

BOROS ANITA–DÖMÖTÖR BARBARA

Összetett devizatermékek kockázatai

A forint árfolyamának stabilitása az előző évtized folyamán elsősorban a devizapozícióval rendelkező vállalatokat ösztönözte kockázati pozícióik fedezésére. A 2008. őszi forintgyengülés hatására a forinterősödés ellen fedezeti termékekkel védekező vállalatok pozícióin hatalmas veszteségek keletkeztek, amelyek sok esetben a vállalat teljes eredményét negatívra változtatták. Bár az árfolyam-elmozdulás – a termék jellegétől függetlenül – az euró rövid pozíciókra negatívan hatott, a figyelem középpontjába leginkább az összetett devizaügyleteken realizált veszteségek kerültek. A cikk a strukturált devizaügyletek kockázatát modellezi historikus szimuláció és GARCH-modell segítségével egy válság előtt megkötött konkrét struktúra példáján. Arra keressük a választ, hogy ezek a módszerek mennyire voltak képesek előre jelezni a terméken ténylegesen realizált veszteségeket, vagyis mennyire volt indokolt döntés az ügyletkötés.

1. BEVEZETÉS

A 2000-es években a forintnak az euróval szembeni árfolyamát rendkívüli stabilitás jellemezte. Bár a hazai deviza kamatszintje átlagosan 3-6 százalékponttal volt magasabb, mint az euróé, az árfolyam nemhogy nem gyengült a fedezett kamatparitásnak megfelelően, de folyamatosan erősödni látszott. A 2003-as, 2006-os gyengülések után mindig konszolidáció következett, egyre inkább elterjedt a hit az árfolyam átlaghoz visszatérő jellegében. Ezt erősítette az is, hogy bár a jegybanknak hivatalosan nem volt árfolyamcélja, többször elhangzott mind a pénzügyminisztérium, mind az MNB részéről, hogy a 250-260 EUR/HUF közötti árfolyamsávot tartják kívánatosnak (*Naszódi [2004]*).

Ehhez a környezethez alkalmazkodva, a gazdasági szereplők minden szinten (kormányzat, vállalatok, lakosság) egyre inkább devizában adósodtak el, és a forint erősségére játszó devizatermékek iránt jelentkezett kereslet. Fedezeti ügyleteket szinte csak az exportőrvállalatok kötöttek, a spekulánsok pedig hosszú forintpozíciókat (határidős euróeladás forint ellenében, illetve kiírt euróvételi opciók) létesítettek.

Az exportőrvállalatok számára 2008 nyarán egyre elérhetlenebbé vált az előző évi árfolyamok alapján megállapított tervárfolyamok realizálása, mivel nemcsak a forint erősödött az euróval szemben – addigi történelmi csúcstól elérve –, de a swapkülönség is jelentősen csökkent: a 2008. év eleji 10 forintról 7,00 forint alá esett eurónként. Ennek következtében még a swapprémium miatti, magasabb határidős árak is jócskán elmaradtak a tervektől. Így a banki termékfejlesztés az exportőrügyletek részére a különböző nyílt vagy rejtett opcióeladásokat tartalmazó, összetett termékek irányába mozdult el. A határidősnél is kedvezőbb árfolyamokat kínáló kötelezettségvállalások egészen addig rejtve maradtak, amíg az árfolyam nem változott meg jelentősen. A megkötött ügyleteken realizálták a nagy

valószínűséggel elérhető, kis nyereséget, és megfeledeztek a kis eséllyel bekövetkező, korlátlan nagyságú veszteségek lehetőségéről. Mindez megfelelt az akkori időben a pénzügyi piacokon globálisan érezhető, egyre növekvő kockázati étvágnak.

A jelen tanulmány azt vizsgálja, hogy az összetett devizatermékek kockázata mennyire volt előrelátható 2008 őszén azok számára, akik rendelkeztek alappozícióval, tehát fedezeti céllal kötöttek; illetve elemezzük azt is, hogy ezek a termékek önmagukban milyen kockázatokot rejtettek. Az elemzés egy konkrét banki termék, a profitmaximalizált határidős ügylet 2008 őszén kalkulálható kockázatát mutatja be kétféle módszertan felhasználásával. Elsőként a historikus szimuláció segítségével meghatározzuk az ügylet VaR-jellegű mutatóit, majd összehasonlítjuk az elérhető eredményt egyéb fedezési stratégiák eredményeivel. Továbbá megvizsgáljuk, hogy egy autoregresszív volatilitást tartalmazó modell (generalized autoregressive conditional heteroskedasticity – GARCH) mennyire képes figyelembe venni az extrém piaci helyzetek hatását, mennyivel mutatja kockázatosabbnak a vizsgált terméket a historikus szimulációhoz képest.

2. ÁRFOLYAMJAVÍTÓ STRUKTÚRÁK EXPORTŐRÖKNEK

Az évtized folyamán a forint viszonylag magas kamatszintje a lejárat növekedésével egyre magasabb határidős árakat biztosított (mind az euróval, mind a dollárral szemben), ami az exportőrök számára a hosszú lejáratú ügyleteket tette vonzóbbá. A hosszú távon magas swapkülönbség kihasználására különböző összetett származtatott termékek jelentek meg, amelyek nagyrészt a devizabevétellel rendelkezőknek igyekeztek minél megfelelőbb fedezeti lehetőséget nyújtani.

Az ilyen jellegű termékfejlesztésnek az egyik alapterméke az átlag forward ügylet, ami határidős átváltások sorozata azonos árfolyam mellett, tulajdonképpen egy devizacsere (cross-currency swap). A termék népszerűsége abból fakadt, hogy rövidebb lejáratokra a határidős árfolyamnál kedvezőbb átváltást biztosított, amit a hosszabb lejáratok határidős-nél alacsonyabb árfolyamszintje finanszírozott.

