágot érintenek, akkor az SCR_{nl}^{gross} és SCR_{nl}^{net} különbséget a következő kifejezéssel kell közelíteni:

$$\sqrt{(NL_{CAT}^{gross} - NL_{CAT}^{net})^2 + (3 \cdot \sigma_{(prem,lob)} \cdot (P_{lob}^{gross} - P_{lob}^{net}))^2 + (3 \cdot \sigma_{(prem,lob)} \cdot recoverables)^2} + \sqrt{9 \cdot \sigma_{(prem,lob)} \cdot (P_{lob}^{gross} - P_{lob}^{net}) \cdot \sigma_{(res,lob)} \cdot recoverables} \quad (4.9)$$

ahol:

- $(NL_{CAT}^{gross} - NL_{CAT}^{net})$ - a partner részesedése a CAT károk által okozott veszteségből;
- $P_{lob}^{gross} - P_{lob}^{net}$ - a szerződő fél viszontbiztosítási díja az érintett üzletágban;
- $recoverables$ - viszontbiztosítási megtérülések az érintett üzletágban;
- $\sigma_{(prem,lob)}$ - az érintett üzletág díjkockázatának szórása a díj- és tartalékkockázati almodulban használtak szerint;
- $\sigma_{(res,lob)}$ - az érintett üzletág tartalékkockázatának szórása a díj- és tartalékkockázati almodulban használtak szerint.

Ha egy partnerrel kötött viszontbiztosítási szerződések egynél több nem-életbiztosítási üzletágra is kiterjednek, akkor az egyes üzletágakra vonatkozó fent meghatározott feltételek összegezhetők az SCR_{nl}^{gross} és SCR_{nl}^{net} közti különbség közelítésének meghatározásához.

A képlet részben figyelmen kívül hagyja az üzletágak közötti diverzifikációs hatást. Az üzletágakon belüli diverzifikációs hatást körültekintően közelítjük meg a következő képlet segítségével:

$$\begin{aligned} & \sqrt{(SCR_1^{gross})^2 + (SCR_2^{gross})^2} - \sqrt{(SCR_1^{net})^2 + (SCR_2^{net})^2} \\ & \leq \sqrt{(SCR_1^{gross} - SCR_1^{net})^2 + (SCR_2^{gross} - SCR_2^{net})^2} \quad (4.10). \end{aligned}$$

Az SCR_{gross} kiszámításához szükség lehet az érintett SCR-modul újraértékelése. Ha a modul képlete összetett, akkor ez az értékelés nehézkes lehet. A számítást minden szerződő félre külön kell elvégezni. Viszont, ha a szerződő felek száma magas, az átfogó számítás sok időt vehet igénybe.[6]

4.2.2. Nem életbiztosítási díj és tartalékkockázat

A nem-életbiztosítási díj- és tartalékkockázat tőkeszükséglete az EIOPA által megfogalmazott képletek alapján a következőképpen számítandó ki:

$$SCR_{nl\ prem, res} = 3 * \sigma_{nl} * V_{nl} \quad (4.11)$$

ahol:

- σ_{nl} – a nem-életbiztosítási díj- és tartalékkockázat szórását jelöli
- V_{nl} – a nem-életbiztosítási díj- és tartalékkockázat meghatározott mennyiségi mérőszámát jelöli. .

A nem-életbiztosítási díj- és tartalékkockázat mennyiségi mérőszáma egyenlő az előre meghatározott szegmensekhez tartozó díj- és tartalékkockázatok mennyiségi mérőszámainak összegével. Egy meghatározott s szegmens mennyiségi mérőszáma az alábbi módon adható meg:

$$V_s = (V_{prems, s} + V_{res, s}) * (0,75 + 0,25 * DIV_s) \quad (4.12)$$

ahol:

- $V_{prems, s}$ - az s szegmens díjkockázat a mennyiségi mérőszáma;
- $V_{res, s}$ - az s szegmens tartalékkockázat a mennyiségi mérőszámát;
- DIV_s - az s szegmens földrajzi diverzifikációjának a tényezője.

Az s szegmens díjkockázatának a mennyiségi mérőszáma az alábbi módon számítandó ki:

$$V_{prem,s} = \max[P_s; P_{last,s}] + FP_{existing,s} + FP_{future,s} \quad (4.13)$$

ahol:

- P_s - a biztosító vagy viszontbiztosító által az s szegmensben a következő 1 évben megszolgált díjak megbecsült összege;
- $P_{last,s}$ - a biztosító vagy viszontbiztosító által az s szegmensben az elmúlt 1 évben megszolgált díjak összege;
- $FP_{existing,s}$ - a biztosító vagy viszontbiztosító által az s szegmensben a következő 1 évet követően megszolgált díjak várható jelenértéke a meglévő szerződések alapján;
- $FP_{future,s}$ - a következő összeget jelöli azon szerződések tekintetében, amelyeknél a kockázatviselés kezdete a következő 1 évre esik.

Ez után következik a díj- és tartalékkockázat szórása, mely a következő módon számítandó ki:

$$\sigma_{nl} = \frac{1}{V_{nl}} * \sqrt{\sum_{s,t} CorrS_{s,t} * \sigma_s * V_s * \sigma_t * V_t} \quad (4.14)$$

ahol:

- V_{nl} - a nem-életbiztosítási díj- és tartalékkockázat mennyiségi mérőszáma;
- az összeg a meghatározott szegmensek összes lehetséges (s,t) kombinációjára vonatkozik;
- $CorrS_{s,t}$ - az s szegmens és a t szegmens nem-életbiztosítási díj- és tartalékkockázatának az előre meghatározott korrelációs paraméterét jelöli;
- σ_s és σ_t az s , illetve t szegmens nem-életbiztosítási díj- és tartalékkockázatának a szórása
- V_s és V_t az s , illetve t szegmens díj- és tartalékkockázatának a mennyiségi mérőszáma.

A meghatározott szegmensek esetében egy adott s szegmens nem-életbiztosítási díj- és tartalékkockázatának a szórása a következőképpen számítandó ki:

$$\sigma_s = \frac{\sqrt{\sigma_{prem,s}^2 * V_{prem,s}^2 + \sigma_{prem,s} * V_{prem,s} * \sigma_{res,s} * V_{res,s} + \sigma_{res,s}^2 * V_{res,s}^2}}{V_{prem,s} + V_{res,s}} \quad (4.15)$$

ahol:

- $\sigma_{prem,s}$ - az s szegmens nem-életbiztosítási díjkockázatának a szórása;

- $\sigma_{res,s}$ - az s szegmens nem-életbiztosítási tartalékkockázatának az előre meghatározott szórását jelöli;
- $V_{prem,s}$ - az s szegmens díjkockázatának mennyiségi mérőszáma;
- $V_{res,s}$ - az s szegmens tartalékkockázatának a mennyiségi mérőszáma.

4.2.3. Katasztrófa kockázat (CAT)

A nem-élet katasztrófa kockázat (CAT) a biztosítók számára jelentős kockázati tényező, mivel váratlan, szélsőséges eseményekből fakadó veszteségeket foglal magában, melyek fedezetét nem lehet 100%-ig megoldani a szavatoló tőke-szükséglet számítása során.

