

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

KALFMANN PETRA

**KAPOSVÁRI EGYETEM
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR**

2016

DOI: 10.17166/KE2016.007

KAPOSVÁRI EGYETEM

GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR

Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola

A doktori iskola vezetője

Prof. Dr. KERÉKES SÁNDOR

Egyetemi tanár, az MTA doktora

Témavezető

Prof. Dr. SZÁZ JÁNOS

Egyetemi tanár

A KAMATLÁBKOCKÁZAT HATÁSA A BANKI
PORTFOLIÓK ÉRTÉKÉRE

- A BEÁGYAZOTT OPCIÓK ÉRTÉKELÉSE -

Készítette:

KALFMANN PETRA

Kaposvár

2016

Tartalomjegyzék

1	BEVEZETÉS	5
1.1	A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKLÁSA	5
1.2	BEVEZETÉS A BANKI KÖNYVI KAMATKOCKÁZAT TÉMAKÖRÉBE	7
1.3	A KUTATÁS CÉLJA	12
1.4	A DOLGOZAT SZERKEZETE	13
2	IRODALMI ÁTTEKINTÉS	15
2.1	A BANKI KÖNYVI KAMATKOCKÁZAT MÓDSZERTANI MEGKÖZELÍTÉSE	15
2.1.1	<i>A banki könyvi kamatkockázat definíciója</i>	15
2.1.2	<i>A banki könyvi kamatkockázat forrásai</i>	18
2.1.3	<i>A banki könyvi kamatkockázat mérésére alkalmazott módszerek</i>	19
2.1.3.1	Kamat gap	22
2.1.3.2	Duration gap	25
2.1.3.3	Bázispont érték	30
2.1.3.4	Earnings at risk	31
2.1.3.5	Economic Value of Equity	34
2.1.3.6	Az opciós tulajdonságok figyelembe vételének lehetősége	37
2.1.3.7	Összefoglalás	39
2.2	GAZDASÁGI TŐKEMODELLEK	41
2.2.1	<i>Tőkefogalmak és a gazdasági tőke definíciója</i>	41
2.2.2	<i>Módszertani kitekintő</i>	43
2.2.2.1	Kamatláb definíciók	43
2.2.2.2	Hozamgörbe modellek	45
2.2.3	<i>A banki könyvi kamatláb kockázathoz kapcsolódó gazdasági tőke modellek</i>	48
2.2.3.1	Bessis-Matten modell	48
2.2.3.2	Oliver, Wyman and Company modell	50
2.2.3.3	Emmen-Boughanmi modell	52

2.2.3.4	A gazdasági tőkemodellek értékelése	55
2.2.3.5	Javaslat az általános gazdasági tőkemodellre	57
2.2.4	A VaR módszertan kritikája a 2008-as válság fényében	58
2.3	SZABÁLYOZÓI HÁTTÉR	65
2.4	AZ ELŐTÖRLESZTÉSI OPCIO MODELLEZÉSE.....	73
2.4.1	Modellezési megközelítések a nemzetközi irodalomban.....	74
2.4.2	Nemzetközi tanulmányok.....	77
2.4.2.1	Amerikai megközelítés	78
2.4.2.2	Holland modellek	81
2.4.2.3	Angol biztosítói modell	83
2.4.2.4	Az UniCredit modellje.....	88
2.4.2.5	Megközelítés a részleges előtörlesztési opció modellezésére.....	92
3	A DISSZERTÁCIÓ CÉLKITŰZÉSEI.....	94
4	ANYAG ÉS MÓDSZER.....	96
4.1	ÁLTALÁNOS MODELL	96
4.2	KAMATLÁB MODELLEZÉSE.....	102
5	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	106
5.1	ÁLTALÁNOS KERETRENDSZER	106
5.2	JÖVEDELEM ALAPÚ MEGKÖZELÍTÉS.....	110
5.2.1	Előtörlesztési költség nélkül	110
5.2.2	Előtörlesztési költséggel	118
5.3	TŐKEÉRTÉK ALAPÚ MEGKÖZELÍTÉS.....	119
5.4	STRESSZ KAMATKÖRNYEZET ALKALMAZÁSA	122
5.4.1	Stressz kamatkörnyezet meghatározása	122
5.4.2	Eredmények.....	124

6	KÖVETKEZTETÉSEK.....	127
7	ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	133
8	ÖSSZEFOGLALÁS	134
9	IRODALOMJEGYZÉK	137
10	A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBŐL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK.....	142
11	RÖVID SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ	143
12	ANGOL NYELVŰ ÖSSZEFOGLALÓ	144

1 BEVEZETÉS

1.1 A témaválasztás indoklása

A kamatkockázat kezelése önmagában nem újkeletű dolog a bankok számára, kiforrott módszertanok léteznek a kockázat számszerűsítésére, fedezésére és hatékony monitorozására. A banki könyvi kamatkockázat kiemelt kezelése a Bázeli II szabályozás (Basel (2004), EC (2006a)) kialakulásával került előtérbe, a gazdasági tőkeszámítási logika szabályozói szintre történő emelésével a második pillér keretein belül. A szabályozás a kötelező tőketartalékolást meghatározó minimum tőkekövetelményt kiegészítette a bankok saját kockázatértékelésére vonatkozó második pillérrel, melynek keretein belül szükséges felmérni az összes releváns kockázatot, melyekre saját módszertan szerint kell tőkét képezni. A második pillér alatt számszerűsítendő kockázatok között kerül megemlítésre a banki könyvi kamatkockázat. A szabályozás kötelező módszertant nem határoz meg a második pillérbeli kockázatok számszerűsítéséhez, ezt támogatandó több felügyeleti ajánlás látott napvilágot.

A banki könyvi kamatkockázat kiemelt jelentőségét jelzi, hogy a második pillérben nevesített kockázatok közül a banki könyvi kamatkockázat az egyetlen, melyhez kapcsolódóan a szabályozó elvárja stressz teszt elvégzését is, és ennek eredménye alapján kvázi kötelező tőkeképzést (Basel (2004), EC (2006a)). Az elmúlt időszak szabályozói iránymutatásai is a kockázat jelentőségét jelzik, 2014 tavaszán látott napvilágot a Bázeli Bizottság banki könyvi kamatkockázattal foglalkozó bizottsága (Task Force on the Interest Rate Risk in the Banking Book; TFIR) által megfogalmazott javaslat a kockázat első pillér alatti kezelésére vonatkozóan, mely nem nyerte el a

szakmai képviselőinek támogatását (IIF (2014)). Ugyanezen javaslat beépítésre került a 2015 júniusában publikált konzultációs anyagba is (Basel (2015)), mint a banki könyvi kamatkockázat felülvizsgált mérési módszertanának egyik opciója. A kockázat kiemelt figyelemmel történő kezelését alátámasztja az általánosan alacsony kamatkörnyezet, és az attól való félelem, hogy a kamatok várható növekedéséből adódó kockázatokra a bankrendszer kellő tartalékokkal készüljön fel.

A banki könyvi kamatkockázat alapvetően a mérleg árazási szerkezetéből adódó sajátosságokra vezethető vissza: az eszközök és források eltérő lejárat szerkezetük miatt eltérő árazási és átárazási tulajdonsággal rendelkeznek, eltérő referencia hozamok mentén árazódnak át, melyek egymással sem korrelálnak tökéletesen. További sajátossága a mérlegtételeknek az ügyfelek viselkedésére vezethető vissza: egyrészt a szerződéses lejáratral nem rendelkező forráselemek esetén a kamatkörnyezet változására a betétesek eltérő módon reagálhatnak (betétek állományának mozgatása), másrészt az adósoknak lehetőségük van élni a hitelek előtörlesztésével a szerződéses lejárat előtt, ám ezen döntésüket nem mindig pénzügyileg racionális módon hozzák meg. Ezeket a hatásokat hívjuk összefoglalóan az opciós tulajdonságokból adódó kockázatoknak. Az ügyfélviselkedésből adódó mérlegváltozások nem jelezhetők előre determinisztikusan, a hatás egy része visszavezethető a kamatkörnyezet változására adott pénzügyileg racionális döntésekre, míg egy másik része az ügyfelek egyéb karakterisztikái mentén előrejelezhető viselkedési mintákra vezethető vissza.

A disszertáció egyrészt tárgyalja a banki könyvi kamatkockázat mérési lehetőségeit, módszertanait, másrészt főtémaként kiemelten foglalkozik az opciós tulajdonságok közül a lakossági hitelekhez kapcsolódó előtörlesztési lehetőségéből adódó kockázatok mérési lehetőségeivel, és ezek gazdasági

tőkeszintre vetített hatásának számszerűsítési módszertanával. A témaválasztást indokolja, hogy a témában kevés releváns kutatás érhető el, akár az irodalom összefoglalását, akár a számszerűsítési módszertanok tárgyalását tekintjük. A disszertáció az előtörlesztési lehetőség, mint opciós tulajdonság mérése mellett foglalkozik azzal is, hogy vajon a kockázat mértéke mitől függ, mely tényezők határozzák meg a kockázati kitéttiség nagyságát, illetőleg az ebből adódó hatás mekkora gazdasági tőkeszint változást eredményezhet, azaz mekkora fókuszra érdemes helyezni rá a banki kockázatkezelésben.

1.2 Bevezetés a banki könyvi kamatkockázat témakörébe

A dolgozat a banki könyvi kamatkockázatról és annak gazdasági tőkehatásáról szól. A kamatkockázat a kockázati tipológia szerint a piaci kockázatok egyik legfontosabb eleme, és inherens része a bankok működésének. Az általános kockázati tipológia (Bessis (2011), Jorion (1999)) szerint az alábbi főbb kockázattípusok különböztethetők meg:

- hitelkockázat,
- piaci kockázat,
 - kamatkockázat,
 - árfolyamkockázat,
 - részvénykockázat,
 - árukkal kapcsolatos kockázat,
- működési kockázat.

A kamatkockázat kezelésére és mérésére szofisztikált módszertanok és alkalmazások alakultak ki az elmúlt évtizedekben, melyeket elsősorban a piaci kockázat mérésére használunk. Az alapvető piaci kockázati mérési módszertan az ún. kockáztatott érték (Value-at-Risk; VaR) módszertan, melyről Jorion (1999) értekezik a módszertant részleteiben bemutató könyvében. A VaR 1996 óta tekinthető a piaci kockázat elsődleges mérési módszertanának. A módszertan keretein belül került általánosan bevezetésre a veszteségeloszlás, mint a potenciális jövőbeni veszteség mérésének alapja, illetőleg a „biztonsági szint” fogalma, mellyel elfogadottá vált, hogy a kockázatokat teljes mértékben nem lehet kiküszöbölni, de a vállalható és egyben kezelhető mértéket meg lehet határozni. A VaR beépítésre került a piaci kockázatra vonatkozó tőkeszabályozási módszertanokba is. A VaR-t bevezetését követően több kritika is érte, melyek főleg a 1998-as és 2008-as válságot követően erősödtek fel, mely részben elvezetett a szabályozás módosításához is.

A kockázatkezelés meghatározó aspektusa a tőkeszabályozás. A banki könyvi kamatkockázat, mint a banki működés inheres kockázata a Bazel II szabályrendszer megalkotásakor került a szabályozói figyelem terébe, mint a gazdasági tőke¹ egyik eleme, melyre a pénzügyi intézményeknek saját módszertanuk szerint tőkét kell képezniük. A gazdasági tőkeképzés a Bazel II szabályrendszer második pillére, melynek keretén belül a bankok kötelesek felmérni kockázati térképüket és a szignifikánsnak ítélt kockázattípusokra vonatkozóan saját módszertan keretében mérni kockázati kitettségüket és gazdasági tőkét képezni (Basel (2004), EC (2006a)). A banki könyvi

¹ A gazdasági tőke értéke azt adja meg, hogy mekkora tőke elegendő a nem várható kockázatok fedezésére egy meghatározott konfidencia szint mellett egy előre definiált időtartamon.

kamatkockázat fontosságát mutatja, hogy a Bázeli Bizottság javaslatot fogalmazott meg ezen kockázattípus kezelésére az első pillér, azaz a kötelező tőkeképzés keretein belül (Basel (2015)). Ezen javaslat még jelenleg is elemzés alatt van, ám a piaci szereplők nem támogatják az egységes megközelítés alkalmazását az első pillér alatt (IIF (2014)), melynek oka, hogy a banki könyvi kamatkockázat mérésére sokrétű módszertan alkalmazható függően a mérleg összetételétől, a kockázati kitettség mértékétől, a bankok kockázati étvágától, a kockázatkezelési módszertanok szofisztikáltságától és az alkalmazott menedzsment kontroll eszközök erősségétől függően.

De mi is a banki könyvi kamatkockázat? A kockázat általános, szabályozó által alkalmazott definíciója szerint a banki könyvi kamatkockázat „azon jelenlegi, illetve jövőbeni kockázatokat jelenti, amelyek az intézmény jövedelmezőségére, tőkehelyzetére a kamatlábak kedvezőtlen változása esetén hatnak” (Basel (2004), EC (2006a), MNB (2014)). Nem kérdéses, hogy a pénzügyi rendszer legnagyobb közvetítői, a bankok jelentős kamatkockázatnak vannak kitéve működésük „jellegzetességéből” fakadóan. Mint lejárat transzformátorok futják a különböző lejáratokra jellemző hozamok közti különbségekből adódó kockázatot: jellemzően rövid betétekből finanszírozzák hosszú eszközeiket.

A banki könyvi kamatkockázat hatását a kereskedési könyvi² tételektől eltérő módon mérhetjük. Míg a kereskedési könyvi tételek esetén az eszközöket a piaci árazás (mark-to-market) alapján naponta újraértékelik, és így naponta

² A kereskedési könyvbe tartoznak azok a pénzügyi eszközök, amelyeket a bank eladási céllal tart saját portfóliójában árfolyamnyereség, illetve egyéb ár- és kamatnyereség elérése céljából. Továbbá ide tartoznak a kereskedési könyvben vállalt pozíció fedezésére szolgáló műveletek, valamint az e pozíció kockázatát csökkentő műveletek az OTC (tőzsdén kívüli kereskedés) piacon és az aktív repó, illetve passzív repó műveletek.

mérhető a kamatok mozgásából eredő potenciális nyereség/veszteség mértéke, addig a banki könyv esetén a kamatok változásának hatását olyan tételekre vonatkozóan akarjuk mérni, melyeknek nincsenek piacai, így piaci árak sem elérhető. Ezen okból a banki könyvi kamatkockázat mérésére nem alakultak ki olyan piaci szokványok, mint a kockázatot érték (VaR) módszertana a piaci kockázatokra.

A másik ok, ami miatt a kialakult piaci kockázati mérési módszerek nem alkalmazhatóak módosítás nélkül, a banki könyvben szereplő tételekre vonatkozó számos feltételezés, melyek hatással van a kockázat számszerűsítésének folyamatára (Mullem (2004)). Ez elsősorban azért merül fel, mert a banki könyvi tételek jelentős része ún. opciós tulajdonságokat rejt magában³, mely megnehezíti ezen eszközök várható pénzáramlásainak modellezését. Ennek egyik jellegzetes példája a banki betétek viselkedése, melyek jellemző tulajdonsága, hogy a betétesek bármikor felvehetik pénzüket, azaz forrást vonhatnak ki a bankból (Mullem (2004)). A betétállomány egy jelentős része folyamatosan a banki számlákon van, ezt hívjuk „core deposit” állománynak, de van egy része, amit a betétesek folyamatosan mozgatnak, akár saját likviditásuk menedzselése, akár magasabb kamatígérettek miatt (Blaxall at al. (2008)). Ezen arány becslése feltételezéseken alapul, és intézményeként eltérő mértékű lehet. Tovább bonyolítja a kamatkockázat értékelését, hogy a betétekre fizetett kamatot a bankok bármikor felülvizsgálhatják és módosíthatják. Vannak bankok, melyek a betéteket, ezen árazási sajátosságuk miatt, kamat kockázati szempontból rövid kamatozású tételnek tekintik, míg mások megközelítése

³ Az opció olyan szerződés, amely az egyik félnek jogot biztosít valaminek a megvételére/eladására a jövőben anélkül, hogy erre kötelezné. A beágyazott opció a pénzügyi termékekre jellemző opciós tulajdonság.

szerint mivel átlagosan éves szinten változtatják a kamatokat, ezért kamat kockázati szempontból ez egy középtávú kockázati kitettség (Mullem (2004), Blaxall at al. (2008)).

Az opciós tulajdonságok hatással vannak a banki tételekből származó pénzáramlásokra, ezáltal a kockázati kitettségekre, így attól függően, hogy milyen feltételezésekkel élünk ezen tételekből fakadó kockázati kitettség meghatározására, jelentősen befolyásolhatja a gazdasági tőke szintjét (Mullem (2004)). Részleges ismereteink vannak ezen opciós tulajdonságok gazdasági tőke hatásáról, a banki gyakorlatok ezek számszerűsítésének megközelítésére szerteágazóak, továbbá a rendelkezésre álló irodalom is sokféle megközelítést javasol. A disszertációban kísérletet teszek egyrészt az elérhető irodalom és nemzetközi gyakorlatot bemutató tanulmányok alapján egy módszertani áttekintésre a banki könyvi kamatkockázat mérési eszközökről, kiemelten tárgyalva az opciós tulajdonságok közül az ún. előtörlesztési opció⁴ mérési lehetőségeit.

Az irodalom feldolgozás egyértelműsíti, hogy nincs elfogadott legjobb gyakorlat a témakörben, nem is célom, hogy javaslatot tegyek legjobb gyarkolatra, fő célom, hogy olyan struktúrában mutassam be az eddig ismert megközelítéseket, mely hasznosnak bizonyulhat a banki kockázatkezelők számára a saját modelljeik felépítéséhez, mérlegelve az egyes megközelítések előnyeit, hátrányait, várható gazdasági tőke hatásait.

⁴ Az előtörlesztési opció a jelzálog szerződésekre jellemző opciós tulajdonság, mely lehetőséget ad a hitelfelvevőnek arra, hogy hitelét (vagy annak egy részét) a lejárat előtt visszafizesse.

1.3 A kutatás célja

A kutatás célja a kamakockázat egy speciális vetületének elemzése. A kamatkockázat témaköre túlságosan széles, ezért leszűkítésre került a banki könyvi kamatkockázat témakörre, mint a folyamatosan fejlődő tőkeszabályozási keretrendszert jelenleg is foglalkoztató kockázattípusra⁵.

A vizsgálandó banki könyvi tételek is szűkítésre kerültek azon szempont mentén, hogy a vizsgálódás középpontjában az opciós tulajdonságok állnak, és mint ilyen, alapvetően a lakossági banki portfóliót⁶ jellemző tulajdonságról van szó. Az opciós tulajdonságok az eszköz és a forrás oldali tételekre is jellemzőek, ám eltérő természetükből fakadóan eltérő módszertanok mentén értékelhetőek, ezért a disszertáció témájául a kisebb irodalommal rendelkező, az eszköz oldalt jellemző előtörlesztési opció értékelését választottam. Ennek megfelelően a kutatás célja a lakossági banki portfóliót jellemző opciós tulajdonságok, kiemelten a lakossági jelzáloghitelekhez kapcsolódó előtörlesztési opció hatásának elemzése a gazdasági tőke szintjére.

⁵ Általánosságban a kockázat nem más, mint bizonytalanság. A kockázat alapvetően szimmetrikus, ám mivel a dolgozatban a gazdasági tőke szempontjából értékeljük a kockázatot, ezért a „lefelé mutató”, ún. downside kockázatot értjük kockázat alatt. A downside kockázat egy adott eszköz értékében bekövetkező potenciális csökkenés, illetőleg az értékcsökkenésből származó veszteség kockázata.

⁶ A banki könyvbe tartoznak a kereskedési könyvbe nem sorolható eszközök. A banki könyvi tételeken a bank célja profit realizálása az eszközök és források közötti marzs különbségen. A retail banki könyvbe kerülnek besorolásra a retail, azaz a lakossági és kisvállalati ügyfeleknek nyújtott termékek és ezekből származó pozíciók. A szűkebb vizsgálat témáját jelentő előtörlesztési opció elsősorban a lakossági jelzáloghitelekre jellemző tulajdonság.

1.4 A dolgozat szerkezete

A kutatáshoz kapcsolódóan az alábbi felépítésben határoztam meg a disszertáció struktúráját. A második fejezetben bemutatásra kerül, hogy milyen tényezőkből származhat a kamatkockázat és milyen banki termék tulajdonságokra vezethetőek vissza az ún. opciós tulajdonságok. A fejezet további részeiben részletesen bemutatom a kamatkockázat mérésére alkalmazható módszereket, melyek megkülönböztethetőek aszerint, hogy jövedelem vagy tőkeérték hatás számszerűsítésére alkalmasak, illetőleg statikus vagy dinamikus mérést tesznek lehetővé. A jövedelem alapú hatást számszerűsítő módszerek a rövid távú (tipikusan 1-2 éves) kamateredményre koncentrálnak, míg a tőkeérték alapú hatást számszerűsítő módszerek célja a gazdasági tőkeértékre vetített hatás meghatározása. A szabályozás mindkét típusú számítás elvárja a bankoktól, a gyakorlatban ezen módszerek vegyes alkalmazása az elterjedt, a hangsúlyok aszerint változnak, hogy az adott intézménynek milyen a tevékenysége, kockázati profilja, mérete. A fejezet további részében definiálásra kerül a gazdasági tőkeérték fogalma, illetőleg bemutatásra kerülnek a nemzetközi irodalom alapján az előtörlesztési opció hatásának számszerűsítésére a gyakorlatban is alkalmazott gazdasági tőkeérték modellek. A nemzetközi irodalomban jelentős részt képvisel az amerikai piacon jellemző előtörlesztési opció értékmeghatározására alkalmazott modellek bemutatása – az amerikai piacon a legjelentősebb az értékpapírosított jelzalog másodpiaci forgalom, melyhez szükséges a kötvényesített pénzáramlásokat módosító hatások, úgymint az előtörlesztési opció hatásának modellezése. Ezek a modellek nem alkalmazhatóak egy az egyben az európai piacokra, mivel az amerikai és európai piacok strukturális jellemzőkben térnek el. A nemzetközi irodalomból feldolgozásra kerültek

angol, holland és olasz példák az előtörlesztési opció hatásának modellezésére.

A harmadik fejezetben meghatározásra kerülnek a kutatási hipotézisek, melyeket a megelőző részletes módszertani irodalom feldolgozás alaján fogalmaztam meg. Ezen hipotézisek vizsgálatára egy elméleti modellt építettem.

A negyedik fejezetben mutatom be a számításokhoz használt elméleti modell elemeit, felépítését, illetőleg az ötödik fejezetben azok eredményeit. A modell egy hipotetikus hitelportfolión keresztül vizsgálja az előtörlesztési opció jövedelem és a tőkeérték alapú hatásait. Végül kiértékelésre kerülnek az előzetesen megfogalmazott hipotézisek a modell számítások eredményei alapján.

2 Irodalmi áttekintés

Az irodalmi áttekintés jelentős részét teszi ki a disszertációnak. A fejezet első alfejezetében definiálásra kerül a banki könyvi kamatkockázat jelen disszertáció céljára alkalmazott definíciója, a kockázat forrásai, továbbá részleteiben a banki könyvi kamatkockázat általános módszertani megközelítéseit mutatom be. A második alfejezet a gazdasági tőkemodellekkel foglalkozik, több nemzetközi modell megközelítést bemutatva. Ezen fejezetben kitérek a kockázatot érték (VaR), mint általánosan elterjedt, így a banki könyvi kamatkockázati módszertanok alapjául is szolgáló kockázati mérték kritikájára, illetőleg arra, hogy a 2008-as válságot követően milyen kiegészítő kockázatkezelési és –mérési módszerek épültek be a banki gyakorlatokba kiküszöbölendő a VaR gyengeségeit. A harmadik alfejezetben kitérek a banki könyvi kamatkockázathoz kapcsolódó szabályozói háttérre, mely az elmúlt időszakban megerősítette ezen kockázattípus kiemelt fontosságát. A fejezetet az előtörlesztési opció modellezéséhez kapcsolódó nemzetközi irodalom feldolgozásával zárom.

2.1 A banki könyvi kamatkockázat módszertani megközelítése

2.1.1 A banki könyvi kamatkockázat definíciója

A banki könyvi kamatkockázat részletes elemzését megelőzően szükséges meghatározni egy, a disszertáció szempontjainak megfelelő, kellőképpen szűk definíciót. A kamatkockázat a banki eszközökön és forrásokon

elszenvedhető veszteség kockázata, mely a kamatok változásából fakad (Bessis (2011), Jorion (1999)). Ezen definíció további pontosítása szükséges, mivel a kamatok változása nem feltétlenül eredményez veszteséget, hiszen a bankok fedezhetik kivettségeiket, azaz a várható kamatlábváltozásokból eredő kockázatokra előre felkészülhetnek. Az elemzések során a vizsgálatot leszűkíttem azokra az esetekre, amikor a kamatlábak nem várt elmozdulásából fakadóan származik vesztesége a banknak. A veszteség fogalma is további pontosítást igényel, mivel kockázatot nem csak akkor érzékelünk, amikor effektív veszteséget szenvedünk el, a jövedelem potenciális csökkenését ebből a szempontból ugyancsak kockázatnak tekintem.

A banki könyvi kamatkockázat hatását a fellelhető irodalom, nemzetközi felügyeleti ajánlások és a nemzetközi nagybankok gyakorlata alapján kétféle megközelítésben lehet számszerűsíteni. A *jövedelem alapú megközelítés* a kamatok mozgásának a banki jövedelemre, elsősorban a kamateredményre (net interest income; NII) gyakorolt hatását méri, míg a *gazdasági tőkeérték alapú megközelítés* a banki portfólió jövőbeni pénzáramlásának újraértékelése alapján kívánja számszerűsíteni a tőke (jelen)értékében bekövetkező változás mértékét. A kutatás szempontjából mindkét hatás figyelembe vételre kerül, ezért a definíciónak mindkét szempont a része.

A vizsgálat fókuszában a banki könyv áll, ezért a jövedelmezőségi hatás számszerűsítése szempontjából a kamatlábak kedvezőtlen elmozdulásának hatását a banki eredménykimutatáson keresztül mérem. Ezt azért fontos kiemelni, mert az értékalapú megközelítéssel ellentétben, mely a kereskedési könyvi tételek értékelését jellemzi (és a piaci árak változásán keresztül azonnal érezteti hatását), a banki könyvi tételek esetén a kamatlábak változásából eredő hatások nem csapódnak le azonnal az eredményben. A disszertáció célja, hogy a banki könyvi kamatkockázat hatását mutassa be a

gazdasági tőkeértékre, ezért a definícióban nem csak a jövedelmi hatás szerepel, hanem a tőkeértékre vetített hatás is. A jövedelem alapú megközelítés célja a kamatmozgásokból eredően a banki eredményre tett rövidtávú (főként éven belüli, de maximum 1-2 éves) hatásának számszerűsítése, míg a gazdasági tőkeérték alapú számítások a kamatmozgásokból eredő hosszú távú hatások mérését is lehetővé teszik, mely számszerűen a tőkeérték változásában jelenik meg.

A lakossági és vállalati banki portfóliók megkülönböztetése azért szükséges, mert a két portfólió esetén eltérő az ügyfélfókusz, és ennek megfelelően eltérő termékstruktúra is jellemzi ezeket a portfóliókat. A vállalati banki portfólióban a nagyvállalatok finanszírozási igényeinek megfelelően kialakított, „általában strukturált, testreszabott temékek találhatóak, melyek explicit opciókat is tartalmaznak annak érdekében, hogy az ügyfél kockázati profilját megfelelően fedező termékek kerüljenek a portfólióba” (Mullem (2004), p.20.). Ezzel ellentétben a „lakossági banki portfólió a lakossági és kisvállalati ügyfelek igényeire fókuszál, melyet mérethatékonysági okokból elsősorban sztenderd termékstruktúrákkal lehet jövedelmezően kiszolgálni” (Mullem (2004), p.20.). Ennek megfelelően a termékportfólió sok esetben nem explicit, hanem beágyazott opciós tulajdonságokat tartalmaz. Ezen okból leszűkítésre kerül a definíció a lakossági banki könyvi tételekre és ezek vizsgálatára. Ennek megfelelően a disszertáció szempontjából releváns definíció az alábbi: *a banki könyvi kamatkockázat azon jelenlegi, illetve jövőbeni kockázatokat jelenti, amelyek a bank lakossági portfóliójának jövedelmezőségére, illetőleg arra allokkált tőke mértékére a kamatlábak kedvezőten változása esetén hat.*

2.1.2 *A banki könyvi kamatkockázat forrásai*

A banki könyvi kamatkockázat forrásait tipikusan négy faktorra vezethetjük vissza (Basel (2004), Basel (2015), CEBS (2006), EBA (2015)):

- *átárazási kockázat (repricing risk, gap risk)*: az átárazási kockázat abból ered, hogy a bankok eszközei és forrásai nem csak futamidejükben, hanem árazásukban is eltérnek, ezért a kamatlábak változása váratlan fluktuációknak teheti ki a bankok eredményét és ezáltal gazdasági értékét. Ha például egy bank rövid betétekkel finanszírozza a hosszú távú fix hiteleit a kamatok emelkedése biztosan csökkenti a bank eredményét, mivel a gyakran átárazódó forrásai egyre drágulnak.
- *hozamgörbe kockázat (yield curve risk, non-gap risk)*: a hozamgörbe kockázat abból eredő kockázat, hogy az eszközök és kötelezettségek eltérő átárazódása a hozamgörbe alakjának és meredekségének változására is érzékenyvé teszi a bank bevételeit és gazdasági értékét.
- *bázis kockázat (basis risk)*: további kockázatot jelent az egyébként hasonló átárazódási jellemzőkkel bíró eszközök és források árkiigazításának nem tökéletes korrelációja, melyet bázis kockázatnak (basis risk) nevezünk. Ez akkor fordul elő, ha például egy bank a havi átárazódású hiteleit az aktuális három hónapos BUBOR-hoz köti, míg a betéteit az aktuális DKJ hozamhoz, akkor a két referencia hozam nem tökéletes korrelációja miatt a két hozam különbségében váratlanul bekövetkező eltérés kockázatnak teszi ki a banki eredményt.
- *opciós tulajdonságok kockázata (embedded option risk)*: a legnehezebben megfogható és mérhető kockázat a főként nagy retail állománnyal rendelkező bankok portfóliójában rejlő beágyazott opciókból ered. A termékskála színesedése sok olyan banki terméket hívott életre, melyek

rejtett opciókat tartalmaznak, és melyek főként a retail portfóliókhoz köthetők: a forrás oldalon tipikusan ilyenek a látraszóló betétek, melyeknek nincs szerződéses futamideje, így az állomány statisztikai jellemzői alapján lehet következtetni annak effektív lejáratijellegzőire; illetőleg a jelzáloghitelek esetén biztosított előtörlesztési lehetőségek, melyek az eszközoldali tételek lejáratijellegstruktúráját erőteljesen befolyásolhatják.

A kedvezőtlen kamatelmozdulás közvetlenül az átárazási, a hozamgörbe és a bázis kockázaton keresztül okozhat veszteséget. Az opciós kockázatból eredő potenciális veszteség mértékét az ügyfelek kamatelmozdulásra adott viselkedése befolyásolja. Az ebből eredő potenciális veszteség mértékének meghatározásában ezért kiemelten fontos a viselkedési modellek alkalmazása.

