

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

NEMÉNYI MÁTÉ PÉTER
GÖDÖLLŐ
2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

**A BANKMENEDZSMENT DÖNTÉS TÁMOGATÁSA
ESZKÖZÖSSZETÉTEL OPTIMALIZÁLÓ MODELL
FEJLESZTÉSEL**

DOI: 10.54598/005760

**NEMÉNYI MÁTÉ PÉTER
GÖDÖLLŐ
2025**

A doktori iskola

megnevezése: Gazdaság- és Regionális Tudományok Doktori Iskola

tudományága: Gazdálkodás- és Szervezéstudományok

vezetője: Dr. Bujdosó Zoltán

Egyetemi tanár / PhD
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet;
Turizmus-Vendéglátás Tanszék

Témavezető(k): **Prof. Dr. Zéman Zoltán PhD**

Egyetemi tanár / PhD
Neumann János Egyetem
Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori
Iskola

Dr. Thalmeiner Gergő

Egyetemi adjunktus / PhD
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet;
Pénzügyi és
Számviteli Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető(k) jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	3
2.1 Szavatoló tőke	3
2.1.1. A fizetőképesség jelentősége a kockázatkezelésben	3
2.1.2. Befektetési banki és kereskedelmi banki tevékenység összehasonlítása tőkekövetelmények szempontjából	4
2.1.3. Történelmi háttér és szabályozási keretrendszer	5
<i>2.1.3.1. Történelmi áttekintés</i>	5
<i>2.1.3.2. Szabályozási hatások</i>	6
2.1.4. Banki fizetőképesség felügyeleti mechanizmusai	8
2.1.5. Kockázat- és tőkekezelés a befektetési bankoknál	9
2.2. Tőkepuffer és a jövedelmezőség összefüggése	13
2.2.1. A tőkepufferek számszerűsítése	13
2.2.2. A tőkepuffer és a tőkemegfelelés kapcsolata és integrációja	16
2.2.3. A banki tőkemenedzsment jövedelmezőségre gyakorolt hatásának mutatói	18
2.2.4. Banki tőkemenedzsment és jövedelmezőség	19
2.3. Hiányosságok az irodalomban	21
2.4. Mesterséges intelligencia módszerek a tőkemegfelelés biztosítására	30
2.5. A mesterséges intelligencia kihívásai és jövőbeli irányai a banki szolvencia területén ..	34
3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN	38
3.1. A modell elméleti alapjai	39
3.2. A bemeneti adatok és paraméterek leírása	42
3.3. Az esettanulmányban alkalmazott belga bank jellemzése	45
3.4. A szavatolótőke-optimalizálási modell alkalmazási környezete	46
3.5. A modell matematikai felépítése	47
3.6. Szoftveres megvalósítás és technikai háttér	48
3.7. A modell validálása	50
3.7.1. A modell belső koherenciájának logikai-matematikai vizsgálatata	50
3.7.2. A modell érzékenységi vizsgálatának módszertani leírása	50
3.7.3. Esettanulmány alapú (single case study) modellvalidáció	52
4. EREDMÉNYEK	53
4.1. A CRR rendelet dokumentumelemzése	53
4.2. Kvalitatív interjúk elemzése	58

4.3. Kockázati területek és tőkeszerkezeti számítások	62
4.3.1. Hitelkockázathoz kapcsolódó mutatók és módszerek	63
4.3.2. Partnerkockázathoz kapcsolódó mutatók és módszerek	69
4.3.3. Piaci kockázathoz kapcsolódó mutatók és módszerek	73
4.3.4. Működési kockázathoz kapcsolódó mutatók és módszerek	78
4.3.5. Kockázati területek összesítése	80
4.4. Szavatolótőke optimalizálási modell logikai kerete	81
4.5. Optimalizációs függvény	91
4.6. Optimalizált portfólió	94
4.6.1. Optimalizált portfólió kockázati területeinek összesítése	102
4.6.2. Aktuális és optimalizált portfólió összehasonlítása	103
4.7. Modell validáció	103
4.8. A modell módszertani és gyakorlati korlátai	107
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	111
5.1. A kutatási kérdések megválaszolása	111
5.2. Tudományos és módszertani hozzájárulások	112
5.3. Gyakorlati ajánlások bankmenedzsment számára	113
5.4. Szabályozási javaslatok	114
5.5. A kutatás korlátai	115
5.6. Jövőbeli kutatási irányok	116
6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	118
6.1. Létrehoztam egy általános érvényűen alkalmazható determinisztikus lineáris programozási modellt a szavatoló tőke optimalizálása céljából	118
6.2. Vezetői és kockázatértékelési preferenciák szigmoid modellje és integrálása a célfüggvénybe	118
6.3. A prudenciális korlátok lineáris modellezhetőségének igazolása	119
6.4. A determinisztikus lineáris megközelítés gyakorlati előnyeinek bizonyítása	120
6.5. Esettanulmányon keresztül bizonyítottam, hogy a modell képes jelentős mértékű tőkepuffer-felszabadításra úgy, hogy közben a bank maradéktalanul megfelel a szigorú szabályozói követelményeknek és nem növeli a kockázatát.	120
7. ÖSSZEFOGLALÁS	122
8. SUMMARY	123
9. MELLÉKLETEK	124

1. BEVEZETÉS

A pénzügyi rendszer stabilitásának fenntartása makrogazdasági szinten is alapvető jelentőségű kérdés, amely közvetlenül befolyásolja egy ország növekedési pályáját, pénzügyi ellenállóképességét és társadalmi jólétét. A bankok ebben a közegben kulcsszerepet játszanak, hiszen komplex tevékenységeik révén egyszerre vannak kitéve a hitel-, piaci-, partner- és működési kockázatoknak. A 2008-as globális pénzügyi válság világossá tette, hogy a tőkeelégtelenség rendszerszintű sebezhetőséget eredményezhet, amelynek hatásai túlmutatnak az egyes intézmények szintjén, és az egész gazdaságot destabilizálhatják. A válságot követően a nemzetközi szabályozói keretek, mindenekelőtt a Bázeli III/IV. és annak európai implementációja, a CRR-rendelet, olyan prudenciális előírásokat rögzítettek, amelyek célja a bankok tőkeellátottságának megerősítése és a rendszerkockázatok mérséklése.

A szabályozói megfelelés azonban új dilemmát teremtett. A tőkemegfelelési mutatók szigorú előírásai jelentős szavatolótőke-pufferek fenntartására ösztönözték a bankokat, amelyek ugyan fokozzák a stabilitást, de egyben lekötik a rendelkezésre álló erőforrásokat, csökkentve a jövedelmezőséget és a tőkehatékonyt. A prudenciális mutatók által meghatározott kockázattal súlyozott eszközértékek (RWA) és a tényleges gazdasági kockázati profil között sok esetben eltérés tapasztalható, hiszen a szabályozói számítási logika nem mindenben fedeti le a piaci modellek – például a Value-at-Risk – által tükrözött valós kitétségeket. Ez a különbség nem csupán elméleti, hanem gyakorlati jelentőségű, tehát a bankmenedzsment számára a tőkehatékony működés biztosítása egyre inkább stratégiai feladattá vált.

A kutatás aktualitását az adja, hogy a bankoknak napjainkban egyszerre kell megfelelniük a prudenciális előírásoknak és a tulajdonosi hozamelvárásoknak, miközben a globális pénzügyi piacok bizonytalanságai és a makrogazdasági volatilitás folyamatos nyomást gyakorolnak rájuk. A szakirodalom eddig elsősorban két irányból közelítette meg a kérdést: egyrészt a szabályozói megfelelés intézményi-jogi aspektusait vizsgálta, másrészt a tőkekövetelmények kvantitatív modellezésére összpontosított. E két megközelítés azonban ritkán kapcsolódott össze olyan keretben, amely képes lenne a szabályozói előírásokat és a piaci logikát együttesen kezelni, valamint közvetlen döntéstámogatást nyújtani a banki gyakorlat számára. Ebben az ellentmondásban ragadható meg a kutatás újdonsága és a tudományos rés: hiányzik egy olyan integrált modell, amely egyidejűleg internalizálja a prudenciális korlátokat, figyelembe veszi a kockázati dimenziók gazdasági jelentőségét, és illeszkedik a stratégiai tőkemenedzsment céljaihoz. Kutatásom célja ezért egy olyan determinisztikus, lineáris optimalizációs modell kialakítása, amely a szavatolótőke-allokációt nemcsak szabályozói megfelelésként, hanem stratégiai erőforrás-optimalizációként kezeli. További célom annak bemutatása, hogy a modell empirikus tesztelése révén kimutatható, miként érhető el a prudenciális megfelelés és a tőkehatékonyság közötti optimum, amely a banki gyakorlatban hosszú távon is biztosíthatja az intézmények stabilitását és versenyképességét.

A fentiek alapján az alábbi kutatási kérdések kerültek meghatározásra:

1. Milyen feltételek mellett alakítható ki olyan integrált banki szavatolótőke-optimalizációs modell, amely a prudenciális követelmények teljesítése mellett képes kezelni a szabályozói szttenderdekből származtatott kockázati súlyok és a piaci kockázatok közötti eltéréseket?

2. Azonosítható-e olyan empirikusan megalapozott kvantitatív optimalizációs megközelítés, amely általánosan alkalmazható keretet nyújt a banki tőkeallokáció portfólió-optimalizálási problémáinak kezeléséhez?
3. Módszertanilag miként építhető fel egy olyan matematikai modell, amely egységesen kezeli a CRR előírásait és a tényleges kockázatok eltéréséből fakadó kihívásokat?
4. Bizonyítható-e, hogy a kidolgozott optimalizációs modell képes a szabályozási többlettőke felszabadítására anélkül, hogy a banki kockázati szint emelkedne?
5. Milyen módon határozható meg olyan empirikusan alátámasztott célfüggvény, amely a szavatolótőke minimalizálását biztosítja a piaci és a szabályozói eszköz-kockázatok közötti különbségek figyelembevételével, úgy, hogy a banki portfólió tényleges kockázati profilja változatlan maradjon, ezáltal erősítve a hatékonyságot és a profitabilitást?

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 Szavatoló tőke

A tőkemegfelelés a befektetési bankok pénzügyi stabilitásának alapvető fogalma. Azokra a szükséges tőketartalékokra utal, amelyeket egy banknak fenn kell tartania a potenciális veszteségek elkerüléséhez és a működés fenntartásához pénzügyi válság esetén. Ez a tőke pufferként szolgál a csőddel szemben, biztosítja a bank azon képességét, hogy eleget tudjon tenni hosszú távú kötelezettségeinek, és védi a befektetői és ez ügyfelei érdekeit. A tőkemegfelelés fontosságát nem szabad alábecsülni, mivel ez az alapja a pénzügyi intézmények rugalmasságának és megbízhatóságának a volatilis piacokon (Aldasoro et al., 2022).

A tőkemegfelelés fenntartásának kihívásai különösen súlyosak a befektetési bankok esetében. A kereskedelmi bankokkal ellentétben a befektetési bankok számos összetett és magas kockázatú pénzügyi tevékenységet folytatnak, beleértve a kereskedést, a kockázatvállalással történő kibocsátást és a vagyonkezelést. Ezek a tevékenységek jelentős piaci, hitel- és likviditási kockázatoknak teszik ki őket, amelyek erős tőkekeretet igényelnek a potenciális veszteségek enyhítésére (Andersen és Juelsrud, 2024). Továbbá a befektetési bankok szabályozási környezete egyre szigorúbb, és a tőkemegfelelési mutatót szorosan figyelemmel kísérik a rendszerszintű stabilitás biztosítása és a pénzügyi válságok megelőzése érdekében (Bitar és Tarazi, 2022).

A stratégiai tőkemenedzsment tehát elengedhetetlen a befektetési bankok számára, hogy eligazodjanak a működésükben rejlő összetett kockázatok hálójában, és megőrizték jelentőségüket a globális pénzügyi piacokon.

2.1.1. A fizetőképesség jelentősége a kockázatkezelésben

A tőkemegfelelés kritikus része a befektetési bankok kockázatkezelésének, mivel pénzügyi puffert biztosít, amely lehetővé teszi ezeknek az intézményeknek a veszteségek kezelését és a működés fenntartását a gazdasági válságok idején. Ez a tőke elengedhetetlen annak biztosításához, hogy a bankok fizetőképesek maradjanak, és képesek legyenek teljesíteni hitelezőikkel és ügyfeleikkel szembeni kötelezettségeiket. A stratégiai tőkemegfelelés-kezelés magában foglalja a bank kockázati kitettségének és tőketartalékainak összehangolását, ezáltal stabil pénzügyi bázis fenntartását, amint azt Nguyen és Vo (2020) is kiemeli. A befektetési bankok egy összetett környezetben működnek, amelyet jelentős volatilitás jellemez, és olyan tevékenységeket folytatnak, valamint az egyesülések és felvásárlások. Ezek a tevékenységek jelentős piaci, hitel- és működési kockázatoknak teszik ki a bankokat. A tőke pufferként működik ezekkel a kockázatokkal szemben, lehetővé téve a bankok számára, hogy kezeljék az eszközérték-ingadozásokból vagy a kedvezőtlen piaci mozgásokból eredő potenciális veszteségeket (Aldasoro et al., 2022).

Továbbá a tőke központi szerepet játszik a szabályozási megfelelésben. A befektetési bankokra szigorú tőkemegfelelési követelmények vonatkoznak, amelyek előírják számukra, hogy minimális tőkeszintet tartsanak fenn a potenciális veszteségek fedezésére. Ennek a szabályozási keretrendszernek a célja a bankcsődök megelőzése és a pénzügyi rendszer egészének védelme a rendszerszintű kockázatokkal szemben. A megfelelő tőke fenntartásával a bankok bizonyítják,

hogy képesek ellenállni a pénzügyi sokkoknak és fenntartani a befektetői bizalmat. (Tsagkarakis et al., 2021). Például a Bázeli III szabályozása szigorította a tőkekövetelményeket azáltal, hogy előírta a bankok számára, hogy nagyobb arányban tartsanak törzsrészcélt, amelyek a tőke leginkább veszteségelnyelő formája. A változás célja a bankok pénzügyi ellenálló képességének erősítése, valamint a betétesek és befektetők védelme (Žuk-Butkuvienė et al., 2014).

A szabályozási megfelelésen túl a szavatoló tőke a bankok pénzügyi egészségének szerves részét képezi. Befolyásolja a bank hitelminősítését és a befektetők vonzására és megtartására vonatkozó képességét. Az erős szavatoló tőkével rendelkező bankokat stabilabbnak és hatékony kockázatkezeléssel bíró intézményeknek tartják, ami javítja hírnevüket és piaci pozíciójukat (Oino, 2021). A tőke védőintézkedésként szolgál, megvédi a bankokat a fizetéseképtelenségtől a váratlan gazdasági visszaesések vagy az eszközök leértékelődése miatt. Ez a védőszerep rávilágít a megfelelő mennyiségű saját tőke fenntartásának fontosságára a pénzügyi helyzet összetettségének sikeres kezeléséhez (Flannery, 2014).

Ezért a tőkekövetelés nem csupán szabályozási követelmény, hanem a befektetési bankok pénzügyi stratégiájának alapvető eleme. Biztosítja az üzletmenet folytonosságát, támogatja a szabályozási megfelelést, és erősíti a bank pénzügyi erejét a piaci bizonytalanságokkal szemben, így elengedhetetlen a bankszektor stabilitása és ellenálló képessége szempontjából.

2.1.2. Befektetési banki és kereskedelmi banki tevékenység összehasonlítása tőkekövetelmények szempontjából

A befektetési és a kereskedelmi bankok eltérő üzleti modellekkel rendelkeznek, ami viszont eltérő tőkekövetelményekhez vezet. A befektetési bankok általában magas kockázatú, magas hozamú üzletágakban működnek, mint például az értékpapír-kereskedelem, a befektetési portfóliók kezelése és a vállalatok pénzügyi tranzakcióinak közvetítése. Az ilyen üzletágak kockázatosabbak, mint a kereskedelmi bankok alapvető banki tevékenységei, amelyek a betétgyűjtés és a hitelnyújtás. A befektetési bankok tőkekövetelményeit össze kell hangolni üzleti tevékenységük konkrét kockázatával, amely magában foglalja az értékpapír-kereskedelmet, a befektetési portfóliók kezelését és az összetett vállalati pénzügyi műveletek végrehajtását. Ezek a tevékenységek hatalmas piaci és hitelkockázatokat jelentenek a befektetési bankok számára, amelyeknek megfelelő tőkepufferekkel kell rendelkezniük. A befektetési bankoknak hatékony, agilis és rendkívül reagálóképes stratégiára van szükségük az ilyen igényeknek való megfeleléshez. Ez azt jelenti, hogy minden rendelkezésre álló tőkét folyamatosan felülvizsgálják és kiigazítják, hogy képesek-e reagálni a változó piaci helyzetekre. A befektetési bankok például kifejezetten a kockázat szimulálására is rendelkezésre állnak Value-at-Risk (VaR) modellek segítségével, hogy előre jelezzék a veszteségeket, és elegendő tőkét tartsanak fenn a kockázatok fedezésére (Liaw, 2011).

Másrészt a bankoknak kiszámítható és stabil tőkeszükségletük van. Ezek kevésbé kockázatosak, mint a befektetési bankok befektetési és spekulatív kereskedési tevékenységei. Ennek megfelelően a kereskedelmi bankok kevésbé szigorú tőkekövetelményekkel rendelkeznek, ami alacsonyabb kockázati szintjükre és üzleti tevékenységük viszonylag stabil jellegére utal. Ez a tőkekövetelmény-stabilitás lehetővé teszi a kereskedelmi bankok számára, hogy stabil tőkekövetelést tartsanak fenn anélkül, hogy állandó kiigazításokra lenne szükségük a befektetési

bankok működésének instabil piacai által (Nguyen & Vo, 2020). A likviditás és a tőke megfelelés elengedhetetlen a kereskedelmi bankok pénzügyi stabilitásának biztosításához, különösen gazdasági recesszió idején, amikor a hitelezési tevékenység veszélybe kerül (Mutarindwa et al., 2020).

A mindkét típusú bank tőkekövetelményeit meghatározó szabályozási mechanizmusok célja annak biztosítása, hogy minden intézmény képes legyen pénzügyileg egészséges maradni, miközben megfelelően teljesíti funkcionális céljait. Ezek a mechanizmusok figyelembe veszik a különböző pénzügyi intézmények sajátos kockázati profilját és üzleti modelljét, ami azt jelenti, hogy a tőkekövetelményeket az egyes banktípusok sajátos kihívásaihoz és kockázataihoz igazítják. Például a Bázeli III keretrendszer integrált szabályozási rendszert biztosít, amely előírja a bankok számára a megfelelő tőkeszint biztosítását, mind a tőke megfelelés kockázatalapú, mind nem kockázatalapú aspektusai tekintetében (Drumond, 2009). A Bázeli III szabályozások különösen jelentős szerepet játszottak a befektetési bankok tőkepolitikájának alakításában, előírva számukra, hogy több minőségi tőkével rendelkezzenek a pénzügyi sokkok elviselésére (King & Tarbert, 2011).

Továbbá a befektetési bankoknak a pénzügyi piacok összetettsége és volatilitása miatt más tőkekezelési kérdésekkel is foglalkozniuk kell. Gyorsan változó és bizonytalan körülmények között kell működniük, ami fejlett kockázatkezelési módszereket és körültekintő tőke tervezést igényel, hogy pufferként működjenek a potenciális pénzügyi sokkok ellen. Ehhez fejlett pénzügyi modellek és stressztesztelési forgatókönyvek használatára van szükség a piaci körülmények hatékony előrejelzéséhez és az azokhoz való alkalmazkodáshoz. Ilyen stratégiákra van szükség a rugalmasság és az üzletmenet-folytonosság biztosítására még a piaci kiszámíthatatlanság esetén is (Jayadev, 2013).

Általánosságban elmondható, hogy a befektetési és a kereskedelmi bankok eltérő tőke megfelelési igényei alátámasztják egy olyan szabályozási megközelítés fontosságát, amely figyelembe veszi az egyes banki modellek egyediségét. Ily módon a szabályozási keretek biztosítják, hogy a bankok megőrizhessék pénzügyi stabilitásukat és ellenálló képességüket, miközben megvalósítják egyéni üzleti terveiket. Ez a kiigazított megközelítés nemcsak az egyes bankok, hanem az általános pénzügyi rendszerek stabilitását is elősegíti (Santos, 2001).

2.1.3. Történelmi háttér és szabályozási keretrendszer

2.1.3.1. Történelmi áttekintés

A tőke megfelelési normák fejlődése folyamatos és többdimenziós folyamat, amelyet a pénzügyi válságok és a globális piacok egyre kifinomultabbá válása hajtottak. A bankok korábban viszonylag korlátlan szabályozói felügyelet alatt működtek. A tőkenormák nem voltak formálisak és szabványosítottak, a pénzügyi rendszerek pedig sebezhetőek voltak a válságokkal szemben. Az 1980-as és 1990-es évek bankválságai rávilágítottak ezekre a gyengeségekre, ami a tőke megfelelési normák jelentős újraértékeléséhez vezetett (Vasu és Gheorghe, 2014).

A nemzetközi banki stabilitás megteremtésében kulcsfontosságú fejlemény volt a Bázeli Egyezmény bevezetése. A Bázeli I, amelyet először 1988-ban fogadtak el, minimális tőkekövetelményeket határozott meg azért, hogy felhívta a figyelmet a hitelkockázatra és a

kockázattal súlyozott eszközök használatára. Előírta a bankok számára, hogy a kockázattal súlyozott eszközök legalább 8%-ának megfelelő tőkével rendelkezzenek, ami kiszámíthatóbb kockázatkezelési modellt biztosított (McClure et al., 2013).

A pénzügyi piacok fejlődésével azonban elengedhetlenné vált az átfogóbb szabályozási végrehajtás. A Bazel II 2004-ben lépett hatályba, kiterjesztve a Bazel I-et a működési kockázatokra is, továbbá pontosította és javította a hitelkockázat számításának módszereit. Ennek a fejlesztésnek az volt a célja, hogy a szabályozói tőkekövetelményeket szorosabban összekapcsolják a bankok mögöttes kockázataival. A Bazel II folyamatos felülvizsgálata és fejlesztése során is világossá váltak hiányosságok, különösen a likviditási kockázatok és a pénzügyi intézmények közötti összekapcsolódások nem megfelelő kezelése, melyek a 2008-as pénzügyi válság során váltak nyilvánvalóvá. Ez megerősítette a további szabályozási reformok szükségességét (Jacques, 2008).

Mindezen hiányosságok kezelésére 2010-ben bevezették a Bazel III-at, a bankszabályozás átfogó reformjaként, amely magában foglalja az anticiklikus tőkepuffert, amely előírja, hogy a bankok a gazdasági növekedés időszakaiban további tőkét halmozzanak fel a potenciális visszaesések kezelésére. Magasabb tőkemutatókat és új szabályozási követelményeket vezettek be, mint például a tőkeáttételi mutató és a likviditásfedezeti ráta, amelyek célja a bankok ellenálló képességének fokozása és a rendszerszintű kockázatok mérséklése volt (Cumplings & Durrani, 2016). A globális pénzügyi válság során tapasztalt rendszerszintű kudarcok megismétlődésének elkerülése érdekében vezették be ezt a stratégiai puffermódszert (McClure et al., 2013). Ezek a szabályozási keretrendszerek folyamatosan fejlődtek, ami jól tükrözi a tőkekövetelmények alkalmazkodó, dinamikus jellegét. Ez a folyamatos alkalmazkodás a változó pénzügyi körülményekre való reagálás fontos része, amely biztosítja, hogy a bankok elegendő tőkével rendelkezzenek a pénzügyi rendszer stabilitásának megőrzése és a fenntartható gazdasági fejlődés támogatása érdekében. A Bázeli Megállapodások lefektették a banki szabályozás globális megközelítésének alapjait is, modellként szolgálva más iparágak szabályozási keretei számára, és hozzájárulva a bankszektor globális szabályozási keretrendszerének kidolgozásához (Podoaba, 2015).

2.1.3.2. Szabályozási hatások

A globális pénzügyi válságra válaszul bevezetett Bazel III keretrendszer jelentős előrelépést hozott a banki szabályozásban. Fő célja a bankszektor gazdasági sokkokkal szembeni ellenálló képességének növelése. A reformok hangsúlya a tőkeminőségen van, különösen az alapvető saját tőkén, amelyet jobb veszteségelnyelő képessége miatt részesítenek előnyben. Ez a változás annak biztosítására szolgál, hogy a bankok továbbra is jól tőkésítettek maradjanak, hogy jobban átvészeljék a pénzügyi stresszt, és megvédjék a betéteseket és a befektetőket. A kutatás hangsúlyozza a továbbfejlesztett tőkeszerkezetek előnyeit, amelyek stabilabb banki ágazatot eredményeznek, amely képes ellenállni a pénzpiaci csapásoknak (Gatzert és Wesker, 2012).

A tőkeáttételi mutató a Bazel III keretrendszer szerves része, és úgy tervezték, hogy nem kockázatalapú védőhálót biztosítson a kockázatalapú tőkekövetelményekhez. Ez a mutató azért fontos, mert meghatározza a bank teljes eszközeivel szemben tartandó minimális tőkeösszeget, és egy egyszerű mérőszámot is biztosít, amelyet nem befolyásol a kockázattal súlyozott eszközökkel kapcsolatos összetett számvitel. Célja, hogy korlátozza a bankok saját tőkéjük egy

alapkövetelményen túli tőkeáttételének mértékét, ami segít biztosítani, hogy ne menjenek csődbe gazdasági visszaesések idején. A kritikusán fontos, 3%-os Bázeli III tőkeáttételi mutató kimondja, hogy egy bank alapvető tőkéjének el kell érnie vagy meg kell haladnia a teljes kitettsége 3%-át (King és Tarbert, 2011). A kockázatsúlyozó modellekre bízzák a kockázattal súlyozott mértékek meghatározását, azonban arra is ügyelnek, hogy abban az esetben is, ha a kockázati modell kudarcot vall vagy manipulálják azt, a bankok rendelkezzenek elegendő alapvető tőkével a kedvezőtlen pénzügyi sokkok kezelésére. Ez annál is kritikusabb, mivel a túlzott tőkeáttétel számos, a pénzügyi válságban csődbe jutott pénzügyi intézményt okozott. A tőkeáttétel korlátozásával a Bázeli III azt reméli, hogy csökkenti a bankok által vállalt kockázat mértékét, amelyet maga a kockázattal súlyozott tőkekövetelmény ösztönözhet (Dermin, 2015). A tőkeáttételi mutató célja, hogy összehasonlíthatóbbá tegye a bankok pénzügyi erejét a különböző joghatóságok között, mivel nem vonatkozik rá a különböző kockázatértékelések, amelyek országonként vagy intézményenként eltérőek lehetnek. Ez a lefedettség segít az egyenlő versenyfeltételek megteremtésében a nemzetközi bankpiacon. A tőkeáttételi mutató következményei nemcsak az egyes bankok stabilitása szempontjából relevánsak; a tőkeáttétel korlátozásával a tőkeáttételi mutató az egyik olyan eszköz, amelynek célja a rendszerszintű kockázatok kockázatának ellenőrzése, amelyeket az összekapcsolódás és a veszteségek felerősödése okozhat pénzügyi nehézségek idején (Ojo, 2015). Így a Bázeli III tőkeáttételi mutatója létfontosságú egy rugalmasabb bankrendszer előmozdításában, amely jobban felkészült a gazdasági turbulenciák átvészelésére és a pénzügyi stabilitás előmozdítására (Hartlage, 2012).

Továbbá a Bázeli III a likviditási kockázatokat a likviditásfedezeti mutató (LCR) és a nettó stabil finanszírozási mutató (NSFR) révén kezeli. A Bázeli III keretrendszerben a globális pénzügyi válság során felszínre került likviditási kockázatok kezelésére két fő likviditási standardot határoztak meg: a likviditási finanszírozási rátát (LCR) és a nettó stabil finanszírozási rátát (NSFR). Ezek az LCR-ek azt jelentik, hogy a bankoknak elegendő, kiváló minőségű likvid eszközt (HQLA) kell tartaniuk, amelyek gyorsan és könnyen készpénzzé alakíthatók egy 30%-os stresszhatás megfordításának kezelése érdekében. Ez egy rövid távú likviditási puffert, amely segít megakadályozni, hogy a bankok súlyos pénzügyi sokkokkal szembesüljenek, miközben csökkenti a központi banki támogatás szükségességét és az eszközök értékének csökkenését a hitelfelvétel miatt.

A kiváló minőségű likvid eszközök iránti kereslet arra ösztönzi a bankokat, hogy olyan portfóliókat tartsanak fenn, amelyek egyensúlyban tartják a kockázatot és a likviditást, ezáltal elősegítve a pénzügyi stabilitást. Az LCR célja, hogy javítsa a bankszektor rövid távú ellenálló képességét a likviditási sokkokkal szemben, és biztosítsa, hogy a bankok rendelkezzenek a szükséges likviditással a potenciális pénzkirámlások fedezésére a piaci stressz időszakában (Du, 2017). Az NSFR ezzel szemben a bank hosszú távú stabilitásának javítására törekszik azáltal, hogy biztosítja, hogy egy éven belül stabil finanszírozási szerkezettel működjön eszközszerkezetéhez és mérlegen kívüli tevékenységeihez képest. Ez az arány biztosítja, hogy a bank hosszú lejáratú eszközeit a finanszírozási források stabil keveréke finanszírozza, például ügyfélbetétek és hosszú lejáratú nagykereskedelmi finanszírozás, a rövid lejáratú finanszírozás túlzott mértékű igénybevétele helyett. A minimális stabil finanszírozási követelmény meghatározásával az NSFR csökkenti a finanszírozási eltérés kockázatát, ami a likviditási hiányok kisebb esélyéhez vezet, és ezáltal csökkenti a vészhelyzeti finanszírozási beavatkozások szükségességét (Gobat et al., 2014). Olyan keretrendszereket kell létrehozni, amelyek azonosítják a rövid és hosszú távú likviditási

kockázatokat, hogy a bankok jobban megbirkózzanak a pénzügyi sokkokkal anélkül, hogy nem veszélyeztetnék a sem fizetőképességüket, sem a tágabb pénzügyi rendszert. Ezek a mutatók a likviditási kockázatok jobb kezelésének ösztönzésével hozzájárulnak a globális bankrendszer stabilitásának javításához (Papadamou et al., 2021). Ezek az intézkedések jelentősen megerősítették a bankok képességét a likviditási zavarok átvészelésére, ezáltal növelve az ágazat általános ellenálló képességét (King, 2013). A Bázeli III átfogó jellege ellenére egyes területek további vizsgálatot igényelnek. A megnövekedett tőkekövetelmények bankok jövedelmezőségére és versenydinamikájára gyakorolt hosszú távú hatása továbbra sem kap kellő figyelmet. Ezenkívül a különböző szabályozási intézkedések közötti kölcsönhatás és azok banki műveletekre gyakorolt kumulatív hatása alaposabb vizsgálatot igényel (Hartlage, 2012). Ahogy a banki környezet folyamatosan fejlődik, fontos megérteni ezeket a dinamikákat a szabályozási keretrendszerek finomítása és a pénzügyi stabilitás hatékony védelme érdekében.

2.1.4. Banki fizetőképesség felügyeleti mechanizmusai

A bankokra általában a felügyeleti hatóságok, például az adott ország központi bankja vagy prudenciális felügyeleti szerve által előírt tőkemegfelelési követelmények vonatkoznak. Ezek a szervek meghatározzák a tőkemegfelelési kritériumokat, amelyeket a bankoknak be kell tartaniuk annak érdekében, hogy elegendő tőkével rendelkezzenek a lehetséges veszteségek fedezésére és a pénzügyi stabilitás fenntartására. Különböző országokban a központi bankok jelentős befolyással bírnak ezen nemzetközi szabályozási keretek, például a Bázeli megállapodások végrehajtásában, amelyek globális tőkekövetelmény-standardokat írnak elő. A standardokat a Bázeli Bankfelügyeleti Bizottság (BCBS) fogalmazza meg, majd az egyes országok központi bankjai vagy pénzügyi szabályozó hatóságai fogadják el, általában a követelményeket a saját pénzügyi rendszerükhöz igazítva (Nicolaidis et al., 2012).

Európában a banki szabályozási környezetet a pénzügyi stabilitást és a nemzetközi standardoknak való megfelelést biztosító robusztus mechanizmusok jellemzik. Az Európai Központi Bank (EKB) központi szerepet játszik ebben a keretrendszerben, különösen az Egységes Felügyeleti Mechanizmus (SSM) keretében. Az SSM felelős az euróövezet legnagyobb bankjainak közvetlen felügyeletéért, biztosítva a Bázeli III szigorú követelményeinek való megfelelést. Ezek a követelmények magukban foglalják a magas tőkeszint fenntartását, a szigorúbb kockázatkezelési gyakorlatok bevezetését és a rendszeres stresszteszt elvégzését a bankok gazdasági sokkokkal szembeni ellenálló képességének felmérésére (Wiemersch, 2011).

Az Európai Bankhatóság (EBA) kiegészíti az EKB erőfeszítéseit azzal, hogy harmonizált megközelítést biztosít a bankok szabályozásában az Európai Unió egész területén. Az EBA technikai standardokat és irányelveket dolgoz ki, amelyek célja, hogy egyenlő versenyfeltételeket teremtsenek az EU-ban működő bankok számára, elősegítve az európai bankpiac stabilitását és integrációját. E hatóság munkájának része a tőkemegfelelési szabályok meghatározása, amelyek meghatározzák a bankok kockázattal súlyozott eszközeikkel szemben tartandó minimális tőkeösszeget. Ez a harmonizáció szükséges a befektetői bizalom és a betétesek védelme érdekében a tagállamokban. EU-tagállamként Magyarországnak is be kell tartania ezeket az európai szabályokat banki szabályainak kialakításakor. A Magyar Nemzeti Bank (MNB) feladata a helyi bankszabályozás, amely előírja számukra a Bázeli Megállapodások és más uniós szabályozások

betartását. Az MNB alapvető szerepet játszik a komplex globális szabályozások helyi kontextusba való átültetésében, ezáltal biztosítva, hogy a magyar bankok megfelelő tőkepufferekkel rendelkezzenek, és prudens kockázatkezelési gyakorlatokat alkalmazzanak. Az MNB ezért szorosan együttműködik az EU intézményeivel, biztosítva az európai irányelvek harmonizációját a magyar bankjoggal. Ez az együttműködés stabillá és ellenállóvá teszi a magyar pénzügyi rendszert a nemzetközi pénzügyi nyomással szemben.

Bár a bankok felelősek azért, hogy tőkéjüket ezen szabályozási követelmények teljesítése érdekében kezeljék, a standardokat nem ők határozzák meg önállóan, hanem külső szabályozó testületek írják elő. Ehelyett be kell tartaniuk a külső szabályozó testületek által előírt irányelveket és előírásokat a fizetőképesség és a pénzügyi stabilitás biztosítása érdekében. Globális kontextusban a különböző kontinensek eltérő megközelítéseket alkalmaznak ezen standardok végrehajtásában. Például, míg az európai országok gyakran szorosan igazodnak a Bázeli Megállapodásokhoz, más régiók módosított verziókat fogadhatnak el, hogy megfeleljenek az egyedi pénzügyi környezetüknek (Flannery & Giacomini, 2015). Mindezek miatt a bankokra vonatkozó tőkemegfelelési standardok a pénzügyi szabályozás kulcsfontosságú elemei, és a központi bankok, valamint a szabályozó ügynökségek jelentős szerepet játszanak ezen standardok meghatározásában és érvényesítésében. Ez a szabályozási keretrendszer elegendő tőkét biztosít a bankoknak a veszteségek elnyelésére, ezáltal védve a pénzügyi rendszer stabilitását és ellenálló képességét a különböző területeken (Bindseil et al., 2004).

2.1.5. Kockázat- és tőkekezelés a befektetési bankoknál

A befektetési bankok magas kockázatú környezetben működnek, ahol számos kockázattal szembesülnek, beleértve a piaci, hitel-, likviditási és működési kockázatokat. Ezen kockázatok megértése és kezelése fontos a pénzügyi stabilitás és a szabályozási megfelelés fenntartásához. A befektetési bankok által tapasztalt kockázatok a következők:

A piaci kockázat jelentős aggodalomra ad okot a befektetési bankok számára, mivel széles körben részt vesznek a kereskedési tevékenységekben, amelyek ki vannak téve a piaci árak, például a kamatlábak, a részvényárak és a devizaárfolyamok ingadozásának. Pénzügyi egészségük és jövedelmezőségük megőrzése érdekében kulcsfontosságú, hogy ezek a szervezetek hatékonyan kezeljék piaci kockázatukat.

A befektetési bankok különböző stratégiákat és pénzügyi eszközöket alkalmaznak a piaci kockázat mérséklésére. Az egyik leggyakrabban használt eszköz a származtatott ügyletek, amelyek magukban foglalják az opciókat, a határidős ügyleteket és a swap ügyleteket. Ezek az eszközök lehetővé teszik a bankok számára, hogy az árak vagy az árfolyamok rögzítésével fedezzék a potenciális veszteségeket, így puffert biztosítva a kedvezőtlen piaci mozgásokkal szemben.

A származtatott ügyletek lehetővé teszik a bankok számára, hogy a kockázatot átruházzák más, a kockázatot vállalni hajlandó felekre, ezáltal csökkentve saját kitétséget (Instefjord, 2005).

A származtatott ügyletek azonban fejlett kockázatkezelési technikákat igényelnek, nemcsak a megfelelő használatuk biztosítása, hanem a kockázatkezelési erőfeszítések veszélyeztetésének elkerülése érdekében is. A Value at Risk, VaR modelleket általában a befektetési bankok használják kereskedési portfólióik potenciális veszteségeinek becslésére egy meghatározott

időhorizonton belül. A Value at Risk (VaR) egy statisztikai mérőszám, amelyet egy adott időszak és egy adott konfidenciaintervallum alatt a potenciális maximális veszteség becslésére használnak, és a bank piaci kockázatra szánt tőkéjét ezen becslés alapján allokalják (Reichert & Shyu, 2003). A befektetési bankok aktívan nyomon követik piaci kockázati kitettségeiket, és alkalmazkodnak a változó piaci körülményekhez. Ide tartozik a stressztesztelés és a forgatókönyv-elemzés, hogy megértsék a portfólióikra gyakorolt potenciális hatást a kedvezőtlen piaci körülmények között. Ez lehetővé teszi a bankok számára, hogy azonosítsák a potenciális sebezhetőségeket, és lépéseket tegyenek a kockázatok proaktív mérséklésére (Majka, 2024). Bár a származtatott ügyletek hatékony eszközök a piaci kockázat mérséklésére, összetettek is, és hatékony kezelésükhöz erős irányítási keretekre van szükség. A befektetési bankoknak biztosítaniuk kell, hogy kockázatkezelési gyakorlatuk összhangban legyen a szabályozási szabványokkal és az iparági legjobb gyakorlatokkal a pénzügyi stabilitás fenntartása és a piaci volatilitás elleni védelem érdekében (Brol et al., 2011).

Összefoglalva, a befektetési bankok piaci kockázatkezelése különböző módszerek kombinációját foglalja magában, mint például a kifinomult pénzügyi eszközök, a kvantitatív modellek és az aktív kockázatmonitorozás. Ezen eszközök és gyakorlatok kihasználásával a befektetési bankok hatékonyan kezelhetik piaci kockázati kitettségeiket, és támogathatják hosszú távú pénzügyi egészségüket (Minton et al., 2009).

A hitelkockázat jelentős aggodalomra ad okot a befektetési bankok számára, mivel egy ügyfél pénzügyi kötelezettségeinek nemteljesítéséből ered. Ez a kockázat különösen jelentős a hitelezési és kereskedési tevékenységekben, ahol a bankok különféle partnereknek, köztük vállalatoknak, kormányoknak és más pénzügyi intézményeknek nyújtanak hitelt. A hatékony hitelkockázatkezelés különféle stratégiákat foglal magában. Ez gyakran a befektetési bankok, mint hitelezők által végzett hitelelemzést jelenti, amely során pénzügyi kimutatásokat, hiteltörténetet és az ügyfél általános pénzügyi helyzetét vizsgálják. Ez lehetővé teszi a nemteljesítés kockázatának felmérését, valamint a megfelelő hitelkeretek és feltételek meghatározását. (Vitzany, 2017). A bankok egy másik módszert alkalmaznak a hitelkudarc kockázatának csökkentésére, mégpedig hitellehetőségeik diverzifikálását. A vállalatok a hitelkudarc kockázatának csökkentésére egy másik módon a hitellehetőségeik diverzifikálását is kínálják. A kockázatdiverzifikáció segítségével a bankok diverzifikálhatják hitelkockázatukat azáltal, hogy kitettségeiket nem egyetlen ágazatra, földrajzi régióra vagy partnertípusra koncentrálnak. A diverzifikáció kiegyensúlyozza a portfóliót és csökkenti a veszteség veszélyét (Khokhlova & Yushina, 2019). Ha a befektetési bankok hiteleket nyújtanak, hitelderivatívákat, például hitel-nemfizetési csereügyleteket (CDS) is használnak a hitelek nemteljesítésének kockázatának fedezésére. A bankok hitelderivatívákon keresztül prémium fejében átruházhatják az adott hitelhez vagy portfólióhoz kapcsolódó hitelkockázatot egy másik félre. A hitelkockázat átruházásával a hitelértékesítés csökkenti a potenciális hitelveszteségek kockázatát, lehetővé téve a bankok számára, hogy aktívabban kezeljék hitelkockázatukat (Mengel, 2007). Ezenkívül a hitelderivatívák, mint például a hitel-nemfizetési csereügyletek (CDS), népszerűvé váltak a hitelkockázat átruházásának és fedezésének eszközeként. Ezek a származtatott ügyletek rugalmasságot biztosítanak a bankok számára kockázati kitettségeik kiigazításában, és lehetővé teszik számukra, hogy a változó piaci körülményekre reagáljanak anélkül, hogy megváltoztatnák alapvető hitelportfólióikat (Minton et al., 2009). A hitelkockázat-kezelés tehát kulcsfontosságú tényező a befektetési banki tevékenységben, amely átfogó képet ad az érintett intézmények

pénzügyi egészségéről és stabilitásáról. Néhány hitelminősítés, a portfóliódiverzifikáció és a hitelderivatívák körültekintő használata azonban segíthet a bankoknak a hitelkockázatoknak való kitettségük kezelésében és a bankok hosszú távú stabilitásának biztosításában a tőkepiacokon.

A likviditási kockázat jelentős kihívást jelent a befektetési bankok számára, mivel azt jelenti, hogy nem tudják teljesíteni a rövid lejáratú pénzügyi kötelezettségeiket az eszközök likvidálásának vagy a finanszírozás megszerzésének nehézségei miatt. Ez a kockázat különösen hangsúlyos a befektetési bankok számára, tekintettel kereskedési műveleteikre és összetett pénzügyi tranzakcióikra, amelyek érzékenyek lehetnek a piaci körülményekre és a likviditási korlátokra. A likviditási kockázat mérésének egy egyszerű módja a következő:

$$\text{Likviditási rés} = \text{Likvid eszközök} - \text{Rövid lejáratú kötelezettségek}$$

Ha a likviditási rés > 0 , a banknak több likvid eszköze van, mint rövid lejáratú kötelezettsége (alacsony likviditási kockázat).

Ha a likviditási rés < 0 , a banknak nehézségei lehetnek a kötelezettségek teljesítésével (magas likviditási kockázat).

A befektetési bankoknak a likviditási kockázat hatékony kezeléséhez robusztus, magas minőségű likvid eszközökből (HQLA) álló pufferre van szükségük. Ezek az eszközök, amelyek jellemzően állampapírokat és készpénztartalékokat tartalmaznak, gyorsan és könnyen készpénzzé alakíthatók a sürgős pénzügyi szükségletek kielégítése érdekében. A HQLA összetétele és megfelelősége kulcsfontosságú annak biztosításához, hogy a bankok ellenálljanak a pénzügyi stressz időszakainak és elkerüljék a finanszírozási hiányokat (Ihrig et al., 2019).

Az eszközeik és kötelezettségeik lejáratának és likviditási profiljának összehangolása érdekében a befektetési bankok más megközelítéseket is alkalmaznak, például az eszköz-forrás kezelési (ALM) stratégiákat. Ez magában foglalja a visszavásárlási megállapodások (repo ügyletek) és a kereskedelmi papírok használatát a rövid távú finanszírozási igények kezelésére és a likviditás biztosítására. Összefoglalva, az ALM segít a bankoknak optimalizálni likviditási pozícióikat azáltal, hogy kiegyensúlyozza a készpénzbeáramlást és -kiáramlást (Choudhry, 2011).

Emellett a felügyeleti és szabályozási keretrendszerek, mint például a Bázeli III likviditási standardok, olyan rendelkezéseket vezettek be, amelyek fokozzák a bankok likviditási sokkokkal szembeni ellenálló képességét. A likviditásfedezeti ráta (LCR) és a nettó stabil forrásellátottsági ráta (NSFR) e szabványok két legfontosabb összetevője, amelyek előírják a bankok számára, hogy elegendő HQLA-val (magas minőségű likvid eszközzel) rendelkezzenek a nettó pénzkiáramlások fedezésére egy 30 napos stresszidőszakban, illetve a stabil finanszírozás fedezésére egy éven keresztül. Ezek a szabályozások a rendszerszintű likviditási kockázat csökkentését és a pénzügyi rendszer stabilitásának előmozdítását célozzák (Reinhardt et al., 2023).

Az LCR célja annak biztosítása, hogy egy bank elegendő magas minőségű likvid eszközökkel (HQLA) rendelkezzen a teljes nettó pénzkiáramlás fedezésére egy 30 napos stresszidőszakban. A képlet a következő:

$$LCR = \frac{\text{magas minőségű likvid eszköz}}{\text{teljes nettó pénzkirámlás (30 nap)}}$$

A legalább 100%-os LCR azt jelenti, hogy a bank elegendő likvid eszközzel rendelkezik a nettó pénzkirámlások 30 napos fedezésére stresszes körülmények között.

Az NSFR célja a hosszabb távú ellenálló képesség előmozdítása azáltal, hogy előírja a bankok számára, hogy stabil finanszírozási profilt tartsanak fenn eszközeik összetételéhez és mérlegen kívüli tevékenységeikhez viszonyítva. A képlet a következő:

$$NSFR = \frac{\text{Elérhető stabil források (ASF)}}{\text{Szükséges stabil források (RSF)}}$$

A legalább 100%-os NSFR azt jelzi, hogy egy bank elegendő stabil finanszírozással rendelkezik eszközeinek egyéves időtávon történő fedezésére.

A befektetési bankoknak diverzifikálniuk kell finanszírozási forrásaikat is, hogy csökkentsék az egyetlen finanszírozási forrástól való függőséget. Ez a diverzifikáció magában foglalja a tőkepiacokhoz való hozzáférést, más pénzügyi intézményektől származó hitelkeretek igénybevételét és a széles befektetői bázissal való jó kapcsolatok fenntartását. Több likviditási forrás birtokában a bankok megbirkózhatnak a piaci zavarokkal, és fenntarthatják az üzletmenet folytonosságát (Ruozi & Ferrari, 2013). A likviditási kockázat kezelése egy kifinomult folyamat, amelyet minőségi likvid források birtoklásával, eszköz-forrás kezelési technikák alkalmazásával, szabályozási irányelvek betartásával és a finanszírozási bázis diverzifikálásával kell megvalósítani. Ezek a módszerek lehetővé teszik a befektetési bankok számára, hogy hatékonyan kezeljék a likviditási kockázatot, és pénzügyi stabilitást biztosítsanak a változó piaci körülményektől függetlenül.

A működési kockázat fontos fókuszterület a befektetési bankok számára, mivel jelentős pénzügyi és reputációs károk merülhetnek fel a nem megfelelő vagy hibás belső folyamatok, rendszerek, személyzet vagy külső események miatt. A befektetési banki műveletek összetettsége robusztus kockázatkezelési keretrendszer igényel ezen kockázatok hatékony kezeléséhez. A működési kockázat kezelése átfogó megközelítést feltételez, amely kvalitatív és kvantitatív értékelési eszközöket is magában foglal. Anderson és munkatársai (2012) szerint a befektetési bankoknak a kockázatazonosítási, -mérési és -ellenőrzési folyamatok átfogó kockázatkezelési stratégiájukba való integrálásával kell felmérniük működési kockázati kitettségeiket. Ez a megközelítés segít a működési kockázati mechanizmusok vizualizálásában és olyan szabályozási keretek kialakításában, amelyek mérsékelhetik ezeket a kockázatokat (Anderson et al., 2012).

A belső kontrollrendszer létfontosságú szerepet játszik a működési kockázatok kezelésében. Ezek a rendszerek magukban foglalják a szabályzatokat és eljárásokat, a feladatok szétválasztását, a hozzáférés-ellenőrzést és a rendszeres ellenőrzéseket a szabályozási szabványoknak való megfelelés biztosítása érdekében. McNulty és Akhigbe (2017) hangsúlyozzák, hogy egy erős belső kontrollrendszer elengedhetetlen a működési kockázatok azonosításához és mérsékléséhez, ezáltal védve a bank pénzügyi stabilitását és teljesítményét (McNulty & Akhigbe, 2017).

A technológiai innováció egy másik fontos tényező, amely befolyásolja a működési kockázatkezelést. Hu és munkatársai (2024) azt vizsgálják, hogy a technológiai fejlesztések

hogyan csökkenthetik és vezethetnek be új működési kockázatokat a bankok számára. A fejlett informatikai megoldások és az adatvezérelt kockázatkezelési eszközök bevezetése javíthatja a bankok azon képességét, hogy hatékonyan figyeljék és reagáljanak a működési kockázatokra (Hu et al., 2024). Továbbá a szabályozási követelmények, mint például a Bázeli Megállapodásokban foglaltak, előírják a befektetési bankok számára, hogy robusztus működési kockázatkezelési gyakorlatokat tartsanak fenn. Ezek a szabályozások előírják a bankok számára, hogy tőkét különítsenek el a működési kockázatokra, és jelentsék kockázati kitettségeiket a szabályozó testületeknek, biztosítva, hogy a bankok megőrizzék működésük integritását és védekezzenek a potenciális pénzügyi veszteségek ellen (Wang et al., 2018).

Végső soron a működési kockázatkezelés a befektetési bankokban egy sokrétű folyamat, amely erős belső kontrollt, technológiai innovációt, szabályozási megfelelést és folyamatos fejlesztési kezdeményezéseket foglal magában. A működési kockázatok hatékony kezelésével a befektetési bankok fokozhatják pénzügyi stabilitásukat, működési hatékonyságukat, és megőrizhetik versenyelőnyüket a pénzügyi szektorban.

2.2. Tőkepuffer és a jövedelmezőség összefüggése

A bankok általában a központi banki szabályozások által előírt minimumnál több tartalékkal rendelkeznek, hogy puffert képezzenek a váratlan veszteségek ellen. Ez a gyakorlat, amelyet „tőkepuffer” fenntartásának neveznek, fontos annak biztosításához, hogy a bankok fizetőképesek maradjanak pénzügyi nehézségek idején. A tőkepufferek olyan kiegészítő tartalékok, amelyeket a bankok a szabályozói minimális tőkeszint, azaz a tőkemegfelelési követelmény felett tartanak. A tőkepufferek fontos szerepet játszanak a bankok pénzügyi sokkokkal szembeni ellenálló képességének biztosításában. Biztonsági hálót biztosítanak, amely elnyeli a veszteségeket, és megakadályozza, hogy a bankok kritikus tőkehiányt érjenek el. Ez a védelem fontos a működési stabilitás, valamint a befektetők és betétesek bizalmának fenntartása érdekében (Bui et al., 2017).

2.2.1. A tőkepufferek számszerűsítése

A tőkepufferek mérése kritikus fontosságú a pénzügyi stabilitás biztosítása érdekében, különösen a nagyobb kitettségű befektetési bankok esetében, mivel összetett pénzügyi piacokon működnek. A kockázattal súlyozott eszközérték (RWA) kritikus fontosságú eleme a tőkepufferek kiszámításának, úgy hogy a puffer összhangban legyen a bank kockázati profiljával. Az RWA kiszámításakor az eszközöket kockázati súlyokkal látják el; például az állampapírokhoz általában alacsony kockázati súly tartozik, míg a vállalati hitelekhez magasabb. Ez a súlyrendszer segít a bankoknak eldönteni, hogy mennyi tőkét kell fenntartaniuk az eszközeiken a veszteségek elnyelésére (Bradley et al., 1991). Az RWA kiszámításának alapvető képlete:

$$RWA = \sum (\text{Eszközérték} * \text{Kockázati súly})$$

Ez a képlet kiszámítja a bank által tartott összes eszköz kockázattal korrigált értékét. A teljes RWA-t ezután a bank tőkemegfelelési mutatójának kiszámításához használják, amely a bank tőkéjének és kockázattal súlyozott eszközeinek aránya. Az olyan szabályozási keretek, mint a Bazel III, előírják a bankok számára, hogy megfeleljenek egy minimális tőkemegfelelési

mutatónak annak biztosítása érdekében, hogy elegendő tőkével rendelkezzenek a veszteségek elnyelésére (Juelsrud & Wold, 2020).

A befektetési bankok számára, amelyek összetettebb és nagyobb kockázatú pénzügyi instrumentumokkal dolgoznak, elengedhetetlen egy robusztus RWA-keretrendszer fenntartása a hatékony kockázatkezelés és szabályozási megfelelés érdekében. A belső minősítésen alapuló (IRB) megközelítés lehetővé teszi a bankok számára, hogy saját belső modelleket alkalmazzanak a kockázati súlyok meghatározására, ezáltal rugalmasságot és nagyobb pontosságot biztosítva kockázati kitettségeik kezelésében (Böhnke et al., 2023). A stressztesztelés alapvető eszköz a banki kockázatkezelésben, amely kedvezőtlen gazdasági forgatókönyvek szimulációjával értékeli a bank ellenálló képességét és meghatározza az esetleges további tőkeigényt. Ez a módszer segít a bankoknak és a szabályozó hatóságoknak megérteni a gazdasági visszaesések, a piaci volatilitás vagy más pénzügyi stresszek lehetséges hatásait a bank pénzügyi helyzetére. A stressztesztelés fő módszerei közé tartozik a makroszintű tesztelés, a felülről lefelé és alulról felfelé irányuló megközelítések, a forgatókönyv-elemzés, valamint a gépi tanulás és fejlett analitikai technikák alkalmazása.

