

A MAGYAR BIZTOSÍTÁSI SZEKTOR ESZKÖZOLDALI KLÍMASTRESSZTESZTJE

Törös-Barczel Nikolett (elemző, Magyar Nemzeti Bank), torosbarczen@mn.hu

Juhász Katalin (elemző, Magyar Nemzeti Bank; PhD hallgató, Budapesti Corvinus Egyetem, Gazdálkodástani

Doktori Iskola), juhaszka@mn.hu

ÖSSZEFOGLALÓ

A klimatikus stressztesztnek térnyerése egyre jelentősebb a pénzügyi világban, ugyanakkor az alkalmazott módszertanok még kialakulóban vannak. A tanulmány célja ismertetni a magyar biztosítói eszközoldal felépítését, feltérképezni a klímaváltozásból fakadó kockázatokat és három klimatikus scenárión keresztül bemutatni a lehetséges változásokat 2050-es kitekintéssel. A biztosítók portfólióinak értékváltozását diszkontált cash-flow módszerrel határoztuk meg, ami jól illeszkedett a magyar biztosítónál tapasztalt állampapírtúlsúlyhoz. A tanulmányban az NGFS (Network for Greening the Financial System) által megalkotott, CO₂-kibocsátás alapján meghatározott scenáriókat használtuk, melyek 2050-ig adnak előrejelzést többek között makrogazdasági mutatókra. Az átállási kockázatokat számszerűsítő eredmények azt mutatják, hogy az NGFS klímascenáriói közül a rendezett átállási scenárió a legkedvezőbb hosszú távon a magyar biztosítói eszközoldal értékére nézve.

SUMMARY

The rise of climatic stress tests is becoming increasingly significant in the financial world, although the applied methods are still developing. The study aims to describe the structure of the Hungarian insurance asset side, to map the risks arising from climate change and present the possible changes through three climate scenarios with an outlook to 2050. The portfolio of the insurance companies was calculated by discount cash-flow method, which matched well with the excess weight of government securities experienced by Hungarian insurance companies. The climate scenarios that are used in the study were created by the NGFS (Network for Greening the Financial System) on the basis of CO₂ emissions, which provide forecasts for, among other things, macroeconomic indicators until 2050. The results only quantify transition risks and show that among the NGFS climate scenarios, the orderly transition is the most favorable in the long term for the value of the Hungarian insurance asset side.

Kulcsszavak: klímastresszteszt, biztosítói eszközoldal, diszkontált cash-flow, NGFS
Keywords: climate stress test, insurance asset side, discounted cash-flow, NGFS

JEL: G22

DOI: 10.18530/BK.2023.1-2.16

<http://dx.doi.org/10.18530/BK.2023.1-2.16>

1. Bevezetés

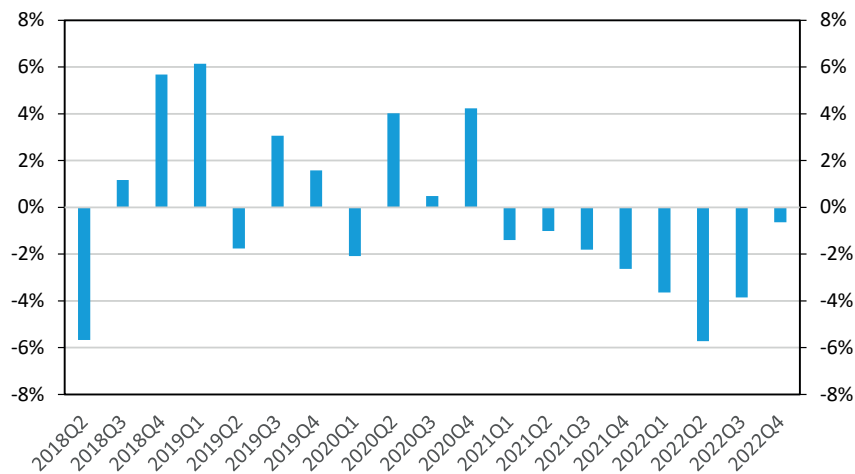
A klímaváltozás miatt bekövetkező változások egyre több szektorban éreztetik hatásukat, emiatt kulcsfontosságú a korai reagálás és a változásokra való felkészülés. Ez különösen igaz a pénzügyi szektorra, hiszen a bankok jelentik a gazdaság működésében az összetartó erőt, így nemcsak financiai szempontból kapnak figyelmet, hanem bizalmi alapon is kiemelt szerepük van.

A pénzügyi szektornak (az iparral ellentétben) nincs közvetlen hatása a klímaváltozásra, a bankok operatív működése csupán az irodai kibocsátásra korlátozódik (közvetett Scope 1 kibocsátás; megvásárolt energiával járó, közvetett Scope 2 kibocsátás), ami nem jár jelentős kibocsátással. Ugyanakkor a közvetett befolyásuk annál nagyobb lehet, hiszen finanszírozóként támogathatnak és egyben meg is tagadhatnak finanszírozást olyan cégektől, amelyek felelősek a klímaváltozásért, emellett befektetőként is jelen vannak a piacon. A finanszírozott célok és vállalatok, valamint saját befektetéseik által nem csupán hatnak a klímaváltozás alakulására, de közvetett, Scope 3 típusú emissziót is generálhatnak. (WBCSD és WRI 2004)

A pénzügyi szektoron belül a biztosítókat a fizikai és átállási kockázatok egyaránt veszélyeztetik. Az éghajlatváltozás következményeképp nem-élet ágon egyre gyakoribb és/vagy súlyosabb kárösszegek jelentkezhetnek, másrészt élet ágon a vártnál magasabb halálozási ráták okozhatnak extra kockázatot (EIOPA 2022a). **Ezen változások miatt a biztosítók akár úgy is dönthetnek, hogy nem kínálnak biztosítást egy-egy kártípusra, mert azok fenntartása veszteséggel járna, ezzel pedig tovább nőhet az alulbiztosítottság** (Tesselaar 2022). A várható kárkifizetések növekedése, azaz a kötelezettség oldal változása mellett kockázatot jelentenek az eszközoldal értékében beálló változások is.

A Szolvencia II szabályozás által előírt piackonzisztens értékelés következtében az eszközállomány értéke a piaci árak módosulásával összhangban folyamatosan változik. Az utóbbi negyedévekben a magyar piacon is szembetűnő volt a biztosítók eszközállományának értékcsökkenése (1. ábra), ami elsősorban az állampapírhozamok emelkedésének a következménye.

1. ábra: Nem unit-linked eszközök Szolvencia II értékének százalékos változása (negyedév/negyedév)



Forrás: MNB

A tanulmány célja, hogy feltérképezze a hazai biztosítók klímaváltozás miatti eszközoldali kitettségét, azaz felmérje az átállási kockázatokat (melyeket a 3.2. fejezetben fejtünk ki részletesen), és becslést adjon 30 éves időhorizonton az eszközportfólió értékváltozásaira különböző klímaszenáriókat figyelembe véve.

Az eredmények azt mutatják, hogy bár az átállási kockázat mértéke nem kimagasló a biztosítási szektorban, ugyanakkor az alacsonyabb kibocsátású gazdaságra való átállást érdemes sürgetni, mert ezzel csökkenthetőek az átállási kockázatok.

A tanulmányt a szakirodalom áttekintésével kezdjük, ahol bemutatunk néhány pénzügyi szektorra készített klímastressztesztet, illetve módszertant, majd ezt követően a biztosítói eszközoldal felbontását fejtjük ki bővebben. Az eszközoldal tulajdonságainak feltérképezése után a klímaváltozásból eredeztethető kockázatokat mutatjuk be részletesen, melyek a klímaszenáriókban különböző súlyt fognak képviselni, ezzel is érzékeltetve a szenáriók közötti különbségeket. A klímakockázatok és -szenáriók ismertetését követően betekintést engedünk az alkalmazott módszertanba, és ismertetjük az eredményeket, végül pedig az eredmények alapján levonjuk a konklúziót.