2.1.3 A banki könyvi kamatkockázat mérésére alkalmazott módszerek

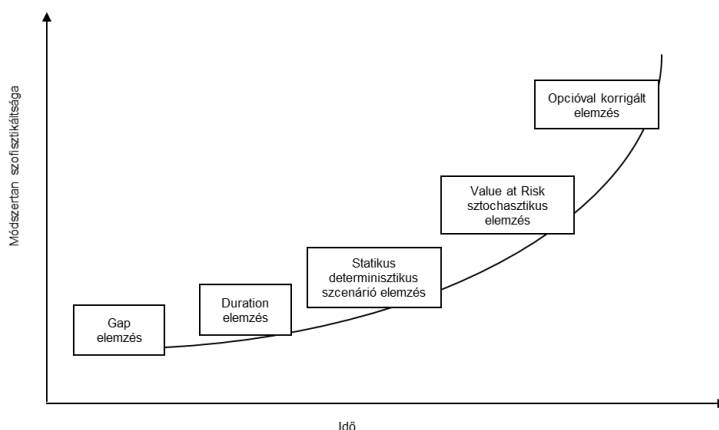
A banki könyvi kamatkockázat számszerűsítésére számos módszertan került kidolgozásra az egyszerű megközelítésektől egészen a komplex modellezési technikákig (1. ábra). Ebben a fejezetben részletesen bemutatom a legelterjedtebb mérési módszereket.

Alapvetően négy módszertan különböztethető meg két dimenzió mentén (Mulle (2004), p.25.):

1. jövedelem vagy értékalapú; és
2. statikus vagy dinamikus megközelítések.

A *jövedelem alapú* megközelítés során a „banki eredménykimutatásban szereplő kamateredmény jelenti a hatáselemzés kiindulópontját, a

kamatváltozás hatását a kamateredményben jelentkező változás alapján számszerűsíti” (Mullem (2004), p.25.). Az *értékalapú* megközelítés ezzel ellentétben „egy portfólió piaci értékét veszi kiindulási alapul, és a kamatváltozás hatását a piaci érték változásán keresztül számszerűsíti” (Mullem (2004), p.25.).



1. ábra A banki könyvi kamatkockázat mérési technikák fejlődése

Forrás: Mullem (2004), p. 25.

A *statikus* megközelítés lényege, hogy csak a bank jelenlegi pozícióinak pénzáramlás változását értékeli egy vagy több hozamgörbe szcenárió mellett. A szimuláció segítségével meg lehet határozni a megváltozott pénzáramlásból eredő jövedelemváltozásokat egy előre meghatározott periódusra, illetőleg a pénzáramlás változások visszadiszkontálásával ki lehet számítani a banki pozíciók értékének megváltozását is, és ezáltal a gazdasági tőkeérték változását. A megközelítés elsősorban az átárazódási struktúra elemzésére alkalmas. A *dinamikus* megközelítés lényege, hogy a megváltozott kamatkörnyezet banki tevékenységre tett jövőbeni hatásait is

felmérjük. A szimuláció során lehetőség van annak számszerűsítésére, hogy különböző sztochasztikus modellekkel felvázolt kamatpályák esetén hogyan változik meg a banki portfólió összetétele (pl. új kihelyezések volumene), hogyan reagálnak a bank ügyfelei a megváltozott feltételekre (pl. hitelek kiváltása, előtörlesztése, betétek alakulása), illetőleg hogyan változtatja a bank a hitelek/betétek díjait. A különböző kamatpályák melletti feltételezések esetén meghatározható a jövőbeni pénzáramlások alakulása, és ezáltal a jövedelmek és a gazdasági tőkeérték jövőbeni változása. Mivel a modellezés során lehetőség van a pénzáramlások dinamikus alakulásának vizsgálatára, ezért ez a módszer a legmegfelelőbb az opciós tulajdonságok hatásának számszerűsítésére. A komplex pozíciókkal és kockázati profillal rendelkező bankok szofisztikáltabb kockázatmérési rendszereket implementálnak. A dinamikus módszerek lényege, hogy a kamatlábak jövőbeni alakulásának szimulálásával meghatározzák a banki pénzáramlás jövőbeni alakulását, és ennek hatását a jövedelmekre és a gazdasági tőkeértékre. A szimulációk alkalmazásával lehetőség nyílik a pozíciók részletesebb alábontására, és a kamatkörnyezet megváltozásának teljeskörűbb figyelembe vételére (mint pl. a hozamgörbe meredekségének, alakjának változása, vagy akár Monte Carlo szimuláció alkalmazása). A jövedelem oldalról kiinduló elemzések elterjedt szimulációs technikája az Earnings at Risk (EaR) modell, míg a gazdasági tőkeérték változását az Economic Value of Equity (EVE) módszer keretein belül végzik. A kamatkockázat mérésére alkalmas technikákat az 1. táblázatban foglalom össze.

1. táblázat A kamatkockázat mérésére alkalmas technikák

Módszertan	Jövedelemi hatás	Tőkeérték hatás
Statikus	Kamat gap Earnings at Risk (EaR)	Duration gap Bázispont érték (BPV)
Dinamikus	Earnings at Risk (EaR)	Economic Value of Equity (EVE)

Forrás: Mullem (2004), Koch-MacDonald (2006) alapján, saját szerkesztés

2.1.3.1 Kamat gap

Módszertan

A gap elemzés a legegyszerűbb kamatkockázat mérési technika, mely főként a nettó kamatjövedelem változás becslésére alkalmazható módszer. A lényege, hogy a kamatérzékeny eszközöket és forrásokat átárazódási sávokba sorolva meghatározzuk minden egyes lejáratú sávban a portfólió nettó kitettségét, mely nem más, mint az oda eső kamatérzékeny eszközök és források különbsége (más néven gap). Kamatérzékeny eszköznek és forrásnak ebből a szempontból azokat a tételeket tekintjük, melyek szerződés szerint egy előre definiált időpontban átárazásra kerül(het)nek. A tételek besorolásának logikája, hogy az átárazódó eszközök és források a várható átárazás időpontjának megfelelő időszávba kerülnek besorolásra. Példák a besorolásra:

- Egy tízéves fix kamatozású, végén egyösszegben törlesztő hitel a tízéves lejáratba kerül besorolásra, míg egy három havonta átárazódó tízéves lejáratú hitel a három hónapos lejáratú sávba kerül besorolásra (Mullem (2004), p.26.).
- Egy kétéves, egyenletesen törlesztő hitel, mely minden hat hónapban visszatörleszti a fennálló tőke negyedét, a 6, 12, 18 és 24 hónapos lejáratú

sávokba kerül besorolásra, a visszatörlesztésre kerülő tőke arányos értékével (Mullem (2004), p.26.).

A fix kamatozású eszközöket a lejárat szerint, míg a változó kamatozásúakat a kamatforduló szerint soroljuk be átárazódási sávokba, mivel „eddig a pillanatig nem áll fenn kamatkockázat, a kamatváltozás első lehetséges pillanata az átárazódás pillanata” (Mullem (2004), p.26.).

Az egyes sávok gap értékét egy feltételezett kamatelmozdulással megszorozva durva becslést kapunk a várható nettó kamatjövedelem változására. Képletszerűen:⁷

$$GAP_t = RSA_t - RSL_t \quad (1)$$

ahol RSA_t a kamatérzékeny eszközök az adott átárazódási sávban, RSL_t a kamatérzékeny források az adott átárazódási sávban.

A kamatváltozás hatását a nettó kamatjövedelemre az alábbi összefüggéssel határozzuk meg:

$$\Delta NII_{exp} = GAP \cdot \Delta i_{exp} \quad (2)$$

ahol ΔNII_{ex} a várható nettó kamatjövedelem változás, GAP a kumulált GAP érték, Δi_{exp} a várható kamatelmozdulás mértéke.

⁷ Képletek Koch-MacDonald (2006) alapján

A kamatérzékeny eszközök és források meghatározásakor több probléma is felmerülhet:

- Az eszközök és források lejáratú sávokba sorolásakor az általános megközelítés, hogy azon sávba kerülnek besorolásra, amikor lejárnak, időközi tőkefizetés történik, a kamatláb a szerződés szerint megváltozik, vagy az alapkamathoz kötött tételek esetén amikor az alapkamat megváltozik, vagy várható, hogy változni fog. Az intézménynek belső tapasztalatai alapján kell meghatározni, hogy a szerződéses lejáratú nem rendelkező átárazódó tételek várhatóan milyen időtávon árazódnak át.
- A lejáratú tételek esetén további kérdést vet fel, hogy a szerződéses lejáratú nem rendelkező tételek esetén, tapasztalati adatok alapján, mekkora rész fog várhatóan kiáramlani az adott perióduson belül.
- A tőketörlesztések esetén a visszafizetésre kerülő tőkerészeket is figyelembe kell venni, mint lejáratú tételek, melyeket adott időintervallumon belül a bank visszakap, és újra befektet.

Előnyei

A módszer egyik legnagyobb előnye az egyszerűsége. Könnyen alkalmazható, mivel kevés információ alapján számítható, „az információ igénye mindösszesen a lejáratú/átárazódó tételek nominális értéke, a lejárat, az átárazódás dátuma, és a lejáratú struktúra” (Mulle (2004), p.26.). Ugyancsak egyszerűségéből fakadóan a „módszer nagyon intuitív, ezért eredménye a felsővezetés számára is könnyen kommunikálható” (Mulle (2004), p.26.).

A módszer elsősorban az átárazási kockázat számszerűsítésére alkalmas (EBA (2015)).

Hátrányai

A módszer egyszerűsége egyben a legnagyobb hátránya is. A módszer egyszerűsége miatt nem veszi figyelembe az egyes sávokba sorolt követelések eltérő jellemzőit (pl. eltérő lejárat, átárazódás), ezért pontatlan, ami miatt eredménye nem alkalmas arra, hogy ez alapján fedezésre kerüljön a kockázat (Mullem (2004)). Nem veszi figyelembe a pénz időértékét, csak párhuzamos hozamgörbe elmozdulással számol, továbbá nem veszi számításba a változó kamatkörnyezetből adódó fizetési szokások megváltozását, így nem képes számszerűsíteni az opciós tulajdonságokból adódó kifizetéseket (pl. előtörlesztés) (Koch-MacDonald (2006)). Ezekből fakadóan nem számszerűsíthető vele megfelelően a hozamgörbe kockázat, a bázis kockázat, illetőleg nem alkalmas az opciós tulajdonságból eredő kockázat értékelésére sem (EBA (2015)). A módszert egyszerűsége miatt több bank is alkalmazza, de ugyancsak könnyen érthetőségéből fakadóan főleg riporting célokra, és nem tőkeallokáció becslésére.

2.1.3.2 Duration gap

Módszertan

A statikus értékalapú megközelítésben „nincsenek kamatpálya szimulációk, hanem előre meghatározott kamat scenáriók hatása kerül elemzésre. Az elemzés során az egyes pénzügyi eszközök piaci értékében bekövetkező változása kerül meghatározásra” (Mullem (2004), p.29.). A legismertebb

módszertan a duration gap elemzés. Emellett ismert módszertan a bázispont érték alapú módszer, mely az opciós értékelésen alapul.

A duration gap alapú elemzés annyiban jelent továbblépést a kamat gaphez képest, hogy figyelembe veszi az eszközök és a források hozamérzékenységét is, melyet az átlagos hátralévő futamidő (átlagidő), a duration fejez ki. A legelterjedtebb számolási technika a gap elemzést finomítja annyiban, hogy az egyes lejáratú sávokhoz hozzárendel egy átlagos duration értéket, és egy feltételezett hozameltolódás mellett számítja ki az adott lejáratú sávba eső nettó pozíció értékváltozását. Mint ilyen, képes kifejezni a bank gazdasági tőkeértékének változását a hozamok elmozdulása esetén. A duration gap alapú módszer esetén a cél a gazdasági tőkeérték változásának becslése a kamatváltozások hatására, az eszközök és a források értékében bekövetkező változásokból levezetve. Ezen esetben úgy értelmezzük a gazdasági tőkeértéket, mint az eszközök piaci értéke és a kötelezettségek piaci értéke közötti különbséget, azaz⁸

$$\Delta EVE = \Delta MVA - \Delta MVL \quad (3)$$

ahol ΔEVE a gazdasági tőkeérték változása, ΔMVA az eszközök piaci értékében bekövetkező változás, ΔMVL a kötelezettségek piaci értékében bekövetkező változás.

Az eszközök és kötelezettségek piaci értékét az azokból származó pénzáramlások visszadiszkontálásával kapjuk meg. Az eszközök és kötelezettségek átlagidejét az egyes eszköz és forrástételek átlagidejéből lehet meghatározni az alábbi összefüggés alapján:

⁸ Képletek Koch-MacDonald (2006) alapján

$$DA = \sum_i^n w_i Da_i \quad (4)$$

ahol DA az eszközök átlagideje, w_i az i -dik eszköz és az összes eszköz piaci értékének hányadosa, Da_i az i -dik eszköz átlagideje, n az eszközök darabszáma, továbbá

$$DL = \sum_i^m w_i Dl_i \quad (5)$$

ahol DL a kötelezettségek átlagideje, w_i az i -dik kötelezettség és az összes kötelezettség piaci értékének hányadosa, Dl_i az i -dik kötelezettség átlagideje, m a kötelezettség darabszáma.

Mindezek alapján, ha egy banki portfólió duration gap-jét az alábbi módon határozzuk meg:

$$DGAP = DA - (MVL/MVA) \cdot DL \quad (6)$$

akkor a gazdasági tőkeértékben bekövetkező változást az alábbi módon becsüljük, Δi mértékű kamatelmozdulást feltételezve:

$$\Delta EVE = -DGAP \cdot [\Delta i / (1 + i)] \cdot MVA \quad (7)$$

A módszer alkalmazásának nehézsége, hogy alapvetően feltételezi ismerjük az eszközök és források piaci értékét, melyet a megfelelő pénzáramlások visszadiszkontálásával kapunk. Ezen módszer segítségével is csak durva becslést kapunk a tőkeérték változására, ám a számítások tovább finomíthatóak az alábbi technikákkal (Koch-MacDonald (2006)):

- lehetőség van arra, hogy az egyes lejáratú sávokhoz eltérő hozamelmozdulást rendeljen a bank, így figyelembe véve a különböző hozamok eltérő volatilitásait,
- nem lejáratú sávonként, hanem minden eszközre, kötelezettségre és mérlegen kívüli tételre egyedileg meghatározott átlagidő esetén sokkal pontosabb becslés kapható,
- a hozamgörbe alakjának megváltozása is figyelembe vehető, ha a számítást ún. bázispont (BPV) alapon készítik.

Előnyei

A duration koncepció „legfőbb előnye, hogy egy számban kerül kifejezésre a pénzügyi eszközök hozamérzékenysége; további előnye, hogy az egyes eszközök duration-je összeadható, így az eszközök és források teljes duration-je az egyes elemek duration értékeinek összeadásával kiszámítható” (Mulle (2004), p.30.). Ezen két érték különbsége a tőke duration értéke. Amennyiben „az eszközök és források duration értéke megegyezik, a tőke értéke immunis a kamatkörnyezet változására, egészen a következő kamatváltozásig, amikor az eszközök és források duration értéke megváltozik a hozamok megváltozása miatt” (Mulle (2004), p.30.). A módszer alapvetően az átárazási kockázat meghatározására alkalmas, mivel párhuzamos hozamgörbe elmozdulást feltételez, ezért a hozamgörbe és bázis kockázatok felmérésére nem megfelelő (EBA (2015)).

Hátrányai

A módszer legnagyobb hátránya, hogy „csak párhuzamos hozamgörbe elmozdulás esetén alkalmazható, ám ez viszonylag ritkán előforduló esemény” (Mullem (2004), p.30.). Ez a probléma feloldható azzal, hogy az „egyes tételekhez több duration érték kerül hozzárendelésre, az eszköz átárazódási tulajdonságainak megfelelően (több árponthoz)” (Mullem (2004), p.30.). További hátránya, hogy a koncepció „csak kismértékű hozamgörbe változás esetén ad viszonylag pontos becslést az értékváltozásra” (Mullem (2004), p.30.). Ez feloldható azzal, hogy az „ár-hozam görbe további deriváltjai, azaz a konvexitás kerülnek bevonásra az értékváltozás számszerűsítésére” (Mullem (2004), p.30.). Az ár-hozam görbe másodrendű deriváltja a konvexitás, ami az ár-hozam függvény görbületét határozza meg. További deriváltak bevonása is lehetséges, ami növeli a becslés pontosságát, ám egyre összetettebbé teszi a számításokat (Szász (2003)). Az opciós tulajdonságok „nehezítik a további deriváltak bevonását, mivel az opciók negatív konvexitást eredményezhetnek” (Mullem (2004), p.31.). A módszer további hátránya, hogy alapvetően csak az átárazási kockázatra fókuszál, a lejáratú sávok átlagos duration értékében nem lehet kifejezni az eltérő jellemzőkkel rendelkező eszközök (pl. kamatfizetések időpontja) különböző duration értékeit, így magas becslési hiba adódhat a pozíciók egyszerű aggregálásából. Ugyan a módszer hasonló nehézségekkel küszködik, mint a gap elemzés, kevésbé komplex hitelintézetek esetén jól alkalmazható a gazdasági tőkeérték változásának becslésére.

2.1.3.3 Bázispont érték

Módszertan

A bázispont érték nagyon hasonló a duration módszertanhoz. A bázispont érték „a hozamgörbe egy bázispontos párhuzamos elmozdulásának hatását fejezi ki az adott pénzügyi eszköz értékére” (Mullem (2004), p.32.). „A bázispont érték és az eszköz piaci értékének szorzata a duration értékét adja” (Mullem (2004), p.32.). A BPV⁹ meghatározható a teljes hozamgörbe mentén, illetőleg a pontosabb becslés érdekében a hozamgörbe egyes pontjaira is (Száz (2003)). A BPV-t gyakran hívják deltának is, mivel hasonló információt hordoz, mint az opciós delta, mely a derivatívák értékének az árfolyam szerinti parciális deriváltja. A számítások pontosításához további deriváltak is bevonhatóak (Száz (2009b)).

Előnyei

A BPV előnye, hogy „egy számba sűrítve tartalmaz minden fontos információt, melyet viszonylag könnyen meg lehet határozni a piaci adatok alapján” (Mullem (2004), p.32.). Ezzel a módszertannal tovább finomítható a duration gap alapú módszertan, és a számítás kiterjeszhető a hozamgörbe kockázat becslésére (EBA (2015)).

Hátrányai

Hátránya, hogy több parciális derivált bevonása a számításokba a pontosság érdekében nehezen kezelhetővé teszi a módszertant.

⁹ BPV: basis point value. Ez egy eszköz értékváltozását adja meg a hozamok 1 bázispontos elmozdulása esetén.

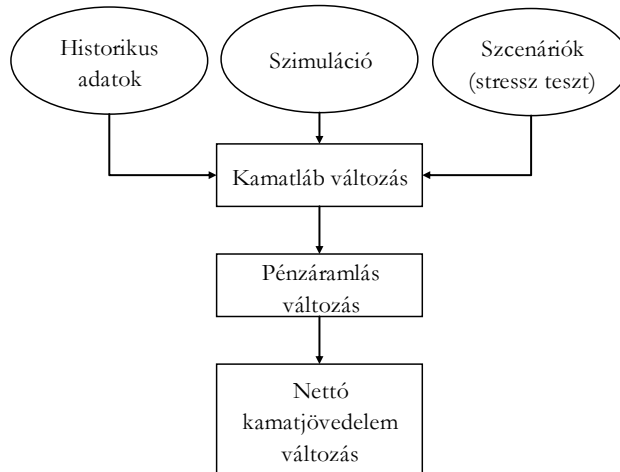
$BPV = -MDUR * P * 0,0001 + \frac{1}{2} * Cx * P * 0,0001^2$, ahol Cx a konvexitás.

2.1.3.4 Earnings at risk

Módszertan

Az Earnings at Risk (EaR) egy VaR alapú koncepció. A VaR-hoz hasonlóan meghatározott konfidencia szint mellett, egy adott időintervallumra határozza meg a kamateredmény kockázatosított értékét (Bessis (2011)). Az EaR koncepció statikus és dinamikus megközelítésben is alkalmazható. A statikus megközelítés esetén egyszerű kamat scenáriók mentén kerülnek kiértékelésre a pozíciók, mely scenáriók kiválasztása általában historikus adatok alapján történik (Mulle (2004)). Ebben az esetben egy olyan scenárió kerül kiválasztásra, mely „a historikus adatok alapján várhatóan előfordulhat a tervezési időszakban adott konfidencia szint mellett” (Mulle (2004), p.27.). Az így kiválasztott kamat sokot alkalmazunk minden időszakban. Az EaR jövedelem szemléletéből adódóan ezt a módszert általában rövidtávú előrejelzésre használják, azaz általánosan az egyéves időhorizontra történő előretekintés a preferált. Nagy, komplex portfóliókkal rendelkező bankok esetén az átárazódás hatása éven belül is jelentős lehet, ezért havi, és negyedéves előrejelzés készítése is előfordul.

Az EaR dinamikus megközelítése annyiban tér el a statikus megközelítéstől, hogy „sztochasztikus kamatmodellek alapján meghatározott kamatpályákkal történik a pénzáramlások szimulálása” (Mulle (2004), p.28.). A módszer szerint „minden szimulált kamatpálya mentén újraszámításra kerül a kamateredmény, az ügyfélviselkedésre és a mérleg alakulására tett feltételezések alapján. A kamateredmény eloszlásnak az adott konfidencia szinthez tartozó percentilise alapján meghatározható az EaR értéke” (Mulle (2004), p.28.). A számítás logikai modelljét a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra Az EaR módszertan logikai modellje

Forrás: Kalfmann (2008), p. 27.

Mind a historikus és szimulált kamatpályák esetén elmondható, hogy a kamatpálya szimulációk mellett stressz teszteket mindig végeznek a bankok, mely a bázeli ajánlásoknak és a jogszabályoknak is kiemelten fontos része (Madar (2010)). A pénzáramlás változás hatásából már könnyen számolható a nettó kamatjövedelem változás mértéke. A különböző kamatpályák eltérő mértékű kamatjövedelem változást idéznek elő, melyek közül egy legrosszabb kimenetelű (worst case) szcenárió kiválasztása jelentheti a szükséges tőkemennyiség meghatározásának alapját.

Előnyei

A módszer egyik nagy előnye könnyen érthetőségében és számíthatóságában áll. A bankok ezzel a módszerrel általában statikus elemzést végeznek, mellyel alapvetően az átárazási kockázatok és bizonyos hozamgörbe változásból eredő kockázatok számszerűsítése lehetséges. Rövid időhorizont vizsgálata esetén a legnagyobb kockázatot valóban az átárazási és

hozamgörbe változások jelentik, a dinamikus szimulációs technikák alkalmazása a hosszú távú hatások várható hatásának felmérésére szolgálnak, mint pl. az előtörlesztések hatása, a kamatkörnyezet hosszú távú átalakulása esetén az ügyfelek várható reakciói, melyek lecsapódnak a bank üzleti terveiben is. A kamat gappel szembeni előnye, hogy pontosabb képet ad a valódi kamatkockázati kitéettségről.

A dinamikus megközelítés előnye, hogy ezzel számszerűsíthető a banki könyvi kamatkockázat minden eleme (EBA (2015)). Mivel az egyes hozamgörbe pontokra alkalmazható különböző mértékű elmozdulás, ezért „így meghatározható az átárazási és a hozamgörbe kockázat is” (Mullem (2004), p.28.). „A bázis kockázatot vagy többféle kamatmodell alkalmazásával lehet számszerűsíteni, vagy egy kamatmodell esetén a különböző hozamgörbék közötti korrelációkra tett feltételezésekkel lehet beépíteni. Az opciós tulajdonságok kockázatának mérését az ügyfélviselkedésre tett feltételezések alapján lehet beépíteni a modellbe” (Mullem (2004), p.28.).

Hátrányai

A statikus EaR módszer hátránya, hogy historikus adatokon alapszik. További hátránya, hogy „feltételezésekkel kell élni a bank mérlegstratégiájára vonatkozóan a különböző kamat scénáriók esetén” (Mullem (2004), p.28.). A statikus módszer „nem alkalmas a bázis kockázat és az opciós tulajdonságokból eredő kockázat számszerűsítésére” (Mullem (2004), p.28.). Végül ezen módszer esetén „nehéz meghatározni a megfelelő tervezési időszakot. Ha például a banknak van egy ötéves swap megállapodása, melyben fix kamatot fizet és három hónapos változó kamatot kap cserébe, és

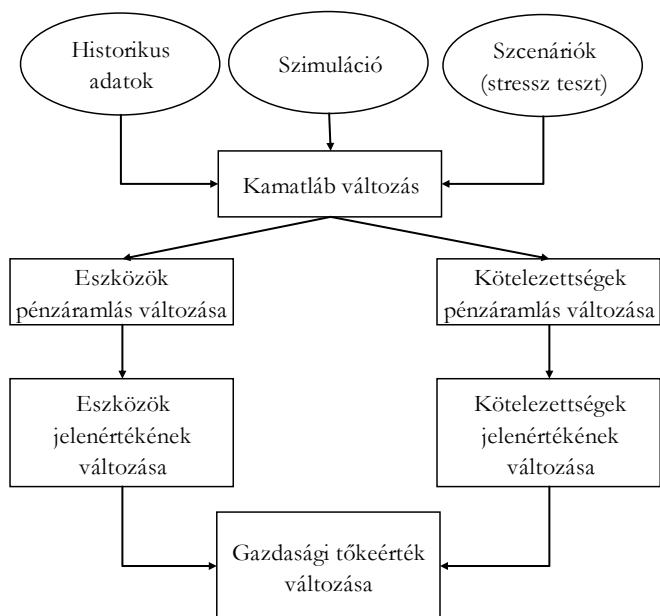
a tervezési időszak egy év, akkor a swap fix lába nincs benne a tervezési időszakban. Ez feloldható a tervezési időszak kinyújtásával, de ekkor további feltételezéseket kell tenni a mérleg hatásokra vonatkozóan” (Mullem (2004), p.28.).

A dinamikus módszer jelentős előnyökkel rendelkezik a statikus módszerhez képest, ám ennek is megvannak a maga hátrányai. A legnagyobb hátránya, hogy alkalmazásához számos feltétellel kell élni. „Először is megfelelő kamatmodellt kell kiválasztani. Másodsor a kamatmodell paramétereit is meg kell becsülni, mely további bizonytalanságot eredményez. Harmadszor az opciós tulajdonságok kockázatának becsléséhez további feltételezéseket kell tenni az ügyfelek viselkedésére. És végül ebben az esetben is szükséges feltételezésekkel élni a mérleg összetételére és annak változására” (Mullem (2004), p.28.).

2.1.3.5 Economic Value of Equity

Módszertan

A tőke piaci érték alapú megközelítésének (Economic Value of Equity; EVE) célja a jövőbeni pénzáramlások előrejelzése és diszkontálása segítségével a sajáttőke piaci értékének becslése. A módszer logikai modellje a 3. ábra szerint foglalható össze.



3. ábra Az Economic Value of Equity (EVE) módszertan logikai modellje

Forrás: Kalfmann (2008), p. 28.

A gazdasági tőke alapú módszer célja annak előrejelzése, hogy a kamatváltozások hosszú távon milyen hatást fejtenek ki a bank elméleti értékére. A módszer alapja, hogy a kamatváltozások mellett újraszámolt pénzáramlás visszaszkontált értéke (azaz elméleti piaci értéke) mennyiben változik, külön vizsgálva az eszközöket és a kötelezettségeket, a változások különbségeként pedig adódik a tőke piaci értékének változása. Az előző módszerhez képest ez annyiban teljesebb, hogy nemcsak a kamatozó tételeket veszi figyelembe, hanem az összes banki könyvi tétel várható pénzáramlásával számol. Természetesen ebből adódik a módszer legnagyobb hátránya is, mivel a banki könyvi tételek piaci értékének meghatározását bizonyos feltételezésekkel élve tudjuk megtenni, így igen nagy modell kockázatot is futunk ennek alkalmazásakor (Danielsson at al. (2015)).

Ebben a modellben a fő hangsúly a dinamikus modellezésre helyeződik, azaz lehetőséget nyújt arra, hogy modellezzük a kamatkörnyezet teljes átalakulásának hatását a bank jövőbeni tevékenységére, és különböző feltevések mellett lehetőséget nyújt annak becslésére, hogy az ügyfelek hogyan reagálják le a változásokat. Ezáltal elősegítheti az üzleti tervezést, illetőleg a stratégiai kockázatok felmérését, és a jövőben várható részvényesi vagyonszámítását.

Az EVE módszertan a VaR alapjain nyugszik. A kereskedett eszközöktől eltérően a kamatok változásának hatását a tőkeértékre egyéves tartási periódus mellett kell mérni, összhangban a többi kockázati faktor esetén a gazdasági tőkemodellekben általánosan alkalmazott megközelítéssel. Amennyiben a VaR számítást hosszabb tartási periódusra számítjuk, akkor az abszolút VaR helyett a relatív VaR számítása indokolt, várható értéknek tekintve a várható éves kamateredményt. A módszer további előnyei és hátrányai is a VaR módszertanból adódnak.

Előnyei

A VaR legnagyobb előnye, hogy „egy olyan értéket ad meg, mely a nem várható veszteség nagyon egyszerű kifejezése. Egy számban fejezi ki a banki könyvi kamatkockázat összes elemét, az átárazási kockázatot, a bázis kockázatot, a hozamgörbe kockázatot és opciós árazási képletek beépítésével a beágyazott opciós tulajdonságok is figyelembe vehetőek” (Mullem (2004), p.33.).

Hátrányai

A módszer legfőbb hátránya, hogy „nem ez a legmegfelelőbb megközelítés a banki könyvi szemlélet érvényesítésére, mivel a banki könyvben alapvetően lejáratig tartott eszközök vannak, melyeknek alapvetően nem létezik likvid másodpiaca” (Mullem (2004), p.33.). Másik nagy hátránya a hozamok eloszlására tett feltételezés. „A VaR módszertan normál vagy lognormális eloszlás mellett használható a legjobban, ám a hozamok valódi eloszlását sokszor nem ezek az eloszlások írják le megfelelően. Az empirikus eloszlások jellemzője a modellek előrejelzésénél gyakoribb szélsőértékek előfordulása, azaz az empirikus eloszlások széle vastagabb. Emellett az átlag körüli értékek a valóságban jobban sűrűsödnek, továbbá az empirikus eloszlások általában nem szimmetrikusak” (Mullem (2004), p.33., Jorion (1999)).

2.1.3.6 Az opciós tulajdonságok figyelembe vételének lehetősége

A nagy retail portfóliókkal rendelkező bankok esetén komoly kihívást jelent az opciós tulajdonságok felmérése és számszerűsítése. Az eszköz oldalon a hitelekhez kapcsolódó előtörlesztés lehetősége a legfontosabb opciós hatás, mely jellemzően jelzálog portfóliók esetén jelentős. A hitelek előtörlesztése két faktorra vezethető vissza:

- demográfiai hatásokra (pl. halálozás, válás, munkahelyváltás), illetőleg
- makroökonómiai változásokra (az előtörlesztést ekkor alapvetően a kamatkörnyezet változása határozza meg).

A bankok az előtörlesztés mértékét saját portfóliójuk historikus adatai alapján tudják becsülni. Az előtörlesztés tulajdonképpen egy bujtatott vételi jog a

hitelfelvevő szempontjából, ha hitelét úgy értékeljük, mintha kötvénykibocsátó lenne. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy csökkenő kamatkörnyezetben a hitelfelvevő él opciós lehetőségével, visszafizeti a hitelt és alacsonyabb kamaton újítja meg hitelét. A bank oldaláról ez a jövedelem csökkenését és az eszköz oldal hátralévő átlagos lejáratának csökkenését eredményezi.

A forrás oldalon az opciós tulajdonságok alapvetően a lejáratral nem rendelkező betétekhez kapcsolódnak, melyet tulajdonosa bármikor visszakérhet a banktól. Ez a jog tulajdonképpen egy bujtatott eladási jog a betétes szempontjából, mellyel érthető módon emelkedő kamatkörnyezetben élni is fog: kivonja betétjét, hogy pénzét magasabb hozamú eszközökbe fektesse.