A swapprémium az opciós ügyletek díjait is az exportőrök számára tette kedvezővé, hiszen egy ügyletkötéskori azonnali árfolyammal megegyező kötési árfolyamú (strike price), euróeladási (forintvételi) opció határidősen erősen „out of money”, azaz olcsó volt. Hasonlóan, az euróvételi opciók – még az azonnali árfolyamokhoz képest magas kötési árfolyam esetén is – jelentős díjjal rendelkeztek, így szinte kockázatmentes bevételi lehetőségnek tűnt a kiírásuk. Ilyen opcióeladások, illetve egyéb, hasonló jellegű kötelezettségvállalások által az eredetileg fedezeti célú termékek látszólag kedvezőbbé váltak, a fedezés által nyújtott garanciák azonban sok esetben megszűntek.

Mindezekre példa a profitmaximalizált határidős ügylet, amely az átlag forward árfolyamnál kedvezőbb határidős árfolyamon biztosít átváltásokat, cserébe viszont vállalni kell, hogy amennyiben a lejáratonként elért nyereség (a profitmaximalizált határidős árfolyam és az átváltáskori spotárfolyam különbsége, szorozva a lejáratonkénti névértékkel) kumulált összege meghalad egy előre megadott értéket, az összes jövőbeni ügylet megszűnik. A kumulálás nominális értéken történik. Ha tehát erősödik az árfolyam, és ezért szükség lenne a fedezeti ügylet nyújtotta védelemre, akkor viszonylag hamar megszűnik az ügylet, mert

az ügyfél nyer rajta, és eléri a nyereségmaximumot, szemben a hagyományos határidős ügylettel, ahol – ugyan kedvezőtlenebb árfolyam mellett – az elérhető nyereség nagysága korlátlan lenne. Forintgyengülés esetén a két ügylet ugyanúgy viselkedik, az árfolyamvesztés nagysága korlátlan. A profitmaximalizált határidős ügylet tehát végeredményben fedezeti célra nem alkalmazható, mivel nem garantálja az exportárbevétel forintban kifejezett összegének egy minimális szintjét.

Az ügylet leginkább egy short call opciósorozatra hasonlít. Amennyiben a lejáratkori árfolyam (EKB fixing) a profitmaximalizált határidős árfolyam alatt van, a nyereségmaximum által meghatározott nyereségre lehet szert tenni; ha a lejáratkori árfolyam magasabb, mint a profitmaximalizált határidős árfolyam, akkor viszont korlátlan nagyságú lehet a veszteség. Tehát nagy valószínűséggel kis nyereség érhető el, ha az árfolyam erősödik, vagy legalábbis nem gyengül a kamatkülönbség és a profitmaximalizált határidős árfolyamba belekalkulált opciós díj mértékénél jobban.

A profitmaximalizált határidős ügyletnek létezik tőkeáttételes változata is, amely még kedvezőbb határidős árfolyamot kínál, viszont a veszteség a névérték 200%-ára vonatkozik. Azaz forinterosódás esetén egy egységnyi nyereség keletkezik, a forint gyengülésekor azonban a veszteség dupla akkora.

A további elemzés tárgya a névérték 100%-ára vonatkozó (tőkeáttétel nélküli) profitmaximalizált határidős ügylet, az alábbi paraméterekkel:

1. táblázat

A profitmaximalizált határidős ügylet fő paramétere¹

Névérték lejáratonként	100 000 EUR
Devizapár	EUR/HUF
Futamidő	1–12 hónap
Árazáskori spotárfolyam	250,00
Árazáskori átlag forward árfolyam	256,50
Profitmaximalizált határidős árfolyam	265,00
Nyereségmaximum	3 000 000 HUF

Forrás: K&H honlap

A nyereségek és veszteségek meghatározása az Európai Központi Bank adott lejáratú napra érvényes hivatalos EUR/HUF árfolyama (EKB fixing) alapján történik. Az átlag forward árfolyamot eurónként 8,5 forinttal meghaladó határidős árfolyam feltétele, hogy

¹ A K&H Treasury kézikönyvben szereplő adatok a 2008 október eleji piaci árfolyamokat tükrözik. Számításaink szerint akkor az átlag forward árfolyam a megadottnál alacsonyabb, 253,00 EUR/HUF szinten volt, de a további elemzésben az itt megadott árfolyamokat használjuk.

3 000 000 forint feletti realizált nyereségösszeg elérésekor a további ügyletek megszűnnek.

Az ügylet értékelésekor külön érdemes vizsgálni, hogy fedezeti vagy spekulatív céllal kötötték-e azt. Az első esetben az ügyfél rendelkezik alappozícióval (bejövő euróval), és így az üzletkötés a jövőbeli cash flow forintértékének biztosítására szolgál. Az ügyletet pedig nem önmagában indokolt értékelni, hanem összehasonlítva más fedezeti stratégiákkal. Az elemzésben a profitmaximalizált határidős ügyletet a fedezés nélküli állapottal, illetve határidős ügyletek sorozatával hasonlítjuk össze a kockázat és a jövőbeli pénzáramlás szempontjából, feltételezve, hogy a névérték mindenképpen átváltásra kerül a lejárat napokon. Alappozíció nélkül az ügylet önmagában értékelendő a lejáratkori spotárfolyamok alapján.