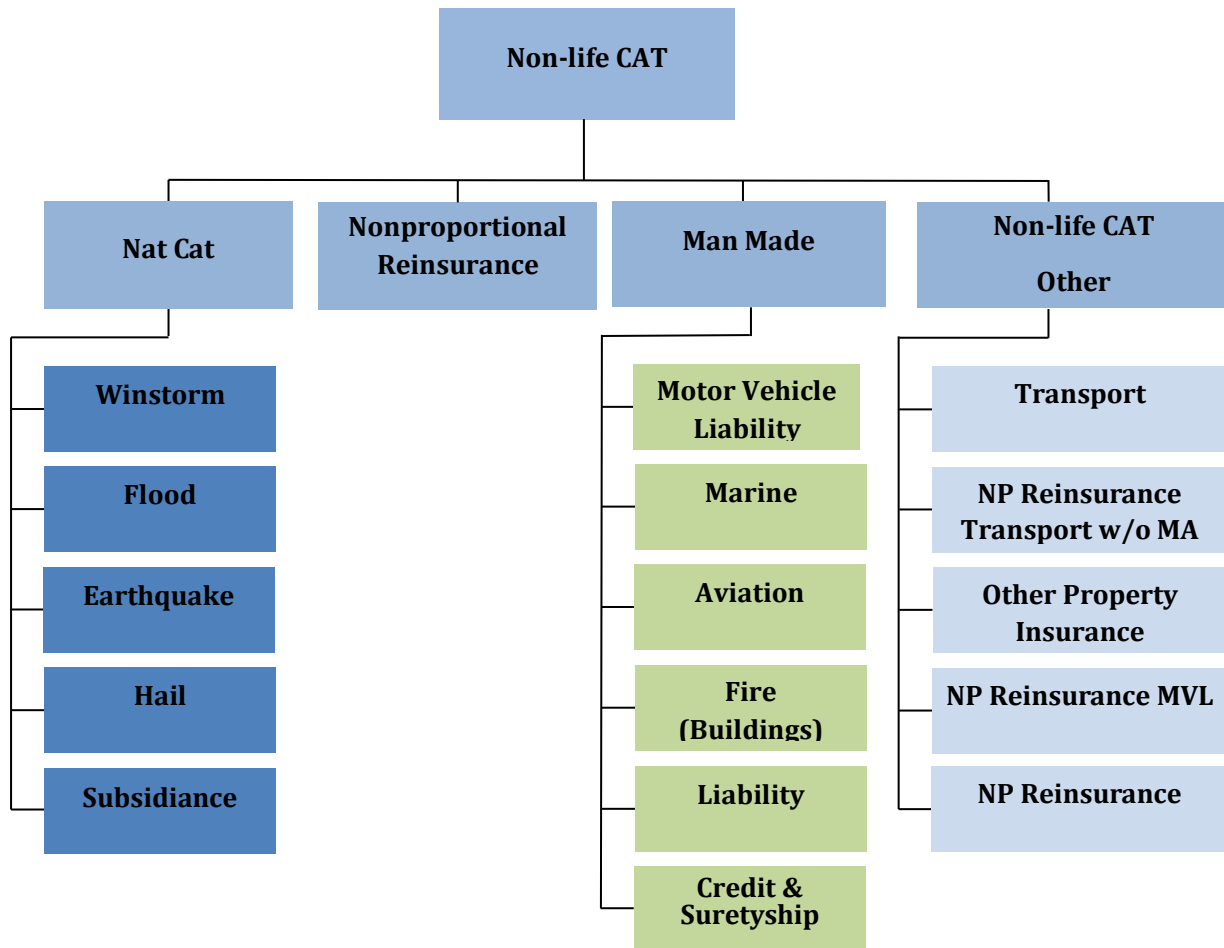
A nem-élet katasztrófa kockázati modul a következő almodulokból épül fel:

- $_{nat}CAT$ - Természeti katasztrófakockázati almodul
- $_{nproperty}$ - A nem arányos vagyon viszontbiztosítás katasztrófa kockázatának almodulja;
- $_{man-made} CAT$ - Az ember okozta katasztrófa kockázati almodul
- CAT_{other} - Az egyéb, nem életet érintő katasztrófa kockázatok almodulja

A nem-élet katasztrófa kockázat tőkekövetelménye pedig a következőképpen számolható:

$$SCR_{nlCAT} = \sqrt{(SCR_{natCAT} + SCR_{nproperty})^2 + SCR_{mmCAT}^2 + SCR_{CAT_{other}}^2} \quad (4.16)$$

Az almodulok tőkeszükségleteinek további bontása pedig az alábbi ábrán látható, melyet a továbbiakban részletezünk.



7. ábra Katasztrófa kockázat kiszámításának standard formulája.

Mint az a (4.16) esetén és a fenti ábrán is látható a CAT modul négy főmodulból áll, melyből három tovább bontható további alosztályokra. A következő fejezetekben ezen almodulok és a hozzájuk tartozó alosztályok kiszámítását fogom részletesen végig venni.

4.2.4 Természeti katasztrófakockázati modul

A természeti katasztrófakockázati alosztálynak a következő almodulok mindegyikéből kell állnia:

- a szélvihar kockázati almodul;
- a földrengéskockázati almodul;
- az árvíz kockázati almodul;
 - a jégeső kockázati almodul; és
 - a süllyedés kockázati almodul.

A vállalkozásnak a természeti katasztrófa kockázatához szükséges tőkekövetelményét a következő képlet adja meg:

$$SCR_{natCAT} = \sqrt{\sum_i SCR_i^2} \quad (4.17)$$

ahol az összeg tartalmazza a meghatározott i almodulok összes lehetséges kombinációját; és SCR_i az i . almodul tőkeszükségletét jelöli.

Az almodulok képletei közül csak azokat fogom részletesebben kifejteni, amelyek Magyarország szempontjából releváns almodulok az EIOPA alapján [10], vagyis a szél, földrengés és áradás kockázatok. Az első dolog, amit fontos megemlíteni, hogy bár Magyarország nem nagy területű állam, de az egyes kockázatok eltérő módon jelennek meg a határokon belül, ezért az EIOPA 24 régióra osztotta fel az országot, mely nagy részben megfelel a magyar közigazgatási felosztásnak, azonban néhány várost, mint például Pécs, Miskolc vagy Győr külön vannak kezelve.

City of Budapest
Gyor-Sopron
City of Gyor
Vas
Zala
Veszprem
Somogy
Komarom
Fejer
Tolna
Baranya
City of Pecs
Nograd
Pest
Bacs-Kiskun
Borsod-Abaúj-Zemplen
City of Miskolc
Heves
Szolnok
Csongrad
Szabolcs-Szatmar
Hadju-Bihar
City of debrecen
Bekes

8. ábra Magyarország kockázati régiós felosztása .

Az első a **szélvihar kockázati** almodul, aminek a tőkeszükséglete a [9] alapján az alábbi módon írható fel:

$$SCR_{windstorm} = \sqrt{\left(\sum_{(r,s)} CorrWS_{(r,s)} \cdot SCR_{(windstorm,r)} \cdot SCR_{(windstorm,s)}\right) + SCR_{(windstorm,other)}^2} \quad (4.18)$$

ahol:

- az összeg a meghatározott régiók összes lehetséges kombinációját (r,s) tartalmazza;
- $CorrWS_{(r,s)}$ a meghatározott r régió és s régió szélviharkockázatának korrelációs együtthatóját jelöli;
- $SCR_{(windstorm,r)}$ és $SCR_{(windstorm,s)}$ az r, illetve az s régió szélviharkockázatának a tőkeszükségletét jelöli;
- $SCR_{(windstorm,other)}$ a meghatározottaktól eltérő régiók szélviharkockázatának a tőkeszükségletét jelöli.

Az meghatározott összes régió esetében egy adott r régió szélviharkockázatának a tőkeszükséglete az alábbi két tőkeszükséglet közül a nagyobb:

- r régió szélviharkockázatának a tőkeszükséglete az „A” forgatókönyv szerint;
- r régió szélviharkockázatának a tőkeszükséglete a „B” forgatókönyv szerint

Az összes régió esetében egy adott r régió szélviharkockázatának „A” forgatókönyv szerinti tőkeszükséglete egyenlő a biztosító vagy viszontbiztosító alapvető szavatoló tőkéjében jelentkező, az alábbi eseménysorból származó veszteséggel:

- az adott r régió meghatározott szélviharveszteségének 80 %-ával egyenlő összeg azonnali elvesztése a viszontbiztosítási szerződésekből és különleges célú gazdasági egységekből megtérülő összegek levonása nélkül;
- az adott r régió meghatározott szélviharveszteségének 40 %-ával egyenlő összeg elvesztése a viszontbiztosítási szerződésekből és különleges célú gazdasági egységekből megtérülő összegek levonása nélkül.
- összes régió esetében egy adott r régió szélviharkockázatának „B” forgatókönyv szerinti tőkeszükséglete egyenlő a biztosító vagy viszontbiztosító alapvető szavatoló tőkéjében jelentkező, az alábbi eseménysorból származó veszteséggel:
- az adott r régió meghatározott szélviharveszteségének 100 %-ával egyenlő összeg azonnali elvesztése a viszontbiztosítási szerződésekből és különleges célú gazdasági egységekből megtérülő összegek levonása nélkül;
- az adott r régió meghatározott szélviharveszteségének 20 %-ával egyenlő összeg elvesztése a viszontbiztosítási szerződésekből és különleges célú gazdasági egységekből megtérülő összegek levonása nélkül. (5) Az összes régió esetében egy adott r régió meghatározott szélviharvesztesége a következőképpen számítandó ki:

$$L_{(windstorm,r)} = \sqrt{\sum_{(i,j)} Corr_{(windstorm,r,i,j)} \cdot WSI_{(windstorm,r,i)} \cdot WSI_{(windstorm,r,j)}} \quad (4.19)$$

ahol:

- az összeg az r régió meghatározott kockázati zónáinak (i,j) összes lehetséges kombinációját tartalmazza;
- $Corr_{(windstorm,r,i,j)}$ - az r régió i és j kockázati zónáinak a szélvihar-kockázati korrelációs együtthatóját jelöli;
- $WSI_{(windstorm,r,i)}$ és $WSI_{(windstorm,r,j)}$ az r i és j kockázati zónáinak szélviharkockázatra vonatkozó súlyozott biztosítási összegeit jelöli.