2. Szakirodalmi áttekintő

Az elmúlt néhány évben egyre inkább kibővült a klímastressztesztek szakirodalma a pénzügyi szektorban, mind a modellek, mind a vizsgált pénzügyi eszközök szempontjából. A hazai biztosítókna kockázatkezelésük részeként eddig is el kellett végezniük a saját kockázat- és szolvenciaértékelésüket (ORSA), amibe be kell építeniük

az éghajlatváltozási kockázatokat is (EIOPA 2022b). Ezek segítségével képet kaphatnak arról, hogy a klimatikus kockázatok milyen hatást gyakorolnak a kockázati profiljukra.

Az EIOPA (2022a) évről évre támogatja a kutatókat azáltal, hogy ő maga is összegyűjti a jelenlegi szakirodalmat, kiértékeli azt, illetve felméri az egyes modellek előnyeit, hátrányait és buktatóit. Részletesen ismerteti a fizikai és átállási nagy kockázati csoportokat (lásd: 3.2. fejezet), amelyek elemzése eltérő modelleket igényel. A cikk támpontokat ad arra vonatkozóan, hogy a biztosítókat érintő kockázatokat milyen modellek segítségével lehet értékelni, és nemcsak a fizikai károk számszerűsítésére láthatunk módszereket, hanem az átállási kockázatokból származó átértékelődésekre is kínál elemzési technikákat.

Az MNB részéről nem ez lesz az első klimatikus stresszteszt. 2021 decemberében publikálta hosszú távú banki klímastressztesztjét, amely szintén három szenárión keresztül mutatta be a fizikai és az átállási kockázatokat 2020–2050 közötti időszakra a Cambridge Econometrics adatait alapul véve (Bokor 2021). Az elemzés alapján elmondható, hogy Magyarország esetében az együttes átállásnak, amikor minden ország a nettó zéró kibocsátás mellett dönt, jelentős pozitív hozadéka van, és sokkal kedvezőbb makrogazdasági pályára kerülne az ország, mintha nem lenne átállás.

A jegybankok közül a holland De Nederlandsche Bank (DNB) volt az egyik úttörő a klimatikus stressztesztek létrehozásának szempontjából (Vermeulen et al. 2018). Az energiaátállásból fakadó átmeneti kockázatokat térképezi fel úgy, hogy a holland pénzügyi intézmények (bankok, biztosítók és pénztárak) kitettségét vizsgálja meg ötéves időhorizonton az energiaátállás függvényében négy szenárió segítségével. A stresszteszt eredményei alapján a veszteségek jelentősek lesznek, ugyanakkor kezelhetőek.

Magyarország esetében az együttes átállásnak, amikor minden ország a nettó zéró kibocsátás mellett dönt, jelentős pozitív hozadéka van.

A French Prudential Supervisory Authority (ACPR) és a Banque de France (BdF) 2020-ban publikálta bottom-up típusú kísérleti stresszteszt gyakorlatát, mely a fizikai és az átmeneti kockázatok következményeit modellezi a hitel-, a piaci és a szuverén kockázatokra 2050-ig. A modellezés az NGFS adatainak felhasználásával kiterjed a banki és biztosítói eszköz-, illetve forrásoldalra egyaránt. Az eredmények azt mutatták, hogy a klimatikus kockázatok kitettségei a francia bankok és biztosítók esetében mérsékeltek, ami hasonló a holland jegybanki stresszteszt megállapításához.

A portfóliókban vizsgálandó eszközök homogenitása vagy épp heterogenitása jelentős befolyásoló erővel bír a megfelelő modell kiválasztásánál. Míg bizonyos cégek közvetlenül hatnak a környezetre a kibocsátásuk által, amivel megbecsülhetővé válik saját részvényük kitettsége, addig más pénzügyi eszközöknél nem egyértelmű az értékváltozás kiszámolásának menete a különböző szenáriókban.

Maximilian Görgen és szerzőtársai (2020) arra tettek kísérletet, hogy a megnövekedett karbonárak miatti vállalati átárazódást modellezzék. Céljuk egy „karbon-bétát” becsülni, mely megmutatja a vállalat karbonkockázatra való érzékenységet. A karbon-béta becsléséhez bevezették, az úgynevezett BMG (Brown minus Green) faktort, melynek alapja a Fama and French modell. Ennek segítségével a cégek fel tudják mérni, hogy portfóliójuk mennyire van kitéve a karbonárak változásának a barna, szénelapú gazdaságról a zöld, alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaságra való átállás során.

Ahogy az előző példa is mutatta, a részvények kitettségeinek kiszámítása esetében hagyatkozhatunk a klímaváltozásra való érzékenységre, azaz alkalmazhatunk egy faktormodellt, ami általában kibocsátásalapú. Hasonló helyzet áll fenn a vállalati kötvények esetében is, azaz az ÜHG-kibocsátás (üvegházhatású gázok) lesz a fő „klímaváltozó”, ugyanakkor az államkötvényeknél ez a lehetőség már nem adott. Az államkötvények értékelésekor nem lehet csupán a kibocsátási mennyiségre koncentrálni, hiszen az ország gazdaságát jelentősen befolyásolják az éghajlati adottságai is. Erre a problémakörre adhat választ a Climate VaR modell (Battiston és Monasterolo 2020), amely vállalati és az államkötvények értékelését tűzi célul a klímaváltozás hatásainak függvényében.

3. A stresszteszt bemutatása

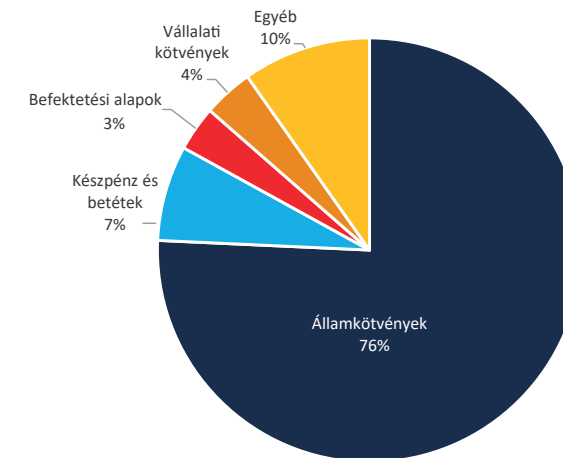
3.1. Biztosítói eszközoldal

A biztosítói eszközöket két csoportba sorolhatjuk attól függően, hogy ki az elsődleges piaci kockázat viselője: ezek a unit-linked és nem unit-linked biztosításhoz kapcsolható eszközök. Ha csak az életági oldalt vizsgáljuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy a két típusú életbiztosítás eltérő struktúrájú megtakarítási formát takar. A unit-linked biztosítás, avagy a befektetési egységhez kötött életbiztosítás esetében az ügyfél választhat a biztosító által kínált eszközalapok közül, életbiztosításának kifizetése az eszközalap majdani teljesítményétől függ. Ezzel szemben a nem unit-linked életbiztosításoknál a biztosító az ügyfél számára a szerződésben foglaltak alapján fogja a hozamot biztosítani. E kategorizálás az eszközök csoportosításánál is megjelenik: megkülönböztethetjük a unit-linked tartalékok mögötti unit-linked eszközöket, ahol az ügyfél a kockázatviselő, míg a nem unit-linked eszközök magukban foglalják a saját eszközöket, a nem-életbiztosítási tartalékok fedezetét és az életbiztosítási tartalékokat (kivéve unit-linked).

A tanulmányban a továbbiakban a biztosítók eszközösszetétele alatt kizárólag a nem unit-linked befektetéseket értjük, ahol elsősorban a biztosító viseli a kockázatokat és nem az ügyfél. Bár a unit-linked biztosításokhoz kapcsolódó portfóliók vizsgálata is sok érdekességet rejt magában, most nem teszünk kísérletet az értékváltozásaik becslésére, mivel ott az árfolyamváltozásból fakadó kockázatokat az ügyfél viseli. A biztosító más típusú kockázatokkal (például reputációs, jövőbeli profitok változása) természetesen szembesül, ezek értékelése azonban másfajta megközelítést igényel, így meghaladja e tanulmány kereteit.