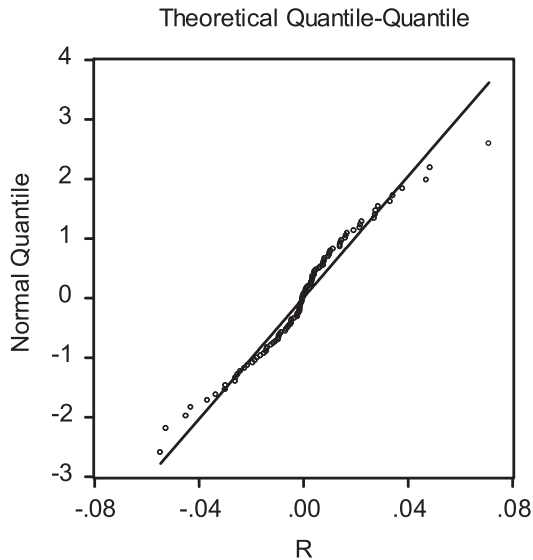
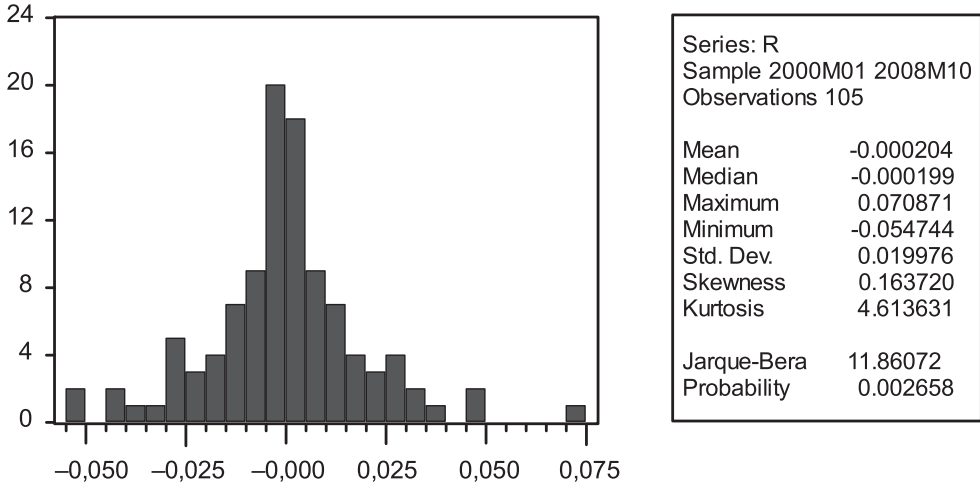
A továbbiakban megnézzük, hogy a 2008. őszi piaci viszonyok alapján mekkora volt az alappozícióval rendelkezők számára az ügylet kockázatos cash flow értéke (Cash Flow at Risk – CFaR), valamint az alappozícióval nem rendelkezők esetén a kockázatos érték (Value at Risk – VaR), és összehasonlítjuk az ügyleten realizált, tényleges eredménnyel. A szimuláció során az árfolyamok láncindexének logaritmusára (loghozam) teszünk feltételezéseket, azt modellezzük, és számolunk belőle jövőbeli árfolyamokat EVIEWS és MS EXCEL segítségével.

3. A PROFITMAXIMALIZÁLT HATÁRIDŐS ÜGYLET MODELLEZÉSE HISTORIKUS SZIMULÁCIÓVAL

A származtatott ügylet értéke a jövőbeni árfolyamok függvénye, ezek előrejelzése történhet szimulációs technikák segítségével. A historikus szimuláció esetén feltételezzük, hogy a múltban realizált eseményekhez hasonlóak várhatóak a jövőben, így a múltbeli árfolyamok felhasználásával generálhatunk realizációkat a jövőre.

A historikus szimuláció során 2000. 01. 04. és 2008. 10. 07. közötti havi EKB EUR/HUF fixing árfolyamokból indultunk ki. Habár a havi loghozamok nem tartalmazzák a napi, illetve napon belüli ingadozásokat, az eloszlás így sem normális, hanem vastag szélekkel rendelkezik (*1. ábra*). A historikus szimuláció képes kezelni a gyakori extrém eseteket, így ez nem okoz problémát.

A havi loghozamok hisztogramja és Q-Q ábrája



A havi hozamok közötti autokorreláció nem szignifikáns (2. ábra), a p-értékek minden késleltetésre nullától különbözőek, ezért a jövőbeli hozamok szimulálhatóak a múltból véletlenszerűen kiválasztott havi hozamokból.

2. ábra

A havi loghozamok korrelogramja

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.108	0.108	1.2616	0.261
		2	-0.100	-0.113	2.3622	0.307
		3	-0.032	-0.008	2.4733	0.480
		4	-0.147	-0.157	4.8724	0.301
		5	0.100	0.138	5.9861	0.308
		6	0.079	0.015	6.6898	0.350
		7	-0.017	-0.005	6.7230	0.458
		8	-0.082	-0.098	7.5053	0.483
		9	-0.122	-0.071	9.2458	0.415
		10	-0.025	-0.019	9.3181	0.502
		11	0.135	0.114	11.489	0.403
		12	-0.140	-0.220	13.865	0.309
		13	-0.094	-0.033	14.955	0.310
		14	-0.055	-0.070	15.327	0.356
		15	0.008	0.080	15.335	0.428
		16	0.040	-0.088	15.532	0.486
		17	0.063	0.081	16.042	0.521
		18	-0.036	-0.089	16.208	0.578
		19	-0.147	-0.070	19.022	0.455
		20	-0.102	-0.132	20.389	0.434
		21	0.008	0.013	20.396	0.496
		22	0.093	-0.022	21.564	0.486
		23	0.036	0.051	21.744	0.536
		24	-0.169	-0.258	25.703	0.368
		25	-0.142	-0.048	28.517	0.285
		26	0.099	0.064	29.925	0.271

Az ügylet értékeléséhez először megnézzük, hogy milyen várható pénzáramlást, illetve kockázatot tartalmaztak 2008 őszén a következő stratégiák havi 100 000 euró bevétellel rendelkező ügyfél számára:

- Profitmaximalizált határidős ügylet az 1. táblázatban szereplő paraméterekkel (átváltáskori árfolyamok az adott árfolyam-realizáció függvényében: a profitmaximalizált határidős árfolyam, a nyereségmaximum elérése után pedig a lejáratkori spotárfolyam)
- Fedezés nélküli állapot (konverzió a lejáratkori spotárfolyamon)
- Forward ügyletek sorozata átlag forward árfolyamon

A pénzáramlás értékét mindhárom esetben 2009. október 7-re, azaz az utolsó lejárat időpontjára kalkuláltuk a korábbi lejáratok értékének felkamatoztatásával.

