

Tamásné Vőneki Zsuzsanna – Báthory Csenge

Banki modellkockázatok a működési kockázatkezelés folyamatába ágyazva

ÖSSZEFOGLALÓ: A globális gazdasági és pénzügyi válság felerősítette azt a felismerést, hogy a pénzügyi szektorban alkalmazott matematikai, statisztikai modellek veszteséget okozó döntésekhez vezethetnek. A modellezésben rejlő kockázatok kezelésének igénye szabályozói oldalról is jelentkezik. Miután az európai szabályozás a működési kockázatok között említi a modellezési kockázatokat, a cikk megvizsgálja, hogyan történhet a modellkockázatok értékelése és kezelése, integrálható-e az a működési kockázatkezelési folyamatba. A gyakorlati tapasztalatokat és a modellkockázatok jellegzetességeit figyelembe véve a modellezési kockázatok esetében a tőkével történő lefedés helyett a megfelelő kontrollokkal megtűzdtelt folyamat kialakítása jelenti a kockázatkezelés alapját. A közös veszteségadatbázison, a kockázati önértékelésen és a kulcskockázati mutatók definiálásán keresztül pedig kialakítható egy jól működtethető modellkockázat-kezelési rendszer a működési kockázatkezelési folyamaton belül.

KULCSSZAVAK: modellkockázat, működési kockázat, bank

JEL-KÓDOK: G21, G32

A 2008-as és az azt követő néhány évet fémjelző gazdasági és politikai válság világossá tette, hogy a pénzügyi szektorban egyre intenzívebben használt modellek komoly veszteségek forrásaiá válhatnak, különösen a piacok és a környezet erőteljes volatilitásával jellemezhető időszakokban (Danielsson, J. – James, R. K. – Valenzuela, M. – Zer I., 2016).

A modellkockázatok előtérbe kerülésének eredményeképpen két tendencia is elindult a pénzügyi szektorban, elsősorban a szabályozó hatóságok vezérletével. Egyrészt felmerült a bonyolult modellek egyszerűsítése, sőt kivonása. Ennek a folyamatnak a szabályozói tőkekövetelmény-számításnál már láthatók az első jelei. A Bási Bizottság ajánlásban fogalmazta meg a működési kockázatokra képzett tőke számítása

mögött álló, szofisztikált modellek megszüntetését és egy egyszerű, kontrollingadatokra épülő kalkulációval történő helyettesítést (BCBS, 2016/a). Másoldalról pedig felerősödött az igény a jelentős üzleti hatással bíró modellek kockázatának mérésére és kezelésére: a modellkockázat-kezelési rendszer kiépítésére.

A modellezési kockázatkezelés kapcsán már a modellkockázatok definiálása és mérése is kihívást jelent a szervezet számára, de még jelentősebb probléma a modelldaták azonosítása, ami a működőképes kockázatkezelési rendszer alapja. Az európai pénzügyi szabályozás és felügyeleti gyakorlat (EBA, 2014) a második pillér alatt említi a modellkockázatokat, és a működési kockázatkezelés keretrendszerén belül képzelel el azok kezelését. Teszi mindezt anélkül, hogy világos fogalmi kereteket határozná meg.

Levelezési e-cím: tamasnevzs@otpbank.hu

Cikkünk első fejezetében áttekintjük a modellkockázat szabályozásának változásait, a válságra adott regulációs válaszokban elfoglalt helyét. A második fejezet a modellkockázat fogalmát elemzi és a gyakorlati tapasztalataink alapján megkísérli a szakirodalomban található modellkockázati definíció újragondolását és kibővítését. A harmadik fejezet a modellkockázat értékelési módszertanait villantja fel. A negyedik fejezet pedig arra keresi a választ, hogy a modellkockázatok kezelésére – a kockázat természetéből és jellemzőiből adódóan – amely módszertan választása az, ami leginkább összecseng a szabályozói elvárásokkal és a lehető leghatékonyabban használja fel a pénzintézetek meglévő kockázatkezelési eszköztudását és szaktudását. Ebben a fejezetben részletesen bemutatjuk a működési kockázatkezelési folyamat és a modellkockázat mérésére, csökkentésére kialakítandó módszertan együttes kezelésének lehetőségét.

MODELLKOCKÁZATOK SZABÁLYOZÁSÁNAK VÁLTOZÁSA

Bélyácz Iván (2013) cikkében részletesen elemzi a bizonytalanság és a kockázat közötti különbség alakulását a közgazdasági gondolkodás történetében. A két fogalmat sokszor szinonimaként használja a szakirodalom, holott nagyon is lényeges a szétválasztásuk. Kockázatról akkor beszélhetünk, ha a jövő eseményeinek valószínűsége meghatározható, míg a bizonytalanság esetén ez a valószínűség valójában nem számszerűsíthető.

Az elmúlt néhány évtizedben a kockázatok becslésével foglalkozó szakemberek a bizonytalanságról igyekeztek elfeledkezni és minden jövőbeni eseményt matematikai modellekkel, a múlt kivételéseként próbáltak leírni. Ebbéli erőfeszítéseikhez hozzájárult a matematika fejlődése és a matematikai-fizikai összefüggések közgazdaságtanba történő átültetése. A pénz-

ügyi szektorban különösen jellemzővé vált a modellek építésének és használatának térhódítása. Nem hagyhatjuk azonban figyelmen kívül, hogy a modell a valóság egyszerűsített leképezése és a kockázaton túli bizonytalansággal – mint például a gazdasági, politikai környezet hirtelen megváltozásával – nem tud mit kezdeni. Így a modellek bevezetése és fokozott használata együtt járt a modellezési kockázatok megjelenésével, felerősödésével.

A modellkockázatok kezelésének európai szabályozása rövid múltra tekint vissza. A Basel II. a második pillér alatt jelzi, hogy a tőkekövetelménynek minden szignifikáns kockázatot fedeznie kell, de a modellkockázatról külön nem rendelkezik. A banki kereskedési könyv elemeinek értékelésekor előírja, hogy az ott használt modelleket rendszeresen felül kell vizsgálni és az értékelési módszertannál használt módosító tényezőknek figyelembe kell venniük a modell lehetséges bizonytalanságait. (BCBS, 2004)

A derivatívák értékelése során használt modellekre vonatkozóan az European Banking Authority (EBA) 2013-ban konzultációra bocsátott, majd 2015-ben elfogadott RTS-e (Regulatory Technical Standards) egyértelműen tartalmazza a modellkockázat miatti kiigazítást. (EBA, 2015).

A Basel III. már nevesíti a modell- és mérési kockázatokat, mégpedig a szabályozás egyik fókuszpontjaként, a válságra adott szabályozói válasz fontos részeként. A bankoknak foglalkozniuk kell az egyes modellek mérési hibáival és tartalékot kell képezniük ezekre a kockázatokra. A szabályozás azonban továbbra sem tartalmaz definíciót a modellre és a modellkockázatokra, illetve semmilyen támpontot nem ad azok mérésére. A kezelésük tekintetében pedig egyetlen eszközként a tőketartalékot nevezi meg. (BCBS, 2011)

A CRD IV-es európai uniós direktíva továbbra sem foglalkozik annak meghatározásával, mit nevezünk modellnek, de elsőként de-

finiálja a modellkockázatokat, és a működési kockázatok között nevesíti azokat. Modellkockázatnak tekinti „*azt a potenciális veszteséget, amit a belső modellek outputjai alapján hozott döntéseken elszenvedhet az intézmény, az adott modell fejlesztése, implementációja és használata során elkövetett hibák következtében.*” (CRD IV, 2013)

A definíció túl azonban sem a modellkockázatok méréséről sem pedig a kezeléséről nem rendelkezik a szabályozás, mindössze kötelezi a hatálya alá eső intézményeket, hogy a működési kockázatokon belül a modellkockázatokkal is külön foglalkozzanak.