A makroszintű stressztesztelés egy olyan megközelítés, amely a makrogazdasági sokkok bankszektorra gyakorolt hatását értékeli. Gyakran magában foglalja a historikus adatokon és gazdasági előrejelzéseken alapuló forgatókönyvek létrehozását annak felmérésére, hogy ezek a tényezők hogyan befolyásolhatják a bankok tőke- és likviditási pozícióit (Onder et al., 2016). A felülről lefelé irányuló megközelítés esetében a szabályozók egységes stressztesztet alkalmaznak több bankon, standardizált modellek és feltételezések felhasználásával. Ezzel szemben az alulról felfelé irányuló megközelítés lehetővé teszi az egyes bankok számára, hogy stressztesztet végezzenek belső modelljeik segítségével, amelyek testreszabottabb betekintést nyújthatnak a konkrét kockázati profiljaikba (Sorge & Virolainen, 2006). A forgatókönyv-elemzés egy olyan módszer, amely részletes forgatókönyvek kidolgozását foglalja magában, amelyek rögzítik a potenciálisan kedvezőtlen körülményeket, például a jelentős kamatemelést, a GDP csökkenését vagy a súlyos pénzügyi piaci zavarokat. A bankok ezután felmérik ezen forgatókönyvek hatását mérlegükre és eredménykimutatásaikra. Végül a gépi tanulás és a fejlett analitika olyan módszerek, amelyek gépi tanulási technikákat alkalmaznak az előrejelzések és a forgatókönyv-elemzések pontosságának javítása érdekében. Ezek a módszerek nagy adathalmazokat használhatnak fel a minták azonosítására és a stresszforgatókönyvek lehetséges hatásainak hatékonyabb előrejelzésére (Gogas et al., 2018).

Az Európai Bankhatóság (EBA) rendszeres stressztesztet végez a nagyobb európai bankokon, hogy értékelje a pénzügyi sokkokkal szembeni ellenálló képességüket. Ezek a tesztek elengedhetetlenek annak biztosításához, hogy a bankok elegendő tőkepuffert tartsanak fenn a gazdasági visszaesések és a piaci stressz elviseléséhez, ezáltal megvédve az Európai Unió pénzügyi stabilitását. A stressztesztet különféle kedvezőtlen forgatókönyveket szimulálnak, beleértve a súlyos recessziókat és a piaci zavarokat, hogy felmérjék azok lehetséges hatását a bankok pénzügyi helyzetére (Petrella & Resti, 2013).

Az ezekben a tesztekben alkalmazott egyik elsődleges módszertan egy kettős megközelítés, amely a következőket kombinálja: mind felülről lefelé, mind alulról felfelé irányuló elemzéseket alkalmaz. A felülről lefelé irányuló megközelítés egységes stresszteszt alkalmazását jelenti több bankon, standardizált modellek használatával, míg az alulról felfelé irányuló megközelítés

lehetővé teszi a bankok számára, hogy belső modelljeiket használják a testreszabottabb értékelésekhez (Llorent-Jurado et al., 2024). Ez a kettős megközelítés átfogó képet nyújt a bankszektor sebezhetőségeiről.

Az EBA által végzett stressztesztek az idők során fejlődtek, kifinomultabb modelleket és forgatókönyveket tartalmaznak, hogy megragadják a modern pénzügyi piacok összetettségét. Például a legújabb tesztek már az éghajlatváltozással kapcsolatos kockázatokat is figyelembe veszik, ami tükrözi a környezeti tényezők egyre növekvő elismerését a pénzügyi stabilitás kritikus összetevőjeként (Weber, 2024).

Ezeknek a stresszteszteknek az eredményei kulcsfontosságúak az érdekelt felek, köztük a befektetők, a szabályozók és a nyilvánosság számára, mivel betekintést nyújtanak a bankszektor robusztusságába. Azoknak a bankoknak, amelyeknél nem megfelelő tőkepuffereket azonosítottak, korrekciós intézkedéseket kell tenniük, például további tőke bevonásával vagy kockázatkezelési gyakorlatuk fejlesztésével. Ezek az intézkedések segítenek megelőzni a rendszerszintű válságokat, és biztosítják, hogy a bankok a pénzügyi bizonytalanság időszakában továbbra is támogatni tudják a gazdasági növekedést (Gambetta et al., 2019).

Összefoglalva, az EBA stressztesztjei létfontosságú szerepet játszanak az európai bankszektor stabilitásának és ellenálló képességének fenntartásában azáltal, hogy azonosítják a potenciális gyengeségeket, és biztosítják, hogy a bankok felkészüljenek a kedvezőtlen gazdasági körülmények kezelésére.

A tőkemegfelelés belső értékelési folyamata (ICAAP) kulcsfontosságú keretrendszerként szolgál a bankok számára tőkekövetelményeik felméréséhez, összehangolva azokat a kockázati profilokkal és a stratégiai céljaikkal. Ezáltal a szabályozók gyakran vizsgálják felül a megfelelőség és a következetesség biztosítása érdekében. Ez a folyamat magában foglalja a különféle kockázatok, például a hitel-, piaci, működési és likviditási kockázatok alapos értékelését, hogy meghatározza a kedvezőtlen körülményekre való felkészüléshez szükséges tőkeszintet, ezáltal biztosítva az a bank ellenálló képességét (Sivec & Volk, 2021). Az ICAAP keretében a bankoknak össze kell hangolniuk a tőkemegfelelést a stratégiai célokkal, figyelembe véve a hosszú távú ambíciókat és a kockázatvállalási hajlandóságot, így egyesítve a kockázatkezelést a pénzügyi tervezéssel (De Jonghe et al., 2020). A szabályozói felügyelet lehetővé teszi robusztus belső becslések készítését annak megállapítására, hogy a bankok elegendő tőketartalékkal rendelkeznek-e, ami védelmet nyújt az alultőkésítés ellen, és hozzájárul a pénzügyi stabilitás előmozdításához (Agénor & Da Silva, 2012). Ezenkívül az ICAAP stressztesztel való összehangolása lehetővé teszi a kedvezőtlen forgatókönyvek szimulációját, a tőkemegfelelés értékelését a legrosszabb esetekben, valamint a sebezhetőségek és a stratégiai kiigazítások azonosítását (Llorent-Jurado et al., 2024). Az összehangolás kritikus fontosságú a stressztesztek eredményei és a végső tőkepiaci döntés közötti rés áthidalásához, egy integrált kockázatkezelési megközelítés elérése érdekében (Onder et al., 2016). Az ICAAP a prudenciális pénzügyi menedzsment alappillére, amely strukturált eszközt biztosít a bankok számára ahhoz, hogy a tőkestratégiát a kockázatkezeléssel és a szabályozással összhangban tartsák, erősítve a pénzügyi rendszer ellenálló képességét és stabilitását.

A bankok jövőbeni recessziókkal szembeni védelme érdekében az anticiklikus tőkepuffer (CCyB) néven ismert makroprudenciális eszköz megköveteli a bankoktól, hogy magas tőkepuffereket tartsanak fenn a túlzott hitelexpanzió időszakában. A pénzügyi rendszer és a makrogazdasági

változók reakcióit a banki hitelek prociklikusságának csökkentésével igazítja (Benbouzid et al., 2022). A CCyB-ről kimutatták, hogy befolyásolja a banki hitelezés szerkezetét, amint az Svájcban is megfigyelhető, ahol a bankok számára további 1%-os tőkepuffer fenntartását írta elő a kockázatos portfóliókkal szemben (Auer et al., 2022). Ezenkívül a tőkeáttételi mutató, amely a teljes kitettséget az alapvető tőkéhez viszonyítva méri, nem kockázatalapú fedezeti eszközként szolgál, ami fontos a jelentős mérlegen kívüli kitettségekkel rendelkező befektetési bankok számára. Ez a mutató egyszerű, mégis hatékony korlátozást jelent a tőkeáttételre, segítve annak biztosítását, hogy a bankok a teljes eszközeikhez viszonyítva minimális saját tőkét tartsanak fenn (Kalemli-Ozcan et al., 2012). Komplex kereskedési tevékenységeik és piaci kockázataik miatt a befektetési bankoknak erős tőkepufferre van szükségük a bizalom megőrzése és a szigorú szabályozási előírások, például a Bázeli III-nak való megfelelés érdekében. A Bázeli III előírja, hogy a magasabb piaci kockázatú intézményeknek több tőkével kell rendelkezniük a bankrendszer általános rugalmasságának növelése érdekében (Rossignolo et al., 2013). Ez a szabályozás egy további stresszkomponenst tartalmaz a piaci kockázatra vonatkozóan, amely tükrözi az erősebb tőkebázis szükségességét a pénzügyi sokkok elviseléséhez (Drenovak et al., 2017). Ezek az intézkedések együttesen biztosítják, hogy a bankok felkészültebbek legyenek a veszteségek elnyelésére és a működés folytatására pénzügyi nehézségek idején, hozzájárulva a globális pénzügyi rendszer stabilitásához és integritásához.

Az európai központi bankok makroprudenciális politikájuk részeként tőkepufferekre vonatkozó követelményeket írnak elő a bankrendszer stabilitásának és ellenálló képességének elősegítése érdekében. A követelmények a Bázeli III keretrendszert követik, amely előírja a bankok számára a veszteségek elleni védekezés és a pénzügyi nehézségek veszélyének enyhítése érdekében tartandó tőkepufferek láncolatát. A kulcsfontosságú pufferek közé tartozik a tőkemegőrzési puffer (CCB), a kockázattal súlyozott eszközök kötelező 2,5%-a, amelynek célja, hogy lehetővé tegye a bankok számára, hogy tőkepuffereket képezzenek a gazdasági növekedés idején, és azokat stresszes időszakokban lehívják, így fenntartva a tőkemegfelelést a szabályozási minimumok megsértése nélkül (Hessou, 2017). Az anticiklikus tőkepuffer (CCyB) a kockázattal súlyozott eszközök 0% és 2,5%-a között változik, amelyet a makrogazdasági feltételek alapján kiigazítanak a túlzott hitelnövekedés elleni védelem érdekében. Például a COVID-19 válság idején az európai központi bankok a hitelezés és a gazdasági tevékenység támogatása érdekében kiigazították a CCyB-t (Dursun-de Neef et al., 2023). A rendszerszintű kockázati pufferek megkövetelik a rendszerszinten fontos bankoktól, hogy extra tőkét tartsanak a jelentős pénzügyi rendszerrel járó kockázatok enyhítése érdekében (Rendón et al., 2024). Ezek a pufferek a kockázattal való csökkenéséhez és a körültekintőbb hitelezési gyakorlatokhoz vezetnek az európai bankok körében, stabilizálva a pénzügyi rendszert és megvédve azt a rendszerszintű sokkoktól (Cappelletti et al., 2024). Míg ezek a pufferek elsősorban a pénzügyi rendszer rugalmasságának fokozását szolgáló szabályozási eszközök, addig a tőkemegfelelés a bank hosszú távú pénzügyi egészségét és kötelezettségeinek teljesítésére való általános képességét jelzi, amelynek része, de nem kizárólagos eleme a megfelelő tőkeszint fenntartása.

2.2.2. A tőkepuffer és a tőkemegfelelés kapcsolata és integrációja

A tőkepufferek és a tőkemegfelelés kölcsönhatásának megértése elengedhetetlen a kockázatok kezeléséhez és a törvények betartásához. Ez a két elem egy erős tőkestratégia pillére, amely

nemcsak a pénzügyi intézmények napi működését garantálja, hanem hosszú távú fenntarthatóságukat is gazdasági visszaesés idején.

Kiegészítő szerepek: A szavatolótőke és a tőkepufferek kiegészítő, mégis eltérő szerepet játszanak a bankok pénzügyi erejében. Míg a szavatolótőke biztosítja, hogy az intézmények teljesíteni tudják kötelezettségeiket és fizetőképesek maradjanak, a tőkepufferek további védelmet nyújtanak a váratlan veszteségekkel szemben. Mindkettő szerves része a bankok tőkekezelési stratégiájának, és együttesen javítják a pénzügyi sokkokkal és válságokkal szembeni ellenálló képességet. A kutatások azt mutatják, hogy a tőkepufferek jelentősen befolyásolhatják a bankok azon képességét, hogy kezeljék a nemteljesítő hiteleket és fenntartsák a pénzügyi egészséget, ezáltal támogatva a bank általános fizetőképességét (Cicchiello et al., 2022).

Stratégiai jelentőség: A megfelelő tőke és pufferek fenntartása kritikus fontosságú a bankok működési stabilitása, a szabályozási megfelelés és a hírnév szempontjából. Ezek a tényezők befolyásolják a befektetői bizalmat, a hitelminősítéseket és az intézmény azon képességét, hogy növekedési lehetőségeket bontakoztasson ki. A tőke és a pufferek megértésével és hatékony kezelésével a pénzügyi intézmények jobban eligazodhatnak a kockázatkezelés és a szabályozási megfelelés összetettségében, ezáltal biztosítva a hosszú távú stabilitást és sikert. A pufferek beépítése a banki stratégiába lehetővé teszi a kockázatkezelés proaktív megközelítését, különösen gazdasági visszaesések idején, amint azt a pufferek prociklikus viselkedéséről szóló tanulmányok is bizonyítják (Ayuso et al., 2004).

Mindkét szempont hatékony kezelése segíti a bankokat abban, hogy fenntartsák versenylőnyüket a bankszektorban azáltal, hogy egyensúlyt teremtenek a tőkemegfelelési követelmények és a stratégiai növekedési célok között (Carvallo et al., 2015). Például a bankok a hitelkockázatot és a piaci volatilitást a szabályozási minimumok feletti tőkemutatók fenntartásával kezelhetik, ezáltal javítva az intelligens hitelezési és befektetési döntések meghozatalának képességét. Amellett, hogy megerősíti a bankokat a jövőbeli pénzügyi válságokkal szemben, ez a stratégiai tőkekezelés lehetővé teszi számukra, hogy kihasználják az új piaci lehetőségeket és a pénzügyi szektor technológiai fejlődését.

1. táblázat: A tőkemegfelelés és a tőkepuffer összehasonlítása a banki szabályozásban

Fogalom	Tőkemegfelelés	Tőkepuffer
Definíció	Egy bank vagy pénzügyi intézmény azon képessége, hogy eleget tegyen hosszú távú kötelezettségeinek és elnyelje a veszteségeket.	Többlet tőke, amelyet a bankoknak a minimális szabályozói tőke felett kell tartaniuk a váratlan sokkok elnyelésére.
Cél	Biztosítja, hogy az intézmény fenntartsa pénzügyi stabilitását, és hosszú távon fedezni tudja a kötelezettségeit.	Puffert biztosít gazdasági visszaesések vagy pénzügyi stressz esetén a tőkehiány megelőzése érdekében.
Szabályozási követelmény	A bankoknak a Bázeli III. szerint minimális tőkeszintet kell fenntartaniuk (pl. CET1, Tier 1 és teljes tőkemutatók).	A szabályozó testületek olyan puffereket írnak elő, mint a tőkemegőrzési puffer (CCB) és az anticiklikus tőkepuffer (CCyB).
Összetevők	Magában foglalja a szabályozói tőkét (Common Equity Tier 1	A szabályozói minimumokon túli további tőke, például CCB, CCyB

	(CET1), Additional Tier 1 (AT1), Tier 2 tőke).	és rendszerszintű kockázati pufferek.
Hatás a pénzügyi egészségre	Meghatározza, hogy egy bank fizetőképese-e és folytathatja-e a működését.	Növeli az ellenálló képességet, biztosítva, hogy a bank válság esetén is folytatni tudja a hitelezést és elkerülje a szabályozási büntetéseket.

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

2.2.3. A banki tőkemenedzsment jövedelmezőségre gyakorolt hatásának mutatói

A banki tőkemenedzsment központi kérdése, hogy a rendelkezésre álló szavatoló tőkét miként osszák el az egyes üzletágak és termékportfóliók között úgy, hogy a jövedelmezőség és a kockázatvállalás összhangba kerüljön. A nemzetközi szakirodalom egyetért abban, hogy a pusztán számviteli alapú mutatók nem alkalmasak erre a feladatra, ezért a kilencvenes évektől kezdve a kockázatra korrigált teljesítménymérési rendszerek (Risk-Adjusted Performance Measurement – RAPM) váltak meghatározóvá a banki gyakorlatban. E körbe tartoznak a RAROC (risk-adjusted return on capital), a RORAC (return on risk-adjusted capital), a RARORAC (risk-adjusted return on risk-adjusted capital), valamint az EVA (economic value added), amelyek eltérő nézőpontból ragadják meg a tőkehatékonyság és a profitabilitás kapcsolatát (Kang & Poshakwale, 2019; Chapelle et al., 2008; Engelmann & Pham, 2020a, 2020b; Kraus, 2013).

A RAROC a legelterjedtebb mutató, amely a gazdasági tőkéhez viszonyított kockázatra korrigált nyereséget fejezi ki. Alapvető erőssége, hogy közvetlen kapcsolatot teremt a hitelezés, a díjbevételek és a kockázati költségek között, ezáltal lehetővé teszi a termék- és üzletági szintű árképzést. Engelmann & Pham (2020a, 2020b) részletesen bemutatja, miként alkalmazható a RAROC többperiódusú keretrendszerben, ahol a várható veszteség (EL), a céltartalékok és a tőkekövetelmények időbeli alakulása is figyelembe vehető. Ezáltal a mutató nemcsak pillanatnyi teljesítményt, hanem hosszabb távú jövedelmezőségi perspektívát is ad. Hasonló következtetésre jut Chapelle és munkatársai (2008) is, akik az operációs kockázat aktív menedzsmentjén keresztül igazolják, hogy a kockázatsökkentő beruházások a RAROC javulásán keresztül közvetlenül hozzájárulhatnak a banki profitabilitáshoz. A RORAC a hozamot a kockázatra igazított tőkéhez méri és elméleti helytállósága akkor biztosított, ha a tőkeallokáció az Euler-elv alapján történik. Az ilyen, úgynevezett RORAC-kompatibilis allokáció biztosítja azt, hogy ha egy üzletág rész-RORAC mutatója meghaladja a portfólió egészének értékét, akkor súlyának növelése a teljes bank eredményét is javítja (Frei, 2020). A szakirodalom ugyanakkor rámutat arra is, hogy a kockázat különálló mérésére és allokálására építő megközelítés torzításokat hordozhat, ezért újabb kutatások a kockázat-aggregáció és a tőkeallokáció holisztikus kezelését javasolják (Chong et al., 2023). A RARORAC terminológiailag annyiban jelent többletet, hogy a hozamot és a tőkét egyaránt kockázatra igazítja, így szigorúbb követelményeket támaszt a számítás során. Bár nagymintás empirikus vizsgálatok ritkábbak, a mutató megjelenik a banki szakirodalomban, főként a RAROC pontosításaként és a gazdasági tőke beépítésének hangsúlyozására (Engelmann & Pham, 2020b; Verhoef, 2005).

Az EVA ezzel szemben a részvényesi értékteremtés mérésére épülő „*residual income*” mutató, amely a nettó működési eredményt veti össze a befektetett tőke tőke költségével (Faiteh & Mohammed, 2023). Banki környezetben különösen érzékeny a WACC meghatározására és a tőke definíciójára (számviteli vagy gazdasági), ezért a szakirodalom egyre inkább az EVA és a RAROC összekapcsolását javasolja. Kraus (2013) például egységesítő keretet mutat be, amelyben az EVA és a RAROC ugyanazon cash-flow logika mentén értelmezhető, míg Behera (2020) tanulmányban empirikusan is igazolja, hogy az EVA bizonyos feltételek mellett képes magyarázni a saját tőke piaci értékét. A tőkemenedzsment és a profitabilitás kapcsolatát a szabályozói környezet is alapvetően meghatározza. Zheng és munkatársai (2017) Dél-Ázsiában végzett elemzése alapján a magasabb tőkearány csökkentheti a közvetítés költségét és növelheti a profitabilitást, míg Schreiber (2024) az Egyesült Államokban kimutatták, hogy a bevételek diverzifikációja eltérő hatást gyakorol a jövedelmezőségre és a tőkekövetelményekre a bank méretétől függően. Fiordelisi (2010) európai bankok vizsgálata alapján pedig a részvényesi értékteremtés szoros összefüggést mutat a tőkehatékonysággal és a kockázatmenedzsmenttel.

Megfogalmazható, hogy a kockázatra korrigált teljesítménymutatók alkalmazása nélkülözhetetlen a banki tőkemenedzsment jövedelmezőségi értékeléséhez. A RAROC és a RORAC a mindennapi üzleti döntésekhez nyújtanak támpontot, a RARORAC a fogalmi tisztaságot biztosítja a gazdasági tőke figyelembevételével, míg az EVA a részvényesi értékteremtés dimenzióját teszi mérhetővé. A legjobb gyakorlat az lehetne, ha a mutatók egymással összehangoltan kerülnek alkalmazásra. A portfólió szintjén Euler-alapú tőkeallokációval és RAROC-vezérelt árképzéssel, stratégiai szinten pedig EVA-alapú értékeléssel. Ez a megközelítés teszi lehetővé, hogy a bankok egyszerre feleljenek meg a szabályozói tőkekövetelményeknek, optimalizálják a kockázatvállalást és tartós részvényesi értéket teremtsenek (Kang & Poshakwale, 2019; Kraus, 2013; Engelmann & Pham, 2020a, 2020b). Ugyanakkor ez a megközelítés komplexnek és kevésbé tekinthető dinamikusnak a banki környezetben.

2.2.4. Banki tőkemenedzsment és jövedelmezőség

A banki tőke nagysága és a jövedelmezőség közötti kapcsolat összetett és sokszor ellentmondásos eredményeket mutat a szakirodalomban. A magasabb saját tőke arány (erősebb tőkemegfelelés) biztonságosabb bankot jelent, de csökkentheti a ROE-t, mivel ugyanazon nyereség nagyobb tőke bázison oszlik meg. A nagyobb tőkeállománnyal rendelkező bankok óvatosabb üzletpolitikát folytatnak, ami csökkenti a kockázatot, de a profitlehetőségeket is korlátozza. Egy európai banki minta alapján a Tier 1 tőkemutató növekedése szignifikánsan rontotta a bankok eredményességét, azaz a nagyobb tőke, bár fontos a stabilitáshoz, a profitabilitás visszafogásával járt (Blaga et al., 2024). Hasonlóan, Tran és munkatársai (2016) az amerikai bankpiacon nemlineáris kapcsolatot azonosítottak, egy bizonyos szint felett a több tőke már csökkenti a nyereségességet, míg alacsony tőkeszintnél a tőke növelése javítja a profitot. Ez arra utal, hogy létezhet egy optimális tőkeszint. Le és munkatársai (2020) ausztrál és brit bankokon végzett vizsgálata szerint valóban megfigyelhető egy optimális tőkearány, amelynél a bankok teljesítménye a legjobb, ez az optimális sajáttőke-arány megközelítőlegesen a Basel III által előírt minimumokkal esik egybe. Ugyanakkor az átlagos tendenciák azt mutatják, hogy a szigorúbb tőkemegfelelési szabályok önmagukban nem növelték a bankok ROE-jét, sőt sok esetben a nyereségesség stagnálását vagy csökkenését eredményezték (Le et al., 2020).

Egyes kutatások szerint a jobban kapitalizált bankok kevésbé szorulnak drága külső forrásokra, ami alacsonyabb finanszírozási költségeket és stabilabb nyereséget jelent. Például egy angolai bankrendszeren végzett panelelemzés azt találta, hogy a magasabb sajáttőke-arány javítja a bankok eszközarányos nyereségét (ROA) és a nettó kamatmarzsot, mivel az erősebb tőkehelyzet csökkenti a külső finanszírozástól való függést. Ugyanebben a vizsgálatban azonban a tőke arány növekedése nem vezetett szignifikáns ROE-emelkedéshez, ami arra utal, hogy a részvényesi megtérülés közvetlen javítása korlátozott maradt a tőke bővítése által (Cangombe et al., 2025). Több nemzetközi elemzés is kimutatta, hogy a magas tőkemutató javíthatja a bankok megítélését és stabilitását, ami hosszú távon a profitabilitásban is pozitívan jelenhet meg (O’Connell, 2023; Saif-Alyousfi, 2022). Molyneux és Thornton (1992) tanulmánya európai bankokon már jelezte, hogy a jobb tőkeellátottságú bankok nyereségesebbek lehetnek, részben mert tőkeerősségük javítja hírnevüket és bizalmi megítélésüket a piacon. Ugyanakkor más tanulmányok negatív hatást találtak, Hersugondo és munkatársai (2021) eredményei szerint a tőkemegfelelési mutató növekedése szignifikánsan rontotta az indonéz bankok teljesítményét. Összefoglalva, a tőke és jövedelmezőség kapcsolatára nincs egyértelmű, minden mintára igaz törvényszerűség. Erősen függ a gazdasági ciklustól, a bank kockázati profiljától és egyéb tényezőktől. Egyes elemzések szerint U-alakú vagy küszöbérték-függő kapcsolat áll fenn, a tőke emelése egy ideig növeli a stabilitást és ezzel közvetve a profitot, de egy pont után a többlet tőke alacsony kihasználtsága már lehúzza a ROE-t (Tran et al., 2016). Egy átfogó európai elemzés gépi tanulás segítségével azonosította a banki üzleti modellek és a profitabilitás kapcsolatát és azt találta, hogy a hagyományos, lakossági betétekre és hitelezésre építő (retail-orientált) üzleti modell érte el a legmagasabb ROE szintet, míg a nem specializált, vegyes profilú bankok voltak a legkevésbé jövedelmezőek. A specializáció hiánya, azaz az univerzális banki modell, gyenge profitabilitáshoz vezethet, feltehetően a komplexitás és a fókuszáltság hiánya miatt (Bolívar et al., 2023).

A digitális bankok (neobankok) és fintech-orientált üzleti modellek esetén külön is érdemes megvizsgálni a tőke és jövedelmezőség viszonyát. Az utóbbi években számos teljesen digitális működésű bank jelent meg, amelyek üzleti modellje eltér a hagyományos bankokétól. Jellemző rájuk a magas technológiai beruházás, a fiókhálózat hiánya és sokszor az agresszív növekedési stratégia, amely kezdetben a profitabilitás rovására megy. Empirikus megfigyelések szerint a tisztán digitális bankok induláskor gyakran alacsony vagy negatív ROE-vel működnek, mivel a nagy IT-fejlesztési költségek és ügyfélszerzési ráfordítások terhelik eredményüket. A digitális transzformáció kezdetben tehát rontja a bank pénzügyi teljesítményét (csökkenő ROA és ROE mutatókkal), de miután a nagy kezdeti költségeket leírják, hosszabb távon támogatja a nyereségességet (Nguyen-Thi-Huong et al., 2023). Fontos kiemelni, hogy a digitális bankok is kötelesek megfelelni a tőkemegfelelési előírásoknak, így tőkeoldalon nincs könnyítés számukra, ugyanakkor a kockázati profiljuk eltérő lehet (pl. kevesebb hagyományos hitelkockázat, több fintech partneri kockázat). Az Európai Központi Bank elemzése szerint a nagy digitalizációs hullám elején a neobankok lényegesen alacsonyabb ROE-t értek el, mint a hagyományos bankok, bár ebben szerepet játszott az is, hogy sok közülük még a piacszerzés fázisában volt, nem pedig a profitmaximalizálásban (Shanti et al., 2023). Az üzleti modell és a tőkemenedzsment kölcsönhatását a bankok stratégiai döntései is formálják. Például a diverzifikált nagybankok gyakran a tőke egy részét fintech cégek felvásárlására használják, hogy versenyképességüket növeljék. Kutatások szerint az ilyen stratégiai döntésekben is az üzleti modell a meghatározó, a sok lábon álló, diverzifikált és befektetési tevékenységet is folytató bankok hajlamosabbak az új

technológiák felvásárlására, míg a tisztán hagyományos modellű bankok óvatosabbak (Alfhaili et al., 2025). Ez közvetve a jövedelmezőségre is hatással lehet, hiszen a fintech integráció sikeressége befolyásolja a jövőbeni bevételeket és a tőke megtérülését. Megfogalmazható, hogy nincs univerzálisan elfogadott üzleti modell a magas ROE eléréséhez, a kereskedelmi bankok stabilabb, gyakran magasabb bázis-ROE-t tudnak fenntartani, míg a befektetési és univerzális bankok ROE-ja ciklikusabb és tőkeérzékenyebb lehet. A digitalizáció pedig új kihívásokat és lehetőségeket hozott, amely átmenetileg csökkentheti, hosszabb távon azonban növelheti a bankok jövedelmezőségét megfelelő tőkemenedzsment mellett (Shanti et al., 2023).

A 2020-as évekre jellemző új kihívás, hogy a COVID-19 válság után és a Basel III/IV szabályok hatására a bankok profitabilitása szerényebb lett Európában. A Basel IV előírások várható hatásait szimuláló kutatás például azt találta, hogy a szigorúbb tőke megfelelési követelmények rövid távon csökkenthetik a bankok teljesítményét (pl. ROE-jét), hosszabb távon viszont a nagyobb tőke buffer hozzájárul a fenntarthatóbb nyereségességhez (Oyetade et al., 2021). Ez rámutat arra, hogy a tőke és jövedelmezőség kapcsolatát érdemes dinamikusan, időtáv szerint vizsgálni.

2.3. Hiányosságok az irodalomban

Számos tanulmány kimutatta, hogy a bankok nem minden esetben képesek megfelelően kezelni az összes kockázatot a központi bankok által meghatározott tőke megfelelési mutatókkal és pufferekkel kapcsolatban. A tőke követelmények és a banki likviditáskezelés közötti összetett kapcsolatot emeli ki Andersen és Juelsrud (2024) optimális tőke megfelelési mutatóról szóló tanulmánya is. Rávilágítanak arra, hogy bár a tőke megfelelési mutató fontos szabályozási eszköz annak biztosítására, hogy a bankok elegendő tőkével rendelkezzenek a potenciális veszteségek fedezésére, önmagában nem alkalmas a likviditási kockázatok teljes körű kezelésére. A tanulmány kiemeli, hogy a likviditási problémák, különösen pénzügyi válságok idején, súlyosbíthatják a fizetőképességi problémákat, mivel a nem megfelelő likviditással rendelkező bankok nehezen tudják teljesíteni rövid lejáratú kötelezettségeiket. Azt javasolják, hogy a szabályozási keretrendszernek tartalmaznia kellene egy tőke megfelelési mutatót, valamint mikrolikviditási intézkedéseket annak biztosítása érdekében, hogy a bankok felkészültek legyenek a veszteségek elnyelésére, miközben a váratlan likviditási nyomást kezelik. A tanulmány kiemeli a likviditási hiányokkal kapcsolatos rendszerszintű kockázatokat, amelyek makrogazdasági instabilitáshoz vezethetnek, ha a bankok likviditási válságba kerülnek. A bankok jövőbeni pénzügyi zavarokra való jobb felkészülése érdekében azt javasolják, hogy a szabályozók és a politikai döntéshozók rangsorolják a likviditáskezelési folyamatokat, és építsék be a likviditásspecifikus kihívásokat a forgatókönyv-tervezésbe és a stressztesztelésbe. A kutatások azt mutatják, hogy az erős likviditáskezelési folyamatokkal rendelkező bankok jobban ellenállnak a piaci volatilitásoknak vagy a gazdasági visszaeséseknek. Andersen és Juelsrud (2024) kutatása meggyőző érveket hoz fel amellet, hogy a banki szabályozásban újra kell gondolni a kizárólagos tőke megfelelésre való hagyományos fókusz. Ehelyett egy holisztikusabb megközelítésre van szükség, amely a tőke és a likviditás szoros kapcsolatát figyelembe véve integrálja a likviditáskezelést is a szabályozási keretrendszerbe a pénzügyi stabilitás hatékonyabb biztosítása érdekében (Andersen & Juelsrud, 2024).

Bankok fizetőképességi kockázata és finanszírozási költségei: Aldasoro és munkatársai (2022) tanulmánya a bankok fizetőképességi kockázata és a finanszírozási költségek közötti bonyolult kapcsolatot vizsgálja¹, kiemelve, hogy a szabályozói tőkemutatók, bár alapvető fontosságúak, nem tükrözik kellő pontossággal a finanszírozási költségek dinamikus és összetett jellegét, ami jelentősen súlyosbíthatja a fizetőképességi kockázatokat. Ez a koreai bankok adatait felhasználó kutatás azt mutatja, hogy a finanszírozási költségek nem állandóak, és a különböző piaci körülményektől és a bankspecifikus tényezőktől függően ingadozhatnak, ami befolyásolja a bank általános pénzügyi stabilitását. A szerzők hangsúlyozzák, hogy a fizetőképességi kockázat nem függ össze szorosan a finanszírozási költségekkel, mivel a magas finanszírozási költségek ronthatják a bank jövedelmezőségét és tőketartalékait, növelve a csőd kockázatát. Ez a tényező a bank tényleges fizetőképességének torz értékeléséhez vezethet, mivel a fizetőképesség kockázata és a finanszírozási költségek közötti kölcsönhatás egy visszacsatolási mechanizmust indíthat el: a magasabb költségek növelik a kockázatot, ami viszont tovább emeli a finanszírozási költségeket. A tanulmány azt javasolja, hogy a bankoknak átfogóbb kockázatkezelési stratégiákat kellene alkalmazniuk, amelyek figyelembe veszik a finanszírozási költségek potenciális ingadozását, valamint erős tőkepuffereket kellene fenntartaniuk. Ez a megközelítés magában foglalná a piaci körülmények szoros nyomon követését, a finanszírozási költségek ingadozását figyelembe vevő stresszteszt alkalmazását, valamint vészhelyzeti tervek kidolgozását a megnövekedett finanszírozási nyomás időszakaira. Ezáltal a bankok jobban előre tudják jelezni és mérsékelni a finanszírozási költségek változékonyságával járó kockázatokat, ezáltal növelve általános ellenálló képességüket és stabilitásukat a pénzügyi bizonytalanságokkal szemben (Aldasoro et al., 2022).

Tőkehiány azonosítása: Tsagkarakis és munkatársai (2021) által végzett tanulmány mélyebben beleássa magát a banki tőkehiány azonosításának összetettségébe, azzal érvelve, hogy a hagyományos tőkemegfelelési intézkedések önmagukban nem képesek megfelelő védelmet nyújtani a potenciális pénzügyi sebezhetőségekkel szemben. Javaslatot tesznek egy többkritériumos döntéstámogató rendszer (MCDSS) kidolgozására és bevezetésére a gyenge bankokkal kapcsolatos kockázatok jobb azonosítása és kezelése érdekében. Ez a kifinomult rendszer különféle pénzügyi mutatókat és kvalitatív tényezőket integrál, hogy átfogóbb értékelést nyújtson egy bank állapotáról. A szerzők kiemelik, hogy a hagyományos mutatók, mint például a tőkemegfelelési mutató, gyakran csak a tőketartalékok mennyiségi mutatóit veszik figyelembe, miközben figyelmen kívül hagyják az olyan kulcsfontosságú tényezőket, mint a működési kockázatok, a piaci körülmények és a vezetői hozzáértés. Több kritérium beépítésével az MCDSS mélyebb megértést nyújthat egy bank kockázati kitettségéről, lehetővé téve a tőkehiány pontosabb előrejelzését. E technológia használatával a bankok proaktívan azonosíthatják sebezhetőségeiket, és célzott stratégiákat hajthatnak végre a kockázatok enyhítésére. A kockázat jobb kezelése érdekében egy alacsony minőségű bank például javíthatja működési hatékonyságát, diverzifikálhatja eszközportfólióját, vagy megerősítheti vállalatirányítási gyakorlatát. A szerzők úgy vélik, hogy a fejlett elemzések és az adatvezérelt betekintések felhasználásával a bankok túlléphetnek a kockázatkezelés egységes paradigmáján. Ez a személyre szabott megközelítés biztosítja, hogy a bankok ellenállóbbak legyenek a gazdasági sokkokkal és a piaci volatilitással

¹ A finanszírozási költség azokat a költségeket jelenti, amelyeket egy bank vagy pénzügyi intézmény a hitelezéshez vagy befektetéshez szükséges források megszerzése során visel. Ez magában foglalhatja a betétekre vagy kölcsönökre fizetett kamatokat, a hitelek vagy más pénzügyi eszközök megszerzésével kapcsolatos díjakat, valamint a tőke biztosításával kapcsolatos egyéb költségeket.

szemben, ami végső soron hozzájárul a bankszektor nagyobb pénzügyi stabilitásához. Továbbá az ilyen rendszerek bevezetése segítheti a szabályozó hatóságokat felügyeleti szerepükben azáltal, hogy részletes információkat nyújt számukra az egyes bankok által jelentett rendszerszintű kockázatokról (Tsagkarakis et al., 2021).

Szolvencia szabályozás és kockázatkezelés: Rochet kutatása kritikai elemzést nyújt a bankcsődök megelőzésében kizárólag a szolvencia szabályozásra való támaszkodás korlátairól, hangsúlyozva a kockázatkezelés átfogó megközelítésének szükségességét, amely hatékonyan kezeli mind a váratlan eseményeket, mind a rendszerszintű kockázatokat. A szolvencia szabályozás általában annak biztosítására irányul, hogy a bankok bizonyos szintű tőkepuffert tartsanak fenn a potenciális veszteségek elnyelésére, ezáltal védve fizetőképességüket. Rochet azonban azzal érvel, hogy ezek a szabályozások, bár szükségesek, nem veszik kellőképpen figyelembe a pénzügyi piacok kiszámíthatatlanságát és a bankok és más pénzügyi intézmények közötti összetett kapcsolatok hálóját. A szolvencia szabályozás egyik fő korlátja a visszatekintő jellege; elsősorban múltbéli és a múltbeli pénzügyi válságokon alapszik. Ez a visszatekintő megközelítés sebezhetővé teheti a bankokat az új típusú kockázatokkal szemben, amelyek a piaci dinamika változásai, a technológiai fejlesztések vagy a geopolitikai események miatt merülhetnek fel. Rochet azt javasolja, hogy a bankok olyan előretekintő kockázatkezelési gyakorlatot alkalmazzanak, amely stressztesztelést és forgatókönyv-elemzést is magában foglal a potenciális kihívások előrejelzése és az azokra való felkészülés érdekében. Továbbá a szolvencia szabályozás gyakran nem kezeli a pénzügyi intézmények összekapcsolódásából eredő rendszerszintű kockázatokat. Egyetlen bank csődje dominóhatást válthat ki, ami széles körű instabilitáshoz vezethet a pénzügyi rendszerben. Rochet kiemeli a kockázatkezelési keretrendszerek bevezetésének fontosságát, amelyek figyelembe veszik az egyes banki intézkedések rendszerszintű hatásait, elősegítve a bankok közötti együttműködést és információmegosztást a kockázatok enyhítése érdekében. Az átfogó kockázatkezelési gyakorlatok és a meglévő fizetőképességi szabályozás integrálásával a bankok növelhetik ellenálló képességüket a belső és külső sokkokkal szemben. Ez a megközelítés nemcsak a megfelelő tőkepufferek fenntartását foglalja magában, hanem a likviditáskezelési, a működési kockázatértékelési és az irányítási struktúrák fejlesztését is. Emellett Rochet a banki alkalmazottak folyamatos képzését és fejlesztését szorgalmazza annak biztosítása érdekében, hogy felkészültek legyenek a felmerülő kockázatok hatékony azonosítására és kezelésére. Összefoglalva, bár a szolvencia szabályozások a pénzügyi felügyelet fontos elemei, Rochet kutatása kiemeli, hogy ezeket robusztus, adaptív kockázatkezelési stratégiáknak kell kiegészíteniük, amelyek képesek alkalmazkodni a változó pénzügyi környezethez, és kezelni a bankszektorban jelen lévő kockázatok sokféleségét (Rochet, 1999).

Ezek a tanulmányok arra utalnak, hogy bár a tőkemegfelelési mutatók fontosak, egy nagyobb kockázatkezelési terv részét kell képezniük, amely más intézkedéseket is tartalmaz, mint például a likviditáskezelés, a diverzifikáció és az adaptív intézkedések, hogy hatékonyan lehessen kezelni egy összetett kockázati környezetet. Ez az átfogó megközelítés szükséges a bankok hosszú távú stabilitásának és ellenálló képességének biztosításához a folyamatosan változó pénzügyi környezetben.

2. táblázat: Empirikus és elméleti kutatások áttekintése a banki tőke megfelelésről és tőkekövetelményekről

Szerzők	Cél	Módszerek	Eredmények
Hendricks & Hirtle (1997) Bank capital requirements for market risk: The internal models approach	A tanulmány fő célja a belső modellek hatékonyságának felmérése volt a tőkekövetelmények becslésében, különösen a piaci kockázatok esetében. A tanulmány célja annak megértése volt, hogy ezek a modellek hogyan tudják összehangolni a tőkekövetelményeket a bankok tényleges kockázati kitettségeivel.	Belső modell megközelítés: A tanulmány azokra a bankokra összpontosított, amelyek saját kockázatkezelési modelljeiket használták a piaci kockázat tőkekövetelményének kiszámításához. Ez ellentétben állt a szabályozók által előírt standardizált megközelítéssel. Modellértékelés: A kutatás során különböző belső modelleket értékelték abból a szempontból, hogy mennyire képesek megfelelően megragadni a piaci ingadozásokhoz kapcsolódó kockázatokat. Ez magában foglalta a modellek feltételezéseinek, bemeneteinek és kimeneteinek értékelését. Szimuláció és stressztesztelés: A tanulmány szimulációkat és stressztesztelést is magában foglalt, hogy meghatározza a belső modellek teljesítményét különböző piaci körülmények között. A cél a modellek robusztusságának és megbízhatóságának megértése volt.	Összhang a kockázati kitettséggel: A tanulmány kimutatta, hogy a belső modellek hatékonyan igazítják a tőkekövetelményeket a bankok tényleges kockázati kitettségéhez. Ez a kiigazítás azért volt fontos, hogy a tőkepufferek se túl magasak (ami gazdaságosan hátrányos lenne), se túl alacsonyak ne legyenek (ami potenciális fizetéseképtelenség esetén veszélyt jelentene). Szabályozási következmények: A belső modellek sikeres alkalmazása a piaci kockázatok pontos értékelésében szakmai vitát indított el, és hozzájárult ahhoz, hogy a Bázeli szabályozás elfogadja ezeket a modelleket. Ez lehetővé teszi a bankok számára, hogy potenciálisan csökkentsék tőkekövetelményeiket, ha jó kockázatkezelési gyakorlatot mutatnak be. Rugalmasság és testreszabhatóság: A belső modellek rugalmasságot biztosítanak a bankoknak abban, hogy portfóliójuk és kockázati profiljuk alapján testre szabják kockázati feltételezéseiket. Ezt a

			testreszabást jelentős előnynek tekintették a standardizált megközelítésekkel szemben.
Kim & Hardy (2009) A capital allocation based on a solvency exchange option.	A tanulmány célja egy olyan tőkeallokációs módszertan kidolgozása, amely hatékonyan integrálja a pénzügyi intézmények kockázati jellemzőit. Azáltal, hogy a tőkekövetelményeket az opciókhoz hasonlóan kezeli, a keretrendszer strukturált megközelítést kíván biztosítani a tőkekövetelmények meghatározásához, különösen olyan helyzetekben, amikor a hagyományos kockázati mutatók nem képesek megragadni egyes pénzügyi eszközök összetettségét.	Opcióárazási keretrendszer: Ez a megközelítés opcióárazási elveket használ a tőkeallokáció modellezésére. Ebben a megközelítésben a potenciális veszteségeket az opciós kifizetésekhez hasonlóan kezelik, lehetővé téve a tőkeszükséglet dinamikus értékelését. Kockázat-hozam dinamika: Opció árképzési modellek használatával a tanulmány figyelembe veszi a pénzügyi kockázatok aszimmetrikus jellegét, ami különösen hasznos az összetett kockázati profilú eszközök esetében. Szimuláció és kalibráció: Ez a keretrendszer szimulációk futtatását foglalja magában a modell valós pénzügyi adatokkal történő kalibrálására. Ez biztosítja, hogy a modell pontosan tükrözze a kockázati jellemzőket és az intézményekre gyakorolt lehetséges pénzügyi hatásokat.	Strukturált tőkeallokáció: Az opcióárazási keretrendszer strukturált módszert biztosít a tőkekövetelmények meghatározására. Ez a megközelítés összhangba hozza a tőkeallokációt az intézmények pénzügyi jellemzőivel és kockázati profiljával, javítva ezzel a pontosságot és a relevanciát. Alkalmazás összetett helyzetekben: Ez a megközelítés különösen hasznosnak bizonyult bonyolult pénzügyi eszközök esetén, ahol a hagyományos modellek gyakran nem nyújtanak megfelelő értékelést. Lehetővé teszi, hogy az intézmények jobban igazítsák tőkemenedzsmentjüket a valós kockázatokhoz. Szabályozási és gyakorlati következmények: A tanulmány javasolta, hogy a szabályozási keretrendszerek építsenek be ilyen fejlett módszereket a pénzügyi stabilitás és a kockázatkezelés javítása érdekében.
Pitselis (2009) Solvency supervision	A tanulmány elsődleges célja egy teljes mérlegalapú megközelítés	Teljes mérlegelemzés: Ez a megközelítés magában foglalta mind az eszközök, mind a	Jobb kockázatmegértés: A teljes mérlegen alapuló megközelítés alkalmazásával a

based on a total balance sheet approach	kidolgozása és értékelése volt a szolvenciafelügyelet terén, különösen a biztosítási szektorban. Ez a megközelítés holisztikusabb képet kívánt nyújtani egy intézmény pénzügyi helyzetéről azáltal, hogy a teljes mérleget figyelembe veszi, ahelyett, hogy csak az egyes összetevőkre összpontosítana. A cél a tőkekövetelmény értékelések pontosságának és megbízhatóságának növelése volt annak biztosítása érdekében, hogy az intézmények megfelelő fizetőképességi szintet tartsanak fenn.	kötelezettségek átfogó értékelését az intézmény általános fizetőképességi helyzetének felmérése érdekében. Kockázatértékelési technikák: Különböző kockázati tényezőket, beleértve a piaci, hitel- és működési kockázatokat, elemeznek a mérlegre gyakorolt hatásuk meghatározása érdekében. Matematikai modellezés: Fejlett matematikai modelleket alkalmaztak különböző pénzügyi forgatókönyvek szimulálására és a mérleg stressztesztelésére különböző körülmények között.	tanulmány mélyebb megértést nyújtott a pénzügyi intézményeket érintő összetett kockázatokról. Ez a módszer lehetővé tette a potenciális sebezhetőségek jobb azonosítását és kezelését. Pontosabb szolvenciaértékelés: Az átfogó elemzés lehetővé tette a tőkeszükségletek pontosabb előrejelzését, ezáltal hozzájárulva ahhoz, hogy az intézmények még kedvezőtlen piaci környezetben is fenn tudják tartani fizetőképességüket. Szabályozási ajánlások: A tanulmány azt javasolta, hogy a szabályozó hatóságok alkalmazzanak teljes mérlegalapú megközelítést a szolvenciafelügyelet megerősítése érdekében. Ez magában foglalná a jelenlegi szabályozások felülvizsgálatát annak érdekében, hogy azok lefedjék a pénzügyi stabilitást befolyásoló valamennyi kockázati tényezőt.
Tsai & Chen (2011) The calculation of capital requirement using Extreme Value Theory	A tanulmány elsődleges célja az volt, hogy feltárja a szélsőérték-elmélet (EVT) alkalmazását a szélsőséges kockázatok becslésében és a hitelkockázatra vonatkozó tőkekövetelmények	Szélsőérték-elmélet (Extreme Value Theory - EVT): Az EVT egy statisztikai megközelítés, amelyet a rendkívüli piaci események kockázatának modellezésére és mérésére használnak. A tanulmány ezt alkalmazta ritka, de	Pontos szélsőséges kockázati becslés: Az EVT hatékonynak bizonyult a hiteleseményekhez kapcsolódó szélsőséges kockázatok pontos becslésében. Ez lehetővé tette a potenciális extrém veszteségek fedezéséhez

	meghatározásában. A kutatók azt kívánták bemutatni, hogy az EVT hogyan nyújthat pontosabb kockázatértékelést a rendkívüli hitelesemények esetében, amelyek a hagyományos kockázati modellekben gyakran alulreprezentáltak.	súlyos hitelveszteségek valószínűségének és hatásának becslésére. Adatelemzés: A kutatás történeti hitelveszteségi adatokat használt az EVT modell illesztéséhez. Ez magában foglalta annak a küszöbértéknek a meghatározását, amely fölött a veszteségek „szélsőségesnek” számítanak, és ezek eloszlásának modellezését. Kockázatomérés: A tanulmány a veszteségek eloszlásának szélsőséges, ritka, de súlyos eseteire összpontosított, azzal a céllal, hogy olyan robusztusabb hitelkockázati mutatót dolgozzon ki, amely alkalmas a megfelelő tőkepufferek meghatározására.	szükséges tőke pontosabb kiszámítását. Fejlettebb kockázatkezelés: Az EVT alkalmazása hasznos eszközt kínált a pénzügyi intézmények számára kockázatkezelési stratégiáik továbbfejlesztésére, különösen a legsúlyosabb potenciális veszteségekre való felkészülés tekintetében. Gyakorlati jelentőség: A tanulmány kiemelte az EVT gyakorlati alkalmazhatóságát a pénzügyi kockázatok kezelésében, és javasolta, hogy ezt beépítsék a szabályozási keretrendszerekbe a hitelkockázatra vonatkozó tőkekövetelmények pontosabb meghatározása érdekében.
Flannery & Giacomini (2015) Maintaining adequate bank capital: An empirical analysis of the supervision of European banks	A tanulmány elsődleges célja a tőkefelügyelet, mint szabályozási eszköz hatékonyságának értékelése volt az európai bankok fizetőképességének biztosításában. A kutatás célja annak megértése volt, hogy a különböző szabályozási intézkedések hogyan befolyásolták a bankok stabilitását, és annak felmérése, hogy ezek az intézkedések megfelelőek voltak-e a pénzügyi	Adatgyűjtés: A kutatók adatokat gyűjtöttek különböző pénzügyi mutatókról, szabályozói tőkeszintekről és pénzügyi nehézségekről több európai banknál. Statisztikai elemzés: Olyan technikákat alkalmaztak, mint a regresszióanalízis, a szabályozói tőkekövetelmények és a bankok fizetőképessége közötti összefüggések azonosítására. Összehasonlító értékelés: A tanulmány különböző	Pozitív korreláció: Erős pozitív korreláció mutatkozott a magasabb szabályozói tőkeszint és a javuló banki fizetőképesség között. A szigorúbb tőkekövetelményeket betartó bankok általában jobban ellenálltak a pénzügyi sokkoknak. Szabályozási hatékonyság: A tanulmány arra a következtetésre jutott, hogy a tőkeszabályozás hatékonyan hozzájárul a bankok stabilitásának megőrzéséhez, bár

	nehézségek megelőzésében gazdasági visszaesések idején.	szabályozói tőkeszinttel rendelkező bankokat hasonlított össze a tőkemegfelelés pénzügyi stabilitásra gyakorolt hatásának felmérése érdekében.	szükség van a szabályok rugalmasabbá tételére a változó pénzügyi környezethez való alkalmazkodás érdekében. Szabályozáspolitikai következmények: Az eredmények alapján a tanulmány javasolta, hogy a döntéshozók javítsák a tőkemegfelelési keretrendszert, hogy tovább növeljék a bankok ellenálló képességét, különösen az újonnan megjelenő pénzügyi kockázatok fényében.
Posner (2015) How do bank regulators determine capital adequacy requirements?	A tanulmány elsődleges célja a szabályozó testületek által a bankintézmények tőkebefektetési követelményeinek meghatározására használt folyamatok és kritériumok vizsgálata. A tanulmány célja annak megértése, hogy hogyan fogalmazzák meg ezeket a követelményeket, és milyen hatással vannak a szövetségi irányelvekre, amelyek a tőkekövetelményeket követik és biztosítják a hatékony tőkestandardokat.	Szabályozási keretrendszer elemzése: A tanulmány a tőkemegfelelést szabályozó meglévő szövetségi szabályozási keretet vizsgálta. Ez magában foglalta a szabályozó hatóságok által meghatározott irányelvek és szabványok részletes áttekintését. Összehasonlító jogi elemzés: Posner összehasonlító elemzést végzett a különböző szabályozási megközelítésekről és azok hatékonyságáról a pénzügyi stabilitás fenntartásában. Szabályzatértékelés: A tanulmány a szövetségi szabályozások politikai következményeit értékelte, különösen azt, hogy azok hogyan befolyásolják a bankok	Szövetségi irányelvek szerepe: A kutatás hangsúlyozta a szövetségi irányelvek kulcsszerepét az egységes tőkemegfelelési standardok kialakításában. Ezek az irányelvek biztosítják, hogy a bankok elegendő tőkét tartsanak fenn a potenciális veszteségek fedezésére, és támogassák a pénzügyi rendszer stabilitását. Tőkekövetelmények hatékonysága: A tanulmány megállapította, hogy a megfelelően kialakított, szövetségi szabályozáson alapuló tőkekövetelmények hatékonyan mérséklék a rendszerszintű kockázatot, és megóvják a pénzügyi rendszert a válságoktól. Szabályozási kihívások: Posner a szabályozási

		viselkedését és kockázatkezelési gyakorlatát.	folyamatban is kihívásokat azonosított, például az irányelvek rugalmasságának szükségességét a változó piaci körülményekhez való alkalmazkodás érdekében, valamint a nemzetközi koordináció fontosságát a globális szabványok meghatározásában.
Stovrag (2017) Capital requirements and bank profitability: A comparison between the large Swedish banks and niche banks	A tanulmány célja a nagybankok és a niche bankok tőkekövetelményeinek és jövedelmezőségének összehasonlítása volt. Ezen különbségek vizsgálatával a kutatás arra törekedett, hogy megértse, hogyan befolyásolják a különböző tőkepufferek a pénzügyi stabilitást és a működési hatékonyságot a különböző típusú bankokban.	Adatgyűjtés: A tanulmány pénzügyi adatokat gyűjtött mind nagy, mind niche bankoktól. Ez magában foglalta a tőkemegfelelési mutatókra, a jövedelmezőségi mutatókra és egyéb pénzügyi mutatókra vonatkozó információkat. Összehasonlító elemzés: Összehasonlító elemzést végeztek a tőkekövetelmények és a jövedelmezőség közötti különbségek értékelésére. Ez magában foglalta a bankok által végzett belső tőkemegfelelési értékelések értékelését. Kvalitatív interjúk: A kutatás kvalitatív interjúkat is tartalmazott banki szakemberekkel, hogy mélyebb betekintést nyerjenek a tőkemenedzsment mögötti stratégiai döntésekbe.	Magasabb tőkepufferek a nagybankoknál: A tanulmány kimutatta, hogy a nagybankok általában magasabb tőkepuffereket tartanak fenn a niche bankokhoz képest. Ezek a pufferek hozzájárulnak a fokozott stabilitáshoz, lehetővé téve a nagybankok számára, hogy jobban elnyeljék a pénzügyi sokkokat. Jövedelmezőségi hatások: Míg a magasabb tőkepufferek stabilitást biztosítanak, a jövedelmezőségre is hatással vannak. A nagybankok a magasabb pufferek ellenére is képesek voltak versenyképes jövedelmezőségi szintet fenntartani a diverzifikált működés és a méretgazdaságosság révén. Stratégiai tőkemenedzsment: A tanulmány kiemelte a tőkemenedzsment stratégiai jelentőségét abban, hogy a bankok megfeleljenek a szabályozói elvárásoknak

			és a piaci követelményeknek egyaránt.
Posnaya & Tarasenko (2018) Methodology and results in bank capital assessment	A tanulmány elsődleges célja annak értékelése volt, hogy a különböző tőke megfelelési mutatók, beleértve az elsődleges Tier I tőkét is mennyire alkalmasak a bank tőke helyzetének átfogó bemutatására. A kutatók célja annak azonosítása volt, hogy ezek a mutatók milyen mértékben járulnak hozzá a pénzügyi stabilitás és a kockázatkezelési képességek mélyebb megértéséhez.	Adatelemzés: A kutatás különböző bankok pénzügyi adatait elemezte, különös tekintettel a tőke megfelelési mutatókra, mint például a Tier I, Tier II és egyéb releváns indikátorok. Összehasonlító értékelés: A tanulmány összehasonlította a különböző mutatók erősségeit és korlátait a bankok tőke helyzetének tükrében. Statisztikai értékelés: A kutatók statisztikai módszereket alkalmaztak a mutatók és a bankok általános pénzügyi helyzete közötti korreláció értékelésére.	Átfogó tőkeszemplélet: A tanulmány megállapította, hogy az alapvető tőke (Tier I) és más tőke megfelelési mutatók kombinációja átfogóbb képet ad egy bank tőke állapotáról. Ez a megközelítés a pénzügyi stabilitás és a kockázati kitettség különböző aspektusait öleli fel. A Tier I tőke jelentősége: A Tier I tőke, amely magában foglalja az alapvető saját tőkét kiemelt fontosságú a bank veszteség elnyelő képességének és működésének fenntartása szempontjából válsághelyzetekben. Fejlett kockázatkezelés: A különböző mutatók kombinációja javítja a kockázatkezelést azáltal, hogy részletes képet ad a bank tőkeszerkezetéről, lehetővé téve a jobb stratégiai döntéshozatalt.