A határidős ügyletekkel történő fedezés esetén a forintban kifejezett pénzáramlás előre rögzített, 2009. október 7-re számítva 321 845 940 forint; a másik két stratégia esetén azonban előre csak egy eloszlás határozható meg. Tízezer véletlenszerű árfolyampályát szimulálva: a profitmax ügylettel elérhető átlagos pénzáramlás 313 645 369 forint, míg a fedezés nélküli esetben 311 361 785 forint (szintén 2009. október 7-re számolva).

Átlagosan tehát a forward ügyletek sorozata biztosítja ex-ante a legmagasabb várható forintbevételt, ezt követi a profitmax, végül a fedezés nélküli stratégia. Az átlagos pénzáramlást vizsgálva, nem mondható el, hogy jelentős különbség lenne a profitmax és a fedezés

nélküli állapot között. A realizációk szórása 9 500 000 forint körül van mindkét esetben, és ehhez képest az átlagok közötti eltérés elég kicsi. Éppen ezért nem érdemes következtetéseket megfogalmazni az átlagos pénzáramlás alapján arról, hogy melyik stratégia a jobb. A két stratégia között nincs jelentősebb különbség, mivel a profitmax ügylet a 2. vagy 3. hónapban az esetek nagy részében kiütődik, így onnantól kezdve a vállalatnak már nincs fedezeti ügylete (hacsak újabbat nem köt), tehát a további lejáratokon az átváltás – a fedezés nélküli állapothoz hasonlóan – a spotárfolyamon történik.

2. táblázat

**A 3 fedezeti stratégia által generált,
várható pénzáramlás forintban 2009. 10. 07-re**

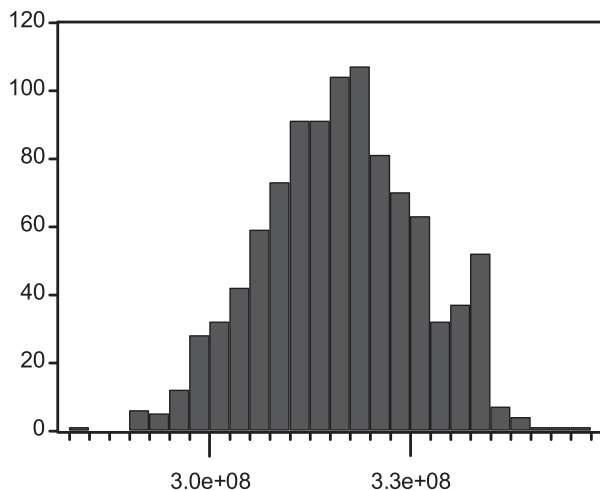
CF	Profitmax	Forward sorozat	Fedezetlen
Átlag	313 645 369	321 845 940	311 361 785
Szórás	9 546 887	0	9 521 470
5%-os percentilis	297 778 422	321 845 940	295 603 898
1%-os percentilis	291 583 521	321 845 940	289 399 186
Minimum	276 406 976	321 845 940	274 274 784

A két eloszlás percentiliseinek vizsgálatával meghatározhatók a kockázatos cash flow-értékek (CFaR). 95%-os szignifikanciaszint mellett a profitmax ügylet esetén legalább 297 778 422 forint pénzáramlás várható a következő évben, míg fedezés nélküli állapotban ez az összeg 295 603 898. A 99%-os valószínűségi szinten számított eredmény is hasonló viszonyokat tükröz. A forward ügyletek sorozatának percentilisei megegyeznek az átlagos pénzáramlással, mivel egy előre fixált összegről van szó. Ennek az alapján ismét a forward ügyletek sorozata teljesít legjobban, majd a profitmax, végül a fedezés nélküli állapot.

A tízezer realizációra meghatározott eloszlás közel normális, bár nem szimmetrikus. A profitmax ferdesége kis mértékben negatív, a fedezés nélküli állapoté pedig kicsit pozitív (3. ábra). Ez arra enged következtetni, hogy profitmax esetén gyakoribbak a magasabb értékek, mint a fedezés nélküli állapotban, így az esetek többségében érdemes megkötni az ügyletet a fedezetlen állapothoz képest. A forward ügyletek sorozatához képest adott realizációtól függ, hogy a profitmax jobban vagy rosszabbul teljesít. Ezek a következtetések azonban csak akkor igazak, ha a jövőbeli hozamok valóban a múltbeli hozamoknak megfelelően alakulni.

3. ábra

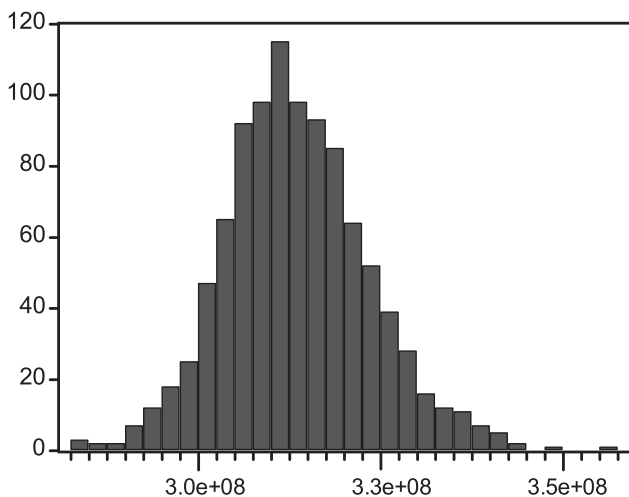
**A pénzáramlás eloszlása profitmax esetén,
historikus szimulációval**



Series: PROFITMAX	
Sample 1 10000	
Observations 1000	
Mean	3.16e+08
Median	3.17e+08
Maximum	3.45e+08
Minimum	2.83e+08
Std. Dev.	9753893.
Skewness	-0.067305
Kurtosis	2.689376
Jarque-Bera	4.775311
Probability	0.091845

4. ábra

**A pénzáramlás eloszlása fedezés nélküli állapotban,
historikus szimulációval**



Series: NINCS_FEDEZES	
Sample 1 10000	
Observations 1000	
Mean	3.13e+08
Median	3.13e+08
Maximum	3.55e+08
Minimum	2.83e+08
Std. Dev.	9973905.
Skewness	0.309308
Kurtosis	3.554940
Jarque-Bera	28.77682
Probability	0.000001

Alapozó nélkül az ügylet piaci értéke a profitmax határidős árfolyam és a lejáratkori piaci árfolyam különbségeként adódik, figyelembe véve a nyereségmaximumot.