Az európai uniós szabályozásnál – amely láthatóan ezzel a kockázattípussal most kezd csak mélyebben foglalkozni – sokkal részletesebbek az amerikai rendelkezések, ahol a Board of Governors of the Federal Reserve System pontosan definiálja a modell fogalmát és a modellkockázatok kezelésének keretrendszerét. Ennek megfelelően „*a modell olyan kvantitatív módszer, rendszer, megközelítés, amely statisztikai, gazdasági, pénzügyi vagy matematikai elméleteket, technikákat és feltételezéseket használva az inputadatokból kvantitatív becsléseket képez.*” (FED, 2011, 3. oldal). A FED meghatározása szerint a modelleket három összetevő alkotja:

- input: a modell bemenő adatai, kiinduló feltételezések, hipotézisek;
- maga a szűken vett modell: paraméterezés, választott eljárások;
- output: a riportálási komponens, vagyis amikor a modell eredményei alapján, azokat felhasználva döntést hozunk.

Cikkünkben ezt a modelldefiníciót fogadjuk el és használjuk a további elemzésekhez. A gyakorlatban a pontos definíció ellenére sem egyszerű meghatározni a szervezet által használt modelleket. Bár szakirodalmi ajánlások léteznek a modell és egy egyszerű komputáció definíció szintű megkülönböztetésére, a tényleges határokat egyedileg, az

adott intézmény saját kereteinek áttekintésével lehet megragadni.

Az EBA-SREP Guideline (EBA, 2014) meghatározza azokat a tevékenységeket, ahol a bankok jellemzően kiterjedt modellezési gyakorlatot folytatnak. Ide tartozik a pénzügyi instrumentumokkal való kereskedés, kockázatmentés és -kezelés, illetve a tőkeallokáció (beleértve a hitelezési politikát és a termékárazást).

Amennyiben folyamatalapon végezzük el a modellek összegyűjtését, akkor – gyakorlati tapasztalataink alapján – a következő területeken találjuk azokat, kiegészítve a felsorolást néhány példával:

- kockázatkezelés
 - tőkeszámítási modellek
 - kockázati paramétereket becsülő modellek (PD, LGD, EAD, CCF stb.)
 - értékvesztési kulcsok meghatározását támogató modell
 - minősítési, limitmeghatározási modellek (például ország és partnerkockázatok kezelésénél)
 - csalásmegelőző modell
- likviditás menedzsment
 - likviditási kockázatkezelés modelljei
- treasury tevékenység
 - kereskedési tevékenység kockázatosított értékének számítása (VAR-modellek)
 - tőke költség-számítás
 - letétigény számítása
- hitel és pénzkölcsön nyújtása
 - belső finanszírozási felárak meghatározására használt modell
- compliance
 - pénzmosás kiszűrésének modelljei
- stratégiai és controllingfeladatok
 - stressztesztek
 - tervezési modellek

A legtöbb modell a kockázatkezeléshez kapcsolható, azon belül is kiemelkedő a hitelezési kockázatok modelljeinek számossága.

A szerzők többsége a pénzügyintézetek által használt modelleket veszi alapul és elemzi

részletesen, amikor a modellezési kockázatokról gondolkodik. A pénzügyi szektoron kívül is találhatunk modellezési gyakorlatokat, például az energiaszektor árazási modelljeit, környezetmérnöki területen a geotermikus rendszerek, a zajterjedés vagy a klímaváltozás modelljeit, fizikában a részecskék mozgásának modellezését vagy az agrárszektor előrejelző modellezési gyakorlatait. Azonban kétség kívül a pénzintézetek modelljei azok, amelyek hibái közvetlen anyagi hatással lehetnek a lakossági, vállalati vagy intézményi ügyfelekre, a gazdaság teljesítményére. A szakirodalom fókuszához és a saját gyakorlati tapasztalatainkhoz illeszkedve, a modellkockázatok vizsgálatánál jelen cikkben is a pénzügyi szektorra, azon belül a bankokra koncentrálunk.

HOGYAN RAGADHATJUK MEG A MODELLKOCKÁZATOKAT?

A modell fogalmának meghatározása után a modellezési kockázat szemléltetésére egy, a legtöbb bank által használt, de legalábbis jól ismert modell életciklusának bemutatásán keresztül vállalkozunk.

A működési kockázatok fedezésére szolgáló szabályozói tőke megképzésére a Basel II. lehetőséget adott a bankoknak a fejlett mérési módszertan (AMA, Advanced Measurement Approach) bevezetésére. Az AMA egy szofisztikált, komoly matematikai és statisztikai módszereket használó, belső modellt takar. Ez a modell azért alkalmas a modellezési kockázatok szemléltetésére, mert már a bevezetését is komoly kritikák kísérték, majd a Baseli Bizottság javaslatot tett a modell paraméterezésének, környezetének egységesítésére, szigorítására, ezt követően pedig indítványozta a módszertan teljes kivezetését.

A javaslatok megjelenésével párhuzamosan a bankok, a szabályozó hatóságok és tanácsadók által publikált vitaanyagok szemléletesen

bemutatják egy modell összes, lehetséges hibáját, a használatából származó kockázatokat. Ez a modell az, amely a legtöbb vitát kavarta a szakemberek és a kutatók körében, ráadásul a teljes életciklusát megfigyelhetjük a bevezetésétől a megszüntetéséig.

A modellel kapcsolatos érvek és ellenérvek bemutatása előtt tekintsük át a működési kockázatok fogalmát és szabályozását. Működési kockázat *„a nem megfelelő vagy rosszul működő belső folyamatokból és rendszerekből, személyek nem megfelelő feladatellátásából, vagy külső eseményekből eredő veszteség kockázata, amely magában foglalja a jogi kockázatot is”* (MNB, 2015, 67. oldal). Ez a kockázattípus szektorfüggetlen, bármely szervezetnél előfordulhatnak külső és belső csálások, emberi hibákból eredő ügyfélpanaszok, természeti katasztrófák, IT-rendszerleállások, hogy csak néhány példát említsünk a lehetséges működési kockázatokra. A bankok esetében annyiban hangsúlyosabb ez a kérdés, hogy 2008. január 1-jétől kezdve kötelesek tőkét képezni a működési kockázati kitétségük fedezésére. A tőkeképzésre három lehetőséget biztosít a szabályozó, amelyek közül a legfejlettebb, belső modellen alapuló számítás az előző bekezdésben említett AMA-módszer. Ez a mérési módszertan egyszerre veszi figyelembe a már megtörtént veszteségeseményeket, a jövőbeni kockázatok becslő és a kontrollok minőségét feltérképező önértékelések eredményét, a katasztrófális kockázatok számszerűsítését célzó scenárióelemzéseket, illetve a más banki veszteségeket gyűjtő, külső adatbázisok tartalmát.

Az AMA-modell bevezetésekor a bemeneti adatok minél pontosabb meghatározása, a zárt informatikai környezet előírása, a vezetői riportok és a rendszeres validáció biztosították a modellkockázatok mérséklését.

A modellezési kockázatok jellegét jól tükrözik az AMA-moddellel kapcsolatban felmerült aggályok, amelyek közül – figyelembe véve a modell input, output és paraméterezési kom-

ponensét – a legfontosabbakat a következőkben gyűjtöttük össze.

▶ A módszertan megszüntetésére tett javaslatát a Baseli Bizottság azzal indokolta, hogy a működési kockázatok modellezése bonyolulttá vált, erős kilengéseket okozott a kockázattal korrigált eszközökben, illetve nem alkalmas a ténylegesen szükséges tőkekövetelmény meghatározására. (BCBS, 2016/c)

▶ Az AMA-szabályozás csak a modellezés kereteit határozza meg és nagy teret enged az intézményeknek az egyedi feltételek kialakításában. Ennek következtében a modellkalibrációk többsége szakértői alapon került beállításra, mellőzve a megalapozott matematikai-statisztikai vizsgálatokat és visszaméréseket. Az alacsony szintű sztenderdizálás eredményeként az egyes intézmények nagyon eltérő mértékű tőkekövetelményt kapnak, ami rontja az átláthatóságot, összehasonlíthatóságot. (PWC, 2015)

▶ Azt mondhatjuk, hogy a kezdeti előírások, az alapos felügyeleti és belső modellvalidációk ellenére a laza szabályozási keretek megágyaztak a bankrendszer szinten intézményesült modellhibák megjelenésének.