A meghatározott összes régió és e régiók összes kockázati zónája esetében egy adott r régió adott i szélviharzónájának a szélviharkockázatra vonatkozó súlyozott biztosítási összege a következőképpen számítandó ki:

$$WSI_{(windstorm,r,i)} = Q_{(windstorm,r)} \cdot W_{(windstorm,r,i)} \cdot SI_{(windstorm,r,i)} \quad (4.20)$$

ahol:

- $W_{(windstorm,r,i)}$ r régió i kockázati zónájának a szélvihar-kockázatra vonatkozóan meghatározott kockázati súlyát jelöli;
- $SI_{(windstorm,r,i)}$ r régió i szélviharzónájának a szélviharkockázatra vonatkozó biztosítási összegét jelöli
- $Q_{(windstorm,r)}$ r régió szélviharkockázati tényezőjét jelöli.

A felsorolt összes régió és ezen régiók összes kockázati zónája esetében egy adott r régió adott i szélviharzónájának a szélviharkockázatra vonatkozó biztosítási összege a következőképpen számítandó ki:

$$SI_{(windstorm,r,i)} = SI_{(property,r,i)} + SI_{(onshore-property,r,i)} \quad (4.21)$$

ahol:

- $SI_{(property,r,i)}$ - a biztosítónak vagy viszontbiztosítónak a tűz- és egyéb vagyoni kár biztosítása, illetve szélviharkockázatra is kiterjedő olyan szerződésekhez kapcsolódó biztosítási összegét jelöli, amelyek kockázata r régió i kockázati zónájában helyezkedik el;
- $SI_{(onshore-property,r,i)}$ a biztosítónak vagy viszontbiztosítónak a tengeri, légi és szállítási biztosítás szélvihar okozta szárazföldi vagyoni kárra is kiterjedő olyan szerződésekhez kapcsolódó biztosítási összegét jelöli, amelyek kockázata r régió i kockázati zónájában helyezkedik el.
- Az azonnali veszteségnek a viszontbiztosítási szerződésekből és különleges célú gazdasági egységekből megtérülő összegek levonása nélkül számított összege a következőképpen számítandó ki:

$$L_{(windstorm,other)} = 1,75 \cdot (0,5 \cdot DIV_{windstorm} + 0,5) \cdot P_{windstorm} \quad (4.22)$$

ahol:

- $DIV_{windstorm}$ a III. melléklet szerint számítandó, ám a (8) bekezdésben említett kötelezettségekre vonatkozó díjak alapján és a III. melléklet 8. pontjában meghatározott 5–18. régiókra korlátozva;

- $P_{windstorm}$ a biztosító vagy viszontbiztosító által említett kötelezettségekre vonatkozó szerződések alapján a következő 12 hónapban megszolgált díjak becsült összege: e tekintetben bruttó díjakkal kell számolni, a viszontbiztosítási szerződések alapján kapott díjak levonása nélkül.

A második almodul a **földrengéskockázati** almodul, melynek tőkeszükségletét az alábbi EIOPA által megadott képletek [9] alapján határozzuk meg:

$$SCR_{earthquake} = \sqrt{\left(\sum_{(r,s)} CorrEQ_{(r,s)} * SCR_{(earthquake,r)} * SCR_{(earthquake,s)} + SCR_{(earthquake,other)}^2 \right)} \quad (4.23)$$

ahol

- az összeg a meghatározott régiók összes lehetséges kombinációját (r,s) tartalmazza
- $CorrEQ_{(r,s)}$ - a meghatározott r régió és s régió földrengéskockázatának korrelációs együtthatóját jelöli
- $SCR_{(earthquake,r)}, SCR_{(earthquake,s)}$ - az r, illetve az s régió földrengéskockázatának a tőkeszükségletét jelöli;
- $SCR_{(earthquake,other)}$ - meghatározottaktól eltérő régiók földrengéskockázatának a tőkeszükségletét jelöli.

A meghatározott összes régió esetében egy adott r régió földrengéskockázatának a tőkeszükséglete egyenlő a biztosító vagy viszontbiztosító alapvető szavatoló tőkéjében jelentkező olyan veszteséggel, amely az alábbiak szerinti összeg azonnali elvesztéséből származna a viszontbiztosítási szerződésekből és különleges célú gazdasági egységekből megtérülő összegek levonása nélkül:

$$L_{(earthquake,r)} = Q_{(earthquake,r)} * \sqrt{\left(\sum_{(r,s)} Corr_{(earthquake,r,i,j)} * WSI_{(earthquake,r,i)} * WSI_{(earthquake,r,j)} \right)} \quad (4.24)$$

ahol:

- $Q_{(earthquake,r)}$ a meghatározott r régió földrengés-kockázati tényezőjét jelöli;
- az összeg az r meghatározott kockázati zónáinak (i,j) összes lehetséges kombinációját tartalmazza;
- $Corr_{(earthquake,r,i,j)}$ az r régió i és j kockázati zónájának a meghatározott földrengés-kockázati korrelációs együtthatóját jelöli;

- $WSI_{(earthquake,r,i)}$ és $WSI_{(earthquake,r,j)}$ az r régió meghatározott i és j kockázati zónáinak a földrengéskockázatra vonatkozó súlyozott biztosítási összegeit jelöli.

A meghatározott összes régió és e régiók meghatározott összes kockázati zónája esetében egy adott r régió adott i földrengési zónájának a földrengéskockázatra vonatkozó súlyozott biztosítási összege a következőképpen számítandó ki:

$$WSI_{(earthquake,r,i)} = W_{(earthquake,r,i)} * SI_{(earthquake,r,i)} \quad (4.25)$$

ahol:

- $W_{(earthquake,r,i)}$ r régió i kockázati zónájának a meghatározott, földrengéskockázatra vonatkozó kockázati súlyát jelöli;
- $SI_{(earthquake,r,i)}$ r régió i földrengési zónájának a földrengéskockázatra vonatkozó biztosítási összegét jelöli.

A meghatározott összes régió és ezen régiók esetében meghatározott összes kockázati zóna egy adott r régió adott i földrengési zónájának a földrengéskockázatra vonatkozó biztosítási összege a következőképpen számítandó ki:

$$SI_{(earthquake,r,i)} = SI_{(property,r,i)} + SI_{(onshore-property,r,i)} \quad (4.26)$$

ahol:

- $SI_{(property,r,i)}$ a biztosítónak vagy viszontbiztosítónak a tűz és egyéb vagyoni károkbiztosítási és kapcsolódó viszontbiztosítási ágazaton belül földrengéskockázatra is kiterjedő olyan szerződésekhez kapcsolódó biztosítási összegét jelöli, amelyek kockázata r régió i kockázati zónájában helyezkedik el;
- $SI_{(onshore-property,r,i)}$ a biztosító vagy viszontbiztosító azon szerződéseirez kapcsolódó viszontbiztosítás biztosítási összegét jelöli, amelyek a tengeri, légi, szállítási biztosítási ágazaton belül a földrengés okozta szárazföldi vagyoni károkra terjednek ki, és amelyek kockázata az r régió i kockázati zónájában található.

Az **árvízkockázati** almodul tőkeszükséglete [9]-ben lévő képletek segítségével a következőképpen számítandó ki:

$$SCR_{flood} = \sqrt{\left(\sum_{(r,s)} CorrFL_{(r,s)} * SCR_{(flood,r)} * SCR_{(flood,s)} \right)} + SCR_{(flood,other)}^2 \quad (4.27)$$

ahol:

- az összeg a meghatározott régiók összes lehetséges kombinációját (r,s) tartalmazza;
- $CorrFL_{(r,s)}$ a meghatározott r régió és s régió árvíz kockázatának korrelációs együtthatóját jelöli
- $SCR_{(flood,r)}$ és $SCR_{(flood,s)}$ az r, illetve az s régió árvíz kockázatának a tőkeszükségletét jelöli;
- $SCR_{(flood,other)}$ meghatározottaktól eltérő régiók árvíz kockázatának a tőkeszükségletét jelöli.