Az opciós tulajdonságok hatásának számszerűsítése megoldható az egyszerűbb módszerek esetén is, de teljes körű figyelembe vételére a szimulációs technikák adnak lehetőséget. A lejárat sávokba történő sorolás esetén a megváltozott kamatkörnyezet hatásaként feltételezett előtörlesztés mértékét a lejárat sávokba sorolt követelések korrigálásával lehet számszerűsíteni. Ebben az esetben a bankok valamilyen feltételezéssel élnek arra, hogy például a 20 éves lejáratú hitelek a futamidő alatt általában mikor és mekkora összegben szoktak előtörleszteni. A lejárat sávokba soroláskor a 20 éves hitelek nagy részét a neki megfelelő sávba osztják, míg a feltételezett előtörlesztéseket szétosztják a megfelelő lejáratok között. A szimulációs technikák esetén jóval szofisztikáltabb viselkedési feltételezéseket is be lehet építeni a modellezésbe. Ilyen például olyan árazási modellek használata, melyek opcióval korrigált értéket határoznak meg, szimulálva különböző kamatpályák esetén a pénzáramlások alakulását.

2.1.3.7 Összefoglalás

A fentiek alapján összefoglalható, hogy a bemutatott módszerek a banki könyvi kamatkockázat mely kockázati faktorainak becslésére, mérésére alkalmasak (2. táblázat).

A banki könyv esetén a jövedelem alapú megközelítés sokkal inkább megállja a helyét, mint a tőke piaci értékének változását becsülő modellek. Ha a banki könyv eszközeit és kötelezettségeit egy-egy kötvénynek tekintjük, akkor a tőke piaci értékét az eszközök piaci értéke és a kötelezettségek piaci értéke közötti eltérés határozza meg. A számítás legnagyobb nehézsége, hogy a banki könyvi tételek (általában) nem kereskedett tételek, azaz nincs elfogadható piaci árak sem, így a számítások, azaz a „hipotetikus” kötvények beárazása és átárazása, és a számítások előfeltételei csak egy elméleti értéket határoznak meg a tőke értékére.

2. táblázat A kamatkockázat mérési módszerek alkalmazhatósága

Kockázat forrása	Kamat gap	Duration gap/BPV	EaR	EVE/VaR
Átárazási kockázat	igen	igen	igen	igen
Bázis kockázat	nem	nem	igen	igen
Hozamgörbe kockázat	nem	BPV esetén igen	igen	igen
Opció tulajdonságok	nem	nem	igen	igen

Forrás: EBA (2015) alapján saját szerkesztés

Mivel a bank nem kereskedett tételeknek tekinti az eszközökből és a kötelezettségekből létrehozott kötvényeket, ezért tulajdonképpen olyan pozícióban van, mintha lejáratig kívánná tartani ezeket (hold-to-maturity). Ebben az esetben a hipotetikus kötvények pillanatnyi átárzódása nem realizálódik árfolyamnyereség/-veszteség formájában, továbbá ezeket a

tételeket nem piaci áron kell nyilvántartani a könyvekben.¹⁰ A banki könyvi tételek esetén a kamatváltozás nem a piaci érték változásában csapódik le, hanem a jövőbeni kamatjövedelmekben, melyek a könyvekben az elhatárolt kamatok között fognak megjelenni.

A tőkemegfelelés számítás során a szavatolótőke értékét ugyancsak könyv szerinti értéken határozza meg a bank, melyet nagyban befolyásol a kumulálódott eredmény értéke is. Amennyiben a kamatváltozás hatására a bank eredménye elmarad egy adott évben a várttól, akkor a szavatolótőke szintje nagyban elmaradhat a tervezett szinttől, ám ha a bank a jövedelem lehetséges csökkenését addicionális tőkeallokálással lefedte, akkor nem érheti meglepetés.

Mindezek alapján a legmegfelelőbb egy jövedelem változás hatását vizsgáló modell felállítása a banki könyvi kamatkockázat mérésére, mely alkalmassá teszi a bankot az eredmény aktív menedzselésére. Emellett mindenféleképpen szükséges a jövedelem alapú megközelítés kiegészítése egy tőkehatást mérő módszertannal, a hosszú távú eredményhatások számszerűsítésére, elsősorban tőkemenedzsment eszközként. A rövid távú célok nem minden esetben egyeztethetőek össze a hosszú távú jövedelmezőségi célokkal, ezért szükséges a hosszú távú szempontok figyelembe vétele és érvényesítése, ami miatt nem lehet eltekinteni a tőkeérték alapú hatások számszerűsítésétől.

¹⁰ Ezen a ponton komoly hatása lehet a jövőben az IFRS (International Financial Reporting Standards) alapú nyilvántartások bevezetésének, de a számviteli sztenderdek és a tőkeszabályozási előírások közötti diszkrepanciákkal jelen dolgozat nem foglalkozik.

2.2 Gazdasági tőkemodellek

A fejezetben rövid áttekintést adok a különböző tőkefogalmakról és ezek egymáshoz való viszonyáról. A fejezet célja, hogy bemutatásra kerüljenek az elérhető nemzetközi irodalom alapján azok a gazdasági tőkeérték alapú modellek, melyek alkalmasak a banki könyvi kamatkockázat tőkehatás alapú számszerűsítésére. A modellek bemutatását megelőzően rövid módszertani kitekintést adok, mely szükséges a későbbi modell leírások értelmezéséhez.

2.2.1 Tőkefogalmak és a gazdasági tőke definíciója

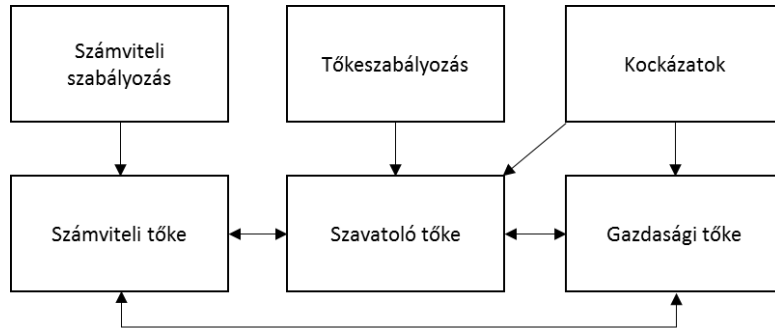
A bankok esetén alapvetően háromféle tőke definíciót különböztethetünk meg. Az első definíció a *számviteli tőke* fogalma, mely „megegyezik a tőke mérlegben szereplő számviteli elvek alapján meghatározott értékével. A számviteli tőkeérték jól alkalmazható különböző entitások teljesítményének az összehasonlítására” (Mullein (2004), p.35.).

A második tőkefogalom a *szavatoló tőke*, melynek minimum szintjét határozzák meg a tőkekövetelmény előírások. A szavatoló tőke a mérlegben szereplő jegyzett tőke elemeken felül más tőkeelemeket is tartalmazhat (pl. alárendelt kölcsöntőke), melyekkel szembeni elvárás, hogy bevonhatóak legyenek veszteségfedezésbe. A szavatoló tőke elvárt szintjét a bank által vállalt kockázatok szintje határozza meg, melyre vonatkozóan a tőkeszabályozás egy minimum értéket határoz meg, melynek fedeznie kell a hitel-, működési és piaci kockázatokból származó potenciális veszteségeket.

A tőkeszabályozás alapján minden banktól elvárt egy rendszeres teljes kockázatelemzés elvégzése, melynek eredményeként fel kell mérniük minden

releváns kockázatot. Az ezekből származó potenciális veszteségek fedezésére kell meghatározniuk a *gazdasági tőke* szintjét. A gazdasági tőke meghatározásának módszertanát nem adja meg a jogszabály, ebben módszertani szabadságot élveznek az intézmények. A gazdasági tőke definíció szerint a tőke azon szintje, mely a nem várható veszteségek fedezésére szolgál meghatározott konfidencia szint és adott időperiódus mellett (Basel (2004)). Módszertanilag ez visszavezethető a szofisztikált hitelfortfolio modellek alkalmazására, illetőleg ennek a módszertannak a kiterjesztésére a többi releváns kockázati tényezőre. Az így kapott tőkeértékre vetített eredmény mutató a „kockázattal korrigált eredmény, mely alkalmas a kockázat egységnyi értékére vetített hatékonyság kifejezésére” (Mullem (2004), p.35.). Ezt a menedzsment eszközt hívjuk kockázattal korrigált teljesítmény mérésnek. Menedzsment kontrol eszközként ezek a mutatók alkalmasak a tőke hatékony allokálására különböző tevékenységek között: az egységnyi kockázatra jutó legmagasabb hozam arányában (Jorion (1999)).

Felmerül a kérdés, hogy ezek a tőkefogalmak hogyan viszonyulnak egymáshoz. Ezt szemlélteti a 4. ábra. A számviteli szabályozás határozza meg a számviteli tőke értékét, mely a rendelkezésre álló tőke mértéke. A tőkeszabályozás alapján határozható meg a szavatoló tőke mértéke. Végül a bank kockázati önértékelése alapján kerül meghatározásra a gazdasági tőkeérték (Mullem (2004). „Ezen tőkeértékek egyedileg alkalmasak a banki tevékenység összehasonlítására” (Mullem (2004), p.35.).



4. ábra A tőkefogalmak logikai összekapcsolódása

Forrás: Mullem (2004), p. 35.

A gazdasági tőke definiálását követően az alábbiakban bemutatásra kerülnek a banki könyvi kamatkockázatra alkalmazható gazdasági tőkemodell keretrendszerek, illetőleg ezek értelmezéséhez kapcsolódó módszertani kitekintő.

2.2.2 Módszertani kitekintő

2.2.2.1 Kamatláb definíciók

Az alábbiakban a kamatmodellek és a gazdasági tőkemodellek tárgyalásához szükséges alapvető fogalmakat tisztázzuk, úgy mint azonnali kamatláb, forward kamatláb, rövid kamatláb és par kamatláb.

Azonnali kamatláb

Az n éves *azonnali (spot) kamatláb* olyan befektetés kamatát jelöli, amely mostantól számítva n évig tart. A befektetési időhorizont alatt nincsenek kifizetések, a tőkét és a kamatot lejáratkor egy összegben kapjuk vissza (Hull (1999), Száz (2009a)). Az n éves azonnali kamatot n éves elemi (zérokupon)-

hozamnak is nevezik. Az elemi hozamgörbe a spot kamatok és a lejáratok közötti kapcsolatot mutatja be. A gyakorlatban az elemi hozamok, vagyis az elemi hozamgörbe nem mindig figyelhető meg, ezért azt a kamatszelvénys kötvények árfolyamából származtatják (Hull (1999)).

Forward kamatláb

Forward kamatnak, vagy más néven *határidős kamatnak*, az azonnali kamatok által meghatározott, jövőbeli periódusokra vonatkozó kamatot nevezzük (Hull (1999)). A meghatározása arbitrázs elven működik: egy kétéves kötvénybe történő befektetés hozamának meg kell egyeznie egy egyéves kötvény és az egy év múltai egyéves kötvénybe történő befektetés hozamával (Mullem (2004), Száz (2009a)).

Rövid kamatláb

A t időpontbeli r pillanati, vagy *rövid kamatláb* az a kamatláb, amely a t időpontban kezdődő végtelenül rövid periódushoz tartozik (Hull (1999)). A fogalmat a kamatlábmodellek alkalmazzák.

Par kamatláb

A *par kamatláb* az a névleges kamatláb (kupon ráta), amely mellett a kötvényt névértéken lehet kibocsátani az aktuális spot hozamgörbe mellett (Száz (2009a)). A par kamatláb az n év futamidejű elemi kötvények hozamaiból számítható. A par kamatláb fogalmát az elméleti modellben fogom használni.

2.2.2.2 Hozamgörbe modellek

A hozamgörbe nem más, mint a kamatlábak lejárat szerkezete. A kamatlábmodellek, vagy más néven hozamgörbe modellek célja, hogy leírják a teljes kamatszerkezet valószínűségi viselkedését (Mulle (2004)). Alapvetően kétféle modellt különböztetünk meg: az *egyensúlyi modelleket* és az *arbitrázs modelleket*. Az alapvető különbség a két modellcsalád között, hogy míg az egyensúlyi modellek olyan hozamgörbe szerkezetet adnak eredményül, mely nem feltétlenül illeszkedik tökéletesen a piacon megfigyelhető hozamgörbéhez, addig az arbitrázs modellekkel tökéletes illeszkedés érhető el (Mulle (2004)). Egy egyensúlyi modellben a hozamgörbe a modell output változója, míg egy arbitrázs modellben ezzel szemben a hozamgörbe az input változó (Hull (1999)). A hozamgörbék dinamikus becslési eljárásait részletesen tárgyalja Kopányi (2009).

A hozamgörbe modellek lehetnek *egyfaktorosak* és *többfaktorosak*. Az egyfaktoros modellekben a kamatlábak dinamikája csak egy faktortól függ, míg a többfaktoros modellekben ennek előrejelzése több faktossal történik (Hull (1999)). Ezeknek a modelleknek ezért megvan az az előnye, hogy „szélesebb spektrumban képesek lefedni a hozamgörbe változását, viszont többfaktorosságuk miatt meglehetősen komplexek és összetettek, ezért nehezen becsülhetőek” (Mulle (2004), p.37.). Az alábbiakban részletesebben bemutatásra kerülnek az egyensúlyi modellek, mivel a későbbi modellezéshez a Cox, Ingersoll és Ross-modellt alkalmazom. A fejezet Mulle (2004) és Hull (1999) alapján készült.

Egyensúlyi modellek

Az egyensúlyi modellek különböző feltevéseket fogalmazznak meg közgazdasági változókra nézve, majd ez alapján meghatározzák a rövid lejáratú kockázatmentes kamatláb alakulásának folyamatát. Ebből azután levezethető, hogy a kötvényárfolyam és az opció értéke milyen folyamatot követ. Az egyfaktoros modellben az r alakulásának bizonytalansága csak egy forrásból származik. A kockázatsemleges pillanati kamatlábat az Ito-folyamattal szokták leírni:

$$dr = m(r)dt + s(r)dz \quad (8)$$

ahol dr a kamatláb pillanati változása, $m(r)$ a pillanati várható növekedés, dt az idő végtelen kicsi változása, $s(r)$ a pillanati szórás, dz a Wiener-folyamat, ahol ε sztenderd normális eloszlást követ.

A két legismertebb egyfaktoros modell a Vasicek-modell és a Cox, Ingersoll és Ross-modell.

A Vasicek-modell

A Vasicek-modellben az r alakulásának folyamata a kockázatsemleges világban:

$$dr = a(b - r)dt + \sigma dz \quad (9)$$

ahol a , b és σ konstans. A Vasicek-modell magába foglalja az átlaghoz való visszahúzást. A rövid kamatláb a ütemben tér vissza a b szintre. Ehhez adódik hozzá egy normális eloszlású sztochasztikus változó.

A Cox, Ingersoll és Ross-modell

A Vasicek-modellben az r pillanati kamatláb egy jövőbeli értéke normális eloszlást követ és negatív is lehet. Cox, Ingersoll és Ross egy olyan alternatív modellt javasoltak, amelyben a kamatlábak csak nem negatívak lehetnek. Az r alakulásának folyamata a kockázatmentes világban a modell szerint:

$$dr = a(b - r)dt + \sigma\sqrt{r}dz \quad (10)$$

Ebben ugyanolyan átlaghoz való visszahúzás érvényesül, mint a Vasicek-modellben, de a szórás \sqrt{r} -el arányos. Ez azt jelenti, hogyha a rövid kamatláb növekszik, akkor a szórása is nő.

Arbitrázs modellek

Az egyensúlyi modelleknek az a nagy hátránya, hogy nem illeszkednek automatikusan a jelenlegi hozamgörbéhez. Ezzel szemben az arbitrázs modelleket úgy alkották meg, hogy egészen konzisztensek legyenek a piacon megfigyelhető hozamgörbékkel. A legfontosabb eltérés az egyensúlyi modellekhez képest, hogy a várható növekedés függ az időtényezőtől. A legfontosabb arbitrázs modellek a Ho-Lee modell és a Hull-White modell, melyeket részletesen tárgyalja Király-Száz (2005).

2.2.3 A banki könyvi kamatláb kockázathoz kapcsolódó gazdasági tőke modellek

Banki könyvi kamatláb kockázathoz kapcsolódó gazdasági tőke modellek publikusan nem elérhetőek, ezért az alábbi leírás Mullem (2004) alapján készült, melyben a szerző részletesen tárgyal létező modelleket. A hivatkozott modellekre Mullem (2004) belső dokumentumként hivatkozik, ám a háttér tanulmányok eredeti koncepciói publikusan nem fellelhetőek, azok csak áttételesen ismerhetők meg Mullem (2004, p.39-48.)-ben szereplő leírások alapján. Ennek keretében az alábbi három modell koncepció kerül röviden összefoglalásra:

- Bessis-Matten modell
- Oliver, Wyman and Company modell
- Emmen-Boughanmi modell.

2.2.3.1 Bessis-Matten modell

Bessis (1998) és Matten (1996) állítása szerint a jövedelem alapú és a tőkeérték alapú megközelítés is alkalmazható a gazdasági tőkeszint számításához. Valójában a jövedelem alapú megközelítés az EaR módszertan gyakorlati alkalmazását jelenti, míg a tőkeérték alapú megközelítés a duration gap és a VaR módszertanok leképezése.

Jövedelem volatilitás model

Mullem (2004) alapján Bessis (1998) általános modellje az alábbiak szerint foglalható össze. A jövedelem alapú megközelítéshez meg kell határozni a

kamatok volatilitását, továbbá a vizsgálati időhorizontot és a konfidencia szintet az alábbiak szerint:

- vizsgálati időhorizont: megfelelő az egyéves időhorizont, melynek oka, hogy ugyan a banki könyvi tételek alapvetően középtávúak, ám a kitétségek fedezhetőek, illetőleg kiválthatóak rövidtávon, ezért rövidebb időhorizont alkalmazása javasolt;
- konfidencia szint: ezt a megcélzott külső minősítéssel összhangban szükséges meghatározni; a konfidencia szint alapján meghatározható az alkalmazandó multiplikátor értéke is (hasonlóan a VaR módszertanhoz).

Ezek alapján meghatározható a maximális veszteség mértéke: az átárazási sávokhoz rendelt gap-ek, a volatilitások és a multiplikátor érték szorzataként. Ezen érték és a banki eredmény várható értékének különbsége a gazdasági tőke értéke.

Matten (1996) megközelítése kissé eltér ettől: a gapek és a kamatok volatilitása helyett az eredmény volatilitására koncentrálnak, melyet megszorozva a megfelelően megválasztott konfidencia szinthez tartozó multiplikátor értékkel megkapjuk a gazdasági tőke értékét.

Érték alapú megközelítés

A Bessis (1998) által javasolt érték alapú megközelítésben a gazdasági tőke értéke a banki könyv nettó jelenértékének volatilitásán alapszik. A nettó jelentérték volatilitása pedig a banki könyv módosított duration értéke és a kamatlábak volatilitása alapján számítható.

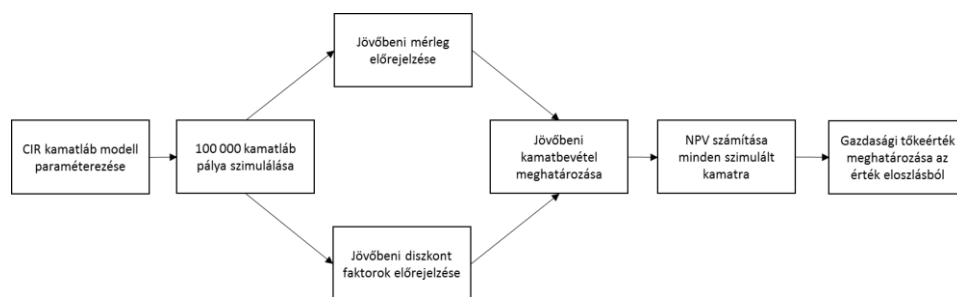
Matten (1996) a VaR módszertant javasolja, egy kellően hosszú tartási periódussal (egy év) és a megcélzott külső hitelminősítéshez tartozó

konfidencia szinttel. Ha például a megcélzott minősítés AAA, amihez 0,01%-os default szint tartozik, akkor a gazdasági tőkeérték számításhoz figyelembe veendő konfindecia szint 99,99%.

2.2.3.2 Oliver, Wyman and Company modell

Az alábbi részben bemutatásra kerül, hogy az Oliver, Wyman & Company (2001) milyen megközelítést javasol a banki könyvi kamatkockázatra vonatkozó gazdasági tőkeérték meghatározására. Mullem (2004) leírása szerint az Oliver, Wyman & Company (OWC) definíciójában a „kamatkockázat nem más, mint a banki könyv nettó eszközértékének vagy a tőke jelenértékének a volatilitása, azaz a megközelítés alapvetően egy értékalapú modell”. Az OWC a kamatkockázat két forrását azonosítja: az átárazási kockázatot és a beágyazott opciókból eredő kockázatot.

Az OWC értékalapú megközelítést alkalmaz a kamatkockázat mérésére. A módszertan keretrendszerét Mullem (2004) alapján az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra Az OWC gazdasági tőkemodelljének általános keretrendszere

Forrás: Mullem (2004), p. 41.

A módszer a kamatok modellezésére a Cox, Ingersoll & Ross (CIR) egyfaktoros modellt alkalmazza, egyéves időtávra, ezért az első 12 hónapban sztochasztikus megközelítést alkalmaz, ezt követően a kamatok a hosszú távú átlaghoz tartanak (Mullem (2004)).

Mullem (2004) meglátása szerint az OWC felismerte egy fontos inkonzisztenciát a kockázati és a számviteli szemlélet eltéréséből adódóan, melynek lényege, hogy a kockázatokat általában érték alapon mérjük, míg a bevételeket számviteli alapon. Ennek feloldására javasolja a banki könyvi jövedelem piaci értéken (mark-to-market) történő mérését. A modell feltételezései Mullem (2004) alapján az alábbiak:

1. *Kamatlábmodellezés:* a CIR modell kerül alkalmazásra, a szimulációk időtávja 10 év. Csak az első 12 hónapra kerülnek sztochasztikus modellel meghatározásra a kamatok, ezt követően a CIR modellből kivételre kerül a sztochasztikus tag és felcserélésre kerül az átlaghoz való visszahúzással. A modell eredményeit használja a jövőbeni benchmark kamatok és ez alapján a várható mérleg struktúra modellezésére.
2. *A mérleg struktúra:* a mérleg szimulálásához „going concern” szemléletet feltételez, azaz a kifutó tételek a jelenlegi feltételek mentén kerülnek megújításra, továbbá a jelenlegi átárazódási szerkezetből indul ki. A nem retail banki könyvi tételekre ezt a feltételezést nem alkalmazza, ezek a pozíciók kifutnak. A teljes banki könyvre az a feltételezés, hogy az átárazás fokozatosan történik az év során, azaz a teljes mérleg 1/12-ed része kerül átárazásra minden hónapban.

Az opciós tulajdonságokat kétféleképpen próbálja kezelni a modell: egyrészt feltételezésekkel él az ügyfélviselkedésre vonatkozóan, másrészt definiálja az előtörlesztési opciót, de annak hatását nem modellezi.

Mullem (2004) alapján az OWC szerint „ideális esetben összekapcsolható lehet az egyes termékcsoportok esetén az ügyfelek viselkedése a kamatkörnyezet változásával, de a gyakorlatban a modellezési környezetben ez nem megoldható a korlátozottan elérhető adatok és a magas számításigény miatt”. Az OWC modell három különböző kamatváltozási hatást vesz figyelembe: a kamatok abszolút szintjében történő változás hatását, a termékek közötti spread eltérésekből adódó hatást, és az ügyfelek kamatváltozásra vonatkozó várakozásaiból adódó hatást (Mullem (2004)). A viselkedési tényezők mellett egy természetes növekedési ütem is figyelembe vételre kerül, mely független a kamatok változásától.

Mullem (2004) szerint a fentiek alapján kerülnek meghatározásra a jövőbeni kamatbevételek és a nettó jelenértékek. A szimuláció eredményeként kapott értékelosztás megfelelő konfidencia szint melletti értéke határozza meg a szükséges tőkekövetelmény mértékét.

Mullem (2004) szerint a „menedzsment intervenció képes csökkenteni a túl magas veszteség kockázatát, mivel feltételezi, hogy a menedzsment kellő időben képes reagálni a túl nagy veszteség elkerülése érdekében”. Ennek eredményeként a valódi veszteség várhatóan alacsonyabb lesz, mint az előrejelzett, függően attól, hogy mikor történik meg a közbeavatkozás.

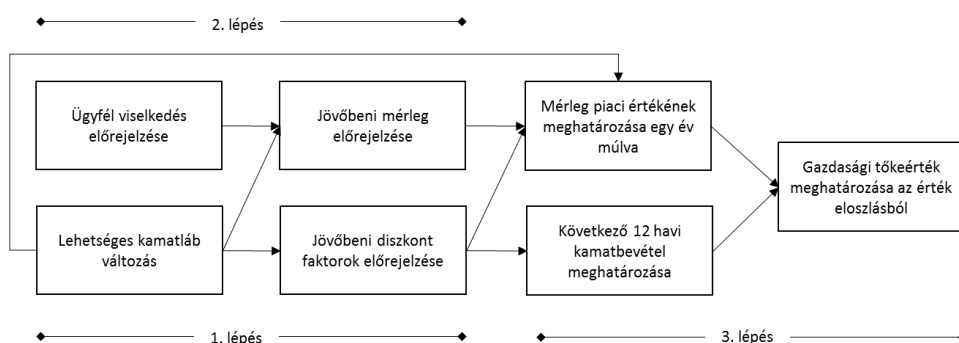
2.2.3.3 Emmen-Boughanmi modell

Az alábbiakban összefoglalásra kerülő modellek két belső Rabobank dokumentum alapján kerülnek bemutatásra Mullem (2004) által. Az Emmen (2001) által készített modell egy gazdasági tőkemodell, míg Boughanmi (2001) a kamatok modellezésén keresztül építi fel a gazdasági tőke számítási keretrendszerét.

Gazdasági tőke keretrendszer (Emmen, 2001)

Mullem (2004) alapján Emmen (2001) modelljében arra tesz kísérletet, hogy „meghatározza azt a maximális értékvesztést, amit a nem várt kamatmozgások miatt a bank elszenvedhet egyéves időhorizonton”.

Mullem (2004) alapján Emmen (2001) modelljében a „gazdasági tőkeérték a mai érték és az egy év múlva várható legrosszabb kimenetelű (worst case) szcenárió melletti érték közötti különbség. Az egy év múlvai piaci érték nem más, mint az akkori pozíciók jelenértéke plusz a következő évben várható kamatbevétel”. Mullem (2004) alapján a modell logikai keretrendszerét a 6. ábra mutatja be.



6. ábra Emmen (2001) gazdasági tőkeérték modelljének általános keretrendszere

Forrás: Mullem (2004), p. 45.

Kamatláb modell (Boughanmi, 2001)

Mullem (2004) alapján Boughanmi (2001) kamatmodellje egy négyfaktoros modell, mivel a hozamgörbén négy pontot modellez. Mivel a modell szerint ezek a pontok nem tökéletesen korrelálnak, ezért a potenciális hozamgörbe

formák jelentős részét le lehet vele fedni, ezért nem csak párhuzamos hozamgörbe elmozdulások modellezhetőek, hanem a hozamgörbe különböző alakváltozásai. A hátránya, hogy egy modell felparaméterezése helyett négy modell paramétereit kell megbecsülni, mely növeli a komplexitását.

Gazdasági tőke számítás

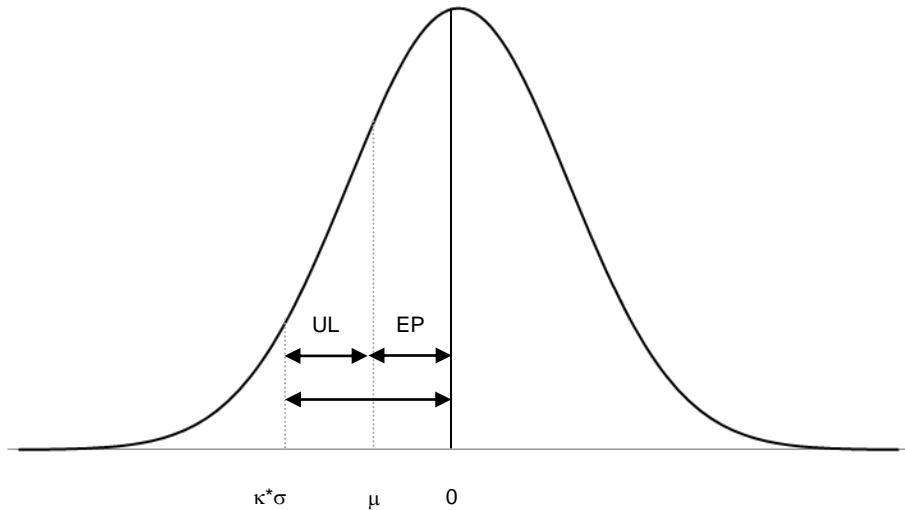
Mullem (2004) szerint „ha Emmen (2001) gazdasági tőke számítási keretrendszerét a Boughanmi (2001) által kialakított kamatmodellel alkalmazzuk, a potenciális értékekre normális eloszlást kapunk μ várható értékkel és σ szórással (feltételezve, hogy a mérleg struktúra előrejelzések determinisztikusak vagy normális eloszlást követnek)”. Mullem (2004) alapján ebben az esetben a gazdasági tőke értékét az alábbi módon határozzuk meg:

$$EC = |\kappa\sigma| - \mu \quad (11)$$

ahol EC a gazdasági tőke, κ a konfidencia szinthez tartozó multiplikátor érték. A (11) szemléltetésére szolgál a 7. ábra, mely alapján „egyértelmű, hogy a gazdasági tőke célja a nem várható veszteségek fedezése” (Mullem (2004), p.47.). Ahogy azt a 7. ábra szemlélteti „ennek a portfóliónak a várható hozama pozitív. Ha a gazdasági tőke értékét $|\kappa\sigma|$ értékeként becsülnénk, felülbecsülnénk a szükséges tőkeszintet, mivel ebben az értékben benne van a jövedelem várható értéke is, ezért ezt az értéket le kell vonni” (Mullem (2004), p.47.).

EP (expected profit) = várható eredmény = μ

UL (unexpected loss) = nem várt veszteség = $\kappa^* \sigma - \mu$



7. ábra A gazdasági tőke meghatározása

Forrás: Mullem (2004), p. 47.

2.2.3.4 A gazdasági tőke modellek értékelése

A fenti gazdasági tőke modellek mindegyikének megvannak az előnyei és a hátrányai. A tőke modellek felépítését a 3. táblázatban foglalom össze.

Mullem (2004) alapján Bessis (1998) megközelítésének legnagyobb előnye, hogy egyszerű, a legfőbb hátrulatója pedig, hogy stabil mérleg struktúrát feltételez arra a periódusra, amelyre a gazdasági tőkeszámítás vonatkozik. Mindez nem igaz a Matten-féle módszerre, de mivel „ez a modell a már kimutatott (ex-post) eredményen alapul, nem lehet azonosítani belőle a kockázat forrását, ezért menedzsment kontroll szempontból ez nem elég informatív” (Mullem (2004), p.40.). A Bessis-féle jövedelem alapú

megközelítés emellett nem kezeli helyesen az opciós tulajdonságokat, mivel egyszerű megközelítéséből adódóan nem képes kezelni a potenciálisan előforduló negatív konvexitásból adódó problémákat. Matten VaR alapú megközelítése kezeli ezt, habár ez a módszer is stabil mérlegszerkezetet feltételez az előrejelzési időszakra (Mulle (2004)).