▶ Az AMA-modell leginkább a múltbeli empirikus veszteségadatokra épülve határozza meg a szükséges tőkekövetelmény mértékét, és nem tükrözi az intézmény aktuális kockázati profilját (PWC, 2015). A modellkockázat abban a feltételezésben rejlik, miszerint a múlt történései alapján kívánjuk a jövő veszteségeit előre jelezni, alábecsülve a bizonytalanság jelentőségét. Ebben a kritikában visszatér a kockázatbizonytalanság elválasztásának gondolata.

▶ A megbízható modellezés egyik legfontosabb alapját a megfelelő minőségű és mennyiségű adatok jelentik, amelyek a működési kockázatkezelési adatforrásokat¹ tekintve nem mindig állnak rendelkezésre. A belső és külső adatoknak általában az időszora nem elegendő, míg a szakértői becslések esetében a szubjek-

tívitas torzító hatása jelentkezik, tehát az inputadatokból eredő kockázat velejáróra a működési kockázati modelleknek. (Sherwood, J., 2005)

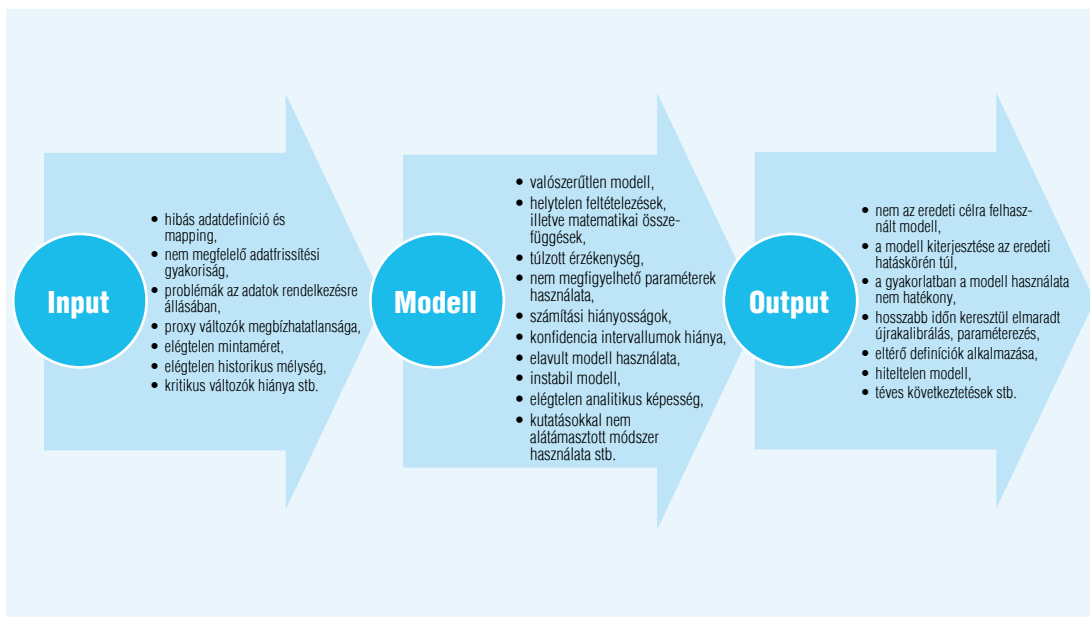
▶ A modell outputjának felhasználásával kapcsolatban az jelenti a kockázatot, hogy a bankok elsősorban a tőkekövetelmény csökkentésének eszközét látják benne, ehhez a célhoz igazítva a paramétereket. Így a modell eredményei nem alkalmasak a kockázatcsökkentő intézkedések, a kockázatkezelési eszközök irányítására és nem épülnek be a mindennapi kockázatkezelési tevékenységbe. (Wyman, O., 2006)

A konkrét példa bemutatása után tekintsük át a szakirodalmi modellkockázat megközelítéseket. *Lebel, D. – Gagnon, S. C.* (2014) szerint a modelleken belüli hibákat és a modellek nem megfelelő felhasználását tekinthetjük modellkockázatnak, *Barrieu, P. – Scandolo, G.* (2015) egyszerűen annak az esélyét nevezi modellkockázatnak, hogy nem jól illeszkedő modellt választunk.

A szűken vett modellkockázatok számbavételekor abból indulunk ki, hogy a kockázatok a modell teljes életciklusa során – fejlesztés, implementáció, monitoring, validáció, audit – jelen vannak és jellemzően a korábban említett három fő forrásból származhatnak, amelyeket az *1. ábra* szemléltet.

A példákban látható, hogy a szerzők a modellezési vagy modellkockázat alatt elsősorban a modellek paraméterezési, illeszkedési problémáit tekintik relevánsnak és vetik vizsgálat alá, vagyis azt, hogyan választjuk meg a modellezéshez használt statisztikai paramétereket és mennyire fedí a modell a valós adatokat. A gyakorlat, illetve a szabályozói elvárások azonban megkövetelik, hogy a modellkockázatot szélesebben értelmezzük. *Shi, Y. – Young, W. H. – Cao, R.* (2015) már úgy fogja meg azt, mint a modell felhasználása, eredménye által okozott pénzügyi veszteség vagy reputációs kár. Ez a definíció azonban nem ad útmutatót

TIPIKUS MODELLKOCKÁZATOK ÉS FORRÁSAIK



Forrás: saját szerkesztés a Management Solutions (2014) alapján

arra nézve, hol keressük a modellkockázatot, hol válik szét az a modellt működtető IT-rendszer problémáitól, a modell fejlesztésében részt vállaló szakértők hibáitól.

Az AMA kivezetése körül fellángoló vita és az ott megjelenő érvek, illetve a gyakorlati tapasztalataink azt mutatják, hogy a modellkockázatok definícióját érdemes tovább szélesíteni.

A tágabb definíció megalkotása előtt tekintsük át, milyen modellkockázati események következtek be az elmúlt években.

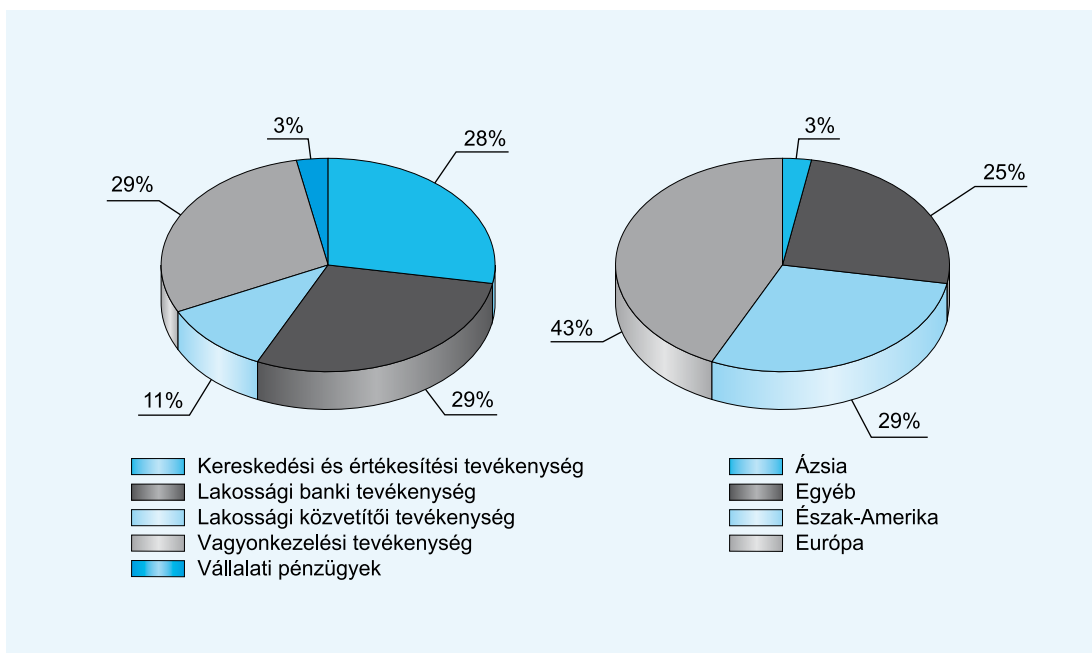
A SAS Global Data² adatbázis pénzügyi szektorra vonatkozó adatait vizsgálva a modellezési hibákból eredő veszteségek alacsony számosságot mutatnak, mindössze 28 ilyen jellegű veszteség szerepel a közel 30 000 publikus adat között. Az üzletági besorolást tekintve a kereskedési és értékesítési, a vagyonkezelési, valamint a lakossági banki tevékenység során fordulnak elő leggyakrabban hibás termékfejlesztéshez kapcsolódóan modellkockázati veszteségek (lásd 2. ábra).