Az európai országokban a nem unit-linked eszközök összetétele között jelentős eltérések jelentkeznek. **A magyar biztosítókról elmondható, hogy nem unit-linked eszközeik többségét magyar állampapírba fektetik (2. ábra), míg a fennmaradó részt befektetési alapokba, külföldi országok állampapírjaiba, vállalati kötvényekbe és egyéb eszközökbe investálják.**

2. ábra: Nem unit-linked eszközfelbontás 2022Q4



Forrás: MNB

A nyugat-európai országokban az állampapír-jelenlét a biztosítói eszközök között 10-40 százalék között alakult, míg a déli államokra ennél magasabb, 50-60 százalék közötti arány volt jellemző. Magyarországhoz hasonlóan Románia biztosítóira is inkább a magasabb állampapírráta a jellemző (EIOPA 2019).

A magyar biztosítók kockázatkerülését indokolja az életbiztosításokért vállalt garancia és a nem-életági biztosítások esetén felmerülő kárkifizetések folytonosságának szavatolása. Míg Nyugat-Európában az államkötvények hozamai – és egyúttal kockázati szintjei – viszonylag alacsony szinten vannak, emiatt kénytelenek extra kockázatot vállalni a szükséges hozam biztosítása érdekében, addig a magyarországi biztosítási szektornak erre nincs szüksége a magasabb állampapír-kamatkörnyezet miatt. A magyar biztosítók magas hazai állampapír-kitettsége mögött az elérhető hozamok mellett a devizakockázat elkerülése is szerepet játszik. Lényeges továbbá, hogy a Szolvencia II szerint a magyar biztosítóknak a magyar állampapír kisebb kockázatot jelent¹, ugyanis nem kell rá kamatriskókat és koncentrációs kockázatot számolni, ellentétben például a vállalati kötvényekkel (Bártfai-Bora et al. 2022). Mindemellett a magyar biztosítók számára a vállalati kötvény- és részvénybefektetések sem jelentenek vonzó alternatívát a magyar tőkepiac relatív fejletlensége miatt.

¹Szolvencia II szerint a hazai devizában denominált állampapírok kockázata alacsonyabb az európai uniós országokban.

A magyar biztosítók nem unit-linked eszközeik között az állampapírok után a legnagyobb arányban készpénzt és betétet tartanak, ez az elmúlt év utolsó negyedében (2022Q4) 7 százalékot tett ki. A befektetési alapok pedig jelenleg 3 százalékos részesedéssel vannak jelen a teljes nem unit-linked eszközök között.

3.2. A klímaváltozásból eredő kockázatok

A pénzügyi intézményeken belül is eltérések mutatkozhatnak a tekintetben, hogy a klímaváltozás mekkora kitétséget jelent egy pénzügyi vállalatnak, hiszen a biztosítók mind eszköz-, mind forrásoldalról érintettek. Alapvetően három jól elkülönülő kockázati típust különböztethetünk meg, melyek a klímaváltozásból eredeztethetőek, a fizikait, az átállási és a felelősségi kockázatot (IAIS 2021). A fizikai kockázatot a globális felmelegedés következményeiből eredeztetjük, melyek a kötelezettség oldalt érintik leginkább, azáltal, hogy a károk száma és súlyossága megnövekszik, egyes biztosítástípusok jövedelmezőségét pedig nagymértékben ronthatja ezáltal. Extrém esetben bizonyos kockázatok biztosíthatatlanná válnak, emiatt a biztosító nem kínál biztosítást az adott kártípusra, tovább növelve az alulbiztosítotttságot (EIOPA 2020b).

A fizikai kockázat mellett az átállási kockázat is jelentős befolyással bírhat az eszközök ártértékelődésének képében. Az ártértékelődés az alacsony karbonkibocsátású gazdaságra való átállás egyik következménye. A technológiai és a fogyasztói, befektetői preferenciák megváltozása hátrányos helyzetbe hozhatja a magas fosszilisenergia-igényű vállalatokat, ami az értékpapírjaik ártértékelődésében nyilvánul meg (az ártértékelődés okait a 3.4. fejezetben fejtettük ki részletesen). **A biztosítók eszközei, azaz a nem unit-linked eszközök gyors átázódása komoly kockázatot jelent, ami akár a kötelezettségek teljesíthetőségére is kihathat (EIOPA 2020a).**

Átállási kockázatról beszélünk akkor is, ha a karbonsemleges gazdaságra való átállás következtében az emelkedő karbonárak nem időben elnyúlva épülnek be, hanem azonnali ártértékelődést okoznak, ami leginkább az értékpapírpiacot fenyegeti. Az átállási kockázat jelenlétének egy másik lehetséges oka a karbonárak, vagyis a karbonadók bevezetése, melynek során a magasabb költségek elkerülése végett a magas ÜHG-kibocsátású cégek kénytelenek átállni egy alacsonyabb kibocsátási szintre, aminek természetesen szintén ára van, továbbá időbe telik, mire a folyamat végbemeget, és változás áll be (EIOPA 2020a).

A klímaváltozásból fakadó felelősségi kockázatok értékelése magában foglalja a társadalmi, peres és bírósági környezetben bekövetkező potenciális változásokból származó kockázatokat. Emellett kiterjed a biztosítókkal szembeni intézkedések kockázatára, amely az éghajlatváltozási kockázatok (nem megfelelő) kezelése miatt alakult ki (IAIS 2021).

Bár külön kezeljük a három típusú kockázatot, ezek sok esetben összefonódnak, a fizikai és az átállási kockázat az érem egy-egy oldalát testesíti meg. Miközben a vállalatok egy része a klímaváltozás fizikai kockázatait szenved el a fosszilis kibocsátó cégek miatt, addig az átállási kockázat – mint a potenciálisan bevezetésre kerülő magas karbonadó – pont a szennyező vállalatokat érinti negatívan. Érdekeik ütköznek, mivel más-más kockázatokat szenvednek el (Alogoskoufis et al. 2021).

A klímaváltozás elleni harc másik legnagyobb akadályozója a gazdasági növekedés, pontosabban az ahhoz való ragaszkodás, vagyis az arról való lemondás, ami különösen igaz az energiaexportáló és -termelő országokra (NGFS 2021). A technológiák leváltása jelentős többletköltséggel járhat, az átállásból fakadó jóléti haszon pedig nem feltétlenül tudja ellensúlyozni ezt a befektető vállalatok számára, ráadásul az átállás pozitív hatásai is csak később jelentkeznek. Ugyanakkor hosszú távon a természeti katasztrófák és az abból származó károk visszavethetik a gazdasági fejlődést, hiszen ezek finanszírozása jelentős összegeket von el (Lombardi 2022).

A klímaváltozás elleni harc másik legnagyobb akadályozója a gazdasági növekedés, pontosabban az ahhoz való ragaszkodás.

Felerősíti a fizikai vagy átmeneti kockázatokkal sújtott cégek közötti érdekkülönbségeket, hogy földrajzi szempontból nem egységesek a klímaváltozás hatásai. Van, ahol sokkal súlyosabbak a következmények, máshol pedig enyhébbek vagy alig érzékelhetőek. A fizikai kockázatok egyfajta morális kockázatot is magukban rejtenek, a klímaváltozás hatásai azokat sújtják igazán, akiknek a környezetük az elsődleges bevételi forrásuk, nem a fosszilis energiahordozók előállítására vagy kibányászására (Samson 2011). Mindemellett az sem biztos, hogy a magasabb kibocsátású országokat érinti leginkább a változás, így még az érdekek sem feltétlenül összeegyeztethetőek, hiszen a kibocsátás visszafogása a legtöbb esetben gazdasági visszaesést eredményez.