**A profitmax ügylet várható értéke forintban 2009.10.07-re,
historikus szimuláció alapján**

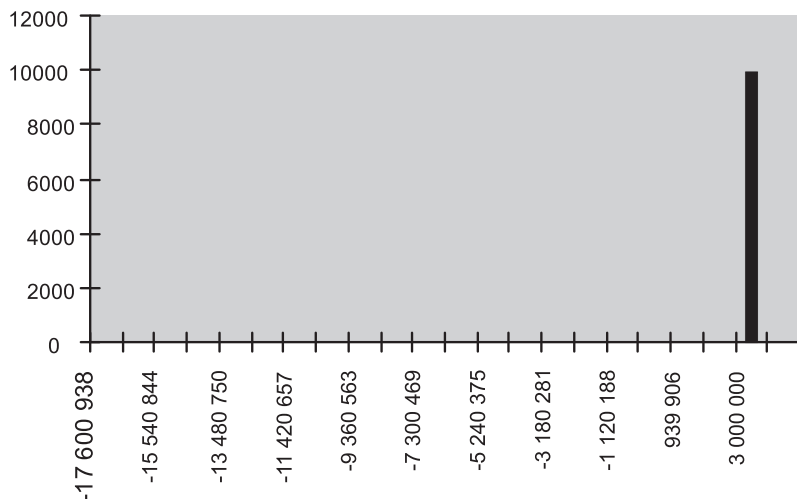
	Profitmax
Átlag	3 233 847
Szórás	711 167
5%-os percentilis	3 263 042
1%-os percentilis	3 068 556
Minimum	-15 501 127

A tízezer realizáció 5%-os és 1%-os alsó percentilisére is 3 000 000 forintnál magasabb érték adódott (szintén 2009 október 7-i értékre számolva), tehát az esetek 99%-ában az ügyleten realizált profit legalább 3 068 556 forint lesz a következő egy évre vonatkozóan. Ezek alapján értékelve, az ügylet nem tűnik magas kockázatúnak, sőt, még 99% szignifikanciaszinten is elég magas nyereséghez vezet. Mivel a piaci hangulaton 2008. október elején még nem érződött, hogy a pénzügyi válság milyen drámai változásokat fog okozni a magyar piacon, a profitmax ügylettel kapcsolatban reális volt az a várakozás, hogy 3 000 000 forint körüli eredménnyel fog záródni. A magyar politikai és gazdasági közélet kommunikációja, illetve a szakértői elemzések azt közvetítették, hogy a válságnak csak nagyon enyhe, közvetett hatását fogja érezni az ország, mivel a magyar pénzügyi rendszer stabil (*Fischer és Kóczán [2008]*).

A 99%-os CFaR sem figyelmeztet különösebb veszélyre, az átlagos nyereség pedig 3 233 847 forint. A realizációk minimuma azonban -15 501 127 forint; ez ugyan csak egyszer fordult elő tízezer realizáció között, mértéke azonban óriási, összevetve a maximális nyereség mértékével. A negatív előjelű kimenetek száma összesen 68, azaz 0,68% a valószínűsége, hogy veszteséget szenved a vállalat. A realizációk eloszlását az 5. ábra mutatja; a 3 000 000 forint alatti esetek gyakorisága olyan kicsi, hogy az ábrán nem is látható.

5. ábra

**A profitmaxon elért eredmény eloszlása,
historikus szimuláció alapján**



A válság azonban gyökeres változást okozott a pénzügyi piacokon: a globális bizonytalanság miatt a nemzetközi tőke villámgyorsan átáramlott a legbiztosabbnak tartott befektetésekre. A forint árfolyama néhány nap leforgása alatt mintegy 12%-ot gyengült, majd újabb és újabb történelmi mélypontokat ért el az euróval szemben. Mindezzel egyidejűleg az állampapírpia is összeomlott, a kamatszintek és a volatilitás növekedése pedig tovább növelték az összetett devizastruktúrák nem realizált (mark-to-market) veszteségeit.

A profitmax lejáratok tényleges EKB-árfolyamait tartalmazza a 4. táblázat.

4. táblázat

EUR/HUF tényárfolyamok

Dátum	EUR/HUF EKB fixing
2008. 11. 07.	269,00
2008. 12. 05.	265,32
2009. 01. 09.	276,13
2009. 02. 06.	292,60
2009. 03. 06.	316,50
2009. 04. 07.	296,80
2009. 05. 08.	277,75
2009. 06. 08.	287,19
2009. 07. 07.	273,20
2009. 08. 07.	272,80
2009. 09. 07.	272,24
2009. 10. 07.	267,90

A profitmax ügyleten ténylegesen elért veszteség 19 627 101 forintnak adódott (100 000 euró lejáratonkénti névértékű ügylet esetén, 2009. október 7-re számolva), vagyis még a szimuláció alapján 0,01%-os eséllyel súlyozott, legrosszabb kimenetet is meghaladta. A historikus szimuláció VaR-jellegű mutatói alapján minimális esély látszott arra, hogy az ügylet veszteséges legyen, mivel a módszer az extrém piaci helyzetet, a korábbi években soha nem látott mértékű árfolyam-volatilitást nem volt képes figyelembe venni.