A modellhibák következményeként ügyfeleknek fizetendő kártérítések, bírságok, egyéb, compliance jellegű felügyeleti büntetések, valamint jelentős reputációs kockázati hatások sújthatják a pénzintézeteket. Az adatok nagy szórást mutatnak a tízmilliós nagyságrendtől a több ezermilliárd forintos veszteségekig.

Az egyik legnagyobb veszteséget egy svájci pénzintézet szenvedte el a kereskedési és értékesítési tevékenysége során végzett hibás opcióárzás következtében, ami a hedging költségek jelentős emelkedéséhez vezetett. A retail szektor modellezési kockázatból eredő veszteségére példaként egy kanadai bank esete említhető, ahol közel 28 000 jelzáloghiteles ügyfél késedelmi kamatát kalkulálták rosszul. A hibát több mint tíz év múlva fedezték fel és megközelítőleg 6 millió dollárt térítettek vissza a túlfizetésbe került ügyfeleknek.

Az adatbázisban való alacsony előfordulás az egységes definíció hiányával, a számszerűsítés nehézségeivel, valamint azzal a ténnyel

MODELLKOCKÁZATOK DARABSZÁMÁNAK MEGOSZLÁSA TERÜLETI ÉS ÜZLETÁGI ALAPON (2002–2015)



Forrás: SAS Global Data

indokolható, hogy a modellhibák sokszor más működési kockázatokra vezethetők vissza – mint például rendszerleállás, paraméterek hibás manuális beállítása, fejlesztési hiányosságok – és nem modellezési hibaként kerülnek kategorizálásra. A publikus adatbázisokon kívül léteznek konzorciális veszteség-adatbázisok, amelyek segítségével a pénzügyi intézetek anonim módon osztják meg a veszteségadataikat. Ezek közül Európában az ORX a legelterjedtebb. A modellezési kockázat és a működési kockázatok szoros kapcsolatát és sokszor elválaszthatatlanságát mutatja, hogy az ORX adatbázisában nem létezik önálló kategória a modellkockázatokból származó veszteségek gyűjtésére, azok a működési kockázatokon belül jelennek meg.

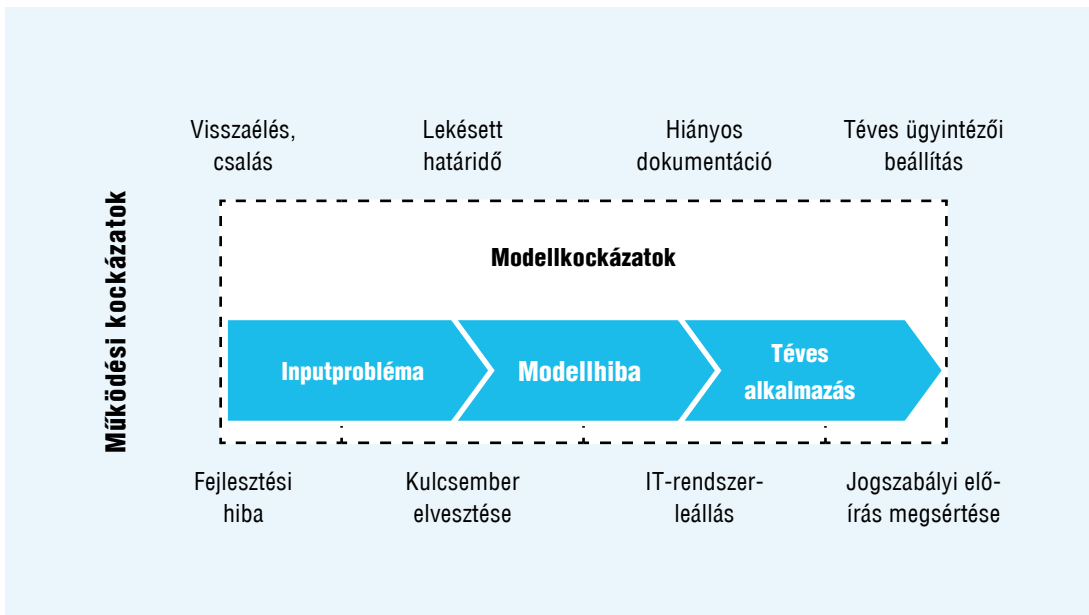
Tehát a tényleges veszteségesemények is mutatják, hogy a modellkockázatokat nehéz önállóan értelmezni, azok bekövetkezésének

hátterében sokszor működési jellegű tényezők állnak. A hibás számításokat előidézhetheti rendszerprobléma vagy áramszünet, de egy téves paraméter beállításának oka ügyintézői hiba is lehet. Hiányos dokumentáció okozhatja a modellezés során alkalmazott definíciók eltérő értelmezését, de egy modelledmény nem megfelelő módon történő felhasználása mögött akár csalási, visszaélési szándék is állhat. A modellbe bekerülő adatok torzulása az adatgyűjtés folyamatában bekövetkező hiba vagy téves szakértői becslés következménye is lehet. A modellezési és működési kockázatok összefüggéseit a 3. ábra szemlélteti.

Ha számba vesszük a modellkockázatok és a működési kockázatok hasonlóságait, akkor a következőket említhetjük:

- szektorfüggetlenek: hangsúlyosan megjelennek a pénzügyi intézményeknél, de az energiaszektorban, a telekommunikációs

TÁGAN ÉRTELMEZETT MODELLKOCKÁZATOK BEMUTATÁSA



Forrás: saját szerkesztés

szektorban is találkozhatunk árazási, üzleti modellekkel, illetve a legtöbb mérnöki területen, az orvostudományban és az agrárszektorban is elterjedt a modellek használata. Ugyanez a szektorfüggetlenség érvényes a működési kockázatokra;

- heterogén, nehezen definiálható kockázattípusok;
- a kockázat/hozam összefüggés nem értelmezhető a modellezési és a működési kockázatokra, hiába vállalunk nagyobb kockázatot, az nem kecsegtet magasabb hozammal. Sokkal inkább azt kell mérlegelnünk, hogy mennyit költünk a kockázat mérséklésére;
- a modellkockázatok és a működési kockázatok mérése nem egységes, a mérés megbízhatósága alacsony;
- a kockázatkezelésben a szervezet több területének részvétele szükséges;
- az egyes modellek kockázataiért a modellező szakterület viseli a felelősséget,

ahogy a működési kockázatokért az adott szakterület vagy folyamatgazda.

Az ismertetett gondolatmenet alapján megalkalmazottként látjuk, hogy a modellezési kockázatok tágabban, a működési kockázati vonzatukkal együtt definiáljuk és kezeljük.

Ennek megfelelően, az általunk adott definíció értelmében modellezési kockázatnak tekintjük a modell bemenő adatainak, paraméterezésének vagy felhasználásának hibáiból eredő veszteségeket, beleértve a modell működtetése és alkalmazása során felmerülő működési kockázatok is.