A meghatározott összes régió esetében egy adott r régió árvíz kockázatának a tőkeszükséglete az alábbi tőkeszükségletek közül a nagyobb:

- r régió árvíz kockázatának a tőkeszükséglete a meghatározott „A” forgatókönyv szerint;
- r régió árvíz kockázatának a tőkeszükséglete a „B” forgatókönyv szerint.

A meghatározott összes régió esetében egy adott r régió árvíz kockázatának „A” forgatókönyv szerinti tőkeszükséglete egyenlő a biztosító vagy viszontbiztosító alapvető szavatoló tőkéjében jelentkező, az alábbi eseménysorból származó veszteséggel:

- az adott r régió meghatározott árvízveszteségének 65 %-ával egyenlő összeg azonnali elvesztése a viszontbiztosítási szerződésekből és különleges célú gazdasági egységekből megtérülő összegek levonása nélkül;
- az adott r régió meghatározott árvízveszteségének 45 %-ával egyenlő összeg elvesztése a viszontbiztosítási szerződésekből és különleges célú gazdasági egységekből megtérülő összegek levonása nélkül.

A meghatározott összes régió esetében egy adott r régió árvíz kockázatának „B” forgatókönyv szerinti tőkeszükséglete egyenlő a biztosító vagy viszontbiztosító alapvető szavatoló tőkéjében jelentkező, az alábbi eseménysorból származó veszteséggel:

- az adott r régió meghatározott árvízveszteségének 100 %-ával egyenlő összeg azonnali elvesztése a viszontbiztosítási szerződésekből és különleges célú gazdasági egységekből megtérülő összegek levonása nélkül;
- az adott r régió meghatározott árvízveszteségének 10 %-ával egyenlő összeg elvesztése a viszontbiztosítási szerződésekből és különleges célú gazdasági egységekből megtérülő összegek levonása nélkül.

A meghatározott összes régió esetében egy adott r régió meghatározott árvízvesztesége a következő képlettel adható meg:

$$L_{(flood,r)} = Q_{(flood,r)} * \sqrt{\sum_{(i,j)} Corr_{(flood,r,i,j)} * WSI_{(flood,r,i)} * WSI_{(flood,r,j)}} \quad (4.28)$$

ahol:

- $Q_{(flood,r)}$ a meghatározott r régió árvíz kockázati tényezőjét jelöli;
- az összeg az r régió meghatározott kockázati zónáinak (i,j) összes lehetséges kombinációját tartalmazza;
- $Corr_{(flood,r,i,j)}$ az r régió i és j árvízzónájának XXIV. mellékletben meghatározott árvíz kockázati korrelációs együtthatóját jelöli;
- $WSI_{(flood,r,i)}$ és $WSI_{(flood,r,j)}$ az r meghatározott i és j kockázati zónáinak árvíz kockázatra vonatkozó súlyozott biztosítási összegeit jelöli.

A meghatározott összes régió és ezen régiókra meghatározott összes kockázati zóna esetében egy adott r régió adott i árvízzónájának az árvíz kockázatra vonatkozó súlyozott biztosítási összege az alábbi módon számítható ki:

$$WSI_{(flood,r,i)} = W_{(flood,r,i)} * SI_{(flood,r,i)} \quad (4.29)$$

ahol:

- $W_{(flood,r,i)}$ r régió i árvíz kockázati zónájának a X. mellékletben meghatározott árvíz kockázati súlyát jelöli;
- $SI_{(flood,r,i)}$ r régió i árvízzónájának az árvíz kockázatra vonatkozó biztosítási összegét jelöli.

A meghatározott régiók és azok összes kockázati zónája esetében egy adott r régió adott i árvízzónájának a biztosítási összege a következőképpen számítandó ki:

$$SI_{(flood,r,i)} = SI_{(property,r,i)} + SI_{(onshore-property,r,i)} + 1,5 * SI_{(motor,r,i)} \quad (4.30)$$

ahol:

- $SI_{(property,r,i)}$ a biztosítónak vagy viszontbiztosítónak a tűz és egyéb vagyoni károk biztosítási és kapcsolódó viszontbiztosítási ágazaton belül az árvíz kockázatra is kiterjedő olyan szerződésekhez kapcsolódó biztosítási összegét jelöli, amelyek kockázata az r régió i kockázati zónájában helyezkedik el;

- $SI_{(onshore-property,r,i)}$) a biztosítónak vagy viszontbiztosítónak a tengeri, légi, szállítási biztosítási és kapcsolódó viszontbiztosítási ágazaton belül az árvíz okozta szárazföldi vagyoni kárra is kiterjedő olyan szerződésekhez kapcsolódó biztosítási összegét jelöli, amelyek kockázata r régió i kockázati zónájában helyezkedik el;
- $SI_{(motor,r,i)}$) a biztosítónak vagy viszontbiztosítónak az egyéb gépjármű-biztosítás— és kapcsolódó viszontbiztosítási ágazaton belül az árvíz kockázatra is kiterjedő olyan szerződésekhez kapcsolódó biztosítási összegét jelöli, amelyek kockázata az r régió i kockázati zónájában helyezkedik el.

A természeti katasztrófa kockázati részmodul után térjünk át a nem arányos vagyon- viszontbiztosításra vonatkozó katasztrófakockázati részmodulra.

4.2.6 Az ember okozta katasztrófa kockázati almodul

Az ember okozta katasztrófa kockázati almodult az EIOPA az alábbi szabályok és képletek alapján definiálja:

Az ember okozta katasztrófákra azon kockázatok vonatkoznak, melyek következő részmodulok mindegyikét magába foglalják:

- gépjármű-felelősségi kockázatra vonatkozó részmodul;
- tengeri kockázati részmodul;
- légi kockázati részmodul;
- tűzkockázati részmodul;
- felelősségi kockázatra vonatkozó részmodul;
- hitel- és kezességvállalási kockázatra vonatkozó részmodul.

Az ember okozta katasztrófákkal kapcsolatos kockázat tőkeszükséglete a következőképpen számítandó ki:

$$SCR_{mmCAT} = \sqrt{\sum_i SCR_i^2} \quad (4.31)$$

ahol:

- az összeg a fent meghatározott összes részmodult tartalmazza
- SCR_i az i részmodul tőkeszükségletét jelöli.

Ezen fejezetben is csak azon kockázatokat elemzem részletesebben, amelyek a Magyarországon működő biztosítók esetén relevánsak.

A tűzkockázati részmodulra nincs konkrétan megadott képlet. Tőkeszükséglete egyenlő a biztosító vagy viszontbiztosító alapvető szavatoló tőkéjében jelentkező olyan veszteséggel, amelyet a viszontbiztosítási szerződésekből és különleges célú gazdasági egységekből megtérülő összegek levonása nélkül a biztosítónak vagy viszontbiztosítónak a legnagyobb tűzkockázat-koncentrációra vonatkozó biztosítási összegével megegyező összeg azonnali elvesztése eredményezne.

Egy biztosító vagy viszontbiztosító legnagyobb tűzkockázat-koncentrációja az alábbi feltételek mindegyikének megfelelő, legmagasabb összegre biztosított épületcsoportot jelenti:

- a biztosítónak vagy viszontbiztosítónak a Tűz- és egyéb vagyoni kár és arányos viszontbiztosítási ágazatban olyan biztosítási vagy viszontbiztosítási kötelezettségei vannak minden épületre vonatkozóan, amely kiterjed a tűz és robbanás okozta károkra, beleértve a terrorista támadásokat is;
- valamennyi épület részben vagy teljes egészében egy 200 méteres sugarú körön belül helyezkedik el.

5. Modell

Ebben a fejezetben egy lakásbiztosítási állományhoz kapcsolódó katasztrófakockázatok modellezésére kerül sor. Mivel az állomány értékének nagysága egy biztosító esetén nem nyilvános adat, így a modellben a magyar lakásállomány esetében azzal a feltételezéssel éltem, hogy a biztosítási összegek eloszlása Pareto(100 000;2) vagyis a várható értékük 200 000 euró, illetve úgy kalkuláltam, hogy minden régióban 1000 db szerződéssel rendelkezik a biztosító, vagyis összesen 24 000 szerződő van országosan. Kárszámok eloszlása esetén a várható értéket 12 000-nek vettem, vagyis mintha minden második szerződésre jutna egy kár az évben. A cél annak vizsgálata, hogy mekkora szavatolótőke-szükséglet keletkezik katasztrófakárok esetén, ha a biztosító nem rendelkezik viszontbiztosítási védelemmel és akkor, ha rendelkezik.