Komoly akadályt jelent, hogy bizonyos klímaváltozásból eredő hatásokat nem vagy csak nagyon nehézkesen lehet pénzügyi változókká konvertálni (Baudino és Svoronos 2021). **A klímaváltozásból eredő kockázatok számszerűsítésére egyre több módszer alakítottak ki, ugyanakkor még nincs kiforrott technika minden kockázattípus elemzésére. Ez elsősorban a klímaváltozás nem lineáris voltából fakad, vagyis a hatások súlyossága és gyakorisága kevéssé vagy egyáltalán nem ismert az idő függvényében.** A természeti katasztrófák előfordulása fluktuál az egyes években, ráadásul földrajzilag nagy eltérések jelentkezhetnek még akkor is, ha a két terület akár közel is van egymáshoz (Greenmatch 2019). Az viszont kitűnik, hogy ha hosszabb periódust figyelünk meg (20-30 éves időtáv), akkor a káresemények száma vagy az átlag napi középhőmérséklet fokozatosan növekszik. Pont ez az oka annak, hogy a klímaváltozás következményeit nem lehet megjósolni egy specifikus évre, hanem hosszabb távon érdemes értelmezni (Baudino and Svoronos 2021).

Az elemzések során a legnagyobb kihívást azonban továbbra is az adatok elérhetősége jelenti, mivel a legtöbb szektorban csak az elmúlt néhány évben kezdődött meg az erre irányuló adatgyűjtés. A vállalatok döntő többségéről még mindig nehéz megállapítani, hogy mennyire fenntartható, azaz milyen kibocsátással rendelkezik, ugyanakkor pozitív, hogy az erre való törekvés egyre erősebb.

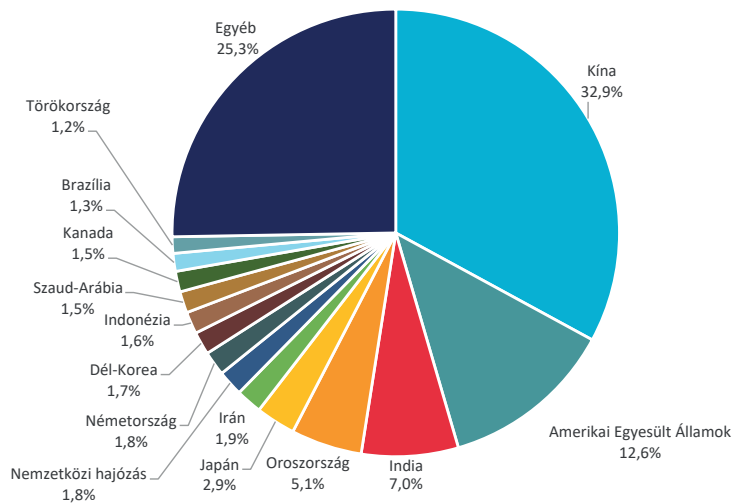
3.3. Szenáriók

Az elmúlt években már bebizonyosodott, hogy a globális felmelegedés és ezáltal a klímaváltozás szorosan összefügg az emberi aktivitással (akár annak következménye), elsősorban az üvegházhatású gázok intenzív kibocsátása miatt. Emiatt indult el több kezdeményezés – melyek közül a legjelentősebb a Párizsi Klímaegyezmény (Savaresi 2016) – is annak érdekében, hogy a világ teljes ÜHG-kibocsátását lecsökkentsék. A 2016-ben ratifikált Párizsi egyezmény keretein belül a világ országai megegyeztek abban, hogy csökkentik az üvegházhatásúgáz-kibocsátásukat annak érdekében, hogy a föld légkörének hőmérséklete ne emelkedjen 2°C-nál többel az iparosodás előtti szinthez képest. Bár a kezdeményezés időszzerű és szükséges volt, az akkori vállalások messze elmaradtak a célhoz szükségesektől.

A fizikai kockázat nagysága a klímaváltozás mértékéből adódik, azaz minél jobban nő a hőmérséklet, annál súlyosabb következményekre lehet számítani (még ha ez az összefüggés nem is lineáris), ugyanakkor az átállási kockázat megjelenése már nem ennyire egyértelmű. A klímasemlegességre való átálláshoz szükség van az alacsony ÜHG-intenzitású tevékenységek támogatására és a fosszilis energiahordozók visszaszorítására, azaz a karbonárzás, -adózás bevezetésére, melyből fakad az átárazódás.

A teljes CO₂-kibocsátást tekintve a legnagyobb kibocsátó továbbra is Kína, amely a légkörben juttatott gázok közel harmadáért felel, majd őt követi az Amerikai Egyesült Államok, India és Oroszország (3. ábra). Természetesen más lenne a kép, ha az egy főre jutó kibocsátást vizsgálnánk meg, ebben az esetben Katar kerülne a dobogó tetejére magas kibocsátása és az ehhez társuló viszonylag alacsony populációja okán.

3. ábra: A világ legnagyobb CO₂-kibocsátó országai – 2021

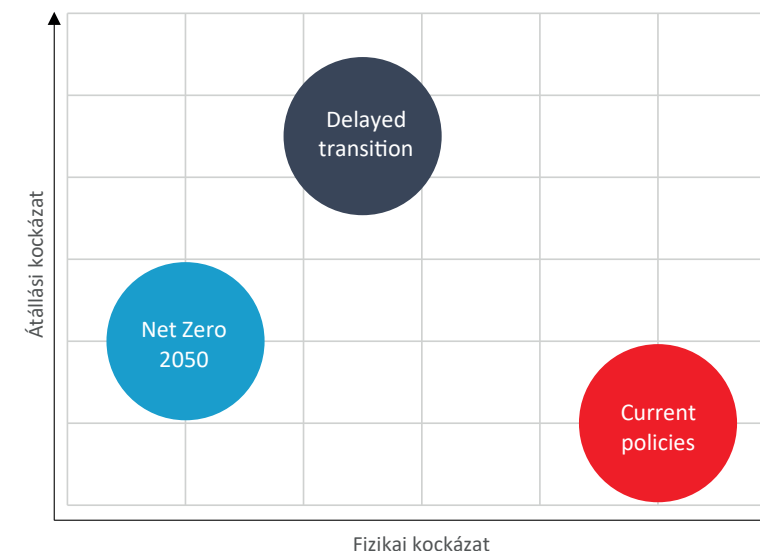


Forrás: JRC (2022)

A 2°C-nál is ambiciózusabb 1,5°C-os változást meg nem haladó hőmérséklet-emelkedési cél valószínűsége az idő előrehaladtával és az újabb, illetve szigorúbb klímavédelmi politikák elmaradása miatt egyre csökken. A jelenlegi elemzések és az országok egyéni vállalásai alapján a legnagyobb esély egy 2-3°C közötti változásra van, ami viszont már jelentős fizikai következményekkel járhat. A globális felmelegedés okozta fizikai változások némelyike visszafordíthatatlan, illetve maga a változás sem lineáris, így az 1,5°C vagy a 2°C fokos változás átlépése már jelentős károkat is jelenthet, ami a későbbiek során sem állítható helyre (McKay 2022).

Az ÜHG-kibocsátás és a hozzá tartozó hőmérséklet-változás jó kiindulópontot jelent különböző klímaforgatókönyvek beazonosításához, hiszen ez a leginkább monitorozott, illetve mért mutató. Az NGFS forgatókönyvei is a különböző hőmérséklet-változási célokot fednek le, melyekhez különböző mértékű ÜHG-kibocsátás is társul. Ennek megfelelően az egyes szenáriókban eltérően érvényesülnek a fizikai és az átállási kockázatok, amit a 4. ábra is mutat (NGFS 2021).