MODELLEZÉSI KOCKÁZAT MÉRÉSE

A modellek használatakor a szervezet számára valóban fájó veszteségek a rossz döntések következményeivel foghatók meg. Lehet ez reputációs kockázat okozta ügyfélvesztés, szabályozói bírság, ügyfélpanaszból származó kártérítés,

veszteségesnek bizonyuló befektetési lehetőség választása, külső, belső csalásnak teret adó modellhiba. A modellkockázatok gazdasági következményeinek számszerűsítése a modellek sokfélesége miatt nagy kihívást jelentő feladat. Alapvetően kétféle megközelítést különböztethetünk meg:

- az analitikus becslési módszertanok, illetve
- a szakértői becslések alkalmazását.

Analitikus becslési módszertan kidolgozására több szerző tesz kísérletet, elsősorban a piaci kockázati modelleket véve górcső alá.

Danielsson, J. – James, R. K. – Valenzuela, M. – Zer, I. (2016) a kockázati hányad fogalmát vezette be. Amennyiben N darab potenciális modellünk van ugyanazon kockázat becslésére, akkor a kockázati hányad a különböző modellek eredményeképpen kapott legmagasabb és legalacsonyabb érték hányadosaként értelmezhető. Amennyiben a különböző modellek nagyon hasonló becslést adnak, akkor a kockázati hányad 1-hez közeli, ami alacsony modellkockázatnak felel meg. Ebben az esetben a különböző modellek egymás validátoraként működve jelzik az általunk választott modell megfelelőségét.

Barrieu, P. – Scandolo, G. (2015) amellett érvel, hogy a piaci kockázatokra képzett tőkeszámításnál a Bási Bizottság által bevezetett szorzó (Basel multiplier) ezen modell kockázatának jó mérőszáma. (BCBS, 2016/b)

A potenciális modellekkel történő összevetés mellett a modellkockázat értékelésére a backtesztnek adnak lehetőséget, amikor is a modell által számított előrejelzést összevetjük a tényleges megfigyelések értékeivel. Itt hívjuk fel azonban ismét a figyelmet Bélyácz (2013) gondolataira, miszerint a bizonytalanság az, amit a múltbeli adatok kivetítésével nem tudunk megragadni. Így a backteszt sem alkalmas teljes mértékben arra, hogy a modellünk jövőbeni teljesítményét megbecsülje, modellhibáit kiszűrje.

Ezek a példák mutatják, hogy a modellkoc-

kázat számszerűsítése, a modell „jósága” nehezen meghatározható, más – ugyancsak nem ismert minőségű – modellek eredményeivel vagy múltbeli idősorokkal vethető csak össze.

A lehetőségek másik csoportját a működési kockázatkezelés szabályozásában (PSZÁF, 2008) részletesen leírt, szubjektív, szakértői becslési módszertanok (önértékelés, szcenárióelemzés) jelentik, amelyek során a banki szakértők a rendelkezésre álló adatok és múltbeli tapasztalatok alapján a lehető legpontosabb becslést adják a várható veszteségre vonatkozóan.

A pénzügyi intézmények részére készült, a tőke megfelelés belső értékelési folyamatával (ICAAP) és ennek felügyeleti felülvizsgálatával (SREP) foglalkozó módszertani útmutató (MNB, 2015) szerint a modellezési kockázaton belüli a konkrét modellhibák és azok működési kockázati vonatkozásai könnyebben azonosíthatók és kezelhetők. Olyan megfelelő módszerek állnak rendelkezésre megragadásukra, mint az érzékenységvizsgálatok, stresszteszt, konzervatív paraméterek megadása. Ezzel szemben a hibás eredményekre épülő döntések gazdasági, reputációs hatását megbecsülni nagy kihívást jelentő feladatként értékelik. Az útmutató a modellkockázatból eredő potenciális veszteség nehéz megragadhatósága miatt nem is annak számszerűsítését és tőkével való fedezését ajánlja az intézményeknek, hanem a megfelelő kockázatkezelési folyamat kialakítását.

Ez a gondolat átvezet a következő fejezetre, ahol modellkockázat kezelésének folyamatát elemezzük.

A MŰKÖDÉSI KOCKÁZATKEZELÉSI KERETRENDSZER ÉS A MODELLEZÉSI KOCKÁZAT KAPCSOLATA

Ahogy azt korábban már említettük, a modellkockázatot az európai szabályozás a második pillér alatt a működési kockázatok egyik altí-

pusának tekinti, akár a jogi, illetve a szintén újonnan definiált üzletviteli kockázatot.³

A működési kockázatok kezelésének folyamata

A működési kockázatok szabályozása két részre bontható. Egyik oldalról megtalálhatók benne a tőkeképzésre vonatkozó rendelkezések (kvantitatív követelmények), másik oldalról részletesen leírja a kockázatkezelési rendszerrel szembeni elvárásokat (kvalitatív követelmények). Az összes kockázatkezeléssel kapcsolatos előírás és irányelv közül a működési kockázatokkal foglalkozó az egyetlen, amely ennyire alaposan körüljárja a kockázatkezelési rendszer – a kockázatok azonosítása, értékelése, kockázatok monitoringja, kockázatcsökkentő intézkedések – kialakításának módszertanát. (PSZÁF, 2008)

A működési kockázatkezelési rendszer több irányból megragadható:

- egyrészt vizsgálhatjuk a kockázatkezelési folyamatot magát;
- másrészt a hatékony kockázatkezeléshez szükséges adatok összegyűjtésére létrehozott gyakorlatokat;
- harmadrészt a kockázatkezelési folyamatban részt vevő munkatársi hálózatot és ott felhalmozódott tapasztalatot, illetve szakértudást.

A kockázatkezelési folyamat: a kockázatok azonosítása, értékelése, monitoringja és a kockázatcsökkentő intézkedések megfogalmazása univerzális gyakorlat, minden kockázattípusnál érdemes végigjárni ezt a ciklikusan ismétlődő folyamatot. A működési kockázatok esetében a szabályozás elvárja a pénzügyintézetektől, hogy legalább évente egyszer végigvigyék azt. (PSZÁF, 2008)

Ha az adatgyűjtésre létrehozott gyakorlatokat vizsgáljuk, a kvalitatív követelményeket kielégítő, működési kockázatkezelési keretrendszer a következő elemekből épül fel:

▶ Veszteségadatok gyűjtése, amely során a már bekövetkezett eseményeket adatbázisba rendezése és elemzése történik. Az adatgyűjtés célja kettős, egyrészt inputot biztosít a tőkeszámításhoz, másrészt a kockázatcsökkentő intézkedések célzott megvalósításának alapját jelentheti.

▶ A második elemként a kockázati önértékelés (*risk and controll self assessment, RCSA*) gyakorlatát említjük, amely során felmérjük, hogy az adott folyamat esetében milyen kockázatokkal szembesülhetünk a jövőben, illetve a meglévő kontrollkörnyezet mennyire alkalmas ezen kockázatok kiszűrésére.

▶ A szcenárióelemzési gyakorlat hasonló célt szolgál, mint a kockázati önértékelés, azzal a különbséggel, hogy a szervezet működésére jelentős hatást gyakorló, de alacsony bekövetkezési valószínűséggel bíró kockázatokra koncentrálnak.

▶ Végül negyedik elemként a kulcskockázati mutatórendszert említjük. A rendszeresen mért kockázati mutatószámokon keresztül figyelemmel kísérhetők a kockázatok romlása, a veszteségesemények alakulása és szükség esetén intézkedések tehetők a romló trend megállítására érdekében.

A leírt négy kockázatkezelési adatforráson és egyben eszközön túl a kockázati étvágy keretrendszer nyújthat további lehetőséget a kockázati kontrollfunkciók javítására. A modellezési kockázatoknál a kockázati étvágy ugyanúgy értelmezendő, mint a működési kockázatok esetében, vagyis valójában nincs „étvágyunk” ezekre a kockázatokra, csupán toleráljuk a jelenlétüket (Lamanda – Vőneki, 2015).