Az előző fejezetekben ismertettem a standard formula alá tartozó, a dolgozat szempontjából releváns képleteket. Ezek segítségével lehetővé válik a szavatolótőke-szükséglet (SCR) meghatározása a Szolvencia II. szabályozás [10] alapján.

A viszontbiztosítás nélküli alapeset elemzését követően különböző viszontbiztosítási konstrukciók (például Quota Share, CatXL) hatását is bemutatom. Megvizsgálom, hogy ezek miként módosítják a szavatolótőke-szükségletet, illetve a partner nemteljesítési kockázat (counterparty default risk) figyelembevételével hogyan változik az összesített tőkekövetelmény.

A Szolvencia II. előírása szerint a biztosítók tönkremenetelének éves valószínűsége legfeljebb 0,5% lehet. Ezért a modell célja olyan nettó díj meghatározása, amely a számított tőkeszükséglettel együtt biztosítja ezt a megfeleléségi feltételt.

5.1 Viszontbiztosítás nélküli SCR a modellben

Első lépésben kiszámítom a viszontbiztosítás nélküli tőkeszükségletet a standard formula képletei alapján. A modellben a kárnagyágokra gamma és lognormális, míg kárszámokra Poisson és negatív binomiális eloszlást alkalmaztam. Kárnagyágok esetén azzal a feltételezéssel éltem, hogy a szimulált kár várható értéke megegyezik a biztosítási összegek eloszlásának várható értékével. Ezt követően kiszámítom a szükséges nettó díjat, amelyet a későbbi lépésekben bruttósítok. A Szolvencia II. előírása alapján a következő feltételnek kell teljesülnie:

$$P(SCR + p - X \geq 0) = 99,5\% \quad (5.1)$$

ahol:

- SCR a standard formula alapján kiszámított szavatolótőke-szükséglet
- p – nettó díj
- X – kárnagyság

Átrendezve az egyenlőtlenséget kapjuk, hogy

$$P(X \leq SCR + p) = 99,5\%$$

Mivel a kárnagyság eloszlása folytonos, ezért az $x = SCR + p$ valószínűsége nulla, így az alábbi egyenletet írhatjuk fel:

$$F(SCR + p) = 99,5\%$$

ahol F a kárnagyság eloszlásfüggvénye. Ezek után, ha ismerjük a károk eloszlását és kiszámoltuk a Szolvencia 2 képletek alapján a tőkeszükségletet a nettó díjat már könnyen meghatározhatjuk:

$$p = F^{-1}(99,5\%) - SCR \quad (5.2)$$

Így, ha ismerjük a szavatolótőke-szükségletet és a károk nagyságának eloszlását meg tudjuk határozni a nettó díjat, amire a biztosítónak szüksége van, ha talpon akar maradni. Ezután a bruttó díjat kell meghatározni, melyet egy költség loading segítségével lehet meghatározni, melyet én a piaci viszonyok alapján 25%-nak vettem. Így a bruttó díj:

$$p_{br} = (1 + 0,25) * p \quad (5.3)$$

5.2 Arányos viszontbiztosítás a modellben

A modelletem először egy arányos (Quota Share) viszontbiztosítással bővítettem ki. Az arányos viszontbiztosítás esetén a tőkeszükséglet kiszámítása viszonylag nem okoz nehézséget, mivel a kiszámított bruttó díjnak és a károknak is csak q részét kell figyelembe venni, mert az $(1-q)$ részt átadunk a viszontbiztosítónak. Ezen opció esetén viszont már jelentkezik partner kockázat, melyet az alábbiakban ismertetek majd. A modellben több q -ra is megvizsgáltam, hogy hogyan változik a tőkeszükséglet a különböző esetekben.

5.3 Nem arányos viszontbiztosítás a modellben

A nem arányos CatXL esetén csak egy bizonyos határtól egy megadott limitig térít a viszontbiztosító. Így a viszontbiztosító által viselt veszteség az alábbi módon írható fel:

$$Z(X) = \min(\max(X - M, 0), L) \quad (5.4)$$

ahol:

- X-kár
- M-biztosító megtartott része
- L – viszontbiztosító térítésének felső határa

Ezek alapján tehát a várható kifizetés a viszontbiztosító részéről $E[Z(x)]$. Azonban, hogy a szerződő partnernek is megérje ezért egy pótlékkal, melyet a jelöl kell korrigálni a neki szánt díjat. Így a viszontbiztosítónak szánt díj az alábbi módon írható fel:

$$p = \frac{1}{1-a} E(Z(X)) \quad (5.5).$$

Az $E(Z(X))$ meghatározásához először megállapítjuk, hogy milyen értékeket vehet fel a $Z(X)$, majd ezek segítségével kiszámítjuk a várható értéket.

$$Z(X) = \begin{cases} 0, & \text{ha } X \leq M \\ X - M, & \text{ha } M \leq X < L \\ L, & \text{ha } L \leq X \end{cases} \quad (5.6)$$

$$\begin{aligned} E[Z(X)] &= \int_0^M 0 * f(x) dx + \int_M^{M+L} (x - M) * f(x) dx + \int_{M+L}^{\infty} L * f(x) dx = \\ &= 0 + \int_M^{M+L} (x - M) * f(x) dx + \int_{M+L}^{\infty} L * f(x) dx = \\ &= \int_M^{\infty} (x - M) f(x) dx - \int_{M+L}^{\infty} (x - M) f(x) dx + \int_{M+L}^{\infty} L * f(x) dx = \\ &= \int_M^{\infty} x * f(x) dx - \int_M^{\infty} M * f(x) dx - \int_{M+L}^{\infty} (x - M) * f(x) dx + \int_{M+L}^{\infty} L * f(x) dx = \\ &= E(x) - \int_{-\infty}^M x * f(x) dx - M * (1 - \int_{-\infty}^M x * f(x) dx) - \left(\int_{M+L}^{\infty} x * f(x) dx - \int_{M+L}^{\infty} M * f(x) dx \right) + \int_{M+L}^{\infty} L * f(x) dx = \\ &= E(x) - \int_{-\infty}^M x * f(x) dx - M * (1 - (F(M))) - (E(x) - \int_{-\infty}^{M+L} x * f(x) dx - M * (1 - \int_{-\infty}^{M+L} f(x) dx)) + \int_{M+L}^{\infty} L * f(x) dx = \\ &= E(x) - \int_{-\infty}^M x * f(x) dx - M * (1 - F(M)) - E(x) + \int_{-\infty}^{M+L} x * f(x) dx + M * (1 - F(M + L)) + \int_{M+L}^{\infty} L * f(x) dx = \\ &= E(x) - \int_{-\infty}^M x * f(x) dx - M * (1 - F(M)) - E(x) + \int_{-\infty}^{M+L} x * f(x) dx + M * (1 - F(M + L)) + L * \left(1 - \int_{-\infty}^{M+L} f(x) dx \right) = \\ &= E(x) - \int_{-\infty}^M x * f(x) dx - M * (1 - F(M)) - E(x) + \int_{-\infty}^{M+L} x * f(x) dx + M * (1 - F(M + L)) + L * (1 - F(M + L)) = \\ &= \int_{-\infty}^{M+L} x * f(x) dx - \int_{-\infty}^M x * f(x) dx - M * (1 - F(M)) + M * (1 - F(M + L)) + L * (1 - F(M + L)) = \\ &= \int_M^{M+L} x * f(x) dx - M * (1 - F(M)) + M * (1 - F(M + L)) + L * (1 - F(M + L)) \quad (5.7) \end{aligned}$$