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

2.4. Mesterséges intelligencia módszerek a tőke megfelelés biztosítására

A mesterséges intelligenciát olyan modellek fejlesztésére használták fel, amelyek pontosabban és valós időben értékelik a bankok fizetőképességét. Tanulmányok kimutatták, hogy a mesterséges intelligencia hatalmas mennyiségű pénzügyi adatot képes feldolgozni, olyan mintákat és anomáliákat azonosítva, amelyek fizetőképességi problémákra utalhatnak. Például a mesterséges intelligencia által vezérelt modelleket a bankok fizetése képtelenségének előrejelzésére használták a tőke megfelelési mutatók és más pénzügyi mutatók elemzésével, korai figyelmeztető jelzéseket adva a potenciális pénzügyi nehézségekről.

3. táblázat: Mesterséges intelligencia-alapú megközelítések a banki fizetőképesség és tőke megfelelés elemzésében

Szerzők	Cél	Módszertan	Eredmény
Nguyen et al. (2008) A nature inspired Ying-Yang approach for intelligent decision support in bank solvency analysis	A tanulmány célja egy fejlett döntéstámogató rendszer kidolgozása volt a bankok fizetőképességének elemzéséhez a fuzzy logikai elvek kihasználásával. A Ying-Yang FCMAC modellt a bankszektor szolvencia értékeléseinek pontosságának és alkalmazkodóképességének javítására tervezték.	Ying-Yang FCMAC modell: Ez a modell a fuzzy logikát integrálja a Cerebellar Model Articulation Controller-rel (CMAC), amely egyfajta neurális hálózat. A két megközelítés kombinációja robusztus keretrendszert biztosít az összetett, nemlineáris pénzügyi összefüggések kezelésére. Fuzzifikációs technikák: A tanulmány fuzzifikációs technikákat alkalmazott a numerikus bemeneti adatok fuzzy halmazokká alakítására. Ez lehetővé teszi a rendszerek számára, hogy értelmezzék és feldolgozzák a kétértelmű vagy bizonytalan információkat, ami gyakori a pénzügyi adatkészletekben. Tanítás és tesztelés: A modellt bankok historikus pénzügyi adataival tanították és tesztelték. A betanítási fázis a modell paramétereinek finomhangolását foglalta magában a modell teljesítményének optimalizálása érdekében a fizetőképességi helyzet előrejelzésében.	Jobb döntéshozatal: A Ying-Yang FCMAC modell jobb döntéshozatali képességeket mutatott a bankok fizetőképességének pontos felmérésével. A fuzzy adatbevitel kezelésének képessége árnyaltabb elemzést tett lehetővé, mint a hagyományos módszerek. Magas előrejelzési pontosság: A modell nagy pontossággal jelezte előre a banki szolvencia problémákat, így értékes eszközzé vált a kockázatkezelők és a szabályozók számára. Alkalmazkodóképesség: A fuzzy logika integrációja nagyobb alkalmazkodóképességet biztosított a modell számára, lehetővé téve, hogy könnyebben alkalmazkodjon a különböző pénzügyi forgatókönyvekhez és adatkészletekhez.
Kang & Poshakwale (2019) A new approach to optimal capital allocation for RORAC	A mesterséges intelligencia segítségével végzett erőforrás-optimalizálás elsődleges célja a bankokon belüli tőkeallokáció	Az erőforrás-optimalizálásra szolgáló mesterséges intelligencia modellek jellemzően kifinomult algoritmusokat tartalmaznak, amelyek a pénzügyi adatok széles skáláját elemzik. Ezek a	A mesterséges intelligencia alkalmazása az erőforrás-optimalizálásban a tőkehatékonyság javulásához vezetett. Az ezeket a modelleket alkalmazó bankok jobban

maximization in bank	hatékonyságának javítása. A kockázattal korrigált tőke megtérülésének (RORAC) maximalizálásával a bankok biztosíthatják, hogy tőkeforrásaikat a lehető leghatékonyabb módon használják fel.	modellek különböző kockázati tényezőket vesznek figyelembe, mint például a piaci volatilitás, a hitelkockázat és a működési kockázatok. Az algoritmusok célja annak kiszámítása, hogy a banknak milyen mértékű tőkepuffert érdemes fenntartania a nyereség maximalizálása mellett a lehetséges veszteségek elleni védelem érdekében.	össze tudják hangolni tőketartalékaikat kockázati profiljukkal, ami fokozott pénzügyi stabilitáshoz és teljesítményhez vezet. A modellek támogatják a stratégiai döntéshozatalt azáltal, hogy betekintést nyújtanak abba, hogyan lehet a leghatékonyabbanallokálni a tőkét a bank különböző területei között.
Petropoulos et al. (2020a) Predicting bank insolvencies using machine learning techniques	A tanulmány elsődleges célja annak feltárása volt, hogy a gépi tanulás, különösen a neurális hálózati modellek, hogyan használhatók fel a bankok fizetéseképtelenségének előrejelzésére. A kutatók összetett pénzügyi mutatók elemzésével próbálják javítani a csodelőrejelzések pontosságát és megbízhatóságát.	Adatgyűjtés és előfeldolgozás: A tanulmány kiterjedt pénzügyi adatokat gyűjtött bankoktól, beleértve a tőkemegfelelésre, az eszközminőségre és a jövedelmezőségre vonatkozó mutatókat is. Az adatokat ezután előfeldolgozásnak vetették alá, hogy biztosítsák a gépi tanulási modellekhez való alkalmasságot. Gépi tanulási modellek: A kutatók különféle gépi tanulási technikákat alkalmaztak, különös tekintettel a neurális hálózatokra. Ezeket a modelleket a nemlineáris kapcsolatok és az adatokon belüli komplex interakciók kezelésére való képességük miatt választották ki. Modell betanítása és validálása: A modelleket historikus adatok felhasználásával tanították be a bankok fizetéseképtelenségével kapcsolatos minták megtanulására. A	Magas előrejelzési pontosság: A gépi tanulási modellek, különösen a neurális hálózatok, nagy pontosságot mutattak a bankok fizetéseképtelenségének előrejelzésében. Ezt a pénzügyi adatokon belüli bonyolult kapcsolatok elemzésére való képességüknek tulajdonították. Kulcsfontosságú mutatók azonosítása: A kutatás olyan kritikus pénzügyi mutatókat azonosított, amelyek a fizetéseképtelenségi kockázat mutatóiként szolgálnak, értékes betekintést nyújtva a kockázatkezelők és a szabályozók számára. Fejlettebb kockázatkezelés: A mesterséges intelligencia modellek használata a fizetéseképtelenség előrejelzésében hatékony eszközt jelent a kockázatkezelés javítására, lehetővé téve a proaktív beavatkozást és a kockázatok enyhítését a bankszektorban.

		betanított modelleket ezután különálló adatkészleteken validálták prediktív pontosságuk tesztelésére.	
Tsagkarakis et al. (2021) Capital shortfall: A multicriteria decision support system for the identification of weak banks	A kutatás célja egy olyan döntéstámogató rendszer kidolgozása volt, amely hatékonyan képes azonosítani a pénzügyi instabilitásnak kitett bankokat. Az additív értékfüggvény alkalmazásával a kutatók egy átfogó eszközt kívántak létrehozni a tőkemegfelelés és a bankok általános pénzügyi egészségének értékelésére.	Többkritériumos döntéselemzés (MCDA): A rendszer a többkritériumos döntéselemzés elvein alapszik, amely lehetővé teszi több pénzügyi kritérium egyidejű értékelését. Ez a megközelítés segít a bank teljesítményének és kockázatának különböző aspektusainak felmérésében. Additív értékfüggvény: Egy additív értékfüggvényt használtak a különböző pénzügyi mutatók összesítésére. Ez a függvény súlyokat rendel az egyes kritériumokhoz, majd azokat összevonva egy általános pontszámot ad, amely tükrözi a bank pénzügyi állapotát. Adatgyűjtés és elemzés: Számos bank pénzügyi adatait gyűjtötték és elemezték a rendszer validálásához. Az adatok tartalmazták a tőkemegfelelésre, az eszközminőségre, a jövedelmezőségre és a likviditásra vonatkozó mutatókat.	Gyenge bankok pontosabb azonosítása: A többkritériumos döntéstámogató rendszer hatékonynak bizonyult a potenciálisan sebezhető bankok azonosításában, lehetővé téve a korai beavatkozást és a kockázatsökkentést. Átfogó értékelés: A rendszer képes volt különféle pénzügyi mutatók egyidejű értékelésére, biztosítva ezzel a banki stabilitás megbízható felmérését. A szabályozási megfelelés támogatása: A rendszer tőkemegfelelési értékelési képessége segíti a bankokat a szabályozási követelmények teljesítésében és kockázatkezelési gyakorlatuk javításában.
Bakoush et al. (2022) An integrated macroprudential stress test of bank liquidity and solvency	A mesterséges intelligencián alapuló stressztesztelési keretrendszerek célja, hogy különféle gazdasági forgatókönyvek szimulálásával	Ezek a keretrendszerek gépi tanulási algoritmusokat alkalmaznak a bonyolult gazdasági körülmények és azok hatásának modellezésére a bank pénzügyi helyzetére nézve. A szimulációk a	Az MI-alapú stressztesztelési keretrendszerek értékes betekintést nyújtanak a bankok pénzügyi sokkokkal szembeni sebezhetőségébe. Ezek a rendszerek segítik a stratégiai tervezést

	értékeljék a bankok pénzügyi sokkokkal szembeni ellenállóképességét. A cél annak vizsgálata, hogy ezek a forgatókönyvek milyen hatással vannak a bankok tőkepuffereire, lehetővé téve a felkészülést kedvezőtlen helyzetekre.	kisebb gazdasági ingadozásoktól a súlyos pénzügyi válságokig terjedő forgatókönyveket vizsgálnak. Az MI képessége nagy adathalmazok feldolgozására és mintázatok felismerésére lehetővé teszi, hogy ezek a modellek pontosabb és részletesebb előrejelzéseket készítsenek, mint a hagyományos stressztesztek.	azáltal, hogy azonosítják a tőkestruktúra gyenge pontjait, és javaslatokat tesznek a korrekcióra. Ez a proaktív megközelítés javítja a bankok képességét arra, hogy ellenálljanak a gazdasági visszaeséseknek és fenntartsák pénzügyi stabilitásukat.
--	---	---	---

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

2.5. A mesterséges intelligencia kihívásai és jövőbeli irányai a banki szolvencia területén

Bár a mesterséges intelligencia jelentős lehetőségeket kínál a tőkemegfelelés és a tőkepufferek kezelésében, jelentős hosszú távú kockázatokkal is jár. Ezek közé tartozik a mesterséges intelligencia ágensektől való túlzott függőség veszélye, tekintve, hogy az algoritmikus torzítások előre nem látható eredményeket idézhetnek elő. Ennek eredményeként a jövőbeli kutatásoknak és megoldásoknak a mesterséges intelligencia modellek átláthatóságának javítására kell összpontosítaniuk, és validációs keretrendszereket kell bevezetniük ezen kockázatok csökkentése és ellenőrzése érdekében.

Túlzott támaszkodás a mesterséges intelligencia rendszerekre: Nem szabad alábecsülnünk a mesterséges intelligencia rendszerek szerepét a hatalmas mennyiségű adat kezelésében, a prediktív betekintések nyújtásában, valamint a minőség és az időhatékonyság javításában azáltal, hogy a problémamegoldási kérelmekre azonnal válaszolnak. Ugyanakkor a mesterséges intelligencia ágensekre való túlzott támaszkodás az önelégültség illúziójához vezethet. A bankok igazgatótanácsai kevésbé lehetnek éberek a mesterséges intelligencia rendszerek kimeneteinek monitorozása és ellenőrzése során, mivel azt hihetik, hogy ezek a rendszerek ellenőrzöttek és tévedhetetlenek. Ez ahhoz a veszélyhez vezethet, hogy a rendszerek hibásan működnek, ha olyan forgatókönyvekbe ütköznek, amelyekre nem képezték ki őket, vagy adatminőségi problémákkal szembesülnek (Chen et al., 2021). A mesterséges intelligencia prediktív modelljeinek hatékonyságáról szól Petropoulos és munkatársai (2019) tanulmánya, amelyben ezen modellek értékelésére összpontosított az Egyesült Államokban működő pénzügyi intézményekben (ezeket a szervezeteket gazdasági helyzetük változása alapján választották ki). A kutatók gépi tanulási technikákat alkalmaztak historikus pénzügyi adatok felhasználásával, hogy felmérjék a modellek konzisztenciáját a pénzügyi nehézségek előrejelzésében. A mérlegek, eredménykimutatások és piaci mutatók alkotják azokat az adatokat, amelyeket ebben a munkában a döntési fák és a neurális hálózati modellek betanításához használtak. A végső eredmények azt mutatták, hogy bár ezek a

modellek sikeresen azonosították a fizetéseképtelenség kockázatának kitett bankokat pénzügyi mutatók és történelmi trendek alapján, hatékonyságukat elsősorban stabil gazdasági körülmények között bizonyították. Másrészt a modellek teljesítménye jelentősen visszaesett, amikor példátlan piaci körülményeket és olyan külső sokkokat kellett figyelembe venniük, amelyek nem tükröződtek a historikus adatokban. Ez rávilágít az emberi felügyelet és beavatkozás fontosságára, hiszen a szakértők képesek kontextuális meglátásokra támaszkodni olyan döntési helyzetekben, amelyeket a mesterséges intelligencia a múltbeli adatokra épülő működése miatt esetleg nem ismer fel időben. Az eredmények azt sugallják, hogy a változatosabb adatforrások és stressztesztelési forgatókönyvek alkalmazása javíthatja a modellek robusztusságát, és így lehetővé teheti számukra a ritka, de súlyos következményekkel járó események jobb előrejelzését. Ebből a megközelítésből kiindulva azt állapítottuk meg, hogy egy hibrid módszer, amely ötvözi a mesterséges intelligencia modelleket az emberi szakértelemmel, automatikusan ajánlott a döntéshozatali folyamatok fejlesztésére. Míg az MI képes nagy adatállományokat kezelni és trendeket felismerni, az emberi felügyelet minőségi betekintést és stratégiai előrelátást nyújt. Továbbá, a korábban említett kutatás alátámasztotta egy szabályozási rendszer szükségességét a mesterséges intelligencia és az emberi felügyelet integrálására a pénzügyi kockázatkezelésben. Ez garantálja, hogy a bankok jobban felkészüljenek a közelgő gazdasági ingadozásokra. Az emberi felügyelet fontosságának hangsúlyozásával és a modellképzés fejlesztésének javaslatával Petropoulos és munkatársai kutatása értékes betekintést nyújt a mesterséges intelligencia modellek erősségeibe és korlátaiba a bankok fizetéseképtelenségének előrejelzésében, gazdagítva a mesterséges intelligencia pénzügyi kockázatkezelésben betöltött szerepéről szóló folyamatos diskurzust (Petropoulos et al., 2019).

Algoritmikus torzítások: Johnson és munkatársai (2021) átfogó tanulmányt végeztek az algoritmikus torzításokról a mesterséges intelligencia rendszerekben, különösen a banki és pénzügyi szektorban, a torzítások gyökereire és következményeire összpontosítva. A tanulmány a torzítás három fő forrását azonosította: adat, módszer és társadalom. Ez a fajta torzítás akkor alakul ki, amikor a betanítási adatok nem reprezentálják a szélesebb populációt, ami olyan modellekhez vezet, amelyek fenntartják a történelmi diszkriminatív gyakorlatokat, például az elfogult hitelezést. A módszertani torzítás az algoritmusok tervezéséből és feltételezéseiből fakad, amelyek akaratlanul is bizonyos eredményeket előnyben részesíthetnek. A társadalmi torzítás a szélesebb körű kulturális egyenlőtlenségeket tükrözi, és ha MI-modellekbe kódolják, súlyosbíthatja a meglévő egyenlőtlenségeket. Ezek a torzítások diszkriminatív gyakorlatokhoz vezethetnek, például a faji, nemi vagy társadalmi-gazdasági státusz alapján történő igazságtalan hitelmegtagadásokhoz, ami hírnévkockázatot jelent a pénzügyi intézmények számára. Johnson et al., hangsúlyozták az enyhítő stratégiákat, beleértve a változatos és reprezentatív adatkészletek biztosítását, az elfogultság-észlelési és -korrekciós technikák alkalmazását, valamint az átláthatóság és az elszámoltathatóság fokozását a magyarázható MI (XAI) révén. Ezek az intézkedések segíthetnek az érdekelt feleknek megérteni a döntéshozatali folyamatokat, azonosítani az elfogultságokat és korrekciós intézkedéseket végrehajtani. A tanulmány megállapításai rávilágítanak a MI-technológiák folyamatos adaptálásának szükségességére annak biztosítása érdekében, hogy azok elősegítsék a méltányosságot és az egyenlőséget, és eszközként szolgáljanak a pénzügyi döntéshozatalban a pozitív eredmények eléréséhez (Johnson et al., 2021). A hitelezési gyakorlatokban előforduló faji megkülönböztetéssel foglalkozó tanulmányukban Smith és Jones (2022) arra összpontosítottak, hogy a MI-modellek hogyan erősíthetik meg a történelmi adatokban jelen lévő torzításokat. A tanulmányuk célja az volt, hogy megállapítsák,

hogy ezek a modellek milyen mértékben kapcsolódtak össze az igazságtalan döntésekkel és a korábbi előfeltevésekkel. Ezért számos pénzügyi intézmény hitelezési adatait ellenőrizték, és arra a következtetésre jutottak, hogy a mesterséges intelligencia modelljei a fő bűnösök. Előnyben részesítették a kamatlábak megállapítását vagy a kisebbségi kérelmezők jóváhagyását, de rendkívül szigorúak voltak a fehér emberek esetében. Smith és Jones azok, akik az XAI-módszerek alkalmazását szorgalmazzák ezen sajnálatos tulajdonságok kiküszöbölése érdekében. Az XAI olyan módszerek és technikák összességére utal, amelyek átláthatóvá és érthetővé teszik a mesterséges intelligencia modellek döntéshozatali folyamatait, lehetővé téve az érdekelt felek számára az elfogultságok azonosítását és korrigálását. A kooperatív játékelméletből származó Shapley-értékek segítenek meghatározni a modell egyes jellemzőinek hozzájárulását a végső döntéshez, betekintést nyújtva abba, hogy az olyan tényezők, mint a faji hovatartozás, hogyan befolyásolják az eredményeket. A tanulmány hangsúlyozza az átláthatóság és az elszámoltathatóság fontosságát a mesterséges intelligencia által vezérelt hitelezésben, és azt sugallja, hogy az XAI bevezetése növelheti a méltányosságot, bizalmat építhet a fogyasztókkal és a szabályozókkal, és elősegítheti az etikus mesterséges intelligencia gyakorlatokat. Ezen elfogultságok kezelésével és korrigálásával a pénzügyi intézmények a méltányos hitelezési gyakorlatok felé haladhatnak, ezáltal csökkentve a rendszerszintű faji megkülönböztetést a pénzügyi szolgáltatásokban (Smith & Jones, 2022).

Átláthatóság és értelmezhetőség: Lee és munkatársai (2023) megvizsgálták a mesterséges intelligencia (MI) modellek összetettségét, kiemelve az értelmezhetőség és az átláthatóság terén felmerülő kihívásokat. Ez a komplexitás gyakran „fekete dobozzá” változtatja a MI-modelleket, ami megnehezíti a felhasználók számára a döntéshozatali folyamatok megértését, ami akadályozhatja a bizalmat és a MI hatékony használatát olyan kritikus ágazatokban, mint a bankszektor. Ezen kihívások kezelése érdekében a magyarázható mesterséges intelligencia (XAI) egy olyan elkötelezett területté vált, amely megpróbálja növelni a MI-modellek átláthatóságát és magyarázhatóságát. Az XAI célja olyan módszerek és technikák kidolgozása, amelyek lehetővé teszik az érdekelt felek számára, hogy jobban megértsék, hogyan hozzák meg a MI-rendszerek a döntéseiket. Azáltal, hogy világos betekintést nyújt a modellek belső működésébe, az XAI segít a bizalom kiépítésében és biztosítja, hogy a MI-rendszerek megbízhatóan használhatók legyenek olyan érzékeny területeken, mint a pénzügyi döntéshozatal, ahol fontos megérteni a döntések mögött álló logikát. Lee et al. munkája kiemeli az átláthatóság fontosságát a MI-alkalmazásokban, és támogatja a XAI-val kapcsolatos folyamatos kutatást és fejlesztést annak biztosítása érdekében, hogy a MI-technológiákat etikusan és hatékonyan alkalmazzák különböző területeken (Lee et al., 2023).

Davis és Patel (2021) tanulmányt készítettek a megmagyarázható mesterséges intelligencia (XAI) bankszektorbeli alkalmazásáról, kiemelve, hogy az MI-rendszerek átláthatósága hogyan javíthatja jelentősen a koordinációt kritikus forgatókönyvek, például bankpánik esetén. Kutatásuk kiemeli, hogy a pénzügyi válság idején hozott MI-döntések megértésének képessége kritikus fontosságú a pánik megelőzése és az összehangoltabb, hatékonyabb válaszok biztosítása érdekében. Az XAI-technológiák bevezetésével a bankok világos magyarázatokat adhatnak a MI által vezérelt döntésekre, ami segít a bizalom kiépítésében és az érdekelt felek közötti következetesség fenntartásában. Az átláthatóság lehetővé teszi a banki tisztviselők, a szabályozók és az ügyfelek számára, hogy megértsék a pénzügyi döntések mögött rejlő logikát, csökkentve a bizonytalanságot és növelve a bizalmat válság idején.

Ezek a tanulmányok rávilágítanak arra, hogy le kell küzdeni a MI által a bankszektorban jelentett kihívásokat. A pénzügyi intézmények valóban profitálhatnak a MI-rendszerekből, miközben minimalizálják azok hátrányait az átláthatóság, a befogadás és a MI-rendszerektől való kiegyensúlyozott függőség biztosításával. A jövőbeli kutatásoknak ezekre a területekre kell összpontosítaniuk, és olyan kereteket és módszertanokat kell létrehozniuk, amelyek erősítik a banki szektorban alkalmazott MI robusztusságát és méltányosságát.

A befektetési bankok tőkemegfeleléssel és tőkepuffer-kezelésével kapcsolatos kutatások azt mutatják, hogy a befektetési bankok stabilitásával párhuzamosan a pénzügyi egészség és fizetőképesség megőrzése kiemelten fontos. A befektetési bankok különösen összetett pénzügyi műveleteket végeznek, amelyek jelentős mértékben ki vannak téve a piaci volatilitásnak, így a tőkemegfelelőség fenntartása sajátos kihívásokat jelent számukra. A tőkepuffer fogalma egyre fontosabb mechanizmusként jelenik meg, amelyen keresztül a bankok fedezhetik a veszteségeket a gazdasági visszaesések idején, és így megvédhetik a tágabb pénzügyi rendszert a rendszerszintű kockázatoktól. A szakirodalom elismeri a változó szabályozási környezetet, amelyben a szigorú tőkekövetelmények és a stressztesztelés egyre nagyobb szerepet játszik a pénzügyi szabályozásban.

A mesterséges intelligencia technológiája számos előnnyel és kihívással jár a tőkemegfelelés és a puffer-kezelés terén. Egyrészt a mesterséges intelligencia technológiák javíthatják a kockázatértékelést, optimalizálhatják a tőkeallokációt és a döntési folyamatot, a továbbfejlesztett adatelemzéssel és a prediktív modellezéssel. A szakirodalom elismeri, hogy óvatosan kell bánni a mesterséges intelligencia technológiákra való túlzott támaszkodással, mivel fennáll a veszélye a szükséges ellenőrzések megkerülésének és az algoritmikus torzítás és az átláthatóság hiánya veszélyeztetheti a vezetői döntéshozatal hatékonyságát. Ahogy a pénzügyi szektor folyamatosan fejlődik, a szabályozási környezet, a tőkekezelési gyakorlatok és a technológiai fejlődés kölcsönhatása fogja meghatározni a befektetési banki tevékenységek jövőjét.

A szakirodalom inkább a változó szabályozási igényekhez folyamatosan alkalmazkodó környezet dinamikáját, a gazdasági bizonytalanságból adódó összetettséget és a technológiai innovációt ábrázolja. A befektetési bankoknak meg kell találniuk az egyensúlyt a mesterséges intelligencia hatékony felhasználása és a kockázatkezelési protokollok betartásának biztosítása között, hogy megfelelő tőkeszerkezetet és pufferkapacitást tartsanak fenn.

3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

A pénzügyi válságok tapasztalatai és a nyomukban szigorodó prudenciális szabályozás hatására a pénzügyi intézmények működésének középpontjába egyre erőteljesebben a tőkegazdálkodás kérdése került. A szabályozók célja a bankok és egyéb pénzügyi szereplők kockázati profiljának javítása, a pénzügyi stabilitás erősítése, valamint a rendszer szintű sokkokkal szembeni ellenállóképesség növelése. Ez a folyamat azonban jelentős mennyiségű többlettőke azaz szavatolótőke-puffer fenntartására ösztönözte az intézményeket, amely túlzott mértékben lekötötte a bankok rendelkezésre álló erőforrásait, ezáltal negatív hatást gyakorolhat a gazdasági teljesítményükre és jövedelmezőségükre. Ennek következtében egy komoly szakmai dilemma merül fel. Hogyan lehet megtalálni azt az optimális egyensúlyt, amely mellett a szabályozás által elvárt tőkemegfelelési kritériumok maradéktalanul teljesülnek, a kockázati szintek megfelelően alacsonyak maradnak, ugyanakkor nem sérülnek a pénzügyi intézmények stratégiai üzleti céljai sem.

A jelen kutatás alapvető célkitűzése éppen ennek a dilemmának a feloldása. Egy olyan matematikai optimalizációs keretrendszer megalkotása, amely képes összehangolni a szabályozói előírásokat, a kockázatkezelési követelményeket és a banki stratégiai célok különböző gyakran egymásnak ellentmondó szempontjait. A kutatás fókuszában tehát egy olyan új modell létrehozása áll, amely nemcsak külön-külön vizsgálja a három dimenziót, hanem képes azok egyidejű, integrált módon történő értelmezésére és optimalizálására.

Tudományos kutatómódszertani szempontból a kutatás során kvalitatív interjúkat dokumentum elemzést és az egyedi esettanulmány (single case study) módszertanának kombinációjára épül. Tehát a lineáris optimalizációs modell felépítése kvalitatív interjúkból és dokumentumelemzésből származó információkból és összefüggésekből illetve explicit matematikai eszközökkel történik, amely során a probléma strukturáltan, pontosan definiált feltételrendszerben kerül formalizálásra. Ezáltal a kutatás deduktív, matematikai-logikai jellegű, elméleti modellalkotási módszerként értelmezhető. Ezt követően a modell validációja egy konkrét, valós banki esettanulmány segítségével történik, amely lehetővé teszi a modell gyakorlati relevanciájának ellenőrzését valós üzleti környezetben. Ez a single case study módszertan alkalmazása a modell gyakorlati validitásának megerősítésére szolgál, és lehetőséget nyújt a modell empirikus kontextusba való helyezésére. A módszertanok kombinációja ezért olyan vegyes módszerű (mixed-method) kutatási megközelítést alkot, amely egyrészt biztosítja az empirikus eredmények integrálását és a modell szigorú matematikai-logikai konzisztenciáját, másrészt pedig alátámasztja annak gyakorlati relevanciáját és validitását.

A gyakorlati alkalmazhatóság tekintetében a kutatás jelentős hozzáadott értékkel bír a pénzügyi intézmények számára. A modell közvetlenül segíti a bankokat abban, hogy hatékonyabban használják fel a rendelkezésre álló szavatolótőkét, minimalizálva a feleslegesen tartott puffereket, ezzel javítva a bankok versenyképességét és profitabilitását. A modell alkalmazásával felszabaduló tőke stratégiaileg irányított újraallokálása révén a bankok jobban ki tudják használni a piac által kínált üzleti lehetőségeket is, erősítve ezzel piaci pozíciójukat. Tudományos szempontból a modell egyértelmű újdonságot jelent a szakirodalomban, hiszen eddig egyetlen módszertan sem integrálta ilyen mélységben és komplexitással a szabályozási megfelelést, a kockázatkezelést és a stratégiai menedzsment szempontjait egyetlen optimalizációs

keretrendszerbe. Mindez nemcsak módszertani újítást jelent, hanem empirikus hozzájárulást is, hiszen a kutatás során a modellt egy valódi intézményi környezetben sikeresen teszteltem és validáltam. Az így kapott empirikus eredmények alátámasztják a modell gyakorlati relevanciáját és tudományos jelentőségét egyaránt. Tehát a jelen kutatás az első olyan átfogó modell kidolgozását jelenti, amely az optimalizált tőkeszerkezetet a szabályozás, a kockázat és a portfólió építés illetve alapvető stratégiák egyidejű integrációjával teszi lehetővé, kitöltve ezzel egy fontos módszertani hiányosságot, valamint közvetlen gyakorlati értéket teremtve a pénzügyi intézmények számára. Ezzel pedig a kutatás nem csupán az aktuális szakmai gyakorlatban hasznosítható eredményeket szolgáltat, hanem hosszú távon is irányt mutat a pénzügyi intézmények fenntartható tőkeoptimalizálási stratégiáinak további fejlesztésére.

3.1. A modell elméleti alapjai

A pénzügyi intézmények szavatolótőke-menedzsmentjének kihívásai a szabályozói keretek és a gazdasági racionalitás együttes figyelembevételéből adódnak. A szavatolótőke, amelyet a pénzügyi intézményeknek kötelezően tartaniuk kell a kockázataik fedezésére, kulcsfontosságú szerepet tölt be a prudenciális szabályozásban. Alapvetően három célt szolgál. Egyrészt biztosítja a banki veszteségek fedezetét, másrészt védi a betétesek és befektetők érdekeit, harmadrészt pedig hozzájárul a pénzügyi rendszer stabilitásához. Ugyanakkor a szavatolótőke nem csupán biztonsági, hanem gazdasági kérdés is, hiszen a túlzottan vagy feleslegesen magas tőke költséget jelent, ami csökkenti a bankok profitabilitását és tőkehatékonyágát. Ezen problémakör kezelése során kulcsfontosságúvá válik a szavatolótőke optimális mértékének és szerkezetének meghatározása, amely összetett optimalizációs problémát jelent a bankok menedzsmentje számára. A szakirodalmi feldolgozás során többféle optimalizációs módszertan is azonosítható, amelyek különböző aspektusait képesek kezelni ennek a komplex döntési helyzetnek. Klasszikusan, a portfólióelmélet alapján a Markowitz-féle megközelítés a kockázat-hozam egyensúlyra koncentrál, azonban ez a modell elsősorban befektetési döntésekre lett kifejlesztve, és nem kezeli expliciten a pénzügyi intézmények szabályozói környezetéből fakadó merev és numerikus korlátokat.

A banki környezetben különösen fontos a prudenciális szabályozási megfelelés, amely explicit korlátok formájában határozza meg a minimálisan tartandó tőkeszinteket (például CET1, TCR, leverage ratio). Ennek megfelelően a szakirodalomban kiemelkedő szerepet kaptak azok a szabályozói optimalizációs modellek, amelyek közvetlenül integrálják a szabályozási korlátokat és azok teljesítését célzó numerikus feltételeket. Ezek a modellek lehetővé teszik, hogy az optimalizációs eredmények azonnal auditálhatóak és átláthatóak legyenek a szabályozó hatóságok és a banki vezetők számára egyaránt. Az alternatív megközelítések közül a sztochasztikus optimalizációs modellek a piaci környezet bizonytalanságait valószínűségi alapokon igyekeznek kezelni. Bár ezek képesek lehetnek időbeli változásokat és kockázati bizonytalanságokat figyelembe venni, komoly hátrányuk, hogy jelentős adatigényűek, számításilag komplexek és ezért nehezebben implementálhatók a banki gyakorlatban. Hasonlóan, a genetikusan algoritmusok (GA) és neurális hálózatok is alkalmazhatók lennének, hiszen képesek komplex nemlineáris összefüggések kezelésére, de ezek a módszerek a banki környezetben korlátozottan auditálhatóak, nehezen interpretálhatóak, így kevésbé alkalmasak prudenciális szabályozások közvetlen figyelembevételére.

A jelen kutatás során alkalmazott determinisztikus, statikus lineáris optimalizációs módszertan (Linear Programming – LP), amelyet a PuLP Python-alapú keretrendszer segítségével implementáltam, több szempontból is kiemelkedően illeszkedik a banki szavatolótekegazdálkodás sajátos környezetéhez és céljaihoz. Ezt a módszertani választást a kutatás konkrét célkitűzései, a szabályozói környezet jellegzetességei, valamint az eredmények gyakorlati alkalmazhatóságának szempontjai tették indokolttá. A pénzügyi intézmények működését alapvetően meghatározza a prudenciális szabályozás, amely pontos numerikus korlátokat állít fel a szavatolóteke minimális szintjére (például CET1, TCR, leverage ratio), és ezeket a korlátokat kötelező érvénnyel betartatja. Ez a környezet matematikailag lineáris egyenlőtlenségekkel, egyszerű és explicit numerikus feltételekkel jellemezhető, amelyek pontosan illeszkednek a lineáris optimalizációs keretrendszer adottságaihoz. A lineáris programozás egyik legfőbb sajátossága ugyanis éppen az, hogy képes ezeket az explicit szabályozási korlátokat egyszerű és pontos módon, közvetlenül a modell struktúrájába beépíteni, ezáltal közvetlenül garantálva a szabályozói megfelelést az optimalizált megoldásban. A kutatás célja szempontjából további kiemelkedő fontosságú elem a determinisztikus megközelítés. A determinisztikus modellezés azt jelenti, hogy a modell paraméterei és adatai előre adottak, fixek, auditáltak, és nem tartalmaznak valószínűségi változókat vagy bizonytalanságokat. Ez a determinisztikus jelleg különösen fontos a banki környezetben, mivel a szabályozó hatóságok és a pénzügyi intézmények menedzsmentje egyaránt olyan eredményeket várnak el, amelyek pontosan reprodukálhatók, könnyen ellenőrizhetők és auditálhatók. A determinisztikus optimalizációs eredmények teljesen transzparenssek, ezáltal alkalmasak arra, hogy pontosan dokumentált, auditálható döntéstámogatási rendszert hozzanak létre, amely megfelel mind a belső, mind a külső ellenőrzések követelményeinek. Nem determinisztikus korlátként a valós piaci kockázatok megítélése tekinthető egyedül.

A statikus optimalizáció alkalmazása további előnyöket kínál, amelyek szintén illeszkednek a kutatás gyakorlati célkitűzéseihez. A statikus modell azt jelenti, hogy az optimalizáció egy adott időpontra vonatkozó adatokon és információkon alapul, és nem vesz figyelembe időbeli változásokat vagy dinamikus elemeket. Ez a tulajdonság kifejezetten előnyös, mivel a prudenciális szabályozási követelmények jellemzően adott időpontra vonatkoztatva határoznak meg tőkekövetelményeket. Egy dinamikus vagy sztochasztikus modell jelentős többlet komplexitással és számítási igényvel járna, ami nem feltétlenül adna arányosan nagyobb gyakorlati értéket, miközben növelné a modell nehezen kezelhetőségét és nehezen értelmezhetőségét. Ezzel szemben a statikus optimalizáció lehetővé teszi a gyors, világos, és közvetlenül értelmezhető eredmények előállítását. Módszertani szempontból tehát a lineáris programozás alkalmazása pontosan azért illeszkedik kiválóan a kutatási környezethez, mert az optimalizáció során felhasznált feltételek és célok lineáris formában, numerikus korlátokkal és súlyokkal jól leírhatók. Ez a matematikai leírás pontosan megfelel a szabályozási és gyakorlati követelmények struktúrájának. A lineáris programozás révén explicit módon beépíthetők a szabályozói korlátok, lehetővé téve az azonnali ellenőrzést és auditálhatóságot, ami egy pénzügyi intézmény számára kulcsfontosságú. A PuLP-alapú lineáris optimalizáció ráadásul hatékonyan kezeli az adatokkal való munkát, lehetővé teszi a modell egyszerű és gyors futtatását, amely támogatja a banki vezetők gyors döntéshozatalát. Ez a módszertan nem igényel komolyabb számítási infrastruktúrát, gyorsan ad egyértelmű, precíz, auditálható válaszokat. A kutatás során kidolgozott modell ezért teljes mértékben megfelel a banki tőkeoptimalizáció gyakorlati követelményeinek és a prudenciális szabályozás által támasztott

auditálhatósági, ellenőrizhetőségi és kommunikálhatósági elvárásoknak. Ezzel egyidejűleg a lineáris optimalizáció alkalmazása stabil alapot ad későbbi fejlesztésekhez, mint például érzékenységi vizsgálatokhoz, scenárióelemzésekhez, vagy akár további komplexebb elemzési rétegek hozzáadásához.

Az alábbi táblázat összefoglalja a különböző módszerek előnyeit és hátrányait, indokolva, hogy a lineáris optimalizációs módszer választása miért optimális a jelen kutatás céljainak eléréséhez:

4. táblázat: Optimalizációs módszerek értékelése a szabályozási célú tőkeallokációban

Optimalizációs módszer	Előnyök	Hátrányok	Megfelelőség a kutatás céljaihoz
Markowitz portfólióelmélet	Kockázat-hozam optimalizáció	Nem kezeli explicit módon a szabályozást	Korlátozott
Sztochasztikus optimalizáció	Piaci bizonytalanság kezelése	Komplex, magas adatigény, nehézkes implementáció	Mérsékeltен alkalmas
Genetikus algoritmus (GA)	Nemlineáris, komplex problémák kezelése	Lassú, nem auditálható eredmények, alacsony átláthatóság	Kevésbé alkalmas
Neurális hálózatok	Komplex összefüggések modellezése	„Fekete doboz”, alacsony átláthatóság, nehéz auditálhatóság	Kevésbé alkalmas
Lineáris programozás (LP - PuLP)	Átlátható, gyors, auditálható, expliciten kezeli a szabályozási korlátokat	Nem kezeli a nemlineáris, dinamikus elemeket	Teljes mértékben alkalmas (választott módszer)

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

A lineáris programozási módszer kiválasztása tehát olyan döntés volt, amely teljes összhangban áll a kutatás céljaival, valamint a banki környezet szabályozói követelményeivel. A PuLP-alapú LP-módszer révén a bankok számára gyors, egyszerűen implementálható és auditálható optimalizációs megoldások nyerhetők, amelyek közvetlenül integrálják a prudenciális szabályozási követelményeket, támogatják a stratégiai döntéshozatalt, valamint biztosítják a tőkegazdálkodás gazdasági hatékonyságát. Ez a módszertan nemcsak közvetlen gyakorlati előnyökkel jár, hanem szilárd alapot képez további fejlesztésekhez, például érzékenységi elemzésekhez vagy scenárióvizsgálatokhoz, ezzel is gazdagítva a szavatolótőke-menedzsment tudományos és gyakorlati területeit.

3.2. A bemeneti adatok és paraméterek leírása

A pénzügyi intézmények szavatolótőke-optimalizációs modelljének gyakorlati alkalmazhatósága jelentős mértékben függ attól, hogy mennyire pontosan képes leképezni a bankok valós üzleti és szabályozói környezetét. Ebből adódóan a kutatás során felhasznált bemeneti adat- és paramétercsoportok, a szabályozási paraméterek, a piaci kockázati adatok, valamint az intézményi stratégiai célértékek elkülönült, de együttes kezelése kiemelten fontos szerepet tölt be az optimalizációs folyamat során.

A pénzügyi intézmények működésének egyik alapvető feltételét képezi a prudenciális szabályozás által meghatározott szavatolótőke-szintek maradéktalan betartása. A jelen kutatás során alkalmazott szavatolótőke-optimalizációs modell egyik sarokköve éppen ezért a szabályozási paraméterek integrálása, amely biztosítja, hogy a modell pontosan tükrözze azt a szigorú szabályozói környezetet, amelyben a bankok és egyéb pénzügyi szolgáltató intézmények ténylegesen működnek.

A szabályozási paraméterek legfontosabb kiindulópontját az Európai Unió Capital Requirements Regulation (CRR) rendelete jelenti, amely minden tagállamban kötelező érvényű és egyértelmű numerikus előírásokat tartalmaz a pénzügyi intézmények számára. A CRR elsősorban azt határozza meg, hogy a bankok milyen minimális mértékű szavatolótőkét kötelesek fenntartani. Ez a minimális tőkeszükséglet tipikusan a bank kockázattal súlyozott eszközeinek (Risk Weighted Assets – RWA) egy bizonyos, előre meghatározott százalékaként kerül meghatározásra; jelenleg általánosan elfogadott szabályozói sztenderd szerint ez a mérték 8%. A 8%-os tőkekövetelmény tehát egy olyan explicit numerikus korlát, amelynek figyelmen kívül hagyása a bank számára nemcsak szabályozási szempontból elfogadhatatlan, hanem jelentős jogi következményekkel is járhat, akár pénzügyi büntetés, akár egyéb szankciók formájában. Ez a paraméter tehát egy olyan feltételként jelenik meg a modellben, amely minden optimalizált megoldásban maradéktalanul teljesülni kell, biztosítva ezzel a szabályozási megfelelést. A fejlesztett modellben alkalmazott minimális tőkekövetelmény több részből áll össze, és nemcsak a CRR rendeletből, hanem további szabályozói előírásokból, így például a Magyar Nemzeti Bank (MNB) által meghatározott helyi előírásokból is származik.

A második, kiemelten fontos paramétercsoport, amelyet a jelen kutatás során alkalmazott szavatolótőke-optimalizációs modell integrál, a piaci kockázatokkal kapcsolatos adatok köréből származik. A pénzügyi intézmények működésének egyik alapvető sajátossága, hogy a tőkeallokációs döntések mindig jelentős hatással vannak az intézmény piaci kockázati kitéttiségére. Ennek megfelelően, a modell valóságközeli és gyakorlati alkalmazhatóságához elengedhetetlen, hogy ezek a kockázatok expliciten, numerikusan és részletesen kerüljenek figyelembevételre a döntési folyamatban. A piaci kockázati paraméterek elsősorban a különböző befektetési eszközök kockázati súlyait foglalják magukba. Ezek a súlyok megmutatják, hogy az adott befektetési eszközbe kihelyezett tőke milyen mértékben terheli a bank szavatolótőke-szükségletét. Az eszközök kockázati súlyainak pontos meghatározása azért kritikus jelentőségű, mert ez határozza meg azt, hogy a tőkekihelyezési döntések milyen mértékben növelik a bank kockázattal súlyozott eszközeinek (Risk Weighted Assets – RWA) összegét, és ezáltal milyen további tőkét igényelnek a szabályozási megfelelés fenntartásához. A modellben felhasznált kockázati súlyok tehát közvetlenül és expliciten határozzák meg azt, hogy egy adott befektetés milyen mértékű kockázati

terhelést jelent, így közvetlenül összekapcsolják a piaci kockázati környezetet a bank szabályozási tőkeigényével, ahogy a jogszabályban is le van írva. A piaci kockázati paraméterek nem csupán a kockázati súlyokat tartalmazzák, hanem a befektetési eszközök várható hozamát és azok volatilitását, vagyis a hozamok ingadozását is. Ez azért kulcsfontosságú, mert a pénzügyi intézményeknek nemcsak a szabályozási követelményeket kell teljesíteniük, hanem egyben gazdasági eredményességre is törekednek. A modell ezért explicit módon figyelembe veszi a hozamokat és azok volatilitását, lehetővé téve, hogy a piaci körülményeket reálisan és gazdasági szempontból is megalapozott módon integrálja a tőkeoptimalizálásba.

A modellben alkalmazott stratégiai paraméterek meghatározásához kvalitatív kutatási módszertant választottam, amely a lineáris optimalizációs modell gyakorlati megalapozottságát erősíti. Ezzel a kutatási lépéssel arra törekedtem, hogy a banki eszköz portfólióra vonatkozó döntéshozatali folyamatok valós jellemzőit, szempontjait és preferenciáit feltárjam, illetve az eszközök valós piaci kockázatát is, amely eltér a szabályozásban foglaltaknak. Tekintettel arra, hogy a banki intézmények stratégiai, portfólióépítési módszerei és valós piaci kockázat számítási módszerei egyedi, szükség volt egy olyan általános, mégis konceptuálisan jól strukturált keretrendszer kidolgozására, amely bármely bank stratégiai sajátosságait hatékonyan képes integrálni a modellbe. Ennek érdekében nyolc mélyinterjút végeztem el banki menedzserekkel, szakértőkkel és igazgatókkal, akik releváns és közvetlen tapasztalattal rendelkeznek a szavatolótőke-kezelés és portfólió építés stratégiai és üzleti aspektusaiban. Az interjúalanyok kiválasztása célzott mintavétellel történt, amelynek célja nem a statisztikai reprezentativitás biztosítása, hanem az adott kutatási kérdésekhez leginkább releváns tapasztalatok és nézőpontok összegyűjtése volt. A minta kialakításakor elsődleges szempont volt a szakmai relevancia: minden interjúalany legalább tíz év tapasztalattal rendelkezett a banki, befektetési vagy kockázatkezelési szektorban, és munkaköréből adódóan közvetlen döntéshozatali felelősséggel bírt a tőke- és kockázatmenedzsment területén. A kiválasztás másik meghatározó kritériuma a nemzetközi összehasonlíthatóság biztosítása volt, ezért az interjúk nemcsak magyarországi, hanem osztrák, belga és egyesült királyságbeli vezetők bevonásával készültek. Ezáltal lehetőség nyílt a különböző szabályozási környezetek és piaci gyakorlatok közvetlen összevetésére. Emellett figyelembe vettük a tematikus sokszínűséget is: a hitelkockázat, a piaci és partnerkockázatok, valamint a reputációs és ESG-szemponatok mind megjelenjenek az interjúkban, ezáltal biztosítva a vizsgált modell többdimenziós megalapozottságát. Az interjúalanyok kiválasztását végül az együttműködési hajlandóság is befolyásolta, mivel a kutatás megvalósíthatósága szempontjából elengedhetetlen volt a részletes tapasztalatok megosztására való nyitottság. A kialakított minta így alkalmasnak bizonyult arra, hogy mélyreható és gyakorlati alapokon nyugvó betekintést nyújtson a szavatolótőke-optimalizálás stratégiai és operatív kérdéseibe.

Az interjúk félig strukturált formában zajlottak: előre meghatározott kérdéssor mentén haladtam, de lehetőséget adtam arra is, hogy az interjúalanyok részletesebben kifejtsek gondolataikat, és újabb szempontokat is behozzanak. A kérdéseket a szakirodalmi háttér (például Saunders et al., 2014; Hull, 2018) és saját szakmai tapasztalataim alapján állítottam össze, ezzel biztosítva azok relevanciáját és szakmai megalapozottságát. Az interjúk során négy fő tematikus terület került részletes vizsgálatra.

- Az interjúk során felmerült kérdések arra irányultak, hogy a bankok milyen feltételek mellett, milyen típusú döntések során veszik figyelembe a szakirodalom által

megfogalmazott legfőbb az indikátorokat, (például sharpe mutató) illetve hogyan történik az egyes mutatók súlyozása a gyakorlatban.

- A második fókuszpontként a bankok stratégiai célkitűzéseit és ezek meghatározási módját vizsgáltam. Arra kerestem választ, hogy a banki döntéshozók milyen logika mentén alakítják ki a saját tőkére vetített hozam célértékét, milyen növekedési stratégiák mentén terveznek, valamint milyen belső prioritások szerint döntenek a tőkeallokációról. Ezeknek a stratégiai célértékeknek az explicit integrációja elengedhetetlen volt ahhoz, hogy a modell valóságközeli és gyakorlati szempontból releváns legyen. Az interjúk során az intézmények eltérő szemléletei mellett általánosan érvényesíthető elemeket is kerestem, amelyeket az optimalizációs modellben konceptuális szinten alkalmazhattam. Fontos kérdés volt a portfólió allokációs szabályok, általános szabályok és tapasztalati intuíciók gyűjtése, amelyek meghatározzák a konceptuális modell alapjait.
- A harmadik fókuszpont a különböző eszközosztályok valós piaci kockázatainak mérésére és ezek mutatószámokkal történő kimutatására irányult. Ezen kívül itt lényeges pont volt a baseli szabályozás és a valós piaci hozamok közötti különbség szemléltetése. Minden eszközosztályra fókuszot helyeztem és intervallumok mentén értékeltettem ezeket az eszközöknek a valós piaci kockázatát tapasztalatok és intuíciók alapján.
- Utolsó tematikus egységként a modell belső logikai összhangjára irányuló kérdéseket tettem fel. Ennek során arra voltam kíváncsi, hogy a gyakorlatban a bankok hogyan ellenőrzik az általuk használt mutatók koherenciáját, milyen belső folyamatokkal biztosítják, hogy a különböző stratégiai és kockázati paraméterek összhangban legyenek egymással és a bank üzleti stratégiájával. Ezáltal lehetőség nyílt arra, hogy feltárjam azokat a belső kontrollmechanizmusokat és logikai kapcsolatokat, amelyek a modell koherenciáját erősítik.

Az interjúkérdéseket az M4. mellékletben mutatom be. A kvalitatív mélyinterjúk eredményeit strukturált tartomelemzéssel dolgoztam fel. Az elemzés során a válaszokat kategorizáltam, és azonosítottam azokat az általános, bankfüggetlen stratégiai tényezőket és indikátorokat, amelyek átfogóan reprezentálják a banki szavatolótőke-allokációs döntéseket. Az interjúk eredményeit az 5. táblázatban foglaltam össze. Ezeket az eredményeket integráltam a modell stratégiai paraméterrendszerébe, biztosítva ezzel, hogy a kialakított modell ne csak matematikailag precíz legyen, hanem az intézményi gyakorlat szempontjából releváns, hiteles és közvetlenül alkalmazható döntéstámogatási eszközként működjön.

5. táblázat: Kvalitatív interjúk összefoglalása

Interjú kód	Időpont	Interjúalany (szerep, ország)	Fő témakör	Lényegi megállapítások
I1	2023. márc.	Kockázatkezelési vezető (HU)	Hitelkockázat, PD/LGD	A hitelkockázat határozza meg a tőkekövetelmény legnagyobb részét; portfólió szegmentáció (fedezett/fedezetlen, retail/corporate) kulcsfontosságú.
I2	2023. márc.	Portfóliómenedzser (HU)	ROE, tőkehatékonyság	A fenntartható ROE és a prudens tőkehasználat

				közötti egyensúly a bankmenedzsment alapfeladata.
I3	2023. ápr.	Risk manager (BE)	ROE, kockázati szerkezet	„A magas ROE mögött gyakran tőkeáttétel húzódik meg” – mindig vizsgálni kell a mögöttes kockázati struktúrát.
I4	2023. ápr.	Banki felsővezető (AT)	Növekedési stratégia	Hangsúlyozta: a tőkepuffer fenntartása előfeltétele a hosszú távú növekedésnek.
I5	2023. máj.	Banki felsővezető (UK)	Stratégiai célok	A növekedés csak akkor hiteles, ha a tőkepuffer és a részvényesi bizalom is biztosított.
I6	2023. máj.	Risk manager (BE)	Partnerkockázat	ISDA/CSA nettósítás hatással van a tőkeigényre, de inkább korlátként, mint optimalizációs tényezőként jelent meg.
I7	2023. jún.	Banki felsővezető (HU)	Kockázatok, ESG	Brand és ESG „bizalom-alapú előnyként” szerepel, súlya 20–40% között; a modellben 30%-os súllyal szerepel.
I8	2023. jún.	Kockázatkezelési vezető (AT)	Piaci kockázat, koncentráció	Piaci kockázat stabilizáló korlátként van jelen; eszközarány max. 35% a diverzifikáció érdekében.