Alapozícióval rendelkező ügyfelek esetén azonban a ténylegesen elért pénzáramlás nem a profitmax esetén volt a legkisebb. A profitmax és az alapkitettséggé együtt 332 511 400 forint pénzáramlást jelentett (2009. október 7-i értékre számítva), forward ügyletek sorozatával azonban csak 321 845 940 forintot lehetett elérni. Mivel a profitmax minden lejáratra kedvezőtlenebb átváltást biztosított az azonnali piaci árnál, nem szűntek meg az ügyletek, és a forward árfolyamoknál magasabb profitmax árfolyamon történt meg az átváltás.

5. táblázat

**A 3 fedezeti stratégia által generált, tényleges pénzáramlás forintban
2009.10.07-re, historikus szimuláció alapján**

	Profitmax	Forward	Fedezetlen
Realizált CF	332 511 400	321 845 940	352 138 501

Érdemes megjegyezni, hogy a historikus szimuláció által kapott eredmények minősége nagymértékben függ a választott múltbeli periódus hosszától.

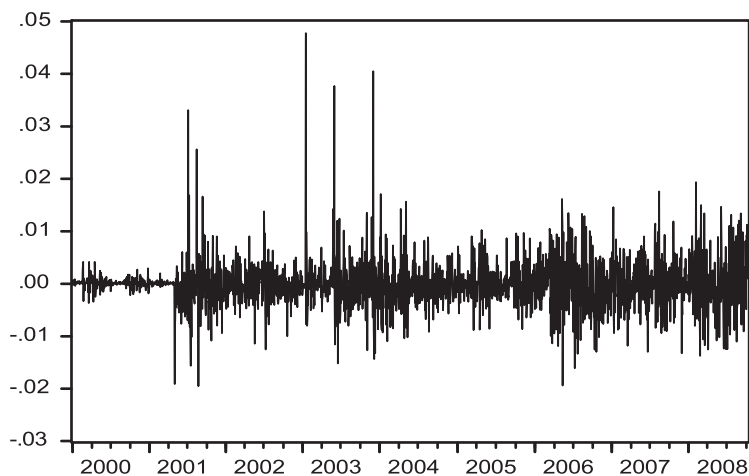
4. ELEMZÉS GARCH-MODELL SEGÍTSÉGÉVEL

A gazdasági válságban megnőtt volatilitást jobban képesek leírni a volatilitást autoregresszíven modellező módszerek. A historikus szimulációval ellentétben, a GARCH-modellek az extrém piaci helyzeteket, a megnövekedett volatilitást is képesek beépíteni az előrejelzésekbe. Ezek a modellek is múltbeli árfolyam-információkra támaszkodnak, azonban a múltban olyan információit is képesek figyelembe venni, mint a változókéony és kevésbé változókéony időszakok előfordulása, azaz a volatilitás tömörülése.

A historikus szimulációhoz hasonlóan, itt is az Európai Központi Bank 2000. 01. 04. és 2008. 10. 07. közötti, hivatalos EUR/HUF árfolyamait vettük alapul, de most nem havi, hanem napi adatokkal, napi loghozamokat számolva. Az ábrán látható, hogy az EKB árfolyamaiból számított, napi loghozamok idősorában több megnövekedett volatilitású időszak tisztán kivehető, volatilis és kevésbé volatilis időszakok váltják egymást. A változókéony időszakokban jellemzően nagyobbak voltak a hozamok pozitív és negatív irányban egyaránt.

6. ábra

Napi loghozamok (2000–2008)



A volatilitás tömörülése számszerűen is mérhető a hozamok négyzetének korrelogramját megvizsgálva. A 7. ábrán látható, hogy jelen esetben számos késleltetésre szignifikáns mértékű az autokorreláció, tehát vannak GARCH-hatások az idősorban. Egy adott napi hozam eloszlása tehát nem egyezik meg a hozamok hosszú távú, átlagos eloszlásával, hanem attól is függ, hogy mennyire volt heves vagy nyugodt az előző nap.

7. ábra

A hozamnégyszetek közötti autokorreláció

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.056	0.056	7.0354	0.008
		2	0.076	0.073	19.974	0.000
		3	0.083	0.076	35.558	0.000
		4	0.038	0.025	38.844	0.000
		5	0.052	0.038	44.931	0.000
		6	0.056	0.042	51.980	0.000
		7	0.027	0.012	53.571	0.000
		8	0.029	0.013	55.407	0.000

A GARCH-modell a volatilitás tömörülésének megfelelő leírásához a varianciát is időben változóként kezeli. Nem az ε_t sokkokat tekinti független, azonos eloszlású véletlen hatásoknak, hanem η_t független, azonos eloszlású valószínűségi változókat az időben változó σ_t szórással szorozva határozza meg az ε_t tényleges hibákat. Így a hibatagok továbbra is függetlenek lesznek, de már nem azonos eloszlásúak. Várható értékük ugyan 0 marad, de a σ_t^2 feltételes varianciájuk időben változik: ha a tegnapi ε_{t-1} hiba nagy volt, akkor az megnöveli a mai ε_t hiba szórását. Továbbá, ha a tegnapi σ_{t-1} szórás nagy volt, az is közrejátszik a mai ε_t hiba szórásának növekedésében.

8. ábra

A hozamok korrelogramja

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.019	0.019	0.7920	0.374
		2	-0.047	-0.047	5.7472	0.056
		3	0.001	0.003	5.7504	0.124
		4	0.005	0.003	5.8053	0.214
		5	-0.041	-0.041	9.5006	0.091
		6	-0.006	-0.004	9.5829	0.143
		7	-0.018	-0.022	10.304	0.172
		8	-0.031	-0.031	12.479	0.131

A 8. ábrán látható, hogy nincs szignifikáns autokorreláció a napi hozamok között, így a várható érték egyenletébe nem lehet beépíteni autoregresszív tagokat; a várható érték a véletlen bolyongásnak megfelelően fog alakulni, ε_t -vel lesz egyenlő. GARCH (1,1) modellt alkalmazva, és feltéve, hogy az η hibatagok eloszlása normális, mégpedig $N(0,1)$ standard normális eloszlású a becslendő modell.