5.4 A partner kockázat a modellben

A partner kockázatot már a 4.2.1 részben részletesen kifejtettem, ebben a fejezetben csak arra fogok kitérni, hogy hogyan építettem be a modellbe ezen kockázathoz szükséges szavatolótőke-szükséglet kiszámítását. Azzal a feltételezéssel éltem, hogy a direkt biztosító csak minősített ügyféllel köt szerződést, vagyis csak 1. típusú kitettségek vannak és csak olyan partnert választ, amelynek a minősítése AAA, így a nemfizetési valószínűségüket a [10] meghatározottak szerint alkalmaztam. Továbbá megvizsgáltam azon eseteket is, amikor a minősítés csak A vagy BBB volt, hogy össze tudjam vetni, hogy változik a tőkeszükséglet a gyengébb minősítések esetén. Ezen kívül szükség volt az egyes partnerek az LGD értékére. Mivel csak 1 partnert vizsgálok mindkét viszontbiztosítás esetén így a (4.8) az alábbira egyszerűsödik:

$$LGD = \max((1 - RR_{re}) * (Recoverables + RM), 0) \quad (5.8).$$

Mivel a szimulált kárnagyságok várható értéke megegyezik az általam beállított biztosítási összeggel így Quota Share esetén a megtérülést az alábbi módon számítottam ki:

$$Recoverables = (1 - q) * E(X) \quad (5.9).$$

CatXL esetén pedig az alábbi módon:

$$Recoverables = E[Z(X)] \quad (5.10).$$

A kockázatsökkentő hatás megegyezik a viszontbiztosítás nélküli és viszontbiztosítással fedezett szavatolótőke-szükséglet különbségével:

$$RM = SCR - SCR_{vb-vel} \quad (5.11).$$

5.5 Díj és tartalékkockázat a modellben

A díj és tartalékkockázat számítása a standard formula alapján történt a modellben. A kockázati modulon belül természetesen csak a nem-élet üzletág díjkockázati komponensét vettem figyelembe, a tartalékkockázatot 0-nak tekintettem. Ez az egyszerűsítés összhangban van azzal a feltételezéssel, hogy a károkból eredő tartalékokat a vizsgált portfólióban elhanyagolhatónak tekintjük, ha újonnan induló állományról van szó.

A bruttó díjbevétel alapján számított tőkeszükséglet a 5.1. fejezetben szereplő scenáriók szerint számítottam ki, ahol még nem alkalmaztunk viszontbiztosítást. Ezzel szemben az 5.2. és 5.3. fejezetekben ismertetett scenáriók során a számításokat a viszontbiztosítási díjjal csökkentett bruttó díj alapján végeztem el, figyelembe véve a Quota Share és CatXL viszontbiztosítási konstrukciókat.

5.5 Az eredmények

Az ismertetett képletek alapján három különböző Pythonban megírt programkódot készítettem, amelyek a viszontbiztosítás nélküli, illetve az arányos és nem-arányos viszontbiztosításhoz kapcsolódó számításokat végezték el az általam megadott paraméterek alapján. A program által adott eredményeket euróban, két táblázatban foglaltam össze, melyek kifejtése alább következik. (A táblázatban lévő értékek euróban értendők, zárójelben az egyes partnerek hitelminősítése látható.)

	vb nélkül	q=0,8	q=0,65	q=0,20
SCR_nlCAT	4 556 413 232	3 645 576 285	2 967 135 254	934 721 999
SCR_nl,prem,res (gamma, Poisson)	4 301 138 037	2 899 441 867	2 170 408 681	496 361 049
SCR_nl,prem,res (gamma, negatív binomiális)	4 301 314 550	2 899 659 067	2 170 685 119	496 443 828
SCR_nl,prem,res (lognorm, Poisson)	4 216 834 019	2 848 850 826	2 135 412 436	491 244 107
SCR_nl,prem,res (lognorm, negatív binomiális)	4 217 066 557	2 849 252 246	2 135 435 793	491 208 297
SCR_def (lognorm, Poisson)	-	7 684 026 (AAA) 38 416 603 (A) 84 113 508 (BBB) 187 535 448 (BB)	13 281 121 (AAA) 66 393 022 (A) 145 388 561 (BBB) 324 132 886 (BB)	30 226 180 (AAA) 151 120 883 (A) 330 873 385 (BBB) 737 710 695 (BB)

SCR_def (gamma, Poisson)	-	7 522 040 (AAA) 37 603 857 (A) 82 340 184 (BBB) 183 582 633 (BB)	12 997 373 (AAA) 64 977 588 (A) 142 272 990 (BBB) 317 202 600 (BB)	29 580 016 (AAA) 147 869 328 (A) 323 775 259 (BBB) 721 937 062 (BB)
SCR_def (lognorm, negatív binomiális)	-	7 685 813 (AAA) 38 417 739 (A) 84 131 970 (BBB) 187 567 225 (BB)	13 283 901 (AAA) 66 406 260 (A) 145 394 322 (BBB) 324 227 164	30 234 436 (AAA) 151 130 103 (A) 330 909 257 (BBB) 737 835 063 (BB)
SCR_def (gamma, negatív binomiális)	-	7 523 629 (AAA) 37 612 084 (A) 82 336 002 (BBB) 183 618 034 (BB)	13 000 337 (AAA) 64 993 160 (A) 142 289 758 (BBB) 317 233 332 (BB)	29 580 621 (AAA) 147 895 524 (A) 323 832 458 (BBB) 721 926 947 (BB)
SCR_nlCAT + SCR_def (lognorm, Poisson)+ SCR_nl,prem,res (lognorm, Poisson)	8 773 247 252	6 502 111 137 (AAA) 6 532 843 714 (A) 6 578 540 619 (BBB) 6 681 962 558 (BB)	5 115 828 810 (AAA) 5 168 940 711 (A) 5 247 936 251 (BBB) 5 426 680 576 (BB)	1 456 192 287 (AAA) 1 577 086 989 (A) 1 756 839 491 (BBB) 2 163 676 801 (BB)
SCR_nlCAT + SCR_def (gamma, Poisson)+ SCR_nl,prem,res (gamma, Poisson)	8 857 551 270	6 552 540 192 (AAA) 6 582 622 009 (A) 6 627 358 336 (BBB) 6 728 600 785 (BB)	5 150 541 309 (AAA) 5 202 521 523 (A) 5 279 816 925 (BBB) 5 454 746 535 (BB)	1 460 663 064 (AAA) 1 578 952 377 (A) 1 754 858 307 (BBB) 2 153 020 110 (BB)
SCR_nlCAT + SCR_def (lognorm,negatív binomiális) + SCR_nl,prem,res (lognorm, negatív binomiális)	8 773 479 790	6 502 514 344 (AAA) 6 533 246 270 (A) 6 578 960 500 (BBB) 6 682 395 756 (BB)	5 115 854 949 (AAA) 5 168 977 307 (A) 5 247 965 369 (BBB) 5 426 798 212 (BB)	1 456 164 732 (AAA) 1 577 060 399 (A) 1 756 839 554 (BBB) 2 163 765 359 (BB)

SCR_nlCAT + SCR_def (gamma, negatív binomiális)+ SCR_nl,prem,res (gamma, negatív binomiális)	8 857 727 782	6 552 758 981 (AAA) 6 582 847 436 (A) 6 627 571 354 (BBB) 6 728 853 386 (BB)	5 150 820 710 (AAA) 5 202 813 534 (A) 5 280 110 132 (BBB) 5 455 053 706 (BB)	1 460 746 449 (AAA) 1 579 061 351 (A) 1 754 998 285 (BBB) 2 153 092 774 (BB)
--	---------------	---	---	---

1. Táblázat: Quota Share viszontbiztosítás eredményei

A vizsgálat során különböző Quota Share viszontbiztosítási arányokkal ($q = 0.8, 0.65, 0.2$) szimuláltam a nem-életbiztosítási kockázatok tőkeszükségletét. Az összehasonlítás alapjául a viszontbiztosítás nélküli ($q = 1.0$) eset szolgált.

A különböző Quota Share arányok alkalmazása világosan kimutatható csökkenést eredményezett a katasztrófakockázati modulban. A $q = 0.8$ esetén az SCR_nlCAT értéke kb. 20%-kal, $q = 0.65$ -nél közel 35%-kal, $q = 0.2$ esetén pedig több mint 75%-kal alacsonyabb lett, mint viszontbiztosítás nélkül. A díj- és tartalékkockázat modul szintén ezt a tendenciát követte, függetlenül attól, hogy gamma vagy lognormális káreloszlást, illetve Poisson vagy negatív binomiális kárgyakoriságot használtam. A viszontbiztosított bruttó díjak alapján számított tőkekövetelmények $q=0.2$ mellett töredékére csökkentek a viszontbiztosítás nélküli állapothoz képest, ami különösen alacsony tartalék- és díjkockázati profilt eredményezett.

A partnerkockázati modul eredményei alapján egyértelmű, hogy a viszontbiztosító hitelminősítése kulcsszerepet játszik a teljes tőkekövetelmény alakulásában. AAA minősítés mellett a partnerkockázati tőkeszükséglet minden viszontbiztosítási kvóta esetén alacsony maradt (néhány tízmillió euró alatt), míg BB minősítésnél ez az érték már akár 700 millió eurót is meghaladhat, különösen alacsony kvóták esetén.