3.3. Az esettanulmányban alkalmazott belga bank jellemzése

Az optimalizációs modell demonstrációjához és teszteléséhez alkalmazott pénzügyi adatstruktúra egy belga székhelyű, közepes méretű bank pénzügyi és prudenciális kereteit reprezentálja. A kiválasztott intézmény típusa és működési profilja alapján alkalmasnak bizonyult arra, hogy a szavatolótőke-optimalizálási modell gyakorlati alkalmazásának vizsgálati alapját képezze. Tekintettel arra, hogy az elemzés során szintetikus generált, illetve anonimizált tesztadatok kerültek felhasználásra, a bank pontos azonosítása nem lehetséges és nem célja a kutatásnak. Az esettanulmányban vizsgált bank a 2022-es üzleti év részleges adatait bocsátotta rendelkezésemre, amelyeket mérlegszerű struktúrába rendezve dolgoztam fel. Tekintettel arra, hogy a pontos devizanem feltüntetése üzleti titok sértését jelenthette volna, az elemzés egységesen

forintosított formában kerül bemutatásra, biztosítva ezzel a bank üzleti adatainak bizalmas kezelését. A pénzügyintézet belga bankpiaci környezetben működik, EU-konform szabályozási keretek között, a CRR/CRD rendeletek teljes körű alkalmazásával. Az intézmény nem tartozik a globálisan szisztemikusan jelentős bankok körébe, ugyanakkor a felügyeleti jelentései alapján a belga nemzeti banki rendszer stabil szereplője. A bank tevékenységi struktúrája tipikusan univerzális: a vállalati, kkv és lakossági ügyfelek kiszolgálása mellett mérsékelt mértékű befektetési banki és treasury funkciókat is ellát. Eszközoldalon dominálnak a hitelintézeti követelések, a vállalati hitelezés és a jelzáloghitel-portfólió; forrásoldalon a lakossági és vállalati betétállomány a meghatározó.

A bank konszolidált mérlegfőösszege a modell kalibrálásának kiindulópontjaként közepes méretű intézményre jellemző volumenű, néhány tízmilliárd euró nagyságrendű. A saját tőke állománya és annak szerkezete megfelel a Basel III/IV előírásainak: a Common Equity Tier 1 (CET1) komponens dominál, emellett jelen vannak korlátozott mértékben AT1 és Tier 2 típusú elemek is. A szavatolótőke-szint és a kockázattal súlyozott eszközérték (RWA) hányadosa a disszertációban alkalmazott teszt-adatok alapján stabil, de optimalizálható tartományban mozog, azaz teljesíti a minimális szabályozói elvárásokat, ugyanakkor túlzott puffereket tart fenn. A prudenciális riportálás (ICAAP, SREP) alapján feltételezhető tőkeerhelési szerkezet négy fő kockázati kategóriára bontható: a hitelkockázat a tőkekövetelmény döntő hányadát adja, a működési és piaci kockázat kisebb súllyal, de strukturáltan jelenik meg, míg a partnerkockázat jellemzően a derivatív pozíciókból ered. A bank nem alkalmaz belső modell alapú (IRB) számítást, hanem a standard módszert követi, így a kockázati súlyozás szabályalapú logikára épül. Az optimalizációs modell ennek megfelelően a szabályozói súlyokból és a hozzájuk rendelt hozam–szórás–minőségi profilból számítja ki a javasolt tőkekihelyezési struktúrát.

A belga piacon betöltött szerepe, szabályozói környezete és tevékenységi profilja miatt a bank megfelelő reprezentánsa azoknak az univerzális, de nem szisztemikus pénzügyintézeteknek, amelyeknél a szabályozói megfelelés mellett egyre nagyobb hangsúlyt kap a tőkehatékonyság javítása. Az adatstruktúra és a kockázati portfólió alapján a modellalkalmazás során jól elkülöníthetőek voltak a tőke megfeleléshez kapcsolódó szerkezeti kockázatok és a stratégiai allokációs lehetőségek, így a kiválasztott cégprofil alkalmas volt a célfüggvény működésének bemutatására és értelmezésére.

3.4. A szavatolótőke-optimalizálási modell alkalmazási környezete

A szavatolótőke-optimalizálási modell tesztelése és működésének demonstrációja egy szintetikus adatokkal reprezentált belga székhelyű, közepes méretű bankra épült. A kiválasztott intézményi profil illeszkedik azokhoz a szabályozási és működési keretekhez, amelyeket a CRR/CRD-rendszer hatálya alá tartozó, európai uniós pénzügyi intézményekre jellemző prudenciális követelményrendszer meghatároz. A vizsgálat célja nem egy konkrét intézmény értékelése, hanem a modell tőkekihelyezési logikájának bemutatása egy olyan tipikus banki környezetben, amely elegendő komplexitással rendelkezik a döntési szintek strukturált elemzéséhez, ugyanakkor a szisztemikusan jelentős pénzügyintézetek torzító hatásai nélkül értelmezhető.

A tesztelt intézmény eszköz- és forrásszerkezete alapján olyan bankként működik, amely egyszerre lát el lakossági, kis- és középvállalati, valamint korlátozott volumenű vállalati és

intézményi ügyfélkiszolgálási funkciókat. A mérlegfőösszeg a modellben alkalmazott adatok alapján a középbanki kategóriának megfelelő tartományban mozog. A kockázati profil az EU-s prudenciális szabályozás szerint szabályozott: a tőkekövetelmények meghatározása standard módszertan szerint történik, belső modell alkalmazására vonatkozó jogosultság nélkül. A bank tőkeszerkezetében meghatározó a Common Equity Tier 1 (CET1) komponens, míg az AT1 és Tier 2 típusú elemek korlátozott arányban, a szabályozás által megengedett mértékekhez közel jelennek meg. A szabályozói megfelelés alapján a CET1-ráta, a teljes tőkemegfelelési mutató (TCR) és a tőkeáttételi mutató (leverage ratio) a minimumkövetelményeket teljesíti, ugyanakkor a rendelkezésre álló pufferek mértéke lehetőséget teremtett a modell által célzott tőkeátcsoportosítási és szerkezeti hatékonyságjavítási vizsgálatokra.

A prudenciális tőketerhelés négy fő kockázati forrásra oszlik: a hitelkockázat a szavatolótőketerhelés túlnyomó részét adja, míg a működési kockázat standardizált mutató alapján kerül becslésre. A partner- és piaci kockázat együttes tőketerhelése a vizsgált struktúrában alacsony, de strukturáltan jelen van, így ezek nem a célfüggvény közvetlen inputjai, hanem a szabályozási kereteket reprezentáló korlátozó feltételek révén épülnek be a modellbe. A hitelkockázathoz tartozó kitettségek heterogenitása lakossági, jelzálog, kkv, fedezett vállalati, illetve fedezetlen vállalati szegmensek, megfelelő alapot biztosított a modell rangsorolási és súlyozási logikájának kipróbálására. A szintetikus tesztadatok alkalmazása során különös figyelmet fordítottunk arra, hogy a portfólióelemekhez rendelt hozam, szórás, kockázati súly és minőségi értékelés belső konzisztenciát mutasson, miközben reprezentálja a valós banki eszköztípusok tipikus tulajdonságait. Az elemzés során alkalmazott korlátfeltételek különösen a tőkekövetelmény 8%-os minimális megfelelési küszöbe, illetve a kihelyezésekre vonatkozó egyedi 25%-os partnerlimit a CRR előírásain alapulnak, és a gyakorlatban is alkalmazható határfeltételeket jelenítenek meg.

3.5. A modell matematikai felépítése

A lineáris programozás (LP) a matematika és a közgazdaságtan egyik fontos optimalizációs eszköze, amely a második világháború idején született. Az amerikai matematikus, George Dantzig 1947-ben publikálta az ún. szimplex algoritmust, amely hatékonyan tudott lineáris függvényeket maximalizálni vagy minimalizálni több lineáris korláttal rendelkező feladatokban. Az LP gyorsan elterjedt a hadigazdaság tervezésétől kezdve a logisztikán át a pénzügyi portfólióig; lényege, hogy adott erőforrásokat (nyersanyag, tőke, idő) optimálisan osszon el ellentmondó célok között.

A lineáris programozási feladat általános alakja

Célfüggvény: valamely lineáris függvényt (például bevétel vagy hasznosság) kell maximalizálni vagy minimalizálni:

$$\max\{c^T x\} \text{ vagy } \min\{c^T x\}$$

ahol c a célfüggvény súlyvektora és x a döntési változók vektora.

Korlátok: a döntési változókra lineáris egyenlőtlenségek és egyenlőségek vonatkoznak (pl. erőforrás korlátok, technológiai kényszerek):

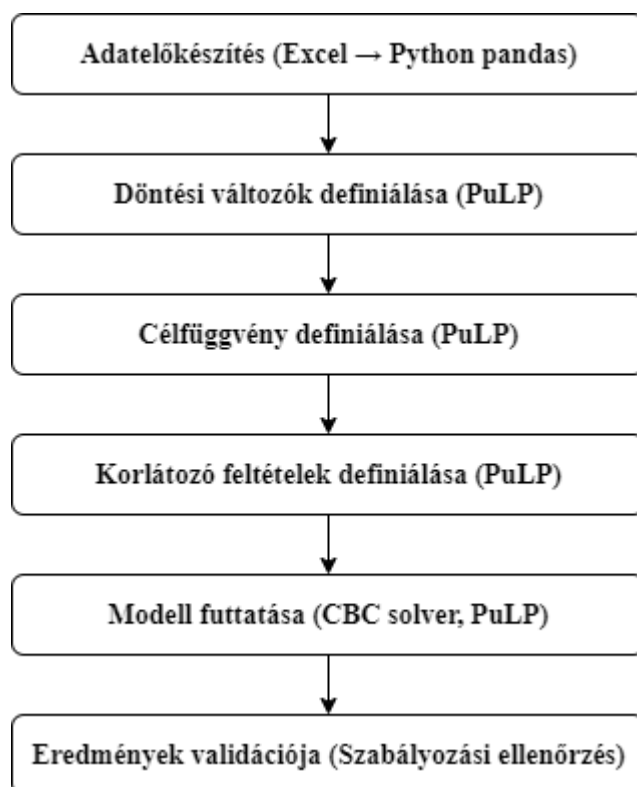
$$Ax \leq b, Gx = h$$

Nemnegativitási feltétel: a változók általában nem lehetnek negatívak ($x \geq 0$). A modell szokásos alakja (standard form) szerint minden korlát egyenlőség (egyenlet), és minden változó nemnegatív. Az LP megoldása történhet analitikusan a szimplex módszerrel vagy numerikus optimalizáló szoftverekkel (például Gurobi, CPLEX, PuLP). A modern szoftverek lehetővé teszik a vegyes egész lineáris programozást (MILP) is, ahol egyes változókat egészértékűre korlátozunk.

Alkalmazott módszer: A jelen munka a portfólió-optimalizációhoz lineáris programozást használ. A célfüggvény egy súlyozott kombináció (hozam-szórás különbség, Sharpe-arány, szigmoid minőségi mutató), amely a változó kitétségek lineáris függvénye. A korlátok lineáris egyenletek és egyenlőtlenségek: költségvetési korlát ($\sum x_i = B$), hitelkockázati RWA-cél ($\sum r_i x_i = RWA_{target}$), hozam- és VaR-korlátok ($\sum x_i \mu_i \geq H_0, \sum x_i v_i \leq V_0(1 + \gamma)$), valamint a diverzifikációs minimum és maximum korlátok ($m_i \leq x_i/B \leq M_i$). A változók mind nemnegatív összegek. Az iterációt addig kell végezni, amíg a szavatolótoke-arány (CAR) kívánt szintje mellett minden korlát teljesülni tud.

3.6. Szoftveres megvalósítás és technikai háttér

A kutatás során kidolgozott szavatolótoke-optimalizációs modell szoftveres implementációjához a Python programozási nyelvet használtam, amely széleskörűen alkalmazott matematikai modellezési környezet. Ennek oka elsősorban az volt, hogy a Python nyelv kiváló lehetőségeket kínál nagy mennyiségű numerikus adat egyszerű és strukturált kezelésére, valamint a lineáris optimalizációs feladatok átlátható és precíz megvalósítására. A Python emellett jól dokumentált, nyílt forráskódú könyvtárakat is kínál, amelyek támogatják a lineáris optimalizáció egyszerűen auditálható, könnyen ellenőrizhető végrehajtását. A modell matematikai implementációját a PuLP lineáris programozási könyvtár segítségével valósítottam meg, amely egy kifejezetten lineáris optimalizációra fejlesztett Python-alapú keretrendszer. Ez a keretrendszer lehetőséget biztosít arra, hogy az optimalizációs probléma minden egyes lépése egyértelműen, explicit numerikus formában, algebrai definíciókkal kerüljön meghatározásra. A PuLP előnye, hogy kompatibilis többféle optimalizációs solverrel is, amelyek közül jelen kutatás során a CBC (Coin-or Branch and Cut) solver alkalmazására került sor. Ez a solver numerikus stabilitást, gyorsaságot és megbízhatóságot biztosított a feladat megoldásában, ezzel is garantálva a modell eredményeinek stabilitását és reprodukálhatóságát. Az alábbiakban látható ábra jelzi a szoftveres megvalósítás lépéseit.



1. ábra: A szavatolótőke-optimalizációs modell folyamatábrája

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

Az **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**ban összefoglalva szemléltetem az alkalmazott eszközöket.

6. táblázat: A lineáris optimalizáció implementációs folyamata és használt szoftvereszközei

Lépés	Leírás	Használt eszközök és szoftverek
Adatelőkészítés	Szabályozási, piaci, stratégiai adatok gyűjtése Excelből	Python pandas, Excel
Változók definiálása	Döntési változók explicit definiálása	Python, PuLP
Célfüggvény meghatározása	Szavatolótőke-puffer minimalizálása lineáris függvénnyel	Python, PuLP
Korlátozó feltételek	Szabályozási követelmények lineáris algebrai formában	Python, PuLP
Solver alkalmazása	Optimalizációs modell numerikus megoldása	CBC solver, PuLP
Eredmények validációja	Szabályozási megfelelés és logikai konzisztencia ellenőrzése	Python, manuális ellenőrzés, Excel validáció

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

3.7. A modell validálása

A modell validálásának módszertani megközelítését három egymást követő lépésben valósítottam meg: a belső koherencia vizsgálatával, érzékenységi elemzés elvégzésével és teszt adatokon történő futtatással.

3.7.1. A modell belső koherenciájának logikai-matematikai vizsgálatata

A modell validálásának első lépéseként elméleti és logikai-matematikai elemzést végeztem annak érdekében, hogy biztosítsam a modell belső koherenciáját, illetve megvizsgáljam, hogy matematikai struktúrája a lineáris programozás módszertani kritériumainak megfelel-e. Ennek érdekében a lineáris programozási szakirodalomban széles körben elfogadott Hillier és Lieberman (2015), valamint Winston (2003) által megfogalmazott általános modellalkotási elveket alkalmaztam. A modell belső koherencia-elemzését három fő aspektus mentén végeztem: a döntési változók gazdasági és matematikai értelmezhetősége, a célfüggvény logikai és numerikus relevanciája, valamint a lineáris korlátozó feltételek konzisztenciája és egymással való összhangja. A döntési változók értelmezésének vizsgálata során először ellenőriztem, hogy minden változó egyértelműen definiált és a valós banki környezetben gazdasági értelemben releváns. Külön figyelmet fordítottam arra, hogy a változók nemnegatív tartományban értelmezettek legyenek, hiszen negatív értékek a szavatolótőke-allokáció esetében nem értelmezhetők. Ennek eredményeképpen megállapítottam, hogy a modell döntési változói egyértelműen megfelelnek a lineáris programozás standard követelményeinek, gazdasági és pénzügyi relevanciájuk pedig alátámasztott. Ezt követően a célfüggvény struktúrájának részletes vizsgálata következett. Itt azt ellenőriztem, hogy a célfüggvény megfelelően tükrözi-e a kutatás által meghatározott optimalizációs célt jelen esetben a szavatolótőke-puffer minimalizálását. Vizsgálatom során lépésről lépésre ellenőriztem a célfüggvény lineáris kombinációjában szereplő paramétereket és azok numerikus relevanciáját. Az ellenőrzés során megállapítottam, hogy a célfüggvény elemei valóban alkalmasak a kitűzött optimalizációs cél pontos megfogalmazására, így a célfüggvény logikai és numerikus értelemben is helyesnek bizonyult.

Végül a lineáris korlátozó feltételek matematikai konzisztenciáját és logikai összhangját elemeztem. Itt azt vizsgáltam, hogy a korlátozó feltételek explicit módon és egyértelmű lineáris algebrai formában definiáltak-e, valóban zárt megoldási teret alkotnak-e, és nem tartalmaznak-e redundanciát vagy ellentmondást. Ennek során szisztematikusan átnéztem minden korlátozó feltételt, és igazoltam, hogy azok egyértelmű numerikus paraméterekkel rendelkeznek, a feltételrendszer koherens, logikusan követhető, és a szabályozási követelményekhez közvetlenül illeszkedik. E három elemzési szempont eredményeit összegző mátrix formájában foglaltam össze, amelyben minden kritériumot binárisan (igen/nem) értékeltem, és részletesen dokumentáltam, hogy a modell egyes komponensei mennyiben felelnek meg a lineáris optimalizáció általános metodológiai követelményeinek (Hillier & Lieberman, 2015; Winston, 2003).

3.7.2. A modell érzékenységi vizsgálatának módszertani leírása

Az optimalizációs modellek validációs folyamata során az egyik legfontosabb vizsgálati eljárás az érzékenységi elemzés (sensitivity analysis), amelyet jelen kutatásban is alkalmaztam a kidolgozott

lineáris optimalizációs modell megbízhatóságának és robusztusságának értékelésére. Az érzékenységi vizsgálat azt hivatott feltárni, hogy a modell kimeneti eredményei, különösen az optimalizált döntési értékek és a célfüggvény eredménye, milyen mértékben függenek a bemeneti paraméterek kisebb-nagyobb mértékű változásaitól (Saltelli et al., 2008; Hillier & Lieberman, 2015).

Az érzékenységi elemzés módszertani folyamata strukturált lépésekből állt. Első lépésként meghatároztam azokat a kritikus bemeneti paramétereket, amelyek jelentősen befolyásolhatják a modell eredményeit. Ezek között kiemelten szerepeltek a prudenciális szabályozásból származó explicit paraméterek, mint például a CET1 minimális aránya, valamint az intézmény által alkalmazott piaci kockázati mutatók (Sharpe-mutató, sigmoid indikátor), továbbá a stratégiai célértékek (például a saját tőkére vetített hozam - ROE). E paraméterek kiválasztása a szakirodalmi áttekintésre (Saunders et al., 2014; Berger & Bouwman, 2013), valamint az előző kvalitatív interjúk eredményeire alapozva történt, biztosítva a módszertani megalapozottságot. A következő lépésben a kijelölt paramétereket szisztematikusan módosítottam, egyenként, három különböző mértékben ($\pm 5\%$, $\pm 10\%$ és $\pm 15\%$ -kal), miközben minden más paraméter értékét változatlanul tartottam. Minden egyes módosítás után az optimalizációs modellt újrafuttattam, majd megvizsgáltam, hogy ezek a változások milyen módon és milyen mértékben befolyásolják a modell kimeneteleit. Ez a szisztematikus eljárás lehetőséget biztosított arra, hogy átfogó képet kapjak arról, mely paraméterek módosítása esetén reagál érzékenyebben a modell, illetve melyek azok a paraméterek, amelyek esetében az érzékenység alacsonyabb szintű.

Az érzékenységi elemzés numerikus és statisztikai értékelése során a következő kulcsfontosságú mutatókat alkalmaztam, amelyek széleskörben elfogadottak a lineáris optimalizáció érzékenységi vizsgálataiban (Saltelli et al., 2008; Winston, 2003):

- **Célfüggvény változásának abszolút és relatív mértéke:** Arra vonatkozóan vizsgáltam, hogy a paraméterek módosítására hogyan változik a modell célfüggvényének értéke abszolút értékben, illetve a kiindulási állapothoz viszonyított relatív százalékos mértékben. Ez a mutató alapvető fontosságú annak értékelésére, hogy a modell mennyire érzékeny vagy stabil a célfüggvény optimalizálására vonatkozóan.
- **Döntési változók értékeinek szórása (standard deviációja):** A döntési változók érzékenységét úgy mértem, hogy a változók optimális értékeinek szórását kiszámítottam az egyes bemeneti paraméterek változtatása után. Alacsony szórás arra utal, hogy a modell robusztus, míg magas szórás a változó értékének jelentős érzékenységét mutatja az adott paraméterváltozásra.
- **Optimális tőkestruktúrában jelentkező változások százalékos mértéke:** A bemeneti paraméterek módosításának hatását vizsgáltam arra, hogy a modell által meghatározott optimális tőkeallokáció milyen mértékben változik százalékosan az eredeti optimális megoldáshoz képest. Ez a mutató közvetlenül mutatja meg, hogy az egyes paraméterek milyen mértékben befolyásolják a banki intézmény javasolt döntéseit.

Az érzékenységi elemzés eredményeit mátrixos formában dokumentáltam, ahol minden elemzett paraméterhez hozzárendeltem a fenti mutatókat. Ezen mátrix révén átfogóan értékelhetővé vált a modell érzékenysége és robusztussága.

3.7.3. Esettanulmány alapú (single case study) modellvalidáció

A modell harmadik validációs lépéseként egy empirikus esettanulmány (single case study) módszerét alkalmaztam annak érdekében, hogy a kidolgozott lineáris optimalizációs modell gyakorlati relevanciáját, alkalmazhatóságát és érvényességét valós környezetben ellenőrizsem. Ennek során egy, az Belga működő pénzügyi intézmény által rendelkezésre bocsátott valós banki adatokat használtam fel, amelyeket az érintett intézmény üzleti titokként kezel. Ennek megfelelően sem az intézmény neve, sem az adatok konkrét részletei nem kerülnek nyilvánosságra, kizárólag összegzett formában használhatók fel a modell validációjára. Az esettanulmány alkalmazásának célja az volt, hogy a kidolgozott modell eredményeit konkrét intézményi környezetben, valós pénzügyi adatokon teszteljem, ezáltal megvizsgálva azt, hogy a modell gyakorlati helyzetben is releváns, szabályozási szempontból érvényes, valamint gazdasági és stratégiai értelemben értelmezhető eredményeket szolgáltat-e. A valós banki adatokkal végrehajtott modellteszt során az intézmény aktuális tőkeszerkezeti paramétereit, szabályozási követelményeit, piaci kockázati adatait, valamint az általam korábban kvalitatív kutatás során feltárt stratégiai célértékeket alkalmaztam. Ezek az input-adatok közvetlenül a bank valós üzleti környezetéből származtak, biztosítva ezzel a modell eredményeinek empirikus relevanciáját.

Az esettanulmány elvégzése során először a bank adatait strukturáltan feldolgoztam és az optimalizációs modellbe integráltam. Ezután lefuttattam az optimalizációs számításokat, majd részletesen kielemeztem a kapott eredményeket, különös tekintettel arra, hogy a modell által javasolt optimális tőkeallokációs döntések valóban teljesítették-e a CRR szabályozási követelményeit, különösen a minimális tőkekövetelményeket, valamint összhangban álltak-e az intézmény által kitűzött gazdasági és stratégiai célértékekkel, például a ROE-célértékekkel. Az elemzés során azt is értékeltem, hogy a modell által javasolt megoldás hogyan viszonyul a bank korábbi, ténylegesen alkalmazott tőkeszerkezeti döntéseéhez, valamint hogy a modell eredményei milyen javulást vagy változást jelentenének a bank számára szabályozási, gazdasági vagy stratégiai értelemben. Az esettanulmány eredményei egyértelműen megerősítették a modell gyakorlati relevanciáját: az optimalizált megoldás minden szabályozási követelménynek megfelelt, és a bank számára gazdaságilag is releváns, stratégiaileg pedig előnyösnek tekinthető eredményt adott.

Az empirikus esettanulmány módszertani alkalmazása, amely Yin (2014), illetve Eisenhardt (1989) kutatómódszertani munkáira alapozva történt, lehetőséget adott arra, hogy a modell eredményeit valós gazdasági és intézményi környezetben validáljam. Ezáltal biztosítottam, hogy a kidolgozott lineáris optimalizációs modell valóban alkalmazható, releváns és a banki gyakorlat számára közvetlenül hasznosítható döntéstámogatási eszközzé váljon.

4. EREDMÉNYEK

A kutatás során három fő módszertani lépést alkalmazok a szavatolótőke optimalizálásának érdekében. Első lépésként dokumentumelemzésre kerül sor, amely során részletesen áttekintem a CRR 575/2013/EU rendeletet. Ezt követően kvalitatív interjúkat végzek iparági szakértőkkel és vezetőikkel, annak érdekében, hogy részletesebb információkat szerezhessenek a működési kihívásokról, szabályozási megfelelésről, valamint a kockázatkezelési preferenciákról. Végül az így nyert információk alapján egy matematikai optimalizációs modellt alkotok, amely lehetővé teszi a szavatolótőke mértékének jogszabály szerinti optimalizálást.

4.1. A CRR rendelet dokumentumelemzése

A CRR (Capital Requirements Regulation) 575/2013/EU rendelet célja a hitelintézetek és befektetési vállalkozások prudenciális követelményeinek meghatározása az Európai Unióban. A szabályozás a Bázeli III keretrendszer alapján készült és célja a pénzügyi rendszer stabilitásának fenntartása, valamint az intézmények kockázatainak megfelelő kezelése. A következőkben dokumentumelemzés során feldolgozom a rendelet szavatoló tőkére vonatkozó részeit, amelyek a modellalkotásom szempontjából jelentősek.

A rendelet az alábbi fő területekre terjed ki:

- Szavatoló tőke és tőkekövetelmények
- Kockázatok súlyozása és tőkekövetelmény-számítási módszerek
- Likviditási követelmények
- Tőkeáttételi mutató és egyéb prudenciális szabályok

A rendelet értelmezése szerint a hitelintézetek saját tőkéje (szavatolótőke) két nagy komponensből áll: az alapvető tőkére (Tier 1) és a járulékos (Tier 2) tőkére. Az alapvető tőke pedig két részből áll: elsődleges alapvető tőke (Common Equity Tier 1, CET1) és kiegészítő alapvető tőke (Additional Tier 1).

- Elsődleges alapvető tőke (Common Equity Tier 1, CET1): ez tartalmazza a részvényeket, árszámítást, eredménytartálékot és egyéb tartalékokat, és korlátlanul képes veszteségek fedezésére.
- Kiegészítő alapvető tőke (Additional Tier 1, AT1): ezek a veszteség esetén elsőként leírható vagy CET1-re konvertálható instrumentumok, amelyek az alapvető tőke második rétegét alkotják.
- Járulékos tőke (Tier 2): ezt a rendelet külön kezeli, a teljes szavatolótőke az alapvető tőke (CET1 + AT1) és a járulékos tőke összege.

A CRR és CRD (Capital Requirements Directive) a tőkeszámításon túl a rendelet a kockázatok mérését is egységesíti. A hitelintézetek hitelkockázati tőkekövetelményének meghatározására a CRR két fő módszert foglal magába: a standardizált (sztemderd) módszert (SA) és a belső minősítésen alapuló módszert (IRB).

- Standardizált módszer (SA): A standardizált megközelítés a kitétségeket előre meghatározott osztályokba sorolja (központi kormányok és központi bankok, regionális kormányok, intézmények, vállalatok, lakossági kitétségek, ingatlanfedezett kitétségek stb.), majd ezekhez megadott kockázati súlyokat rendel. A súlyok a külső hitelminősítők

értékelése, illetve a kitettségek jellegén alapulnak, például minősített szuverének esetében 0-150%-os, lakossági kitettségek esetén egységes 75%-os, ingatlannal teljes körűen fedezett lakáshitelekre 35%-os súly alkalmazható.

- IRB-módszer (belső minősítésen alapuló módszer): Az IRB-módszer lehetővé teszi, hogy egy hitelintézet saját hitelkockázati modelljeivel számítsa ki a kockázattal súlyozott kitettségértékeket. A modell alapjai a kockázati paraméterek becslései, a nemteljesítési valószínűség (PD), az adós egy éven belüli nemteljesítésének valószínűsége, a nemteljesítéskori veszteségráta (LGD), a nemteljesítéskori várható veszteség aránya, valamint a le nem hívott kötelezettségekhez használt hitel-egyenértékesítési tényező (CCF). A kockázati tőkekövetelmény az IRB-módszerben e paraméterek alapján számított várható és váratlan veszteség összege. A várható veszteséget levonják a tőkéből, míg a váratlan veszteség után tőkekövetelményt határoznak meg. Az IRB két szintet különböztet meg:
 - Alap (Foundation) IRB (F-IRB): az intézmények saját PD-becsléseket használnak, de az LGD-t, a hitel-egyenértékesítési tényezőt és az effektív futamidőt a rendelet által rögzített, konzervatív szabványértékek alapján állapítják meg. Ezért a belső modell kockázati paraméterei részben szabályozottak.
 - Fejlett (Advanced) IRB (A-IRB): a bankok minden kulcsparaméterre (PD, LGD, CCF és futamidő) saját becsléseket nyújtanak be. Az alkalmazás feltétele az illetékes hatóság előzetes engedélye, robusztus modellek, adatminőség és visszatesztelés megléte, továbbá a csoporton belül egységes minősítési kritériumok használata.

A rendelet a tőkeáttétel (leverage) fogalmát is definiálja, ez az intézmény eszközeinek, mérlegen kívüli kötelezettségeinek és egyéb függő kötelezettségeinek relatív mérete a szavatolótőkéhez viszonyítva. Az uniós jog e definíció alapján rögzíti a minimum tőkeáttételi mutatót (jelenleg 3 %) és kötelezővé teszi a tőkeáttételi kockázat folyamatos mérését. A CRR bevezetésével a likviditási kockázatot is számszerű szabályok és adatszolgáltatási követelmények alá vetették, így a bankok kötelesek megfelelő mennyiségű magas likviditású eszközt tartani, illetve stabil forrásokat biztosítani a hosszabb távú finanszírozáshoz. Végül, a szabályozás külön fejezete a kiegészítő alapvető tőkeinstrumentumok veszteségviselési képességét is kezeli. Ha az intézmény CET1-mutatója 5,125 % alá esik, akkor a kiegészítő alapvető tőkeinstrumentumot át kell konvertálni CET1-be vagy le kell írni. Ez a kötvénytulajdonosokat is érinti, hiszen a tőkeösszeget és a kapcsolódó kifizetéseket is csökkenteni kell. A capital ratiók operacionalizálása (tőkemegfelelési mutatók operatív végrehajtása) azt jelenti, hogy a bank nemcsak leírja, milyen tőkeelemek tartoznak a CET1-be, AT1-be vagy Tier 2-be, hanem napi szinten kiszámítja és ellenőrzi az ezekből képzett megfelelési mutatókat a rendeletben előírt szabályok szerint. A capital ratiók operacionalizálásához a bankoknak teljes kockázati expozíciójukat is kiszámított (risk-weighted) módon kell meghatározni.

A rendelet azon túlmenően, hogy meghatározza a szavatoló tőke három fő kategóriáját, részletes leírást ad azok összetételéről:

- Elsődleges alapvető tőke (CET1):
 - CET 1 feltételeknek megfelelő instrumentumok és kapcsolódó árszió
 - Eredménytartalék és auditált évközi eredmény a várt osztalékkal csökkentve
 - Halmazott egyéb átfogó jövedelem
 - Egyéb tartalékok
 - Általános banki kockázatok fedezetére képzett tartalékok
- Kiegészítő alapvető tőke (AT1):

- AT1 feltételeknek megfelelő instrumentumok (hibrid tőkeelemek) és kapcsolódó ázsio
- Levonások, korrekciók
- Járulékos tőke (T2):
 - T2 feltételeknek megfelelő instrumentumok (alárendelt kölcsöntőke) és kapcsolódó ázsio
 - Általános hitelkockázati értékvesztések, céltartalékok -adóhatásokkal csökkentve hitelkockázati kockázattal súlyozott kitettség értékének (RWA) 1,25%-áig
 - Egyedi, általános hitelkockázati értékvesztés, céltartalékok IRB módszerrel számított várható veszteség hitelkockázati RWA 0,6%-ig
 - Levonások, korrekciók

A szavatoló tőke összetétele (CET1 + AT1 + T2) és annak minimum értékei a 2. ábrán látható.



2. ábra: Szavatoló tőke szintek és minimum értékek

Forrás: mnb.hu

A rendelet meghatározza az egyes tőkekategóriák minimális arányát az intézmények kockázattal súlyozott eszközeinek százalékában. Ennek megfelelően az elsődleges alapvető tőke (CET1): 4,5%, az alapvető tőke (Tier 1, CET1 + AT1): 6%, valamint a teljes szavatoló tőke (Tier 1 + Tier 2): 8%. Emellett az intézményeknek különböző tőkepuffereket kell fenntartaniuk, például a tőkefenntartási puffer (2,5%) és a rendszerszintű kockázati pufferek (1-3%).

A rendeletben megfogalmazott módszertant alapvetően négy fő részre oszthatjuk, attól függően, hogy a szabályozói tőkeszükséglet milyen jellegű kockázatokat fedez. Ezek a következők:

- **Hitelkockázat (Credit Risk):** A rendelet (CRR) 116-134. cikkei szerinti standardizált hitelkockázati megközelítés a kitettségeket kategóriákba sorolja és mindegyik kategóriához a kockázat relatív szintjét tükröző kockázati súlyokat rendel. Az egyes kitettségi osztályok (pl. szuverén állam, közszektorbeli intézmény, hitelintézet, vállalat,

lakossági, ingatlanfedezetű kitettség, fedezett kötvény stb.) súlyai jellemzően fix vagy külső hitelminősítés által meghatározott értékek. A legjobb hitelminősítésű (magas hitelképességű) szuverén kitettségek akár 0%-os kockázati súlyt kaphatnak (különösen, ha az adott állam saját pénznemében fennálló követelésekről van szó az EU-n belül) Míg az alacsonyabb minősítésű vagy nem minősített kitettségekre ennél nagyobb, a kockázat szintjével arányos súly alkalmazandó. A standardizált megközelítés lényege, hogy a tőkekövetelmények egységes és a kockázatokhoz igazodó módon kerülnek meghatározásra az egyes kitettségi kategóriákban. A leggyakrabban alkalmazott eszközök: banki kihelyezések, vállalati és lakossági hitelek, értékpapírok és egyéb kitettségek hitelkockázatának fedezése.

- **Partnerkockázat (Counterparty Credit Risk):** Átfogóan szabályozásra került a partnerkockázati kitettségek kezelése is. A rendelet előírja, hogy a hitelintézetek a származtatott ügyletekből, repo- és értékpapír-kölcsönzési műveletekből fakadó kitettségeiket a meghatározott módszerek valamelyikével, például a standardizált partnerkockázati módszerrel (SA-CCR), vagy megfelelő engedély birtokában belső modellel (IMM) számítsák. Ezzel összhangban a 381-384. cikkek bevezetik a hitelértékelési korrekciós (CVA) kockázat fogalmát és tőkekövetelményét az OTC derivatív ügyleteknél, mely a partner hitelképesség-romlás miatti piaci értékvesztés kockázatát méri. A CVA-kockázatra a bankok méretétől és engedélyeitől függően két számítási módszer alkalmazható. A nagyobb, megfelelő belső modellezési (IMM) és VaR-engedéllyel rendelkező intézményeknek az haladó (advanced) CVA-modellt kell használni, minden más esetben pedig a standardizált CVA módszert, amely a partner külső hitelminősítésén alapuló súlyokat rendel a kitettséghez.
- **Piaci kockázat (Market Risk):** A rendelet 325-361. cikkei a piaci kockázatok, azaz a kereskedési könyvben szereplő pozíciókhoz kapcsolódó kockázatok, tőkekövetelményeit szabályozzák. A szabályozás célja annak biztosítása, hogy a bankok elegendő tőkét tartsanak a piaci árfolyamok, kamatok, devizaárfolyamok, részvényárak, árupiaci árak és opciós értékek kedvezőtlen változásaiból eredő veszteségek fedezetére. A rendelet különbséget tesz általános és speciális kamatláb-kockázat között, a kereskedési könyvi állampapírok, vállalati kötvények és más kamatozó eszközök esetében, továbbá figyelembe veszi a részvénytőkepozíciók, deviza- és árupiaci pozíciók, valamint opciók kockázatait is. A tőkekövetelmények kiszámítására két fő módszert engedélyez. A standardizált megközelítést (STA), amely előre rögzített kockázati súlyok és aggregálási szabályok alkalmazásán alapul, illetve a felügyeleti engedéllyel működő belső modell alapú megközelítést (IMA), amely a bank saját kockázati modelljein (pl. VaR vagy szenzitivitásalapú megközelítések) alapul. A szabályozás előírja, hogy a kereskedési könyv és a banki könyv pozícióit világosan el kell különíteni és csak a kereskedési könyvben szereplő, aktív piaci árazással rendelkező pozíciók esnek a piaci kockázati tőkekövetelmény alá. A szabályozási cél az, hogy az intézmények a portfóliójukban rejlő piaci kockázatokot konzervatív és átlátható módszerekkel kezeljék és ehhez megfelelő tőketartalékot képezzenek.
- **Működési kockázat (Operational Risk):** A CRR rendelet 315-317. cikkei alapján a bankoknak tartaléktőkét kell képezniük az opciókból fakadó kockázatokra, figyelembe véve az alapvető ármozgásokból eredő kockázatok (delta-kockázat), illetve az olyan további tényezőket, mint például a piaci volatilitás vagy az idő múlása (gamma- és vega-kockázatok). Az opciókat mindig a mögöttes termékük alapján, annak árváltozásaira való

érzékenységek szerint kell kezelni, amihez a delta-értéket használják. A rendelet lehetőséget ad arra is, hogy az opciós pozíciók kockázatát csökkentsék azokkal az ellenirányú pozíciókkal, amelyek fedezetként szolgálnak. Emellett a szabályozás figyelmet fordít a belső folyamatok, emberi hibák, technikai meghibásodások és jogi problémák okozta kockázatok kezelésére is. Ez azt jelenti, hogy a bankoknak külön tőkét kell elkülöníteniük azokra a veszteségekre, amelyek például hibás belső működésből, technikai problémákból vagy jogi vitákból eredhetnek. A szabályozás célja tehát, hogy átfogó és megfelelő fedezetet biztosítson mind a pénzügyi piaci (például opciókból származó), mind a belső működésből eredő kockázatok kezelésére.

A módszertan megértéséhez fontos kiemelni az eltérő módszerek jellemzőit. A 7. táblázat szemlélteti a sztenderd módszer és az IRB-módszer közötti különbséget.

7. táblázat: Sztenderd módszer és IRB-módszer összehasonlítása

Jellemzők	Sztenderd Módszer (SA)	IRB-módszer (F-IRB / A-IRB)
Alkalmazás feltétele	Nincs szükség felügyeleti engedélyre	Felügyeleti engedély kell, a 143-145. cikkek szerint.
Kockázati súlyok	Rögzített, hitelminősítő intézetek (ECAI) besorolása alapján.	Belső minősítési modellek szerint számítva (PD, LGD, EAD), 151-159. cikkek.
Belső adatigény	Nem szükséges belső adat	Legalább 5 év vállalati és intézményi kitettségeknél, lakossági kitettségek esetén 5 év, fokozatos növeléssel 7 évig.
Jellemző felhasználók	Kisebb, kevésbé komplex bankok.	Nagyobb, komplex bankok, amelyek részletes kockázati modellezést végeznek.
Tőkekövetelmény	Magasabb, mert konzervatív kockázati súlyokat alkalmaz.	Alacsonyabb, mert pontosabb, intézményi kockázati modellek alapján kerül kiszámításra.
Kalibrálhatóság	Egyszerűbb, mivel a súlyok előre meghatározottak.	Bonyolultabb, mivel folyamatos validációt és modellezést igényel.

Forrás: saját szerkesztés CRR 575/2013 alapján

Megfogalmazható, hogy nincs egységes, minden bankra alkalmazható módszertan, hiszen a keretrendszer figyelembevételével minden hitelintézet saját kockázatkezelési stratégiát követ. Míg a sztenderd módszer rögzített kockázati súlyokat rendel az eszközökhöz, addig az IRB-módszer lehetőséget ad belső modellek alkalmazására. Emellett a szabályozás bizonyos esetekben a két módszer kombinációját is engedi, így az egyes bankok eltérően súlyozhatják kockázati kitettségeiket, ami hatással van a tőkemegfelelési mutatójukra (CAR) és a szabályozói tőkekövetelményükre. A sztenderd módszer alkalmazása előnyösebb lehet különböző pénzügyi és szabályozói elemzésekhez, mivel egyszerűbb, átláthatóbb és szélesebb körben alkalmazható a CRR előírásai szerint. Mivel előre meghatározott kockázati súlyokat használ, nem igényel belső modellezést vagy felügyeleti engedélyt, így könnyebben értelmezhető és validálható különböző felhasználási célokra, például kockázatelemzéshez, tőkemegfelelési számításokhoz,

stressztesztekhez vagy akár különböző optimalizációs modellekhez. Emellett a sztenderd módszer biztosítja az összehasonlíthatóságot más piaci szereplőkkel és kevésbé érzékeny a szabályozói változásokra, ami hosszú távon stabilabb alapot nyújt különféle pénzügyi döntéshozatali folyamatokhoz. Mindezeket figyelembe véve, a továbbiakban elsősorban a sztenderd módszerekre épülő megközelítésekre fókuszálok.

A szabályozás értelmében a tőkeemfelelési mutatót tekinthetjük az egyik elérendő indikátornak, mely (CAR) a szavatolótőke és a teljes kockázati kitettség százalékos aránya, amely az alábbi képlettel írható fel:

$$CAR = \frac{\text{Szavatoló tőke}}{\text{Teljes kockázati kitettség}} \times 100$$

Annak érdekében, hogy ezt a mutatót tényezőkre bontsuk, első sorban meg kell határoznunk azokat az összetevőket, amelyek befolyásolják annak értékét, valamint a számítási módszereket, amelyekkel az egyes komponensek hozzájárulását értékelhetjük.

A nevezőben lévő kockázattal súlyozott kitettséérték (Risk-Weighted Assets, RWA) kiszámítása során az egyes eszközökhöz és kitettségekhez meghatározott kockázati súlyokat kell alkalmazni. A szabályozás előírásai szerint minden kitettséget egy adott kockázati osztályba kell sorolni, amely meghatározza a rá vonatkozó súlyt. Ez a besorolás figyelembe veszi az eszköz típusát, a hitelkockázatot, a partner minőségét, valamint az esetleges biztosítékokat.

4.2. Kvalitatív interjúk elemzése

A befolyásoló tényezők azonosítása és a kockázattal súlyozott kitettséértékek azonosítását, a CRR-ben foglaltak elemzése mellett kvalitatív interjúk alapján is vizsgálom. A kvalitatív interjúim olyan szempontokra terjedtek ki, amelyek a modellalkotás szempontjából relevánsak és CRR mellett olyan további információkkal szolgálhatnak, amelyek relevánsak. Az interjúk legfontosabb információit két fő szempont mentén ismertetem.

A négy kockázati dimenzió szerepe a banki tőke döntésekben és a tőkefelhasználási szempont jelentősége

A szakértői interjúk során hangsúlyosan jelent meg az a felismerés, hogy a szavatolótőke-gazdálkodás nem kezelhető kizárólag szabályozói keretek mentén, hanem minden esetben szorosan kötődik a kockázati dimenziók gyakorlati értelmezéséhez. A válaszadók banki funkciótól, földrajzi háttértől és szervezeti szereptől függetlenül egyetértettek abban, hogy a négy alapvető kockázati terület strukturált figyelembevétele elengedhetetlen a tőkeallokációval kapcsolatos döntésekben. Ugyanakkor a súlyozás, az értelmezési keretek és az intézményi érzékenységek jelentős különbségeket mutattak, amelyek a modell célfüggvényében alkalmazott dimenziók indirekt magyarázatául szolgálnak. A hitelkockázat vonatkozásában a válaszadók egyöntetűen úgy nyilatkoztak, hogy ez a dimenzió a tőkekövetelmények túlnyomó részét határozza meg. Az interjúkban különösen a magyar és belga risk managerek hangsúlyozták, hogy a portfólió szegmentálása például fedezett és fedezetlen, retail és corporate eszközosztályok mentén kulcsszerepet játszik a szavatolótőke struktúrájának meghatározásában. Többen konkrét példát hoztak arra, hogy a fedezetpolitika módosításával vagy a belső PD/LGD paraméterek

újra kalibrálásával érzékelhető tőke meghatározó hatás érhető el, amely közvetlenül visszahat az RWA-alapú döntésekre. A válaszadók közül hárman utaltak arra is, hogy a tőke követelmény belső modellekkel történő meghatározása különösen az AIRB módszertan alkalmazása esetén saját szervezeti kockázattá alakul, amelyet üzletileg is kezelni kell. Ez a megfigyelés szoros összefüggésben áll a modell hozam-kockázat súlyozásán alapuló első komponensével, amely a portfóliókon belüli relatív stabilitásra fókuszál.

A partnerkockázat értelmezése az interjúk során főként a származtatott ügyletekhez, bankközi kapcsolatkezeléshez és a nagyvállalati ügyfélportfóliókhoz kapcsolódott. A válaszadók közül négyen, köztük két nyugat-európai risk manager utaltak arra, hogy az ISDA/CSA struktúrák és a nettósítási megállapodások rendszeres aktualizálása nemcsak jogi vagy likviditási kérdés, hanem a tőkeigény számottevő befolyásolásának eszköze. Ugyanakkor a szakértők hangsúlyozták, hogy a partnerkockázat számítása intézményi szinten gyakran becsült vagy szabályalapú logikát követ, így kevésbé érzékeny a termékspecifikus hozam-kockázat megítélésre. A válaszok alapján ez a dimenzió, bár stratégiai fontosságú, kisebb mértékben strukturálja a tőkeallokációs döntéseket a hitelkockázathoz képest. A modell implementációjában ez részben indokolja, hogy a partnerkockázat tőketerhét exogén korlátozó paraméterként kezeljem, nem pedig célfüggvényként, azaz nem optimalizációs szempont, hanem tőkekorlátként jelenjen meg.

A piaci kockázattal kapcsolatban megfogalmazott észrevételek alapvetően két típusú eszközre irányultak. Egyrészt a kereskedési könyvi nyitott pozíciókra (FX, equity, IR), másrészt a banki könyvi kamatkockázatra. Az interjúkban visszatérő elem volt a VaR-limitrendszerek és stressztesztek szerepe. Ugyanakkor a válaszadók szerint ezek a kockázatok, különösen a banki struktúrákban, tőke követelmény szempontból kisebb arányban jelennek meg és inkább operatív vagy reputációs jelentőségük dominál. Ezzel összhangban a modell piaci kockázati komponense előre becsült százalékos korrekcióként kerül figyelembevételre, nem pedig explicit kockázati változóként, így a célfüggvénybe való beépítése nem indokolt. Ez a megoldás tükrözi a szakértői észrevételeket, miszerint a piaci kockázat nem a kihelyezési döntések elsődleges strukturáló tényezője, hanem egy stabilizáló korlát, amely a portfólió egészének prudenciális egyensúlyát szolgálja. A működési kockázat megítélése során a válaszadók közül hárman kiemelték, hogy bár a Basel szabályozás explicit tőke követelményt rendel ehhez a dimenzióhoz, annak tényleges kezelése nem optimalizálható, mivel elsősorban a meglévő szervezeti működésből eredő eseményekhez kötődik. A működési kockázat tőketerhét minden esetben exogén tényezőként kezelték, amely nem a döntési, hanem az elfogadási oldalhoz tartozik. Egyes válaszadók megfogalmazása szerint: „...ezen nem lehet racionalizálni, csak kontrollálni lehet...”. Ez a megközelítés is alátámasztja, hogy a modellben ez a komponens kizárólag előzetesen számított, statikus tőke követelményként jelenik meg, és nem része az optimalizációs függvény aktív elemeinek.

Tehát az interjúk alapján megfogalmazható, hogy a négy fő kockázati típus a tőkeszerkezet kialakításában eltérő súllyal és befolyással van jelen. A hitelkockázat közvetlenül strukturálja a modell célfüggvényének első két komponensét, a partner- és piaci kockázat tőkekorlátként jelenik meg, míg a működési kockázatot a modell fix költségelemként kezeli. Ez a strukturális felosztás megfelel a banki gyakorlatban azonosított értelmezési mintázatoknak és hozzájárul a modell stratégiai és gyakorlati alkalmazhatóságának megalapozásához. A kvalitatív interjúk alapján nemcsak az egyes kockázati típusok kezelési logikája, hanem azok szerkezeti szerepe is

kirajzolódott, amely egyértelműen megerősíti a modell célfüggvényének és optimalizációs logikájának súlyponti arányait.

A kvalitatív interjúk során minden megkérdezett szakértő megerősítette, hogy a banki vezetés számára az egyik legnagyobb jelentőséggel bíró teljesítménymutató a saját tőkére vetített hozam (Return on Equity - ROE). A válaszadók egyértelműen úgy ítélték meg, hogy a ROE olyan kulcsmutató, amely nemcsak pénzügyi eredményt tükröz, hanem a tőkefelhasználás hatékonyságát is közvetlenül megmutatja. Több kockázatkezelési és üzleti vezető külön kiemelte, hogy a ROE szerepe stratégiai, mivel közvetlenül befolyásolja az osztalékpolitikai, újra-befektetési és allokációs döntéseket, valamint erős visszacsatolással bír a részvényesi elvárások és a menedzsment értékelése szempontjából. A válaszadók többsége egyetértett abban, hogy a ROE nem önmagában értelmezendő, hanem mindig a kockázati profil kontextusában kerül mérlegelésre. Egy belga risk manager úgy fogalmazott, hogy „...a magas ROE mögött gyakran tőkeáttétel vagy alulszabályozottság húzódhat meg, ezért mindig meg kell nézni, milyen kockázati szerkezet hozza létre az adott hozamot....” Egy magyar portfóliómenedzser hozzátette, hogy a prudens tőkehasználat és a fenntartható ROE egyensúlyának megtalálása a modern bankmenedzsment egyik alapfeladata. Ennek megfelelően a modell célfüggvényének kialakításakor a ROE nem mint abszolút mutató, hanem mint stratégiai preferencia jelenik meg, amely a döntési súlyozás egyik implicit irányító logikájaként működik. A növekedési célokat illetően a válaszadók körében egyet nem értés volt tapasztalható. Míg az osztrák és angol felsővezetők hangsúlyozták, hogy a tőkepuffer megtartása előfeltétele a hosszú távú növekedésnek, a magyar válaszadók inkább arra helyezték a hangsúlyt, hogy a növekedés önmagában nem cél, hanem eszköz a piaci pozíciók megtartásához. A megkérdezettek azonban egyetértettek abban, hogy a modell csak akkor képes üzletileg is érvényes döntést támogatni, ha nemcsak szabályozói korlátokat, hanem stratégiai expanziós szándékokat is képes integrálni. Ez a megközelítés a modell azon törekvését is megerősíti, hogy ne statikus megfelelési logikát kövessen, hanem jövőorientált tőkeallokációs mintázatokat támogasson.

A célfüggvény súlyarányainak kvalitatív megalapozása. Szakértői interjúk alapján feltárt döntési logikák és a szigmoid transzformáció alkalmazásának indoklása

A szavatoló-tőke-optimalizálási modell célfüggvényének háromdimenziós súlyozási struktúrája (átlaghozam és szórás különbsége, Sharpe-mutató, valamint egy normalizált minőségi korrekciós tényező) kialakítása a kutatási folyamat során nem előzetes elméleti döntésként született, hanem kvalitatív módszertani megközelítéssel, interjúalapú szakértői feltárás eredményeként került meghatározásra. Nyolc interjúalany, köztük négy kockázatkezelési vezető, egy portfóliómenedzser, valamint három banki felsővezető, féligstruktúrált kérdésekre válaszolva osztotta meg értelmezéseit a banki tőkekihelyezési döntések során alkalmazott súlyozási szempontokról. A válaszadók belga, osztrák, angol és magyar bankok képviselőitében nyilatkoztak, a minta földrajzi és intézményi sokszínűsége biztosította a vélemények szakmai heterogenitását, míg a magyar szakértők többségi jelenléte a regionális relevancia megértéséhez járult hozzá a súlyozási módszertan feltárásában.

Az interjúk során a célfüggvény első dimenziójához az átlagos hozam és szórás különbségéhez kapcsolódóan minden válaszadó megerősítette, hogy a volatilitás a banki kihelyezési döntések egyik legfontosabb kockázati szempontja. A szórást, mint a hozamok szóródását írták le a válaszadók nemcsak kvantitatív statisztikai jellemzőként értelmezték, hanem prudenciális és portfólióvédelmi

indikátorként is, amelynek szerepe különösen a tőkekövetelmények kiszámításában jelentős. A belga és osztrák risk managerek többször hangsúlyozták, hogy a portfólió volatilitásának csökkentése nemcsak a belső tőketerhelés mérséklését, hanem a stressztesztek során is kedvezőbb megfelelési profilokat eredményez. A válaszadók által javasolt súlyarány ebben a dimenzióban 25% és 35% között mozgott, amit a megkérdezettek azzal indokoltak, hogy bár nem ez a domináns döntési szempont, a stabilitás és előrejelezhetőség kiemelt jelentőségű a szabályozott környezetben. Ennek megfelelően modellem célfüggvénybe történő beemelése során ez a komponens 30%-os súlyt kapott.

A második dimenzió, a Sharpe-mutató alkalmazásának fontosságában a válaszadók között teljes konszenzus volt. Valamennyi szakértő függetlenül pozíciójától vagy szervezeti háttérétől a mutató szerepét elsődlegesnek ítélte meg a banki portfóliók kockázat-hozam arányának összehasonlításában. A Sharpe-mutatót a válaszadók többsége "iránytűként" jellemezte, amely különösen abban segít, hogy az azonos nominális hozamú, de eltérő kockázatprofilú eszközök közül a tőkehatékonyabbat lehessen kiválasztani. Az alkalmazott értelmezés a RoRWA-alapú döntési logikához hasonlított, amely a kockázati súlyokkal korrigált jövedelmezőséget emeli be az értékelésbe. A súlyarány megítélése ebben a dimenzióban 40-50% közé esett. A válaszadók többsége úgy vélte, hogy a Sharpe-mutató megfelelő normalizálás mellett érdemben képes strukturálni a rangsort. Modellem célfüggvény kialakítása során ennek megfelelően 40%-os súly került rögzítésre.