3. táblázat A gazdasági tőkemodellek összefoglalása

	Bessis&Matten	OWC	Emmen& Boughanmi
Jövedelem alapú	igen	nem	nem
Tőkeérték alapú	igen	igen	igen
Kamatkockázat definíciója	banki könyv NPV volatilitása	banki könyv NPV volatilitása	mérleg piaci értékének változása
Mérleg struktúra feltételezés	stabil	stabil, going concern	dinamikus
Ügyfélviselkedés figyelembe vétele	nem	igen	igen
Lefedett kockázati faktorok	átárazási hozamgörbe opciós (részlegesen)	átárazási hozamgörbe opciós (részlegesen)	átárazási hozamgörbe

Forrás: Mullem (2004) alapján, saját szerkesztés

Mulle (2004) alapján az OWC modell hátrányai alapvetően a kamatmodellre vezethetők vissza. A CIR egyfaktoros modell, ezért csak egy kamatláb kerül szimulálásra, ez párhuzamos hozamgörbe elmozdulásokat feltételez, ami nem közelíti a valóságot. A másik kérdéses pont a 10 éves modellezési időhorizont, melynek első 12 hónapja kerül sztochasztikusan modellezésre, ami kívül esik ezen az időtávon, annak maradványértéke nem kerül figyelembe vételre. A harmadik probléma, hogy a modell csak az átárazási és opciós tulajdonságokból fakadó kockázatokkal foglalkozik, a bázis kockázat kiesik a modellezésből. A modell előnye viszont, hogy számol a menedzsment intervenciós képességével és lehetőségével.

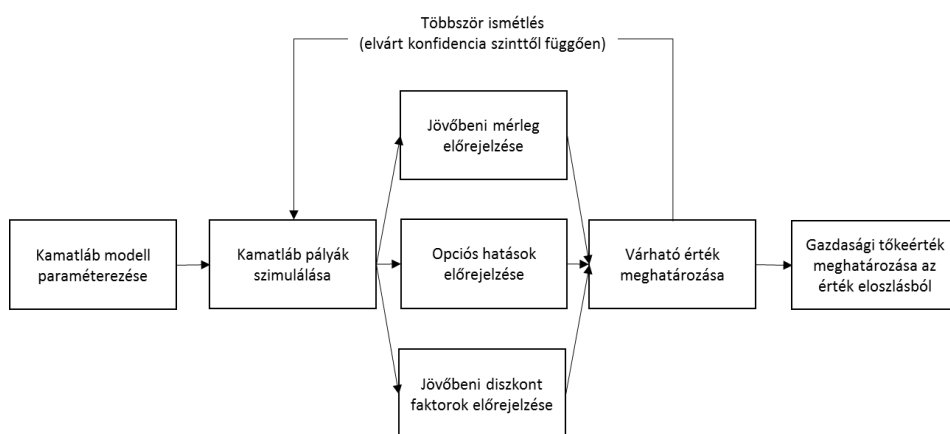
Mullem (2004) szerint Emmen és Boughanmi modellje messze a legrészletesebben felépített modell a kamatláb szimulálás tekintetében, ám nem foglalkozik az opciós tulajdonságok kezelésével, ezért az így kapott gazdasági tőke számítás eredménye megkérdőjelezhető. Továbbá ez a modell sem kezeli a bázis kockázatot.

2.2.3.5 Javaslat az általános gazdasági tőkemodellre

Mullem (2004) által javasolt egy általános gazdasági tőkemodell keretrendszer a bemutatott modellek előnyeire alapozva, melynek logikai felépítését a 8. ábra szemlélteti. A modell általános lépései Mullem (2004) alapján az alábbiak:

1. *A kamatmodell(ek) kiválasztása és modell paraméterek becslése.* Annyi hozamgörbe modellezése javasolt, ahány kamat mentén a bank jelentős kitettséggel rendelkezik. Több hozamgörbére vonatkozó kamatmodell alkalmazása lehetővé teszi a bázis kockázat mérésnek beépítését modellszinten.
2. *A kamatpályák becslése.* A kiválasztott kamatmodellek mentén szimulálásra kerülnek a kamatpályák.
3. *Hatás számítása*
 - a. A mérleg összetétel becslése a szimulált kamatpályák mentén, az opciós tulajdonságok figyelembe vétele nélkül.
 - b. Opciós tulajdonságok hatásának elemzése a szimulált kamatpályák alapján, feltételezésekkel élve az ügyfélviselkedésre vonatkozóan az egyes kamatpályák mentén.

4. *A mérleg várható értékének meghatározása.* A kamatpályák és a fenti hatások figyelembe vétele mellett meghatározásra kerül a mérleg tételek értéke.
5. *A gazdasági tőkeérték meghatározása.* A 2-4. lépések többszöri ismétlése eredményeként adódik a mérleg értékeloslása, mely alapján kiszámítható adott konfidencia szint mellett a gazdasági tőkeérték.



8. ábra Általános gazdasági tőkeszámítási keretrendszer a banki könyvi kamatkockázathoz kapcsolódóan

Forrás: Mullem (2004), p. 48.

2.2.4 A VaR módszertan kritikája a 2008-as válság fényében

A komplex portfóliókkal rendelkező intézmények az összetett pozíciók értékelésére at-risk megközelítést alkalmaznak. Az at-risk módszertanok alapját a kockázatos érték (VaR) módszertan adja, ennek előnyeiből és hátrányaiból származik a banki könyvi kamatkockázat mérésére alkalmazott at-risk módszertanok számos, előbbieken tárgyalt előnye és hátránya.

A VaR módszertan, mint a piaci kockázatok alapvető mérési módszere, számtalan kritikát kapott az 1998-as és a 2008-as válságokat követően. A kritikák a VaR módszertan feltételezéseire vezethetők vissza. A VaR azt fejezi ki, hogy egy adott portfólión, egy adott időtávon, mekkora potenciális veszteséget lehet elszenvedni egy adott (α) konfidencia szint mellett, normál piaci körülményeket feltételezve (Jorion (1999)). „Matematikailag tehát a VaR a hozam valószínűség-eloszlásának α -dik kvantilise” (Szűcs (2006), p.10.).

A VaR értéke két paraméteren alapszik: a konfidencia szint és a likviditási időtáv. Ezen paraméterek megválasztása attól függ mi a kockázati mérőszám alkalmazásának célja, mely lehet reporting vagy különböző pozíciók kockázati mértékének összehasonlítása, illetőleg tőkeallokálás. Utóbbi esetben a konfidencia szintet úgy kell megválasztani, hogy „a VaR átlépésének valószínűsége a lehető legkisebb legyen” (Yalincak at al. (2005), p.9.). A likviditási időtáv megválasztását pedig az befolyásolja, hogy „az adott eszközöket normál piaci körülmények között mennyi idő alatt lehet értékesíteni, illetőleg mennyi idő szükséges addicionális tőke bevonására” (Yalincak at al. (2005), p.9.).

Számos kritika, vita és elemzés jelent meg arról, hogy a VaR nem-normális, azaz válság körülmények között miért nem alkalmas a definíciójából adódó potenciális veszteségek meghatározására. Az alábbiakban összefoglalom, a témában fellelhető igen tágas irodalomból kiragadva néhányat, a VaR-al szemben megfogalmazott módszertani és alkalmazási kritikákat.

A kritikák egyik kulcsa a normalitás feltételezése. Danielsson és Shin (2002) állítása szerint: „a piaci adatok statisztikai krízis időszakban megváltoznak, ezért helytelen a normál piaci működés adatai alapján készült kockázati

modellek alkalmazása”. Normál piaci körülmények között a piaci hozamok eloszlása jól közelíthető a normális eloszlással, ám megváltozott körülmények esetén figyelembe kell venni a hozamok historikus adatsoraira alapvetően jellemző vastag szélű hozameloszlásokat és azok jellemzőit a megfelelő kockázati mérték kiválasztásakor.

A VaR nem teljesíti a kockázati mértékektől elvárt koherenciát. A koherencia feltételei a következők (Szűcs (2006), p.9.):

- pozitív homogenitás: ha $\alpha \geq 0$, akkor $f(\alpha x) = \alpha f(x)$,
- szubadditivitás: $f(x+y) \leq f(x) + f(y)$,
- monotonitás: ha $x \leq y$, akkor $f(x) \leq f(y)$,
- transláció invariancia: $f(x + \alpha) = f(x) + \alpha$.

Ezen okok miatt a VaR a nem-elliptikus (normális eloszlástól eltérő) eloszlások esetében nem fogadható el kockázati mértékként (Szűcs (2006)). A VaR mögül hiányzik egy konzisztens axióma rendszer, mely mindezekén túl az alábbi problémákat okozza (Szűcs (2006)):

- a VaR nem veszi figyelembe a konfidencia szint által meghatározott kvintilisen túli veszteségeket,
- a VaR alkalmazása különböző konfidencia szinteken ellentmondásos eredményre vezethet,
- a szubadditivitás hiánya sérti a diverzifikáció elvét,
- a konvexitás hiánya lehetetlenné teszi a VaR használatát optimalizálási problémák során,

- a VaR nem képes kezelni nem-elliptikus együttes hozameloszlások esetében a hozamok, mint véletlen valószínűségi változók közti kapcsolatot,
- a VaR speciális kereskedési technikákkal manipulálható.

A kritikák közül kiemelkedő a híressé vált Nassim Taleb – Philippe Jorion vita. Jorion a VaR módszertan atyjaként ismert, míg Taleb a módszertant alapjaiban kérdőjelezte meg. Vitájuk nyilvánosan folyt 1997-ben, melyben Taleb meglehetősen erősen fogalmazta meg ellenérveit a módszertannal szemben. Taleb állítása szerint a módszert illetően sok alapvetésben egyetért Jorionnal, ám a végkonklúziójuk teljesen ellentétes: Taleb szerint a VaR alkalmazását fel kell függeszteni, mert alkalmazása potenciális veszélyforrásokat hordoz magában, míg Jorion a módszer kiegészítését javasolja további, a VaR gyengeségeit kiküszöbölő módszerekkel. Taleb legfontosabb ellenérvei az alábbiak voltak (Taleb (1997)):

- A VaR, mint kockázati mérték validitása a jövőbeni várható események valószínűségeloszlásának meghatározására vezethető vissza, főként azon események miatt, melyek előfordulása meglehetősen ritka (két szórás tartományon kívüli). Ezen ritka események előrejelzése a hozameloszlások szélének helyes közelítésén múlik. Taleb szerint a hozameloszlások vastag széleinek becslésére alkalmazott módszertanok hibásak, és nem alkalmasak a valódi eloszlások közelítésére.
- A kockázat mérésének egyik belső ellentmondása, hogy a kockázat mértékének (azaz a szórás) mérésére alkalmazott eszköz sztenderd hibája nagyobb, mint a kockázati mérték maga. Taleb akkor lenne hajlandó elfogadni a VaR-t, ha a volatilitást alacsony sztenderd hibával lehetne előrejelezni.

- Taleb úgy gondolja, hogy a „VaR az az alibi, ami mögé bújva a bankárok dokumentáltan bizonyíthatják a részvényesek és adófizetők felé, hogy veszteségeik előreláthatatlan körülmények és nagyon alacsony valószínűségű események bekövetkezése miatt következtek be – nem pedig amiatt, hogy olyan kockázatokat vállaltak, melyeket ők maguk sem értettek”. Taleb véleménye szerint a VaR „a képzetleneket arra ösztönzi, hogy nem megfelelően felmért kockázatokat vállaljanak a részvényesek és végül az adófizetők kárára”.
- Taleb szerint a pénzügyi innováció (financial engineering) nem más, mint a „rosszul alkalmazott és félrevezető pontosság tudománya”. Keynes-re hivatkozik, aki szerint egy modell kvantitatív formulába öntése csak arra jó, hogy lerombolja annak hasznosságát, mely a modellek intuitív jellegű egyszerűségéből adódik.
- Taleb ennél is tovább megy, és „egyszerűen sarlatánságnak” titulálja a VaR alkalmazását. Érvelése szerint a VaR-t 1985 előtt egyszerűen azért használták, mert nem voltak elég fejlettek a statisztikai módszertanok. Mivel a módszer sorra megbukott az azt követő időszak válságéveiben, ez elég meggyőző érv kell legyen amellett, hogy a modell nem jó.
- A VaR alkalmazásának legnagyobb kockázata a pénzügyi árdinamikát meghatározó modellek rossz felparaméterezése. A két szórásnál nagyobb tartományon kívül eső VaR értékek nagyon érzékenyek az alkalmazott modell paramétereire. Taleb ezt a jelenséget modell kockázatnak nevezi.

Habár vitájuk közel 20 éve folyt, az azokban megfogalmazott érvek és ellenérvek jelenleg is érvényesek, sőt, Taleb állításait a későbbi válságok több ponton is alátámasztják.

A VaR-al szemben megfogalmazott problémák feloldására az egyik megoldás az ún. *várható extrém veszteség* (expected shortfall; ES) mutató alkalmazása, mely „a küszöb alatti kimeneteket is figyelembe veszi, így értéke az az átlagos veszteség, melyet egy portfólió a legrosszabb α kimenet esetén egy nap alatt elszenvedhet” (Szűcs (2006), p.12.). Ez a mutató teljesíti a koherens kockázati mértékekkel szembeni elvárásokat. „Az ES nem az egyetlen ilyen: egész osztályokat alkothatunk a koherens kockázati mértékekből. Adott n koherens kockázati mérték bármely konvex lineáris kombinációja szintén koherens kockázati mértéket ad” (Szűcs (2006), p.13.).

Danielsson és Shin (2002) szerint a VaR szabályozói eszközként való alkalmazása pont ellentétes hatást érhet el eredeti, piac stabilizáló céljával szemben: „elterjedt használata krízis idején destabilizálhatja a piacot, felerősítheti a piac volatilitását, ezáltal pótlólagos kockázatot csempészhetsz a rendszerbe” (Szűcs (2006), p.16.). Mindez felelős az ún. endogén kockázatért. Az endogén kockázat egy adott rendszeren belüli sokkok okozta kockázat (Danielsson, Shin (2002)). „Minden olyan esetben, amikor az egyének reagálnak cselekvésükkel a környezetükre, illetve ezen cselekvéseik eredője hatással van magára a környezetre, endogén kockázat jelenik meg” (Szűcs (2006), p.16.). Nem szabad ezért figyelmen kívül hagyni azt, hogy egy adott rendszer szereplői a környezet változására hasonló módon reagálnak, így ezek együttes hatása már nem porlasztja a kockázatot, hanem felerősíti azt, így azok eredője kellően szignifikáns lehet ahhoz, hogy visszahasson a rendszerre, így akár egy visszafordíthatatlan spirált létrehozva (Danielsson, Shin (2002)). Ehhez hasonló eseményeknek lehettünk tanúi a 2008-as válság kirobbanásakor, mely végül a pénzügyi piacok teljes kiszáradásához és a likviditás átmeneti megszűnéséhez is vezetett (Király (2008)). Az endogén kockázat nem a VaR egyedi sajátossága, az a koherens

kockázati mértékek esetén sem kiküszöbölhető, a szabályozási technikákhoz kapcsolódó probléma. Danielsson és szerzőtársai (Danielsson et al. (2015)) a rendszerkockázat egyik fontos összetevőjeként definiálják a modell kockázatot. Meglátásuk szerint a modell kockázat a piaci bizonytalanság növekedésével együtt nő. A legelterjedtebb piaci kockázati modellek normális piaci környezet esetén hasonló eredményeket adnak, míg stressz időszakban eltérő eredményekre vezetnek, így inkonzisztenciát visznek a döntéshozatalba.

Mehta és szerzőtársai (Mehta et al. (2012)) 13 európai és észak-amerikai nagybank megkérdezésével felmérést végeztek a válságot követően a piaci kockázatmérési módszertanokra és gyakorlatra vonatkozóan. A felmérés szerint a VaR gyengeségeit felismerve a piaci kockázat mérési módszertanát elsősorban stressz tesztek alkalmazásával erősítik meg az intézmények. A szabályozás a Bázeli III irányelvek bevezetésével ugyancsak ebbe az irányba tolódott el, bevezetve a stresszelt VaR fogalmát, illetőleg egyre erőteljesebb előírásokat alkalmazva a stressz tesztekre vonatkozóan (Basel (2011)). A felmérés kitér arra is, hogy a VaR módszertanok közül melyek a leginkább preferáltak, két dimenzió mentén értékelve azokat: *szimulációs megközelítés* (Monte Carlo és/vagy historikus szimuláció), illetőleg *értékelési megközelítés* (teljes újraértékelés és/vagy érzékenységi mutatók). A megkérdezett intézmények többsége a pozíciók teljes újraértékelését végzi historikus szimulációval. A válság előtti években egyre inkább kezdett teret nyerni a Monte Carlo-val alkalmazott, érzékenységi mutatókon alapuló értékelési módszertan, mely trend a válságot követően egyértelműen megfordult. Ennek oka, hogy a szimulációs technikák ugyan pontosabb eredményeket adnak a veszteségeloszlás széléről, ám komplex portfóliók esetén jelentős a számítás igényük, így lassabb reakcióidőt tesznek lehetővé. Ezzel szemben a

historikus szimulációs módszertan sokkal egyszerűbben alkalmazható, kevesebb a számítási igénye, és a menedzsment számára is könnyebben interpretálható.

A gazdasági tőke számításhoz alkalmazott modellek esetén az alábbi paraméterek beállítása szükséges: konfidencia szint, likviditási időszak, a veszteségeloszlás szélének igazítása. A VaR módszertani hiányosságai miatt a veszteségeloszlás szélének a legjobb közelítése a legkritikusabb, melyre a felmérés szerint az alábbi megközelítéseket alkalmazzák az intézmények:

- a veszteségeloszlás szélének közelítése külön eloszlással, vagy ún. fat-tail add-on alkalmazása az eloszlás szélén,
- stresszelt VaR alkalmazása,
- stressz scenáriók alkalmazása historikus és hipotetikus stressz scenáriók alapján.

2.3 Szabályozói háttér

A banki tőkeszabályozás a Bázeli II megszületésével és EU szintű direktívává alakulásával megreformálta nem csak a szabályozói tőke meghatározását, hanem a felügyelés szerepét is. A Bázeli II szabályozás¹¹, melyet 2006 júniusában véglegesítettek, és melyet 2006. június 14-én az EU direktíva formájában is megjelentetett (Capital Requirement Directive; CRD)¹², ún. „három pilléren” alapszik. Az *első pillér* a minimum tőkekövetelmény

¹¹ International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, A Revised Framework, BIS, June 2006.

¹² Az Európai Parlament és a Tanács 2006/48/EK irányelve (2006. június 14.) a hitelintézetek tevékenységének megkezdéséről és folytatásáról (átdolgozott szöveg)

meghatározás szabályait tartalmazza a hitel, piaci és működési kockázatokra. A *második pillér* a felügyelet szerepére helyez nagyobb hangsúlyt. A második pillér keretein belül az intézményeknek belső kockázatértékelési mechanizmusokat kell kialakítaniuk, melynek keretén belül kötelességük felmérni összes releváns kockázatukat, azokat is, melyek kimaradnak az első pillér alól, illetőleg olyan kockázatomérési rendszereket felállítani, melyekkel képesek megfelelően mérni ezen kockázatokból eredő potenciális veszteséget. Ezt a kockázatomérési rendszert hívjuk összefoglalóan ICAAP-nek (Internal Capital Assessment and Allocation Process), mely nem más, mint egy belső gazdasági tőke modellen alapuló veszteségmérés és tőkeallokációs mechanizmus. A felügyelet feladata a banki ICAAP rendszerek felülvizsgálata, és nem megfelelés esetén addicionális tőkeképzés előírása a bankok számára. A *harmadik pillér* az ún. nyilvánosság elve, mely a transzparencia mentén kívánja növelni a hitelintézetek prudens működését.

A banki könyvi kamatkockázat kezelésére vonatkozó első irányelveket a BIS 2004 júliusában adta ki,¹³ mely alapján a Committee of European Banking Supervisors (CEBS)¹⁴ 2006 októberében a szektorral történő egyeztetéseket követően ajánlást¹⁵ hozott nyilvánosságra. A PSZÁF által 2007 júniusában nyilvánosságra hozott ICAAP útmutató ugyanezen dokumentumokat veszi alapul a hazai irányelvek meghatározására. Az ICAAP útmutatóban leírtak kerültek tovább finomításra a PSZÁF 2/2008-as kamatlábkezelésről szóló módszertani útmutatójában, illetőleg a 2014 szeptemberében frissített ICAAP

¹³ Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk, BIS, July 2004

¹⁴ A CEBS időközben megszűnt, feladatait az European Banking Authority (EBA) vette át

¹⁵ Technical aspects of the management of interest rate risk arising from nontrading activities under the supervisory review process, CEBS, October 2006

útmutatóban¹⁶. A CEBS jogutódjaként megalakult European Banking Authority (EBA) a 2006-os CEBS ajánlás felülvizsgálataként 2015 májusában újabb ajánlást¹⁷ adott ki a banki könyvi kamatkockázat kezelésére, mely a korábbi CEBS ajánlást részben kiegészíti, részben felülírja.

Összefoglalóan az ajánlásokban megfogalmazott elvárások a kamatkockázat mérésére alkalmazott rendszerekkel és módszerekkel kapcsolatosan az alábbi követelményeket fogalmazzák meg:

- A banki könyvi eszközökhöz, kötelezettségekhez és mérlegen kívüli tételekhez kapcsolódó minden lényeges mértékű kamatkockázatot meg kell becsülni.
- Általánosan elfogadott kockázatmérési módszereket kell alkalmazni. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy az alkalmazott rendszernek képesnek kell lennie a jövedelem alapú és a gazdasági tőkeérték alapú becslésre is. A jövedelem alapú becslés esetén a rövidtávú jövedelemre gyakorolt hatást kell számszerűsíteni. A felügyeleti monitoring tevékenység során a gazdasági tőkeérték alapú becslést kell alkalmazni.
- A becslő rendszer által felhasznált adatokat megfelelően specifikálni szükséges (kamatlábak, lejáratok, átárazás, implicit opciók, egyéb adatok), hogy kellően pontos képet kapjunk a jövedelmekben vagy a gazdasági értékben bekövetkező változásokról.
- A pozíciók pénzáramlásokra történő bontására alkalmazott alapfeltevéseknek ésszerűnek, kellően dokumentálnak, és időben

¹⁶ A tőke megfelelés belső értékelési folyamata (ICAAP), a likviditás megfelelőségének belső értékelési folyamata (ILAAP) és felügyeleti felülvizsgálatuk. Útmutató a felügyelet intézmények részére. MNB, 2014 szeptember.

¹⁷ Guidelines on the management of interest rate risk arising from non-trading activities, Final Report, EBA, May 2015

stabilnak kell lenniük. Ez különösen fontos azon eszközök és kötelezettségek esetében, melyek „viselkedése” jelentősen eltér a szerződéses futamidőtől, vagy átárazási periódustól, illetőleg új termékek esetén. Az alkalmazott feltevéseket és azok változását megfelelően dokumentálni kell.

- A kamatkockázat kezelő rendszert integrálni kell a bank napi kockázatkezelési folyamataiba. A mérési eredményeket fel kell használni a menedzsment riportok összeállításához is.
- A kamatkockázatot stressz tesztekkel is mérni kell, és a felhasznált kamatkockázati sokkokat is integrálni kell a kockázاتمérő rendszerbe.

A viselkedési faktorokra tett feltételezések kiemelkedően fontosak a becslések szempontjából, mivel azok jelentősen befolyásolják a pénzáramlás jövőbeli előrejelzéseit. A viselkedési faktorok vizsgálata a beágyazott opciókkal rendelkező tételek és a speciális átárazási időpontokkal rendelkező tételek esetén külön is kiemelésre kerül. Az ügyfél oldali opciókat tartalmazó termékekre példák azok a hitelkonstrukciók, melyek

- előtörlesztési opciót tartalmaznak,
- a hitel futamidejének meghosszabbítására vonatkozó lehetőséget tartalmaznak,
- a hitel kamattípusának (fix/változó) megváltoztatására vonatkozó lehetőséget tartalmaznak (EBA (2015)).

A hitelintézeteknek kiemelt figyelemmel kell kezelniük azon termékeket, melyek viselkedési szempontból komplexebbek. Ilyenek a hitelkártya kitétségek, folyószámlahitelkeretek és az általános hitelkeretek (EBA (2015)).

A stressz teszthez alkalmazott „általános” kamatsokkot az EBA ajánlás az alábbi módon javasolja meghatározni: a sokk mértéke legyen +/-200 bázispontos elmozdulás. Amennyiben ez alacsonyabb, mint a kamatváltozások aktuális mértéke, akkor a sokk mértékét a megfigyelt kamatváltozások 1. és 99. percentilise (ötéves, napi változásokat mutató adatsorból számolva, éves szintre felskálázva, 240 munkanappal) alapján kell meghatározni.

Az elmúlt időszak szabályozói iránymutatásai a banki könyvi kamatkockázat jelentőségét jelzik, 2014 tavaszán látott ugyanis napvilágot a Bázeli Bizottság banki könyvi kamatkockázattal foglalkozó bizottsága (Task Force on the Interest Rate Risk in the Banking Book; TFIR) által megfogalmazott javaslat a kockázat első pillér alatti kezelésére vonatkozóan, mely nem nyerte el a szakma képviselőinek támogatását. A javaslat beépítésre került a 2015 júniusában kiadott bázeli ajánláscsomagba is (Basel (2015)). A kockázat kiemelt figyelemmel történő kezelését alátámasztja az általánosan alacsony kamatkörnyezet, és az attól való félelem, hogy a kamatok várható növekedéséből adódó kockázatokra a bankrendszer kellő tartalékokkal készüljön fel.

A javaslat célja egységes módszertan bevezetése a minimum tőkekövetelmény keretrendszerén belül a banki könyvi kamatkockázat tőkeszükségletének meghatározására. A szakma nevében az International Banking Federation (IBFED) és az Institute of International Finance (IIF) 2014 júniusában az alábbiak mentén fejezte ki ellenállását a készülő új szabályozási keretrendszerrel szemben. A szakma nem támogatja az egységes módszertan bevezetését, mert az nem képes figyelembe venni az intézmények szabályozási környezetében fennálló különbözőségeket, illetőleg az intézmények portfóliói közötti különbözőségeket sem (eltérő árazási

struktúra, ügyfelek eltérő viselkedése). A szabályozás egységesítése miatt háttérbe kerülhet a valódi kockázatok mértékének helyes felmérése, mely volatilisabbá teheti a banki eredményeket, nem várt hatásokat eredményezhet a banki árazásban, és végül magasabb szisztematikus kockázathoz vezethet a pénzügyi rendszer stabilitásának megerősítése helyett.

A szakma javaslatot fogalmazott meg a kockázat definiálásra vonatkozóan. A jelenlegi szabályozás a kockázatot így definiálja (Basel (2004), EC (2006a)):
A banki könyvi kamatkockázat azon jelenlegi, illetve jövőbeni kockázatokat jelenti, amelyek a bank jövedelmezőségére, tőkehelyzetére a kamatlábak kedvezőtlen változása esetén hatnak. A banki könyv esetén a kamatkörnyezet változása lecsapódhat a kamateredmény csökkenésében, vagy negatív kamateredményben. A szakma képviselői szerint a tőkekövetelmény szintjét ún. going concern alapon kell meghatározni, ezért tőkekövetelményt csak a negatív kamateredményre kellene képezni, a kamateredmény csökkenésére nem. Ellentétben a kereskedési könyvi szemlélettel, ahol a kamatkörnyezet kedvezőtlen hatása azonnal lecsapódik a mark-to-market értelési mód miatt árfolyamveszteség formájában. A kamatkockázat aktív menedzsmentje a kamatkörnyezet kedvezőtlen változásából eredő kamateredmény változásokra fókuszál, tőkét arra lenne szükséges képezni, ami ezen túlmutató kockázat és negatív kamateredményt okozhat.

A banki könyvi kamatkockázat az alábbi tényezőkből adódhat (IIF (2014)):

- *Szerződéses tényezők:* a kamatkockázat közvetlenül a tranzakciós karakterisztikából vezethető le. Ez a megközelítés alkalmazható a fix kamatozású, előtörlesztést nem tartalmazó hitelekre.
- *Viselkedési tényezők:* a kamatkockázat az ügyfelek viselkedéséből, illetőleg a banki versenykörnyezetből vezethető le. Ez alkalmazható az

előtörlesztési lehetőséget tartalmazó hitelekre. Az előtörlesztési viselkedés modellezése szükséges, elsősorban historikus adatokon. Az előtörlesztés nem csak az adóson múlik, hanem azon is, hogy a versenytársak hogyan viselkednek, ezért a piaci verseny mértékét is érdemes figyelembe venni ennek értékelésekor. Ezentúl az adózási környezet is hatással lehet az előtörlesztés mértékére, mivel ennek változása is hatással lehet az adósok viselkedésére (pl. jelzálogokhoz kapcsolódó adómentesség).

- *Konvencionális tényezők*: a kamatkockázat abból származtatható, ahogy a lejáráttal nem rendelkező mérlegtételeket besoroljuk effektív lejárat szerinti sávokba. Ezt a megközelítést szokták alkalmazni a szerződéses lejáráttal nem rendelkező, nem kamatozó tételek kockázati kitettségeinek fedezésére.
- *Fenti tényezők kombinálása*: bizonyos mérlegtételek esetén a fenti megközelítések kombinálásával állapítható meg a kamatkockázat mértéke. Ez alkalmazható a lejáráttal nem rendelkező betétekre, melyekre modellezéssel történik az effektív lejárat meghatározása.

A szakmai javaslatok a banki könyvi kamatkockázat mérésére az alábbiak szerint kerültek megfogalmazásra (IIF (2014)):

- *Szerződés szerinti ekvivalens meghatározása*: a konvencionális és viselkedési alapú kamatkockázat meghatározása átkonvertálható a szerződéses megközelítésbe, ún. ekvivalens képzéssel. Ennek keretében például egy előtörlesztési opciót tartalmazó fix kamatozású jelzálog egy előtörlesztést nem tartalmazó fix kamatozású jelzálog és egy swaption kombinációjaként kerül értékelésre, ahol a swaption az előtörlesztési opció értékének meghatározására szolgál. A szerződéses ekvivalens

alkalmas a kockázat transzferálására az üzleti területektől az eszközforrás menedzsmentet ellátó területre, a belső elszámolóárakon keresztül.

- *Teljes marzs felosztása:* a szerződéses ekvivalens érték kamatából ki kell szűrni a nem kamatjellegű részeket, mint a pl. likviditási szpred, hitelkockázati szpred. Az ezekben várható változás nem tekinthető a banki könyvi kamatkockázat részének.
- *Nem alkalmazható egységes szerződéses ekvivalens megközelítés minden banki portfólióra:* a szerződéses ekvivalens meghatározás minden egyes lépésénél különböző feltételezésekkel élnek a bankok az üzleti modellek, a piaci környezet és az ügyfél viselkedésre vonatkozóan. Ezen okból nem javasolt egységes ekvivalensek alkalmazása szabályozói szinten, mivel ezzel nem vehető figyelembe a kockázati kitétségek sokszínűsége. Két különböző piaci környezetben működő bank esetén egy ugyanolyan jellemzőkkel bíró, lejáratl nem rendelkező betéti állományra eltérő duration feltételezésekkel lehet élni, függően az ügyfelek várható viselkedése, a helyi szabályozói sajátosságok és a két bank eltérő üzleti modellje miatt. Amennyiben egységes szabályozás mentén kellene meghatározni mindkét portfólió kockázati kitétségét, az például eredményezheti a valódi várható lejáratl profil jelentős alulbecslését, és ezáltal nem megfelelő fedezési stratégia kialakítását, ezáltal tovább növelve a valódi kockázati kitétséget. Ennek további nem várt következménye az eredmény volatilitásának emelkedése, vagy akár hasonló mérlegszerkezetek koncentrációja a piacon, ezért elegendhetetlenül fontos az egyedi specialitások figyelembe vétele a banki könyvi kamatkockázati kitétség meghatározásában.