A folyamaton és az adatforrásokon túl a működési kockázatkezelési rendszerek jellemzője, hogy nem működhet megfelelően képzett és elkötelezett munkatársi hálózat kiépítése nélkül. Az úgynevezett LORM-ok (*local operational risk manager*) vagy folyamatfelelősök dolgoznak azért, hogy ez a heterogén, nehezen megfogható és értékelhető kockázat-

típus mégis kezelhető legyen a szervezet számára.

A modellkockázat-kezelési folyamat

A modellezési kockázatok kezelése – figyelembe véve a részletes, amerikai szabályozás (FED, 2011) előírásait – a 4. ábrán szemléltetett folyamat mentén foglалható össze.

A folyamat célja, hogy a modellek minél alaposabb megismerését követően kidolgozhatóvá váljanak azok a kontrollmechanizmusok, amelyek biztosítják a kockázatok minimalizálását.

A modellek azonosítása és a modell-leltár összeállítása az első lépés a kockázati kitettség meghatározásához. Az azonosított modellek nagy száma miatt jelentkezhethet az igény, hogy a különböző típusú modellek további szempontok szerint is csoportosításra kerüljenek. A könnyebb kezelhetőséget és átláthatóságot támogató modellcsaládok kialakíthatók például a modellek célja alapján: tökekövetelmény-

számítási, kockázati paramétereket becslő, minősítési, limitbeállítási, árazási, ALM- vagy tervezési modellek.

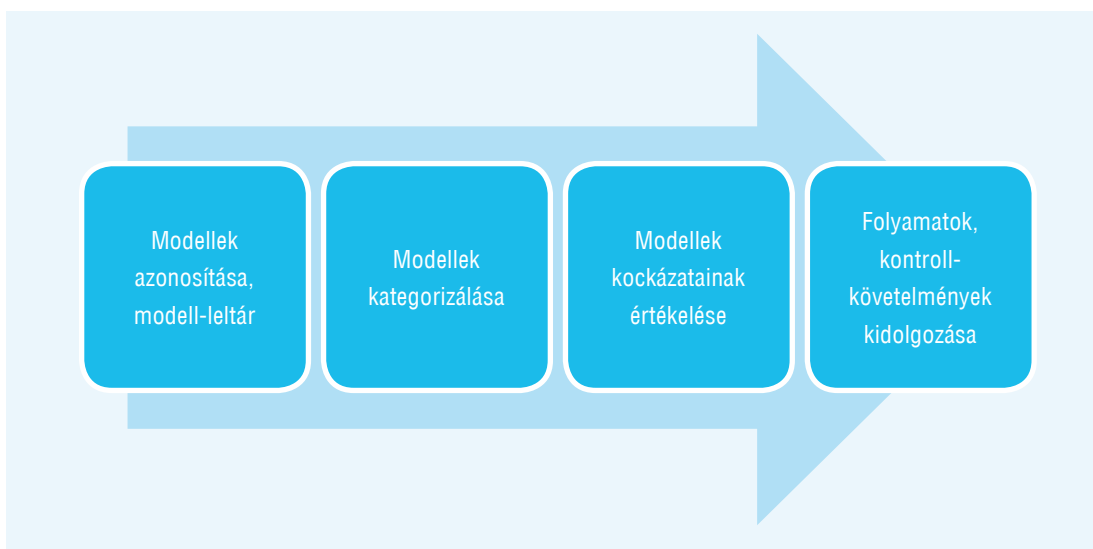
Ez a lépés lehetőséget biztosít az intézmény számára, hogy egységes képet alkosson a modelleket használó területekről, illetve segít felmérni, hol kell keresni a leglényegesebb modellkockázatokat. (Institute and Faculty of Actuaries, 2015)

A modellek azonosítását követi azok értékelése. A modellek kvalitatív és kvantitatív értékelését a Management Solutions (2014) által vázolt szempontok alapján tekintjük át, hozzáátve a gyakorlati magvalósítás során tapasztaltakat. Az értékelés három szempont szerint történik: a komplexitás, a döntésre gyakorolt hatás és materialitás alapján.

►Komplexitás: az alacsony komplexitású modellek egyszerű műveletekre, alapfüggvényekre épülnek, míg a magas kategóriába sorolt modellek működtetése matematikusi, programozói szaktudást igényel. A komplexitás alapján határozhatók meg később a kontrollfunkciók, például más tudásszintet igényel

4. ábra

A MODELLEZÉSI KOCKÁZATOK KEZELÉSE



Forrás: saját szerkesztés

a független, belső validátortól a rendszeres, validációs tevékenység elvégzése.

▶ A döntésre gyakorolt hatás azt takarja, hogy az adott modell eredményei milyen mértékű befolyást gyakorolnak az intézmény szempontjából érzékeny döntéshozatali folyamatokra, a kritikus pénzügyi kimutatásokra vagy a felügyeleti riportok készítésére. A magas kockázati kategóriába sorolt modellek a bank működése szempontjából kulcsfontosságú döntések alapját jelentik, illetve nemcsak belső, hanem harmadik fél számára – szabályozó hatóságok, minősítő cégek, részvényesek – készülő riportokat is érintenek. A reputációs kockázat mérlegelése javasolt az értékelés során.

▶ A materialitás meghatározása a modellkockázatok számszerűsítését, értékelését jelenti, amelyet az előző fejezetben tárgyaltunk.

E három szempont alapján értékelt modelleket az intézmény – a szabályozói elvárásokat figyelembe véve – tudja kategorizálni és az egyes kategóriákra kidolgozhatóvá válnak az egységes kontrollkövetelmények. A kategorizálást azért érdemes megtenni, mert nem minden modellnek van ugyanolyan jelentős hatása az üzleti döntésekre, ezért a kockázatsökkenésre fordítható erőforrások a komolyabb veszteségpotenciállal rendelkező modellek kezelésére koncentrálhatók.

A kontrollrendszer kiépítésénél a következő területek kerülhetnek fókuszba:

- a modellezési folyamat dokumentálása,
- a modell életciklusának a tervezése, felülvizsgálat tartalma, gyakorisága,
- független külső és belső validáció,
- a modell felhasználása, a felhasználás korlátai,
- változásmenedzsment,
- adatminőség-ellenőrzések,
- Modell Governance és riportok.

A felsorolt szempontok mindegyike megérdemelne egy-egy külön elemzést, amit azonban jelen cikk keretei nem tesznek lehetővé.

A felvázolt megközelítésben a modellkocká-

zatok értékelése kisebb hangsúlyt kap – amit az értékelési módszertanok hiánya indokoltta is tesz –, a fókusz a kontrollokra, azok kidolgozására, végrehajtására és ellenőrzésére tevődik.

A modellezési kockázatkezelés beépítése a működési kockázatkezelési folyamatba

Jelen cikk második fejezetében áttekintettük a modellkockázatok sajátosságait és megnéztük, milyen hasonlóságot mutatnak a működési kockázatokkal. Később megvizsgáltuk az európai szabályozás által előírt, működési kockázatkezelési folyamatot és – európai iránymutatás hiányában az amerikai szabályozást alapul véve – bemutattunk egy példát a modellkockázatok kezelésének lépéseire. Ez a fejezet a két folyamat együttes megvalósításának lehetőségét vizsgálja.

Azonosítás

Mindkét folyamat első lépése a kockázatok, illetve a modellek azonosítása. A működési kockázatkezelési folyamatban ez a lépés workshopok keretében, az intézményben ki-nevezett és rendszeresen képzett kapcsolattartók (a LORM-ok vagy folyamat alapú kockázatkezelés esetén a dedikált folyamatfelelősök) közreműködésével történik. A bank által üzemeltetett modellek azonosításához megfelelő keretet tud biztosítani az intézmény működési kockázatkezelési területe által kialakított kommunikációs csatorna és a decentralizált kockázatkezelési szemlélet. A működési kockázatok azonosítása során az intézmény minden területe képviselteti magát, ezért az adott fórumon részt vevő szakemberek rendelkeznek a szükséges információkkal a modellek feltérképezésére és azonosítására.