A harmadik komponens, amely egy nem pénzügyi, kvalitatív tényezőket aggregáló mutató az interjúkban közvetetten, de következetesen jelen volt. A szakértők egyike sem említett explicit, számszerűsített „minőségi indikátort”, azonban valamennyi válaszadó utalt olyan döntési szempontokra, amelyek nem pénzügyi típusúak, mégis közvetlenül befolyásolják a kihelyezési preferenciákat. A reputációs kockázat, az ügyfélkapcsolatok fenntarthatósága, a vállalati modell átláthatósága, valamint az ESG-megfelelés több interjúban is mint "bizalom-alapú" vagy "intuitív előny" került említésre. Egy magyar banki felsővezető szerint „...amikor két ügylet papíron teljesen azonos, akkor ezek az árnyalatok döntenek el, melyik megy át a döntéshozatali szűrőn...”. A válaszadók a súlyarány tekintetében megosztottak voltak. Az értékek 20-40% között szóródtak és többen hangsúlyozták, hogy ez a dimenzió csak kiegészítő szerepet tölthet be. A válaszok alapján a modell célfüggvényében e komponens 30%-os súllyal szerepel, amely a strukturálatlan, de konszenzuális értelmezések mediánját tükrözi.

A kvalitatív interjúk alapján megállapítható, hogy a célfüggvény súlyarányai nem elméleti vagy szubjektív előfeltevésekből alakítható ki, hanem a szakértői tapasztalatok alapján feltárt gyakorlati döntési logikák összegzéseként kerülnek meghatározásra a pontosság érdekében. A 30-40-30%-os struktúra olyan preferenciarendszert tükröz, amelyben az eszközalapú kihelyezések során nem csupán a nominális hozam, hanem annak volatilitása, kockázati hatékonysága, valamint stratégiai vagy reputációs minősége is súlyozott módon szerepel.

A minőségi korrekciós tényező transzformációjához a modell egy normalizált szigmoid függvényt alkalmaz. Ennek bevezetését az indokolta, hogy a minőségi megítélés nem rendelkezik természetes metrikával, sem skálája, sem mértékegysége nem standardizált. A szigmoid transzformáció tulajdonsága, hogy 0 és 1 közé szorítja a szélső értékeket, miközben a középmezőnyben finom differenciálást tesz lehetővé. Ez lehetővé teszi a döntések kiegyensúlyozott, nem torzító korrekcióját, megőrizve a numerikus súlyozás dominanciáját, de

figyelembe véve a szakértői intuícióból és nem számszerűsített tényezőkből származó preferenciákat is. A szigmoid típusú logika alkalmazása tehát nemcsak technikailag indokolt, hanem a kvalitatív interjúk során feltárt döntési mechanizmusokat is strukturált módon képes leképezni.

A szakértőkkel folytatott kvalitatív interjúk során egyértelműen megfogalmazódott, hogy a tőkeoptimalizációs modellek gyakorlati alkalmazhatóságának és kiegyensúlyozott működésének egyik legfontosabb feltétele az eszközök túlzott koncentrációjának elkerülése. A beszélgetések során a szakemberek többször hangsúlyozták, hogy az egyes eszközcsoportok túlzott dominanciája negatívan befolyásolhatja a modell megbízhatóságát, emiatt az eszközarányokat megfelelően kontrollálni kell. Ahogy egyik interjúalany kiemelte, „a modellépítés során proaktív megoldásokkal szükséges kezelni az eszközkoncentráció kockázatát annak érdekében, hogy hiteles és kiegyensúlyozott döntési javaslatokat kapjunk.” Ennek megfelelően egy olyan feltételt építettem a modellbe, amely egyértelműen maximalizálja az egyes eszközök arányát a teljes portfólión belül, ennek konkrét felső korlátját 35%-ban rögzítve, összhangban a szakértői javaslatokkal. A szakértőkkel történt egyeztetések során ugyanakkor világossá vált az is, hogy a banki stratégia jelentősen befolyásolja az optimalizált portfólió tényleges összetételét. Például egy nagyobb vállalati befektetésekre specializálódott bank esetében jellemzően kisebb szerepet kapnak a lakossági eszközök, míg az univerzális bankok esetén az eszközportfólió rendszerint kiegyenlítettebb, diverzifikáltabb összetételt mutat. Ezért a modellt úgy alakítottam ki, hogy képes legyen figyelembe venni ezt az eszköz maximalizációt és ehhez igazodva rugalmas, kiegyensúlyozott és szakmailag megalapozott portfólió-szerkezetet biztosítson.

4.3. Kockázati területek és tőkeszerkezeti számítások

Az alábbiakban részletesen bemutatásra kerül a banki működés során felmerülő négy fő kockázati tényező: a hitelkockázat, a partnerkockázat, a piaci kockázat, valamint a működési kockázat. Mindegyik kockázati típus esetében ismertetésre kerülnek azok a mutatók és számítási módszerek, amelyek segítségével meghatározható és számszerűsíthető a bank kitettsége. Ezeket a mutatókat és módszereket a vizsgált bank jelenlegi mérlegadatain keresztül alkalmazom, amely mérlegállomány az aktuális állapotnak tekinthető. A jelenállapot meghatározása azért fontos, mert ezek az adatok képezik majd az alapját az optimalizációs folyamatnak, amely során a disszertációmban fejlesztett modell segítségével optimalizált portfóliót állítok elő. Fontos kiemelni, hogy a vizsgált bank nem minden esetben az általam alkalmazott módszertant alkalmazza. Dolgozatomban a banktól gyűjtött adatokkal számolva számítom ki a CRR rendeletben meghatározott módszerek alapján a kockázati területek értékét. Az optimalizált portfólió hatékonyságának bemutatása érdekében a kiinduló helyzetként ismertetett jelenállapot és az optimalizált állapot kerül majd összehasonlításra. A banki adatok alapján összeállítottam a bank eszköz és forrás szerkezetét, amelyet az 8. táblázat szemléltet.

8. táblázat: Banki adatok

Eszközök	Összeg (MrdFt)	Források és saját tőke	Összeg (MrdFt)
Készpénz és Jegybanki Tartalékok	2 097	Kormány és bankközi követelések	1 250
Készpénz a fiókokban	454	Betétek	11 530
Központi banknál elhelyezett tartalék	1 339	Látra szóló betétek	4 692
Bankoknál elhelyezett betétek	304	Lekötött betétek	6 838
Lakossági Hitelek	4 991	Bankközi kötelezettségek	1 600
Lakáshitelek	3 243	Kibocsátott értékpapírok	400
Személyi és fogyasztási hitelek	1 748	Derivatívák	1 109
Vállalati Hitelek	4 435	Részcények	439
Forgóeszközhitelek	4 435	Egyéb kötelezettségek	1 450
Befektetések és Értékpapírok	3 638	Halasztott adók	250
Allampapírok	2 167	Egyéb tartozások	1 200
Egyéb kötvények	1 471	Céltartalékok	1 500
Derivatívák	1 790	Saját tőke	2 050
Részcények	2 008	Jegyzett tőke	1 400
Tárgyi eszközök	1 134	Tartalékok és visszatartott nyereség	650
Immateriális javak és goodwill	232		
Egyéb eszközök	1 003		
Összes Eszköz	21 328	Összes Forrás és Saját Tőke	21 328

Forrás: Esettanulmány banki adatok alapján

4.3.1. Hitelkockázathoz kapcsolódó mutatók és módszerek

Hitelkockázat esetében a bankok minden eszköztípusra kiszámítják a súlyozott eszközértéket (Risk-Weighted Assets, RWA), amely a kockázati súlyok figyelembevételével mutatja meg, hogy az egyes eszközök milyen mértékben járulnak hozzá a tőkekövetelményekhez. A módszertan érthetőbb bemutatása érdekében egy belga lakossági bank mérlegén keresztül szemléltetem az alkalmazott számításokat és eljárásokat. A mérleg egyes eszközei a szabályozói konszolidáció hatókörének megfelelően prudenciális kiigazításon estek át, így közvetlenül figyelembe vehetők a kockázattal súlyozott kitettség számításánál. Fontos tehát kiemelni, hitelkockázati kitettség esetében kizárólag a mérleg eszköz oldalán lévő tételeket vesszük figyelembe.

A banki mérleg első sorában a készpénz és jegybanki tartalékok szerepelnek. A CRR rendelet 114. cikkének (3) és (4) bekezdése kimondja, hogy a központi banknál tartott követelések, valamint a saját készpénzállomány 0%-os kockázati súllyal kerül figyelembevételre. Ez azt jelenti, hogy ezek az eszközök nem képezik részét a teljes kockázati kitettségnak. Ezzel szemben a rendelet 134. cikkének (3) bekezdése kimondja, hogy más hitelintézetnél vezetett számlák (pl. nostro számlák) beszédés alatt lévő készpénztételnek minősülnek és 20%-os kockázati súlyt kell rájuk alkalmazni.

9. táblázat: Készpénz és jegybanki tartalékok RWA szerinti súlyozása

Eszköz	Mérleg szerinti érték (MrdFt)	Kockázati súly (%)	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)
Készpénz a fiókokban	454	0%	0
Központi banknál elhelyezett tartalék	1 339	0%	0
Bankoknál elhelyezett betétek	304	20%	60,80

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

A következő eszközkategória a lakossági hitelek, melyet több kategóriaként kezel a rendelet. A jelzáloggal biztosított lakáshiteleket a 124., 125., 126. és 127. cikkek szabályozzák. Amennyiben a hitel megfelel a 125. cikkben meghatározott feltételeknek és a jelzálogfedezet megfelelő biztosítékot nyújt, 35%-os kockázati súly alkalmazandó. Ha ezek a feltételek nem teljesülnek, akkor a hitel 100%-os kockázati súllyal veendő figyelembe a 124. cikk (1) bekezdése alapján. A 127. cikk értelmében az olyan nem teljesítő jelzáloghitelek (NPL), amelyek esetében az egyedi hitelkockázati kiigazítások értéke az egyedi hitelkockázati kiigazítások alkalmazása előtti kitérttségérték fedezetlen részének 20%-ánál kisebb, 150%-os kockázati súlyt kapnak. Ha viszont az egyedi hitelkockázati kiigazítások értéke eléri vagy meghaladja ezt a 20%-os küszöböt, akkor a nem teljesítő jelzáloghitelek 100%-os kockázati súllyal veendők figyelembe. Ezen túl, ha a hitelösszeg meghaladja az ingatlan értékét, akkor az értéken felüli részre a fedezetlen hitelekre vonatkozó szabályokat kell alkalmazni, melyet a 124. cikk (2) bekezdése és a 127. cikk (3) bekezdése tartalmazza:

- A 124. cikk (2) bekezdése kimondja, hogy az ingatlan piaci értékének 50%-áig vagy a hitelbiztosítéki értékének 60%-áig nyújtott hitelek kaphatnak kedvezményes kockázati súlyt, ha a tagállamok ezt lehetővé teszik.
- A 127. cikk (3) bekezdése alapján, ha az ingatlanfedezetű hitel nem teljesítő (NPL), és a fedezet értéke nem elegendő, akkor a fennmaradó fedezetlen részt 100%-os kockázati súllyal kell figyelembe venni.

10. táblázat: Lakáshitelek RWA szerinti súlyozása

Eszköz	Mérleg szerinti érték (MrdFt)	Kockázati súly (%)	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)
Jelzáloggal biztosított lakáshitel (125. cikk feltételei teljesülnek)	2 715	35%	950,25
Jelzáloggal biztosított lakáshitel (125. cikk feltételei nem teljesülnek)	314	100%	314,00
Nem teljesítő jelzáloghitel (NPL) - egyedi hitelkockázati kiigazítások < 20%	214	150%	321,00
Nem teljesítő jelzáloghitel (NPL) - egyedi hitelkockázati kiigazítások ≥ 20%	0	100%	0

Fedezetlen hitelrész (ha a hitelösszeg meghaladja az ingatlan értékét)	0	100% vagy magasabb (fedezetlen hitelek szabályai szerint)	0
--	---	---	---

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

A lakossági hiteleken belül a következő alkategória a személyi és fogyasztási hitelek. A rendelet alapján ezekre a 123. cikk szerint 75%-os kockázati súly alkalmazandó, amennyiben megfelelnek az alábbi feltételeknek: a hitelfelvevő természetes személy; a hitelt nem befektetési, hanem fogyasztási vagy magáncélra használják, valamint a bank ügyfélkörében széles körben szétoszlik a kitettség. Ha ezek a feltételek nem teljesülnek, akkor a kockázati súly 100%-ra emelkedik. Amennyiben a személyi vagy fogyasztási hitel nem teljesítőnek (NPL) minősül, a 127. cikk alapján az alkalmazandó kockázati súly 150%, ha az egyedi hitelkockázati kiigazítás értéke az eredeti fedezetlen kitettség 20%-ánál kisebb, illetve 100%, ha az egyedi hitelkockázati kiigazítás eléri vagy meghaladja ezt a küszöböt.

11. táblázat: Személyi és fogyasztási hitelek RWA szerinti súlyozása

Eszköz	Mérleg szerinti érték (MrdFt)	Kockázati súly (%)	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)
Személyi és fogyasztási hitelek (123. cikk kritériumai teljesülnek)	1 267	75%	950,25
Személyi és fogyasztási hitelek (123. cikk kritériumai nem teljesülnek)	378	100%	378,00
Nem teljesítő személyi/fogyasztási hitel (NPL) - egyedi hitelkockázati kiigazítás < 20%	103	150%	154,50
Nem teljesítő személyi/fogyasztási hitel (NPL) - egyedi hitelkockázati kiigazítás ≥ 20%	0	100%	0

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

A soron következő mérlegtétel a vállalati hitelek. A vállalati hitelek, így a példában szereplő forgóeszközhitelek kockázati súlyozását a CRR 122. cikke szabályozza. Amennyiben a vállalat rendelkezik külső hitelminősítéssel, a 136. cikk és a 13. táblázat alapján a kockázati súly 20% és 150% között változhat, attól függően, hogy milyen besorolással rendelkezik (ahol 1 a legjobb, 6 a legrosszabb, hasonlóan az AAA-tól CCC-ig terjedő hitelminősítési skálához). Ha a vállalkozás nem rendelkezik hitelminősítéssel, akkor 100%-os kockázati súlyt kell alkalmazni, kivéve, ha a vállalat székhelyének kockázati súlya ettől eltér. A forgóeszközhitelek jellemzően rövid lejáratú, fedezetlen hitelek, így alapesetben 100%-os kockázati súllyal kell figyelembe venni, hacsak nem áll mögöttük megfelelő fedezet vagy külső minősítés, amely csökkentheti a kockázati súlyt a rendeletben meghatározott kategóriák szerint. Esetünkben a bank rendelkezik az ügyfelek hitelminősítésével, így az egyes kitettségek a 122. cikk alapján, a 136. cikk és a 13. táblázat szerint súlyozhatók.

12. táblázat: Vállalati hitelek RWA szerinti súlyozása

Hitelminőségi besorolás	Mérleg szerinti érték (MrdFt)	Kockázati súly (%)	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)
1	1 779	20%	355,80
2	945	50%	472,50
3	1 009	100%	1 009,00
4	682	100%	682,00
5	20	150%	30
6	0	150%	0

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

A következő mérlegtétel a befektetések és értékpapírok, melyek kockázati súlyozása a CRR rendelet alapján a kibocsátó minősítésétől és az eszköz típusától függ. A 114. cikk alapján állampapírok, vagyis központi kormányzat által kibocsátott kötvények esetében 0%-os kockázati súly alkalmazható, ha a kibocsátó ország hitelminősítése megfelelő, ellenkező esetben az ország besorolásától függően 20%-100% közötti kockázati súly érvényes (13. táblázat). A 129. cikk (4) bekezdése szerint a fedezett vállalati kötvények kockázati súlyozása a 14. táblázat szerint történik. Ennek megfelelően az 1-es hitelminőségi besorolású fedezett kötvények kockázati súlya 10%, a 2-es és 3-as besorolás esetén 20%, a 4-es és 5-ös besorolás esetén 50%, míg a 6-os besorolás esetén 100%-os kockázati súlyt kell alkalmazni. A 122. és 136. cikk alapján a nem fedezett vállalati kötvények kockázati súlya a kibocsátó hitelminősítésétől függ, és a 15. táblázat szerint alakul, amely alapján az 1-es besorolás esetén 20%, 2-es besorolásnál 50%, 3-as és 4-es besorolásnál 100%, míg 5-ös és 6-os besorolás esetén 150%-os kockázati súly alkalmazandó.

13. táblázat: Állampapírok RWA szerinti súlyozása

Hitelminőségi besorolás	Mérleg szerinti érték (MrdFt)	Kockázati súly (%)	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)
1	945	0%	0,00
2	321	20%	64,20
3	577	50%	288,50
4	217	100%	217,00
5	104	100%	104,00
6	3	150%	4,50

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

14. táblázat: Fedezett kötvények RWA szerinti súlyozása

Hitelminőségi besorolás	Mérleg szerinti érték (MrdFt)	Kockázati súly (%)	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)
1	305	10%	30,50

2	203	20%	40,60
3	112	20%	22,40
4	0	50%	0
5	0	50%	0
6	0	100%	0

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

15. táblázat: Nem fedezett kötvények RWA szerinti súlyozása

Hitelminőségi besorolás	Mérleg szerinti érték (MrdFt)	Kockázati súly (%)	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)
1	269	20%	53,80
2	319	50%	159,50
3	263	100%	263,00
4	0	100%	0
5	0	150%	0
6	0	150%	0

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

A soron következő mérlegtétel a derivatívák. Fontos megjegyezni, hogy a származtatott ügyletek kockázatkezelési szempontból az egyik legösszetettebb kategóriába tartoznak. A sztenderd és az IRB-módszer között alapvetően eltérő értékelési megközelítések léteznek és ezen kategóriákon belül is jelentős különbségek figyelhetők meg. Mivel a derivatívák hitelkockázatának mérése nem alkalmazható egyetlen, minden helyzetre egységes módszerrel, ezért konzervatív megközelítést alkalmazva a CRR 274. cikkében meghatározott piaci árazási módszert alkalmazom, amely a mögöttes eszköz alapján minden derivatíva típushoz konkrét kockázati súlyokat határoz meg (274. cikk 1. táblázat).

16. táblázat: Derivatívák RWA szerinti súlyozása piaci árazási módszer alapján

Derivatíva jellege	Derivatíva futamideje	Mérleg szerinti érték (MrdFt)	AddOn faktor (súly)
Kamatláb-szerződések	Egy év vagy rövidebb	119	0%
	Egy évnél hosszabb, öt évet meg nem haladó	313	0.50%
	Öt éven túli	5	1.50%
Deviza-árfolya-mokra és aranyra vonatkozó szerződések	Egy év vagy rövidebb	243	1%
	Egy évnél hosszabb, öt évet meg nem haladó	39	5%
	Öt éven túli	11	7.50%
Részvényekre vonatkozó szerződések	Egy év vagy rövidebb	101	6%
	Egy évnél hosszabb, öt évet meg nem haladó	403	8%
	Öt éven túli	141	10%

Nemesfém-szerződések, kivéve arany	Egy év vagy rövidebb	83	7%
	Egy évnél hosszabb, öt évet meg nem haladó	85	7%
	Öt éven túli	97	8%
Áru-szerződések, kivéve nemesfémek	Egy év vagy rövidebb	36	10%
	Egy évnél hosszabb, öt évet meg nem haladó	63	12%
	Öt éven túli	51	15%

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

A következő mérlegtétel a részvények, amelyek esetében a CRR rendelet egyértelműen elkülöníti a befektetési céllal tartott részvényeket (banki könyv, banking book) és a kereskedési céllal tartott részvényeket (kereskedési könyv, trading book). A banki könyvben tartott részvények kockázati súlyát a 155. cikk szabályozza, amely szerint megfelelően diverzifikált portfólió esetén 190%, tőzsdén jegyzett részvények esetében 290%, míg egyéb részvényjellegű kitettségek esetén 370% kockázati súlyt kell alkalmazni. A kereskedési könyvben tartott részvények esetében piaci kockázati tőkekövetelményt kell számítani. Ennek bemutatását a piacikockázatok elemzése résznél fejtem ki részletesebben.

17. táblázat: Részvények RWA szerinti súlyozása

Könyv	Részvény jellege	Mérleg szerinti érték (MrdFt)	Kockázati súly (%)	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)
Kereskedési könyv		701	-	-
Banki könyv	Megfelelően diverzifikált portfólióban lévő nem tőzsdei részvények	703	190%	1 335,70
Banki könyv	Tőzsdén forgalmazott részvények	401	290%	1 162,90
Banki könyv	Egyéb részvényjellegű kitettségek	203	370%	751,10

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

A mérlegből hátra vannak még az olyan egyéb tételek, mint tárgyi eszközök, immateriális javak és goodwill, illetve az egyéb eszközök. A tárgyi eszközöket a CRR rendelet a 132. cikk (1) bekezdése alapján a sztenderd módszer szerint 100%-os kockázati súllyal kell kezelni. Ez azt jelenti, hogy a bank által birtokolt ingatlanok, berendezések és egyéb tárgyi eszközök teljes értékére tőkekövetelményt kell képezni. A CRR 36. cikk (1) bekezdése alapján az immateriális javak és goodwill azonban nem kap kockázati súlyt, hanem közvetlenül levonásra kerül a szavatolótőkéből, mivel azok piaci értéke bizonytalan és nem likvid eszközöknek minősülnek. A 156. cikk értelmében az egyéb eszközök, például követelések és időbeli elhatárolások 100%-os

kockázati súlyt kapnak, kivéve, ha azok készpénzt vagy tömbaranyat tartalmaznak, amelyekre 0%-os súly alkalmazható.

18. táblázat: Egyéb kategóriák RWA szerinti súlyozása

Eszköz	Mérleg szerinti érték (MrdFt)	Kockázati súly (%)	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)
Tárgyi eszközök	1 134	100%	1 134,00
Immateriális javak és goodwill	232	-	-
Egyéb eszközök	1 003	100%	1 003,00

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

Végezetül, ha összeadjuk az összes hitelkockázathoz kapcsolódó kockázattal súlyozott eszközértéket, akkor 12 311,30 MrdFt-ot kapunk, amelynek alapja összesen 18 605 MrdFt mérleg szerinti eszközérték (a 21 328 MrdFt teljes eszközértékből levonva az immateriális javakat és goodwill-t, illetve nem figyelembevéve a derivatívák és a részvények közül a kereskedési könyv értékét).

4.3.2. Partnerkockázathoz kapcsolódó mutatók és módszerek

A partnerkockázat (Counterparty Credit Risk, CCR) annak a kockázata, hogy egy adott ügylet partnere nem teljesíti kötelezettségeit az ügylet végleges pénzáramlásainak lezárása előtt. A partnerkockázat különösen a tőzsdén kívüli származtatott ügyletek (OTC derivatívák), repoügyletek, értékpapír- és áru-kölcsönzési ügyletek, valamint a hosszú teljesítési idejű ügyletek esetében releváns. Az intézményeknek ezen ügyletek esetében partnerkockázati tőkekövetelményt kell számolniuk, amely a partner nemteljesítéséből eredő veszteség fedezetül szolgál.

A partnerkockázati kitettség meghatározására a 271. cikk szerint a sztenderd módszer (SA-CCR) alkalmazandó az összes származtatott ügylet, repoügylet, értékpapír- és áru-kölcsönzési ügylet esetén. Ezen ügyletek esetében az intézményeknek ki kell számítaniuk a partnerkockázati kitettséget, amely az aktuális pótlási költség (Replacement Cost, RC) és a jövőbeli potenciális kitettség (Potential Future Exposure, PFE) áll. A 272. cikk alapján a partnerkockázati definícióba beletartozik minden olyan ügylet, amely a felek közötti szerződéses kötelezettségeket érinti és amelynek végső elszámolása előtt a partner nemteljesítési kockázat felmerülhet. A partnerkockázati kitettség számítása nemcsak származtatott ügyletekre, hanem bizonyos bankközi kihelyezésekre is vonatkozik. A 439. cikk kimondja, hogy a más pénzintézeteknél elhelyezett betétek, amelyek hitelkockázati kitettséget jelentenek, partnerkockázati számítás alá esnek. Ezen túlmenően a 129. cikk szerint bizonyos fedezett kötvények is partnerkockázati kitettségnek minősülhetnek, különösen, ha a kibocsátó pénzügyi intézmény.

A partnerkockázati számítás mellett az intézményeknek külön hitelértékelési korrekciót (CVA - Credit Valuation Adjustment) is számítaniuk kell, amely azt méri, hogy a partner nemteljesítési valószínűsége miként befolyásolja az ügylet piaci értékét. A CVA számítása független a partnerkockázati RWA számítástól és a 384. cikk előírásai szerint történik.

Mindezek alapján megfogalmazható, hogy a partnerkockázatot az alábbi esetekben kell számolni:

- Származtatott ügyletek (OTC derivatívák) → SA-CCR alkalmazása
- Repoügyletek, értékpapír- és áru-kölcsönzési ügyletek → SA-CCR alkalmazása
- Más bankoknál elhelyezett betétek → Partnerkockázati számítás a 439. cikk alapján
- Fedezett kötvények, ha kibocsátójuk pénzügyi intézmény → Partnerkockázati kitétség a 129. cikk alapján
- CVA számítás minden partnerkockázattal érintett ügyletre → 384. cikk alapján

Ezzel biztosítható, hogy az intézmények megfelelő tőkekövetelményt számítsanak az összes releváns partnerkockázati kitétségre.

Az SA-CCR (Standardized Approach for Counterparty Credit Risk) számításához a következő képletet használjuk:

$$EAD = \alpha \times (RC + PFE)$$

Ahol: EAD = Kitétség nemteljesítés esetén (Exposure at Default); α = Konzervatív szorzó, amely az SA-CCR egyszerűsítéséből fakadó kockázatokat kompenzálja; RC = Helyettesítési költség (Replacement Cost); PFE = Potenciális jövőbeni kitétség (Potential Future Exposure)

$$PFE = \beta \times AddOn$$

Ahol: β = Nettósítási és fedezeti hatásokat figyelembe vevő korrekciós tényező; AddOn = Az adott instrumentumhoz és futamidőhöz igazított kockázati tényező

Miután minden partnerre kiszámoltuk az EAD értékeket, súlyoznunk kell a rendelet által előírt hitelminőségi besorolás alapján.

$$RWA = EAD \times w_i$$

Ahol: RWA = Partnerkockázati kitétség kockázattal súlyozott értéke; EAD = Kitétség nemteljesítés esetén; w_i = Partner hitelminősítéséhez rendelt kockázati súly

A SA-CCR számítást tranzakciós szinten kell elvégezni, ahogyan azt a CRR rendelet előírja. Minden egyes derivatív ügylet esetében külön kell meghatározni a helyettesítési költséget (RC) és a potenciális jövőbeni kitétséget (PFE), figyelembe véve a nettósítási megállapodásokat és a fedezeteket. Az így kiszámított EAD értékeket a CRR 6. fejezetében meghatározott módon kell alkalmazni, amelyek kockázati súlyozással átalakulnak kockázattal súlyozott eszközökké. Az egyes tranzakciókra vonatkozó számításokat végül aggregálni kell partnerenként és nettósítási halmazok szerint (19. táblázat).

19. táblázat: Partnerkockázati kitétségek szabályozási kitétségi osztályok és kockázati súlyok szerint

Kitétségi osztályok	Kockázati súly tartományok	CRR 575/2013 referencia
Központi kormányzatok vagy központi bankok	Hitelminősítés szerint 0%-150%, de jellemzően 0%	114. cikk

Regionális kormányzatok vagy helyi hatóságok	Hitelminősítés szerint 20%-100%	115. cikk
Közszektorbeli intézmények	Hitelminősítés szerint 20%-150%	116. cikk
Multilaterális fejlesztési bankok	Jellemzően 0%	117. cikk
Nemzetközi szervezetek	Hitelminősítés szerint 0%-150%	118. cikk
Intézmények	Hitelminősítés szerint 20%-150%	119. cikk
Vállalkozások	Hitelminősítés szerint 20%-150%	122. cikk
Lakosság (retail)	Egységesen 75%	123. cikk
Rövidtávú hitelminősítéssel rendelkező intézmények és vállalatok	Hitelminősítés szerint 20%-150%	120. cikk
Egyéb tételek	Jellemzően 100%	124. cikk

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

A bank partner nem teljesítési adatait az 20. táblázat szemlélteti.

20. táblázat: Példa a SA-CRR alapján megállapított EAD értékek súlyozására

(MrdFt)	Kockázati súly											Összes EAD	Súlyozott EAD (RWA)
	0%	2%	4%	10%	20%	50%	70%	75%	100%	150%	Egyéb		
Központi kormányzatok vagy központi bankok	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0
Regionális kormányzatok vagy helyi hatóságok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Közszektorbeli intézmények	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Multilaterális fejlesztési bankok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemzetközi szervezetek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intézmények	0	0	0	0	52	85	0	0	56	0	0	193	109
Vállalkozások	0	0	0	0	0	0	0	0	124	0	0	124	124
Lakosság (retail)	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	19	14
Rövidtávú hitelminősítéssel rendelkező intézmények és vállalatok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Egyéb tételek	0	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	3
Összesen	21	143	0	0	52	85	0	19	180	0	0	500	250

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

A partner nem teljesítés számítási logikája az 21. táblázatban kerül összefoglalásra.

21. táblázat: A partnerkockázati kitettség számítása SA-CCR módszerrel

1. SA-CCR	Érték	Megjegyzés
α	1,4	Szabványos szorzó az EAD kiszámítására
β	1,2	Nettósítási hatásokat figyelembe vevő korrekciós tényező (kisebb intézmények és kevés derivatív ügylet esetén az alapértelmezett $\beta = 1.4$)
RC	5	Helyettesítési költség (MrdFt)
AddOn	8	Kockázati tényező az instrumentumhoz és futamidőhöz igazítva (MrdFt)
w_i	20%	Partner kockázati súly
PFE	9,6	Ez azt jelenti, hogy a potenciális jövőbeni kitettséget a nettósítási hatások növelték
EAD	20,44	Az 1.4-es szorzó hozzáadása után kapjuk meg az SA-CCR módszer szerinti végső kitettséget nemteljesítés esetén (EAD)
RWA	4,088	A kockázati súly (w_i) alkalmazásával számított partnerkockázati kitettség, amely a tőkekövetelmény meghatározásához szükséges $RWA = EAD \times w_i$
Partnerkockázati SA-CCR szerint	250	Partnerkockázati érték

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

Az esettanulmány alanyként szereplő belga bank mintaadatai alapján, 250 MrdFt-os partnerkockázati kitettség határozható meg.

Ezen felül meg kell határozni a hitelértékelési korrekciót (CVA), amelynek számítása a CRR rendelet 381-386. cikkeiben található. A CVA a partnerrel szemben fennálló derivatív ügyletek hitelkockázatának piaci értéken történő kiigazítása, amely befolyásolja a bank tőkekövetelményét. Ennek kiszámítására a sztenderd és a fejlett módszer alkalmazható. A korábbiakhoz hasonlóan a sztenderd módszert veszem alapul, amelyet a rendelet 384. cikke részletez.

$$K = 2,33 \times \sqrt{h} \times \sqrt{\sum_i [0,5 \times w_i \times (M_i \times EAD_{total,i} - M_{hedge,i} \times B_i)]^2 + \sum_i [0,75 \times w_i^2 \times (M_i \times EAD_{total,i} - M_{hedge,i} \times B_i)^2]}$$

Ahol:

K = CVA-kockázatokhoz kapcsolódó tőkekövetelmény

h = Egyéves kockázati horizont (általában 1 év)

w_i = Partner hitelminősítéséhez kapcsolódó kockázati súly

M_i = Partnerrel fennálló ügyletek tényleges futamideje

$EAD_{total,i}$ = A partnerhez tartozó teljes EAD érték

$M_{hedge,i}$ = Fedezeti instrumentumok futamideje

B_i = Fedezeti instrumentumok értéke

22. táblázat: A partnerkockázati tőkekövetelmény számítása a CVA-módszer alapján

2. CVA	Érték	Megjegyzés
α	2,33	Szabványos szorzó az CVA követelmény kiszámítására
h	1	Kockázati horizont (év)
w_i	1,00%	Partner kockázati súly (alapesetben 1%, de a CRR 128. cikke alapján egyes esetekben 3%-ra emelkedhet)
M_i	2,5	Ügyletek tényleges futamideje (év)
$EAD_{total,i}$	10	Teljes EAD (MrdFt)
$M_{hedge,i}$	2	Fedezeti instrumentumok futamideje (év)
B_i	5	Fedezeti instrumentumok értéke (MrdFt)
CVA RWA (K)	0,3495	Hitelértékelési korrekció (MrdFt)
Partnerkockázati CVA szerint	20	Partnerkockázati érték

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

A belga bank adatai alapján meghatározható 20 MrdFt-os CVA érték. Ez az előző partnerkockázati kitettséggel 250 MrdFt-os SA-CCR értékkel együtt összesen 270 MrdFt-os (SA-CCR szerinti RWA + CVA RWA) partnerkockázati kitettséget eredményez.

4.3.3. Piaci kockázathoz kapcsolódó mutatók és módszerek

A piaci kockázat olyan kockázat, amely a piaci árak (például részvényárfolyamok, devizaárfolyamok, kamatlábak vagy árupiaci árak) kedvezőtlen változásából ered. Az 575/2013/EU rendelet IV. címe tartalmazza a piaci kockázatra vonatkozó tőkekövetelményeket, különösen a 325. cikk határozza meg a szabályozás alapelveit. Hitelkockázat és partnerkockázat esetében jellemzően az eszközoldalon található termékek állnak a fókuszban. Ezzel szemben a piaci kockázatok esetében bizonyos esetekben a forrásoldallal együtt a bruttó és nettó termékpozíciók is meghatározó szerepet játszhatnak a kockázati kitettség alakulásában.

A rendelet értelmében a piaci kockázatot az intézmények kereskedési könyvében szereplő eszközökre kell számolni, amelyek lehetnek részvények, kötvények, derivatívák és egyéb pénzügyi eszközök. A főbb piaci kockázati kategóriák a következők:

- Kamatkockázat (interest rate risk) - A kamatlábak változása hatással van a kamatozó eszközökre, például kötvényekre.
- Részvénykockázat (equity risk) - A részvényárfolyamok ingadozása miatt az intézmények tőkekövetelménye nőhet.
- Devizakockázat (foreign exchange risk) - A különböző devizák közötti árfolyamváltozások befolyásolják a devizában denominált eszközöket.
- Árupiaci kockázat (commodity risk) - Az olaj, földgáz, nemesfémek és egyéb árupiaci termékek árainak ingadozásából fakadó kockázat.

A piaci kockázatok mérésére alapvetően három módszer áll rendelkezésre, amelyeket a 23. táblázatban foglalok össze.

23. táblázat: Piaci kockázat mérésére alkalmazható módszerek

Kockázati típus	Sztenderd módszer (SA)	Fejlett mérési módszer (AMA)	Belső modellek módszere (IMA)
Kamatkockázat	Duráció alapú számítások	Monte Carlo szimuláció	VaR, Expected Shortfall (ES)
Részvénykockázat	Kockázati súlyok	VaR modellek, historikus volatilitás	VaR, stresszteszt
Devizakockázat	Kockázati súlyok	Statisztikai modellek (GARCH)	VaR, FX-szimulációk
Árúpiaci kockázat	Súlyozott volatilitási értékek	Historikus korrelációs modellek	VaR, sztochasztikus modellek

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

Jól látható tehát, hogy a sztenderd módszer mellett lehetőség van fejlettebb, statisztikai modelleken alapuló megközelítésekre is a piaci és működési kockázatok mérésére. Az IMA (Belső Modellek Módszere) a piaci kockázatok számítására szolgál és olyan komplex eszközöket alkalmaz, mint a VaR, Expected Shortfall és stressztesztek, míg az AMA (Fejlett Mérési Módszer) a működési kockázatokra összpontosít és belső adatokat, valamint sztochasztikus modelleket használ a kockázatok felmérésére. Bár ezek a fejlett módszerek nagyobb rugalmasságot biztosítanak, alkalmazásukhoz felügyeleti jóváhagyás és jelentős erőforrások szükségesek. A jelen példa esetében azonban továbbra is a sztenderd módszerre fogok fókuszálni, mivel ez az EU-ban szélesebben körben alkalmazott és szabályozás által előírt alapértelmezett megközelítés a piaci kockázat számítására.

A kamatkockázat számításánál az általános hátralévő futamidő alapján két megközelítés közül választhatunk. A 339. cikk szerinti módszer egy lejáratú sávokon alapuló kiegyenlítési modellt alkalmaz, amelyben az eszközöket különböző zónákba sorolják és a közöttük történő súlyozott kiegyenlítés határozza meg a tőkekövetelményt. Ez a megközelítés egyszerűbb és sztenderdizált, különösen homogén eszközportfóliók esetén. Ezzel szemben a 340. cikk szerinti módszer egy direkt tőkekövetelmény-modellt ír elő, amely minden kockázati pozícióra egyedi tőkekövetelményt számít, így rugalmasabb és pontosabb lehet diverzifikált portfóliók kezelésére. Mivel a második módszer nem igényli a rövid és hosszú pozíciók kiegyenlítését, és könnyebben alkalmazható szélesebb eszközportfóliók esetén, ezt alkalmazom.

$$\text{Módosított átlagos hátralévő futamidő} = \frac{D}{1 + R}$$

Ahol: D = az adott kötvény vagy hitelviszonyt megtestesítő értékpapír durációja; R = a lejáratig számított hozam (yield to maturity, YTM)

$$D = \frac{\sum_{t=1}^M t \cdot C_t (1 + R)^{-t}}{\sum_{t=1}^M C_t (1 + R)^{-t}}$$

Ahol: R = a lejáratig számított hozam (yield to maturity, YTM); C_t = a t időpontban esedékes összeg (pl. kupon vagy törlesztés); M = teljes futamidő

Az intézményeknek ezután mindegyik hitelviszonyt megtestesítő értékpapírt be kell sorolniuk a 24. táblázat megfelelő zónáiba. Ezt az egyes hitelviszonyt megtestesítő értékpapírok módosított futamideje alapján kell tenniük. Az intézményeknek ezt követően ki kell számítaniuk minden instrumentumnak az átlagos hátralévő futamidővel súlyozott pozícióját úgy, hogy az instrumentum piaci árát megszorozzák annak módosított hátralévő futamidejével és becsült kamatlábváltozásával.

24. táblázat: Az egyes zónákhoz tartozó becsült kamatlábváltozásokat a futamidő szerint

Zóna	Módosított átlagos hátralévő futamidő (években)	Becsült kamatlábváltozás (%-ban)
Első	$> 0 \leq 1.0$	1.00%
Második	$> 1.0 \leq 3.6$	0.85%
Harmadik	> 3.6	0.70%

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

$$\text{Átlagos hátralévő futamidővel súlyozott pozíció} = P \times D_{\text{mod}} \times \Delta R$$

Ahol: P = az instrumentum piaci ára; D_{mod} = az instrumentum módosított hátralévő futamideje (években); ΔR = a becsült kamatlábváltozás a megfelelő zóna alapján (15. táblázat).

A rendelet szintén előírja, hogy a szükséges tőkekövetelményt a 339. cikk szerint kell meghatározni, figyelembe véve az intézmény kamatkockázati kitettségeit. Az intézményeknek először minden sávban ki kell számítaniuk a kiegyenlített, átlagos hátralévő futamidővel súlyozott pozíciókat, majd a 339. cikk (5)-(8) bekezdése szerinti eljárásokat kell alkalmazniuk a tőkekövetelmény meghatározásához, amely a 25. táblázatban került összefoglalásra. A piaci kockázat esetében a tőkekövetelményt az átlagos hátralévő futamidővel súlyozott pozíció és az alkalmazott piaci súly szorzata.

25. táblázat: Kamatkockázat tőkekövetelményének számítása

Sáv típusa	Átlagos hátralévő futamidővel súlyozott pozíció (MrdFt)	Alkalmazott súly (%)	Tőkekövetelmény (MrdFt)
Első sáv	24,06	2.00%	0,4812
Második sáv	36,09	2.00%	0,7218
Harmadik sáv	60,15	2.00%	1,203
Első és második sáv közötti kiegyenlített pozíció	18,04	40.00%	7,216
Második és harmadik sáv közötti kiegyenlített pozíció	46,52	40.00%	18,608

Első és harmadik sáv közötti kiegyenlített pozíció	9,62	150.00%	14,43
Kiegyenlítettlen pozíció (maradvány)	6,01	100.00%	6,01
Összesen	200,49		48,67

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

Annak érdekében, hogy a piaci kockázatot felhasználhassam a bank szavatoló tőke értékének meghatározásához 8%-os minimum követelménnyel számolok. Erre azért van szükség, mert a bank a tényleges tranzakciós adatait nem osztotta meg, mivel az üzleti titoknak minősül. Ettől a limitációtól függetlenül az általam számolt piaci kockázat mérték alkalmazható a további számítások során. A számításom szerint a vizsgált bank 608,38 MrdFt-os kamatkockázati kitettséggel rendelkezik, amely a 16. táblázatban látható 48,67 MrdFt-os tőkekövetelmény és a 8%-os minimum tőkekövetelmény hányadosa.

A részvénykockázat számítása már részben említésre került az előző fejezetben, ahol a banki könyvben tartott részvényekre a hitelkockázatot számoltam ki. Piaci kockázat tekintetében viszont a kereskedési könyvben tartott részvényekre kell a kockázattal súlyozott eszközértéket számítani, amelyet a rendelet 342. és 343. cikke részletez. Ennek értelmében mind a bruttó, mind a nettó részvényállományra 8%-os tőkekövetelményt alkalmazok, amely a gyakorlatban 100%-os effektív kockázati súlyt jelent. Ezt a feltételt szintén az adatok limitált rendelkezésére állása véget alkalmazom.

A mérlegünkben 281,1 MrdFt hosszú részvénytörzsi és 176,04 MrdFt rövid részvénytörzsi szerepel. Ez azt jelenti, hogy a bruttó részvényportfóliónk 457,14 MrdFt, míg a nettó pozíció 105,06 MrdFt. A teljes (bruttó és nettó pozíció tőkekövetelmény összesen), 44,97 MrdFt összegű tőkekövetelmény tehát összesen 562,2 MrdFt kockázattal súlyozott eszközértéket eredményez ebben az esetben.

26. táblázat: Részvénykockázat tőkekövetelménye

	Hosszú pozíció (MrdFt)	Rövid pozíció (MrdFt)	Bruttó pozíció (MrdFt)	Nettó pozíció (MrdFt)
Részvények (kereskedési könyv)	281,1	176,04	457,14	105,06
Tőkekövetelmény			36,5712	8,4048

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

A CRR 351-354. cikkei szerint az intézményeknek devizakockázati tőkekövetelményt kell számítaniuk, ha az összesített nettó devizapozíció meghaladja a szavatolótőkéjük 2%-át. A nettó devizapozíció számításánál figyelembe kell venni az azonnali és határidős devizapozíciókat, a garanciákat, az opciók delta ekvivalens értékét és egyéb mérlegen kívüli tételeket. Az összesített nettó devizapozícióra 8%-os tőkekövetelményt alkalmazok.

A példa adatok alapján a bank három devizanemben tart eszközöket, amelyek között szerepelnek külföldi állampapírok, devizaárfolyamokra vonatkozó derivatívák, devizában denominált részvényekre vonatkozó derivatívák, valamint devizában denominált részvények. A 8%-os követelménnyel számolva összesen 43,31 MrdFt tőkekövetelményre van szükség. Mivel ebben az esetben is 100%-os effektív súlyról beszélhetünk, így a kockázattal súlyozott devizakockázati kitettség 541,37 MrdFt.

27. táblázat: Devizakockázat tőkekövetelménye

Eszköz	Kategória	MrdFt (EUR-ról váltva)	MrdFt (CHF-ről váltva)	MrdFt (USD-ről váltva)	MrdFt (GBP-ről váltva)
Befektetések és Értékpapírok	Állampapírok	384,95	80,2	170,45	156,39
Derivatívák	Devizaárfolyamokra és aranyra vonatkozó szerződések	27,27	22,46	8,02	7,22
Derivatívák	Részvényekre vonatkozó szerződések	74,99	24,86	31,28	13,63
Részvények	Kereskedési könyv (nettó)	21,25	8,42	12,83	5,61
Összesen		508,46	135,94	222,58	182,85
Tőkekövetelmény		-	10,8752	17,8064	14,628

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

Az árupiaci kockázat sztenderd módszer szerinti számítása a CRR 355-361. cikkei alapján három megközelítést alkalmaz. Az egyszerűsített módszer esetében a nettó árupiaci pozíciókra 15%-os, míg a bruttó (hosszú + rövid) pozíciókra 3%-os tőkekövetelményt kell alkalmazni. A futamidő-táblás módszer a pozíciókat lejáratú sávokba sorolja és az egyes sávokon belül, valamint sávok között eltérő százalékos súlyokat (1-15%) rendel hozzájuk, figyelembe véve a kiegyenlítési hatásokat. A kiterjesztett lejáratú-táblás módszer pedig az árupozíciókat kategóriánként súlyozza, ahol a nemesfémekre (kivéve arany) 8%, az egyéb fémekre 10%, a mezőgazdasági termékekre 12%, míg az energiatermékekre és egyéb árukra 15% tőkekövetelmény vonatkozik. Számításom során az egyszerűsített módszert választom, mivel ez a legkönnyebben alkalmazható és testreszabható megközelítés. Fontos kiemelni, hogy az árupiaci kockázati kitettség alapját az azonnali (spot) árak képezik, nem pedig a mérlegben szereplő (mark to market) értékek, ebből adódóan a 28. táblázat értékei nem fognak egyezni a mérlegben szereplő pozíciók értékeivel.

28. táblázat: Árupiaci kockázat tőkekövetelménye

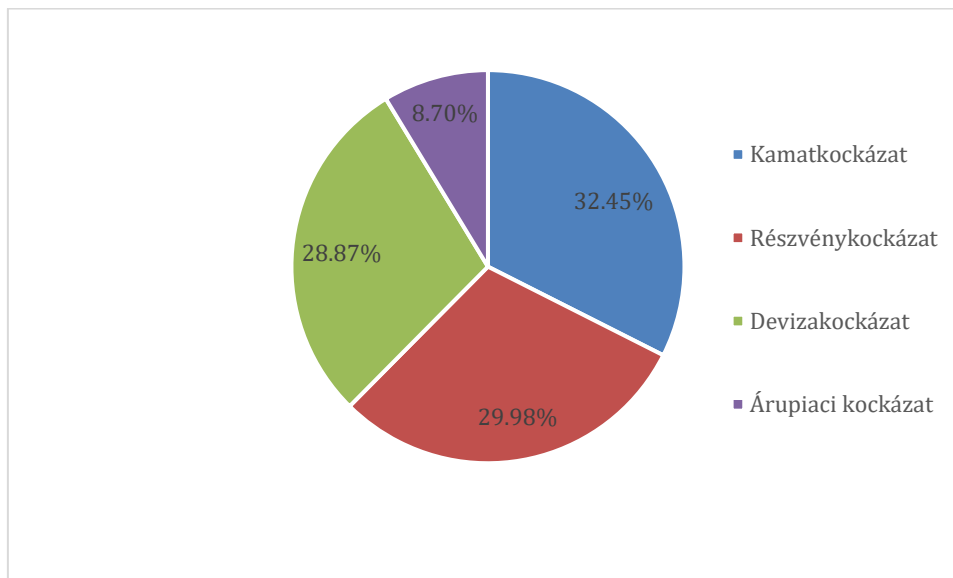
Eszköz	Kategória	Nettó pozíció azonnali ár	Bruttó pozíció azonnali ár
Derivatívák	Nemesfém-szerződések, kivéve arany	46,59	99,05
Derivatívák	Áru-szerződések, kivéve nemesfémek	14,55	30,07
Összesen		61,14	129,12

Tőkekövetelmény ráta (%)		15%	3%
Tőkekövetelmény		9,171	3,8736

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

Szintén a 8%-os minimum követelménnyel számolva összesen 13,05 MrdFt tőkekövetelményre van szükség, így a kockázattal súlyozott árupiaci kockázat kitettség 163,06 MrdFt.

Amennyiben összeadjuk az eddig kiszámolt kamatkockázatot, részvénykockázatot, devizakockázatot és árupiaci kockázatot, összesen 1 875 MrdFt piaci kockázati kitettséget kapunk. A piaci kockázatok kategóriánkénti megoszlását az 3. ábra szemlélteti.



3. ábra: A piaci kockázati kitettség kategóriánkénti megoszlása

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

4.3.4. Működési kockázathoz kapcsolódó mutatók és módszerek

A rendelet 312. cikkben tárgyalt működési kockázat a pénzügyi intézmények egyik legnehezebben mérhető és kezelhető kockázati típusa, amely elsősorban belső folyamatok, emberi hibák, informatikai rendszerek meghibásodásai vagy külső események miatt merülhet fel. Ide tartoznak például a csalások, az IT-rendszerek leállásai, a jogi kockázatok és a természeti katasztrófák által okozott veszteségek. Míg a hitelkockázat esetében a múltbeli hitelezési adatok és a nemteljesítési arányok alapján statisztikai modellek építhetők, illetve a piaci kockázatok jellemzően jól mérhetők az árfolyamok és volatilitás alapján, addig a működési kockázat kevésbé egzakt, mert ritkábban előforduló, de nagy hatású eseményekből eredhet. A szabályozók ezért többféle módszert engedélyeznek a működési kockázat tőkekövetelményének kiszámítására, attól függően, hogy egy pénzintézet milyen mélységben tudja mérni ezt a kockázatot. A 575/2013/EU rendelet három fő módszert határoz meg:

- Alapmutató módszer (BIA - Basic Indicator Approach): Egyszerű, de kevésbé pontos megközelítés, amely a bank bruttó bevételének rögzített százaléka alapján alapul.

- Sztenderd módszer (SA - Standardized Approach): A működési kockázati tőkekövetelményt az üzleti tevékenység szerkezete alapján számítja ki.
- Fejlett mérési módszer (AMA - Advanced Measurement Approach): A legösszetettebb, a bank saját adatain és belső kockázatmodellezésén alapuló módszer.

Hasonlóan az eddigiekhez ismét a sztenderd módszert választom. A 320. cikk részletesen meghatározza, hogy milyen követelményeknek kell megfelelnie egy intézménynek a sztenderd módszer alkalmazásához. Ezek közé tartozik, hogy a banknak egy jól dokumentált rendszerrel kell rendelkeznie a működési kockázatok kezelésére és mérésére, amelyet rendszeresen felül kell vizsgálni. A módszer eredményeit szorosan integrálni kell a bank kockázatkezelési folyamataiba és az erről szóló jelentéseket elérhetővé kell tenni a felsővezetés számára.

$$K_{SA} = \sum_i (\beta_i \times GBI_i)$$

Ahol K_{SA} = a működési kockázati tőkekövetelmény; β_i = az adott üzletágra vonatkozó súlytényező; GBI_i = az adott üzletág hároméves átlagos bruttó bevétele

A módszer lényege, hogy a bank kilenc meghatározott üzleti vonalának (pl. kereskedelmi banki tevékenység, befektetési banki műveletek, vagyonkezelés stb.) hároméves átlagos bruttó bevételeit egy előre meghatározott súlytényezővel szorozzák. Az így kapott értékeket összeadják és az eredmény adja a működési kockázati tőkekövetelményt. Az adott üzletághoz kapcsolódó üzletágakat és tevékenységeket a rendelet 317. cikk pontosan meghatározza. A CRR 575/2013 rendelet 317. cikk alapján, a működés kockázathoz kapcsolódó üzletágak és tevékenységi körök a következők szerint határozhatók meg:

- Vállalati pénzügyek üzletág: Pénzügyi instrumentumok elhelyezése az eszköz vételére vonatkozó kötelezettségvállalással (jegyzési garanciavállalás) és/vagy a kibocsátás átvételére irányuló kötelezettségvállalás alapján történő kihelyezése. Jegyzési garanciavállaláshoz kapcsolódó szolgáltatás. Befektetési tanácsadás. Tőkeszerkezettel, üzleti stratégiával és az ezekkel összefüggő kérdésekkel, valamint az egyesüléssel és a vállalatfelvásárlással kapcsolatos tanácsadás és szolgáltatás. Befektetés elemzés, pénzügyi elemzés és pénzügyi instrumentumokkal végzett ügyletekhez kapcsolódó általános ajánlások. Súlytényező értéke (béta-faktor): 18%
- Kereskedés és értékesítés üzletág: Saját számlás kereskedés, pénzügyi tevékenység, pénzügyi instrumentummal kapcsolatos megbízás felvétele és továbbítása, megbízás végrehajtása az ügyfél nevében, pénzügyi instrumentum elhelyezése az instrumentum vételére vonatkozó kötelezettségvállalás nélkül, multilaterális kereskedési rendszer működtetése. Súlytényező értéke (béta-faktor): 18%
- Lakossági közvetítői tevékenység üzletág: Pénzügyi instrumentummal kapcsolatos megbízás felvétele és továbbítása, megbízás végrehajtása az ügyfél nevében, pénzügyi instrumentum elhelyezése az instrumentum vételére vonatkozó kötelezettségvállalás nélkül. Súlytényező értéke (béta-faktor): 12%
- Kereskedelmi banki tevékenység üzletág: Betétek és más visszafizetendő pénzeszközök elfogadása, hitelezés, pénzügyi lízing, garancia és kötelezettségvállalás. Súlytényező értéke (béta-faktor): 15%

- Lakossági banki tevékenység üzletág: Betétek és más visszafizetendő pénzeszközök elfogadása, hitelezés, pénzügyi lízing, garancia és kötelezettségvállalás. Súlytényező értéke (béta-faktor): 12%
- Fizetési és elszámolási szolgáltatások üzletág: Pénzforgalmi szolgáltatások, fizetőeszközök kibocsátása és kezelése. Súlytényező értéke (béta-faktor): 18%
- Ügynöki szolgáltatások üzletág: Pénzügyi instrumentumok megőrzése és nyilvántartása az ügyfelek számláján, beleértve a letéti őrzést és kapcsolódó szolgáltatásokat, mint pl. készpénz illetve biztosíték kezelése. Súlytényező értéke (béta-faktor): 15%
- Vagyonkezelés üzletág: Portfóliókezelés, ÁÉKBV-kezelés, vagyonkezelés egyéb formái. Súlytényező értéke (béta-faktor): 12%

Az 29. táblázat az egyes üzletágak hároméves átlagos bruttó bevételei alapján, a vonatkozó súlytényezők (béta-faktorok) segítségével kiszámított tőkekövetelményeket foglalja össze.