4. ábra: Az NGFS szenáriók fizikai és átállási kockázatainak összehasonlítása



Forrás: NGFS (2021)

A három forgatókönyv három eltérő klímastratégiát reprezentál, azaz azt mutatja meg, hogy az egyik vagy másik szenáriót követve mennyire erős az elköteleződés a klímavédelem mellett. A Net Zero 2050 szenárió testesíti meg a rendezett átállást, ahol a hőmérsékleti változás 1,5°C-ban maximalizálódik, ennek elérése érdekében pedig szigorú szabályozások

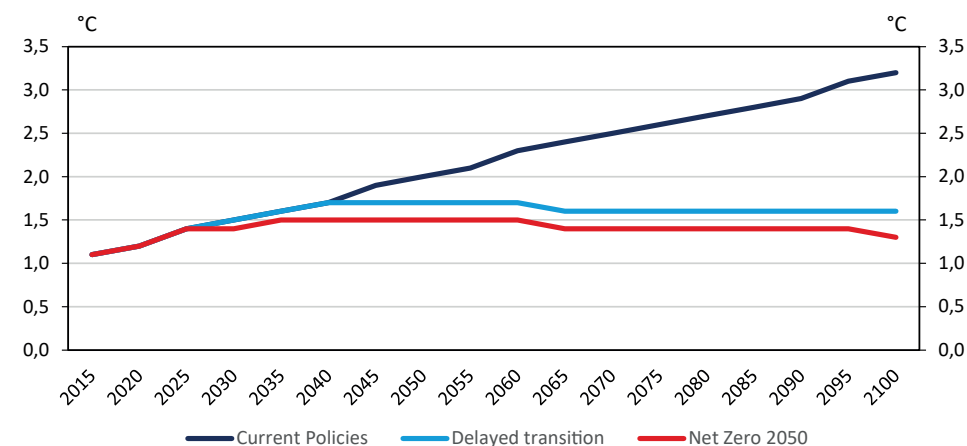
lépnek életbe, a világ országai jelentősen visszafogják a károsanyag-kibocsátásukat. A Delayed transition scenáriót a rendezetlen átállás jellemzi, azaz a klímavédelmi politikák csak 10 évvel később, 2030-ban szereznek érvényt maguknak, amivel a hőmérséklet-változás legfeljebb 1,8°C. Ebben az esetben a fosszilis energiahordozók népszerűsége 2030-ig fennáll, így a kibocsátás mértékét is csak tíz év múlva kezdik el csökkenteni, viszont akkor drasztikusan. A Current policies scenárió szerint a jövőben az államok nem fognak szigorítani a klímapolitikájukon, és nem tesznek további intézkedéseket a klímavédelem érdekében, ez az úgynevezett megghiúsult átállás, ahol a hőmérséklet-emelkedés a 3°C-ot is elérheti (1. táblázat).

1. táblázat: NGFS scenáriók

Kategória	Scenárió	Hőmérsékleti cél	Reagálás
Rendezett	Net Zero 2050	1.5°C	Azonnali
Rendezetlen	Delayed transition	1.8°C	Megkésett
Megghiúsult	Current policies	3°C	Nincs új – csak a jelenlegiek

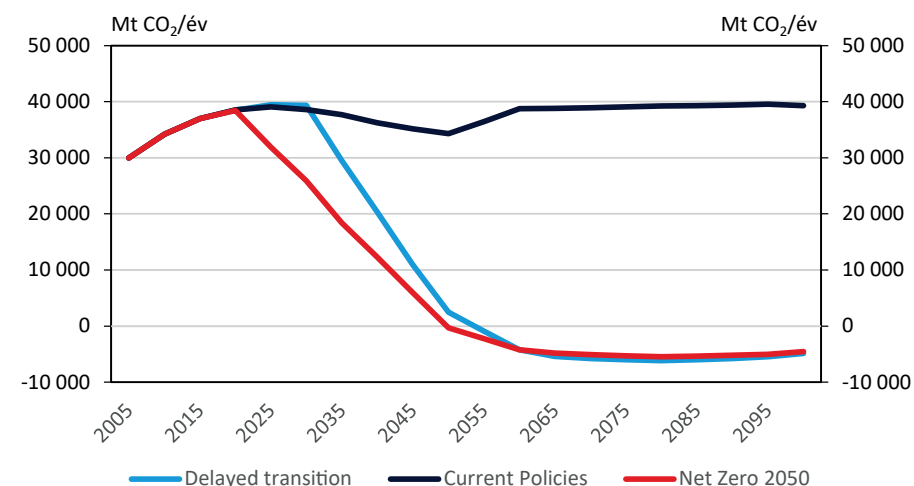
Forrás: NGFS (2021b)

5. ábra: Hőmérséklet-változás a különböző scenáriókban



Forrás: NGFS (2022)

Az 5. ábra szemlélteti, hogy ebben az évszázadban milyen hőmérséklet-változás következhet be az egyes scenáriókban. A rendezett és rendezetlen átállás között jól láthatóan kirajzolódik a késlekedés miatti hőmérséklet-emelkedés, ami a későbbiek során már behozhatatlan, így a különbség fennmarad 2100-ig. A környezet szempontjából legideálisabb scenárió a rendezett átállás, mellyel minimálisra csökkenthetők a fizikai károk, ugyanakkor az átállási kockázatok nem elhanyagolhatók a fosszilisokra kivetett adók miatt. Ezzel szemben a rendezetlen átállásnál azt láthatjuk, hogy a késlekedés további kockázatokat rejt magában, a drasztikus CO₂-kibocsátás csökkentése (6. ábra) miatt megugrik az átállási kockázat mértéke, mindemellett pedig a fizikai kockázatokat is tovább fokozhatja. Bár a megghiúsult átállásnál gyakorlatilag nincs átállási kockázat (tekintve, hogy nincsenek karbonadók, illetve a CO₂-kibocsátás mértéke 2050-ig változatlan), környezeti szempontból és a fizikai hatásokat tekintve ez a legkockázatosabb forgatókönyv.

6. ábra: CO₂-kibocsátás a különböző scenáriókban (populáció változatlansága mellett)

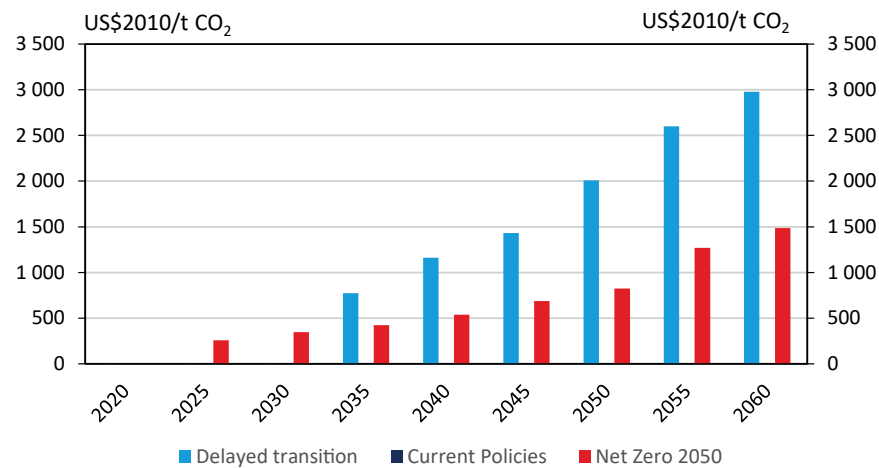
Forrás: NGFS (2022)

3.4. Átállási kockázatok mérése a magyar biztosítási szektorban

Az átállási kockázat elsődleges forrása a karbonadó, vagyis a karbonárak bevezetése (7. ábra), mely az összes üvegházhatású gázra kiterjed, azaz CO₂, CH₄, N₂O és F-gázokra is alkalmazzák (NGFS 2021). Bevezetése a fosszilis energiahordozók áremelkedéséhez vezet, ami megjelenik az inflációban, és a fosszilisok keresletének csökkenéséhez vezet, visszafogva ezzel a termelést is. Ugyanakkor a karbonadó hatása az idő előrehaladtával megváltozik, a kereslet visszaesése miatt a globális árak csökkenni fognak, deflációs hatásokat előidézve, emiatt további áremelésre van szükség annak elkerülése érdekében, hogy az olcsó fosszilis energia újra vonzó legyen.

A fosszilisenergia-exportáló országoknak a kereslet és az ár csökkenése miatt a bevételeik is zsugorodik, ez pedig kedvezőtlenül érinti a többi gazdasági mutatót is.