A mérési módszertanok kapcsán a szakmai javaslatban kifejtésre kerül azon álláspont, mely szerint a jövedelem alapú és tőkehatás alapú mérési módszertanok együttes alkalmazása a legmegfelelőbb, az egyes bankok kockázati kitettségétől, tőkemenedzsment szempontjaitól függően különböző kombinációban. Nagy, összetett portfólióval rendelkező bankok esetén érdemes EVE-t számítani a teljes banki portfólióra, kiegészítve tőke és jövedelem alapú limitekkel, vagy bázis menedzsmentre vonatkozó jövedelmi limitekkel. Kisebb, kevésbé komplex intézmények számára megfelelő lehet egy egyszerű tőkehatás alapú módszer alkalmazása, figyelembe véve a kamateredmény hatásokat is a döntéshozatali folyamatban. Azon intézmények esetén, melyek kitettsége nagyrészt rövidtávú üzleti döntésekre támaszkodik alkalmasabb a döntéshozatal során egy jól felépített, szofisztikált jövedelem alapú módszertan alkalmazása.

Koyluoglu és szerzőtársai (Koyluoglu et al. (2012)) által készített felmérés szerint, melyet észak-amerikai bankok körében végeztek, a válaszadók 89%-a mondta azt, hogy mind jövedelem és tőkehatás alapú módszertant alkalmaz a banki könyvi kamatkockázat mérésre. Mindazonáltal 61% a jövedelem alapú megközelítést helyezte előtérbe, míg 28% a két módszert együtt alkalmazta.

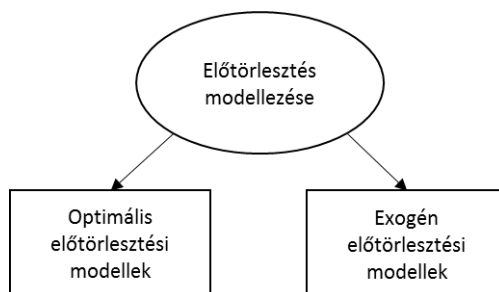
2.4 Az előtörlesztési opció modellezése

A dolgozat középpontjában az előtörlesztési opció hatásának elemzése áll. Jelen fejezet célja összefoglalást nyújtani a nemzetközi irodalomban fellelhető megközelítésekről, illetőleg a publikusan elérhető modellezési technikákról. Az irodalomban alapvetően megkülönböztetésre kerülnek az optimális döntéshozatali mechanizmust alapul vevő pénzügyi modellek, illetőleg az egyéni döntéshozatalt az optimálistól eltérítő faktorok hatását is

számszerűsítő modellek. A modellezési technikák tekintetében jelentős eltérés mutatkozik az amerikai és az európai piacokat jellemző karakterisztikák szerint. Az amerikai piacokra jellemző az elsődleges követelések másodpiaci értékpapírosítása, mely értékpapírok beárazásához szükséges azok pénzáramlásának előrejelzése, melyet elsősorban az előtörlesztés téríthet el az eredetileg tervezett pénzáramlástól, továbbá jóval nagyobb szabadságfokkal lehetséges a hitelek előtörlesztése. Az európai piacok szerkezete ettől eltérő, az előtörlesztési lehetőség általában korlátozott (jelentős költségek terhelik), illetőleg az előtörlesztési lehetőség értékének és banki portfólióra vetített hatásának számszerűsítése a banki likviditás- és tőkemenedzsment miatt fontos, ezért szerepet kapnak a belső adatokra épülő scorecard típusú modellezési megközelítések is.

2.4.1 Modellezési megközelítések a nemzetközi irodalomban

Vasconcelos (2010) alapján a nemzetközi irodalomban fellelhető számos modellt alapvetően két nagy csoportra lehet osztani, melyet a 9. ábra szemléltet. A modellek egyik nagy csoportja azon feltételezésen alapszik, hogy „az előtörlesztés mindig optimálisan történik, azaz az adós akkor él az előtörlesztési lehetőségével, ha a jelzálog értéke meghaladja a fennálló kintlévőség és az előtörlesztéshez kapcsolódó tranzakciós költségek összegét” (Vasconcelos (2010), p.5.).

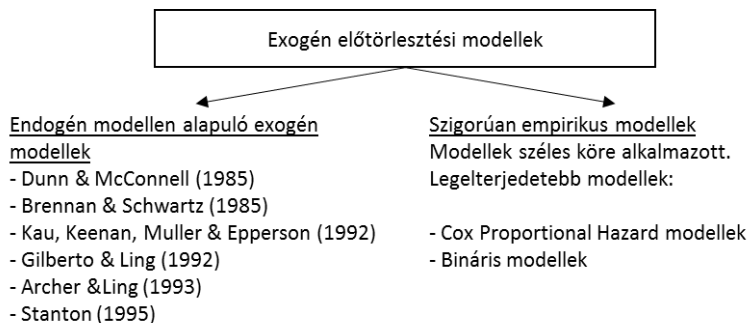


9. ábra Előtörlesztési opció általános modellezési megközelítései

Forrás: Vasconcelos (2010), p. 5.

A modellek másik nagy csoportja exogén előtörlesztési szabályt feltételez. Mivel a megfigyelt valós előtörlesztések kockázat-hozam szempontból sok esetben nem optimálisan történnek, ezért „ennek a megközelítésnek több értelme van, mint az optimális előtörlesztési feltételezésen alapuló modelleknek. Az irracionális döntések eredményeként előfordulhatnak olyan előtörlesztések, amikor az aktuális kamat a szerződéses kamat felett van, melyet egy optimális feltételezésen alapuló modell nem fedne le.” (Vasconcelos (2010), p.5.).

Vasconcelos (2010) alapján az exogén modelleket további két alcsoportra lehet bontani (10. ábra). Az első alcsoportba azon modellek tartoznak, „melyeket endogén változók alapján építettek fel, és melyek annyiban térnek el az optimális előtörlesztési modelltől, hogy annak eredményéhez hozzáadásra kerülnek az opciók értékei (exogenous calls) az adósok optimálistól eltérő viselkedésének figyelembevételként” (Vasconcelos (2010), p.5.). A másik modellcsoport esetén az előtörlesztés modellezése történik a viselkedést legjobban magyarázó faktorok bevonásával (Vasconcelos (2010)).



10. ábra Az exogén modellek alcsoportjai

Forrás: Vasconcelos (2010), p. 5.

Az exogén modelleken belüli két alcsoportban kialakult modellek jellemzői Vasconcelos (2010, p.6.) alapján:

1. *Endogén modellen alapuló exogén modellek*: Dunn és McConnell (1985) Poisson eloszlással modellezi az optimálistól eltérő előtörlesztéseket. Brennan és Schwartz (1985), illetőleg Kau, Keenan, Muller és Epperson (1992) a Dunn és McConnell által alkalmazott előtörlesztési modellre épít. Ezek a modellek nem veszik figyelembe az előtörlesztési viselkedés modellezésében a tranzakciós költségeket. Ezt a hiányosságot küszöböli ki Gilberto és Ling (1992), Archer és Ling (1992) és Staton (1995).
2. *Szigorúan empirikus modellek*: ezek a modellek a valós megfigyelt előtörlesztés alapján jelzik előre a jövőben várható előtörlesztést. Ezen modell családon belül két elterjedt modell van. A Cox Proportional Hazard (CPH) modelleket Cox (1972) vezette be, mely szerint az előtörlesztési modellek esetén a CPH a jelzőlogok előtörlesztésig vagy refinanszírozásig várható élettartamát modellezi. A bináris modellek esetén a függő változó két értéket vehet fel, melyet az előtörlesztési eseményre vetítve az alábbi lehet: az érték 1, ha történik előtörlesztés és

0, ha nem. A legismertebb bináris modellek a logit modell¹⁸ és a probit modell.

Fontos megjegyezni, hogy „az empirikus modelleket aggregált portfólió adatokon alkalmazzák, melynek hátránya, hogy ez jelentős információ veszteséggel jár. Az egyedi hitelek karakterisztikái elvesznek az átlagok mögött, melynek eredménye, hogy így olyan változók, mint a refinanszírozási ösztönző jelentősen alul- vagy felülbecslésre kerülnek.” (Vasconcelos (2010), p.6.)

Összefoglalásképpen elmondható, hogy léteznek exogén és endogén modellek a jelzálog előtörlesztések előrejelzésére. Mindegyiknek megvannak az előnyei és hátrányai. Az előtörlesztési rátákat többnyire ún. *túlélési (survival) modellekkel* jelzik előre. „Ezeknek a modelleknek az előrejelző ereje kellően magas, amennyiben a megfelelő változók kerülnek bevonásra. A modellek alkalmazása esetén fontos szem előtt tartani, hogy egy modell abban a környezetben alkalmazható megfelelően, amilyen környezetben a modell készült. Például egy folyamatosan csökkenő kamatkörnyezetben (ami ösztönözte az előtörlesztést) fejlesztett modell alkalmazhatósága kérdéses egy emelkedő kamatkörnyezetben.” (Mulle (2004), p.149.)

2.4.2 Nemzetközi tanulmányok

A nemzetközi irodalomban meg kell különböztetni az amerikai piacot bemutató tanulmányokat a többi piacról szóló tanulmánytól. Az amerikai piacra jellemző a másodpiac erőteljes jelenléte, az előtörlesztési opció

¹⁸ A logit modellek gyakorlati alkalmazását tárgyalja Hámori (2001).

modellezése a másodpiaci jelzálog kötvények várható kifizetéseinek modellezéséhez szükséges.

2.4.2.1 Amerikai megközelítés

A retail jelzálog portfóliókhoz kapcsolódó előtörlesztési opciók modellezéséről széles irodalom áll rendelkezésre az amerikai piacra vonatkozóan. Ennek háttérében az áll, hogy a jelzáloggal fedezett kötvények (MBS; mortgage backed securities) piaca az amerikai tőkepiacon fejlődött ki, és ezen eszközök árazásának előfeltétele az előtörlesztési opció modellezése, melynek hatását a kötvények cash-flowjában kell figyelembe venni (Kalotay at al. (2004)). Az MBS-nek fejlett másodpiaca van, ezért árazásuk alapvetően piaci alapon történik. Az európai piacokra viszont nem ez a piaci szerkezet, finanszírozási modell a jellemző. Emiatt az amerikai modellek nem alkalmazhatóak változatlan formában az európai jelzálogpiacokra.

Az alábbiakban röviden bemutatásra kerül Kang & Zenios (1992) tanulmánya, egy empirikus model, melyre gyakran „*Wharton*” *előtörlesztési modellként* is hivatkoznak. A Wharton model négy változót tartalmaz az előtörlesztés magyarázó változójaként (de Vreede (2008), p.23-24.):

- *Refinanszírozási ösztönző*: a refinanszírozási ösztönző a mindenkori jelzálog hozam R és az adott jelzáloghitel kuponja C közötti különbséget méri, melyet kifejezhetünk abszolút módon $(C-R)$, vagy relatív módon (C/R) . A mutató az előtörlesztésre vonatkozó pénzügyi ösztönzést fejezi ki.

- *Szezonális*: a szezonális az előtörlesztési rátákban megfigyelhető szezonálisat fejezi ki. A megfigyelések szerint az előtörlesztés szintje nyáron általában magasabb, míg télen alacsonyabb.
- *Korosság*: a korosság azt fejezi ki, hogy az előtörlesztés a jelzálogok folyósítását követő első években alacsonyabb, míg azt követően folyamatosan nő.
- *Kiegészítés*: a kiegészítés a korosság lejárat hatása, mely portfólió szinten értelmezhető. A kiegészítés azt a hatást írja le, mely szerint az előtörlesztés csökken, ahogy a jelzálog portfólió korosodik, azaz közeledik a lejáratához. Ezt több faktórral lehet magyarázni. Egy jelzálog pool esetén, amint fennáll a pozitív ösztönző az előtörlesztésre, akkor a legaktívabb adósok élnek várhatóan először ezzel a lehetőséggel, míg mások vagy további kamatsökkenésre várnak, vagy neutrális számukra a kamatkörnyezet változása, vagy nem kapnának máshol hitelt, ezért nem élnek az előtörlesztés lehetőségével. Amint egy későbbi időpontban újból előáll a pozitív előtörlesztési ösztönző, a poolban maradt adósok kevésbé reagálnak erre aktívan, azaz csökken az előtörlesztés kockázata, ezáltal a lejáratához közeledve csökken az előtörlesztési ráta a teljes portfólión.

Kalotay és szerzőtársai (Kalotay et al. (2004)) az MBS-ek árazására egy opciós megközelítést alkalmaznak. A módszerük annyiban tekinthető előremutatónak, hogy sikerült olyan opciós árazási modellt felállítaniuk, mellyel bizonyítható, hogy „az MBS-ek azon feltételezéssel összhangban kerülnek beárazásra a piacon, hogy az adósok többnyire optimálisan élnek előtörlesztési lehetőségükkel” (Kalotay et al. (2004), p.2.). A korábban felépített opciós árelméleten alapuló modellekkel szemben azt a kritikát fogalmazták meg, hogy azok túl komplexek voltak, illetőleg rosszul voltak

specifikálva. Ezen modellekben túl nagy figyelmet fordítottak a hozamgörbék megfelelő modellezésére, és túl keveset az előtörlesztés körültekintő modellezésére. Ezzel szemben Kalotay és szerzőtársai által javasolt modell a visszahívható kötvényekre vonatkozó, egyváltozós kamatlábmodellen alapszik, különböző korrekciókkal élve. A legfontosabb korrekciók (Kalotay et al. (2004)):

- Eltérő hozamgörbék alkalmazása a jelzálog pénzáramlások és az MBS pénzáramlások diszkontálására.
- Az előtörlesztések figyelembe vétele, két eltérő előtörlesztési viselkedés modellezésével. Megkülönböztetik az ún. turnover jellegű előtörlesztéseket (pl. ingatlan eladása, default, stb.), melyek mértéke viszonylag állandó egy jelzálog portfolión, és nem korrelál a kamatszintekkel; illetőleg a kamatszintekkel korreláló előtörlesztési viselkedést.
- A refinanszírozási ösztönzőt nem a tranzakciós költségeken keresztül modellezik, hanem úgy tekintenek erre, mint egy beszámított költségre. Az optimális refinanszírozási magatartáshoz képest két eltérő magatartást definiálnak: ún. előreszaladók, azok az adósok, akik a 100%-osan optimális refinanszírozási pont előtt előtörlesztik vagy kiváltják hitelüket, illetőleg az ún. lemaradók, akik ezen pontot követően lépnek.

A kiegészítő faktort, hasonlóan a Wharton modellhez, Kalotay és szerzőtársai is alkalmazzák.

2.4.2.2 Holland modellek

Az európai piacon a holland modellekről érhető el jelentősebb irodalom. Az alábbiakban Mullem (2004) alapján kerül összefoglalásra a legjelentősebb modellek keretrendszere, illetőleg az empirikus modellek által legerősebb magyarázó változóknak tekintett paraméterek.

Van Bussel (1998)

Van Bussel 1998-ban készített tanulmányt a jelzálogok értékeléséről és kamatkockázatáról. Van Bussel endogén megközelítést alkalmaz. Tanulmányában megkülönböztetésre kerül egy *optimális előtörlesztési szabály* (optimal call prepayment rule) és egy ún. *pozitív belsőérték határ* (moneyness boundary). „Optimális esetben akkor történik előtörlesztés, amikor egy jelzálog jelenértéke meghaladja a fennálló tőketartozás és a refinanszírozáshoz kapcsolódó költségek együttes értékét. A pozitív belsőérték határ az előtörlesztést abban az esetben írja le, amikor az előtörlesztés hatásaként csökkennek az adós jövőbeni költségei.” (Mullem (2004), p.142.).

Doff (2001)

Doff 2001-es tanulmányában a holland jelzálog adósok előtörlesztési viselkedését vizsgálta. Az elemzést a Rabobank adatain végezte 1997 és 2000 közötti időtávon. Doff az ún. *túlélési (survival) elemzést* alkalmazta három típusú jelzálogra: annuitásos, unit-linked és csak kamatot fizető jelzálogokra. A modellek végső magyarázó változói az alábbiak lettek: refinanszírozási ösztönző, szezonális, korosság (Mullem (2004)).

Charlier és Van Bussel (2001)

Charlier és Van Bussel 2001-es tanulmányában külön modellt állított fel a unit-linked és csak kamatot fizető jelzálogokra. A unit-linked konstrukciók esetén azt tapasztalták, hogy az előtörlesztési ráta növekszik a jelzálog szerződés korával. Amennyiben a kiegészi faktort kizárjuk a modellezésből, pozitív összefüggés figyelhető meg az előtörlesztés és a refinanszírozási ösztönző között. Ha a kiegészi faktor is bevonásra kerül, a refinanszírozási ösztönző magyarázó ereje megszűnik és szerepét a kiegészi faktor veszi át. Az ingatlan típusa ugyancsak erős magyarázó változónak bizonyult: a lakás tulajdonosok hamarabb előtörlesztenek, mint az egyéb ingatlan tulajdonosok. Csak kamatot fizető jelzálogok esetén hasonló következtetések kerültek levonásra, eltérés a paraméterek értékében van, illetőleg ezen jelzálogok esetén kevésbé releváns változó az ingatlan típusa (Mulle (2004), p.145., Charlier et al. (2001), p.23.).

Alink (2002)

Alink 2002-es tanulmányában készített egy általános modellt, és az egyes terméktípusokra különböző modelleket is, logisztikus regresszió alkalmazásával. A modelleket a holland SNS Bank adatain fejlesztette és a DBV és Rabobank adatain mérte vissza. A végső bevont magyarázó változók az alábbiak lettek: szezonális, refinanszírozási ösztönző, LTV érték, adós kora, kamatláb változás, piaci kamatláb és a jelzálog ranghelye. További dummy változók: közvetítőn keresztül lett-e a jelzálog értékesítve, ingatlan típusa, jelzálog konstrukció típusa, továbbá, hogy a jelzálog hanyadik kamatperiódusban van (Mulle (2004), p.146.).

De Vreede (2008)

De Vreede 2008-ban a Fortis Bank egyik fiókjának, a Fortis Bank Mijdrecht jelzálogportfoliójának az előtörlesztési viselkedését vizsgálta. Az elemzésben megkülönböztetett exogén és endogén változókat, melyek befolyásolhatják az előtörlesztést. A modell építés eredményeként az alábbi releváns változók kerültek kiválasztásra, mint magyarázó változók (de Vreede (2008)).

- Exogén változók: refinanszírozási ösztönző, hozamgörbe meredeksége, kamatlábváltozás iránya, kamatszint.
- Endogén változók: korosság, LTV, jelzálog rangja, adós életkora, ingatlan típusa, ingatlan földrajzi elhelyezkedése, kamatozás típusa, jelzálog típusa, értékesítési csatorna, távolság a bankfióktól.

Mindegyik fenti tanulmányban kimutatásra került, hogy az előtörlesztésnek jelentős hatása van, az előtörlesztési ráta mindegyikben jelentős mértékű volt.

2.4.2.3 Angol biztosítói modell

Az angol piacra vonatkozóan 2001-ben jelent meg egy aktuárius megközelítésű elemzés a jelzálog előtörlesztés modellezési tapasztalatairól. A tanulmányt Perry, Robinson és Rowland készítette. Tanulmányukban az alábbiak szerint csoportosították a modellezési lehetőségeket (Perry et al. (2001)):

- *optimális előtörlesztést feltételező modellek*: ezen modellek akkor alkalmazhatóak az előtörlesztési opció modellezésére, és ezen keresztül a banki könyvi NPV hatás előrejelzésére, amikor az előtörlesztés pénzügyileg racionális az adósok számára. Ezek az események lefedik az előtörlesztési események többségét.

- *optimálistól eltérő előtörlesztést feltételező modellek*: ezek a modellek figyelembe veszik azokat az eseményeket is, amikor az előtörlesztés pénzügyileg nem racionális, azt más körülmények indukálják, pl. jelentősebb megtakarításból származó előtörlesztés, fedezet eladása, stb. Ezeket a faktorokat *viselkedési faktoroknak* hívjuk.

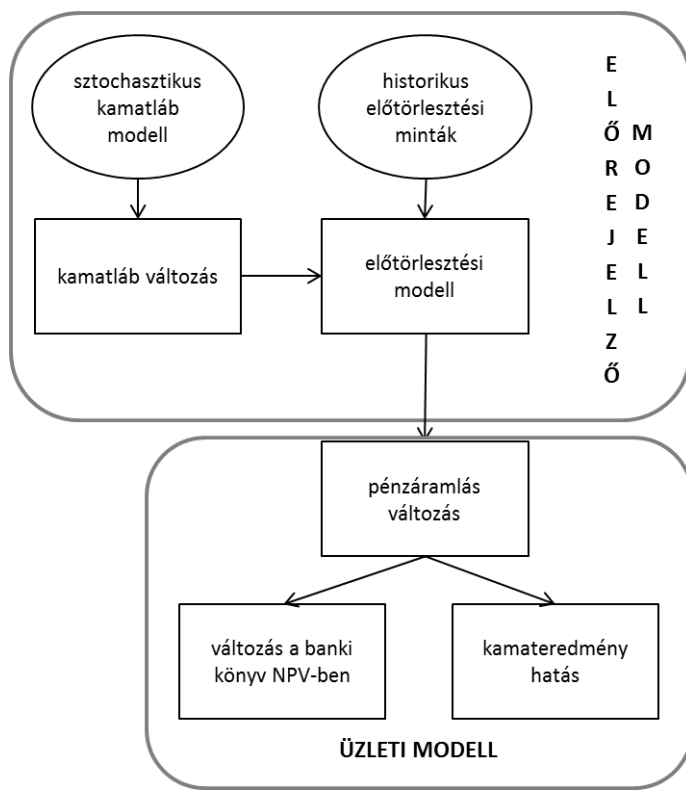
Az optimális előtörlesztési modellek mögötti pénzügyi racionalitás olyan eseményeket feltételez, amikor az adós kedvezőbb hitelfeltételeket kap egy másik banktól. Egy új szerződés legfontosabb eleme a kamatláb, ezért a modell legfontosabb input változói:

- piaci adatok, pl. makro mutatók,
- belső banki adatok: refinanszírozásból adódó historikus előtörlesztési viselkedés, pl. hitel specifikus adatok.

A 11. ábra szemlélteti az optimális előtörlesztési modellek logikai keretrendszerét, és ennek hatását a banki könyvi NPV-re.

Az optimálistól eltérő előtörlesztést feltételező modellek esetén az adósok valós viselkedése olyan eseményeket is feltételez, amikor az előtörlesztés csupán pénzügyi racionalitás alapján nem magyarázható. Ezt a fajta előtörlesztést kétféleképpen lehet modellezni (Perry at al. (2001)):

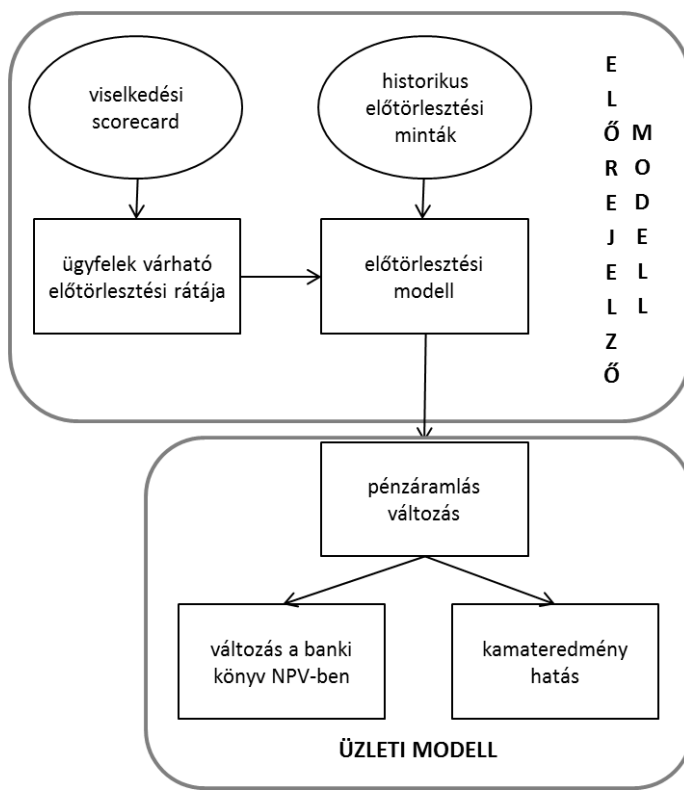
- *a hitelkiváltási eseményt kizáró előtörlesztési viselkedés modellezése*: ez a megközelítés egy viselkedési scorecard fejlesztését feltételezi egy olyan ügyfélbázison, akik nem hitelkiváltással törlesztették elő a hitelüket (adós specifikus faktorok);
- *historikus előtörlesztési viselkedés modellezése*: amennyiben nem lehetséges robusztus viselkedési scorecard fejlesztése, a hitelkiváltást nem tartalmazó előtörlesztés múltbeli mintáját érdemes használni.



11. ábra Az optimális előtörlesztési modell logikai keretrendszere

Forrás: Perry at al. (2001) alapján, saját szerkesztés

Mivel ezen modelltípusok a banki adósok viselkedését próbálják leképezni, ezért elengedhetetlen hozzá a belső banki adatbázis a scorecardok fejlesztéséhez. A 12. ábra szemlélteti az optimálistól eltérő előtörlesztési modellek logikai keretrendszerét.



12. ábra Az optimálistól eltérő előtörlesztési modell logikai keretrendszere

Forrás: Perry at al. (2001) alapján, saját szerkesztés

Mindkét modell eredménye a banki könyvi NPV-re becsült hatás számszerűsítése, mely végső soron a banki könyv elméleti értékének VaR-ja. Ez az előtörlesztési események hatásaként a banki könyv értékére vetített potenciális veszteségérték, azaz az előtörlesztési opció elméleti értéke.

A viselkedési modellekről szűk irodalom érhető el, mivel azokat a bankok belső értékelési és kockázatkezelési célokból használják. Perry, Robinson és Rowland 2001-ben az angol jelzálog piac jelentős részét lefedő adatbázis alapján megjelentetett tanulmányukban azonosították az előtörlesztést magyarázó tényezőket az optimális és optimálistól eltérő előtörlesztést feltételező modellek esetén (4. táblázat).

4. táblázat Az előtörlesztést magyarázó változók

<i>Makro tényezők</i>		<i>Adós specifikus tényezők</i>	
1	kamatváltozások	10	kor
2	ingatlanár változás	11	családi állapot
3	GDP növekedés	12	lakóhely
4	foglalkoztatottság	13	foglalkozás
<i>Hitel specifikus tényezők</i>		14	adós típusa (első lakástulajdonos / meglévő ügyfél / refinanszírozás)
5	hitel kora	15	hiteltörlesztő és jövedelem aránya
6	kamatperiódus hossza	16	adós egyéb termékei
7	LTV		
8	előtörlesztési költségek struktúrája		
9	értékesítési csatorna		

Forrás: Perry at al. (2001) alapján, saját szerkesztés

A tanulmány az angol jelzálogpiac 65%-át lefedő piaci szereplők részvételével készült. Ezen adatok alapján az alábbi kockázati faktorok lettek a legrelevánsabbak (Perry at al. (2001)):

- *hitel kora*: az adósok többsége a hitelfelvételt és az ezzel járó folyamatot követően nem kíván refinanszíroztatni, vagy újból lakást váltani, ezért az előtörlesztés inkább a hitel élettartamának második felére jellemző;
- *ingatlanár változás*: amikor az ingatlanár változás magas volt megnövekedett az ingatlanpiaci tranzakciók száma, ami magasabb előtörlesztést is eredményezett;
- *kamatváltozások és kamatkülönbözet*: a kamatkülönbözet a jelzálog jelenlegi kamata és egy másik hitelező által felajánlott kamat közötti különbség; megfigyelések szerint minél magasabb a kamatkülönbözet, annál magasabb az előtörlesztési aktivitás;
- *előtörlesztési költségek*: az előtörlesztési költségek egy bizonyos költségszint felett csökkentik az előtörlesztési hajlandóságot.

2.4.2.4 Az UniCredit modellje

Az UniCredit&Universities keretében Consalvi és Scotto di Freca által 2010-ben jelent meg tanulmány az előtörlesztési modellezés eredményeiről az UniCredit jelzálog portfóliójára. A szerzők a *túlélési modell (survival analysis)* módszertanát felhasználva viselkedés alapú scorecardokat határoztak meg a fix és változó kamatozású jelzálog portfóliókra.

Az előtörlesztési opció mérése két elméleti megközelítésre vezethető vissza: a *pénzügyi megközelítésre*, mely az arbitrázs elven alapszik, és melyet az opció értékelési modellekre vezetnek vissza; és a *viselkedési megközelítésre*, melyet ökonometriai modellekkel képeznek le. A pénzügyi megközelítés alkalmas a vételi jogot tartalmazó értékpapírok (callable securities) értékelésére, míg a viselkedési megközelítés a retail jelzálog portfóliók előtörlesztési trendjeinek elemzésére.

A pénzügyi megközelítés alkalmazhatóságát korlátozza a piaci szereplők pénzügyi ismereteinek korlátozottsága, és ebből adódóan képességük arra, hogy pénzügyileg optimális döntéseket hozzanak. A viselkedési megközelítésen belül kiemelt szerepe van az ún. túlélési modelleknek, melyre a szerzők is támaszkodnak tanulmányukban. Az előtörlesztési opciót az adósnak azzal a céllal érdemes lehívnia, hogy minimalizálja a jelzálog értékét, azaz akkor érdemes refinanszíroznia, amikor a jelzálog értéke meghaladja az opció lehívási árfolyamát. Ekkor a jelzálog értéket meg lehet határozni az opció árazási elméletek alapján, akár egy vételi opciót tartalmazó kötvény értékét. A historikus adatok alapján viszont megfigyelhető optimálistól eltérő előtörlesztési döntések meghozatala is. Az előtörlesztési opció modellezése változó kamatozású jelzálogokon vezetett az ökonometriai modellek alkalmazásához. Ezek célja, hogy meghatározzák az összefüggést a megfigyelt előtörlesztési ráták és az előtörlesztést magyarázó

változók között. Az irodalomban leginkább elterjedt modellek esetén az előtörlesztés valószínűségének meghatározása a túlélési elemzés része, melynek célja, hogy meghatározza az „előfordulási időpontok” eloszlását. A szerzők szerint a túlélési elemzésen belül az ún. Accelerated Life Model megfelelően alkalmazható az előtörlesztési opció modellezésére. (Consalvi, Scotto di Freca (2010), p.3.)

A tanulmány szerint a jelzálog előtörlesztés négy fő okra vezethető vissza (Consalvi, Scotto di Freca (2010), p.15-16.):

- *Refinanszírozási ösztönző hatása:* a fix kamatozású jelzálogok esetén az előtörlesztés célja a hitel kitettség csökkentése, amivel akkor élhet optimálisan az adós, amikor a jelzáloghitel értéke meghaladja az opció „lehívási árfolyamát”, azaz a refinanszírozási kamatláb alacsonyabb, mint a jelenlegi szerződés szerinti kamatláb, beleértve az előtörlesztésből adódó költségeket is. Az adósok erre az ösztönzőre nem reagálnak egyformán, ennek eredményeképp optimálistól eltérő viselkedési formák is megfigyelhetők. Ekkor figyelhető meg az ún. kiégési hatás, azaz ahogy „korosodik” a hitel és egyre több olyan pillanat telt el, amikor megérte volna refinanszírozni, de az adós nem élt ezzel a lehetőséggel, akkor a jelzálog portfolióban olyan hitelek maradnak, melyek vagy később vagy egyáltalán nem fognak előtörlesztetni, ami az előtörlesztési ráta csökkenését okozza.
- *Ingatlanpiaci forgalom hatása:* lakóingatlanok esetén az ingatlan adásvétel mögött többféle indok húzódhat meg, melyek eltérő faktorokra vezethetők vissza, mint az ingatlan földrajzi elhelyezkedése, LTV, ingatlanpiaci változások, ingatlanpiaci árindexek változása, kamatlábak változása, szezonális, adós jövedelmi helyzetének változása, stb. Az

ingatlanpiaci forgalmat befolyásoló tényezők így ketté választhatóak „személyes” (jövedelem, életkor, nem, családi állapot, ingatlan elhelyezkedése) és „jelzálog” változókra (folyósított összeg, LTV, kamatláb).