29. táblázat: Működés kockázat számítása üzletágak szerint

Üzletág	Hároméves átlagos bruttó bevétel (MrdFt)	Súlytényező (béta-faktor)	Tőkekövetelmény (MrdFt)
Vállalati pénzügyek	60	18%	10.8
Kereskedés és értékesítés	48	18%	8.64
Lakossági közvetítői tevékenység	32	12%	3.84
Kereskedelmi banki tevékenység	80	15%	12
Lakossági banki tevékenység	64	12%	7.68
Fizetési és elszámolási szolgáltatások	44	18%	7.92
Ügynöki szolgáltatások	28	15%	4.2
Vagyonkezelés	36	12%	4.32
Összesen			59.4

Forrás: Esettanulmány banki adatok CRR 575/2013 alapján

A megadott példaadatok és az alkalmazandó súlytényezők figyelembevételével összesen 59,4 MrdFt működési kockázati tőkekövetelmény adódik. A rendeletben erre vonatkozólag az előírt 8%-os minimális tőkekövetelményt alkalmazva, a működési kockázatból eredő kockázattal súlyozott eszközérték 742,5 MrdFt lesz.

4.3.5. Kockázati területek összesítése

A rendelet előírásainak megfelelően minden jelentős kockázati területre külön-külön meghatároztam a kockázattal súlyozott eszközértékeket, amelyeket az 30. táblázatban foglaltam össze. A hitelkockázat mellett azonban a másik három kockázati terület, partner, piaci és működési kockázat esetében csak részleges adatok állnak rendelkezésemre, ezért ezeknél külön-külön nem

lehet meghatározni a bank által alkalmazott szavatoló tőke értéket. Ezért összesítve, a teljes kockázati portfólióra határoztam meg a szükséges tőkekövetelményt. Az elemzett bank esetében a négy kockázati terület együttesen számított kockázattal súlyozott eszközértéke összesen 15 198,81 MrdFt, amely szavatolótőke számítás módszer szerint 14,59%-os szavatolótőke-aránynak felel meg. Ez alapján az elemzett bank összesen 2 218 MrdFt-nyi tőkepuffert tart fenn.

30. táblázat: Kockázati kitettségek összegzése

Kitettség	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)	Szavatoló tőke (14,59%)
Hitelkockázati kitettség	12 311,30	
Partnerkockázati kitettség	270,01	
Piaci kockázati kitettség	1 875,00	
Működési kockázati kitettség	742,50	
RWA összesen	15 198,81	2 218

Forrás: az EU 575/2013-as rendelet előírásai alapján

4.4. Szavatolótőke optimalizálási modell logikai kerete

Cél és célfüggvény definiálása

A bankoknak jogszabályi előírás alapján legalább 8%-os szavatolótőke-megfelelési rátát kell biztosítaniuk, amelyet a kockázattal súlyozott eszközök (RWA) összegéhez viszonyítva számítanak. Az RWA értékét a különböző kockázattípusok alapján kell meghatározni, ezek közül egyesekhez közvetlen, másokhoz közvetett számítási szabályok társulnak. A ténylegesen rendelkezésre álló, szabadonallokálható tőke, amely meghaladja a kötelező minimumot - optimalizálható, így a felszabaduló extra tőke más, bevételtermelő célokra isallokálható. A szavatolótőke számítása alapján az alábbi célfüggvény definiálható:

$$\min (RWA_{hitel} + RWA_{partner} + RWA_{piaci} + RWA_{működési})$$

azzal a feltétellel, hogy:

$$(T1 + T2 - D) / (RWA_{hitel} + RWA_{partner} + RWA_{piaci} + RWA_{működési}) \geq 8\%$$

Ahol:

T1 = Tier 1 tőke (jegyzett tőke + visszatartott nyereség)

T2 = Tier 2 tőke (alárendelt kötvények)

D = levonások (immateriális javak stb.)

RWA_{hitel} = hitelkockázati RWA

$RWA_{partner}$ = partnerkockázati RWA

RWA_{piaci} = piaci kockázati RWA

$RWA_{működési}$ = működési kockázati RWA

A lehetséges többletkövetelményeket (működési kockázatpuffer, rendszerkockázati puffer stb.) a modell általános jellege miatt nem veszem figyelembe. A tőkekövetelmények és kockázatok modellezése során figyelembe kell venni, hogy azok számos változón (pl. terméktípus, devizanem, partnerminősítési kategória) keresztül összefonódnak és egyszerre több kockázati kategóriára is hatással lehetnek. Ennek megfelelően az alábbiakban bemutatom a főbb függőségeket és lehetséges kölcsönhatásokat.

Hitelkockázat számítása

A hitelkockázat az eszközoldali mérlegtételekhez rendelt kockázati kategóriák és alkategóriák mentén határozza meg a hitelkockázati tőkekövetelményt. Minden eszköztípushoz egy előre meghatározott kockázati súly tartozik, amely alapján kiszámítható az adott tétel kockázattal súlyozott értéke (RWA).

Az optimalizáció szempontjából két tényező különösen kiemelendő:

1. Egyes eszközök kockázati súlyozása a partnerminősítés alapján (pl. 1-6 közötti rating), illetve bizonyos feltételek teljesítése esetén módosulhat (pl. lakáshitelek, ahol a fedezet vagy teljesítés-nem teljesítés meghatározó). Más esetekben (pl. derivatíváknál) a futamidő is befolyásolja a súlyozást.
2. Az eszközökhöz becsülhető átlagos hozam és kockázat (pl. szórás, VaR) is hozzárendelhető, amelyek optimalizációja lényegesek. Ezek nem részei a szabályozásnak, hanem teljesen egyénileg finomhangolható paraméterek, amelyek az adott bank profiljához és stratégiai céljaihoz kell igazodjanak.

Kulcsfontosságú, hogy a hitelkockázati kategória lefedje a mérleg szinte valamennyi eszközét. Emiatt ez a kockázati komponens jellemzően mind abszolút értékben, mind input paraméterszám tekintetében a legdominánsabb eleme a fejlesztendő modellemnek.

Partnerkockázat számítása

A partnerkockázat tőkekövetelménye nem minden eszközre vonatkozik, mivel csak azoknál az ügylettípusoknál merül fel, ahol a partner jövőbeli nemteljesítése valós pénzügyi veszteséget okozhat a piaci értékmozgás következtében. Ezeknél az eseteknél a kitettség nem fix vagy egyszeri, hanem időben változó és bizonytalan, ezért a klasszikus hitelkockázati megközelítés önmagában nem elegendő, külön tőkekövetelményt kell alkalmazni. Így tehát a következő terméktípusokra vonatkozik: derivatívák, repo- és reverse repo ügyletek, értékpapír-kölcsönzések és -visszakölcsönzések

A partnerkockázati kitettség alapvetően két főbb lépésben számítható ki:

Partnerkockázati SA-CCR szerint: Első lépésként ki kell számítani az adott ügyletre vonatkozó EAD értéket. Ez nem súlyozott érték, csak megadja, hogy mekkora lehet a partnerkockázat nagy

valószínűséggel, azaz milyen összeg eshet veszélybe, ha a partner nem teljesít. Majd második lépésként az EAD-t meg kell szorozni az adott partner-specifikus súllyal. Ez a legtöbb esetben nem egy konkrét súlyt jelent, hanem egy intervallumot.

CVA tökekövetelmény szerint: Ez nem az ügylet értékének elvesztését modellezi, hanem a partner hitelfelárának változása miatt elszenvedett piaci veszteséget. Ebben az esetben is külön EAD, partner-súly, futamidő szerepel. Az ebben az esetben alkalmazott partnerkockázati súly (w_i) nem összekeverendő a korábban említett súlyokkal. Ez alapesetben 1% és csak bizonyos esetekben emelkedhet 3%-ig, viszont az általános érvényű modellhez javasolt a fix, 1%-os beállítás (α szintén konstans 2,33), a többi paraméter az aktuális ügylet függvényében változik.

Függőségek a hitelkockázattal: A derivatívák esetében nem szükséges klasszikus hitelkockázatot számolni, így ezek sem a mérlegszerinti érték, sem a partner- vagy termékkategória szintjén nem kapcsolódnak közvetlenül a korábbi, hitelkockázati RWA komponenshez. Repo-ügyletek esetén előfordulhat átfedés, amennyiben az SA-CCR módszertan alapján partnerkockázati jövőbeli expozíció merül fel. Ezekben az esetekben egy adott pozícióra párhuzamosan képződhet hitelkockázati RWA (klasszikus 1-6 skála szerinti súlyozás mentén), és partnerkockázati RWA is, az itt ismertetett SA-CCR és CVA logika szerint.

Piaci kockázat számítása

A piaci kockázat azokat a tökekövetelményeket foglalja magában, amelyek a kereskedési könyvben tartott eszközök értékének piaci változásokból eredő kockázatára vonatkoznak. Ide tartozik többek között a kamatkockázat, árfolyamkockázat, részvénykockázat, valamint nyersanyagár-kockázat.

A kamatkockázat elsősorban a változó kamatozású hitelekre, a derivatívákra (kamatswap), valamint a devizaalapú eszközökre és kötelezettségekre vonatkozik, mivel ezek érzékenyek a kamatlábak és árfolyamok változására. Fix kamatozású hitelek esetén a piaci kockázat jellemzően nem releváns, mivel a jövőbeni pénzáramlások előre meghatározottak, így a változó kamatozású hitelek tartoznak ide. Kamatkockázat tökekövetelményének számítása a piaci kockázat standard módszere szerint a kötvény pénzáramlásaihoz és lejárat szerkezetéhez igazodik. Az eszközök átlagos hátralévő futamideje (módosított duráció) alapján három kamatkockázati sávba (24. táblázat) sorolhatók, amelyekre eltérő súlyokat alkalmaz a szabályozás. A sávok közötti pozíciók kiegyenlíthetők, így a tökekövetelmény a bruttó piaci pozícióhoz képest alacsonyabb lehet. A végső tökekövetelmény 8%-os szabály szerint kerül átszámításra RWA értékre, indirekt módon.

A részvénykockázat a kereskedési könyvben tartott részvénytípusú eszközök árfolyam-ingadozásából eredő tökekövetelményt írja elő. A szabályozás szerint a banknak mind a bruttó pozícióra (a hosszú és rövid pozíciók abszolút értékének összege), mind a nettó pozícióra (hosszú és rövid pozíciók különbsége) külön tökekövetelményt kell számolnia. Mindkét esetben a 8%-os rátát kell alkalmazni, majd összeadni őket, így megkapjuk az RWA értéket.

A devizakockázat a bank könyvvézetési devizájától eltérő pénznemben denominált eszközök és kötelezettségek árfolyammozgásából fakadó veszteségeket hivatott lefedni. A számítás során az egyes devizákban fennálló kitettségek (pl. USD, GBP) külön-külön kerülnek összesítésre, majd az így kapott devizánkénti pozíciókra meghatározott 8%-os ráta alapján kerül kiszámításra a tökekövetelmény.

Az árupiaci kockázat a nyersanyagpiacok (például energia-, nemesfém- vagy agrártermékpiacon) áringadozásaiból eredő tőkekövetelményt írja elő a kereskedési könyvben tartott pozíciók esetében. A számítás során a derivatívákból származó nettó és bruttó piaci pozíciók az aktuális azonnali árfolyam alapján kerülnek összesítésre, majd ezekre eltérő tőkekövetelmény-ráták (15% nettó és 3% a bruttó) alapján történik a tőkekövetelmény meghatározása. A piaci kockázat optimalizálása során elsősorban arra érdemes figyelni, hogy az egyes eszközök mennyire érzékenyek a piaci tényezők (például kamatlábak, árfolyamok vagy részvényárak) változásaira illetve, hogy ezek mekkora RWA hatást fejtenek ki. A tőkekövetelmény ebben az esetben nem közvetlenül az eszközértékből, hanem annak várható mozgásából származik, így az érzékeny pozíciók csökkentése vagy kiegyensúlyozása kulcsfontosságú lehet.

Függőségek a hitelkockázattal és partnerkockázattal: Devizaalapú követeléseknél (pl. USD-ban nyilvántartott vállalati hitel) egyszerre jelentkezhet hitelkockázat (nemteljesítés), valamint piaci kockázat (árfolyamváltozás). Derivatívák esetében különösen deviza-, kamat- és részvényswapszerződéseknel, partnerkockázat keletkezik (a jövőbeli teljesítés bizonytalansága miatt), miközben ugyanazon pozícióra piaci kockázat is számítandó, ha az kereskedési könyvben van. Repo- és értékpapír-kölcsönzési ügyleteknél szintén előfordulhat, hogy ugyanaz az ügylet mind hitelkockázati (ha követelésként szerepel), mind partnerkockázati (jövőbeli nemteljesítés), sőt bizonyos esetekben piaci kockázati hatásokat is hordoz. Ezeknél a termékeknel célszerű a kockázati típusok közötti kapcsolatokat külön jelezni a modellben, hogy elkerülhető legyen a túlzott vagy duplikált tőkekövetelmény-képzés.

Működési kockázat

A működési kockázat olyan nem pénzügyi jellegű kockázatokra vonatkozik, amelyek belső folyamatok, rendszerek, emberi hibák vagy külső események miatt keletkezhetnek. Minden üzletág esetén a hároméves átlagos bruttó bevétel alapján számítható a tőkekövetelmény, üzletág-specifikus súlytényezők (béta-faktorok) alkalmazásával. Az így kapott értékek összege adja a működési kockázatra képzett összes tőkekövetelményt, amely hozzájárul az intézmény teljes RWA-jához. Kiemelendő, hogy a működési kockázati komponens jellemzően kis arányban járul hozzá a teljes RWA-hoz és modellezési szempontból nehezen optimalizálható, mivel a tőkekövetelmény hároméves átlagos bevételi adatok alapján számolódik. Ez a kockázattípus nem köthető egyértelműen konkrét termékekhez vagy tranzakciókhoz, különösen nem egy az egyben leképezhető módon, mivel gyakran több üzletági vagy terméktípuson átívelő, rendszerszintű kockázatokkal függ össze. Az átfedések miatt a működési kockázat kezelése inkább intézményi szintű kontrollokon és üzletági struktúrákon keresztül történik, nem termékalapú modellezéssel.

Részletes relációs tábla

A négy kockázati terület eszközönkénti relációját az 31. táblázat tartalmazza.

31. táblázat: Eszköztípusok kockázati kitettsége

Eszköz	Hitelkockázat	Partnerkockázat	Piaci kockázat	Működési kockázat
Készpénz és Jegybanki Tartalékok	Mérlegérték alapján RWA számítás	Nem releváns	Nem releváns	Fizetési és elszámolási szolgáltatások
Lakossági Hitelek	Mérlegérték alapján RWA számítás	Nem releváns	Fix: nem releváns; Változó: kamatkockázat	Lakossági banki tevékenység
Vállalati Hitelek	Mérlegérték alapján RWA számítás	Nem releváns	Fix: nem releváns; Változó: kamatkockázat	Kereskedelmi banki tevékenység
Befektetések és Értékpapírok	Mérlegérték alapján RWA számítás (ha nem kereskedési könyv)	Repo/kölcsön esetén SA-CCR + CVA számítás	Kamatkockázat, árfolyamkockázat (ha kereskedési könyv)	Kereskedés és értékesítés
Derivatívák	Nem releváns	SA-CCR + CVA számítás kötelező	Kamat-, árfolyam-, részvénykockázat (ha kereskedési könyv)	Kereskedés és értékesítés
Repo- és értékpapír-kölcsön ügyletek	Mérlegérték alapján RWA (ha nem nettingelve)	SA-CCR + CVA (ha OTC struktúra)	Kamat- vagy árfolyamkockázat (ha kereskedési könyv)	Kereskedés és értékesítés
Részvények (kereskedési könyv)	Nem releváns	Nem releváns	Részvénykockázat	Kereskedés és értékesítés
Tárgyi eszközök	Mérlegérték alapján RWA számítás	Nem releváns	Nem releváns	Vállalati pénzügyek
Immateriális javak	Nem számítható tőkébe (levonásként jelenik meg)	Nem releváns	Nem releváns	Nem releváns
Egyéb eszközök	Mérlegérték alapján RWA számítás	Nem releváns	Nem releváns	Fizetési/ügynöki szolgáltatások

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

A relációs tábla alkalmazásának alkalmazása a modellalkotás során azért jelentős, mert világosan meghatározza az egyes eszközkategóriák és a hozzájuk tartozó releváns kockázati dimenziók kapcsolatát. Ezáltal lehetővé válik az eszközcsoportok rendszerezett kezelése a kockázati súlyok meghatározásakor, továbbá egyértelműsíti, hogy az adott eszközökhöz milyen típusú kockázatok (hitel-, partner-, piaci vagy működési kockázat) rendelhetők. Ez támogatja az optimalizációs modell kialakítását. Strukturált tárja fel azokat az összefüggéseket, amelyek alapján az egyes eszközök tőkekövetelményeit kalkulálni lehet.

Függőségi mátrix

A négy kockázati terület függőségi kapcsolatát az 32. táblázat szemlélteti

32. táblázat: A kockázati területek függőségi kapcsolata

Input / jellemző	Hitelkockázat	Partnerkockázat	Piaci kockázat	Működési kockázat
Eszköz mérlegérték	x	x	x	
Eszköz mérlegen kívüli érték		x	x	
Eredménykimutatás (bruttó árbevétel)				x
Terméktípus	x	x	x	(indirekt)
Partnerminősítés	x	x		
Fix kockázati súlyozás	x		x	x
Direkt RWA számítás	x		(inkább indirekt)	x
Devizanem			x	
Lejárat / futamidő		x	x	
Ügyfélkategória függés	x	x		x
Könyv típus (banki / kereskedési) függés	x	x	x	
Hozam / volatilitás becslés (belső modellparaméter)	x		x	

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

A függőségi mátrix a modellfejlesztés során azt a célt szolgálja, hogy azonosíthatóvá váljon a modellbe kerülő változók és paraméterek közötti kapcsolatok, valamint, hogy strukturált módon lehessen meghatározni a bemeneti adatokat és azok szerepét. Segítségével egyértelműen nyomon követhető, hogy mely inputok vannak közvetlen hatással az egyes kockázati kategóriák tőkekövetelményeinek meghatározására és melyek azok, amelyek indirekt módon befolyásolják az eredményeket. Emellett a mátrix alapján pontosan felépíthető az adatstruktúra, amelyet később az optimalizációs algoritmus során alkalmaznak.

Optimalizációs célok:

Az 33. táblázatban kerül összefoglalásra a modellalkotás szempontjából meghatározó jellemzők, amelyeket figyelembe kell venni. A modellalkotás szempontjából kiemelten fontos információkat tartalmaz, mivel strukturáltan összegzi az egyes kockázati területekhez kapcsolódó célfüggvényeket, azok főbb változóit, valamint ezek adatforrásait. A táblázat egyértelműen kijelöli, hogy az optimalizáció során milyen konkrét értékek minimalizálására kell törekedni és pontosan mely változókat lehet szabályozni az adott cél elérése érdekében. A táblázat adatai alapján definiálható az optimalizációs modell döntési változói, a hozzájuk tartozó korlátozások, valamint ellenőrizhető a célfüggvények helyes implementálása.

33. táblázat: A modellalkotás szempontjából meghatározó jellemzők kockázati területek szerint

Jellemző	Hitelkockázat	Partnerkockázat	Piaci kockázat	Működési kockázat
Cél	A mérleg eszközérték és a hozzá rendelt kockázati súly szorzatainak összegét minimalizálni	Az SA-CCR módszer szerinti EAD és a partner súlyozási tényező szorzatának minimalizálása	A kereskedési könyvben lévő pozíciók kockázati súlyozása alapján a teljes pozíció minimalizálása	Az egyes üzletágakhoz tartozó súlyozott bruttó bevétel alapján számolt tőkekövetelmény minimalizálása
Fő változók	Eszközértékek, súlyok (és becsült hozam/kockázat)	EAD komponensek	Pozíciók, duration-sávok, súlyok	Árbevétel, üzletág
Fő változók forrása	Mérleg, CRR rendelet	Derivatíva nyilvántartások, tranzakciós adatok, CRR rendelet	Kereskedési könyv, piaci árfolyamok, duration szerkezet	Eredménykimutatás, üzletági bontás, belső számvitel
Optimalizálható	Igen	Igen	Igen	Korlátozott

Portfólió összeállítás szabályozás az üzleti működés tükrében

A rendelet nem ír elő konkrét sorrendet a portfólió feltöltésére vonatkozóan és nem határoz meg eszköztípusonként általános maximális súlykorlátokat sem. Ugyanakkor részletesen szabályozza az egyes eszközök kockázati súlyozását, amelyek a gyakorlatban implicit módon korlátozásként működnek. Ez azt is jelenti, hogy a termékportfólió nem alakítható ki egyetlen ismérv (például hozam, kockázat vagy likviditás) mentén. Ehelyett olyan összetett szempontrendszer szükséges alkalmazni, amely egyaránt figyelembe veszi a szabályozási megfelelést, a kockázati súlyozás többszínű hatásait és az üzleti célokkal való összehangolást.

A modellalkotás során, a jogszabályi megkötés hiányában, a 4. ábrán szemléltetett szempontok szerint alakítható ki az eszközportfólió.



4. ábra: Az eszközportfólió kialakításának szempontjai

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

Az RWA-hozam arány számítása során előnyben részesítendőek azok az eszközök, amelyek az egységnyi kockázattal súlyozott tőkelekötéshez magasabb várható hozamot biztosítanak. Ez azt jelenti, hogy nem önmagában a hozam vagy kockázatarányos hozam, hanem a hozam és a kapcsolódó tőketerhelés aránya számít. Egy alacsonyabb hozamú, de kockázat szempontjából kedvezőbben besorolt eszköz (pl. lakáshitel 35%-os RWA-val) versenyképesebb lehet, mint egy látszólag magasabb hozamú, de tőketerhelés szempontjából költségesebb termék. A portfólió hatékonyságának megítélésében ez az arány kulcsfontosságú. Minél nagyobb hozam termelődik ugyanannyi lekötött tőkére, annál kedvezőbb a portfólió tőkearányos teljesítménye és annál nagyobb mértékben optimalizálható a rendelkezésre álló tőke.

Volatilitás és pufferelehetőség becslése során a portfólióban szereplő eszközök súlyozásánál fontos figyelembe venni azok volatilitását és azt, hogy milyen gyorsan és megbízhatóan lehet őket pénzzé tenni. Az olyan eszközök, amelyek ára gyorsan és kiszámíthatatlanul változhat, például nem tőzsdei részvények vagy spekulatív kötvények, nagyobb kockázatot jelentenek, különösen, ha nem áll mellettük könnyen eladható, stabil értékű tartalékeszköz. Ilyen puffer lehet például a rövid lejáratú állampapír, az overnight bankbetét vagy egy jól strukturált, alacsony kockázatú fedezett kötvény. Ezek segítenek ellensúlyozni a kockázatosabb elemeket, ezért az ingadozó eszközök súlyát érdemes visszafogni, ha nincs elegendő gyorsan mozgósítható tartalék a portfólióban. Bizonyos eszközök, például változó kamatozású hitelek vagy devizában denominált befektetések, megfelelő derivatívákkal, mint például kamatláb- vagy devizaswapokkal jól fedezhetők. Ha ezeket a fedezeti lehetőségeket már a portfóliótervezés során figyelembe vesszük, az lehetőséget ad arra, hogy a kockázatosabb eszközök is nagyobb súlyt kapjanak anélkül, hogy ez aránytalanul növelné a teljes portfólió volatilitását vagy stresszérzékenységét. Ebből az is következik, hogy ha egy termék kockázatát derivatívával fedezzük, akkor a fedezeti ügylethez

kapcsolódó partnerkockázat vagy piaci kockázat miatt önmagában is keletkezik egy bizonyos szintű többlet-RWA. Ezt a hatást a portfólióoptimalizálás során érdemes előre figyelembe venni.

Kockázattípusok szerinti diverzifikáció esetében, a portfólióban célszerű úgy kialakítani az eszközök arányát, hogy a különböző kockázattípusok kiegyensúlyozottan legyenek jelen. Ha a portfólió túlságosan egyetlen típusú kockázatra épül, az sérülékennyé válhat stresszhelyzetben. Ezért a cél nem pusztán a diverzifikáció eszköztípus szerint, hanem a kockázati dimenziók közötti egyensúly megteremtése is. Ez természetesen nem valósítható meg az előző két módszer mérlegelése nélkül, hiszen kizárólag szabályozói logika alapján, felülről lefelé történő tervezéssel nem, vagy csak irreálisan sok feltételezéssel lehetne portfóliót kialakítani. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy például egy magas kamatkockázatot hordozó, hosszú lejáratú kötvényportfólió csak akkor tartható fenn magas súllyal, ha mellette alacsonyabb piaci vagy partnerkockázatú eszközök, például állampapírok vagy fedezett követelések, is megfelelő arányban szerepelnek a portfólióban.

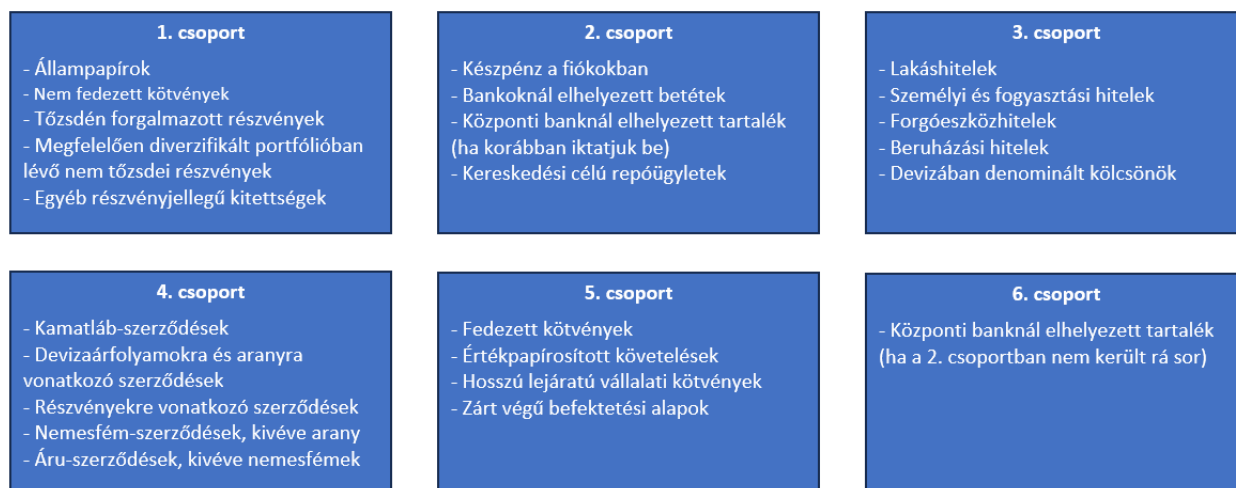
A nagyméretű koncentrációk együttes hatásának figyelembevételét a LEX (Large Exposure) szabályozza. Ennek értelmében egyetlen ügyfél vagy ügyfélcsoport felé fennálló kitérttség sem haladhatja meg a szavatolótőke 25%-át. Ez az előírás, bár nem eszköztípushoz kötött, további korlátot jelent az portfólió kialakítás során, különösen koncentrált ügyfélkapcsolatok esetén. Ha az ügyfél vagy az ügyfélcsoport intézményt is tartalmaz, akkor a korlát a szavatolótőke 25%-a vagy 150 millió EUR közül a nagyobbik. Ez tehát minden portfólióképzés esetén alapvető korlátozó tényező. Amennyiben ismert az egyes partnerekre vetített hozam-kockázat arány, a portfólión belüli optimális allokáció lineáris programozási eszközökkel jól becsülhető. Ez lehetőséget ad arra, hogy adott termékcsoporton belül célzottan azokra a partnerekre fókuszáljunk, amelyek a legkedvezőbb tőkearányos hozamot biztosítják a szabályozási korlátok figyelembevételével.

Regulációs és üzleti célok összehangolása kiemelten fontos, mivel a portfólió súlyozása nem csupán a szabályozói tőkekövetelmények teljesítéséről szól, hanem figyelembe kell vennie az intézmény üzleti stratégiáját is. Az intézmény profilja (különösen annak üzleti fókusz és célügyfélkör) alapjaiban határozza meg, hogy milyen eszköztípusokat és az azokhoz tartozó átlagos súlyokat célszerű a portfólióba allokálni. E szempont meghatározása vagy legalábbis prioritizálása nélkül nem építhető általános érvényű modell, mivel egy lakossági vagy kkv-szegmensre specializálódott hitelintézet teljesen eltérő portfólióstruktúrát és volumeneloszlást optimalizál, mint egy intézményi vagy nagyvállalati ügyfélkörrel dolgozó broker-dealer vagy vállalati hitelintézet. Nagyobb bankok esetében az egyes üzletágak külön jogi egységekbe vagy szervezeti alcsoportokba szerveződnek, amelyek saját portfólióstratégiát alakítanak ki. Az így létrejövő kockázatok kezelése szükség esetén konszolidált szinten, a cégcsoporton belül is lehetséges, például belső árazással, fedezeti ügyletekkel vagy tőketranszfer mechanizmusokkal. Amennyiben eltekintünk ezektől a specifikusabb esetektől és egy általános érvényű modell alapjait kívánjuk meghatározni, akkor az eddigi pontok figyelembevétele mellett célszerű egy olyan értékelési keretrendszert kialakítani, amely rugalmasan illeszkedik különböző intézményi profilokhoz és működési környezetekhez.

Javasolt általános sorrendiség a portfólió feltöltéséhez

Az 5. ábra látható csoportosítási logika a portfólió feltöltési sorrendjének meghatározására szolgál. A csoportosítás során figyelembe vettem az egyes eszközök kockázati sajátosságait, likviditási

jellemzőit, valamint szabályozási előírásokat, ezáltal létrehozva egy strukturált keretet az optimalizációs modell bemeneti adatainak rendszerezésére. A csoportosítás célja, hogy az optimalizációs folyamat során egyértelműen és átláthatóan kezelhetők legyenek az eltérő kockázati profilú eszközök, valamint hogy segítse a döntési változók megfelelő meghatározását és az egyes eszközkategóriák közötti logikai kapcsolat fenntartását.



5. ábra: A portfólió feltöltési sorrendjének kialakítását szolgáló csoportosítási logika

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

1. csoport - Kereskedési könyvi eszközök: Először azokat az eszközöket célszerű allokálni, amelyek biztosítják a portfólió piaci alkalmazkodóképességét, az elsődleges likviditást és a gyors pozíciókezelés lehetőségét, miközben viszonylag alacsony RWA-terheléssel járnak. Ide tartoznak például az állampapírok, tőzsdei részvények és rövid lejáratú kötvények. Mivel ezek az eszközök jól árazhatók és azonnal értékesíthetők, kulcsszerepet játszanak a portfólió kezdeti, aktív szakaszának kialakításában.

2. csoport - Likviditási tartalék eszközök: A portfólió egy másik részét kifejezetten a belső vagy szabályozói likviditási előírások teljesítésére szolgáló, védelmi célú tartalékeszközök alkotják. Ezek jellemzően nem kereskedési célból tartott instrumentumok, hanem a napi pénzügyi stabilitás és a válságállóság biztosítását szolgálják. Ilyenek például az overnight betétek, rövid lejáratú állampapírok vagy jegybanki kénthet kötvények. Ezek a portfólió korai szakaszában kijelölik a szükséges likviditási puffert és biztosítják a működéshez elengedhetetlen stressztűrő kapacitást.

3. csoport - Hitelek (lakossági, vállalati, kkv, project lending): A hitelkihelyezések jelentik a portfólió hozamtermelő magját, ugyanakkor a legnagyobb RWA-terheléssel is ezek járnak, különösen olyan eszköztípusok esetén, mint a fedezetlen vállalati hitelek, projektfinanszírozási konstrukciók vagy devizában denominált kölcsönök. A hitelek típusát és súlyát az intézmény üzleti profilja határozza meg. A likviditás és az alap piaci pozíciók után célszerű meghatározni, hogy milyen típusú hitelezési struktúra illeszkedik az üzleti profilhoz és a kockázatvállalási hajlandósághoz.

4. csoport - Derivatívák (kockázatfedezeti célra): A derivatívák, például kamatswapok, devizaswapok vagy határidős ügyletek, a korábban allokált kockázatos eszközök, elsősorban hitelek és devizás pozíciók fedezésére szolgálnak. Funkciójuk nem a hozamtermelés, hanem a volatilitás mérséklése és a tőkeszükséglet optimalizálása. A fedezeti stratégia csak a releváns

kitettségek ismeretében tervezhető meg hatékonyan, ezért a derivatívák paraméterezése a hitelezési struktúra és devizaösszetétel kialakítása után célszerű.

5. csoport - Strukturált, hosszú lejáratú eszközök: A strukturált és hosszabb lejáratú eszközök, például fedezett kötvények, értékpapírosított követelések (pl. jelzáloglevelek), vagy hosszú lejáratú vállalati kötvények, jellemzően stabil, de kevésbé likvid portfólióelemek. Ezek elsősorban hosszú távú hozamcélokat szolgálnak és gyakran magasabb komplexitású kockázatkezelést igényelnek. Elhelyezésük csak akkor indokolt, ha a likviditási és kockázatkezelési alapstruktúra már kialakult, mivel ezek az eszközök hosszabb ideig lekötik a tőkét.

6. csoport - Tartalékráta és egyéb szabályozói minimumok teljesítése: Bár technikailag előbb is teljesíthető (a 2. pont részeként), a kötelező tartalékráta optimális mértéke a betétállomány és a hitelek szerkezetének ismeretében határozható meg. A portfólió végén érdemes ezt kiszámítani, hogy se túltartalékolás, se alulteljesítés ne torzítsa a tőkefelhasználást. A jelenleg érvényben lévő 10%-os tartalékráta alapján a következő tételek tartoznak a tartalékalapba: belföldi ügyfelektől származó eurobetétek (látra szóló és lekötött); betéti jellegű értékpapírok; repoügyletek; egyéb, a jegybank által tartalékalapként elismert pénzügyi kötelezettségek.

4.5. Optimalizációs függvény

A fejlesztett modell lineáris programozás keretében optimalizálja a portfólió összetételét, egyszerre biztosítva a szabályozói megfeleléseket, a kockázatkezelési követelményeket, valamint a hozam és szavatoló tőke célok teljesülését. Az alábbiakban részletesen ismertetem a célfüggvény összetételét, a figyelembe vett korlátokat, valamint a megoldási eljárás főbb lépéseit.

Célfüggvény összetétele

A portfólió-optimalizációs feladat matematikai leírása következő elemekből áll. Legyen adott egy N eszközosztályból álló portfólió, ahol:

- $x_i \geq 0$ az i -edik eszközosztályba fektetett összeg (MrdFt-ban);
- μ_i az i -edik eszközosztály várható hozama;
- σ_i annak szórása (volatilitása);
- r_i a Basel szerinti kockázati súly (credit risk weight);
- v_i a VaR-hányados (pl. 1 napos 99 %-os VaR egységre vetítve);
- q_i a szigmoid minőségi mutató, amely 0 és 1 közötti skálán értékeli a minőséget.

A bank teljes kockázattal súlyozott eszközállománya R_{tot} hitelkockázati részből és egy további részből áll (partner-, piaci- és működési kockázat, ezt jelölje R_{oth}). A hitelkockázati rész a döntési változókból és a rögzített tételekből tevődik össze:

$$R_{credit} = \sum_{i=1}^N r_i x_i + R_{fix}$$

ahol R_{fix} a tárgyi és egyéb eszközök, illetve a jegybanki betét kockázati hozzájárulása. A Basel-szabályok szerint a Tier 2 tőke a hitelkockázati RWA 1,25%-a, ezért a bank szabályozói tőkéje:

$$C(R_{credit}) = T_1 + 0,0125 \times R_{credit}$$

ahol T_1 a Tier 1 tőke. A tőkemegfelelési mutató

$$CAR = \frac{C(R_{credit})}{R_{credit} + R_{oth}}$$

Ha egy adott c értékhez (például 8 %) szeretnénk igazítani a CAR-t, a fenti képlet átrendezésével megkapjuk a hitelkockázati RWA-célértéket:

$$R_{credit,target}(c) = \frac{T_1 - c R_{oth}}{c - 0,0125} - R_{fix}$$

Ez az az érték, amit a döntési változókból elő kell állítani ahhoz, hogy a teljes RWA mellett a CAR éppen c legyen.

Célfüggvény

A döntési változókra egy többtényezős hasznossági függvényt maximalizálunk, amely a hozamot, a volatilitást és a szavatoló tőke arányt egyaránt figyelembe veszi. A feltöltött kutatási anyagban ez a következő súlyozott összegként szerepel:

$$Z(x) = w_1 \sum_{i=1}^N x_i (\mu_i - \sigma_i) + w_2 \sum_{i=1}^N x_i \frac{\mu_i}{\sigma_i} + w_3 \sum_{i=1}^N x_i q_i$$

ahol $w_1=0,30$, $w_2=0,40$, $w_3=0,30$. Az első tag a hozam-szórás különbség (jutalmazza a magas hozamot és bünteti a volatilitást), a második a normalizált Sharpe-mutató, a harmadik pedig a szigmoid minőségi indikátor súlyozott átlaga.

Korlátok

A változókra az alábbi lineáris korlátokat írjuk elő:

1. Költségvetés: $\sum_{i=1}^N x_i = B$, ahol B a befektetendő összeg
2. RWA-cél: $\sum_{i=1}^N r_i x_i = R_{credit,target}(c)$. Ez biztosítja, hogy a hitelkockázati rész pontosan annyi legyen, ami az c CAR-hez szükséges.
3. Hozam-korlát: $\sum_{i=1}^N x_i q_i \geq H_0$, ahol H_0 a kiinduló portfólió várható hozama (vagy annak egy célnál nem kisebb értéke).
4. Var-korlát: $\sum_{i=1}^N x_i v_i \leq V_0(1 + \gamma)$, ahol V_0 a kiinduló portfólió VaR-ja és γ a megengedett relatív növekedés (például 0,05 a maximum 5%-os növekedés engedélyezéshez).
5. Diverzifikációs plafon és minimum: minden i -re

$$m_i \leq \frac{x_i}{B} \leq M_i$$

ahol $m_i=5\%$ a minimális, $M_i=40\%$ pedig a maximális portfólió-arány.

6. Egyéb strukturális korlátok: fix kitettségek tárgyi és egyéb eszközök beépítése
7. Partnerenkénti 25%-os limit, rendelet szerinti előírás alapján

$$\sum_{i \in P_j} x_i \leq 0,25 \times \sum_{i=1}^n x_i \times \omega_i \quad \forall j \in \{1, \dots, m\}$$

ahol:

x_i : az i -edik eszközbe kihelyezett összeg (döntési változó)

ω_i : az i -edik eszköz kockázati súlya

m : a partnerek száma

n : eszközök száma

Megoldási eljárás

Mivel a hitelkockázati RWA-t a CAR-céltól függően kell beállítani, érdemes a probléma megoldását lépésenként végezni:

1. Céltérték meghatározása: induljunk az 8%-os tőke megfelelési küszöbnél ($c = 0,08$). Számítsuk ki $R_{credit, target}(c)$ a fenti formulával, majd oldjuk meg a fenti optimalizációs feladatot. Ha létezik megoldás (azaz a modell „feasible”), akkor ez a legkisebb CAR, amely még teljesíti a VaR-, hozam- és diverzifikációs korlátokat.
2. Iteráció: ha $c = 0,08$ mellett a feladat nem megoldható, emeljük a célt 8,1%-ra, 8,2%-ra és így tovább 0,1 százalékpontos lépésekben. Minden lépésnél újra kiszámoljuk az RWA-célt, majd megoldjuk az optimalizációs modellt. Az első olyan c érték, amely mellett van megoldás, lesz a „legkisebb” megvalósítható tőke megfelelési arány. Ha sem 8-9% között, sem 9% körül nem találunk megoldást, akkor 10%-ra vagy még magasabb értékre kell emelnünk a célt.
3. Az objektív függvény optimalizálása: minden c értéknél, ha a lineáris korlátok alapján van megoldás, a többlet tényező célfüggvény maximalizálásával választjuk ki a számunkra legkedvezőbb portfóliót. A lexikografikus szemlélet szerint először a tőke megfelelés (CAR) és a VaR-limit teljesítésére koncentrálunk; ha ez sikerül, akkor maximalizáljuk a súlyozott célfüggvényt.

Partnerkockázati korlát: A partnerkockázati kitettség ($R_{partner}$) a portfólió partnerenként súlyozott kockázati értékeinek összegeként értelmezhető. A modellben figyelembe vett partnerkockázat révén, a CAR (tőke megfelelési mutató) célszintjének (c) eléréséhez szükséges korlát a következőképpen írható fel:

$$R_{credit} + R_{partner} + R_{oth} \leq \frac{T_1 + 0,0125 \times (R_{credit} + R_{partner})}{c}$$

Átrendezve, a modell optimalizációjához közvetlenül használható lineáris alakot kapunk:

$$(1 - 0,0125/c) \times (R_{credit} + R_{partner}) + R_{oth} \leq \frac{T_1}{c}$$

A modell működési logikájából következik, hogy a tőke megfelelési mutató ($CAR = \text{Tőke} / \text{RWA}$) optimális értéke nem minden esetben illeszthető pontosan a CRR által előírt 8%-os minimumhoz. Ha a portfólió kockázati szerkezetéből, a koncentrációs korlátokból vagy a piaci kitettségek sajátosságaiból adódóan az RWA olyan értéket vesz fel, amelyhez a rendelkezésre álló szavatolótőke mellett az arány csak 8%-nál nagyobb szinten stabilizálódik, akkor az optimalizáció eredménye szükségszerűen ezen a magasabb szinten rögzül. Matematikailag ez azt jelenti, hogy a $CAR \geq 8\%$ egyenlőtlenségi korlátként szerepel a lineáris programban, azonban a megoldás nem feltétlenül a határfeltételt ($CAR = 8\%$), hanem annak felette lévő értékét éri el, mert az objektív függvény és a korlárendszer által kijelölt megengedett tartományban ez a pont biztosítja a maximumot. Ezt a jelenséget a modell úgy kezeli, hogy a szabályozói megfelelés teljesül, ugyanakkor a tényleges optimum egy „prudenciális felárat” képez a 8%-os minimumhoz képest. Ez a felár abból fakad, hogy bizonyos portfólió-összetevők tőkekövetelménye diszkrét lépésekben változik (például kockázati súlyok ugrása vagy VaR-korlátok miatt), így a tőke megfelelés nem folytonosan közelíthető. A gyakorlatban ez azt eredményezi, hogy a bank a modell alapján nem tudja a teljes puffert felszabadítani, hanem a szabályozói minimum felett, de még mindig tőkehatékonyan működik. A jelenség tudományos jelentősége abban áll, hogy rávilágít: a szavatolótőke-optimalizáció determinisztikus keretben nem minden esetben ad „határra illeszkedő” megoldást, hanem egy természetes biztonsági tartalékot épít be, amely a portfólió sajátosságainak köszönhetően elméleti és gyakorlati szinten is konzisztens a prudenciális logikával.

4.6. Optimalizált portfólió

A fejlesztett optimalizációs modell alkalmazásával egy olyan portfólió-összetételt alakítottam ki, amely megfelel a kutatásban kitűzött fő célnak: a portfólió teljesíti a rendeletileg előírt minimális, 8%-os szavatolótőke-követelményt, miközben minimalizálja a szavatolótőkében lekötött tőke mennyiségét. A cél az volt, hogy a felszabadított tőkét a bank további befektetésekre vagy kihelyezésekre fordíthassa, ezáltal javítva a portfólió jövedelmezőségét. A modellépítés során meghatározó kritériumként kezeltem, hogy az optimalizált portfólió piaci kockázata, amelyet a bank adatai alapján VaR 95%-os mutatójával mértem, érdemben ne változzon az eredeti értékhez képest. Ennek érdekében az optimalizáció során legfeljebb $\pm 5\%$ -os eltérést engedélyeztem a kiinduló kockázati szinttől. Az eltérés engedélyezésére azért volt szükség, mert a piaci kockázatok becslése tipikusan belső modellek segítségével történik, amelyek eredményei jelentősen különbözhetnek egymástól, továbbá az éves átlaggal történő számítás torzíthatja a napi szinten megjelenő tényleges kockázati változásokat. Az optimalizált portfólió a négy vizsgált kockázati területe közül kettő esetében, hitelkockázat és piaci kockázat, mutatott változást. A partner és működési kockázat a példamban változatlan maradt.

Hitelkockázat

Az 34. táblázat a hitelkockázat szempontjából releváns mutatókat optimalizált portfólió összetételét mutatja be részletesen, figyelembe véve a szabályozói követelményeket, a kockázati szempontokat, valamint a hozam-maximalizálási célt. A táblázat tartalmazza az egyes eszközosztályokba befektetett optimalizált összegeket, a Basel-szabályozás szerinti kockázati

súlyokat, valamint a kockázattal súlyozott eszközértékeket (RWA). Az elemzésben feltüntetésre kerülnek az eszközosztályok átlagos várható hozamai, azok volatilitásai (átlagos szórás), a normalizált Sharpe-mutatók, a minőségi indikátort jelentő szigmoid értékek, továbbá az egy éves időtávon számított 95%-os VaR értékek is, amely adatokat a vizsgált bank biztosított.

34. táblázat: Optimalizált portfólió

Optimalizált portfólió elemei	Optimalizált összeg (MrdFt)	Kockázati súly	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)	Átlagos hozam	Átlagos szórás	Sharpe mutató	Szigmoid mutató	VaR 95% (1 év)	Hozam érték (MrdFt)
Befektetések és Értékpapírok Állampapírok 1	42,25	0%	0,00	4,00%	4,00%	1,00	50,50%	4,50%	1,690
Befektetések és Értékpapírok Állampapírok 2	42,72	20%	8,54	5,00%	6,00%	0,83	50,50%	6,50%	2,136
Befektetések és Értékpapírok Állampapírok 3	43,20	50%	21,60	7,50%	10,00%	0,75	50,62%	10,00%	3,240
Befektetések és Értékpapírok Állampapírok 4	43,68	100%	43,68	7,50%	10,00%	0,75	50,62%	12,50%	3,276
Befektetések és Értékpapírok Állampapírok 5	44,16	100%	44,16	10,00%	12,50%	0,80	50,94%	20,00%	4,416
Befektetések és Értékpapírok Állampapírok 6	44,63	150%	66,95	10,00%	12,50%	0,80	50,94%	25,00%	4,463
Befektetések és Értékpapírok Fedezett kötvények 1	36,52	10%	3,65	3,00%	3,00%	1,00	50,37%	6,00%	1,096
Befektetések és Értékpapírok Fedezett kötvények 2	37,00	20%	7,40	4,00%	4,00%	1,00	50,50%	6,00%	1,480
Befektetések és Értékpapírok Fedezett kötvények 3	37,47	20%	7,49	5,00%	5,00%	1,00	50,62%	6,00%	1,874
Befektetések és Értékpapírok Fedezett kötvények 4	37,95	50%	18,98	5,50%	6,50%	0,85	50,56%	10,00%	2,087
Befektetések és Értékpapírok Fedezett kötvények 5	38,43	50%	19,21	8,00%	10,00%	0,80	50,75%	10,00%	3,074
Befektetések és Értékpapírok Fedezett kötvények 6	38,91	100%	38,91	11,50%	12,50%	0,92	51,31%	12,50%	4,474
Befektetések és Értékpapírok Nem fedezett kötvények 1	39,38	20%	7,88	3,50%	4,00%	0,88	50,37%	8,00%	1,378
Befektetések és Értékpapírok Nem fedezett kötvények 2	39,86	50%	19,93	3,50%	4,00%	0,88	50,37%	10,00%	1,395
Befektetések és Értékpapírok Nem fedezett kötvények 3	40,34	100%	40,34	3,50%	4,00%	0,88	50,37%	20,00%	1,412
Befektetések és Értékpapírok Nem fedezett kötvények 4	40,82	100%	40,82	5,00%	6,00%	0,83	50,50%	20,00%	2,041

Befektetések és Értékpapírok Nem fedezett kötvények 5	41,29	150%	61,94	5,00%	6,00%	0,83	50,50%	25,00%	2,065
Befektetések és Értékpapírok Nem fedezett kötvények 6	41,77	150%	62,65	6,50%	8,50%	0,76	50,56%	25,00%	2,715
Egyéb eszközök	1 003,00	100%	1 003,00	0,50%	2,00%	0,25	49,88%	5,00%	5,015
Készpénz és Jegybanki Tartalékok Bankoknál elhelyezett betétek	2 111,08	20%	422,22	2,00%	1,50%	1,33	50,31%	2,50%	42,222
Készpénz és Jegybanki Tartalékok Készpénz a fiókokban	2 345,65	0%	0,00	1,00%	0,50%	2,00	50,19%	0,00%	23,456
Készpénz és Jegybanki Tartalékok Központi banknál elhelyezett tartalék	2 580,21	0%	0,00	1,00%	0,50%	2,00	50,19%	0,00%	25,802
Lakossági Hitelek Lakáshitelek Fedezetlen hitelrész (ha a hitelösszeg meghaladja az ingatlan értékét)	73,04	100%	73,04	-0,10%	12,50%	-0,008	48,41%	40,00%	-0,073
Lakossági Hitelek Lakáshitelek Jelzáloggal biztosított lakáshitel (feltételek nem teljesülnek)	75,07	100%	75,07	5,00%	4,00%	1,25	50,75%	8,00%	3,753
Lakossági Hitelek Lakáshitelek Jelzáloggal biztosított lakáshitel (feltételek teljesülnek)	77,10	35%	26,98	4,00%	3,00%	1,33	50,62%	6,00%	3,084
Lakossági Hitelek Lakáshitelek Nem teljesítő jelzáloghitel (NPL) – egyedi hitelkockázati kiigazítások < 20%	79,12	150%	118,69	-2,50%	10,00%	-0,25	48,13%	27,50%	-1,978
Lakossági Hitelek Lakáshitelek Nem teljesítő jelzáloghitel (NPL) – egyedi hitelkockázati kiigazítások ≥ 20%	81,15	100%	81,15	-2,50%	10,00%	-0,25	48,13%	27,50%	-2,029
Lakossági Hitelek Személyi és fogyasztási hitelek Nem teljesítő személyi/fogyasztási hitel (NPL) – egyedi hitelkockázati kiigazítás < 20%	83,18	150%	124,77	-3,50%	12,50%	-0,28	47,56%	40,00%	-2,911
Lakossági Hitelek Személyi és fogyasztási hitelek Nem teljesítő személyi/fogyasztási hitel (NPL) – egyedi hitelkockázati kiigazítás ≥ 20%	85,21	100%	85,21	-3,50%	12,50%	-0,28	47,56%	11,50%	-2,982
Lakossági Hitelek Személyi és fogyasztási hitelek Személyi és fogyasztási hitelek (123. cikk kritériumai nem teljesülnek)	87,24	100%	87,24	11,00%	10,00%	1,10	51,50%	25,00%	9,596

Lakossági Hitelek Személyi és fogyasztási hitelek Személyi és fogyasztási hitelek (123. cikk kritériumai teljesülnek)	89,27	75%	66,95	9,50%	8,00%	1,19	51,37%	20,00%	8,480
Részvények Banki könyv Egyéb részvényjellegű kitettségek	2 098,33	370%	7 763,82	15,00%	25,00%	0,60	50,62%	50,00%	314,749
Részvények Banki könyv Megfelelően diverzifikált portfólióban lévő nem tőzsdei részvények	2 331,48	190%	4 429,81	11,50%	20,00%	0,58	50,37%	40,00%	268,120
Részvények Banki könyv Tőzsdén forgalmazott részvények	2 564,62	290%	7 437,41	9,50%	17,50%	0,54	50,19%	37,50%	243,639
Tárgyi eszközök	1 134,00	100%	1 134,00	1,00%	2,00%	0,50	50,00%	3,50%	11,340
Vállalati hitelek Forgóeszközhitelek 1	146,38	20%	29,28	6,00%	6,50%	0,92	50,69%	11,50%	8,783
Vállalati hitelek Forgóeszközhitelek 2	152,89	50%	76,44	7,00%	7,50%	0,93	50,81%	14,00%	10,702
Vállalati hitelek Forgóeszközhitelek 3	159,39	100%	159,39	8,00%	10,00%	0,80	50,75%	20,00%	12,751
Vállalati hitelek Forgóeszközhitelek 4	165,90	100%	165,90	8,50%	10,00%	0,85	50,87%	20,00%	14,101
Vállalati hitelek Forgóeszközhitelek 5	172,40	150%	258,61	10,50%	12,50%	0,84	51,06%	25,00%	18,102
Vállalati hitelek Forgóeszközhitelek 6	178,91	150%	268,36	15,00%	15,00%	1,00	51,87%	37,50%	26,836
Összesen	18 605		24 401						1 084,872

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

Az 34. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy az optimalizált portfólió kockázattal súlyozott eszközértéke (RWA) jelentősen, 24 401 MrdFt-ra emelkedett, tükrözve az eszközösszetétel kockázati profiljának megváltozását. Emellett az optimalizáció eredményeként a portfólió éves hozama 1 084,872 MrdFt-ra módosult.

A VaR mutató koncepcionális leírása és számítási módja:

A Value at Risk (VaR) a pénzügyi kockázat mérésének elterjedt eszköze. Formalizált definíciója szerint a $VaR_{\alpha,h}$ egy olyan szám, amelyre teljesül, hogy a vizsgált időhorizonton (h) és konfidenciaszinten (α) a veszteség valószínűsége nem haladja meg $(1 - \alpha)$ -t:

$$P(Loss_h > VaR_{\alpha,h}) \leq (1 - \alpha)$$

Másképpen fogalmazva, a VaR azt a minimális veszteségi küszöböt jelöli, amelyet a befektetés például egy nap vagy tíz nap alatt legfeljebb $1 - \alpha$ valószínűséggel lép túl. A VaR-mutató három paramétertől függ: (i) az időtáv (nap, hét, hónap), (ii) a konfidenciaszint (tipikusan 95% vagy 99%) és (iii) az elveszíthető összeg, amelyet pénzben vagy a kitettség százalékában adunk meg.

A VaR-t többféle eljárással lehet becsülni. A három leggyakoribb módszer a Variancia-kovariancia (parametrikus) módszer, historikus szimuláció és a Monte-Carlo szimuláció. Kutatásomban a Variancia-kovariancia (parametrikus) módszert alkalmaztam, amely azt feltételezi, hogy az eszköz hozama normális eloszlású. Ha r a várt hozam (rövid horizonton gyakran nullának vesszük) és σ a hozam szórása, akkor a VaR a szórás és a normális eloszlás α -hoz tartozó kvantilisének szorzata:

$$VaR_{\alpha,h} = z_{\alpha} \times \sigma \times \sqrt{h}$$

ahol 95%-nál $z_{95\%} \approx 1,65$, 99%-nál $z_{99\%} \approx 2,33$. Ezt a módszert használtam a példában: az egyes eszközosztályok szórását (például 4%) megszoroztam a 1,65-ös faktorról, így kaptam a 6,8%-os VaR-hányadost.