7. ábra: Karbonárak alakulása a scenáriókban



Forrás: NGFS (2022)

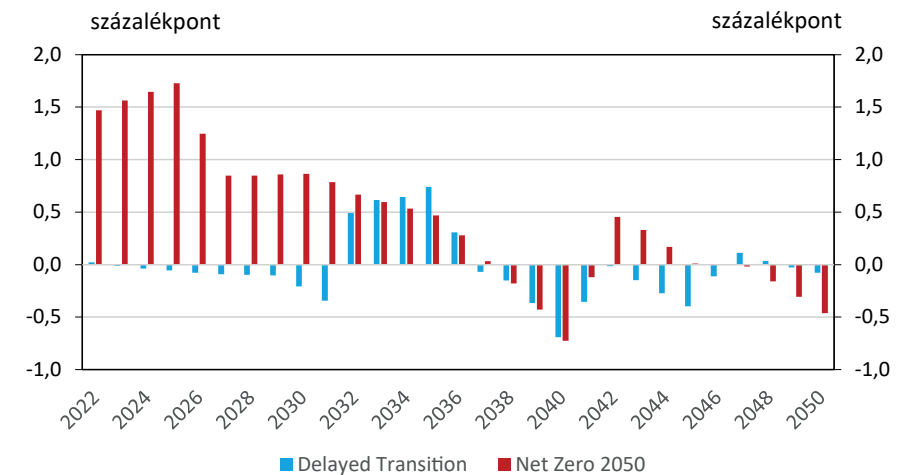
A fenti példából is látszik, hogy a karbonárak bevezetése és annak következményei (ahogy más faktorok is) beépülnek a gazdasági mutatókba (infláció), így ezek pénzügyi vonatkozása már jó alapot képez a további elemzésekhez. Ahogy korábban erről már esett szó, az államkötvények klímaváltozásra való érzékenysége nem olyan egyértelmű, mint egy vállalati részvény vagy kötvény esetében. Így célszerű olyan gazdasági, illetve pénzügyi változókat felhasználni az árazáskor, amibe beépülnek a klímaváltozás hatásai. Ebben az esetben az egyik legkézenfekvőbb megoldás az infláció, mivel arra jelentős befolyással bír egy klímavédelmi intézkedés, ezáltal jól reprezentálja annak hatásait is.

A hazai biztosítói eszközoldal felbontásából tudjuk, hogy az eszközök döntő többségét (83 százalékát) lefedik az államkötvények, valamint a készpénz- és betétállomány, ezért célunk, hogy ezek átértékelődését mutassuk meg az egyes scenáriókban. **Az államkötvények árának megváltozása a hozamgörbe elmozdulásából fakad, ezért azt szeretnénk megvizsgálni, hogy a korábban felsorakoztatott három scenárióban hogyan alakulnak a hozamgörbék, és ez milyen változást okoz az állampapír-portfólióinkban.**

A hozamgörbék becsléséhez két referenciapontot használtunk fel az NGFS által 2050-ig meghatározott gazdaság mutatói közül, az inflációt (8. ábra) és a hosszú kamatlábat (9. ábra). Az ábrák azt a különbséget mutatják, amennyivel magasabb vagy alacsonyabb a rendezett, illetve a rendezetlen átállásbeli adat (infláció, hosszú kamatláb) az adott évben a meghiúsult állapothoz képest. A két pont segítségével,

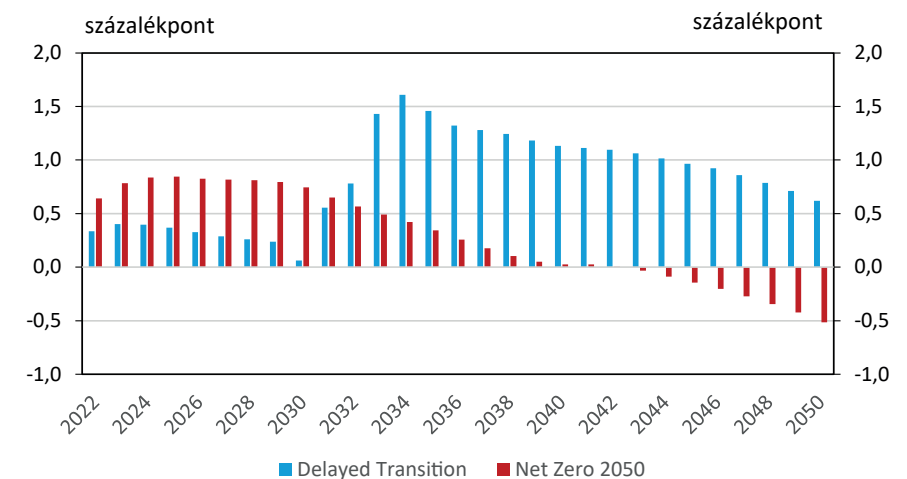
illetve azok arányosításával azonosítottuk be a hozamgörbe további pontjait, melyekből származtathatók a diszkontfaktorok az egyes években.

8. ábra: Infláció változása a meghiúsult átállási forgatókönyvhöz képest



Forrás: NGFS (2021)

9. ábra: A hosszú kamatláb változása a meghiúsult átállási forgatókönyvhöz képest



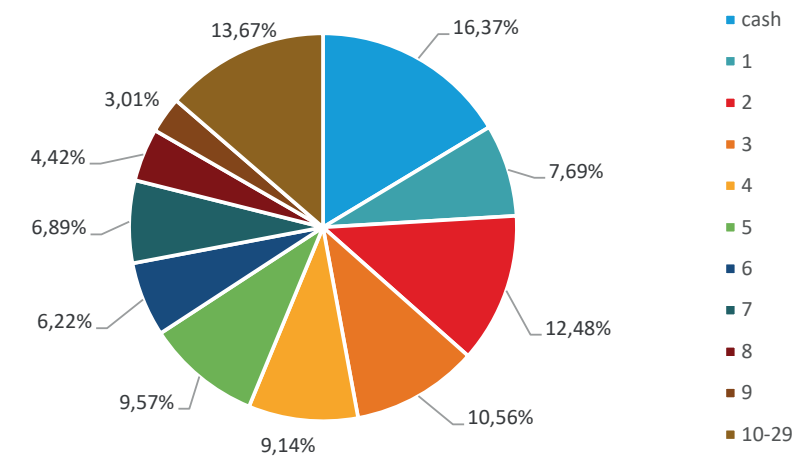
Forrás: NGFS (2021)

A kötvények értékeléséhez és ezáltal a portfóliónk értékének meghatározásához a diszkontált cash-flow módszert alkalmaztuk, ami jól megragadja a hozamgörbe-elmozdulás okozta kötvényárfolyam-változásokat. A kötvények alapadatai tartalmazzák a kuponok nagyságát, lejáratási időpontjukat és a portfólióban levő Szolvencia II szerinti értéküket. Mindezek mellett feltételezzük, hogy éves gyakorisággal fizetnek kamatot, majd lejáratkor egy összegben törlesztik a tőkerészt. Az állampapír-portfóliót 2050-ig értékeljük és menedzseljük úgy, hogy annak átlagideje ez alatt a periódus alatt ne változzon. Az eszközallokációt minden évben egyszer végezzük el úgy, hogy az átlagidő ugyanakkora maradjon, mint a kezdetkor. Mivel az értékelés évente történik, a kötvények hátralevő futamidejét és kamatfizetési időpontjait egész évre kerekítettük. Az államkötvények mellett a portfólió része a készpénz- és betétállomány is. A kiinduló értéket a 2021. negyedik negyedéves állomány jelenti, ez a portfólióérték változik a hozamgörbék elmozdulásának és az eszközök allokációjának hatására.

Az átlagidő rögzítéséhez a jövőbeni diszkontált pénzáramok arányainak meghatározására van szükség a portfólióérték függvényében. Bár a kiinduló állapotban szükségünk van az egyes kötvények kifizetéseire, utána már a jövőbeni években a teljes befolyó cash-flow-kat (CF) vesszük figyelembe függetlenül attól, hogy melyik kötvényből származnak. Ennek megfelelően nem az egyes kötvényeket áraztuk be, hanem az egyes években befolyó cash-flow-kat diszkontáljuk, értékeljük. A kötvénystruktúrára alkalmazott feltételezés megváltoztatása – például kötvényportfólió átlagidejének rövidítése az idő előrehaladtával – egy potenciális jövőbeni kutatáshoz szolgáltatathat témát.

E keretrendszer mentén határozzuk meg az állampapír-portfólió cash-flow-szerkezetét, miközben a portfólió kezdő értékét a Szolvencia II szerinti 2021Q4-es eszközérték adja. Az évek során befolyó teljes cash-flow diszkontált értékeknek az aránya – vagyis az, hogy mekkora hányadot képviselnek az egyes években befolyó diszkontált pénzáramok a teljes portfólióban – 2050-ig állandó.