Értékelés

A működési kockázatok értékelése általában ugyanazon a fórumon történik, ahol a kocká-

zatok azonosítása. A szaktudás ismét rendelkezésre áll ahhoz, hogy a modellek értékelése és kategorizálása, illetve a kapcsolódó modellkockázatok meghatározása is elvégezhető legyen. A modellkockázatok mérésének bonyolultsága függ a választott módszertantól. Amennyiben a szakértői becslést választja az intézmény a harmadik fejezetben bemutatott kvantitatív módszertanokkal szemben, akkor az ténylegesen elvégezhető lesz a működési kockázatokra szervezett, önértékelés megbeszéléseken. A modellkockázatból eredő veszteségek értékelésének, számszerűsítésének nehézségei más, működési kockázati jellegű esemény esetében is jelentkeznek (IT-rendszerleállások üzleti hatásának becslése, reputációs hatással járó események értékelése). Amennyiben az intézmény a működési kockázatkezelés keretében erre már kialakított eljárásokat, úgy azok hatékonyan átültethetők a modellkockázati következmények becslésére.

Monitoring

Következő lépés az azonosított kockázatok minimalizálása érdekében működtetett monitoring. Ahogy azt korábban említettük, a szabályozó hatóságok a megfelelően működő a modellezési folyamaton és a beépített kontrollokon keresztül látják biztosítva a kockázatkezelési rendszer hatékonyságát. A működési kockázatok esetében a monitoringfunkciót a kulcskockázati mutatórendszer látja el. A modellezési kockázatoknál is megfontolható kockázati mutatók kialakítása és nyomon követése. Néhány példa a választható mutatókra (IFA, 2015):

- magas kockázati kategóriába sorolt modellek számának alakulása;
- modellhibákból származó veszteségek kumulált összege és / vagy darabszáma;
- azon modellek száma, amelyeket a független validáció során nem a célnak megfelelőnek ítélték;
- modellfejlesztések száma / szintje, ame-

lyek a modell hibáinak, hiányosságainak megszüntetésére irányulnak;

- megkésett modell felülvizsgálat;
- megkésett modell validációk száma

KOCKÁZATCSÖKKENTŐ INTÉZKEDÉSEK

A kockázatcsökkentő intézkedések meghatározása és azok megvalósításának folyamata a működési kockázatok esetében kidolgozásra kerül. Amennyiben az intézmény a kulcskockázati mutatók alkalmazása mellett dönt a modellkockázatok kontrolljánál, akkor azok nyomon követése integrálható a meglévő gyakorlatba.

A folyamatot végigtekintve azt mondhatjuk, hogy a modellezési kockázatok működési kockázatkezelési rendszeren belüli kezelésére azt a megoldást javasoljuk, amikor a modellezést külön folyamatként tekintve azon futtatjuk végig a működési kockázati eszköztárat, bevonva a már kialakított és képzett szakértői hálózatot.

A javasolt folyamatot az 5. ábra szemlélteti.

A folyamat megvalósításával az intézmény működési kockázatkezelési keretrendszerében, annak eszközein, módszertanán keresztül érvényesül a modellkockázatok kezelése.

KÖVETKEZTETÉSEK

Vitathatatlan tény, hogy a pénzügyi szektorban egyre általánosabbá váló és a döntések egyre nagyobb hányadát megalapozó modellek komoly kockázatokot hordoznak. Ezeknek a kockázatoknak a kezelése a szabályozó hatóságokat is megmozgatta, bár az egyes országok pénzügyi szektorában más-más mélységben foglalmazták meg az elvárásokat.

A modellezési kockázatkezelés gyakorlati megvalósítása során több akadályba ütközhetnek a pénzügyi piac szereplői. Az első lépés-

ben már a modellek azonosítása és az egyszerű komputációtól történő megkülönböztetése is kihívást jelent. A modellezési kockázatok definiálása során felvetődik a kockázat szoros kapcsolata egyéb (elsősorban működési) kockázattípusokkal, ami sok esetben lehetetlenné teszi a tisztán modellkockázatok azonosítását. A modellezési kockázatok számszerűsítésére több módszertan található a szakirodalomban, de azok általában egy-egy modelltípusra (például piaci kockázati modellekre) alkalmazhatók.

E buktatók megoldására a következő megközelítéseket javasoljuk.

▶ Miután az európai szabályozás a működési kockázatok között említi a modellezési koc-

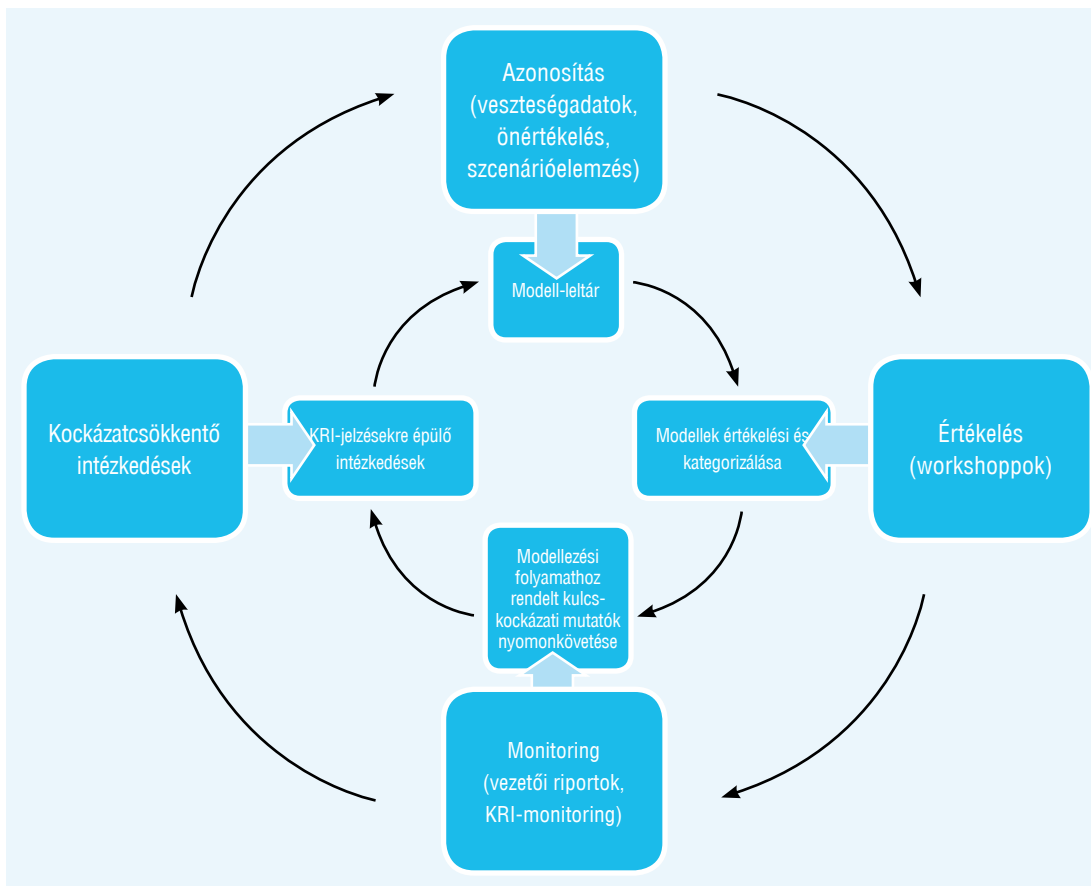
kázatot, ezért érdemes a kialakított működési kockázatkezelési keretrendszer eredményeit, hálózatát és módszertanát felhasználni a modellezési kockázatok azonosítására, mérésére és kezelésére.

▶ Ennek megfelelően a modellek azonosítása és értékelése során a működési kockázatok kezelésére felépített hálózat szaktudását felhasználva workshopok, brainstormingok segítségével készíthető el a modell-leltár és a modellek besorolása.