Várhatóérték-egyenlet:

$$y_t = \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \eta_t \quad (2)$$

Varianciaegyenlet:

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + b_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (3)$$

A becslési eredményeket a 6. táblázat tartalmazza:

6. táblázat

A GARCH-modell becslési eredményei

Varianciaegyenlet				
	érték	st. hiba	z-statisztika	p -érték
a_0	3,40E-10	9,86E-10	34,48826	0,0000
a_1	0,014236	0,000437	32,79739	0,0000
b_1	0,985596	0,000300	3285,696	0,0000

A varianciaegyenlet paraméterei mind szignifikánsak, hiszen p értékük 0 közeli. A feltétel nélküli variancia véges, mivel az utolsó két paraméter összege kisebb egynél. Az ε_t reziduumok négyzetei közötti autokorreláció megszűnt, ahogy az alábbi korrelogramon is látható, melyből következik, hogy a GARCH (1,1) modell megfelelő, nincs szükség nagyobb késleltetésszámú modell alkalmazására.

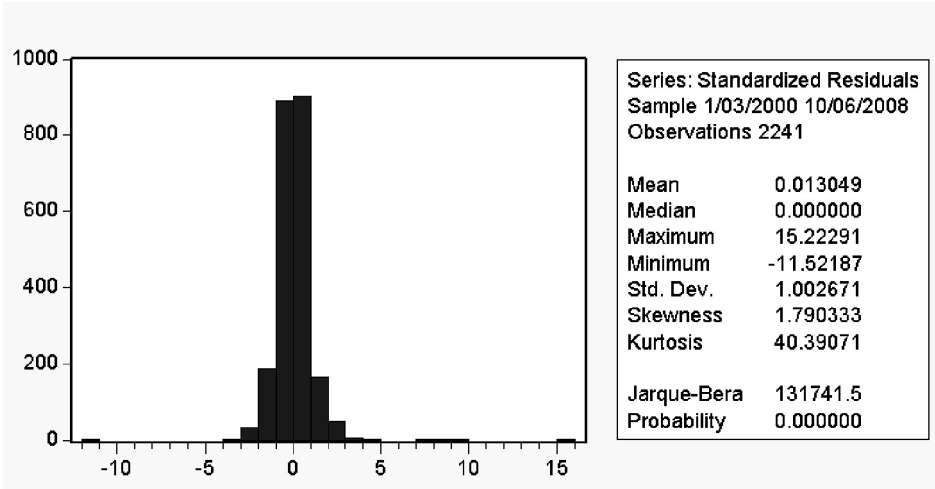
9. ábra

Az ε_t reziduumok négyzetei közötti autokorreláció

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.024	0.024	1.2738	0.259
		2	0.023	0.023	2.4868	0.288
		3	0.012	0.011	2.7998	0.424
		4	0.004	0.003	2.8420	0.585
		5	0.011	0.010	3.1090	0.683
		6	0.003	0.002	3.1314	0.792
		7	-0.002	-0.002	3.1385	0.872
		8	-0.001	-0.001	3.1394	0.925

Az η_t standardizált reziduumok azonban nem lettek normális eloszlásúak (az előfeltétellel ellentétben), hanem továbbra is vastag szélűek, tehát a megfigyelt vastag széleket nemcsak a nemstacionaritás okozza, hanem a hozamokat valóban a normálisnál vastagabb szélekkel jellemezhető eloszlású, véletlen tényezők mozgatják. Ilyen esetben az η_t -ket érdemes valamilyen vastag szélű eloszlással, például Student-féle t -eloszlással közelíteni, ebben a modellben azonban a feltétel nélküli varianciára nem adódott véges érték, az utolsó két paraméter összege nagyobb lett 1-nél, így ez a modell gyakorlatilag alkalmazhatatlan. Ezért nem változtattunk az eredeti modellen, ahol η_t normális eloszlású.

10. ábra

Az η_t standardizált reziduumok eloszlása

A becült paraméterek segítségével a fenti varianciaegyenlet a vizsgált idősrora:

$$\sigma_t^2 = 0,000000034 + 0,014236 * \varepsilon_{t-1}^2 + 0,985696 * \sigma_{t-1}^2 \quad (4)$$

Az ε_{t-1} és σ_{t-1}^2 értéke rendre 0,001004 és 0,0000409.

A modellből kapott eredményekkel szimulálva a napi hozamokat, ezer futtatás alapján a vizsgált 3 fedezeti stratégia eloszlását mutatja a 7. táblázat.

7. táblázat

**A 3 fedezeti stratégia által generált,
várható pénzáramlás forintban 2009.10.07-re**

CF	Profitmax	Forward	Fedezetlen
Átlag	314 132 155	321 845 940	313 928 421
Szórás	17 153 872	0	20 475 324
5%-os percentilis	285 004 697	321 845 940	282 242 547
1%-os percentilis	273 403 665	321 845 940	271 384 506
Minimum	257 250 970	321 845 940	262 530 401

A profitmax átlagos pénzáramlása 314 132 155 forint (2009. október 7.), ami nagyon közel van a historikus módon kapott eredményhez. A fedezés nélküli esetben 313 928 421 forint (2009. október 7.). Ismét azt látjuk tehát, hogy átlagosan a forward ügyletek sorozata vezet a legjobb eredményre, amit a profitmax, végül a fedezés nélküli stratégia követ.