10. ábra: Az egyes években befolyó diszkontált CF aránya a teljes portfólióértéken belül (2021Q4)



Forrás: MNB

A diszkontált pénzáramok aránya a teljes portfólióban nem egyenletes (10. ábra), nagy arányban vannak jelen a likvid és rövid lejáratú eszközök (magas a készpénz és betét arány) míg a 10 év vagy azon túl beérkező pénzáramok összesen nem tesznek ki 14 százalékot, ami részben a magasabb diszkontfaktorok következménye. A 10. ábrán bemutatott arányszámok a 2050-ig történő kitekintés során nem változnak az egyes években, azaz allokáció után 2025-ben ugyanúgy 16,37 százalék lesz a készpénz és betét aránya, mint 2026-ban vagy 2035-ben.

Az arányok ismeretében már könnyen meghatározható az eszközallokáció: minden évben először a portfólió értékét számoljuk ki az előző évi cash-flow-szerkezet alapján (minden időpontbeli CF egy évvel lejjebb csúszik, mint ami előző évben volt), majd újra szét kell osztani az értéket az egyes lejáratási évek között az említett arányoknak megfelelően. Végül a diszkont levételét követően megadhatók a diszkontálás nélküli pénzáramok, melyeket a következő évben ugyanúgy felhasználunk, mint azt megelőzően.

A számítások eredményeit a következőképpen írhatjuk le: jelöljük $CF_{i,j}$ -vel j . évben az i év múlva beérkező cash-flow nagyságát, $DF_{i,j}$ -vel pedig j . évben i év múlva érvényes diszkont faktort. Legyen w_i az i . év múlva beérkező diszkontált cash-flow részaránya a teljes portfólióban, illetve V_j a j . évben a portfólió értéke. Ezek segítségével felírhatjuk az alapegyenleteket, melyek segítségével leírhatjuk a folyamatot is.

$$V_j = \sum_i CF_{i,j} * DF_{i,j} \quad (1)$$

$$(2) \quad w_i = \frac{CF_{i,j} * DF_{i,j}}{V_j}$$

Az első évben, azaz 2022-ben a következőképp áll össze a portfólió értéke:

$$(3) \quad V_{2022} = CF_{1,2022} * DF_{1,2022} + CF_{2,2022} * DF_{2,2022} + \dots +$$

Innen már könnyen kiszámolhatók a súlyok, melyek a későbbi években állandónak tekinthetők:

$$(4) \quad w_1 = \frac{CF_{1,2022} * DF_{1,2022}}{V_{2022}}; w_2 = \frac{CF_{2,2022} * DF_{2,2022}}{V_{2022}}; \dots$$

A második év portfólióértéke az első év cash-flow-ival meghatározható:

$$(5) \quad V_{2023} = CF_{1,2022} + CF_{2,2022} * DF_{1,2023} + CF_{3,2022} * DF_{2,2023} + \dots +$$

Mivel a súlyok állandóak, ezért az allokáció után a következőképp adódik a cash-flow értéke:

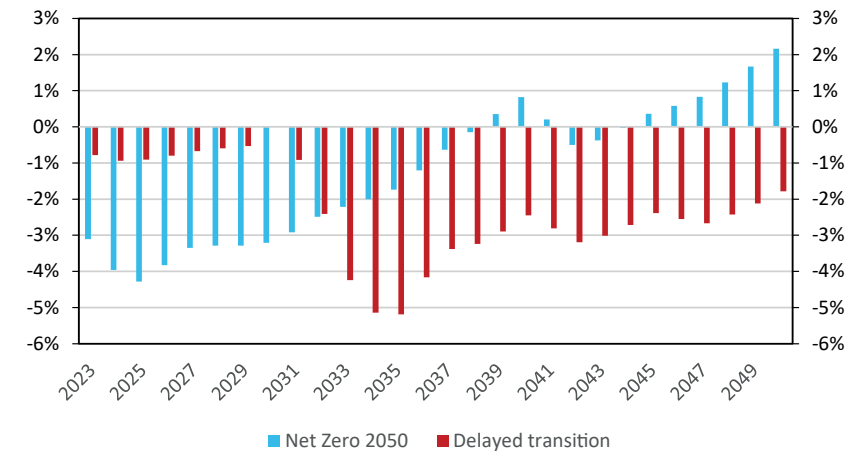
$$(6) \quad CF_{1,2023} = \frac{V_{2023} * w_1}{DF_{1,2023}}; CF_{2,2023} = \frac{V_{2023} * w_2}{DF_{2,2023}}; \dots$$

Az utolsó két egyenlet segítségével pedig definiálhatók a fennmaradó évek államkötvény-portfólió értékei és pénzáramai.

4. Eredmények

A biztosítói államkötvény-portfólió értékváltozásainak meghatározását követően lehetőségünk nyílik megvizsgálni, illetve összehasonlítani a scenáriók között adódó különbségeket, melyeket a 11. ábra reprezentál, a viszonyítási pontot a megíusult átállás jelenti, azaz az a scenárió, ahol nincsenek további szigorítások a klímavédelem érdekében.

11. ábra: Eszközérték alakulása a megíusult átálláshoz (Current policies scenárióhoz) képest



Forrás: MNB

Az eredmények azt mutatják, hogy a magyar biztosítói eszközoldalon tapasztalt változások a különböző klímascenáriókban a kezdeti időszakokban jelentősebbek, de nem kezelhetetlenek. Az első években tapasztalt visszaesés oka a rendezett átállás esetén a karbonadók beépülése a hozamgörbébe, ugyanakkor a differencia az évek során csökken, így az eszközérték is ennek megfelelően növekedésnek indul a megíusult átálláshoz képest. A rendezetlen átállás forgatókönyve is hasonló képet fest le, a különbség csak abban rejlik, hogy a karbonadó 10 évvel később jelenik meg, így kisebb sokkot eredményez. Az áttörést a Net Zero 2050 esetében a 2040-es évtől láthatjuk, ahol a portfólió összértéke képes túlszárnyalni a klímavédelmi politikáktól mentes forgatókönyvet. Az eredményekben még megfigyelhető egy enyhe hullámvész a 2040-2045 közötti időszakban, ami az infláció változásának a beépüléséből fakad. A scenáriók között a Net Zero 2050 sokáig elmarad a rendezetlen és megíusult átállástól is, ami viszont a vizsgált időszak utolsó tíz évében megfordul, és a Current policies forgatókönyvhöz képest a rendezett átállásban stabil növekedést mutat.

Összességében a rendezett átállás (Net Zero 2050) adja a legkedvezőbb képet hosszú távon, vagyis ez a forgatókönyv a legellenállóbb az átállási kockázatokkal szemben, ugyanakkor sokáig nem éri el a megíusult átállás eszközértékét, emiatt pedig nem válik vonzó pályává. A megíusult átálláshoz képest a rendezett átállás esetén az államkötvény-portfólió értéke 2040-ig alacsonyabb marad a magasabb hozamgörbe (elsősorban az inflációban megfigyelhető különbségek (8. ábra)) miatt.

A rendezetlen átállást összehasonlítva a rendezett átállással, az mondható el, hogy a késlekedés egyáltalán nem térül meg hosszú távon, sőt, komoly hátrányt jelent, még ha rövid távon vonzóbb is. A kései reakció miatt az inflációs sokk csak 2030-ban jelentkezik,

viszont elhúzódó hatása miatt még 2050-ben is a meghíusult átállás forgatókönyvbeli érték alatt marad a portfólió értéke, emiatt a korai cselekvés fontossága még jobban felértékelődik. Érdeemes viszont azt is hozzátenni, hogy bár a kései reagálás magasabb átállási kockázatot jelent, a meghíusult átállásnál jelentkező fizikai kockázatok sokkal súlyosabb következményekkel járhatnak.