▶ A modellkockázat mérése összetett és módszertanilag nem egységesen megalapozott feladat, ezért ahelyett, hogy a modellkockázatokra képzett tőkét tekintenénk a kockázat-

5. ábra

MODELLEZÉSI KOCKÁZATKEZELÉS A MŰKÖDÉSI KOCKÁZATKEZELÉSI FOLYAMATON BELÜL



Forrás: saját szerkesztés

kezelés elsődleges eszközének, sokkal inkább a modellezési folyamat megfelelő kialakítása jelentheti a legfontosabb kockázatcsökkentő megoldást. A modellezési kockázatok ezen jellemzője, illetve az, hogy a szervezetben bárhol fellelhetők ezek a modellek, hasonlóná teszi a modellkockázatot a működési kockázatokhoz.

▶ Ebből következően a modellezési kockázatok kezelése a megfelelő kontrollkörnyezet kialakításával történhet meg. A modellezési folyamatba épített ellenőrzések, a modellek rendszeres felülvizsgálata, a belső és külső validáció teremthetik meg azt a folyamatot, amelyben méréselkelhetők az egyre intenzívebben használt modellek hibáinak döntéseken keresztül érvényesülő, negatív hatásai.

▶ A kulcskockázati mutatók kialakításával és nyomon követésével teremthető meg a modellezési kockázat alakulásának ellenőrzése a működési kockázatkezelési keretrendszeren belül.

A modellezési kockázat a legújabb olyan kockázati elem, amelyet a szabályozó kiemel a

működési kockázatokon belül és külön figyelmet fordít annak kezelésére. További kutatási irányt jelenthet annak vizsgálata, hogy mely egyéb kockázati tényezők kerülhetnek a jövőben fókuszba, és válhatnak a szervezetek és a felügyelet számára fokozott odafigyelést és külön módszertant igénylő kockázatokká. Az előkészületbe lévő szabályozói változások felvetik annak a kérdését, hogy a modellek egyszerűsítése és egységesítése mennyiben vezet a rendszerszintű modellkockázatok növekedéséhez. A modellkockázatok kezelését jelen cikkben a pénzügyintézeteknél vizsgáltuk, de felvetetük annak a lehetőségét, hogy érdemes lenne más szektorokat is górcső alá venni. A pénzügyi szektor kiváltságos abból a szempontból, hogy fejlett kockázatkezelési szabályozással és kockázati kultúrával rendelkezik. Más szektorok esetében a kockázatkezelési elvárások alacsonyak vagy egyáltalán nincsenek, így ott a modellkockázatok azonosítása, mérése, kezelése nagyobb kihívást jelent.

JEGYZETEK

¹ A jogszabályi előírások alapján az AMA-modell négy kötelező adatforrásra épül (belső és külső veszteségadatok, önértékelés és scenárióelemzés eredményei)

² SAS OpRisk Global Data a világ egyik legnagyobb, legátfogóbb publikus működési kockázati eseményeket összegyűjtő információs tárháza, mely a 100 000 USD-t meghaladó veszteségeket tartalmazza. A működési kockázatok 2002 óta gyűjti, tárolja. A több mint 30 000 veszteségadat publikus esettanulmá-

nyok, sajtó információk alapján került összegyűjtésre. *Forrás:* https://support.sas.com/documentation/onlinedoc/securedoc/index_oprisk.html

³ Az MNB SREP vizsgálati útmutatójában szereplő definíció szerint az „üzletvitel kockázata, avagy »conduct risk« a működési kockázatok közé tartozó jogi kockázatok része, a pénzügyi szolgáltatások nyújtásában a szolgáltatások nem megfelelő kínálatából vagy szándékosan folytatott, meg nem engedhető magatartásból adódó kockázat.” (MNB, 2015)

IRODALOM

BARRIEU, P. – SCANDOLO, G. (2015): Assessing financial model risk. *European Journal of Operational Research* 242. 546–556. oldal

BERNARD, C. – VANDUFFEL, S. (2015): A new approach to assessing model risk in high dimensions. *Journal of Banking & Finance* 58. 166–178. oldal

- BÉLYÁ CZ, I. (2013): Várákozások, bizonytalanság, valószínűség. *Közgazdasági Szemle*. július-augusztus 2013. 749–780. oldal
- DANIELSSON, J. – JAMES, R. K. – VALENZUELA, M. – ZER I. (2016): Model risk of risk models. *Journal of Financial Stability*. 23. 79–91. oldal
- LAMANDA G. – TAMÁSNÉ VÖNEKI Zs., LAMANDA – VÖNEKI (2015): Kockázatra éhezve – Kockázati étvágy keretrendszere a működési kockázatok esetében. *Pénzügyi Szemle*. 2015, 217–230. oldal
- LEBEL, D. – GAGNON, S. C. (2014): Building model trust. *Best's Review*. September 2014. 101–104. oldal
- MOOSA, I. A. (2008): A critique of the advanced measurement approach to regulatory capital against operational risk. *Journal of Banking Regulation*. Vol. 9., Issue 3, 151–164, 2008. május, <http://link.springer.com/article/10.1057/jbr.2008.7> (letöltve: 2016. június 3.)
- SHERWOOD, J. (2005): Operational Risk – Key Problems with the Advanced Measurement Approach. 2015. április 25, <https://www.gtnews.com/articles/operational-risk-key-problems-with-the-advanced-measurement-approach/>
- SHI Y. – YOUNG, W.H. – CAO, R. (2015): On aggregate model risk management: Focus on stress testing. *Journal of Risk Management in Financial Institutions*. Vol. 8. 171–195. oldal
- WYMAN, O. (2006): Beyond AMA – Putting operational risk models to good use, <http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/2016/mar/Oliver-Wyman-Beyond-AMA.PDF> (letöltve 2016. július 10.)
- Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (2004): International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, 2004. június, <http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf> (letöltve: 2016. július 2.)
- Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (2011): Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems, 2011. június <http://www.bis.org/publ/bcbs189.pdf> (letöltve: 2016. október 30.)
- Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (2016/a): Standardised Measurement Approach for operational risk, Consultative Document, 2016. március, <http://www.bis.org/bcbs/publ/d355.pdf> (letöltve: 2016. október 30.)
- Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (2016/b): Minimum capital requirements for market risk, 2016. január, <http://www.bis.org/bcbs/publ/d352.pdf> (letöltve: 2016. július 2.)
- Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (2016/c) issues proposed revisions to the operational risk capital framework, 2016. március 4., <http://www.bis.org/press/p160304.htm> (letöltve: 2016. július 2.)
- Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (2004): International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, 2004. június, <http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf> (letöltve: 2016. július 2.)
- Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (2011): Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems, 2011. június <http://www.bis.org/publ/bcbs189.pdf> (letöltve: 2016. október 30.)
- Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (2016/a): Standardised Measurement Approach for operational risk, Consultative Document, 2016. március, <http://www.bis.org/bcbs/publ/d355.pdf> (letöltve: 2016. július 2.)
- Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (2016/b): Minimum capital requirements for mar-

ket risk, 2016. január, <http://www.bis.org/bcbs/publ/d352.pdf> (letöltve: 2016. július 2.)

Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (2016/c) issues proposed revisions to the operational risk capital framework, 2016. március 4., <http://www.bis.org/press/p160304.htm> (letöltve: 2016. július 2.)

PSZÁF (2008): Validációs kézikönyv, 2008. június, <https://www.mnb.hu/letoltes/vkk-ii-20120511.pdf> (letöltve: 2016. június 3.)

PWC (2015): Operational Risk: The end of internal modelling? 2015. december, <https://www.pwc.com/gx/>

<en/financial-services/pdf/fs-operational-risk-modelling.pdf> (letöltve 2016. június 3.)

Board of Governors of the Federal Reserve System, FED (2011): Supervisory guidance of model risk management, 2011. április 4., <https://www.federalreserve.gov/bankinfo/reg/srletters/sr1107a1.pdf> (letöltve: 2016 július 9.)

Cognizant: Models, Model Risk and Running Effective Model Management Programs, 2015. április, <https://www.cognizant.com/whitepapers/model-risk-and-running-effective.pdf> (letöltve: 2016. július 10.)