Összegezve kijelenthető, hogy a Quota Share viszontbiztosítás alkalmazása jelentősen csökkenti a nem-életbiztosítási kockázatokhoz kapcsolódó tőkeszükségletet, azonban ez a csökkenés csak megfelelően kiválasztott viszontbiztosító partnerek esetén optimalizálható. A partner hitelkockázata tőkekövetelési tényezőként jelenik meg, amely különösen alacsony q értékeknél válik jelentőssé. Ez azt is jelenti, hogy nem minden esetben érdemes viszontbiztosítási szerződést kötni: ha a partner hitelkockázata túl magas, a partnerkockázati tőkeszükséglet akár meg is haladhatja a viszontbiztosítás által elért megtakarítást. A biztosítónak tehát nemcsak a

vizontbiztosítási kvóta mértékét, hanem a partner kockázati profilját is gondosan optimalizálnia kell, hogy a teljes SCR értéke valóban csökkenjen.

	vb nélkül	M=100 000 L=500 000	M=1 000 000 L=500 000	M=200 000 L=1 500 000
SCR_nlCAT	4 556 413 232	2 738 064 797	4 513 062 995	3 563 606 724
SCR_nl,prem,res (gamma, Poisson)	4 301 138 037	4 262 477 525	4 288 614 705	4 305 559 373
SCR_nl,prem,res (gamma, negatív binomiális)	4 301 314 550	4 262 715 918	4 288 680 144	4 305 653 085
SCR_nl,prem,res (lognorm, Poisson)	4 216 834 019	4 178 200 524	4 204 312 240	4 221 069 660
SCR_nl,prem,res (lognorm, negatív binomiális)	4 217 066 557	4 178 373 592	4 204 425 490	4 221 279 370
SCR_def (gamma, Poisson)	-	22 933 345 (AAA) 114 648 603 (A) 251 046 114 (BBB) 559 710 327 (BB)	13 186 767 (AAA) 65 928 648 (A) 144 361 076 (BBB) 321 875 758 (BB)	18 098 156 (AAA) 90 479 858 (A) 198 114 034 (BBB) 441 700 073 (BB)
SCR_def (lognorm, Poisson)	-	23 744 308 (AAA) 118 706 732 (A) 259 994 989 (BBB) 579 530 953 (BB)	13 999 739 (AAA) 69 989 087 (A) 153 249 108 (BBB) 341 658 162 (BB)	18 909 657 (AAA) 94 534 170 (A) 206 996 437 (BBB) 461 507 724 (BB)
SCR_def (gamma, negatív binomiális)	-	22 941 459 (AAA) 114 684 433 (A) 251 091 163 (BBB) 559 851 123 (BB)	13 193 864 (AAA) 65 962 909 (A) 144 412 117 (BBB) 322 005 281 (BB)	18 102 706 (AAA) 90 493 143 (AA) 198 192 784 (BBB) 441 830 631 (BB)
SCR_def (lognorm, negatív binomiális)	-	23 751 326 (AAA) 118 739 368 (A) 259 994 989 (BBB) 579 647 576 (BB)	14 005 301 (AAA) 70 017 806 (A) 153 308 731 (BBB) 341 806 304 (BB)	18 914 134 (AAA) 94 566 799 (A) 207 049 116 (BBB) 461 613 383 (BB)

SCR_nlCAT + SCR_def (gamma, Poisson)+ SCR_nl,prem,res (gamma, Poisson)	8 857 551 270	7 023 475 666 (AAA) 7 115 190 925 (A) 7 251 588 436 (BBB) 7 560 252 649 (BB)	8 814 864 467 (AAA) 8 867 606 348 (A) 8 946 038 776 (BBB) 9 123 553 459 (BB)	8 836 720 524 (AAA) 8 909 102 226 (A) 9 016 736 402 (BBB) 9 260 322 441 (BB)
SCR_nlCAT + SCR_def (lognorm, Poisson)+ SCR_nl,prem,res (lognorm, Poisson)	8 773 247 252	6 940 009 629 (AAA) 7 034 972 052 (A) 7 176 193 960 (BBB) 7 495 796 273 (BB)	8 731 374 973 (AAA) 8 787 364 321 (A) 8 870 624 343 (BBB) 9 059 033 396 (BB)	8 753 042 312 (AAA) 8 828 666 825 (A) 8 941 129 093 (BBB) 9 195 640 379 (BB)
SCR_nlCAT + SCR_def (gamma, negatív binomiális)+ SCR_nl,prem,res (gamma, negatív binomiális)	8 857 727 782	7 023 722 174 (AAA) 7 115 465 147 (A) 7 251 871 878 (BBB) 7 560 631 837 (BB)	8 814 937 004 (AAA) 8 867 706 048 (A) 8 946 155 257 (BBB) 9 123 748 420 (BB)	8 836 818 786 (AAA) 8 909 209 223 (A) 9 016 908 864 (BBB) 9 260 546 710 (BB)
SCR_nlCAT + SCR_def (lognorm,negatív binomiális) + SCR_nl,prem,res (lognorm, negatív binomiális)	8 773 479 790	6 940 189 715 (AAA) 7 035 177 757 (A) 7 176 433 378 (BBB) 7 496 085 965 (BB)	8 731 493 786 (AAA) 8 787 506 291 (A) 8 870 797 215 (BBB) 9 059 294 789 (BB)	8 753 256 499 (AAA) 8 828 909 164 (AA) 8 941 391 482 (BBB) 9 195 955 749 (BB)

2. Táblázat: CatXL viszontbiztosítás eredményei

Az CatXL eredményeket összegző táblázatból látszik, hogy az M és L paraméterek változtatása jelentős mértékben befolyásolja a tőkeszükségletet. Az alacsony M + magas L (pl. M = 100 000, L = 500 000) konfiguráció jelentős csökkentést eredményez az SCR_nlCAT értékében, mivel már kisebb kárösszegek esetén is belép a viszontbiztosító. Ugyanakkor nagyobb megtartás (pl. M = 1 000 000) vagy alacsony limit (pl. L = 500 000) esetén ez a csökkentés kevésbé érvényesül.

A partnerkockázat esetében az eredmények azt mutatják, hogy az SCR_def értéke erősen függ a viszontbiztosító hitelminősítésétől. Azonos viszontbiztosítási struktúra (pl. M = 100 000 Ft, L = 500 000 Ft) esetén az AAA minősítés mellett az SCR_def csupán néhány tízmilliós nagyságrendű, míg BB minősítésnél már több százmillió forintos többletet jelenthet. Ez arra utal, hogy bár a viszontbiztosítás általában tőkeszükséglet-csökkentő hatású, ez nem garantált minden esetben. Két

konkrét példán keresztül is látható, hogy $M = 1\,000\,000$, $L = 500\,000$ és $M = 200\,000$, $L = 1\,500\,000$ paraméterezésnél a teljes tőkeszükséglet ($SCR_{nlCAT} + SCR_{def} + SCR_{nl,prem,res}$) több kombinációban is magasabb lett, mint viszontbiztosítás nélkül. Ennek oka kettős: egyrészt ezekben a konfigurációkban a viszontbiztosító szerepe arányaiban csökken, így az SCR_{nlCAT} csökkenése mérsékelt. Másrészt a partnerkockázat (SCR_{def}) megnő, mivel a biztosító a potenciális kártérítés egy nagyobb részét a viszontbiztosítóra bízta, és ezáltal fokozottan ki van téve a partner nemteljesítési kockázatának

A vizsgálatból jól látható, hogy a partnerkockázat a viszontbiztosítási előnyöket akár részben vagy teljesen ellensúlyozhatja. Alacsony megtartás és magas limit esetén ugyan jelentős csökkenés érhető el a nem-életbiztosítási katasztrófakockázat (SCR_{nlCAT}) komponensben, de a megnövekvő SCR_{def} miatt a teljes tőkeszükséglet nem minden esetben csökken, sőt, gyenge minősítésű partner esetén nőhet is. Emiatt a viszontbiztosítási struktúrák kialakításakor nem elegendő csak a kockázatmegosztás mértékét optimalizálni, hanem elengedhetetlen a partner megbízhatóságának alapos mérlegelése is. A megfelelő egyensúly megtalálása a megtartás (M), a limit (L) és a partner hitelminősítése között kulcsfontosságú ahhoz, hogy a viszontbiztosítás valóban előnyös hatással legyen a biztosító tőkekövetelményeire.