5. Konklúzió

A klímaváltozásból fakadó kockázatok a pénzügyi szektoron belül a biztosítókra is jelentős hatást gyakorolnak, egyrészt a fizikai károk gyakorisága és súlyossága is megemelkedik, másrészt a karbonszegény gazdaságra való átállás az eszközoldal átértékelődéséhez vezethet. Ezek feltérképezése és kezelése a biztosítók kiemelt feladatai közé fog tartozni a jövőben.

A tanulmány célja az volt, hogy a klímaváltozásból származó átállási kockázatokat beazonosítsa és bemutassa a magyar biztosítók nem unit-linked eszközein keresztül. Az átállási kockázatot a karbonadók bevezetése jelenti, ami a fosszilis energiahordozók áremelkedésével jár együtt, azaz inflációgerjesztő hatással bír. Az NGFS által készített inflációs és hosszú távú kamatláb-előrejelzéseit felhasználva alkottuk meg 2050-ig bezárólag a hozamgörbéket, melyek segítségével az államkötvény-túlsúlyos eszközoldalt értékeltük. A változást tehát az évenkénti eszközallokáció és hozamgörbe-változás idézte elő.

Az eredmények azt mutatták, hogy a biztosítói eszközoldalt fenyegető átállási kockázat a rendezett és rendezetlen scenáriókban jelen van, de nincs jelentős hatása, azaz kezelhető mértékű. Ez a nemzetközi eredményekkel összhangban van, ahol szintén jelen van az átállási kockázat, ugyanakkor nem ölt kezelhetetlen méreteket. **Összességében a korai cselekvés hosszú távon kifizetődő, és érdemes az átállást sürgetni, mivel a halogatás nemcsak az átállási kockázatokat növeli, hanem a fizikai kockázatok elhatalmasodásának is kedvez.**

A biztosítók klímakitetségének kezelése nem mindig egyértelmű vagy egyszerű feladat, míg a biztosító kötelezettség oldalon alkalmazhat ösztönzőket úgy, hogy az ügyfeleit a klímasemlegesebb irányba terelje, addig eszközoldalon már kevesebb lehetőség áll a rendelkezésére. Az állampapírok túlsúlya miatt nem igazán beszélhetünk valódi klímakitetségről a nem unit-linked eszközök esetében, így a kapott eredmények inkább megerősítő jelleget töltenek be arra vonatkozóan, hogy a klímaváltozás miatti átállásnak több pozitív hozadéka is van, ugyanakkor ezek az előnyök csak hosszú távon érvényesíthetők.

Ezen a ponton a biztosítók feladata az, hogy ösztönözzék a karbonszegény tevékenységet folytató cégeket és vállalatokat akár a kínált biztosításaikon, akár befektetéseiken keresztül. Mivel a tanulmány csak az eszközoldalt térképezte fel, ezért az MNB részéről a következő lépés a fizikai kockázatok felmérése és számszerűsítése, vagyis a kötelezettségoldal stresszelése, ennek segítségével a tőkemegfelelés változása is előrejelezhető a különböző scenáriókban. Ezáltal a biztosítási szektor klímakitetsége eszköz- és forrásoldalról is beazonosíthatóvá, elemezhetővé válna.

IRODALOMJEGYZÉK

- Allogskoufis, Spyros, et al. (2021): ECB economy-wide climate stress test: Methodology and results. No. 281. ECB Occasional Paper, <https://doi.org/10.2139/ssrn.3929178> Letöltés: 2023.05.16.
- Armstrong McKay, David I., et al. (2022): Exceeding 1.5 C global warming could trigger multiple climate tipping points, *Science* 377.6611 eabn7950., <https://doi.org/10.1126/science.abn7950> Letöltés: 2023.05.16.
- Autorité de Contrôle Prudenciel et de Résolution and Banque de France (2020): Scenarios and main assumptions of the ACPR pilot climate exercise
- Bártfai-Bora, Zsuzsanna - Huszárik, Ádám - Holczinger, Norbert (2022): "Stabilitás kontra volatilitás: A Szolvencia II első öt évének magyar tapasztalatai a mennyiségi elemek tekintetében." HITELENTÉZETI SZEMLE 21.2 pp. 66-93., <https://doi.org/10.25201/hsz.21.2.66> Letöltés: 2023.05.16.
- Battiston, Stefano - Irene Monasterolo (2020): The climate spread of corporate and sovereign bonds, Available at SSRN 3376218
- Bertram, Christoph, et al. (2021): NGFS climate scenario database: technical documentation V2. 2., [ngfs_climate_scenarios_technical_documentation__phase2_june2021.pdf](https://www.ngfs.net/technical-documentation__phase2_june2021.pdf) (iiasa.ac.at) Letöltés: 2022.05.10.
- Bokor, Laszlo (2022): Climate stress test of the Hungarian banking system, No. 2022/147. Magyar Nemzeti Bank (Central Bank of Hungary)
- EIOPA (2019): Key characteristics of the insurance market, Study on the drivers of investments in equity by insurers and pension funds (europa.eu) Letöltés: 2022. augusztus 23.
- EIOPA (2020a): Sensitivity analysis of climate-change related transition risks, Sensitivity analysis of climate-change related transition risks | Eiopa (europa.eu) Letöltés: 2022.03.26.
- EIOPA (2020b): The pilot dashboard on insurance protection gap for natural catastrophes in a nutshell, The pilot dashboard on insurance protection gap for natural catastrophes | Eiopa (europa.eu) Letöltés: 2022.03.24.
- EIOPA (2022a): Sensitivity analysis of climate-change related transition risk, Methodological principles of insurance stress testing - climate change component | Eiopa (europa.eu) Letöltés: 2022.06.07.
- EIOPA (2022b): Application guidance on running climate change materiality assessment and using climate change scenarios in the ORSA, https://www.eiopa.europa.eu/system/files/2022-08/application_guidance_on_running_climate_change_materiality_assessment_and_using_climate_change_scenarios_in_the_orsa_0.pdf Letöltés: 2023.05.16.
- Görgen, Maximilian, et al. (2020): Carbon risk, SSRN 2930897
- Greenmatch (2019): Mapped: Impact of Climate Change on European Countries, Mapped: How Climate Change Affected Europe | GreenMatch Letöltés: 2022.09.12.
- IAIS (2021): Application Paper on the Supervision of Climate-related Risks in the Insurance Sector, 210525-Application-Paper-on-the-Supervision-of-Climate-related-Risks-in-the-Insurance-Sector.pdf (iaisweb.org) Letöltés: 2022. 12. 12.
- Lombardi, Domenico - Cyrus Rustomjee (2022): The IMF's Engagement on Natural Disasters and Climate Change Issues Affecting Small Developing States, IEO Background Paper No. BP/22-01/05 (Washington: International Monetary Fund)
- NGFS (2021): Data & Resources, NGFS Scenarios Portal Letöltés: 2022.06.14.
- NGFS (2022): NGFS Phase 3 Scenario Explorer, NGFS Phase 3 Scenario Explorer (iiasa.ac.at) Letöltés: 2022.12.27.
- Samson, J., et al. (2011): Geographic disparities and moral hazards in the predicted impacts of climate change on human populations, *Global ecology and biogeography* 20.4 pp. 532-544., <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00632.x>. Letöltés: 2023.05.16.
- Savaresi, Annalisa. (2016): The Paris Agreement: a new beginning?, *Journal of Energy & Natural Resources Law* 34.1 16-26., <https://doi.org/10.1080/02646811.2016.1133983> Letöltés: 2023.05.16
- Tesselaar, M. - Botzen, W. W. - Robinson, P. J. - Aerts, J. C. - Zhou, F. (2022): Charity hazard and the flood insurance protection gap: An EU scale assessment under climate change. *Ecological Economics*, 193, 107289., <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107289> Letöltés: 2023.05.16.
- Vermeulen, Robert, et al. (2018): An energy transition risk stress test for the financial system of the Netherlands. No. 1607. Netherlands Central Bank, Research Department
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), World Resources Institute (WRI) (2004). The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard, World Business Council for Sustainable Development, Genf. Elérhető: [ghg-protocol-revised.pdf](https://www.wbcsglobal.com/ghg-protocol-revised.pdf) (ghgprotocol.org) Letöltés: 2023.05.16.