A portfólió VaR-jának kiszámítása során fontos figyelembe venni, hogy a VaR mutató nem lineárisan adódik össze az egyes eszközök VaR-jaiból, mivel az eszközök hozamai között korreláció áll fenn. Emiatt elméletileg a VaR pontos meghatározásához az eszközök közötti együttmozgásokat figyelembe vevő kovarianciamátrix alkalmazására lenne szükség. Az optimalizáció során azonban egyszerűsített, lineáris közelítést alkalmaztam a VaR meghatározására. Ennek keretében minden eszközkategóriához rendeltem egy konstans VaR-hányadost (v_i), majd a portfólió teljes VaR-értékét az alábbi összegzéssel közelítettem:

$$VaR_{port} \approx \sum_i x_i \times v_i$$

ahol x_i az i -edik eszközkategóriába fektetett összeg. A konfidenciaszint és időtáv rögzített, az (v_i) érték pedig az adott eszköz volatilitásából és korábbi viselkedéséből származik. Így ellenőriztem, hogy a portfólió „legrosszabb esete” (összes VaR) nem haladja meg az engedélyezett növekedési korlátot.

A fentiek alapján ismertetett számítási módszer alapján az optimalizált portfólió VaR95% mutatója 1 434 MrdFt lett.

Piaci kockázat

A piaci kockázatok változásának becslését a bank rendelkezésre álló adatai alapján, a hitelkockázatok változásával arányosan változtattam. A kamatkockázat tőkekövetelményét a 35. táblázatban foglalom össze.

35. táblázat: Kalkulált kamatkockázat tőkekövetelmény

Sáv típusa	Átlagos hátralévő futamidővel súlyozott pozíció (MrdFt)	Alkalmazott súly (%)	Tőkekövetelmény (Mrdft)
Első sáv	31,27	2.00%	0,6254
Második sáv	46,9	2.00%	0,938
Harmadik sáv	78,16	2.00%	1,5632
Első és második sáv közötti kiegyenlített pozíció	23,47	40.00%	9,388
Második és harmadik sáv közötti kiegyenlített pozíció	60,45	40.00%	24,18
Első és harmadik sáv közötti kiegyenlített pozíció	12,51	150.00%	18,765
Kiegyenlítettlen pozíció (maradvány)	7,84	100.00%	7,84
Összesen	260,60		63,30

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

A 35. táblázatban szereplő adatok alapján 791,25 MrdFt-os kamatkockázati kitettséggel rendelkezik, amely a táblázatban is látható 63,30 MrdFt-os tőkekövetelmény és a 8%-os minimum tőkekövetelmény hányadosa.

Az 36. táblázat a bruttó és a nettó részvényállományt szemlélteti. A kalkulált hosszú részvénytőzpozíció 410,59 MrdFt, a rövid részvénytőzpozíció 274,07 MrdFt. Ez azt jelenti, hogy a bruttó részvénytőzportfóliónk 684,66 MrdFt, míg a nettó pozíció 136,52 MrdFt. A teljes tőkekövetelmény összesen 65,6944 MrdFt összegű tőkekövetelmény, ami összesen 821,18 MrdFt kockázattal súlyozott eszközértéket eredményez.

36. táblázat: Kalkulált részvénykockázat tőkekövetelmény

	Hosszú pozíció (MrdFt)	Rövid pozíció (MrdFt)	Bruttó pozíció (MrdFt)	Nettó pozíció (MrdFt)
Részvények (kereskedési könyv)	410,59	274,07	684,66	136,52
Tőkekövetelmény			54,7728	10,9216

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

Az 37. táblázatban szereplő adatok alapján megfogalmazható, hogy összesen 39,2096 MrdFt tőkekövetelményre van szükség, ami a kockázattal súlyozott devizakockázati kitettség esetében 490,12 MrdFt.

37. táblázat: Kalkulált devizakockázat tőkekövetelmény

Eszköz	Kategória	MrdFt (EUR-ról váltva)	MrdFt (CHF-ről váltva)	MrdFt (USD-ről váltva)	MrdFt (GBP-ről váltva)
Befektetések és Értékpapírok	Állampapírok	500,56	58,9	143,91	112,75
Derivatívák	Devizaárfolyamokra és aranyra vonatkozó szerződések	35,77	29,19	10,44	9,37
Derivatívák	Részvényekre vonatkozó szerződések	97,01	32,32	40,62	17,72
Részvények	Kereskedési könyv (nettó)	27,55	10,93	16,66	7,31
Összesen		660,89	131,34	211,63	147,15
Tőkekövetelmény		-	10,5072	16,9304	11,772

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

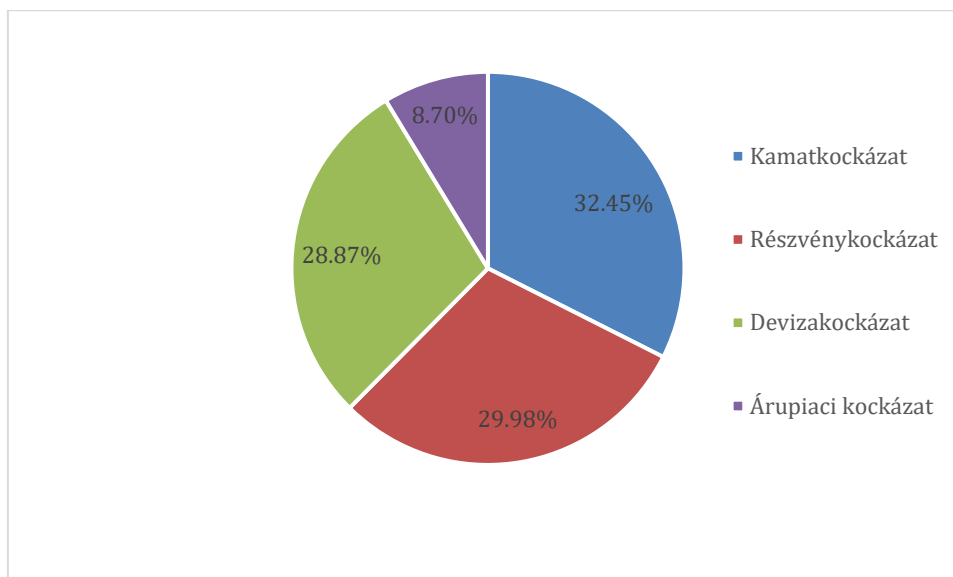
A kalkulált árupiaci kockázatot a 38. táblázat szemlélteti. Az adatok alapján kalkulált tőkekövetelmény összesen 15,8766 MrdFt, ezáltal a kockázattal súlyozott árupiaci kockázat kitettség 198,46 MrdFt.

38. táblázat: Kalkulált árupiaci kockázat tőkekövetelmény

Eszköz	Kategória	Nettó pozíció azonnali ár	Bruttó pozíció azonnali ár
Derivatívák	Nemesfém-szerződések, kivéve arany	53,1	128,82
Derivatívák	Áru-szerződések, kivéve nemesfémek	19,36	38,1
Összesen		72,46	166,92
Tőkekövetelmény ráta (%)		15%	3%
Tőkekövetelmény		10,869	5,0076

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

Az optimalizált portfólió kamatkockázat, részvénykockázat, devizakockázat és árupiaci kockázat összesítését a 6. ábra szemlélteti. Összesen 2 301 MrdFt kockázati kitettséget kapunk.



6. ábra: A kockázati kitettség kategóriánkénti megoszlása
Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

4.6.1. Optimalizált portfólió kockázati területeinek összesítése

A 39. táblázatban összefoglalásra került a négy kockázati terület kockázattal súlyozott eszközértéke (RWA). A táblázat adatai alapján kiszámítható a tőke megfelelési mutató. A számítás menete a következő: először meghatároztam a bank elsődleges (Tier 1) tőkéjét, amely a saját tőke és visszatartott eredmény összege (2 050 MrdFt), de ebből szabályozói előírás szerint le kellett vonni a goodwillt és egyéb immateriális javakat. Így a Tier 1 tőke 1 818 MrdFt lett. A kiegészítő (Tier 2) tőke elemeit az alárendelt kötvények adják, amelyből 400 MrdFt áll rendelkezésre. Ezután összegeztem a hitel-, partner-, piaci és működési kitettségekhez tartozó kockázati súlyozott eszközértékeket, ezek összesítve 27 714,51 MrdFt. Ezzel szemben áll a 2 218 MrdFt-os szavatolótőke (1 818 milliárd Tier 1 + 400 milliárd Tier 2), ami az RWA értékéhez viszonyítva éppen 8 %-os tőke megfelelési mutatót eredményez. Ezzel az optimalizált portfóliónk megfelel a Basel-szabályokban rögzített kötelező minimumnak.

39. táblázat: Optimalizált portfólió kockázati kitettségek összegzése

Kitettség	Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)	Szavatoló tőke (8%)
Hitelkockázati kitettség	24 401,00	
Partnerkockázati kitettség	270,01	
Piaci kockázati kitettség	2 301,00	
Működési kockázati kitettség	742,50	
RWA összesen	27 714,51	2 218,00

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

4.6.2. Aktuális és optimalizált portfólió összehasonlítása

A 40. táblázatban az aktuális és az optimalizált portfólió főbb pénzügyi mutatóit foglaltam össze. A táblázat adataiból jól látszik, hogy mindkét esetben a teljes hitel-, készpénz-, befektetési és egyéb kitétségek összege változatlan, 18 605 MrdFt volt. Ez az érték az optimalizáció során tehát nem változott, a modell mindössze az eszközök összetételét módosította. A kockázattal súlyozott eszközérték (RWA) ugyanakkor jelentős mértékben, 15 198,81 MrdFt-ról 27 714,51 MrdFt-ra növekedett az optimalizáció eredményeként. Ez a 12 515,7 MrdFt-os abszolút növekedés (körülbelül 82,3%-os relatív emelkedés) tükrözi, hogy a portfólió átrendeződése során nagyobb kockázati súlyú eszközök kerültek bevonásra a portfólióba. A szavatolótőke abszolút értéke mindkét portfólió esetében változatlanul 2 218 MrdFt maradt. Ezzel szemben, mivel a kockázattal súlyozott eszközérték jelentősen növekedett, a szavatolótőke-mutató (tőkeegfelelési ráta) számottevően csökkent. A kiinduló állapotban 14,59%-ról az optimalizált portfólióban pontosan a rendeleti minimumként meghatározott 8%-ra esett vissza. Ezáltal jelentős mértékű tőkepuffer felszabadítása történt meg, lehetőséget biztosítva a bank számára további kihelyezések és befektetések megvalósítására. Az éves átlagos hozamot tekintve kedvező változás tapasztalható, a kezdeti 788,20 MrdFt-os szintről az optimalizált portfólióban 1 084,872 MrdFt-ra növekedett a várható hozam. Ez a 296,672 MrdFt-os abszolút növekedés mintegy 37,6%-os relatív emelkedést jelent. Végül a piaci kockázat alakulását vizsgálva látható, hogy az 1 éves időtávon számított, 95%-os biztonsági szinten becsült VaR értéke mérsékelten, 1 370 MrdFt-ról 1 434 MrdFt-ra növekedett. Ez az abszolút értelemben vett 64 MrdFt-os növekedés a teljes kitétség arányában mindössze 0,33 százalékpontos relatív emelkedést jelent (7,37%-ról 7,70%-ra), amely így az előzetesen meghatározott, maximum 5%-os megengedett növekedési plafonon belül maradt. Ez azt mutatja, hogy az optimalizáció során a modell az eredeti portfólió piaci kockázatához képest csak csekély mértékben tért el, összhangban a kitűzött kockázatkezelési kritériummal.

40. táblázat: Aktuális és optimalizált portfólió összehasonlítása

Mutatók	Aktuális portfólió	Optimalizált portfólió
Mérleg szerinti érték (MrdFt)	21 328	21 328
Kockázattal súlyozott eszközérték (RWA, MrdFt)	15 198,81	27 714,51
Szavatoló tőke érték (MrdFt)	2 218	2 218
Szavatoló tőke százalék	14,59%	8%
Átlagos hozam	788,20	1 084,872
VaR 95% (1 év) (MrdFt)	1 370	1 434

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

4.7. Modell validáció

A 41. táblázatban bemutatott validációs kritériumok értékelése alapján kijelenthető, hogy a fejlesztett optimalizációs modell minden tekintetben megfelel a szakmai követelményeknek. Egy modell akkor tekinthető alkalmasnak valódi pénzügyi döntéstámogatásra és stratégiai tervezésre,

ha belső szerkezete egységes, logikailag tiszta és pénzügyi értelemben is releváns eredményeket biztosít. A táblázat első vizsgált kritériuma arra fókuszál, hogy a modellben szereplő döntési változók mennyire kapcsolódnak konkrét gazdasági folyamatokhoz, amelynek megléte nélkül a modellből kapott eredmények pusztán elméleti számadatok maradnának, gyakorlati hasznosításuk korlátozott lenne. Az értékelés alapján megerősítést nyert, hogy a változók mögött tényleges pénzügyi folyamatok és fogalmak állnak, amelyek a gyakorlatban közvetlenül implementálható döntésekké alakíthatók, így biztosítva a modell eredményeinek azonnali és világos gazdasági hasznosíthatóságát. A második kritérium annak ellenőrzésére irányult, hogy a modellben definiált változók képesek-e kizárólag gazdaságilag és matematikailag értelmezhető, valós értékeket felvenni, ezzel kizárva a modellből olyan értelmezhetetlen megoldásokat, amelyek valójában nem létező gazdasági jelenségeket reprezentálnának. A modell értéktartományán történő kontrollja biztosítja, hogy kizárólag releváns és végrehajtható megoldásokat kínáljon a felhasználóknak, minimalizálva az irreális vagy hibás döntések kockázatát. A célfüggvény elemzése során arra összpontosított az értékelés, hogy az alkalmazott matematikai forma pontosan leképezi-e azt a stratégiai célt, amelyet a kutatás kitűzött. Ez kulcsfontosságú szempont, mivel egy rosszul definiált célfüggvény komoly tévedésekhez vezethet a stratégiai döntéshozatalban. Az elemzés egyértelműen jelezte, hogy a puffermínimalizálási célt a célfüggvény teljes mértékben és pontosan tükrözi, így biztosítva, hogy a modell eredményei a banki stratégiában központi szerepet játszó tőkekövetelmények optimalizációjához nyújtsanak közvetlen támogatást. Az elemzés azt is igazolta, hogy a célfüggvényben alkalmazott numerikus paraméterek nem csupán formailag, hanem tartalmilag is pontosak és relevánsak, azaz minden számadat mögött szakmai, gazdasági indoklás és empirikus validáció áll. Ez garantálja, hogy a modellből származó eredmények nem önkényesek, hanem objektív, mérhető pénzügyi tényeken alapulnak, amely növeli a modell hitelességét és elfogadhatóságát szakmai környezetben. A lineáris korlátozó feltételek vizsgálata során külön hangsúlyt kapott az explicit numerikus értékek megléte és a korlátozások világos, egyértelmű matematikai megfogalmazása, hiszen ezen feltételek jelentik azt a keretrendszert, amelyen belül a modell optimális megoldást keres. Az elemzés kimutatta, hogy minden korlátozó feltétel precízen számszerűsített, egyértelműen definiált és a gyakorlati értelmezhetőség érdekében egyértelműen levezethető pénzügyi szabályozási előírásokból vagy üzleti gyakorlatból. Ezáltal kizárható, hogy rejtett feltételek vagy implicit, értelmezhetetlen korlátozások torzítsák az optimalizáció eredményét. A korlátozó feltételek között nincsenek redundanciák, vagyis felesleges, többszörösen alkalmazott korlátok, sem olyan logikai ellentmondások, amelyek lehetetlenné tennék a modell futtatását vagy a megoldás érvényességét. A validáció során beigazolódott, hogy a modell minden korlátja szükséges, pontos és logikailag konzisztens, ezzel megteremtve a numerikus és logikai stabilitást az optimalizáció során. A modell megoldási terének numerikus zártsága és értelmezhetősége pedig arra ad választ, hogy az optimalizációs feladat által generált összes lehetséges megoldás értelmezhető, pénzügyileg releváns és számítási szempontból stabil tartományban helyezkedik-e el. A validáció során megerősítést nyert, hogy a modell megoldási tere zárt, vagyis nincs olyan szélsőséges megoldás, amely gazdaságilag vagy matematikailag értelmezhetetlen lenne, ezzel biztosítva a számítások stabilitását és a modell megbízhatóságát. Az összes vizsgált kritérium pozitív értékelése azt mutatja, hogy a modell szerkezete alaposan átgondolt, gazdasági és matematikai szempontból is egységes, stabil alapokon áll, az eredmények pontosan illeszkednek a banki gyakorlat által támasztott követelményekhez.

41. táblázat: Az optimalizációs modell validációs kritériumainak értékelése

Értékelési kritérium	Igen/Nem	Megjegyzés
A döntési változók egyértelmű gazdasági értelmezése	Igen	Minden változó pénzügyileg releváns és értelmezhető.
A változók nemnegatív értéktartománya teljesül	Igen	A modellben minden változó értéke nemnegatív.
A célfüggvény megfelel a kutatás optimalizációs céljának	Igen	A célfüggvény pontosan leképezi a puffermanimalizálási célt.
A célfüggvényben szereplő paraméterek egyértelműek és relevánsak	Igen	Minden paraméter releváns, numerikusan pontos és megfelelően definiált.
A lineáris korlátozó feltételek egyértelműek és explicit numerikus értékűek	Igen	Minden korlátozás explicit, matematikailag helyes és pontosan definiált.
Nincs redundáns vagy ellentmondó korlátozó feltétel	Igen	A feltételek teljes mértékben koherensek és logikai ellentmondástól mentesek.
A modell megoldási tere numerikusan zárt és értelmezhető	Igen	A modell megoldási tere egyértelműen zárt és numerikusan jól definiált.

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

Érzékenységvizsgálat

Az érzékenységvizsgálat fő célja annak alapos feltárása, hogy a modell által kapott optimális megoldásokat és a kapcsolódó pénzügyi döntéseket milyen mértékben befolyásolja az egyes kulcsparaméterekben bekövetkező változás, valamint hogy milyen stabilitással és kiszámíthatósággal reagál a modell a gazdasági környezetben vagy szabályozói elvárásokban bekövetkező esetleges módosulásokra. A 42. táblázatból látható, hogy négy fő paramétert vizsgáltam: a CET1 minimum követelményt, a Sharpe-mutatót, a sigmoid indikátort és a ROE célértéket. Ezek a paraméterek jelentősek, mert közvetlenül érintik a bank tőkestruktúráját, kockázat-hozam profilját, valamint jövedelmezőségi céljait és így kritikus szerepet töltenek be a modell optimalizációs folyamatában.

42. táblázat: Érzékenységvizsgálat a fő paraméterek változásának hatása

Paraméter	Változás mértéke	Célfüggvény változás (%)	Döntési változók szórása	Tőkestruktúra változása (%)
CET1 minimum	±5%	2,4%	Alacsony	1,8%
CET1 minimum	±10%	4,8%	Közepes	3,7%

CET1 minimum	±15%	7,3%	Közepes	5,5%
Sharpe-mutató	±5%	3,1%	Alacsony	2,2%
Sharpe-mutató	±10%	6,2%	Közepes	4,4%
Sharpe-mutató	±15%	9,0%	Magasabb	7,1%
Sigmoid indikátor	±5%	1,9%	Alacsony	1,4%
Sigmoid indikátor	±10%	3,7%	Alacsony	3,1%
Sigmoid indikátor	±15%	5,8%	Közepes	4,9%
ROE célérték	±5%	4,0%	Közepes	3,0%
ROE célérték	±10%	8,5%	Magasabb	6,4%
ROE célérték	±15%	12,8%	Magas	9,7%

Forrás: Saját kutatás alapján, saját szerkesztés (2025)

A CET1 minimum értékének változtatása során azt tapasztalhatjuk, hogy a $\pm 5\%$ -os változás csak enyhén, 2,4%-kal módosítja a célfüggvény értékét, valamint a döntési változók szórása alacsony marad, és a tőkestruktúra 1,8%-os elmozdulással reagál. Amikor a CET1 minimum értéke $\pm 10\%$ -kal változik, már kissé erősebb hatás tapasztalható, a célfüggvény 4,8%-os változása mellett a döntési változók szórása közepesre nő, és a tőkestruktúra is 3,7%-os módosulást mutat. $\pm 15\%$ -os változtatás esetében a célfüggvény módosulása már eléri a 7,3%-ot, amely jelzi, hogy bár a modell viszonylag stabil, de érzékenysége közepes mértékűvé válik. Ez azt sugallja, hogy a modell jól kezeli a tőkemegfelelési szabályok mérsékelt változásait és csak erőteljesebb módosítások esetén kezd növekvő érzékenységet mutatni, tehát kellően robusztus a szabályozói környezet kisebb eltéréseire. A Sharpe-mutató érzékenységi elemzése ennél nagyobb hatásokat tár fel. Már $\pm 5\%$ -os változtatás esetén is mérsékelt, de észrevehető, 3,1%-os célfüggvényváltozás és 2,2%-os tőkestruktúra módosulás tapasztalható alacsony szórás mellett. $\pm 10\%$ -os elmozdulásnál ezek az értékek jelentősen megnőnek. A célfüggvény változása 6,2%-ra emelkedik, a tőkestruktúra pedig 4,4%-kal módosul, közepes szórás mellett, ami arra utal, hogy a kockázat-hozam arány hangsúlyosabb változtatása már jelentős stratégiai következményekkel járhat. A $\pm 15\%$ -os Sharpe-mutató változtatás már magasabb érzékenységet tükröz. A célfüggvény változása 9%-os, a döntési változók szórása is jelentősebb, és a tőkestruktúra átrendeződése eléri a 7,1%-ot, így ezen paraméter jelentős szerepet játszik a modell eredményeinek alakulásában. A sigmoid indikátor változtatása a vizsgált paraméterek közül a legmérsékeltőbb hatást mutatja. $\pm 5\%$ -os változtatása csak 1,9%-os célfüggvény-módosulást okoz, a tőkestruktúra is csupán 1,4%-kal változik, a döntési változók szórása pedig végig alacsony marad. $\pm 10\%$ -os módosításnál is csak mérsékelt, 3,7%-kal nő a célfüggvény értéke és a tőkestruktúra változása is csupán 3,1%-os. $\pm 15\%$ -os változtatásnál már érezhetőbb, de még mindig mérsékelt, 5,8%-os célfüggvényváltozás tapasztalható, közepes döntési változó szórás és 4,9%-os tőkestruktúra átrendeződés mellett. Ez azt jelzi, hogy a sigmoid indikátorral összefüggő kockázatok és értékelések változásai kevésbé jelentenek veszélyt a modell stabilitására. A ROE célérték ezzel szemben kiemelkedően erős befolyást gyakorol a modell érzékenységre. Már $\pm 5\%$ -os változtatása közepes, 4%-os célfüggvény változást eredményez,

közepes szórás mellett és 3%-os tőkestruktúra-módosulással. $\pm 10\%$ -os változtatás jelentős, 8,5%-os változással jár a célfüggvényben, a döntési változók szórása magasabbra emelkedik és a tőkestruktúra is számottevően, 6,4%-kal módosul. A $\pm 15\%$ -os ROE célérték változtatás pedig nagyon jelentős hatással rendelkezik. 12,8%-os változás következik be a célfüggvény értékében, magas döntési változó szórással és a tőkestruktúra 9,7%-os átalakulásával. Ez a kiemelkedően magas érzékenység arra mutat rá, hogy a modell rendkívül érzékeny a jövedelmezőségi elvárásokra, így ezen a területen különösen óvatos és körültekintő beállításra van szükség.

4.8. A modell módszertani és gyakorlati korlátai

A kidolgozott optimalizációs modell módszertani megközelítése elsősorban determinisztikus és statikus lineáris optimalizációra épül, amely számos előnye mellett bizonyos korlátokat is magában foglal. E korlátok tudományosan részletes elemzése kritikus jelentőségű ahhoz, hogy a modell eredményeit megfelelő kontextusban lehessen értelmezni és alkalmazni.

Jelentős módszertani korlátot a determinisztikus megközelítés jelent, amely a modellben szereplő összes bemeneti paraméter előre rögzített numerikus értékét jelenti, jövőbeli bizonytalanságot nem tartalmaz. Ennek következtében a modell nem képes arra, hogy a piaci környezet változékonyságát, valamint a szabályozási feltételek jövőbeli változásait explicit módon integrálja. Ez a determinisztikus jelleg korlátozza a modell azon képességét, hogy hosszabb távon, dinamikus környezetben is pontos döntéstámogatást nyújtson, illetve csökkenti a modell alkalmazhatóságát olyan piaci helyzetekben, ahol jelentős bizonytalanságok merülnek fel. A modell determinisztikus jellege miatt nem képes arra sem, hogy sztochasztikus folyamatokat, mint például a piaci hozamok ingadozását, vagy szabályozási feltételek változását, közvetlenül figyelembe vegye, így ezek hatásainak explicit modellezése korlátozott marad.

Módszertani korlát még a modell statikus jellege. Ez azt jelenti, hogy a modell egy adott időpontra vonatkozó paraméterek alapján hozza meg az optimalizációs döntéseket, nem pedig időben dinamikusan változó paramétereket vesz figyelembe. Emiatt a modell nem alkalmas közvetlenül arra, hogy időbeli trendeket, piaci volatilitásból adódó kockázatokat, vagy hosszú távú stratégiai előrejelzéseket közvetlenül integráljon. A modell csak a bemenő adatokon keresztül közvetve képes jövőorientáltságra. A statikus jellegű megközelítés bár biztosítja a modell egyszerűségét, átláthatóságát és auditálhatóságát, hosszú távú stratégiai elemzésekhez és dinamikusan változó piaci körülményekhez kevésbé alkalmazkodik.

További gyakorlati korlátként említhető ki, hogy a modell érzékeny a bemeneti paraméterek pontosságára. Tekintettel arra, hogy a szabályozási, piaci kockázati és stratégiai paramétereket explicit numerikus formában integrálja, az optimalizált eredmények nagyban függenek az alkalmazott adatok pontosságától és megbízhatóságától. A modell ezért érzékeny lehet a bemeneti adatok bizonytalanságaira, így például a szabályozási paraméterek vagy piaci hozamok kisebb eltéréseire is. Ez a paraméterérzékenység potenciálisan kihívás elé állíthatja az intézményeket, mivel a modell alkalmazásakor minden bemeneti adat magas szintű numerikus pontosságot igényel, ami a legtöbbszor nehezen érhető el vagy számítható ki.

A modell validációs módszertanának egyik korlátjaként jelenik meg, hogy a validáció során nem alkalmaztam szélsőérték-tesztet, hanem kizárólag érzékenységi vizsgálatot használtam. Ez a

döntés elsősorban abból fakad, hogy a modell elsődleges célja a valós piaci és szabályozói környezetben történő mindennapos döntéstámogatás volt és a szélsőérték-teszt során vizsgált extrém piaci paraméterváltozások ilyen kontextusban kevésbé relevánsak. A szélsőséges esetek elemzésének mellőzése ugyanakkor korlátozza a modell robusztusságának teljes körű validálását és emiatt a modell eredményei extrém piaci körülmények között kevésbé tekinthetők megalapozottnak. Így tudatos módszertani döntésként alkalmaztam inkább az érzékenységi vizsgálatot, amely az input-paraméterek realisztikusabb tartományában való változásait vizsgálja és megfelelő egyensúlyt teremt a számítási kapacitás optimalizálása és a modell gyakorlati validálása között. Ezáltal a validáció megfelelő szinten tudta biztosítani a modell gyakorlati relevanciáját és megbízhatóságát a valós üzleti és szabályozási környezetben történő alkalmazásokhoz.

A kidolgozott modell további jelentős korlátja, hogy nem integrálja a tranzakciós költségeket, valamint az egyes befektetési termékek piaci likviditásának idődimenzióját. A tranzakciós költségek elhagyása abból adódik, hogy a modell kizárólag a tőkeallokáció optimális struktúrájának meghatározására fókuszál, anélkül, hogy a befektetési döntések gyakorlati végrehajtásához kapcsolódó költségeket figyelembe venné. Ennek következtében a modell által szolgáltatott eredmények bizonyos mértékben túlzottan optimisták lehetnek, mivel a tényleges tranzakciós költségek csökkenthetik a várható jövedelmezőséget, vagy befolyásolhatják a modell javaslatainak gyakorlati megvalósíthatóságát. Hasonlóan, a befektetési termékek piaci likviditásának idődimenzióját sem veszi figyelembe a modell, vagyis implicit módon azt feltételezi, hogy az adott eszközök azonnal rendelkezésre állnak és a tőkekihelyezések vagy visszavonások időbeni korlátok nélkül végrehajthatók. Ez a feltételezés viszont eltérhet a valóságtól, ahol egyes eszközök likviditási korlátai jelentős időbeli késéseket okozhatnak és befolyásolhatják a tőke kihelyezésének gyakorlati ütemezését. Ennek következtében a modell által optimalizált tőkeszerkezet egyes esetekben nehezebben megvalósítható, vagy eltérhet az intézmények tényleges piaci körülményei között elérhető eredményektől. Ezeknek a tényezőknek a figyelmen kívül hagyása jelentős limitációként jelenik meg a modell gyakorlati alkalmazhatósága szempontjából, amit további fejlesztések során célszerű figyelembe venni.

Szintén kiemelendő gyakorlati korlát, hogy a jelen modell specifikusan a Basel III/CRR szabályozási keretekre épült, így elsősorban az Európai Unió banki intézményeire optimalizált megoldásokat kínál. Ebből adódóan a modell nem alkalmas közvetlen alkalmazásra más szabályozási környezetben, például az Egyesült Államok banki intézményei számára, amelyek eltérő szabályozási követelményeket (például Dodd-Frank Act, FDIC szabályozás) alkalmaznak. Ez a korlátozás a modell földrajzi és szabályozási specifikusságából következik, és jelentős mértékben szűkíti annak általános alkalmazhatóságát.

Egy további fontos gyakorlati korlát még a piaci kockázati paraméterek modellbeli alulreprezentáltsága. Annak ellenére, hogy a modellben explicit módon szerepelnek a piaci kockázatok, ezek paraméterei gyakran egyszerűsített, statikus formában, becslések vagy standardizált súlyok alapján kerülnek megadásra. A valóságban azonban a piaci kockázatok jelentősen komplexebbek, mint amilyen mélységben jelen modell képes azokat figyelembe venni. Ez részben tükrözi a banki gyakorlat jelenlegi valóságát is, ahol a piaci kockázatok gyakran alulbecsültek vagy kevésbé szofisztikáltan reprezentáltak. Emiatt a modell nem feltétlenül képes teljes mértékben leképezni a piaci környezetből fakadó kockázati kihívásokat és emiatt a modell

eredményei potenciálisan optimistábbak lehetnek, mint ami valós piaci viszonyok között reális lenne.

Jövőbeli fejlesztési lehetőségek

A modell fentebb bemutatott limitációi alapján a jövőbeli fejlesztési irányok elsődlegesen a modell dinamikusabbá és robusztusabbá tételét célozzák, ami növelheti a modell alkalmazhatóságát és gyakorlati relevanciáját. Kiemelendő fejlesztés lehet a dinamikus optimalizációs módszertanok, különösen dinamikus lineáris programozás vagy többidőszakos optimalizációs megközelítések alkalmazása. Ezek lehetőséget biztosítanak arra, hogy a modell explicit módon figyelembe vegye az időben változó paramétereket, a piaci környezet időbeli alakulását és a hosszabb távú stratégiai szempontokat. Dinamikus optimalizációs megközelítések alkalmazásával a modell képes lehet arra, hogy előrejelző képességet nyújtson, valamint pontosabban leképezze a bank tőkeallokációs döntéseinek időbeli folyamatát. Ezen megközelítés révén a modell hosszabb távú stratégiai döntéshozatalra is alkalmassá válhat, amely jelentős hozzáadott értéket képviselhet a banki intézmények számára.

Fejlesztési lehetőségként jelölhető meg a sztochasztikus optimalizációs technikák integrálása is. A sztochasztikus optimalizáció lehetőséget ad arra, hogy explicit módon figyelembe vegye a bemeneti paraméterek bizonytalanságát, mint például a piaci kockázatok és hozamok volatilitását, illetve a szabályozási környezet jövőbeli bizonytalanságát. Sztochasztikus modellek alkalmazásával a bank képes lehet arra, hogy explicit valószínűségi forgatókönyvek mentén optimalizáljon, így robusztusabbá téve a tőkeoptimalizációs modellt. Ezt az eljárást Monte-Carlo-szimulációkkal és valószínűségi elemzésekkel is támogathatjuk, amely további erős validációt és gyakorlati relevanciát adhat a modellnek. További fejlesztési irányként kiemelhető a részletesebb és szisztematikus érzékenységi elemzések, valamint stressztesztek integrációja. Jelen kutatásban már alkalmaztam egyszerűsített érzékenységi elemzést, ám további, mélyebb szintű érzékenységi vizsgálatok elvégzése jelentősen növelné a modell robusztusságát és megbízhatóságát. A stresszteszt-elemzések olyan szélsőséges forgatókönyveket vizsgálnak, amelyekben a piaci vagy szabályozási paraméterek jelentős eltéréseket mutatnak és így a modell eredményeinek stabilitását és alkalmazhatóságát extrém körülmények között is ellenőrizhetővé teszik. Ezek a stressztesztek lehetőséget adnak a modell alkalmazóinak, hogy felkészüljenek olyan jövőbeli piaci helyzetekre is, amelyek jelentősen eltérhetnek az aktuális állapottól.

A modell jövőbeli fejlesztési lehetőségeként érdemes lenne megvizsgálni és integrálni az amerikai bankszabályozási keretrendszer, különösen a Dodd-Frank Act, illetve az FDIC (Federal Deposit Insurance Corporation) előírásait, valamint az iszlám bankrendszer sajátos prudenciális szabályozási követelményeit. Az amerikai szabályozási rendszer integrációja lehetővé tenné, hogy a modell alkalmas legyen az Egyesült Államok pénzügyi intézményei számára is, ahol jelentősen eltérő tőkekövetelmény-számítási szabályok és prudenciális standardok vannak érvényben. Ennek érdekében a modell bővítését javaslom az amerikai szabályozás specifikus elemeivel, például a stressztesztek (Comprehensive Capital Analysis and Review – CCAR), valamint a likviditási kockázatok kezelését célzó Liquidity Coverage Ratio (LCR) paramétereivel. Az iszlám bankrendszer sajátos szabályozási előírásainak integrálása további érdekes fejlesztési irány lehet, mivel az iszlám pénzügyi intézmények eltérő alapelvek és etikai előírások szerint működnek (például kamatmentes működés – riba tilalma). Ennek érdekében a modellbe olyan további

korlátokat és szabályokat kellene bevezetni, amelyek biztosítják az iszlám pénzügyi alapelvek szerinti megfelelést (például eszközalapú finanszírozási formák explicit modellezése, befektetési típusok korlátozása és a megfelelés vizsgálata a shariah szabályoknak megfelelően). Ezeknek a fejlesztéseknek az integrációjával a modell univerzálisabbá válhatna, jelentősen növelve annak nemzetközi alkalmazhatóságát és relevanciáját a különböző globális szabályozási környezetekben működő bankok számára.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A következő fejezetben összegzem a disszertáció legfontosabb eredményeit, értékelem, hogy mennyiben sikerült megválaszolni az eredetileg felvetett kutatási kérdéseket és rámutatok azokra a területekre, ahol a kutatás leginkább hozzájárul a meglévő tudományos és módszertani ismeretek bővítéséhez. Külön alfejezetekben tárgyalom a dolgozat által kínált gyakorlati javaslatokat, amelyek a banki döntéshozók számára közvetlenül alkalmazható iránymutatásokat nyújtanak, valamint a pénzügyi szabályozók számára megfogalmazott ajánlásokat, amelyek segíthetik a prudenciális szabályozás hatékonyabbá tételét. Ezt követően részletesen bemutatom a kutatás során tapasztalt korlátokat, amelyek befolyásolhatták az eredmények általánosíthatóságát és ezeket figyelembe véve olyan további kutatási irányokat vázlok fel, amelyek révén a téma még mélyebben feltárható. A fejezet zárásaként röviden összegzem a kutatás legfontosabb tanulságait, kiemelve ezek jelentőségét a tudományos közösség és a gyakorlati szakemberek számára egyaránt.

5.1. A kutatási kérdések megválaszolása

A kutatás központi célja egy olyan szavatolótőke-optimalizációs modell kidolgozása és empirikus validálása volt, amely determinisztikus lineáris programozás révén támogatja a bankok tőkemenedzsmentjét. A modell nem a kockázattal súlyozott eszközérték (RWA) minimalizálására összpontosított, hanem kifejezetten arra, hogy minimalizálja a szabályozási megfelelésből adódó többlettőkét, miközben a bank tényleges gazdasági kockázati profilját változatlanul hagyja. A modell biztosítja, hogy a bank teljesítse a CRR prudenciális előírásait, és megfelelően fedezze a hitel-, piaci, partner- és működési kockázati kitettségeit a tőkeallokációban. A modell validációját egy szintetikus adatokkal reprezentált, közepes méretű, belga székhelyű bank esettanulmánya biztosította, amely kvalitatív interjúkon alapuló egyedi esetelemzési megközelítést alkalmazott.

Az esettanulmány eredményei szerint a bank a jelenlegi szabályozási minimum feletti tőkepufferének jelentős részét felszabadíthatja a kidolgozott modell segítségével. A vizsgált intézmény prudenciális mutatói már eredetileg is teljesítették a minimális szabályozói követelményeket, azonban indokolatlanul magas többlettőke állt rendelkezésre. A lineáris programozási modell optimális megoldása alapján megállapítható, hogy a szabályozási megfelelésből adódó többlettőke jelentős mértékben, mintegy 12,5157 milliárd forinttal mérsékelhető. Ez a felszabadítás a bank tőkemegfelelési mutatóját az eredeti 14,59%-os szintről a rendeletileg előírt minimális 8%-os szintre csökkentette, ugyanakkor semmilyen prudenciális mutató teljesítését nem veszélyeztette. Az optimalizált portfólió révén felszabaduló többlettőke lehetőséget teremt arra, hogy a bank újabb kihelyezéseket és befektetéseket valósítson meg, így javítva eredményességét anélkül, hogy lényegesen megnövelné piaci kockázatát.

Kulcsfontosságú megállapítás, hogy a modell által elért tőkeoptimalizáció nem növeli a tényleges gazdasági kockázatokat, és nem rontja a bank kockázati profilját. A modell optimális megoldása minden releváns prudenciális előírásnak megfelelt, biztosítva a szabályozási megfelelést a hitel-, piaci-, partner- és működési kockázatok vonatkozásában. Különösen hangsúlyozható, hogy a piaci kockázati fedezettség változatlan maradt, ezáltal a bank kereskedési könyvi és egyéb piaci kitettségei sem váltak sérülékenyebbé. Az eredmények alapján a szabályozási keretek adta

mozgástér kihasználásával javítható a tőkeallokáció hatékonysága anélkül, hogy veszélybe kerülne a pénzügyi stabilitás.

A fentiek alapján megválaszolásra kerültek a kutatás aktualizált kérdései:

1. Kialakításra került egy integrált szavatolótőke-optimalizációs modell, amely a prudenciális előírások mellett képes figyelembe venni a szabályozási és valós kockázatok eltéréseit.
2. A kidolgozott empirikusan megalapozott kvantitatív modell általánosan érvényes portfólió-optimalizálási keretet biztosít, amely alkalmazható banki tőkeallokációban.
3. A modell matematikai felépítése egységesen kezeli a CRR előírásokat és a valós gazdasági kockázatokból eredő kihívásokat, transzparens, auditálható módszertani keretet nyújtva.
4. Az esettanulmány szerint a modell jelentősen csökkentheti a szabályozási többlettőke mértékét, anélkül, hogy növekedne a bank tényleges kockázati szintje.
5. A kidolgozott célfüggvény empirikusan megalapozott módon biztosítja a szavatolótőke minimalizálását, figyelembe véve a szabályozási és valós piaci kockázatok közötti különbségeket, így növelve a banki tőkehatékonyságot és profitabilitást.

Az eredmények alátámasztják a fő hipotézist, miszerint determinisztikus modellezéssel kimutatható a banki tőkepufferek racionalizálási potenciálja. Fontos hangsúlyozni, hogy a modell által feltárt optimalizációs potenciál az adott bank specifikus helyzetére érvényes, ugyanakkor a módszertan más intézmények sajátosságaihoz is adaptálható.

Az interjúk során kapott kvalitatív visszajelzések is megerősítették, hogy a banki portfólió tudatos átstrukturálásával, például fedezetpolitika módosításával, illetve belső kockázati paraméterek (PD, LGD) finomhangolásával, jelentősen csökkenthető a szabályozási többlettőke, amely közvetlenül tükröződik az RWA alakulásában.

5.2. Tudományos és módszertani hozzájárulások

A disszertáció több fontos tudományos és módszertani hozzájárulást tesz a banki tőkemenedzsment és pénzügyi optimalizáció szakirodalmához.

A kutatás során kifejlesztésre került egy innovatív determinisztikus lineáris programozási modell, amely integrált módon kezeli a banki kockázati kitettségeket és a prudenciális tőkekövetelményeket. A modell jelentős újdonsága, hogy a szabályozási megfelelésből eredő többlettőkét minimalizálja, miközben változatlanul hagyja a bank tényleges gazdasági kockázati profilját. Ez a holisztikus megközelítés újszerű perspektívát kínál a tudományos diskurzus számára, igazolva, hogy a klasszikus tőkeallokációs kihívások egzakt optimalizációs módszerekkel kezelhetők.

A dolgozat empirikus esettanulmánya bizonyítékot szolgáltat arra, hogy egy tipikus európai közepes méretű bank számára jelentős tőkefelszabadítás valósítható meg anélkül, hogy ez bármilyen prudenciális mutató romlását okozná. Eredményeim rávilágítanak, hogy a bank által tartott túlzott tőkepuffer egy része racionálisan átcsoportosítható, amivel egyszerre teljesíthetők a prudenciális előírások és javítható a bank profitabilitása.

Módszertani szempontból a disszertáció kombinálja a kvantitatív modellezést és a kvalitatív esettanulmányt. A lineáris programozás precizitását kiegészítik a szakértői interjúk révén szerzett

gyakorlati tapasztalatok, ami a pénzügyi modellezés területén ritka, innovatív kombináció. Ez a metodikai hozzájárulás bemutatja, hogyan lehet a szakértői véleményeket a modell kialakításába és az eredmények értelmezésébe integrálni. Ezáltal a kutatás hidat képez az elméleti optimalizációs megközelítés és a banki gyakorlat között.

A kifejlesztett modell gyakorlati relevanciával is bír, mivel transzparens, auditálható döntéstámogatási eszközt kínál a banki menedzsment számára. A modell outputjai egyértelműen azonosítják a túlzottan tőkeigényes portfólióelemeket, és konkrét iránymutatásokat adnak a tőkehatékonyság javításához. A modell egyszerűsége és számítási hatékonysága lehetővé teszi szélesebb körű alkalmazását akár kisebb pénzintézetek esetében is.

A kutatás eredményei a prudenciális szabályozásról szóló vitákhoz is hozzájárulnak, hangsúlyozva, hogy a szabályozási keretrendszerek adta mozgástér kihasználásával növelhető a bankok ellenállóképessége. A modell által javasolt optimalizált tőkeelosztás elősegítheti a hatékonyabb makrogazdasági forrásallokációt is. E megközelítés révén a dolgozat új perspektívákat kínálhat a szabályozók számára a tőkekövetelmények finomhangolásához, ösztönözve a bankokat a kockázatarányos tőkeallokáció és hatékonyabb kockázatkezelési gyakorlatok alkalmazására.

5.3. Gyakorlati ajánlások bankmenedzsment számára

A kutatás eredményei alapján több konkrét pénzügyi és stratégiai ajánlás fogalmazható meg a banki menedzsment számára, amelyek támogatják a szavatoltőke hatékonyabb kezelését, ezáltal jelentősen növelve a bank jövedelmezőségét. Elsőként kiemelendő, hogy célszerű egy folyamatos, rendszeres tőkeallokáció-felülvizsgálati folyamatot kialakítani, amelyben a kutatás során kifejlesztett optimalizációs modell logikája rendszeresen alkalmazásra kerül. A modell eredményei szerint a bank jelentős tőkefelszabadítást érhet el, amelynek következtében akár több milliárd forintnyi többletjövedelmet is realizálhat évente anélkül, hogy a prudenciális tőkekövetelményeket megsértené.

A modell segítségével konkrétan azonosíthatók azok az eszközportfólió-elemek, amelyek alacsonyabb hatékonysággal vagy túlzottan nagy tőkeigénnyel működnek, így ezek átrendezésével az intézmény csökkenteni tudja kockázattal súlyozott eszközértékét (RWA). Stratégiai szinten javasolt növelni az alacsonyabb kockázati súlyú, megfelelően fedezett eszközök, mint például a lakáshitelek és állampapírok arányát, és csökkenteni a magas tőkeigényű, fedezetlen vállalati hitelek és egyéb kockázatos eszközök arányát. Az optimalizált eszközstruktúra révén felszabaduló többlettőke produktív befektetésekre fordítható, ami közvetlenül hozzájárul a bank profitabilitásának növekedéséhez.

Emellett hangsúlyos ajánlásként jelenik meg a bank fedezetpolitikájának aktív és célzott felülvizsgálata is. A kutatás eredményei egyértelműen kimutatták, hogy a magasabb minőségű vagy nagyobb értékű fedezetek alkalmazásával csökkenthető a kockázati súly, javítva ezzel a tőkemegfelelési mutatókat, és növelve a tőke megtérülési rátáját. Ezzel párhuzamosan a szakmai kompetenciák és technológiai infrastruktúra fejlesztése is fontos prioritásként szerepel, beleértve szakértői továbbképzéseket, valamint modern fintech megoldások bevezetését a bank napi működésébe.

Bár a modell technikailag minimalizálja a szavatolótőkét, körültekintően kell eljárni annak gyakorlati alkalmazása során. Nem ajánlott a teljes tőkepuffer felszámolása, hanem célszerű egy optimalizált, stressztesztekkel validált tartalék fenntartása. Így a bank képes minimalizálni a tőkelekötést normál működés közben, miközben megőrzi rugalmasságát és pénzügyi stabilitását esetleges váratlan piaci sokkok esetén is.

Az ajánlások következetes alkalmazásával a modell szerint elért hatékonyabb tőkeallokáció évente akár több milliárd forintos többletprofit realizálását teszi lehetővé, stratégiai versenyelőnyként javítva a bank működési hatékonyságát és hosszú távú pénzügyi teljesítményét.

5.4. Szabályozási javaslatok

A kutatás megállapításai alapján szabályozói szinten is számos olyan ajánlás fogalmazható meg, amelyek hozzájárulhatnak a bankrendszer stabilitásának megőrzése mellett a tőkefelhasználás hatékonyságának növeléséhez. Először is, fontos lenne a belső tőkeoptimalizációs gyakorlatok ösztönzése és elismerése. A felügyeleti hatóságok pozitív értékelést adhatnának azon bankok számára, amelyek rendszeresen alkalmazzák a kutatás során kifejlesztett vagy hasonló, igazolt optimalizációs modelleket, például a felügyeleti felülvizsgálati folyamat (SREP) során kedvezőbb megítéléssel támogatva az ilyen gyakorlatokat. Ezen túlmenően, részletes szabályozói irányelvek kiadásával és szakmai fórumok szervezésével ösztönözhetik a modell-alapú tőkeoptimalizáció szélesebb körű alkalmazását.

Másodsorban javasolt a kockázatarányosabb prudenciális szabályozási keretek kialakítása. A jelenlegi egységes standardizált követelmények helyett nagyobb rugalmasságot engedő szabályozói megközelítésre lenne szükség, amely figyelembe veszi az egyes bankok egyedi kockázati profilját, különösen akkor, ha belső modellekkel (például IRB, ICAAP) hitelesen és konzervatívan méri a kockázatokat. Ehhez kapcsolódóan indokolt lenne a Basel-szabályok felülvizsgálata, beépítve a valós gazdasági kockázatok jobb és részletesebb figyelembevételét a szabályozási előírásokba.

Harmadsorban ajánlott erősíteni a felügyeleti monitoringot és párbeszédet. A bankok által szélesebb körben alkalmazott optimalizációs gyakorlatok eredményeként esetlegesen csökkenő tőkepuffereket intenzívebben monitorozhatná a felügyelet, és gyakoribb, részletesebb beszámolási kötelezettséget írhatna elő a bankok számára. Ezzel a szabályozók időben és proaktívan reagálhatnak a túlzottan agresszív tőkecsökkentési folyamatokra, szükség esetén ideiglenes korrekciós intézkedéseket javasolva.

Negyedik ajánlasként fontos lenne javítani a jelentési rendszerek és az átláthatóság szintjét. A prudenciális adatszolgáltatási sablonokban célszerű lenne kiemelten kezelni a kockázati súlyok szerinti portfólióbontást és a kapcsolódó tőkeszükségletet, támogatva ezzel a bankokat saját optimalizációs lehetőségeik jobb felismerésében. Emellett a felügyelet anonim iparági benchmark-adatok közzétételével és egy közös tudásbázis létrehozásával ösztönözhetné a tőkehatékonyság javítását a pénzügyi intézmények körében.

Végül, ötödik pontként a szabályozói pufferek ciklikusságának átgondolását javaslom. A makroprudenciális pufferek szerepét és a ciklikus tőkehalmozódás kérdését alaposan felül kell vizsgálni. Ennek keretében világosabbá kell tenni, hogy stresszidőszakokban elfogadható és kívánatos a puffer részleges lehívása, valamint felül kell vizsgálni, hogy a Basel IV és egyéb

szabályozási fejlesztések során meghatározott kötelező pufferszintek mennyire optimálisak. A cél az lenne, hogy a szabályozók olyan rugalmasabb keretrendszert alakítsanak ki, amely biztosítja a pénzügyi stabilitást, ugyanakkor nem korlátozza feleslegesen a bankok tőkehatékonyságát fellendülési időszakokban sem.

5.5. A kutatás korlátai

A dolgozat fő empirikus alapja egy egyedi esettanulmány, amely egy közepes méretű belga bank adataira épül. Ez a fókusz lehetővé tette a modell részletes bemutatását és a koncepció mélyreható vizsgálatát, ugyanakkor korlátozza az eredmények általánosíthatóságát. Nem biztos, hogy a levont következtetések egy az egyben alkalmazhatók minden bankra, például egy globális nagybank vagy egy specializált pénzintézet (pl. jelzálogbank) esetében eltérő lehet a tőkestruktúra és a mozgástér. A kutatás tehát inkább demonstratív jellegű és a bemutatott modell teljesítményét más környezetekben is tesztelni kell ahhoz, hogy általános érvényű következtetéseket tehessünk. Továbbá a felhasznált adatok korlátozott mértékben álltak rendelkezésre és anonimizáltak voltak. Bár az adatkészletet igyekeztem valószerűen kalibrálni, előfordulhatnak olyan reális anomáliák vagy összefüggések, amelyeket nem sikerült megfelelően feltárni. Ez a körülmény korlátozza a modell validációját, a bemutatott eredmények elsősorban a modell belső logikájának helytállóságát demonstrálják, de további tesztelés kell, hogy éles, más banki adatokon is ugyanez a hatás jelentkezne. A modell pontosságát és gyakorlati megbízhatóságát érdemes további adatokkal is ellenőrizni a jövőben.

Determinista és statikus megközelítésből is számos korlát adódik. A modellezés során egy determinista, statikus keretrendszert alkalmaztam. Ez azt jelenti, hogy a modell nem veszi figyelembe a jövőbeni bizonytalanságokat, a makrogazdasági változókat vagy a banki viselkedés dinamikáját. A lineáris programozás adott időpillanatra optimalizálja a tőkeszerkezetet, feltételezve, hogy minden bemenő paraméter fix. A valóságban azonban a kockázati paraméterek (pl. hitelportfólió minősége, piaci volatilitás) időben változnak és a banki tőkeszint tervezése egy dinamikus probléma. A determinisztikus modell nem tudja közvetlenül kezelni például a stresszhelyzeteket vagy a ciklikus hatásokat, az anticiklikus tőkepuffer működése, a recessziók alatti veszteségnövekedés kívül esnek a modell keretein. Ez a korlát arra utal, hogy a jelenlegi modell inkább rövid távú, taktikai optimalizációra alkalmas, és nem váltja ki a hosszú távú stratégiai tervezést vagy a stressztesztet szükségességét. Ezen kívül számos egyszerűsítést alkalmaztam a modell építés során. A lineáris programozási modell megalkotása során bizonyos egyszerűsítő feltételezéseket kellett tenni. Feltételeztem például a különböző kockázati tényezők lineáris additivitását a tőkeszükséglet szempontjából, valamint azt, hogy a portfólió-átrendezés közvetlenül és költségmentesen megvalósítható. A valóságban lehetnek nemlineáris hatások (pl. méretgazdaságosság, portfólió-diverzifikációs határhaszon) és tranzakciós költségek vagy piaci hatások (egy nagy eszközadás lenyomhatja az árakat) is, amelyeket a modell nem kezel. Továbbá a modell a szabályozói tőkekövetelményekre koncentrált és nem integrálta expliciten a profitabilitási szempontokat (bár közvetve a hozam/kockázat arány megjelent). Ezek az egyszerűsítések a modell áttekinthetőségét és számítási kezelhetőségét növelték, de egyúttal korlátozzák a realizmusát. Ezt szem előtt kell tartani az eredmények értelmezésekor.