A vizsgálat tehát egyértelműen rávilágít arra, hogy a viszontbiztosítás nem minden esetben előnyös. A díj egy jelentős részéről való lemondás mellett a partnerkockázat sok esetben ellensúlyozhatja, sőt meghaladhatja a tőkeszükséglet-csökkenést, különösen akkor, ha a partner hitelminősítése gyenge. A partnerkockázat tehát annál nagyobb, minél rosszabb a partner besorolása, illetve minél nagyobb a várt kárösszeg, amit a viszontbiztosító megtérítene.

Az eredmények tekintetében kijelenthető, hogy CatXl viszontbiztosítási struktúrák kialakításánál nem elegendő kizárólag az M és L paramétereket optimalizálni – elengedhetetlen a viszontbiztosító kockázati profiljának figyelembevétele is. A partner megbízhatósága és hitelkockázata ugyanolyan kritikus tényező, mint a technikai paraméterek. Ez különösen igaz a CatXL típusú viszontbiztosításokra, ahol a partnerkockázat a várt előnyöket akár teljes mértékben semlegesítheti.

Összefoglalva:

- A Quota Share viszontbiztosítás akkor ajánlott, ha a cél egy általános kockázatcsökkentés, különösen magas volumenű, gyakori káresemények esetén, és ha a biztosító megbízható, jó hitelminősítésű partnerekkel dolgozik.

- A CatXL viszontbiztosítás akkor célszerű, ha a biztosító ritka, de nagy káreseményekre szeretne védelmet, és fontos számára, hogy a portfólió többi részét ne terhelje át a viszontbiztosítóra.

A két konstrukció nem kizárja, hanem jól kiegészítheti egymást, és kombinált alkalmazásuk egy komplex biztosítási portfólióban hatékony eszközt jelenthet a szavatolótőke-optimalizálás szempontjából. A végső döntésnél azonban mindig figyelembe kell venni a partner nemteljesítési kockázatát, amely a Solvency II rendszerében explicit módon beépül az SCR számításába.

6. Összegzés

Dolgozatomban azt vizsgáltam, hogy a különböző viszontbiztosítási konstrukciók – elsősorban a Quota Share és a Catastrophe Excess of Loss (CatXL) típusú megállapodások – miként befolyásolják egy biztosító szavatolótőke-szükségletét a Szolvencia II. standard formula szerinti számítás során. A kutatás különös hangsúlyt fektetett a természeti katasztrófa kockázatok kezelésére és a viszontbiztosítás által nyújtott tőkekövetelmény-csökkentő hatás vizsgálatára.

A dolgozat elméleti része bemutatta a viszontbiztosítás típusait, a Szolvencia II. szabályozás struktúráját, és annak releváns kockázati moduljait, különös tekintettel a nem-életbiztosítási kockázatokra, mint a díj- és tartalékkockázat, a katasztrófakockázat, valamint a partner nemteljesítési kockázat. Az optimalitási tételek alapján igazoltam, hogy bizonyos feltételek mellett az arányos, míg más esetekben a nem arányos viszontbiztosítás lehet hatékonyabb a kockázatmegosztás szempontjából.

A gyakorlati részben saját Python-alapú modellt fejlesztettem ki, amely segítségével valósághű kockázati paraméterek mellett szimuláltam az egyes modulok tőkeszükségletét, viszontbiztosítás nélkül és különböző viszontbiztosítási szerződések alkalmazása esetén. A modell kiterjedt a Pareto, Gamma és lognormális eloszlásokkal való kármodellezésre, valamint különféle kárszám-eloszlásokra (Poisson és negatív binomiális).

Az eredmények alapján megállapítottam, hogy Quota Share viszontbiztosítás lineáris tőkekövetelmény-csökkentő hatása mellett a partner nemteljesítési kockázat növekedése viszonylag mérsékelt marad, így alacsonyabb q -értékek mellett is jól használható tőkeszükséglet-mérséklésre. A CatXL viszontbiztosítás eredményessége erősen függ a megtartási (M) és limit (L) értékek megválasztásától: bizonyos M – L párosoknál az SCR drasztikusan csökkent, de ezzel

együtt a partnerkockázat is jelentősen nőtt. A partner nemteljesítési kockázat mérséklésére külön figyelmet kell fordítani, mert a kedvezőtlen hitelminősítésű partnerek (BBB vagy BB de bizonyos paraméterek esetén akár A) esetén a tőkeszükséglet-emelkedés meghaladhatja a viszontbiztosítás nyújtotta előnyöket.

Összességében az eredmények rávilágítanak arra, hogy nincs univerzálisan legjobb viszontbiztosítási konstrukció: a választás mindig az adott portfólió, kockázati szerkezet és partnerminősítés függvénye. A viszontbiztosítás alkalmazása azonban továbbra is kulcsfontosságú eszköz a szolvencia fenntartásában és a kockázatkezelési stratégia optimalizálásában.

Természetesen a végére hozzá kell tennem, hogy a dolgozatban bemutatott Python-alapú modell a biztosítók üzleti adatainak titkossága miatt – több ponton feltételezéseken nyugszik. Az alkalmazott kárnagyság- és kárszám-eloszlások, valamint a biztosítási összegek régióként történő megoszlása közelítésekkel kerültek kialakításra. Fontos hangsúlyozni azonban, hogy a modell rugalmasan átparaméterezhető és bővíthető, így amennyiben a biztosító a saját belső adatait elérhetővé teszi, a modell közvetlenül adaptálható az adott intézmény portfóliójára, és megbízhatóan alkalmazható tőkeszükséglet-számítási és viszontbiztosítás-optimalizálási célokra. Ennek köszönhetően a dolgozatban bemutatott rendszer nemcsak oktatási célokra használható, hanem gyakorlati eszközként is beilleszthető egy biztosító kockázatkezelési és szolvencia-menedzsment gyakorlatába.

Mellékletek

A szakdolgozathoz készített Python programkódok, valamint az adatok beolvasásához szükséges Excel-fájlok elérhetők a következő nyilvános GitHub-repozitóriumban:

<https://github.com/Mtedvy/MSK-Szakdolgozat-mell-klet.git>

MI-eszközhasználati nyilatkozat

Alulírott, **Edvy Máté** nyilatkozom, hogy szakdolgozatom elkészítése során az alább felsorolt feladatok elvégzésére a megadott MI-alapú eszközöket alkalmaztam:

Feladat	Felhasznált eszköz	Felhasználás helye	Megjegyzés
Nyelvi ellenőrzés és szövegérthetőség javítása.	ChatGPT	Teljes dolgozat	Helyesírás-ellenőrzés.

A felsoroltakon túl más MI-alapú eszközt nem használtam.

Irodalomjegyzék

- [1] EIOPA Szolvencia II (<https://eur-lex.europa.eu/>)
- [2] Kerényi István: Viszontbiztosítás, Budapesti Corvinus Egyetem Operációkutatás és Aktuáriustudományok Tanszék 2011
- [3] Arató Miklós: Általános biztosítás II. órai jegyzetek 2024/2025 tanév
- [4] Arató Miklós: Nem-élet biztosítási matematika. Egyetemi tankönyv. Eötvös Kiadó, Budapest, 2001
- [5] S&P Global: Default, Transition, and Recovery: 2020 Annual Global Corporate Default And Rating Transition Study
- [6] CEIOPS-L2-Final-Advice-SCR-SF-Counterparty-default-risk
- [7] CEIOPS-L2-Final-Advice-on-Standard-Formula-Reinsurance-mitigation
- [8] CEIOPS-L2-Final-Advice-SCR-Non-Life-Underwriting-Risk
- [9] CEIOPS-Calibration-paper-Solvency-II
- [10] COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2015/35
- [11] S.A. Klugman, H.H. Panjer, G.E. Willmot, Loss models, Wiley, 2004
- [12] SOLVENCY II FOR REINSURANCE MANAGERS Key Discussion Points For Non-Life Insurer

Ábrajegyzék

1. ábra Természeti katasztrófák megoszlása a világban 2023	6
2. ábra Természeti katasztrófák számának változása a világban	7
3. ábra Leggyakoribb természeti katasztrófák Európában 2001-2020.....	8
4. ábra Árvíz által legjobban érintett területek Európában	9
5. ábra Természeti katasztrófák által legjobban érintett országok Európában.....	9
6. ábra Az SCR kiszámítására alkalmazott standard formula.....	21
7. ábra Katasztrófa kockázat kiszámításának standard formulája	30
8. ábra Magyarország kockázati régiós felosztása	32