- *Default*: a hitel nemteljesítővé válása azonos azzal, mintha az adós élt volna előtörlesztési jogával, mivel a hitel nemteljesítővé válásakor a fedezet érvényesítéséből megtörténik a hitel előtörlesztése.
- *Hitel restrukturálás*: ez azon eseményre vezethető vissza, amikor az adós a jelenlegi finanszírozó intézményénél a jelenlegitől eltérő kondíciókkal köti újra hitelszerződését.

A *részleges előtörlesztés* az előtörlesztés egyik alosztéka: a tőkekövetelés egy részét az adós előre törleszti, mely a hitelkötés csökkenését eredményezi, ezáltal megváltozik a hiteltörlesztés lefutása is.

A modellezésbe bevont változók kapcsán definiálásra kerül az ún. *kupon ösztönző* (coupon incentive) az alábbi definíciónak megfelelően:

$$CI = y_{\tau_0} - \left(y_{\tau_j} + \frac{P}{RL_{\tau_j}} \right) \quad (12)$$

ahol τ_0 a folyósítás dátuma; y_{τ_0} a folyósítás napján érvényes transzferár (internal transfer price) közelítő értéke, amit az adott jelzálog lejáratához kapcsolódó par kamatlábbal közelítünk; τ_j az előtörlesztés időpontja és a lejárat közül a korábbi érték; y_{τ_j} az előtörlesztés vagy lejárat napján érvényes transzferár (internal transfer price) közelítő értéke, amit az adott jelzálog τ_j időpontban várható hátralévő lejáratához kapcsolódó par kamatlábbal

közelítünk; p a fennmaradó hitelösszegre vetített előtörlesztés költsége; RL_{τ_j} a hitel τ_j időpontban várható hátralévő lejárat.

A modelleket az UniCredit 2005-2009 között előtörlesztett lakossági jelzálog portfóliójára fejlesztették a szerzők. A változó kamatozású és a fix kamatozású hitelekre eltérő modellek kerültek meghatározásra. Változó és fix kamatozású hitelekre az 5. táblázatban szereplő végső modelleket alkották.

5. táblázat Jelzáloghitelek végső modelljei

Változók	Paraméter értéke	
	változó kamatozású hitelek	fix kamatozású hitelek
Állandó tag	5, 8460	5, 8465
Refinanszírozási ösztönző	n/a	-0,0159
Életkor [21, 25]	n/a	-0,3634
Életkor [26, 30]	n/a	-0,4392
Életkor [21, 30]	-0,3590	n/a
Életkor [31, 35]	-0,3150	-0,3634
Életkor [36, 40]	-0,2610	n/a
Életkor [41, 50]	-0,2290	n/a
Életkor 35+	n/a	-0,2588
Életkor 50+	-0,3150	n/a
Lejárat [11, 15]	0,1050	-0,0618
Lejárat [16, 20]	-0,1230	0,5199
Lejárat [21, 25]	-0,3050	0,4367
Lejárat 25+	-0,5490	0,8425
Külföldi	-0,1820	-0,3698
Foglalkozás 1.	-0,1290	-0,0865
Foglalkozás 2.	0,1900	0,2246
Foglalkozás szektora	0,1670	n/a
Log(szigma)	-0,7090	-0,8056

Forrás: Consalvi, Scotto di Freca (2010), p. 30.

A legfontosabb eltérés a két modell között, hogy a fix kamatozású hitelek esetén a refinanszírozási ösztönző is releváns változóként került bevonásra a modellbe. Ezt leszámítva mindkét modellben szinte ugyanazon változók kerültek bevonásra az adósra jellemző adatok közül: az adós kora,

nemzetisége, az adós foglalkozása és annak szektora, továbbá a hitel eredeti lejáratára.

2.4.2.5 Megközelítés a részleges előtörlesztési opció modellezésére

A fentebb bemutatott modellek a teljes előtörlesztés modellezését helyezik előtérbe. Az alábbiakban bemutatásra kerül egy részleges előtörlesztési hatást értékelő modell, mely az opciós értékelésekhez nyúl vissza Folpmers (2008) megközelítésében. A modell az optimális előtörlesztési viselkedés feltételezésén alapszik. A modell alapja a részlegesen visszahívható jelzáloghitelre (partial callable mortgage) vonatkozó optimális előtörlesztési stratégia opciós árazási megközelítése, melyhez a Black modell kerül módosításra a swaption-ok (csereopciók) árazásához. Az alábbiakban ezen tanulmány legfőbb megállapításait foglalom össze.

A swaption az opció jogosultja számára azt a jogot biztosítja, hogy egy adott jövőbeli időpontban egy meghatározott csereügyletbe kezdhesen. A tanulmány az ún. receiver swaption oldaláról közelíti meg az előtörlesztési lehetőséget, melynek lényege, hogy az opció birtokosa fix kamatot cserélhet változó kamatra. Az adós szempontjából egy példán keresztül illusztrálva ez a következőt jelenti. Vegyünk egy adóst, akinek lehetősége van a hitel 20%-át előtörleszteni az év végén. Tegyük fel, hogy a hitel hátralévő futamideje 10 év, a hitel fix kamatozása és a fix kamat 5%. Ha a kamatok 5% alá csökkennek, akkor az adós élhet opciós jogával és előtörleszti hitelének 20%-át. Az ehhez szükséges finanszírozást az adós változó kamatozású forrásból szerzi meg. A swaption értéke tehát a fix kamatlábtól, a várható jövőbeli kamatlábtól és azok volatilitásától függ. (Folpmers (2008), p.21.)

A receiver swaption értéke függ a névértéktől, a kötési árfolyamtól, a swap ráta volatilitásától, a fizetés gyakoriságától, az opció és a swap lejáratától és a hozamgörbétől. A részleges előtörlesztési lehetőség értékeléséhez szükséges továbbá a szpred (a magasabb fix láb és a változó láb közötti különbség) figyelembe vétele, mely növeli az adós számára releváns hitelfelvételi kamatlábat, és ezáltal csökkenti a refinanszírozásra való ösztönzést. (Folpmers (2008), p.21.)

Az előtörlesztési opció hatását a modell alapján a teljes banki portfólióra aszerint lehet értékelni, hogy meghatározható egy optimális előtörlesztési viselkedés a hozamgörbe és a swap ráták alapján, melynek mentén kiszámítható a jelzálogok lejáratig számított hozama az opció figyelembe vételével és anélkül. A számítások alapján az előtörlesztési opció értéke akár jelentősen is csökkentheti a jelzálog lejáratig számított hozamát.

3 A disszertáció célkitűzései

Az 1.4 fejezetben megfogalmazott kutatási célhoz kapcsolódóan az alábbi hipotéziseket fogalmaztam meg részletes vizsgálatra.

1. hipotézis: Az előtörlesztési opció jelentős hatást gyakorol a gazdasági tőke szintjére.

Alapvető feltételezésem, hogy az előtörlesztési opció jelentős hatással lehet a bank jövedelmezőségére és ezáltal a gazdasági tőke szintjére. Az előtörlesztési opció hatásának mértéke feltételezésem szerint függ egyrészt az általános kamatkörnyezettől és a kamatvárakozásoktól; a banki mérleg kamatstruktúrája és a kamatkörnyezet közötti eltérésektől, azaz a banki portfólión feltételezhető előtörlesztési ösztönző mértékétől; a banki portfólió diszkrecionális kockázati összetételétől, és az egyedi adósok viselkedési mintáitól; a szabályozástól, mely támogathatja vagy nehezítheti az előtörlesztési jog gyakorlását; továbbá a piaci szerkezettől, pontosabban a partneri értékesítési csatornák alkalmazásától.

2. hipotézis: A tőkehatást számszerűsítő módszertan jobb megközelítést jelent a jövedelem alapú módszertannál a gazdasági tőkehatás meghatározására.

A banki könyvi kamatkockázat számszerűsítésére alapvetően kétféle módszertan alkalmazható: a jövedelem hatást számszerűsítő megközelítés, mely a banki kamateredményre gyakorolt rövid távú hatást helyezi előtérbe, illetőleg a tőkehatást számszerűsítő megközelítés, melynek célja a tőke jelenértékére vetített hatás meghatározása. Feltételezésem szerint a tőkehatást számszerűsítő módszertan

megfelelőbb a gazdasági tőkehatás meghatározására, elsősorban azért, mert a számszerűsített hatásokat a bankok tőkemenedzsment tevékenységébe kell becsatornázni, és ezek a döntések hosszú távra szólnak. A jövedelem alapú hatásnak a kamateredmény változásán keresztül le kell csapódnia a tőkeértékben is, de mivel ennek szemlélete rövidtávra szól, így az megfelelőbb a jövedelembázis menedzsmentjéhez szolgáló eszközként. A tőkehatást számszerűsítő módszertan hosszú távú szemléletéből fakadóan lehetővé teszi a dinamikus modellezést és ezen keresztül a hosszú távú tőkemenedzsment szempontok figyelembe vételét.

3. hipotézis: Jól azonosíthatóak azok a faktorok, melyek befolyásolják az előtörlesztési opció hatását a gazdasági tőkeszintre.

Egy hipotetikus portfólióra vetítve számításokat, elemzéseket végzek az előtörlesztési hatás modell alapú számszerűsítésére vonatkozóan, és a modell eredmények alapján további érzékenység vizsgálatokat készítek azzal a céllal, hogy felmérésre kerüljön, hogy mely paraméterek változása hat leginkább a tőkehatást számszerűsítő gazdasági tőkemodell eredményére. Ezen változók lehetnek a portfólió összetételére vonatkozó faktorok, illetőleg külső környezeti faktorok.

A disszertáció további részében a fentebb megfogalmazott hipotézisek vizsgálatára épített elméleti modellt és annak eredményeit mutatom be.

4 Anyag és módszer

4.1 Általános modell

Az alábbiakban kísérletet teszek az előtörlesztési opció banki portfólió értékére vetített hatásának modellezésére egy általános példán keresztül. Mivel a számításokhoz nem állnak rendelkezésre valós banki adatok, ezért a modellezés középpontjában az optimális előtörlesztési opció modellezési lehetősége, és elvi hatásának számszerűsítése áll. Ebből következően nem térek ki az egyedi, nem-optimális döntésekből fakadó előtörlesztési lehetőségek alkalmazásának hatásvizsgálatára.

A modellezést egy hipotetikus banki portfólión végzem. A modell általános logikai keretrendszerét egy egyszerű példán keresztül mutatom be. Vegyünk egy hitelportfóliót, melynek négy eleme van (6. táblázat).

6. táblázat Hipotetikus hitelportfólió elemei

	1. hitel	2. hitel	3. hitel	4. hitel
Hitel összeg	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000
Kupon	5%	6%	7%	8%
Hátralévő lejárat (év)	5	6	7	4

A hitelportfólió kamatbevételi pénzáramlása és a jelenlegi hozamgörbe a 7. táblázatnak megfelelően alakul. Az előtörlesztési opció lehívását a refinanszírozási ösztönző meghatározásával jelzem előre. A refinanszírozási ösztönzőt az határozza meg, hogy a hozamgörbe mentén érvényes aktuális par hozamgörbe hogyan alakul.

7. táblázat A hitelportfólió kamatbevételi pénzáramlása és a hozamgörbe

Év	CF1	CF2	CF3	CF4	r
1	50 000	60 000	70 000	80 000	6,0%
2	50 000	60 000	70 000	80 000	5,8%
3	50 000	60 000	70 000	80 000	5,6%
4	50 000	60 000	70 000	80 000	5,4%
5	50 000	60 000	70 000		5,2%
6		60 000	70 000		5,0%
7			70 000		4,8%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

Amennyiben az adott hátralévő lejáráthoz tartozó par kamat kedvezőbb, mint a jelenlegi kupon, akkor optimális döntést feltételezve megtörténik a hitel előtörlesztése. A vizsgálatot két időpontra végzem el: a mostani hozamgörbe mentén, illetőleg az egy év múltai hozamgörbe mentén, feltételezve egy akkori állapotot (ezt fogja kiváltani a későbbiekben a hozamgörbe modellezése). Ezen két időpont vizsgálata mellett az az érv szól, hogy a tervezési ciklus általában egyéves, ezért a kamateredményre történő hatás vizsgálatát érdemes leszűkíteni erre az idősávra. További feltételezés, hogy amint megtörténik a hitel előtörlesztése, az előtörlesztett tőkeérték az új par kamaton, a fennmaradó lejáratra kihelyezésre kerül, így módosítva a hitelportfólió pénzáramlását.

Mindezekből adódóan a kamateredményre való hatást úgy mérem, hogy az eredeti pénzáramlás kamatbevételének és az előtörlesztéseket követően előálló új pénzáramlás kamatbevételének a különbségét határozom meg. A példánál maradva a számítást a 8. táblázat mutatja.

8. táblázat A hitelportfolió várható előtörlesztései

Év	CF1	CF2	CF3	CF4	r0	par0	r1	par1
<i>k</i>	5%	6%	7%	8%				
1	50 000	60 000	70 000	80 000	6,0%	6,00%		
2	50 000	60 000	70 000	80 000	5,8%	5,81%	5,8%	5,80%
3	50 000	60 000	70 000	80 000	5,6%	5,61%	5,4%	5,41%
4	50 000	60 000	70 000	80 000	5,4%	5,43%	5,0%	5,03%
5	50 000	60 000	70 000		5,2%	5,24%	4,6%	4,64%
6		60 000	70 000		5,0%	5,06%	4,2%	4,27%
7			70 000		4,8%	4,88%	3,8%	3,89%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

A jelenlegi hozamgörbe (r_0) mentén a 2-4. hiteleket az első évben megéri előtörleszteni, mivel a par hozamgörbe mentén az ezek hátralévő lejáratához tartozó par kamatok kedvezőbbek, azaz alacsonyabb kupon mellett lehet ezeket a hiteleket refinanszírozni. Az első hitel esetén ez csak az egy év múlva hozamgörbe mellett reális lehetőség, ezért ezen hitel esetén egy év múlva történik meg az előtörlesztés. Feltételezve, hogy a visszatörlesztett hitelösszeg az új par kamat mellett kerül újból kihelyezésre, a banki hitelportfolió pénzáramlása megváltozik, az eredményt a 9. táblázat mutatja.

9. táblázat A hitelportfolió új kamatbevételi pénzáramlása

Év	CF1	CF2	CF3	CF4
<i>k</i>	4,64%	5,06%	4,88%	5,43%
1	50 000	50 569	48 751	54 263
2	46 449	50 569	48 751	54 263
3	46 449	50 569	48 751	54 263
4	46 449	50 569	48 751	54 263
5	46 449	50 569	48 751	
6		50 569	48 751	
7			48 751	

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

Az előtörlesztési opció hipotetikus hitelportfólió kamatbevételére való hatása az előrejelzési periódus egyéves idejére vetítve várhatóan 22,7%-os csökkenést eredményez. A részletes eredményeket a 10. táblázat szemlélteti.

10. táblázat Az előtörlesztés hatása a hitelportfólió kamatbevételi pénzáramlására

	Pénzáramlás
Eredeti kamatbevétel	1 420 000
Módosított kamatbevétel	1 097 518
Változás	- 322 482
Változás %	- 22,7%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

Amennyiben a banki könyv jelenértékére vetített hatást szeretnénk számszerűsíteni, a pénzáramlásokat ki kell egészíteni a tőketörlesztésekkel, és az így kapott kötvények jelenértékében bekövetkezett változást kell meghatározni. A számítás eredményét a 11. táblázat tartalmazza.

11. táblázat Az előtörlesztés hitelportfólió jelenértékére vetített hatása

	Jelenérték
Eredeti pénzáramlás	4 248 982
Módosított kamatbevétel	3 977 905
Változás	- 271 078
Változás %	- 6,4%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

A számítások során az egyszerűség kedvéért azzal a feltételezéssel élek, hogy az egyes periódusokban csak a kamat kerül megfizetésre, a tőketörlesztés a lejáratkor egy összegben esedékes. A valóságban a lakossági jelzáloghitelek annuitásos törlesztésűek. A tőketörlesztésre tett feltételezés egyszerűsítésére

alapvetően azért volt szükség, hogy a számításokat Excel VB-ben leprogramozva olyan számítási metódust tudjak alkalmazni, mely lehetővé teszi a számítások időbeni hatékony lefutását egy közepesen erősnek tekinthető számítógépen. Az annuitásos törlesztés valamennyire pontosítaná a számításokat, ám a végső eredményt és következtetéseket nem befolyásolja. Ezt egy példán keresztül támasztom alá. Vegyünk két hitelt, ugyanazon paraméterekkel (12. táblázat), eltérés csak a törlesztés típusában van: az egyik annuitásos, a másik a tőkét a lejáratkor egyösszegben törlesztő hitel (bullet).

12. táblázat Hitelek paraméterei

	1. hitel	2. hitel
Tőke	1 000 000	1 000 000
Kupon	6%	6%
Lejárat	5 év	5 év
Havi pénzáramlás	annuitás: 237 396	kamat: 60 000

A két hitel pénzáramlását, tőke-kamat bontásban, a 13. táblázat mutatja. A kamatkörnyezet hirtelen megváltozásának eredményeképp a kamat a harmadik év elején lemegy 5%-os szintre, és megtörténik a hitelek előtörlesztése és kiváltása ezen a kamatszinten. A pénzáramlások a 14. táblázatnak megfelelően módosulnak. A pénzáramlás hatás iránya és nagyságrendje mindkét hitel esetén megegyezik (15. táblázat). A pénzáramlás hatás mértékét alapvetően a kamatszintben bekövetkező változás mértéke határozza meg. A számításokat elvégeztem különböző kamatszint változásokra: 0,2%pontos léptékben 6%-os szintről 3%-os szintig. Az eredményeket a 13. ábra szemlélteti.

13. táblázat Az annuitásos és bullet hitelek pénzáramlásai

t	1. hitel				2. hitel		
	fennálló tőke	kamat	tőke	törlesztő	kamat	tőke	törlesztő
1	1 000 000	60 000	177 396	237 396	60 000	0	60 000
2	822 604	49 356	188 040	237 396	60 000	0	60 000
3	634 563	38 074	199 323	237 396	60 000	0	60 000
4	435 241	26 114	211 282	237 396	60 000	0	60 000
5	223 959	13 438	223 959	237 396	60 000	1 000 000	1 060 000
Összesen		186 982	1 000 000	1 186 982	300 000	1 000 000	1 300 000

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

14. táblázat A hitelek módosult pénzáramlásai

t	1. hitel				2. hitel		
	fennálló tőke	kamat	tőke	törlesztő	kamat	tőke	törlesztő
1	1 000 000	60 000	177 396	237 396	60 000	0	60 000
2	822 604	49 356	188 040	237 396	60 000	0	60 000
3	634 563	19 037	205 301	224 337	30 000	0	30 000
4	429 263	12 878	211 460	224 337	30 000	0	30 000
5	217 803	6 534	217 803	224 337	30 000	1 000 000	1 030 000
Összesen		147 805	1 000 000	1 147 805	210 000	1 000 000	1 210 000

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

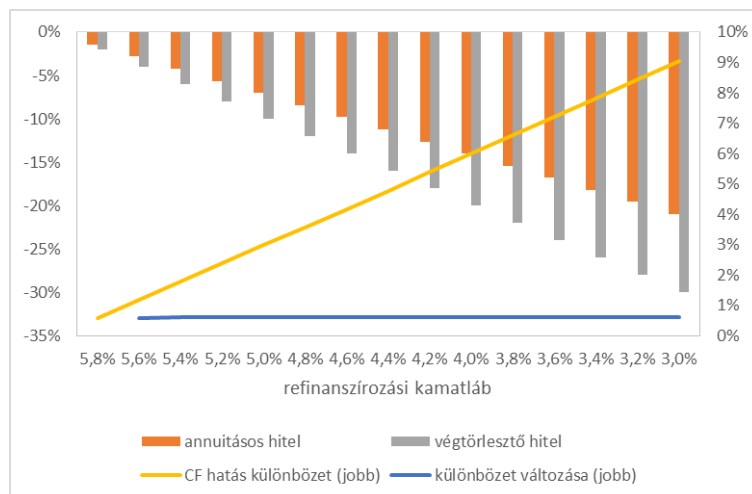
15. táblázat Kamatbevételi pénzáramlás hatás

	1. hitel	2. hitel
Pénzáramlás hatás	-13 138	-30 000
%-os hatás	-7,0%	-10,0%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

A pénzáramlás hatásbeli különbözet egyre nő a refinanszírozási kamatszint csökkenésével. Az összefüggés lineáris. Ez alapján levonható a következtetés, hogy az annuitásos számítások és a bullet típusú számítások eredményei lineáris összefüggések alapján megfeleltethetőek egymásnak. További megállapítás, hogy a bullet típusú hitelek esetén konzisztensen

magasabb pénzáramlás hatás kerül kimutatásra, azaz ezen módszerrel túlbecslésre kerül a végeredmény.



13. ábra Az annuitásos és bullet hitelek %-os pénzáramlás hatása különböző refinanszírozási kamatszinteknél

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

A fentiek alapján megállapítom, hogy a számítási módszertanra tett egyszerűsítés nem torzítja a végső eredményeket, az megfelelő következtetések levonására.

4.2 Kamatláb modellezése

A hozamgörbe modellezésére a korábban bemutatott modellek közül a Cox, Ingersoll és Ross-modellt (CIR) alkalmazom. A folytonos modellre az Euler-féle diszkrecionizálást alkalmazva a rövid kamatláb alakulása az alábbi összefüggéssel számítható (Mulle (2004)):

$$r_{t+\Delta t} = ab\Delta t + (1 - a\Delta t)r_t + \sigma\sqrt{r_t}\sqrt{\Delta t}\varepsilon_t \quad (13)$$

ahol a az átlaghoz való visszatérés üteme, b az r_t hosszú távú átlaga, r_t a kamatláb t időpontban, ε_t normális eloszlású véletlen szám.

A modellnek megfelelően az egyes T lejáratokhoz tartozó t időpontbeli hozamot az alábbiak szerint lehet megállapítani, ahol λ a kockázat piaci ára:

$$R(r, t, T) = \frac{B(t, T)r_t - \ln A(t, T)}{T - t} \quad (14)$$

ahol

$$A(t, T) = \left[\frac{2\gamma e^{(a+\gamma+\lambda)(T-t)/2}}{(a+\gamma+\lambda)(e^{r(T-t)} - 1) + 2\gamma} \right] \quad (15)$$

$$B(t, T) = \frac{2(e^{r(T-t)} - 1)}{(a+\gamma+\lambda)(e^{r(T-t)} - 1) + 2\gamma} \quad (16)$$

és

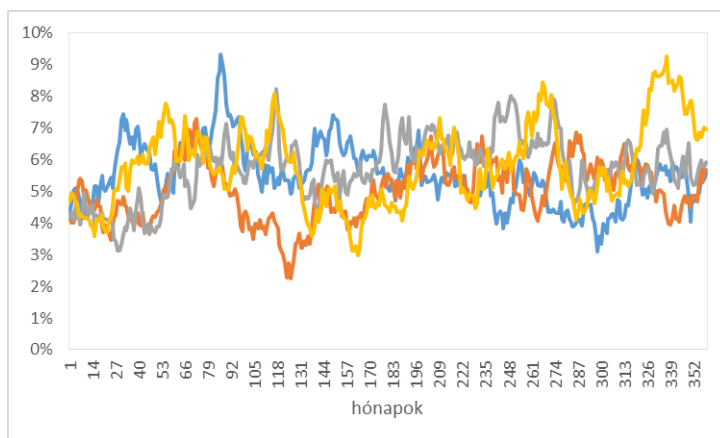
$$\gamma = \sqrt{(a+\lambda)^2 + 2\sigma^2} \quad (17)$$

A hozamgörbe modellezéséhez teoretikus paraméter beállításokat alkalmazok a számítások során. Ennek oka, hogy az is vizsgálható legyen, hogy az ezekben bekövetkező változásokra mennyire érzékenyen reagálnak a végső eredmények. A rövid kamatlábra vonatkozó feltételeket tartalmazza a 16. táblázat.

16. táblázat A rövid kamatláb paraméterei a CIR modellhez

r0	a	b	σ	hónapok
6,0%	0,5	4,0%	5,0%	360

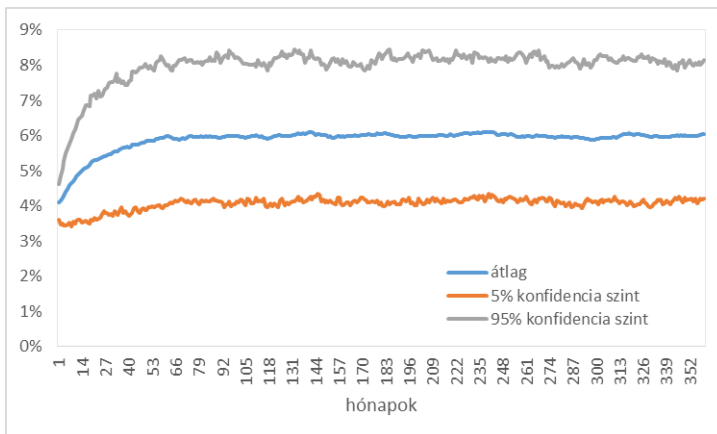
A fenti paraméterek alapján számított modellezés eredményét (5 véletlen lefutás) mutatja a 14. ábra.



14. ábra A rövid kamatláb lehetséges lefutásai a CIR modell alapján

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

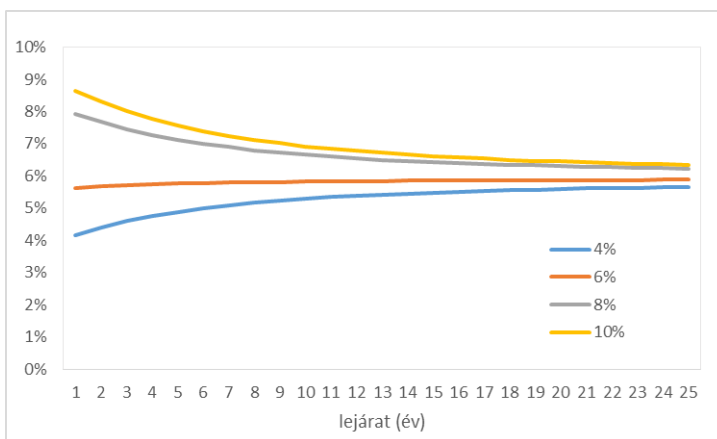
A modellezett rövid kamatlábakra vonatkozó átlag értéket, illetőleg az 5%-os és 95%-os konfidencia szinteket mutatja a 15. ábra. Az átlag alakulásán jól látszik a modell átlaghoz való visszahúzásos jellege.



15. ábra A rövid kamatláb CIR modell szerint modellezett értékeire vonatkozó átlag, 5%-os és 95%-os konfidencia szintek

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

A hozamgörbe különböző alakokat vehet fel a rövid kamatláb induló értékétől függően, melyet a 16. ábra szemléltet.



16. ábra A hozamgörbe lehetséges alakjai a rövid kamatláb különböző induló értékeinél

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

5 Eredmények és értékelésük

5.1 Általános keretrendszer

A modell összeállításakor jelentős egyszerűsítésekkel kellett élnem a vizsgált hitelportfólió összetételére vonatkozóan. Az egyszerűség kedvéért a hitelportfólió öt elemből áll, egy-egy alportfóliót képviselve. Ezen alportfóliók eltérnek átlagos kamatszintben és hátralévő futamidőben, karakterisztikáikat a 17. táblázatban foglalom össze.

17. táblázat A hipotetikus hitelportfólió összetétele

Alportfóliók	1.	2.	3.	4.	5.
Tőkearány a teljes portfólióban	20%	20%	20%	20%	20%
Átlagos kamatszint	4%	5%	6%	7%	8%
Átlagos hátralévő lejárat (év)	10	5	6	7	4

A kamatkörnyezetre az alábbi kiinduló feltételezésekkel éltem: a rövid kamat 6%-on áll, és a hosszú távú 4%-os szintre tér vissza. A CIR modell paramétereit a 18. táblázat tartalmazza.

18. táblázat A CIR modell paramétereit – csökkenő hozamgörbe

	CIR paraméterek
r_0	6%
a	0,5
b	4%
σ	5%

A modell logikai keretrendszere az alábbiak szerint foglalható össze:

1. *Hozamgörbe modellezés.* A CIR modell alapján modellezésre kerül a rövid kamatláb és a hozzá tartozó hozamgörbe pontok, 30 éves időtávra, havi lépésközzel. A rövid kamatláb lehetséges lefutásai havi lépésközzel ($\Delta t=1/12$) kerülnek modellezésre, az egyes hitelportfolió elemek hátralévő lejáratának futamidejére.
2. *Par hozamgörbe meghatározása.* Minden egyes hozamgörbéhez meghatározásra kerülnek a par hozamgörbék. A par hozamgörbét használtam az aktuális refinanszírozási kamatok közelítésére, feltételezve, hogy a hitelek fair módon kerülnek beárazásra, a par kamatlábon lehet refinanszírozáshoz jutni a piacon. A számítások egyszerűsítésére a par kamatok nem kerülnek korrigálásra a hitelportfolió egyedi kockázatával, mivel ez alapvetően a kamatszinteket tolja el csupán, a refinanszírozási döntési mechanizmust nem befolyásolja. Ezzel a modell könnyen kiegészíthető.
3. *Refinanszírozási ösztönző meghatározása.* Az adott hátralévő lejáratához tartozó par kamatláb és a hitelportfolió átlagos kamatszintjének összehasonlítása alapján kerül meghatározásra a refinanszírozási ösztönző a (12) képlethez hasonlóan. Az összehasonlítás egészen addig a pontig folytatódik, amíg a szimulált par kamatláb nem csökken a kupon értéke alá, de legkésőbb a hátralévő lejáratig. Amennyiben a szimulált par kamatláb a kupon értéke alá csökken, élve az optimális előtörlesztés feltételezésével, megtörténik az előtörlesztés. A számításokat elvégzem előtörlesztési költségek figyelembe vétele nélkül, feltételezve, hogy az előtörlesztés korlátlanul megtehető, illetőleg előtörlesztési költség figyelembe vételével is. A költségek figyelembe vételével elvégezhető

annak elemzése, hogy a költségek mennyiben tudják befolyásolni az optimális előtörlesztési lehetőséget.

4. *Kamatbevételi hatás meghatározása.* Amennyiben a par kamatláb a kupon értéke alá csökken, és emiatt megtörténik az előtörlesztés, azzal a feltételezéssel élek, hogy a visszatörlesztett tőke újból kihelyezésre kerül az aktuális kamatlábon, azaz a par kamatlábon. Az új kamatláb alapján kiszámításra kerül a fennmaradó lejáratra a pénzáramlás, illetőleg az eredeti pénzáramlás és a módosított pénzáramlás közötti különbség. A pénzáramlás hatást meghatározom diszkontálás nélkül, illetőleg a diszkontált pénzáramlás alapján is. A pénzáramlás hatás szolgál a jövedelem alapú megközelítés hatásának vizsgálatához, melynek célja a kamatbevételi hatás becslése. A diszkontált pénzáramlás hatás célja az eszközérték változásának becslése, és ez alapján a gazdasági tőkeérték alapú hatás kiszámítása.
5. *Eredmények meghatározása stresszelt kamatpálya esetén.* A számítások megismétlésre kerülnek stresszelt kamatkörnyezet esetén is, két okból: 1. a fenti kamatkörnyezet modellezés a normalitás feltételezésével él, mely normális üzletmenet esetén megfelelő, de válsághelyezetben nem alkalmas a potenciális veszteségek szimulására; emellett 2. a kamatkockázat elemzése során jogszabályi követelmény is a stresszelt kamatkörnyezet melletti gazdasági tőkeérték hatás meghatározása. A számításokhoz a stresszelt kamatpályát a hozamgörbe párhuzamos eltolásával határozom meg, melynek mértékét a rövid forint hozamok 99%-os, egyéves VaR értéke alapján számítom.