A kutatás további limitációja a reputációs kockázat kezelése. A reputációs tényezők a banki működésben és a kockázatvállalási döntésekben meghatározó szerepet játszanak, ugyanakkor

formalizálásuk rendkívül nehéz. A reputációs kockázat olyan immateriális dimenziókat foglal magában, mint a piaci bizalom, a társadalmi megítélés vagy a szabályozói reakciók, amelyek gyorsan változhatnak, és nem illeszthetők be egyértelműen kvantitatív mérési keretekbe. Emiatt a kutatás során a reputációs kockázat csak korlátozott módon került figyelembevételre: nem önálló modellezési tényezőként, hanem kvalitatív megfontolásként, amely a vezetői döntéshozatalt kiegészíti. Ezen kockázati dimenzió különösen azért jelentős, mert közvetett módon befolyásolhatja a modellben alkalmazott paramétereket és súlyozásokat. Például egy negatív reputációs esemény piaci bizalomvesztést, magasabb finanszírozási költségeket vagy fokozott szabályozói szigorot eredményezhet, amely közvetetten módosíthatja a tőkekövetelményt és a szavatolótőke-optimalizációs kereteket. Bár a modellben ezek a hatások nem számszerűsíthetők pontosan, a reputációs kockázat potenciálisan felülírhatja az optimalizáció által javasolt legjobb megoldásokat, hiszen a bank döntéshozói a reputációs következményeket gyakran előrébb helyezik a rövid távú tőkehatékonyságnál. Ezért fontos külön kiemelni a reputációs kockázat limitációját: rámutat arra, hogy a jelen kutatás által bemutatott modell bár alkalmas a szabályozási és piaci korlátok figyelembevételére, a banki gyakorlatban mindig kiegészül olyan nehezen számszerűsíthető tényezőkkel, amelyek közül a reputáció az egyik legmeghatározóbb.

A kutatás egyik erőssége a kvalitatív interjúk bevonása volt, ugyanakkor ezeket az interjúkat főként a háttér megértésére és a modell kialakításának támogatására használtam, nem pedig formális hipotézisek tesztelésére. A kvalitatív megállapítások és a kvantitatív eredmények összevetése leíró jellegű volt, nem pedig statisztikailag alátámasztott. Ebből adódóan a különböző súlyértékek nem statisztikailag igazoltak, viszont modellépítésként elfogadható. A dolgozat nem vizsgálta például, hogy a menedzsment valószínűleg hogyan reagálna a modell javaslataira, vagy milyen szervezeti tényezők befolyásolják a tőkeoptimalizáció gyakorlati megvalósítását. Ez a korlát azt jelenti, hogy a modell által mutatott elvi lehetőség és a gyakorlati implementáció között lehetnek további kihívások (pl. kockázati kultúra, informatikai rendszerek, szabályozói jóváhagyás), amelyek a jelen kutatásban nem kerültek feltárássra. A kidolgozott optimalizációs modell alkalmas a banki stratégiai szempontok figyelembevételére, azonban ezen szempontok maradéktalan integrálásához a modell feltételrendszerének és korlátozó tényezőinek további átgondolása és finomhangolása szükséges. A stratégiai szempontokat a jelenlegi fejlesztési fázisban még nem építettem be, ugyanakkor ezek tesztelésével a modell tovább pontosítható és gyakorlati alkalmazhatósága is jelentős mértékben javítható lenne. Ezen kívül az RWA számítás mellé számos egyéb piaci kockázatot mérő pénzügyi-matematikai mutatószám bevonható lenne, sőt az RWA-nak a pontosítása módszertani szempontból ezáltal csökkentve a mutatószám által gyakorolt szubjektív hatást. Kutatásom egyik legfőbb korlátja a banki egyedi stratégiák beépítése a rendszerbe, de ezen beépítés már egy egyszerűen megoldható elméleti matematikai kihívást jelent csak.

5.6. Jövőbeli kutatási irányok

Az eredmények generalizálásához további esettanulmányokra és empirikus elemzésekre van szükség. A jövőben érdemes a modellt különböző típusú és méretű bankokra is alkalmazni, például kis regionális bankokra, nagy nemzetközi bankcsoportokra, vagy különleges üzleti modellű intézményekre (befektetési bank, jelzálogbank, takarékpénztár stb.). Egy összehasonlító tanulmány keretében vizsgálható lenne, hogy mely intézményeknél a legnagyobb a

tőkeoptimalizációs potenciál és hol ütközik korlátokba a módszer. Emellett a valós banki adatokkal történő tesztelés is fontos irány, ha hozzáférhetővé válnak megfelelő, anonimizált adatsorok, akkor azokon validálni lehetne a modell előrejelzéseit és javaslatait. Egy kvantitatív elemzés nagyobb mintán segíthet statisztikailag is alátámasztani, hogy a modell által jelzett összefüggések (pl. pufferleépítés mértéke) ténylegesen megfigyelhetők a banki gyakorlatban.

A jelenlegi modell továbbfejlesztésének egyik lehetősége a dinamikus (többperiódusos) és/vagy sztochasztikus (valószínűségi) optimalizáció bevezetése. Egy dinamikus modell esetében a tőkeoptimalizáció több évre előre tekintve, az egyes időszakokat összekapcsolva történne, figyelembe véve a tőke felhalmozásának vagy hiánypótlásának időbeli következményeit. Ez összekapcsolható a bank pénzügyi tervezésével (pl. eredményterv, osztalékpolitika, növekedési stratégia) is, hiszen a tőkeszükséglet és a nyereség visszatartása között időbeli trade-off áll fenn. A sztochasztikus kiterjesztés a bizonytalanságot vonná be, különböző makrogazdasági vagy piaci forgatókönyvekre futtatva a modellt meg lehetne határozni egy robosztus optimalizált tőkeszerkezetet, ami nem csak egyetlen előrejelzés mellett optimális, hanem sokféle jövőbeli kimenetelben is jól teljesít. E megközelítéssel kezelhetők lennének az olyan kérdések, mint a portfólió volatilitásának hatása a szükséges pufferre, vagy a tőkepiacok ingadozásai hogyan befolyásolják az optimális tőkeszintet. A dinamikus-sztochasztikus modellt akár a játék elmélet vagy ügynökalapú modellezés irányába is tovább lehet gondolni, figyelembe véve más piaci szereplők reakcióit is.

Mivel a kutatásom elsősorban egy bank szintjén vizsgálta a kérdést, további kutatás szükséges a rendszerszintű következmények feltárásához. Ha sok bank alkalmaz hasonló tőkeoptimalizációs technikákat és mindenki a minimális szint közelébe csökkenti a puffereit, annak makroprudenciális hatásai lehetnek. Egy esetleges gazdasági sokk esetén a bankok így kevesebb tartalékkal vágnának neki a válságnak, ami felerősítheti a pro-ciklikusságot, épp azt, amit a Basel III puffer-rendszere hivatott csillapítani. Jövőbeli kutatások építhetnek aggregált modelleket vagy ügynökalapú szimulációkat, amelyek több bank együttes viselkedését vizsgálják optimalizáció esetén. Meg lehetne vizsgálni, hogy egy iparági szintű tőkeoptimalizáció hogyan hat a hitelkínálatra, a pénzügyi stabilitásra vagy a szabályozói politikákra. Ezek az eredmények fontos visszacsatolást adhatnak a döntéshozóknak, hogy szükség van-e például kollektív korlátozásokra vagy koordinációra az optimalizáció terén (hasonlóan ahhoz, ahogy a tőkemegfelelési szabályokat globálisan hangolják össze a Basel Bizottság keretében).

Végül, a legközvetlenebb pragmatista jellegű jövőbeli irány egy gyakorlati pilot megvalósítása lehet. Együttműködve egy (vagy több) bankkal, a kutatók és a banki szakemberek közösen tesztelhetnék a modell implementációját a valós környezetben. Ez a pilot projekt magában foglalhatná a modell integrálását a bank belső folyamataiba, a munkatársak képzését, valamint a modell által javasolt portfólió-változtatások szimulációját vagy kis léptékű végrehajtását. A pilot eredményei alapján értékelni lehetne a modell gyakorlati hasznát, pontosságát és korlátait, például kiderülhet, hogy milyen nehézségek merülnek fel a végrehajtás során, vagy hogy a menedzsment mennyire veszi figyelembe a javaslatokat. Egy sikeres pilot megerősítheti a kutatás megállapításait, míg az esetleges eltérések rámutathatnak további fejlesztési igényekre. Mindez hozzájárulna ahhoz, hogy a tudományos eredmények valódi üzleti innovációként hasznosuljanak.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az értekezés keretében öt kiemelkedő, új tudományos eredményt értem el a banki tőkeallokáció optimalizálása terén. Ezek az eredmények egymással összefüggő módon járulnak hozzá a pénzügyi intézmények szavatolótőke-menedzsmentjének fejlesztéséhez, integrálva a szabályozói, kockázati és stratégiai szempontokat. Az alábbiakban részletesen bemutatom mind az öt fő eredményt, hangsúlyozva azok újszerű hozzájárulását és gyakorlati jelentőségét.

6.1. Létrehoztam egy általános érvényűen alkalmazható determinisztikus lineáris programozási modellt a szavatoló tőke optimalizálása céljából

A kidolgozott determinisztikus lineáris programozási modell egyik kulcsfontosságú újdonsága, hogy képes hatékonyan kezelni a valós piaci kockázatokat tükröző VaR-alapú mérőszámok és a Basel-szabályok szerint kalkulált RWA-alapú kockázati súlyok közötti különbségből fakadó hozam-maximalizálási problémát. Ez a megközelítés lehetővé teszi a bankok számára, hogy optimálisan kihasználják a tényleges piaci kockázataik és a szabályozói kockázati értékek közötti eltéréseket, ezzel jelentősen növelve jövedelmezőségüket anélkül, hogy veszélyeztetnék a prudenciális megfelelést. A modell keretrendszerében a négy fő kockázati típus – hitel-, piaci-, partner- és működési kockázat – integrált módon kerül kezelésre, amely biztosítja, hogy a bank vállalati szintű tőkeallokációja optimálisan reflektáljon a tényleges kockázati profiljára. A modell explicit lineáris korlátozó feltételei közvetlenül tartalmazzák a CRR szabályozás előírásait, mint például a minimálisan szükséges CET1 rátát, teljes tőkemutatót, tőkeáttételi mutatót, valamint egyéb prudenciális limiteket, így biztosítva, hogy minden optimalizált megoldás automatikusan megfeleljen a szabályozói követelményeknek.

A célfüggvény konstrukciója kifejezetten a hozam-kockázat egyensúly maximalizálására irányul, amely figyelembe veszi a bank pénzügyi teljesítményének mutatóit (például a várható hozam, szórás, Sharpe-mutató), a szabályozói megfelelési kötelezettségeket (például a tőkekövetelmények nem teljesítésének implicit költségeit), valamint a bank stratégiai prioritásait is. Az egyes kockázati típusok tőkeszükséglete numerikusan becsülhető a CRR által előírt módszertanok szerint, és ezek explicit módon épülnek be a modell korlátozó feltételeibe. A kidolgozott modell tudományos szempontból jelentős előrelépést jelent, mivel korábban nem állt rendelkezésre olyan átfogó lineáris optimalizációs eszköz, amely komplex módon kezelné a bankok különböző kockázati elemeit, és amely egyúttal képes lenne kiaknázni a VaR és az RWA-alapú megközelítések közötti különbségekben rejlő profitabilitási potenciált. A bemutatott módszertani keret ezért nem csupán új tudományos eredmény, hanem közvetlen gyakorlati alkalmazhatósággal is bír a banki tőkeallokáció hatékonyságának javításában, biztosítva a prudenciális szabályozói megfelelést és a rendelkezésre álló tőke maximális kihasználását.

6.2. Vezetői és kockázatértékelési preferenciák szigmoid modellje és integrálása a célfüggvénybe

A kutatás során feltárt vezetői preferenciák és kvalitatív kockázatértékelési szempontok matematikai modellezésére egy normalizált szigmoid függvényt alkalmaztam, amely lehetővé teszi a döntéshozók nemlineáris értékelési mechanizmusainak pontos leképezését. A kvalitatív

interjúk során gyűjtött információk rámutattak, hogy bizonyos minőségi kritériumok – például befektetési döntések stratégiai illeszkedése, reputációs kockázatok, vagy partnerek megbízhatósága – jelentősen befolyásolják a banki döntéseket, ám ezek a tényezők nem lineárisan, hanem bizonyos érzékenységi küszöbökkel és telítődési pontokkal jellemezhetők.

Mivel ezen szempontoknak nincs egyértelmű numerikus skálája, hagyományos lineáris súlyozásuk torzításokat vagy információvesztést eredményezne. Ennek a problémának a megoldására a szigmoid transzformáció segítségével normalizáltam ezeket a minőségi kritériumokat, skálájukat 0 és 1 közé szorítva, ami lehetővé tette az értékek finom differenciálását, különösen a középértékek tartományában. A szigmoid függvény meredeksége jól tükrözi, hogy egy adott kritérium bizonyos küszöbértékek felett vagy alatt hogyan módosítja drasztikusan a döntéshozói preferenciákat.

Ezt a nemlineáris elemet integráltam a modell célfüggvényébe, amely így egy többkomponensű értékelési függvénnyé alakult. A kvalitatív szigmoid transzformált indikátor mintegy 30%-os súllyal szerepel a célfüggvényben, tükrözve az interjúk során meghatározott jelentőségét, míg a fennmaradó részt a hagyományos pénzügyi mutatók (például hozam- és kockázati mérőszámok) alkotják. Ezáltal a modell újszerű módon képes összekapcsolni a kvalitatív szakértői ítéleteket a kvantitatív optimalizációval, hatékonyan kezelve a döntési preferenciák nemlineáris jellemzőit.

A szigmoid függvény alkalmazásával a modell pontosan reprezentálja a preferenciák változását, így a döntéshozói magatartást hitelesebben képezi le. A döntéshozók értékelési küszöbeit és telítődési pontjait strukturált formában integráltam a célfüggvénybe, megteremtve a lineáris optimalizáció és a kvalitatív szempontok közötti kapcsolatot. Ez a megoldás jelentős tudományos és módszertani hozzájárulás, mivel a hagyományos tőkeallokációs modellek nem alkalmaznak hasonló, matematikailag megalapozott formában kvalitatív elemeket. A szigmoid-alapú célfüggvény így elősegíti, hogy a banki tőkeallokáció a gyakorlatban is pontosabban és érzékenyebben tükrözze a valódi vezetői döntéshozatalt.

6.3. A prudenciális korlátok lineáris modellezhetőségének igazolása

A kutatás során részletesen bemutattam, hogy a banki prudenciális szabályozás szigorú előírásai, beleértve a CRR és a Basel III/IV keretrendszer által meghatározott tőkekövetelményeket, olyan szűk és jól körülhatárolt döntési teret hoznak létre, amely determinisztikus lineáris programozási modell keretében pontosan és teljes körűen kezelhető. Az olyan előírások, mint a minimális tőkemegfelelési mutatók, a különböző tőkeszint-korlátok, a likviditási követelmények és a nagy kitettségi limitek, mind matematikailag lineáris egyenlőtlenségként fejezhetők ki, ami lehetővé teszi, hogy a banki tőkeallokáció optimalizációját egyszerű, de rendkívül hatékony módszertani keretben oldjuk meg.

A célfüggvény ebben a modellben a bank teljesítményének mérhető komponenseit fogja össze, így a hozamok, kockázati mutatók és tőkekövetelmények lineáris kombinációjaként írható fel. Ez a megközelítés biztosítja, hogy az optimalizáció eredménye ne csak elméleti szinten, hanem a gyakorlatban is jól értelmezhető legyen. Nincs szükség bonyolult sztochasztikus vagy nemlineáris optimalizációs eljárásokra ahhoz, hogy a modell megfeleljen a valós banki működés elvárásainak. Tudományos újdonságként sikerült igazolni, hogy a determinisztikus lineáris keretek teljes mértékben elegendőek a prudenciális megfelelés biztosításához, miközben lehetőséget adnak az optimális megoldások szisztematikus feltárására. Ez a felismerés fontos lépést jelent a banki

tőkeallokáció matematikai megalapozásában, mivel megmutatja, hogy a szabályozói előírások által teremtett szűk mozgástér nem korlátot, hanem egyben lehetőséget is jelent a modellezés pontosabbá tételére.

6.4. A determinisztikus lineáris megközelítés gyakorlati előnyeinek bizonyítása

A determinisztikus lineáris programozás nem csupán a leegyszerűsítés eszköze, hanem olyan tudatosan megválasztott és célszerű módszertan, amely számos gyakorlati előnnyel jár. A lineáris modellek alkalmazásának egyik legnagyobb értéke abban rejlik, hogy átláthatóak, auditálhatóak és könnyen interpretálhatóak. Ezáltal olyan döntéstámogató keretet biztosítanak, amelyet a bank belső ellenőrzése, a felügyeleti hatóságok és a felsővezetés egyaránt képes közvetlenül hasznosítani. A lineáris modell által előállított eredmények gyorsan futtathatók, reprodukálhatók és stabilan beépíthetők a vezetőségi döntéshozatal folyamatába, ami jelentős előnyt biztosít a banki működésben. Az optimalizáció eredményei transzparenssek, nyomon követhetők, és minden érintett számára világosan kommunikálhatók, ezáltal erősítik a bank működésének hitelességét és ellenőrizhetőségét. A kutatás eredményei egyértelműen rávilágítanak arra, hogy a pénzügyi optimalizációs problémák esetében sokszor nem a legösszetettebb, hanem éppen az egyszerűbb, determinisztikus keretek vezetnek megbízhatóbb, értelmezhetőbb és gyakorlatban is alkalmazhatóbb eredményekhez. Ez a felismerés jelentős módszertani és gyakorlati hozzájárulást jelent a banki tőkeallokációs modellezésben. A determinisztikus lineáris optimalizáció lehetővé teszi, hogy a banki döntéshozatal gyors, pontos és szabályozói szempontból is megfelelő eredményekre épüljön. Tudományos bizonyítékkal szolgál arra, hogy a prudenciális szabályozói korlátok mellett alkalmazott lineáris programozás képes kellően precíz és döntéstámogató megoldásokat nyújtani, miközben erősíti a banki gyakorlat átláthatóságát és megbízhatóságát. Ezáltal a modell nemcsak elméleti eszközként, hanem valódi menedzsmenttámogató rendszerként is értelmezhető, amely hosszú távon hozzájárulhat a pénzügyi stabilitás fenntartásához és a banki versenyképesség növeléséhez.

6.5. Esettanulmányon keresztül bizonyítottam, hogy a modell képes jelentős mértékű tőkepuffer-felszabadításra úgy, hogy közben a bank maradéktalanul megfelel a szigorú szabályozói követelményeknek és nem növeli a kockázatát.

A disszertáció során egy belga bank adataira épülő esettanulmány segítségével empirikusan validáltam a kidolgozott modellt, igazolva annak gyakorlati alkalmazhatóságát és hatékonyságát. Az esettanulmány során bebizonyítottam, hogy a modell képes jelentős mértékű tőkepuffer-felszabadításra úgy, hogy közben a bank maradéktalanul megfelel a szigorú szabályozói követelményeknek és nem növeli a valós kockázatát. Az esettanulmány során bemutatott konkrét számítások szerint a modell által optimalizált portfólió mellett a bank tőkemegfelelési mutatói javultak vagy változatlanul a szabályozói előírások felett maradtak, miközben jelentős mennyiségű tőkét sikerült felszabadítani a kezdeti állapothoz képest. Ez a gyakorlatban két fontos előnyt eredményezett: egyrészt a felszabadult tőke hatékonyabb, jövedelmezőbb üzleti tevékenységekbe történő átcsoportosítása révén javult a bank profitabilitása, másrészt kiegyensúlyozottabb lett a bank kockázati profilja, mivel a modell optimalizált kockázatmegosztást alakított ki a különböző üzletágak között.

Fontos kiemelni, hogy az optimalizáció teljes mértékben megfelel a Basel III/IV és a CRR előírásoknak, így nemcsak a szabályozói megfelelés biztosított, hanem a felügyeleti elvárásoknak is teljes mértékben megfelel. Ez a negyedik fő eredmény egyértelműen igazolja, hogy a kidolgozott módszer működőképes és valódi pénzügyi intézményeknél is jelentős értéket képes teremteni. A modell alkalmazásával optimalizált tőkeszerkezet növeli a bank hatékonyságát anélkül, hogy veszélyeztetné annak stabilitását.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A bankrendszer működése napjainkban egyszerre függ a globális pénzügyi stabilitást biztosító szabályozói keretektől és a piaci versenyképességet meghatározó hatékonysági követelményektől. A válságok tapasztalatai nyomán megszilárdult prudenciális előírások, különösen a CRR-rendeletben meghatározott tőkemegfelelési normák, minden hitelintézet számára kötelezően kijelölik a működés minimális biztonsági feltételeit. Ezzel párhuzamosan azonban a pénzügyi piacok globalizálódása és a hozamelvárások folyamatos emelkedése olyan nyomást gyakorol, amely a tőkeforrások hatékonyabb felhasználását követeli meg. Ezen kettős kihívás miatt tartottam szükségesnek egy olyan kutatás megvalósítását, amely a szavatolótőkét nemcsak szabályozói kötelezettségként, hanem stratégiai erőforrásként kezeli. Ezen kérdés megoldása érdekében egy determinisztikus, lineáris optimalizációs modellt dolgoztam ki, amely képes egyszerre figyelembe venni a szabályozói megfelelést, a kockázati kitettségeket és a banki stratégiai célok szempontjait. A modell megalapozásához részletesen elemeztem a prudenciális szabályozást, és nyolc félig strukturált interjút készítettem banki vezetőkkel és kockázatkezelőkkel. Az így nyert tapasztalatokat beépítettem a modell célfüggvényébe és korlátrendszerébe, hogy a szabályozói normák és a piaci logika által kijelölt szempontok koherens módon integrálódjanak.

A gyakorlati alkalmazhatóság vizsgálatára egy európai, közepes méretű bank adatatin történő tesztelést választottam. A kiinduló állapotban a teljes kockázattal súlyozott eszközérték 15 198,81 milliárd forint volt, amely 2 218 milliárd forintos szavatolótőkével 14,59 százalékos tőkemegfelelési mutatót eredményezett. Ez a szint a szabályozói minimum felett helyezkedett el, jelezve a túlméretezett tőkepuffert. A modell segítségével olyan optimális portfólió-összetételt azonosítottam, amely a tőkemegfelelési mutatót pontosan a rendeleti minimumhoz közelítette, miközben a kockázattal súlyozott eszközérték 27 714,51 milliárd forintra nőtt. Ezzel párhuzamosan az éves várható hozam 788,20 milliárd forintról 1 084,87 milliárd forintra emelkedett, míg a VaR95% csak mérsékelten változott, 1 370 milliárd forintról 1 434 milliárd forintra. Ezek az eredmények azt mutatták, hogy a szabályozás által meghatározott biztonsági küszöbök megtartása mellett is lehetséges jelentős hozamnövekedést elérni a tőkehatékonyabb portfólió-összetétel révén.

A modell érvényességét többlépcsős vizsgálattal ellenőriztem. A korlátrendszer matematikai konzisztenciája biztosította a belső koherenciát, érzékenységvizsgálatok mutatták ki a kulcsparaméterek robusztusságát, az esettanulmány pedig empirikusan igazolta, hogy a döntési változók mögött tényleges pénzügyi folyamatok állnak. Mindez megerősített abban, hogy a modell stabil, reprodukálható és a gyakorlatban is alkalmazható.

Végül arra a következtetésre jutottam, hogy a szavatolótőke nem kizárólag a szabályozói megfelelés biztosítója, hanem olyan stratégiai erőforrás, amelynek célszerű allokációja a bank hosszú távú stabilitásának és versenyképességének záloga. Kutatásom hozzájárulása abban ragadható meg, hogy hidat teremt a prudenciális szabályozás és a piaci teljesítménykövetelmények között, miközben gyakorlati döntéstámogató keretet kínál a banki gyakorlat számára. Úgy vélem, a modell továbbfejlesztésének legfontosabb iránya a dinamikus, stressz-szenáriókon alapuló validáció lehet, amely még inkább megerősítheti a pénzügyi intézmények alkalmazkodóképességét a jövőbeli kihívásokkal szemben.

8. SUMMARY

The operation of the banking system today depends both on the regulatory frameworks ensuring global financial stability and on the efficiency requirements determining market competitiveness. The prudential regulations, especially the capital adequacy norms specified in the CRR regulation, which have been consolidated in the wake of the experiences of the crises, set mandatory minimum safety conditions for operation for all credit institutions. At the same time, however, the globalization of financial markets and the continuous increase in return expectations exert pressure that requires the more efficient use of capital resources. Due to this dual challenge, I considered it necessary to carry out research that treats own funds not only as a regulatory obligation, but also as a strategic resource. In order to solve this issue, I developed a deterministic, linear optimization model that is able to simultaneously take into account the aspects of regulatory compliance, risk exposures and bank strategic goals. To establish the model, I analyzed the prudential regulation in detail and conducted eight semi-structured interviews with bank managers and risk managers. I incorporated the experiences gained in this way into the model's objective function and constraint system so that the aspects designated by regulatory norms and market logic are integrated in a coherent manner.

To examine the practical applicability, I chose to test the model on the data of a medium-sized European bank. In the initial state, the total risk-weighted asset value was HUF 15,198.81 billion, which resulted in a capital adequacy ratio of 14.59 percent with a solvency capital of HUF 2,218 billion. This level was above the regulatory minimum, indicating an oversized capital buffer. With the help of the model, I identified an optimal portfolio composition that brought the capital adequacy ratio exactly close to the regulatory minimum, while the risk-weighted asset value increased to HUF 27,714.51 billion. At the same time, the annual expected return increased from HUF 788.20 billion to HUF 1,084.87 billion, while the VaR95% changed only moderately, from HUF 1,370 billion to HUF 1,434 billion. These results showed that it is possible to achieve significant return growth through a more capital-efficient portfolio composition while maintaining the safety thresholds set by the regulation.

I verified the validity of the model with a multi-stage test. The mathematical consistency of the limit system ensured internal coherence, sensitivity tests demonstrated the robustness of the key parameters, and the case study empirically confirmed that there are actual financial processes behind the decision variables. All this confirmed that the model is stable, reproducible and applicable in practice.

Finally, I concluded that own funds are not only a guarantee of regulatory compliance, but also a strategic resource whose appropriate allocation is a guarantee of the long-term stability and competitiveness of the bank. The contribution of my research can be seen in that it creates a bridge between prudential regulation and market performance requirements, while offering a practical decision-support framework for banking practice. I believe that the most important direction for further development of the model may be dynamic, stress-scenario-based validation, which could further strengthen the adaptability of financial institutions to future challenges.

9. MELLÉKLETEK

M1. Irodalomjegyzék

1. Agarwal, S., Muckley, C.B. and Neelakantan, P. (2023). Countering racial discrimination in algorithmic lending: A case for model-agnostic interpretation methods. *Economics Letters*, 226, p.111117.
2. Agénor, P.-R. and Pereira da Silva, L.A. (2012). Cyclical effects of bank capital requirements with imperfect credit markets. *Journal of Financial Stability*, 8(1), pp.43–56.
3. Akter, S., McCarthy, G., Sajib, S., Michael, K., Dwivedi, Y.K., D’Ambra, J. and Shen, K.N. (2021). Algorithmic bias in data-driven innovation in the age of AI. *International Journal of Information Management*, [online] 60(60), p.102387.
4. Aldasoro, I., Cho, C.H. and Park, K. (2022). Bank solvency risk and funding cost interactions: Evidence from Korea. *Journal of Banking & Finance*, 134, p.106348.
5. Alfhaili, F. A., Bakoush, M. and Wolfe, S. (2025). The Role of Banks’ Business Models in their FinTech Acquisitions. *Journal of Financial Services Research*, 1-42.
6. Andersen, H. and Juelsrud, R. (2023). Optimal capital adequacy ratios for banks. *Latin American Journal of Central Banking*, 5(2), pp.100107–100107.
7. Andersen, L.B., Häger, D., Maberg, S., Næss, M.B. and Tungland, M. (2012). The financial crisis in an operational risk management context—A review of causes and influencing factors. *Reliability Engineering & System Safety*, 105, pp.3–12.
8. Auer, R., Matyunina, A. and Ongena, S. (2022). The countercyclical capital buffer and the composition of bank lending. *Journal of Financial Intermediation*, p.100965.
9. Ayuso, J., Pérez, D. and Saurina, J. (2004). Are capital buffers pro-cyclical? *Journal of Financial Intermediation*, 13(2), pp.249–264.
10. Bakoush, M., Gerding, E., Mishra, T. and Wolfe, S. (2022). An integrated macroprudential stress test of bank liquidity and solvency. *Journal of Financial Stability*, p.101012.
11. Balasubramaniam, N., Kauppinen, M., Rannisto, A., Hiekkanen, K. and Kujala, S. (2023). Transparency and Explainability of AI Systems: From Ethical Guidelines to Requirements. *Information and Software Technology*, [online] 159(159), p.107197.
12. Barakat, A. and Hussainey, K. (2013). Bank governance, regulation, supervision, and risk reporting: Evidence from operational risk disclosures in European banks. *International Review of Financial Analysis*, 30, pp.254–273.
13. Behera, S. (2020). Does the EVA valuation model explain the market value of equity better under changing required return than constant required return? *Financial Innovation*, 6(1), 9.
14. Benbouzid, N., Kumar, A., Mallick, S.K., Sousa, R.M. and Stojanovic, A. (2022). Bank credit risk and macro-prudential policies: Role of counter-cyclical capital buffer. *Journal of Financial Stability*, 63, p.101084.
15. Berger, A. N., & Bouwman, C. H. S. (2013). How does capital affect bank performance during financial crises? *Journal of Financial Economics*, 109(1), 146-176.
16. Bindseil, U., Manzanares, A. and Weller, B. (2004). *The Role of Central Bank Capital Revisited*. [online] papers.ssrn.com.

17. Bitar, M. and Tarazi, A. (2022). A note on regulatory responses to COVID-19 pandemic: Balancing banks' solvency and contribution to recovery. *Journal of Financial Stability*, 60, p.101009.
18. Blaga, F., Dumitrescu, B. A., Duca, I., Leonida, I. and Poleac, D. (2024). Analyzing the Determinants of Banking Profitability in European Commercial Banks: Do COVID-19 Economic Support Measures Matter? *Sustainability*, 16(16), 7004.
19. Bolívar, F., Duran, M. A. and Lozano-Vivas, A. (2023). Business model contributions to bank profit performance: A machine learning approach. *Research in International Business and Finance*, 64, 101870.
20. Böhnke, P., Düllmann, K., & Zigraiova, D. (2023). Back to the roots of internal credit risk models: Does risk explain why banks' risk-weighted asset levels converge over time? *Journal of Banking & Finance*, 156, 106748.
21. Böhnke, V., Ongena, S., Paraschiv, F. and Reite, E.J. (2023). Back to the roots of internal credit risk models: Does risk explain why banks' risk-weighted asset levels converge over time? *Journal of Banking & Finance*, [online] 156, p.106992.
22. Bradley, M.G., Wambeke, C.A. and Whidbee, D.A. (1991). Risk weights, risk-based capital and deposit insurance. *Journal of Banking & Finance*, 15(4-5), pp.875–893.
23. Broll, U., Wong, W.-K. and Wu, M. (2011). Banking Firm, Risk of Investment and Derivatives. *Technology and Investment*, 02(03), pp.222–227
24. Bui, C., Scheule, H. and Wu, E. (2017). The value of bank capital buffers in maintaining financial system resilience. *Journal of Financial Stability*, 33, pp.23–40.
25. Cangombe, E. L., Almeida, L. G. and Tavares, F. O. (2025). Determinants of Banking Profitability in Angola: A Panel Data Analysis with Dynamic GMM Estimation. *Risks*, 13(7), 123.
26. Cappelletti, G., Marques, A.P. and Paolo Varraso (2024). Impact of higher capital buffers on banks' lending and risk-taking in the short- and medium-term: Evidence from the euro area experiments. *Journal of Financial Stability*, [online] 72, pp.101250–101250.
27. Carvallo, O., Kasman, A. and Kontbay-Busun, S. (2015). The Latin American bank capital buffers and business cycle: Are they pro-cyclical? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 36, pp.148–160.
28. Chapelle, A., Crama, Y., Hübner, G., and Peters, J.-P. (2008). Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: A clinical study. *Journal of Banking & Finance*, 32(6), 1049–1061.
29. Chong, W. F., Feng, R., and Jin, L. (2023). Holistic principle for risk aggregation and capital allocation. *Annals of Operations Research*, 330(1), 21-54.
30. Choudhry, M. (2025). *An Introduction to Banking*. [online] Google Books.
31. Cicchiello, A.F., Cotugno, M., Perdicizzi, S. and Torluccio, G. (2022). Do capital buffers matter? Evidence from the stocks and flows of nonperforming loans. *International Review of Financial Analysis*, 84, p.102369.
32. Cummings, J.R. and Durrani, K.J. (2016). Effect of the Basel Accord capital requirements on the loan-loss provisioning practices of Australian banks. *Journal of Banking & Finance*, 67, pp.23–36.
33. Danielsson, J., Macrae, R. and Uthemann, A. (2021). Artificial intelligence and systemic risk. *Journal of Banking & Finance*, [online] 140, p.106290.
34. De Jonghe, O., Dewachter, H. and Ongena, S. (2020). Bank capital (requirements) and credit supply: Evidence from pillar 2 decisions. *Journal of Corporate Finance*, 60, p.101518.

35. Dermine, J. (2015). Basel III leverage ratio requirement and the probability of bank runs. *Journal of Banking & Finance*, 53, pp.266–277.
36. Drenovak, M., Ranković, V., Ivanović, M., Urošević, B. and Jelic, R. (2017). Market risk management in a post-Basel II regulatory environment. *European Journal of Operational Research*, 257(3), pp.1030–1044.
37. Drumond, I. (2009). BANK CAPITAL REQUIREMENTS, BUSINESS CYCLE FLUCTUATIONS AND THE BASEL ACCORDS: A SYNTHESIS. *Journal of Economic Surveys*, 23(5), pp.798–830.
38. Du, B. (2017). How Useful Is Basel III's Liquidity Coverage Ratio? Evidence From US Bank Holding Companies. *European Financial Management*, 23(5), pp.902–919.
39. Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532–550.
40. Engelmann, B., and Pham, H. (2020a). A RAROC valuation scheme for loans and its application in loan origination. *Risks*, 8(2), 63.
41. Engelmann, B., and Pham, H. (2020b). Measuring the performance of bank loans under Basel II/III and IFRS 9/CECL. *Risks*, 8(3), 93.
42. Európai Parlament és Tanács. (2013). Az Európai Parlament és a Tanács 575/2013/EU rendelete (2013. június 26.) a hitelintézetekre és befektetési vállalkozásokra vonatkozó prudenciális követelményekről és a 648/2012/EU rendelet módosításáról (egységes szerkezetbe foglalt változat: 2025.01.01.).
43. Faiteh, A., and Mohammed, R. A. (2023). Economic value added: The best indicator for measuring value creation or just an illusion? *Investment Management & Financial Innovations*, 20(1), 138.
44. Ferri, G., & Pesic, V. (2017). Bank regulatory arbitrage via risk-weighted assets dispersion. *Journal of Financial Stability*, 33, 331–345.
45. Fiordelisi, F., and Molyneux, P. (2010). The determinants of shareholder value in European banking. *Journal of Banking & Finance*, 34(6), 1189–1200.
46. Flannery, M. J. (2014). Maintaining adequate bank capital. *Journal of Money, Credit and Banking*, 46(s1), 157–180.
47. Flannery, M.J. and Giacomini, E. (2015). Maintaining adequate bank capital: An empirical analysis of the supervision of European banks. *Journal of Banking & Finance*, 59, pp.236–249.
48. Frei, C. (2020). A new approach to risk attribution and its application in credit risk analysis. *Risks*, 8(2), 65.
49. Gambetta, N., García-Benau, M.A. and Zorio-Grima, A. (2019). Stress test impact and bank risk profile: Evidence from macro stress testing in Europe. *International Review of Economics & Finance*, 61, pp.347–354.
50. Gatzert, N. and Wesker, H. (2012). A Comparative Assessment of Basel II/III and Solvency II. *The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice*, [online] 37(3), pp.539–570.
51. Gogas, P., Papadimitriou, T. and Agrapetidou, A. (2018). Forecasting bank failures and stress testing: A machine learning approach. *International Journal of Forecasting*, 34(3), pp.440–455.
52. Hartlage, A.W. (2012). The Basel III Liquidity Coverage Ratio and Financial Stability. *Michigan Law Review*, [online] 111, p.453.
53. Hendricks, D., and Hirtle, B. (1997). Bank capital requirements for market risk: The internal models approach. *Economic Policy Review*, 3(4).

54. Hersugondo, H., Anjani, N. and Pamungkas, I. D. (2021). The role of non-performing asset, capital, adequacy and insolvency risk on bank performance: a case study in Indonesia. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(3), 319-329.
55. Hessou, H. and Lai, V.S. (2017). Basel III capital buffer requirements and credit union prudential regulation: Canadian evidence. *Journal of Financial Stability*, 30, pp.92–110.
56. Hillier, F. S. and Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to Operations Research*. 10th ed., McGraw-Hill Education.
57. Hirtle, B. (1997). Bank capital requirements for market risk: the internal models approach. *Economic Policy Review*, [online] 3(Dec), pp.1–12.
58. Hu, M., Zhang, Y., Feng, X. and Xiong, X. (2024). How technological innovation influence operational risk: Evidence from banks in China. *International Review of Financial Analysis*, [online] 95, p.103480.
59. Ihrig, J., Kim, E., Vojtech, C.M. and Weinbach, G.C. (2019). How Have Banks Been Managing the Composition of High-Quality Liquid Assets? *Review*, 101(3).
60. Instefjord, N. (2005). Risk and hedging: Do credit derivatives increase bank risk? *Journal of Banking & Finance*, 29(2), pp.333–345.
61. Jacques, K.T. (2008). Capital shocks, bank asset allocation, and the revised Basel Accord. *Review of Financial Economics*, 17(2), pp.79–91.
62. Jayadev, M. (2013). Basel III implementation: Issues and challenges for Indian banks. *IIMB Management Review*, [online] 25(2), pp.115–130.
63. Juelsrud, R.E. and Wold, E.G. (2018). Risk-weighted capital requirements and portfolio rebalancing. *Journal of Financial Intermediation*.
64. Kalemli-Ozcan, S., Sorensen, B. and Yesiltas, S. (2012). Leverage across firms, banks, and countries. *Journal of International Economics*, 88(2), pp.284–298.
65. Kang, W. Y., and Poshakwale, S. (2019). A new approach to optimal capital allocation for RORAC maximization in banks. *Journal of Banking & Finance*, 106, 153-165.
66. Khokhlova, G. and Yushina, Y. (2019). Risk management of credit institutions as a factor of investment activity development. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 667(1), p.012039.
67. Kim, J.H.T. and Hardy, M.R. (2009). A capital allocation based on a solvency exchange option. *Insurance: Mathematics and Economics*, 44(3), pp.357–366.
68. King, M.R. (2013). The Basel III Net Stable Funding Ratio and bank net interest margins. *Journal of Banking & Finance*, 37(11), pp.4144–4156.
69. King, P. and Tarbert, H. (2011). *Basel III: an Overview*. Aspen Publishers.
70. Kraus, C. (2013). EVA/RAROC vs. MCEV earnings: A unification approach. *The Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice*, 38(1), 113-136.
71. Le, T. N. L., Nasir, M. A. and Huynh, T. L. D. (2023). Capital requirements and banks performance under Basel-III: A comparative analysis of Australian and British banks. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 87, 146-157.
72. Llorent-Jurado, J., Ordaz-Sanz, J.A., Melgar-Hiraldo, M. del C. and Guerrero-Casas, F.M. (2024). A review of the discussion proposal on changes to the EU-wide stress test. *Central Bank Review*, [online] 24(3), p.100161.
73. Majka, M. (2024). *Market Risk Analysis in Investment Risk Management*. [online] Researchgate.
74. McAleer, M., Jimenez-Martin, J.-A. and Perez-Amaral, T. (2013). GFC-robust risk management strategies under the Basel Accord. *International Review of Economics & Finance*, 27, pp.97–111.

75. McNulty, J.E. and Akhigbe, A. (2017). What do a bank's legal expenses reveal about its internal controls and operational risk? *Journal of Financial Stability*, 30, pp.181–191.
76. Mingle, D. (2007). *Credit Derivatives: An Overview FEDERAL RESERVE BANK OF ATLANTA*.
77. Minton, B.A., Stulz, R. and Williamson, R. (2008). How Much Do Banks Use Credit Derivatives to Hedge Loans? *Journal of Financial Services Research*, 35(1), pp.1–31.
78. Molyneux, P. and Thornton, J. (1992). Determinants of European bank profitability: A note. *Journal of banking & Finance*, 16(6), 1173-1178.
79. Mutarindwa, S., Schäfer, D. and Stephan, A. (2020). The impact of liquidity and capital requirements on lending and stability of African banks. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, p.101201.
80. Neal, R. (2024). *Credit Derivatives: New Financial Instruments for Controlling Credit Risk*.
81. Neef, H., Schandlbauer, A. and Wittig, C. (2023). Countercyclical capital buffers and credit supply: Evidence from the COVID-19 crisis. *Journal of Banking and Finance*, 154, pp.106930–106930.
82. Nguyen, D. K. and Vo, D. T. (2020). Enterprise risk management and solvency: The case of the listed EU insurers. *Journal of Business Research*, 113, pp.360–369.
83. Nguyen, M. N., Shi, D. and Quek, C. (2008). A nature inspired Ying–Yang approach for intelligent decision support in bank solvency analysis. *Expert Systems with Applications*, 34(4), 2576-2587.
84. Nguyen-Thi-Huong, L., Nguyen-Viet, H., Nguyen-Phuong, A. and Van Nguyen, D. (2023). How does digital transformation impact bank performance? *Cogent Economics & Finance*, 11(1), 2217582.
85. Nicolaides, M., Rudin, S., Watson, R. and Hartwig, K. (2012). Regulatory Issues and Solvency Capital Requirements. pp.341–362.
86. O'Connell, M. (2023). Bank-specific, industry-specific and macroeconomic determinants of bank profitability: evidence from the UK. *Studies in Economics and Finance*, 40(1), 155-174.
87. Ojo, M. (2015). Implementing Basel III through the Capital Requirements Directive (CRD) IV: leverage ratios and capital adequacy requirements Munich Personal RePEc Archive. *Uni-muenchen.de*.
88. Onder, S., Damar, B. and Hekimoglu, A.A. (2016). Macro Stress Testing and an Application on Turkish Banking Sector1. *Procedia Economics and Finance*, 38, pp.17–37.
89. Oyetade, D., Obalade, A. A. and Muzindutsi, P. F. (2021). Basel IV capital requirements and the performance of commercial banks in Africa. *Journal of Banking Regulation*, 24(1), 1.
90. Papadamou, S., Sogiakas, D., Sogiakas, V. and Toudas, K. (2021). The prudential role of Basel III liquidity provisions towards financial stability. *Journal of Forecasting*.
91. Petrella, G. and Resti, A. (2013). Supervisors as information producers: Do stress tests reduce bank opaqueness? *Journal of Banking & Finance*, 37(12), pp.5406–5420.
92. Petropoulos, A., Siakoulis, V., Stavroulakis, E. and Vlachogiannakis, N.E. (2020a). Predicting bank insolvencies using machine learning techniques. *International Journal of Forecasting*.

93. Petropoulos, A., Siakoulis, V., Stavroulakis, E. and Vlachogiannakis, N.E. (2020b). Predicting bank insolvencies using machine learning techniques. *International Journal of Forecasting*.
94. Pitselis, G. (2009). Solvency supervision based on a total balance sheet approach. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 233(1), pp.83–96.
95. Podoabă, L. (2015). An Empirical Research Regarding Density and Penetration Insurance on Accident & Health Premiums in Future Implementation of Solvency II. *Procedia Economics and Finance*, [online] 32, pp.1517–1524.
96. Posnaya, E. A., Tarasenko, S. V., Vorobyova, I. G., & Dobrolezha, E. V. (2018). Methodology and results in bank capital assessment. *European Research Studies Journal*, 21(Special issue 1), 518-524.
97. Posner, E. A. (2015). How do bank regulators determine capital-adequacy requirements. *U. Chi. L. Rev.*, 82, 1853.
98. Reichert, A. and Shyu, Y.-W. (2003). Derivative activities and the risk of international banks: A market index and VaR approach. *International Review of Financial Analysis*, 12(5), pp.489–511.
99. Reinhardt, D., Reynolds, S.E., Sowerbutts, R. and Carlos van Hombreeck (2023). Quality is our asset: The international transmission of liquidity regulation. *Journal of Banking and Finance*, 154, pp.106919–106919.
100. Rendón, J.F., Cortés, L.M. and Perote, J. (2024). Basel III countercyclical bank capital buffer estimation and its relation to monetary policy. *Journal of economics and business*, pp.106173–106173.
101. Rochet, J.-C. (1999). Solvency regulations and the management of banking risks. *European Economic Review*, 43(4-6), pp.981–990.
102. Rossignolo, A.F., Fethi, M.D. and Shaban, M. (2013). Market crises and Basel capital requirements: Could Basel III have been different? Evidence from Portugal, Ireland, Greece and Spain (PIGS). *Journal of Banking & Finance*, 37(5), pp.1323–1339.
103. Ruozi, R. and Ferrari, P. (2012). Liquidity Risk Management in Banks: Economic and Regulatory Issues. *Liquidity Risk Management in Banks*, pp.1–54.
104. Saif-Alyousfi, A. Y. (2022). Determinants of bank profitability: evidence from 47 Asian countries. *Journal of Economic Studies*, 49(1), 44-60.
105. Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., ... & Tarantola, S. (2008). *Global Sensitivity Analysis: The Primer*. John Wiley & Sons.
106. Santos, J.A.C. (2001). Bank Capital Regulation in Contemporary Banking Theory: A Review of the Literature. *Financial Markets, Institutions and Instruments*, 10(2), pp.41–84.
107. Saunders, A., Cornett, M. M., & Erhemjamts, O. (2014). *Financial Institutions Management: A Risk Management Approach*. 8th ed., McGraw-Hill Education.
108. Schreiber, B. Z. (2024). The impact of revenue diversification on profitability, capital, and risk in US banks by size. *The North American Journal of Economics and Finance*, 69, 102000.
109. Shanti, R., Siregar, H., Zulfainarni, N. and Tony. (2023). Role of digital transformation on digital business model banks. *Sustainability*, 15(23), 16293.
110. Sivec, V. and Volk, M. (2019). Bank response to policy-related changes in capital requirements. *The Quarterly Review of Economics and Finance*.

111. Sorge, M. and Virolainen, K. (2006). A comparative analysis of macro stress-testing methodologies with application to Finland. *Journal of Financial Stability*, 2(2), pp.113–151.
112. Stovrag, A. (2017). Capital requirements and bank profitability: A comparison between the large Swedish banks and niche banks.
113. Tran, V. T., Lin, C. T. and Nguyen, H. (2016). Liquidity creation, regulatory capital, and bank profitability. *International Review of Financial Analysis*, 48, 98-109.
114. Tsagkarakis, M. P., Doumpos, M. and Pasiouras, F. (2021). Capital shortfall: A multicriteria decision support system for the identification of weak banks. *Decision Support Systems*, 145, p.113526.
115. Tsai, M. S. and Chen, L. C. (2011). The calculation of capital requirement using Extreme Value Theory. *Economic Modelling*, 28(1-2), pp.390–395.
116. Verhoef, C. (2005). Quantifying the value of IT-investments. *Science of computer programming*, 56(3), 315-342.
117. Wang, Y., Li, G., Li, J. and Zhu, X. (2018). Comprehensive identification of operational risk factors based on textual risk disclosures. *Procedia Computer Science*, 139, pp.136–143.
118. Weber, O. (2024). Climate stress testing in the financial industry. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 66, pp.101401–101401.
119. Winston, W. L. (2003). *Operations Research: Applications and Algorithms*. 4th ed., Cengage Learning.
120. Witzany, J. (2017). Credit Risk Management. *Credit Risk Management*, pp.5–18.
121. Wymeersch, E. (2011). Europe’s New Financial Regulatory Bodies. *Journal of Corporate Law Studies*, 11(2), pp.443–462.
122. Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods*. 5th ed., SAGE Publications.
123. Zheng, C., Rahman, M. M., Begum, M. and Ashraf, B. N. (2017). Capital regulation, the cost of financial intermediation and bank profitability: Evidence from Bangladesh. *Journal of Risk and Financial Management*, 10(2), 9.

M2. Táblázat jegyzék

1. táblázat: A tőke megfelelés és a tőkepuffer összehasonlítása a banki szabályozásban.....	17
2. táblázat: Empirikus és elméleti kutatások áttekintése a banki tőke megfelelésről és tőke követelményekről	24
3. táblázat: Mesterséges intelligencia-alapú megközelítések a banki fizetőképesség és tőke megfelelés elemzésében	31
4. táblázat: Optimalizációs módszerek értékelése a szabályozási célú tőkeallokációban.....	41
5. táblázat: Kvalitatív interjúk összefoglalása	44
6. táblázat: A lineáris optimalizáció implementációs folyamata és használt szoftvereszközei	49
7. táblázat: Sztenderd módszer és IRB-módszer összehasonlítása	57
8. táblázat: Banki adatok.....	63
9. táblázat: Készpénz és jegybanki tartalékok RWA szerinti súlyozása	64
10. táblázat: Lakáshitelek RWA szerinti súlyozása	64
11. táblázat: Személyi és fogyasztási hitelek RWA szerinti súlyozása	65
12. táblázat: Vállalati hitelek RWA szerinti súlyozása	66
13. táblázat: Állampapírok RWA szerinti súlyozása	66
14. táblázat: Fedezett kötvények RWA szerinti súlyozása	66
15. táblázat: Nem fedezett kötvények RWA szerinti súlyozása	67
16. táblázat: Derivatívák RWA szerinti súlyozása piaci árazási módszer alapján	67
17. táblázat: Részvények RWA szerinti súlyozása	68
18. táblázat: Egyéb kategóriák RWA szerinti súlyozása	69
19. táblázat: Partnerkockázati kitétségek szabályozási kitétségi osztályok és kockázati súlyok szerint	70
20. táblázat: Példa a SA-CRR alapján megállapított EAD értékek súlyozására	71
21. táblázat: A partnerkockázati kitétség számítása SA-CCR módszerrel	72
22. táblázat: A partnerkockázati tőke követelmény számítása a CVA-módszer alapján	73
23. táblázat: Piaci kockázat mérésére alkalmazható módszerek.....	74
24. táblázat: Az egyes zónákhoz tartozó becsült kamatlábváltozásokat a futamidő szerint	75
25. táblázat: Kamatkockázat tőke követelményének számítása	75
26. táblázat: Részvénykockázat tőke követelménye.....	76
27. táblázat: Devizakockázat tőke követelménye	77
28. táblázat: Árupiaci kockázat tőke követelménye.....	77
29. táblázat: Működés kockázat számítása üzletágak szerint	80
30. táblázat: Kockázati kitétségek összegzése	81
31. táblázat: Eszköztípusok kockázati kitétsége	85
32. táblázat: A kockázati területek függőségi kapcsolata	86
33. táblázat: A modellalkotás szempontjából meghatározó jellemzők kockázati területek szerint	87
34. táblázat: Optimalizált portfólió	96
35. táblázat: Kalkulált kamatkockázat tőke követelmény	100
36. táblázat: Kalkulált részvénykockázat tőke követelmény	100
37. táblázat: Kalkulált devizakockázat tőke követelmény	101

38. táblázat: Kalkulált árupiaci kockázat tőkekövetelmény	101
39. táblázat: Optimalizált portfólió kockázati kitettségek összegzése	102
40. táblázat: Aktuális és optimalizált portfólió összehasonlítása	103
41. táblázat: Az optimalizációs modell validációs kritériumainak értékelése	105
42. táblázat: Érzékenységvizsgálat a fő paraméterek változásának hatása.....	105

M3. Ábrajegyzék

1. ábra: A szavatolótőke-optimalizációs modell folyamatábrája	49
2. ábra: Szavatoló tőke szintek és minimum értékek	55
3. ábra: A piaci kockázati kitettség kategóriánkénti megoszlása	78
4. ábra: Az eszközportfólió kialakításának szempontjai	88
5. ábra: A portfólió feltöltési sorrendjének kialakítását szolgáló csoportosítási logika	90
6. ábra: A kockázati kitettség kategóriánkénti megoszlása.....	102

M4. Interjú kérdések

1. Piaci kockázati mutatók szerepe a szavatolótőke-gazdálkodásban

- Ön szerint mely piaci kockázati mutatókat tart a legfontosabbnak a szavatolótőke-gazdálkodásban?
- Milyen helyzetekben veszi leginkább figyelembe ezeket a mutatókat (pl. stratégiai döntések, portfólió-átalakítás)?
- Hogyan súlyozza egymáshoz képest a különböző kockázati mutatókat (pl. Sharpe-mutató, Value at Risk, volatilitás)?
- Tapasztalatai szerint mennyire illeszkednek a szakirodalomban kiemelt indikátorok a tényleges gyakorlathoz?
- Van-e olyan kockázati mutató, amelyet a bank saját fejlesztésként alkalmaz?

2. Stratégiai célkitűzések és tőkeallokáció

- Hogyan határozza meg a saját tőkére vetített hozam (ROE) célértékét a stratégiai tervezés során?
- Milyen növekedési stratégiák mentén tervezi a jövőbeni tőkeigényt és tőkeallokációt?
- Milyen belső prioritásokat vesz figyelembe (pl. piaci részesedés, stabilitás, innováció) a stratégiai célok kialakításánál?
- Hogyan harmonizálja a hosszú távú stratégiai célokat a rövid távú tőkeallokációs döntésekkel?
- Milyen szabályokat, tapasztalatokat vagy íratlan gyakorlatokat alkalmaz, amikor tőkeelosztási döntést modellez?

3. Eszközosztályok piaci kockázatai és mutatószámok

- Mely eszközosztályokra kell leginkább fókuszálni a kockázatok szempontjából?
- Hogyan méri a különböző eszközosztályok piaci kockázatait a gyakorlatban, milyen mutatószámok használatosak?
- Ön szerint milyen eltérések vannak a baseli szabályozás szerinti kockázati súlyok és a tényleges piaci kockázatok között?
- Hogyan építi be a múltbeli tapasztalatokat és szakértői intuíciókat az eszközosztályok kockázatbecslésébe?
- Volt-e olyan piaci esemény, amely alapvetően megváltoztatta a kockázati szemléletet?

4. Modell logikai összhangja és belső kontrollmechanizmusok

- Milyen belső folyamatokat alkalmaz annak érdekében, hogy a mutatók és paraméterek koherensek legyenek?
- Miként éri el, hogy a kockázati és stratégiai mutatók összhangban maradjanak a bank üzleti stratégiájával?
- Milyen formális mechanizmusokat (pl. bizottsági felülvizsgálat, stresszteszt) érdemes beépíteni a modellbe a koherencia ellenőrzésére?
- Hogyan kezeli azokat a helyzeteket, amikor eltérő irányokat jeleznek a különböző mutatók?
- Ön szerint milyen belső kontrollok segítenek abban, hogy egy optimalizáló modell konzisztens és a valósághoz illeszkedő maradjon?