A modell valós banki adatok hiányában nem tér ki a nem optimális döntések hatásának vizsgálatára. Az optimálistól eltérő döntések hatása torzítja az

optimális döntések hatását, különböző okok miatt erősíthetik azt, illetőleg gyengíthetik is. Az optimálistól eltérő döntéseket valós banki adatokon lehet becsülni, ezért ezek feltételezett hatását a modellben nem veszem figyelembe, mivel túl sok feltételezéssel kellene élni azok beépítéséhez, ami megkérdőjelezná az eredmények értelmezhetőségét.

Ezen feltételezés megítélésem szerint nem gyengíti a modell alkalmazhatóságát. Egy strukturált elemzés kapcsán azt is előrelépésnek gondolom, hogy egy „vegytiszta” helyzet elemzése megtörténik, mert ennek esetleges tőkehatását sem látjuk még pontosan, illetőleg ennek eredménye jelenthet kiinduló helyzetet a további „torzító” hatások mértékének elemzéséhez. Emiatt építem fel a modellezést is azon logika mentén, hogy először egy tisztán optimális döntési helyzet kerül elemzésre, ezt módosítom a költségtényező beemelésével, és innen lehetne tovább lépni az egyedi torzító tényezők beemelésével. Azt gondolom, hogy ezt akkor lehet megtenni, ha az előző két lépés során az az eredmény születik, hogy tisztán az opciós kockázatok tőkehatása jelentős lehet, ezért érdemes a kérdéskörrel foglalkozni. Amennyiben már kezdő lépésként egy komplexebb viselkedési struktúra kerülne modellezésre (amit valós adatok hiányában csak erős feltételezések mellett lehetne megtenni), a modell nem adna lehetőséget arra, hogy az egyes elemek (optimális és nem optimális döntési helyzetek) hatását külön-külön is elemezzük.

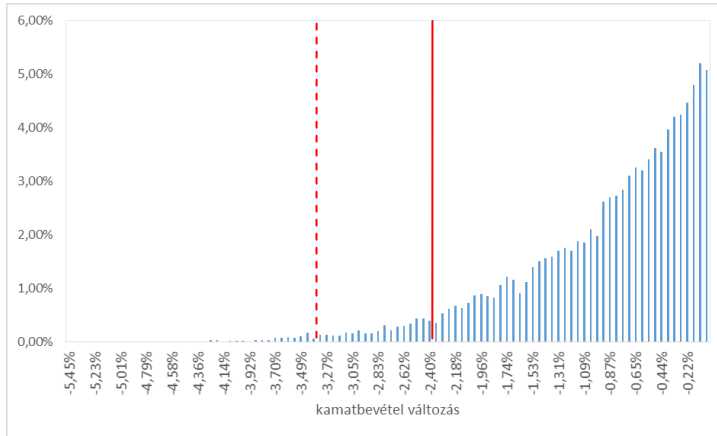
A viselkedési faktorok beépítését modellezési szempontból két oldalról lehet megközelíteni. Az egyik, mely szerint azon kérdésre keressük a választ, hogy milyen szocio-demográfiai és egyéb faktorok magyarázzák az előtörlesztést. Ez alapján előtörlesztési viselkedési scorecardot lehet építeni, ami alapján képessé válhat egy bank azon portfóliók beazonosítására és értékelésére, amelyek jobban ki vannak téve az előtörlesztés kockázatának. Egy scorecard

fejlesztést feltételezések alapján nem lehet megtenni, ehhez mindenféleképpen belső banki elemi adatokra van szükség. A másik megközelítés az lehet, hogy azonosítunk néhány olyan eseményt, amelyet optimálistól eltérő előtörlesztésnek tekintünk (pl. örökségből, ingatlan értékesítésből történő előtörlesztés, stb.), és ezek mértékére teszünk becslést, és ezt az optimális előtörlesztés felett addicionálisan figyelembe vesszük. Ennek mértékét historikus adatok alapján lehet becsülni – modellezési szempontból ennek mértéke egy százalékos érték, melyet rá lehet vetíteni a teljes portfólióra.

5.2 Jövedelem alapú megközelítés

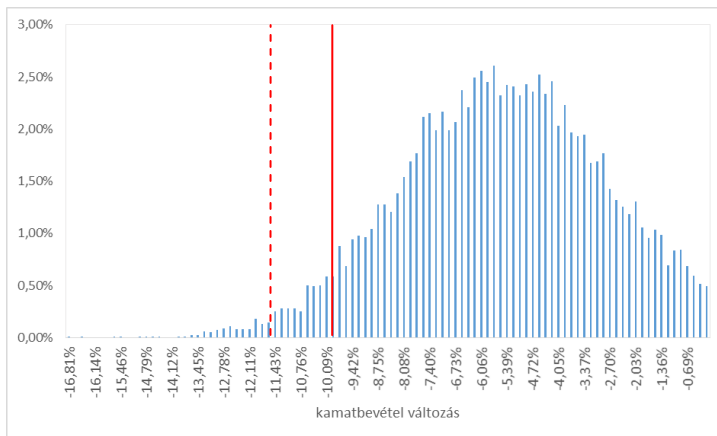
5.2.1 Előtörlesztési költség nélkül

A hipotetikus hitelportfóliókra a fenti logika mentén 10 000-es szimulációval meghatározásra kerültek a potenciális kamatbevételi hatások. Mivel a számítások csak az előtörlesztést vizsgáltam, új hitelkihelyezés nem történt, ezért csak az ún. downside risk, azaz a negatív kamatbevételi hatás került figyelembe vételre. Ennek megfelelően az alábbi eredmények (17-21. ábrák) az egyes alportfóliókra a potenciális kamatbevételi kiesés mértékét mutatják, az eredetileg tervezett kamatbevételekhez képest a teljes futamidőre. A számítások a pénzáramlás hatást vizsgálták, diszkontálási hatás nélkül. A kamatbevételi hatás azzal a feltételezéssel került meghatározásra, hogy előfinanszírozás esetén az előfinanszírozott tőke az alacsonyabb kamaton kerül kihelyezésre a hátralévő futamidőre. A kamatbevételi hatás így az eredeti kamatbevételi pénzáramlás és a megváltozott kamatbevételi pénzáramlás nominális értékének különbözete.



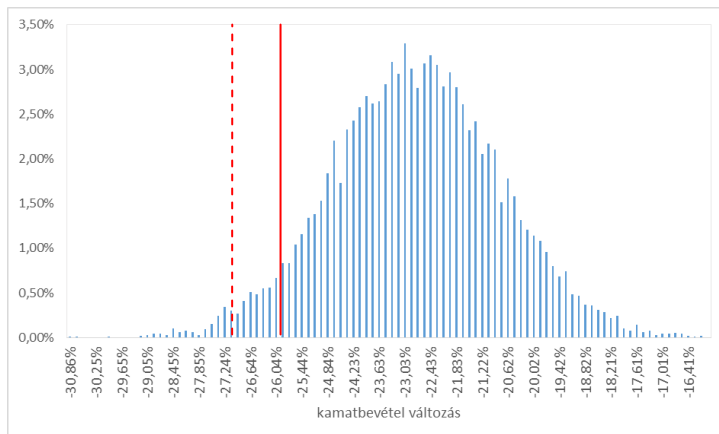
17. ábra A 4%-os alportfólió pénzáramlás változása alapján meghatározott kamatbevétel hatás eloszlása (szaggatott vonal 99%-os konfidencia szint, teljes vonal 95%-os konfidencia szint)

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés



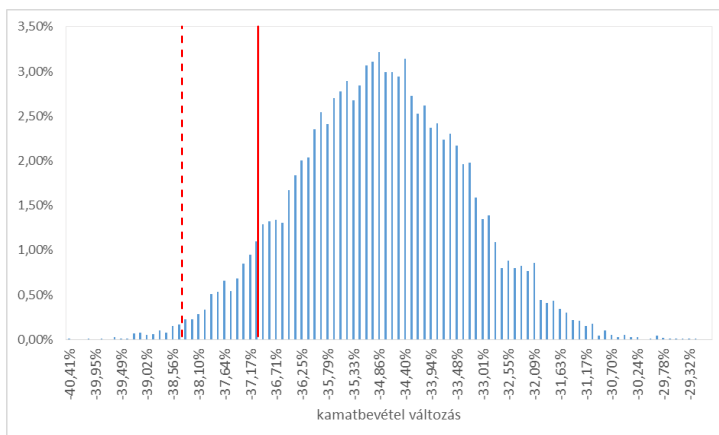
18. ábra Az 5%-os alportfólió pénzáramlás változása alapján meghatározott kamatbevétel hatás eloszlása (szaggatott vonal 99%-os konfidencia szint, teljes vonal 95%-os konfidencia szint)

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés



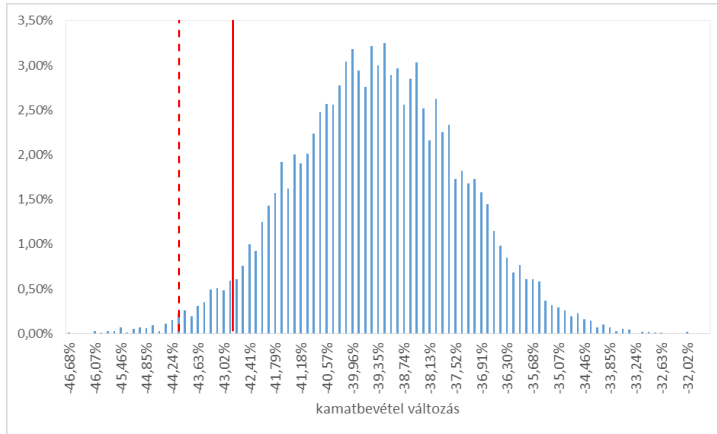
19. ábra A 6%-os alportfólió pénzáramlás változása alapján meghatározott kamatbevétel hatás eloszlása (szaggatott vonal 99%-os konfidencia szint, teljes vonal 95%-os konfidencia szint)

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés



20. ábra A 7%-os alportfólió pénzáramlás változása alapján meghatározott kamatbevétel hatás eloszlása (szaggatott vonal 99%-os konfidencia szint, teljes vonal 95%-os konfidencia szint)

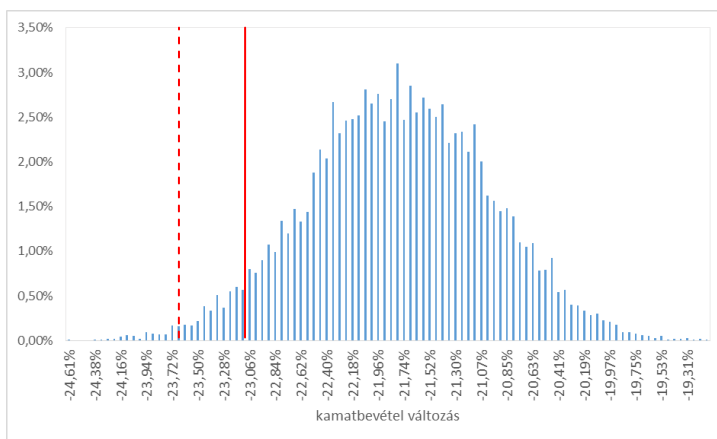
Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés



21. ábra A 8%-os alportfóió pénzáramlás változása alapján meghatározott kamatbevétel hatás eloszlása (szaggatott vonal 99%-os konfidencia szint, teljes vonal 95%-os konfidencia szint)

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

Az egyes hitelportfóió elemek együttes kamatbevételi hatás eloszlását mutatja a 22. ábra.



22. ábra A teljes hitelportfóió pénzáramlás változása alapján meghatározott kamatbevétel hatás eloszlása (szaggatott vonal 99%-os konfidencia szint, teljes vonal 95%-os konfidencia szint)

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

Az egyes hitelportfolió elemek és a teljes hitelportfolió hatásra vonatkozó legfontosabb statisztikákat a 19. táblázatban foglalom össze.

19. táblázat A kamatbevételi hatás statisztikái – csökkenő hozamgörbe

Alportfoliók	1.	2.	3.	4.	5.	Teljes hatás
<i>Kupon</i>	4%	5%	6%	7%	8%	
<i>Hátralévő futamidő</i>	10	5	6	7	4	
Átlag	-0,87%	-5,61%	-22,84%	-34,90%	-39,44%	-21,81%
Szórás	0,77%	2,60%	1,96%	1,51%	1,99%	0,78%
95%-os konfidencia szint	-2,40%	-9,97%	-26,05%	-37,37%	-42,67%	-23,10%
99%-os konfidencia szint	-3,36%	-11,82%	-27,39%	-38,36%	-44,08%	-23,62%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

A vizsgált alportfoliók kamatszintje és az aktuális kamatkörnyezet, továbbá annak változására tett feltételezés jelentősen befolyásolja az eredményeket. A feltételezett csökkenő kamatkörnyezeti hatás eredőjeként a 3-5. alportfoliók esetén jelentős hatása volt az előtörlesztési lehetőségnek. Ezen alportfoliók esetén a hatások az első 12 hónapban koncentráálódtak, így az éven belüli kamatbevételi hatás jelentős volt.

Amennyiben a kamatbevételi hatást csak az első 12 hónapra vizsgáljuk, azaz az első évben várt kamatbevételhez viszonyítjuk az egyes kamatpályák mentén első évben potenciálisan kieső kamatbevételek mértékét, a statisztikák megváltoznak (20. táblázat). Az éven belüli hatás sokkal erőteljesebben jelentkezik. Az így kapott eredmény egy potenciális maximum, mivel optimális döntési mechanizmus feltételezésével éltem, illetőleg nem számoltam előtörlesztési és tranzakcionális költségekkel. Eszerint a hipotetikus portfólión, csökkenő kamatkörnyezetet feltételezve, 95%-os konfidencia szinten a tervezett egyéves kamatbevétel harmada

ponteciálisan veszélyeztetett. A kamateredmény hatás ennél jóval kisebb, mivel a kamatok csökkenése a forrásköltségek csökkenésében is megjelenik, így a nettó hatás a kamatbevételekre meghatározott elvi maximumnál jóval kedvezőbb kell legyen.

20. táblázat A kamatbevételi hatás statisztikai – csökkenő hozamgörbe, éven belüli hatás

Alportfoliók	1.	2.	3.	4.	5.	Teljes hatás
<i>Kupon</i>	4%	5%	6%	7%	8%	
<i>Hátralévő futamidő</i>	10	5	6	7	4	
Átlag	-2,66%	-21,31%	-35,71%	-45,70%	-49,50%	-34,91%
Szórás	6,14%	2,26%	1,58%	1,24%	1,63%	1,04%
95%-os konfidencia szint	-16,85%	-24,97%	-38,28%	-47,70%	-52,10%	-37,02%
99%-os konfidencia szint	-17,25%	-26,61%	-39,28%	-48,44%	-53,09%	-37,77%

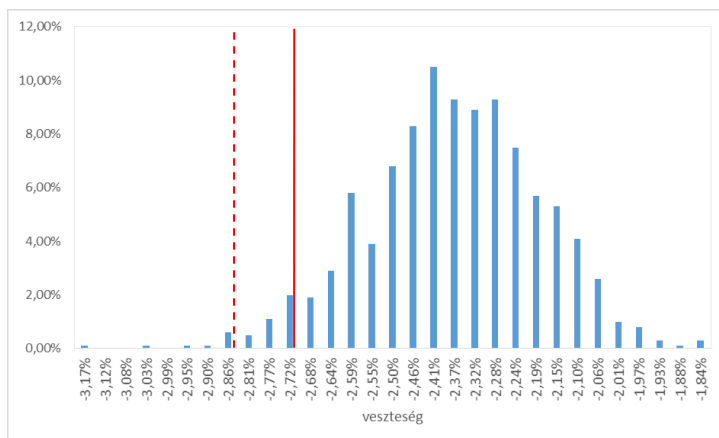
Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

A kamatkörnyezetre tett feltételezések megváltoztatása jelentős hatással van az eredményekre. A számításokat elvégeztem emelkedő kamatkörnyezetet feltételezve is, a 21. táblázatnak megfelelően felparaméterezett CIR modellel.

21. táblázat A CIR modell paraméterei – növekvő hozamgörbe

	CIR paraméterek
r_0	5%
a	0,5
b	7%
σ	5%

Ilyen beállítások mellett a teljes hitelportfolióra számított eredmények összhatását a 23. ábra szemlélteti.



23. ábra A teljes hitelportfolió pénzáramlás változása alapján meghatározott kamatbevétel hatás eloszlása (szaggatott vonal 99%-os konfidencia szint, teljes vonal 95%-os konfidencia szint)

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

Az egyes hitelportfolió elemek és a teljes hitelportfolió hatásra vonatkozó legfontosabb statisztikákat a 22. táblázat tartalmazza.

22. táblázat A kamatbevételi hatás statisztikái – növekvő hozamgörbe

Alportfoliók	1.	2.	3.	4.	5.	Teljes hatás
<i>Kupon</i>	4%	5%	6%	7%	8%	
<i>Hátralévő futamidő</i>	10	5	6	7	4	
Átlag	0,00%	-0,06%	-0,52%	-8,66%	-23,47%	-6,57%
Szórás	0,03%	0,23%	0,70%	1,38%	1,84%	0,51%
95%-os konfidencia szint	0,00%	-0,43%	-1,90%	-10,96%	-26,34%	-7,46%
99%-os konfidencia szint	-0,01%	-1,12%	-3,20%	-11,78%	-27,93%	-7,83%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

Az emelkedő kamatkörnyezet esetén az előtörlesztési lehetőség hatása a kamatbevételi szintekre jóval gyengébb.

A kamatbevételi hatást az első 12 hónapra vizsgálva, azaz az első évben várt kamatbevételhez viszonyítjuk az egyes kamatpályák mentén első évben potenciálisan kieső kamatbevételek mértékét, a statisztikák 23. táblázatnak megfelelően megváltoznak.

23. táblázat A kamatbevételi hatás statisztikái – növekvő hozamgörbe, éven belüli hatás

Alportfóliók	1.	2.	3.	4.	5.	Teljes hatás
<i>Kupon</i>	4%	5%	6%	7%	8%	
<i>Hátralévő futamidő</i>	10	5	6	7	4	
Átlag	0,00%	0,00%	-2,89%	-23,92%	-36,08%	-15,78%
Szórás	0,00%	0,00%	6,37%	1,22%	1,47%	1,35%
95%-os konfidencia szint	0,00%	0,00%	-17,01%	-26,04%	-38,53%	-18,85%
99%-os konfidencia szint	0,00%	0,00%	-17,51%	-26,73%	-39,44%	-19,28%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

A növekvő kamatpálya esetén a potenciálisan veszélyeztetett kamatbevétel 95%-os konfidencia szintet feltételezve az éves kamatbevétel közel egyötöde, azaz a hatás még akkor is jelentős, amikor a kamatkörnyezetre tett feltételezések elvileg nem kedveznek az előtörlesztésnek. A hatás mértékét és természetét alapvetően befolyásolja a vizsgált hitelportfólió összetétele, mivel a hatás a magas kuponnal rendelkező alportfóliók esetén jelentkezett, melyek esetén a kuponhoz képest alacsony szintről induló kamatok mellett növekvő kamatokat feltételezve is van értelme az előtörlesztésnek. Természetesen az így kapott eredmény ebben az esetben is potenciális maximumnak tekinthető.

5.2.2 Előtörlesztési költséggel

A számításokat elvégeztem előtörlesztési költség beépítésével is. Az előtörlesztési költségre azzal a feltételezéssel éltem, hogy előtörlesztés esetén 2%-os fix díjat kell fizetni. Az előtörlesztési költség a refinanszírozási ösztönzőn keresztül hat a pénzáramlásra. A költséghatás a (12) képlet logikája alapján került beépítésre a modell döntési mechanizmusába. A refinanszírozás akkor történt meg a modellben, ha az adott hátralévő lejáráthoz tartozó par kamat és az előtörlesztési díj fennmaradó lejáratra szétosztott évesített értékének az összege együttesen is alacsonyabb volt, mint a kupon. Az előtörlesztési díj beépítése bizonyos esetekben eltéríti a csupán par kamatszint alapján meghozott refinanszírozási döntést, mivel a díj figyelembe vétele mellett már nem éri meg a refinanszírozás. A díj figyelembe vételével számított modell eredményeket a 24. táblázat mutatja.

24. táblázat A kamatbevételi hatás statisztikái – csökkenő hozamgörbe, előtörlesztési költséggel

Alportfoliók	1.	2.	3.	4.	5.	Teljes hatás
<i>Kupon</i>	4%	5%	6%	7%	8%	
<i>Hátralévő futamidő</i>	10	5	6	7	4	
Átlag	-3,32%	-8,93%	-22,86%	-34,84%	-39,37%	-22,78%
Szórás	2,88%	2,75%	1,90%	1,50%	2,00%	0,99%
95%-os konfidencia szint	-6,55%	-12,27%	-25,94%	-37,23%	-42,65%	-24,25%
99%-os konfidencia szint	-7,73%	-13,79%	-27,14%	-38,14%	-44,03%	-24,67%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

Az előtörlesztési díj bevezetése tovább rontja a kamatbevételi hatást (a hatást a teljes futamidő alatt elérhető kamatbevételhez viszonyítva). Ennek oka, hogy a díj miatt kevesebbszer történik meg ugyan az előtörlesztés, ám amikor

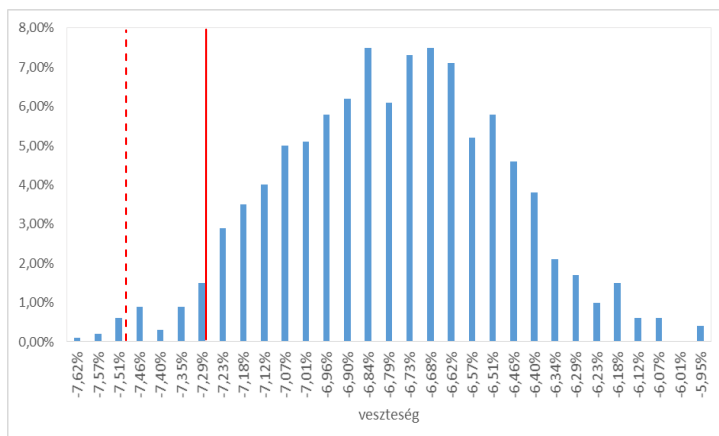
refinanszírozásra kerül a hitel a modell szerint, az átlagosan alacsonyabb kamatlábon történik, mint abban az esetben, amikor nem volt előtörlesztési díj a modellben.

5.3 Tőkeérték alapú megközelítés

A tőkeérték alapú megközelítés esetén a cél a kamatváltozásból adódóan a gazdasági tőkeértékben bekövetkezett változás meghatározása. A számításokhoz az eszközök és a források értékében bekövetkező változásokat is meg kellene határozni, és ezek különözete adná a gazdasági tőkeérték változását, illetőleg annak eloszlását. A szimuláció során a hitelportfolió diszkontált pénzáramlás változását vizsgáltam, a forrás oldal szimulálása nem került figyelembe vételre, így a hitelportfolió értékváltozása ceteris paribus lecsapódik a gazdasági tőkeérték változásában. A gazdasági tőkeértékben bekövetkezett változást a diszkontált pénzáramlásban bekövetkezett változások és az eredeti tőkeérték hányadosaként határoztam meg.

A számításokat csökkenő és növekvő kamatkörnyezetet feltételezve is elvégeztem. Csökkenő kamatkörnyezet esetén az eredményeket a 24. ábra szemlélteti. Az egyes hitelportfolió elemekre és a teljes hitelportfolió hatásra vonatkozó legfontosabb statisztikákat a 25. táblázat mutatja.

A diszkontált pénzáramlás hatás esetén az eredmények alacsonyabbak, mint a kamatbevételi hatás esetén, ami a diszkontálás tényével magyarázható. Amennyiben az eredményeket tőkekövetelményre kívánjuk lefordítani, akkor ezek az eredmények használhatóak erre a célra.



24. ábra A teljes hitelportfólió diszkontált pénzáramlás változása alapján meghatározott gazdasági tőkeérték hatás eloszlása (szaggatott vonal 99%-os konfidencia szint, teljes vonal 95%-os konfidencia szint)

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

25. táblázat A gazdasági tőkeérték alapú hatás statisztikai – csökkenő hozamgörbe

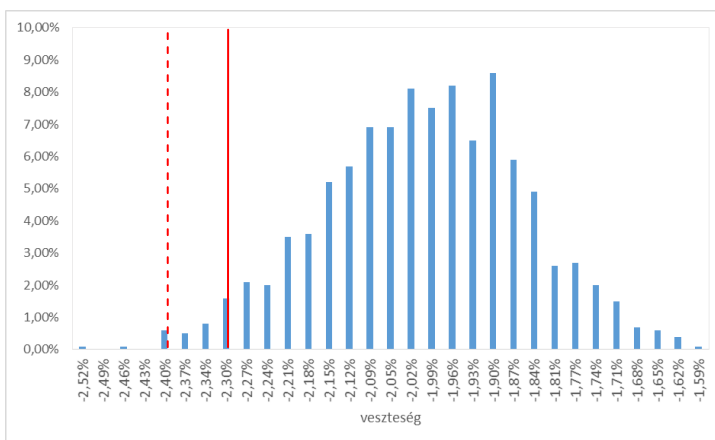
Alportfóliók	1.	2.	3.	4.	5.	Teljes hatás
Kupon	4%	5%	6%	7%	8%	
Hátralévő futamidő	10	5	6	7	4	
Átlag	-0,27%	-1,23%	-7,03%	-14,30%	-11,18%	-6,80%
Szórás	0,24%	0,55%	0,61%	0,68%	0,57%	0,30%
95%-os konfidencia szint	-0,75%	-2,15%	-8,04%	-15,42%	-12,12%	-7,28%
99%-os konfidencia szint	-1,00%	-2,49%	-8,43%	-15,84%	-12,49%	-7,49%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

A teljes hitelportfólióra vetítve 95%-os konfidencia szinten az eszközök piaci értéke potenciálisan 7,28%-kal csökkenhet, ami a forrás állomány értékváltozását figyelmen kívül hagyva lecsapódik a tőke piaci értékének változásában, így a gazdasági tőkeérték változásában. Ennek eredményeként a hipotetikus hitelportfólió tőkekövetelménye a banki könyvi kamatkockázat

előtörlesztési opciós tulajdonsága miatt, 95%-os konfidencia szinten, 7,28% a teljes kitettségre vetítve.

Növekvő kamatkörnyezet esetén a hatásokat a 25. ábra szemlélteti.



25. ábra A teljes hitelportfólió diszkontált pénzáramlás változása alapján meghatározott gazdasági tőkeérték hatás eloszlása (szaggatott vonal 99%-os konfidencia szint, teljes vonal 95%-os konfidencia szint)

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

Az egyes hitelportfólió elemek és a teljes hitelportfólió hatásra vonatkozó legfontosabb statisztikákat a 26. táblázat mutatja.

26. táblázat A gazdasági tőkeérték alapú hatás statisztikái – növekvő hozamgörbe

Alportfóliók	1.	2.	3.	4.	5.	Teljes hatás
<i>Kupon</i>	4%	5%	6%	7%	8%	
<i>Hátralévő futamidő</i>	10	5	6	7	4	
Átlag	0,00%	-0,01%	-0,14%	-3,42%	-6,52%	-2,02%
Szórás	0,01%	0,04%	0,20%	0,56%	0,52%	0,15%
95%-os konfidencia szint	0,00%	-0,07%	-0,56%	-4,33%	-7,39%	-2,28%
99%-os konfidencia szint	0,00%	-0,21%	-0,88%	-4,70%	-7,71%	-2,38%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

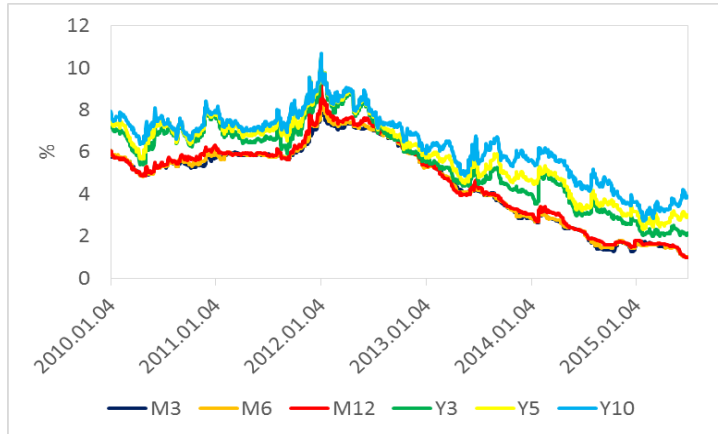
5.4 Stressz kamatkörnyezet alkalmazása

5.4.1 Stressz kamatkörnyezet meghatározása

Az EBA által 2015 májusában kiadott¹⁹, a korábbi CEBS által megfogalmazott irányelveket felülvizsgáló, a banki könyvi kamatkockázat kezelésére vonatkozó irányelvben is kiemelt célként jelenik meg a kamat sokkok alkalmazása a kamatkockázati kitettség mértékének értékelésére. Az irányelv szerint az intézmények kötelesek felmérni a gazdasági tőkeérték és a nettó kamatjövedelem érzékenységet a hozamgörbe potenciális változásaira, ide értve a párhuzamos eltolódást, illetőleg az alakváltozásokat. Mindemellett kötelesek a szabályozó által is előírt mértékű kamatsokk gazdasági tőkeértékre vetített hatását felmérni. A szabályozói kamatsokk mértéke: a hozamgörbe párhuzamos, hirtelen +/-200 bázispontos eltolása, amennyiben ez alacsonyabb, mint a kamatszintekben aktuálisan megfigyelt változás, akkor a kamatok napi változásainak 99%-os VaR értékét²⁰ kell alapul venni a számításokhoz. A 26. ábra mutatja a forint hozamgörbe 3, 6 és 12 hónapos, illetőleg 3, 5 és 10 éves pontjainak alakulását. A 27. táblázatban szerepelnek ezen kiemelt hozamgörbe pontokra számított statisztikák, és kiemelten az egy éves VaR érték 99%-os konfidencia szint mellett, bázispontban kifejezve.

¹⁹ EBA/GL/2015/08, Guidelines on the management of interest rate risk arising from non-trading activities

²⁰ 5 éves periódusra visszatekintő időtávon számolt napi kamatváltozások 99-dik percentilise, évesítve



26. ábra A forint hozamgörbe pontok alakulása, 2010-2015 között

Forrás: MÁK

27. táblázat A forint hozamgörbe kiemelt pontjainak VaR értékei

Forint hozamgörbe pontok	M3	M6	M12	Y3	Y5	Y10
Átlag	-0,13%	-0,13%	-0,13%	-0,09%	-0,07%	-0,05%
Szórás	1,61%	1,40%	1,40%	1,94%	2,00%	1,88%
Éves szórás	25,42%	22,21%	22,07%	30,74%	31,59%	29,76%
VaR (1 nap, %)	3,74%	3,27%	3,25%	4,52%	4,65%	4,38%
VaR (1 év, %)	59,13%	51,67%	51,34%	71,52%	73,50%	69,22%
VaR (1 év, bp)	0,60%	0,53%	0,51%	1,51%	2,19%	2,69%

Forrás: MÁK, saját számítás alapján, saját szerkesztés

A három hónapos hozamgörbe ponthoz (mint a rövid kamat közelítése) tartozó 5 éves adatsor alapján meghatározott egyéves VaR értékekből határoztam meg a hipotetikus portfóliókra alkalmazott kamat stressz elmozdulás mértékét, melyet a 28. táblázat tartalmaz.

28. táblázat Kamatstressz scenáriók a modellezésben

Stressz scenáriók	Csökkenő hozamgörbe	Emelkedő hozamgörbe
r_0	6%	5%
b	4%	7%
VaR (1 év, bp)	3,55%	2,96%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

5.4.2 *Eredmények*

Csökkenő kamatkörnyezetet feltételezve a stressz oldali elmozdulás hatását megvizsgáltam a szimulált hozamgörbék párhuzamos lefelé és felfelé történő 355 bázispontos eltolásával is. A jövedelem alapú eredményeket a 29. táblázat tartalmazza.

29. táblázat Kamatstressz hatás csökkenő kamatkörnyezetben – jövedelem alapú hatás

Alportfóliók	1.	2.	3.	4.	5.	Teljes hatás
<i>Kupon</i>	4%	5%	6%	7%	8%	
<i>Hátralévő futamidő</i>	10	5	6	7	4	
<i>95%-os konfidencia szint</i>						
- 355 bp	-82,2%	-81,1%	-85,4%	-88,3%	-87,2%	-83,8%
+ 355 bp	0,0%	0,0%	-0,6%	-1,0%	-2,5%	-0,6%
<i>99%-os konfidencia szint</i>						
- 355 bp	-83,3%	-82,7%	-86,5%	-89,1%	-88,5%	-84,5%
+ 355 bp	0,0%	0,0%	-1,3%	-1,5%	-3,8%	-0,9%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

A hozamgörbe lefelé történő elmozdulását feltételezve a jövedelmi hatás mindegyik alportfólióban jelentős, a teljes portfólióra vetítve a hatás közel négyszerese a nem stressz kamatkörnyezet eredményeihez képest. Az alportfóliók esetén is jelentős hatást a kamatkörnyezet hirtelen megváltozása indokolja: a modellben alkalmazott 6%-os szintről hirtelen lecsökken a

kamatszint 4% alá, mely mindegyik alportfolió esetén megnöveli az előtörlesztések előfordulását. A hozamgörbe felfelé történő eltolása esetén jelentősen csökken az előtörlesztésre való hajlandóság, így annak hatása jóval alacsonyabb a nem stressz környezethez képest. Valódi stressz scenáriónak a csökkenő hozamgörbe lefelé történő eltolását tekinthetjük. A gazdasági tőkeérték alapú hatás a nem stressz környezethez képest négyszeres eredményt produkál (30. táblázat).

30. táblázat Kamatstressz hatás csökkenő kamatkörnyezetben – gazdasági tőkeérték alapú hatás

Alportfoliók	1.	2.	3.	4.	5.	Teljes hatás
<i>Kupon</i>	4%	5%	6%	7%	8%	
<i>Hátralévő futamidő</i>	10	5	6	7	4	
<i>95%-os konfidencia szint</i>						
- 355 bp	-31,2%	-19,4%	-29,4%	-41,3%	-26,6%	-29,0%
+ 355 bp	0,0%	0,0%	-0,1%	-0,3%	-0,7%	-0,2%
<i>99%-os konfidencia szint</i>						
- 355 bp	-31,7%	-19,8%	-29,8%	-41,9%	-27,0%	-29,3%
+ 355 bp	0,0%	0,0%	-0,3%	-0,5%	-1,0%	-0,2%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

Növekvő kamatkörnyezetet feltételezve a stressz oldali elmozdulás hatását megvizsgáltam a szimulált hozamgörbék párhuzamos lefelé és felfelé történő 296 bázispontos eltolásával is. A jövedelem alapú eredményeket a 31. táblázat tartalmazza.

A hozamgörbe lefelé történő elmozdulása, hasonlóan a csökkenő kamatkörnyezetben kapott eredményekhez, több mint ötszöröse a nem stressz kamatkörnyezetben megfigyelhető eredményeknek. A csökkenő kamatkörnyezetben alkalmazott stressz eredményekhez képest a kapott

eredmények azok fele. A hozamgörbe emelkedése ugyancsak nem okoz érdemi stressz scénáriót.

31. táblázat Kamatstressz hatás növekvő kamatkörnyezetben – jövedelem alapú

Alportfoliók	1.	2.	3.	4.	5.	Teljes hatás
<i>Kupon</i>	4%	5%	6%	7%	8%	
<i>Hátralévő futamidő</i>	10	5	6	7	4	
<i>95%-os konfidencia szint</i>						
- 296 bp	-12,9%	-37,8%	-46,2%	-52,8%	-63,2%	-41,0%
+ 296 bp	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,5%	-0,1%
<i>99%-os konfidencia szint</i>						
- 296 bp	-13,9%	-39,2%	-47,3%	-54,0%	-64,2%	-41,5%
+ 296 bp	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-1,3%	-0,2%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

A gazdasági tőkeérték alapú eredményeknél hasonló a tendencia: a hozamgörbe csökkenése esetén hatszor nagyobb potenciális veszteségeket kapunk a nem-stressz kamatkörnyezethez képest (32. táblázat).

32. táblázat Kamatstressz hatás növekvő kamatkörnyezetben – gazdasági tőkeérték alapú hatás

Alportfoliók	1.	2.	3.	4.	5.	Teljes hatás
<i>Kupon</i>	4%	5%	6%	7%	8%	
<i>Hátralévő futamidő</i>	10	5	6	7	4	
<i>95%-os konfidencia szint</i>						
- 296 bp	-4,4%	-8,7%	-15,2%	-23,1%	-18,7%	-13,4%
+ 296 bp	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	0,0%
<i>99%-os konfidencia szint</i>						
- 296 bp	-4,9%	-9,0%	-15,5%	-23,6%	-18,9%	-13,6%
+ 296 bp	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,3%	-0,1%

Forrás: saját számítás alapján, saját szerkesztés

6 Következtetések

A modell eredmények alapján az előzetesen felállított hipotéziseket az alábbiak szerint értékelem.

1. hipotézis: Az előtörlesztési opció jelentős hatást gyakorol a gazdasági tőke szintjére.

Állítás

Alapvető feltételezésem, hogy az előtörlesztési opció jelentős hatással lehet a bank jövedelmezőségére és ezáltal a gazdasági tőke szintjére. Az előtörlesztési opció hatásának mértéke feltételezésem szerint függ egyrészt az általános kamatkörnyezettől és a kamatvárakozásoktól; a banki mérleg kamatstruktúrája és a kamatkörnyezet közötti eltérésektől, azaz a banki portfolión feltételezhető előtörlesztési ösztönző mértékétől; a banki portfolió diszkrecionális kockázati összetételétől, és az egyedi adósok viselkedési mintáitól; a szabályozástól, mely támogathatja vagy nehezítheti az előtörlesztési jog gyakorlását; továbbá a piaci szerkezettől, pontosabban az ügynöki értékesítési csatornák alkalmazásától.

Értékelés

A modell az optimális előtörlesztési opció hatását vizsgálja a banki portfolió pénzáramlására és a gazdasági tőke értékére. A modell eredményei alapján egyértelműen kijelenthető, hogy függően a banki portfolió összetételétől (kamatszint, lejárat) az előtörlesztési opciónak jelentős hatása lehet mind a

rövid távú, azaz az egyéves kamatbevételek összegére, mind a pénzáramlások megváltozásán keresztül a banki portfólió diszkontált értékére, és ezáltal a gazdasági tőke értékére. Az eredményeket nagyban befolyásolja a portfólió kamat összetételének (kupon szintek) és a kamatkörnyezetre tett változásoknak (csökkenő/növekvő hozamgörbe) az egymáshoz való viszonya. Csökkenő hozamgörbe esetén a hatás erőteljesebben csapódik le, míg növekvő hozamgörbe esetén ugyancsak valid a refinanszírozási ösztönző hatása, ám ennek mértéke kevésbé erőteljes. A modellbe nem került beépítésre az egyedi adósok viselkedés mintáinak vizsgálata, mivel azt csak valós banki adatokon lehet elvégezni.

Az előtörlesztési költség beemelése a modellbe érdekes irányba mozdítja el az eredményeket, mivel erőteljesebb kamatbevételi hatást eredményez, mint a költség nélküli változat. A költségelemről intuitív módon azt gondolnánk, hogy jelentősen korlátozza az előtörlesztési opció alkalmazását, ezáltal csökkenti annak hatását. Az eredmények alapján levonható tanulság, hogy a modellben beállított költségszint túl alacsony volt ahhoz, hogy több optimális döntést érvénytelenítsen ahhoz, hogy az események darabszámában bekövetkező csökkenés kompenzálja az alacsonyabb kamatszinten történő kiváltás kamatbevételre tett hatását. Az alkalmazott költségszint viszont nem lehet sokkal magasabb annál a fair árnál, mint ami az előtörlesztéshez kapcsolódó belső banki adminisztrációs folyamatok költségvonzata, ami a kieső kamatbevételeknek töredékét sem kompenzálja.

Az értékesítési csatornák közötti különbségek és ezek eltérő ösztönzési mechanizmusa nem került figyelembe vételre a modellben, így azok előtörlesztésre tett hatásáról a modell alapján nem tudok következtetést levonni. Az ügynöki értékesítési csatorna alkalmazása erőteljes torzító hatást vihet a rendszerbe, mivel nem feltétlenül az ügyfél számára optimális döntést

támogatja, illetőleg olyan további költségelemet épít be, mely részlegesen jelentkezik az ügyfélnél, ám jelentős portfólió hatása lehet eredmény oldalon.

2. hipotézis: A tőkehatást számszerűsítő módszertan jobb megközelítést jelent a jövedelem alapú módszertannál a gazdasági tőkehatás meghatározására.

Állítás

A banki könyvi kamatkockázat számszerűsítésére alapvetően kétféle módszertan van: a jövedelemhatást számszerűsítő megközelítés, mely a banki kamateredményre gyakorolt rövid távú hatást helyezi előtérbe, illetőleg a tőkehatást számszerűsítő megközelítés, melynek célja a tőke jelenértékére vetített hatás meghatározása. Feltételezésem szerint a tőkehatást számszerűsítő módszertan megfelelőbb a gazdasági tőkehatás meghatározására, elsősorban azért, mert a számszerűsített hatásokat a bankok tőkemenedzsment tevékenységébe kell becsatornázni, és ezek a döntések hosszú távra szólnak. A jövedelem alapú hatásnak a kamateredmény változásán keresztül le kell csapódnia a tőkeértékben is, de mivel ennek szemlélete rövidtávra szól, így az megfelelőbb a jövedelembázis menedzsmentjéhez szolgáló eszközként. A tőkehatást számszerűsítő módszertan hosszú távú szemléletéből fakadóan lehetővé teszi a dinamikus modellezést és ezen keresztül a hosszú távú tőkemenedzsment szempontok figyelembe vételét.

Értékelés

A modell eredményei alapján állítható, hogy a kamateredmény hatás függően a kamatkörnyezetre tett feltételezésektől, igen jelentős lehet mind rövidtávon, mind a teljes futamidőn várható kamatbevételre. A jövedelem hatás szempontjából nem veszem figyelembe a mérleg dinamikus változását, azaz annak hatását, hogy akár többszöri előtörlesztések is előfordulhatnak, átárazódhat a portfólió, nőhetnek a volumenek, ezért a kapott eredmények csak arra megfelelőek, hogy az optimális előtörlesztés hatását mutassák rövidtávon, mely az éven belüli kamatbevételi hatásra ad indikációt, egy potenciális maximumot meghatározva. Mivel a jövedelem hatás nem veszi figyelembe a pénz időértékét, ezért ez a módszer nem alkalmas a hosszú távú hatások számszerűsítésére, de megfelelő eszköz a rövidtávú bevétel menedzselésére.

A tőkeértékben történő változást a pénzáramlások jelenértékében történő változás eredményeként származtatom a modellben. Ez a megközelítés lehetővé teszi a hosszú távú hatások számszerűsítését is, mivel egy elméleti kötvényárat, illetőleg az abban bekövetkező változást határozza meg. Módszertanilag ez a megközelítés illeszkedik bele a tőkekövetelmény meghatározási logikájába, melyre hosszú távú tőkemenedzsment döntéseket lehet alapozni.

3. hipotézis: Jól azonosíthatóak azok a faktorok, melyek befolyásolják az előtörlesztési opció hatását a gazdasági tőkeszintre.

Állítás

Egy hipotetikus portfólióra vetítve számításokat, elemzéseket végzek az előtörlesztési hatás modell alapú számszerűsítésére vonatkozóan, és a modell eredmények alapján további érzékenység vizsgálatokat készítek azzal a céllal, hogy felmérésre kerüljön, hogy mely paraméterek változása hat leginkább a tőkehatást számszerűsítő gazdasági tőkemodell eredményére. Ezen változók lehetnek a portfólió összetételére vonatkozó faktorok, illetőleg külső környezeti faktorok.

Értékelés

A modell számításokat kétféle kamatkörnyezetet feltételezve készítettem el: egy csökkenő és egy növekvő hozamgörbe mellett. A portfólió összetételére vonatkozóan tőkeértékben egyforma súllyal szerepelnek a hitelportfólióban az egyes alportfóliók.

Csökkenő hozamgörbe esetén a kamatbevételi hatás erőteljesebben csapódik le, míg növekvő hozamgörbe esetén ugyancsak valid a refinanszírozási ösztönző hatása, ám ennek mértéke kevésbé erőteljes. A hatás az egyes alportfólió elemekre eltérően jelentkezik. A kupon növekedésével egyre erősebb a kamatbevételi hatás, mind csökkenő és növekvő hozamgörbék esetén.

Az összetétel hatás külön nem került beépítésre a modellbe, az az arányok módosításával lineárisan változtatná az eredményt. Ennek a faktornak akkor lenne értelme, amennyiben modellezésre kerülnének az egyes alportfóliók

közötti korrelációk, melyet a szimulációhoz használt véletlenszámok korrelálásával lehetne beépíteni a modellbe.

7 Új és újszerű tudományos eredmények

A disszertáció a banki könyvi kamatkockázathoz kapcsolódó hitel előtörlesztési esemény hatását értékeli a banki jövedelemre és gazdasági tőkeértékre. A nemzetközi szabályozásban elfogadott, hogy a banki könyvi kamatkockázatra az intézmények ún. duális megközelítést alkalmaznak, azaz a kockázat értékelésekor és kezelésekor figyelembe veszik a (főként éven belüli) jövedelem hatást, és a gazdasági tőkeérték hatást is. A disszertáció abban hordoz újdonságot, hogy ezen két dimenzió mentén vizsgálja az előtörlesztési lehetőség hatását, illetőleg annak potenciális mértékét, melyet korábbi irodalmakban nem találunk.

A disszertáció eredményei alátámasztják, hogy az előtörlesztésnek jelentős hatása lehet mind a banki jövedelemre és a tőkeértékre egyaránt, ezért annak kezelése kockázatkezelési oldalon szükséges. Az eredmények alátámasztják a duális megközelítést is, mivel a számítások során kapott eredmények szerint a pénzáramlás hatás éven belül a legerősebb, ennek megfelelően a napi kockázatkezelésben a jövedelmi hatás alapján történő kockázatmenedzsment valid. A gazdasági tőkeérték megközelítés, összhangban a legutóbbi szabályozói megközelítéssel, különböző gazdasági környezetben működő portfóliók összehasonlítására alkalmas, azaz a tőkeallokációs döntések meghozatalához szükséges inputként tud szolgálni.

8 Összefoglalás

A disszertáció témája a banki könyvi kamatlábkockázat egyik speciális forrásának, az előtörlesztési lehetőségnek a banki portfólió értékére vetített hatásának értékelési lehetőségeivel foglalkozik. Az előtörlesztési lehetőség abból adódik, hogy az adósoknak lehetőségük van a hitel lejárat előtti visszafizetésére. Opció megközelítésben az előtörlesztési lehetőség a hitelfelvevő szempontjából egy vételi opciót rejt magában, míg a bank szempontjából a hitelre vonatkozó eladási kötelezettség.

Az előtörlesztési lehetőség banki portfólióra tett hatásának elemzése a banki likviditás- és tőke menedzsment szempontjából fontos, mivel az előtörlesztések a tőke korábbi visszafizetését, és kieső kamatbevétel eredményeznek, továbbá az ezekből adódó hosszú távú eredménycsökkenés potenciális tőkevesztéséget okozhat, melyre tőke követelmény képzése válhat indokolttá. Az előtörlesztési opció hatásának elemzésére alapvetően kétféle megközelítést különböztet meg az irodalom: jövedelem alapú hatást és tőkeérték alapú hatást. A jövedelem alapú megközelítés a kamateredményre vetített rövid távú hatást számszerűsíti, míg a tőkeérték alapú megközelítés lényege a hosszú távú hatások számszerűsítése a gazdasági tőkeértékre vetített hatáson keresztül. Ez a kétféle megközelítés tükröződik vissza a szabályozási keretrendszerben is, mely szerint a második pillér alatt elvárt minden banktól, hogy a banki könyvi kamatkockázatnak a jövedelem alapú és gazdasági tőkeérték alapú hatásait is számszerűsítse.

Az alkalmazott modelleken belül megkülönböztetünk optimális előtörlesztést és optimálistól eltérő előtörlesztési viselkedést. Az optimális előtörlesztés esetén feltételezzük, hogy az adósok a meglévő hitelhez kapcsolódó kupon

értéke és az éppen aktuális piaci refinanszírozási kamatok közötti különbség alapján hozzák meg döntésüket az előtörlesztésre vonatkozóan, azaz pénzügyileg teljesen racionálisan viselkednek és döntésüket csak ez befolyásolja. Ezek a modellek nem magyarázzák teljesen az előtörlesztést, mivel a valóságban megfigyelhetőek nem optimális előtörlesztési döntések is, ezért érdemes kiterjeszteni a vizsgálat körét az adóshoz kapcsolódó egyéb tényezők hatásának modellezésével. Ezen modellek eredménye egy előfinanszírozást előrejelző scorecard, mely az adósok szocio-demográfiai és viselkedési tényezőin alapul. Ezek a scorecardok továbbra is tartalmazzák a hitelhez kapcsolódó adatokat is, mint a refinanszírozási ösztönző mértéke.

Egy hipotetikus banki hitelfortfolián keresztül igyekeztem bemutatni a jövedelem és tőkeérték alapú megközelítés alapján számított eredményeket. A modell szimuláció alapján, különböző kamatkörnyezeteket és optimális döntési mechanizmust feltételezve készít számításokat a kamatbevételi szintek és a gazdasági tőkeérték szintjére. A modellben a kamatbevételre történő hatás éven belül koncentrálódik, csökkenő kamatkörnyezetben az éves kamatbevételnek akár az egyharmada, míg növekvő hozamkörnyezetben egyötöde veszélyeztetett. Az így meghatározott értékek potenciális maximumok, mivel nem veszik figyelembe a racionális döntéseket torzító tényezőket, úgymint például, hogy a refinanszírozást csak bizonyos „ingerküszöb” átlépése esetén teszik meg az adósok (kellően nagy várható törlesztőrészlet csökkenés esetén), illetőleg az adósok egy része egyszerűen nem reagál a külső piaci ingerekre, és kellően vonzó ajánlat esetén sem váltja ki hitelét. Az eredményeket annak tükrében kell értékelni, hogy a szimuláció során nem vettem figyelembe a forrásoldali hatásokat, azaz csak a kamatbevételi hatással számoltam, melyet a valóságban ellensúlyoz a

kamatkörnyezet változására bekövetkező forrásoldali kamatkiadások változása is.

Összességében elmondható, hogy az előtörlesztési opció hatása a banki portfólió értékére jelentősen hathat, függően a portfólió összetételétől, a kamatkörnyezettől, illetőleg a piaci várakozásoktól. A hitelportfólió karakterisztikája (átlag kamatláb), az aktuális kamatkörnyezet és a kamatvárakozások együttesen határozzák meg a hitelportfólióra vetíthető refinanszírozási ösztönző hatást, mely meghatározóan vezérli a döntési mechanizmust. Példaként egy alacsony kamatszinten kiadott nagy hitelállomány alacsony átlagkamatlábát eredményez a portfólión, mely magas kamatkörnyezettel párosulva alacsony refinanszírozási hajlandóságot ad. A hatás természetesen függ a kamatszintek átlaghoz való visszahúzásától is, azaz a mostani kamatszintek és a hosszú távú átlag viszonyától, illetőleg attól, hogy a kamatláb milyen gyorsan tér vissza a hosszú távú átlaghoz.

9 Irodalomjegyzék

Basel Committee on Banking Supervision (2004), *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, A Revised Framework*, Basel, June 2004

Basel Committee on Banking Supervision (2011), *Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*, Basel, December 2010 (rev June 2011)

Basel Committee on Banking Supervision (2015), *Interest Rate Risk in the Banking Book*, Consultative document, Basel, June 2015

Bessis, Joel (2011), *Risk Management in Banking*, Edition 3, John Wiley & Sons, December 2011

Blaxall, H., Glueck, J. L. & Velligan, B. A. (2008), *Economic Value of Equity for Community Banks*, Bank Accounting & Finance, April-May 2008

Charlier, E., van Bussel, A. (2001), *Prepayment Behaviour of Dutch Mortgagors: An Empirical Analysis*, CentER Discussion Paper, vol. 2001-64, Tilburg: Econometrics, September 2001

Committee of European Banking Supervisors (2006), *Technical aspects of the management of interest rate risk arising from non-trading activities under the supervisory review process*, London, October 2006

- Consalvi, Matteo & Scotto di Freca, Giovanni (2010), *Measuring prepayment risk: an application to UniCredit Family Financing*, UniCredit and Universities, Working Paper series, n.05., May 2010
- Danielsson, J., Shin, H.S. (2002), *Endogenous Risk*, In *Modern Risk Management – A History*. Risk Books., London School of Economics, September 2002
- Danielsson, J., K. James, M. Valenzuela, and I. Zer (2015), *Model risk of risk models*, Working paper, Systemic Risk Centre and Federal Reserve Board, June 2015
- European Banking Authority (2015), *Guidelines on the management of interest rate risk arising from non-trading activities*, Final Report, May 2015
- European Council (2006a), *Directive 2006/48/EC of the European Parliament and of the Council of 14 June 2006 relating to the taking up and pursuit of the business of credit institutions*, Brussels, June 2006
- European Council (2006b), *Directive 2006/49/EC of the European Parliament and of the Council of 14 June 2006 on the capital adequacy of investment firms and credit institutions*, Brussels, June 2006
- Folpmers, Dr. Marco (2008), *European Residential Mortgages: Pricing the Partial Prepayment Option*, Global Association of Risk Professionals, March/April 08 Issue
- Hámori, Gábor (2001), *Fizetéképtelenség előrejelzése logit-moddellel*, Bankszemle, 2001/1-2., p. 65-87

- Hull, John C. (1999), *Opciók, határidős ügyletek és egyéb származtatott termékek*, Panem, Prentice-Hall, Budapest, 1999
- Institute of International Finance, International Banking Federation (2014), *Interest Rate Risk in the Banking Book (IRRBB) – Industry Perspective*, June 2014
- Jorion, Philippe (1999), *A kockázatos érték*, Panem Kft., 1999
- Kalfmann, Petra (2008), *Módszertani lehetőségek a banki könyvi kamatkockázat mérésére*, Hitelintézetek Szemle, 2008/1., p. 20-40
- Kalotay, A.J., Williams, G.O. & Fabozzi, F.J. (1993), *A Model for Valuing Bonds and Embedded Options*, Financial Analysts Journal, May-June 1993
- Kalotay, A., Yang, D. & Fabozzi, F.J. (2004), *An Option-Theoretic Prepayment Model for Mortgages and Mortgage-Backed Securities*, International Journal of Theoretical and Applied Finance Vol. 7, No. 8 (2004) 949–978.
- Kang, P., Zenios, A.S. (1992), *Complete prepayment models for mortgage-backed securities*, Management Science, vol. 38, nr. 11, 1992, p. 1665-1685
- Király, Júlia (2008), *Likviditás válságban (Lehman előtt – Lehman után)*, Hitelintézetek Szemle, 2008/6., p. 598-611
- Király, J., Száz, J. (2005), *Derivatív pénzügyi termékek árdinamikája és új típusú kamatlábmodellek*, Szigma, XXXVI. 2005, 1-2., p. 31-60

- Koch, T.W., MacDonald, S.S. (2006), *Bank management*, Sixth Edition, Thomson South-Western, 2006
- Kopányi, Szabolcs András (2009), *A hozamgörbe dinamikus becslése*, Ph.D. értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 2009
- Koyluoglu, U., Kaya U. & Pedersen, C. (2012), *The State of Interest Rate Risk Management*, Oliver Wyman, Financial Services, 2012
- Madar, László (2010), *Stressztesztek használata anticiklikus tőkeszükséglet meghatározására*, Hitelintézeti Szemle, 2010/5., p. 431-444
- Magyar Nemzeti Bank (2014), *A tőkemegfelelés belső értékelési folyamata (ICAAP), a likviditás megfelelőségének belső értékelési folyamata (ILAAP) és felügyeleti felülvizsgálatuk. Útmutató a felügyelet intézmények részére*, MNB, 2014 szeptember
- Mehta, A., Neurkirchen, M., Pfetsch, S., Poppensieker, T. (2012), *Managing market risk: today and tomorrow*, McKinsey Working Papers on Risk, Number 32, May 2012
- Mullem, T.P.G. van (2004), *Economic capital for Dutch retail banking books, A study on the effects of embedded options in Dutch retail banking books on interest rate risk and economic capital*, Arnhem, 2004
- Perry, R., Robinson, S., Rowland, J. (2001), *A Study of Mortgage Prepayment Risk*, The Actuarial Profession, Institute of Actuaries and Faculty of Actuaries, November 2001
- Száz, János (2003), *Kötvények és opciók árazása*, Pécs, 2003

- Száz, János (2009a), *Pénzügyi termékek áralakulása*, Budapest, 2009
- Száz, János (2009b), *Devizaopciók és részvényopciók árazása*, Budapest, 2009
- Szűcs, Nóra Ágota (2006), *VaR kritika lépésről lépésre*, Kochmeister-díj, Budapesti Értéktőzsde, Budapest, 2006 május
- Taleb, Nassim Nicholas (1997), *Against Value-at-Risk: Nassim Taleb Replies to Philippe Jorion*, forrás: www.fooledbyrandomness.com/jorion.html, letöltés időpontja: 2015. szeptember 4.
- Vasconcelos, Pedro (2010), *Modelling Prepayment Risk: Multinomial Logit Model Approach For Assessing Conditional Prepayment Rate*, Non-Confidential Version, Master Thesis, University of Twente, September 2010
- Vreede, R. de (2008), *Mortgage Prepayments at Fortis Bank Mijdrecht, Why do Fortis Bank Mijdrecht clients repay?*, Thesis, Universiteit van Amsterdam, June 2008
- Yalincak, H., Yu, L., Tong, M. (2005), *Examination of VaR after Long Term Capital Management*, New York University, May 2005

10 A disszertáció témaköréből megjelent publikációk

1. Kalfmann Petra: *A banki könyvi kamatkockázat mérésének módszertani lehetőségei*, Hitelintézeti Szemle. 2008. hetedik évfolyam, 1. szám. pp 20-40.
2. Kalfmann Petra: *A kamatlábckockázat hatása a banki jövedelmek fenntartható növekedésére*, In: II. Nemzetközi Gazdaságtudományi Konferencia, Kaposvár, 2009. április 2-3., Konferencia kiadvány
3. Kalfmann Petra: *Változások a kockázatkezelés gyakorlatában a krízis hatására*, Hitelintézeti Szemle. 2010. kilencedik évfolyam, 4. szám. pp 309-320.
4. Kalfmann Petra: *Changes in Risk Management Practices after the Crisis: the Hungarian Perspective*, In: The Future of Banking in CESEE after the Financial Crisis, A joint publication with the Magyar Nemzeti Bank, SUERF – The European Money and Finance Forum, Vienna 2011, SUERF Study 2011/1, March 2011

11 Rövid szakmai önéletrajz

Kalfmann Petra, 35 éves, született Budapesten. Felsőfokú tanulmányait a Budapest Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetemen végezte, okleveles közgazdász diplomáját 2003-ban szerezte meg, Befektetéselemző és kockázatkezelő főszakirányon. 2004-ben megszerezte a GARP (Global Association of Risk Professionals) nemzetközileg ismert FRM® (Financial Risk Manager) képesítését. Felsőfokú tanulmányait követően a Nemzetközi Bankárképző Központhoz csatlakozott, ahol 2011-ig dolgozott, legutolsó pozíciójában igazgatóként. Az ott eltöltött 8 évben tanácsadói szakterülete a banki kockázatkezelés és szabályozás volt, számos hitelintézetnél támogatta a Bazel 2 irányelvek bevezetését. Tanácsadói feladatköre mellett részt vett a bankszakmai és tőkepiaci oktatások, diplomaprogramok fejlesztésében, illetőleg oktatásában. 2011-ben csatlakozott a Deloitte üzletviteli tanácsadói területéhez, ahol 2014-ig dolgozott menedzserként, kockázatkezelési és szabályozói projekteken. 2014 februárja óta az Erste Bankban tölt be igazgatói pozíciót, feladatköre a CRM, Szegmentáció és Elemzés Igazgatóság vezetése. Angol nyelven felsőfokon beszél, második nyelve az olasz, melyből középfokú szakmai nyelvvizsgával rendelkezik.

12 Angol nyelvű összefoglaló

The dissertation discusses the valuation methods of optionality in the banking book arising from interest rate risk. I specifically focus on the impact of prepayment options related to retail mortgages. According to option theory the prepayment option is a call option from the borrower's perspective, while this is a put option related to the loan from the bank's perspective.

The topic is closely related to liquidity and capital management of banks, since prepayments impact both. On one side prepayment results in earlier prepayment of loan capital, thus causing deterioration of interest income, which impacts capital level of banks on the long run. The literature proposes two approaches for analysing the impact of prepayment optionality: income based approach and economic capital based approach. The income approach defines the short term impact on net interest income, while the economic capital approach aims at defining the impact on capital value through accumulated income impact on capital. These approaches also define the regulatory framework. According to Basel 2 institutions are required to evaluate the income and economic capital based impact of interest rate risk in the banking book in the framework of Pillar 2.

The internationally used models distinguish between models assuming optimal prepayment and non-optimal prepayment behaviours. In case of optimal prepayment we assume that borrowers make their decision based purely on financial reasons, i.e. the decision is based on the difference between the coupon and the actual refinancing rate. These models cannot explain the prepayment behaviour totally, since in reality we can observe non-optimal prepayment also. The models aiming at explaining the non-

optimal prepayment are based on so called prepayment scorecards, considering socio-demographic features and behaviour of clients, besides financial data (like refinancing incentive).

I present the results of a model calculating the income and economic value impact on a theoretical banking portfolio. The model is based on simulations considering different interest rate environments and optimal decision making mechanism. In the model the income impact is concentrated on short term (in one year time horizon), in case of decreasing interest rate environment one-third of yearly interest income, while in case of increasing interest rate environment its one-fifth is at risk. These values are potential maximum losses, since in the model I don't consider factors biasing rational decisions, e.g. clients make refinancing decisions only in case of a relatively large interest benefit, moreover some clients simply don't react on the changes in the external environment. The results should be evaluated knowing that I don't calculate with the impact on liabilities' side, i.e. I was calculating only the impact on interest income, which is in reality compensated by the decrease in interest costs on liabilities' side.

As a summary it is stated that prepayment optionality has significant impact on the value of banking portfolios, depending on the composition of portfolio, the interest rate environment and market expectations. The refinancing incentive mainly defines the decision mechanism, which is determined by characteristics of loan portfolio (average coupon rate), the actual interest rate level and the interest rate expectations. For example a low interest rate level loan portfolio associated with high market interest rate level results in low refinancing incentive. The impact is also defined by the mean reversion of interest rates and its speed.