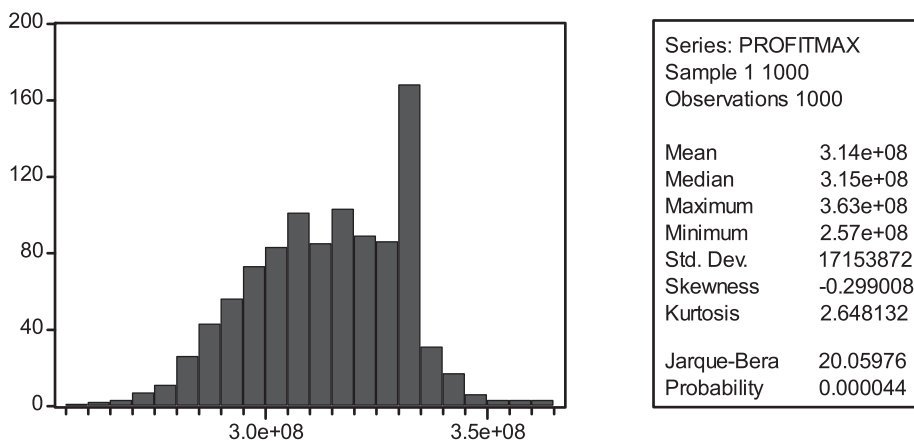
Az átlagos pénzáramlások közötti különbség ismét elenyésző a realizációk szórásához képest: a profitmax esetén 17 millió forint körüli, a fedezés nélküli állapotban 20 millió körüli érték. Ezért az átlagos pénzáramlások alapján itt sem érdemes következtetéseket megfogalmazni.

A profitmax és a fedezés nélküli állapot percentiliseit összehasonlítva, ismét azt mondhatjuk, hogy a profitmax esetében nagyobb az a minimumösszeg, amelynél a vállalat adott valószínűségi szinten több pénzáramláshoz jut. A profitmaxnál az esetek 95%-ában 285 004 697 forintnál nagyobb pénzáramlás várható a következő évben, míg fedezés nélküli állapotban ez az összeg 282 242 547 forint. A 99%-os valószínűségi szinten számított eredmény is hasonló viszonyokat tükröz. Ezek az értékek azonban mind kisebbek, mint a historikus szimuláció modelljében számolt, megfelelő értékek, hiszen a GARCH-modell jobban figyelembe veszi az extrém piaci helyzetek miatti kockázatokat.

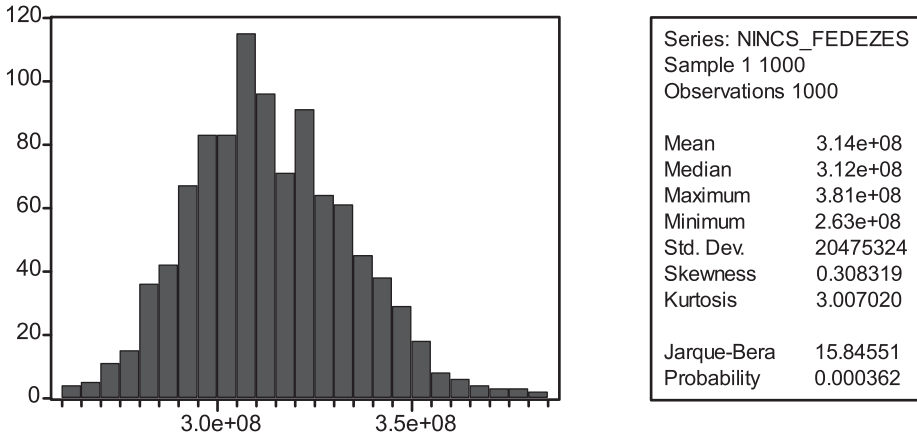
A realizációk eloszlását megvizsgálva, ismét az látható, hogy az eloszlás aszimmetrikus, profitmax ferdesége negatív, a fedezés nélküli állapoté pedig pozitív. Megint arra következtethetünk, hogy a profitmax esetén gyakoribbak a magasabb értékek, mint a fedezés nélküli állapotban. Érdekes azonban, hogy a profitmax realizációk minimuma kicsit kisebb, mint a fedezés nélküli állapoté. A realizációk maximuma pedig fedezés nélkül majdnem 20 millióval nagyobb, mint a profitmax esetén. Így a realizációk terjedelmét nézve a fedezés nélküli stratégia egy kicsit magasabb sávban helyezkedik el, mint a profitmax. A historikus szimulációnál ilyen mértékű eltérésre nem volt példa. A forward ügyletek sorozatához képest (321 845 940 forint pénzáramlás) mindig az adott realizációtól függ, hogy a profitmax jobban vagy rosszabbul teljesít-e.

11. ábra

A pénzáramlás eloszlása profitmax esetén



A pénzáramlás eloszlása fedezés nélküli állapotban



A GARCH-modell segítségével elvégzett elemzés felhívja a figyelmet a profitmaxban rejlő kockázatokra: megmutatja, hogy nem is olyan kicsi valószínűséggel nagyon sokat lehet veszíteni rajta. Ha azonban a teljes pénzáramlást vizsgáljuk, a percentilisek alapján továbbra is a forward ügyletek sorozata a legkedvezőbb, majd a profitmax, végül a fedezés nélküli stratégia. A percentilisek összehasonlításával azonban csak a kimenetek legrosszabb 5 vagy 10 százalékát hasonlíthatjuk össze. Egy konkrét realizáció esetén más és más lehet a három stratégia sorrendje eredményesség szempontjából. A 2008–2009 októbere között realizált, tényleges eredmények teljesen megfordították a modellek segítségével meghatározott sorrendet (a fedezés nélküli stratégia volt a legjobb, majd a profitmax, végül a forward ügyletek sorozata).

Alapkitettség nélkül értékelve a profitmax ügyletet, az ezer realizáció 5%-os alsó percentiliséét véve, a 95%-os VaR –13 361 287 forint, ami komoly veszteséget mutat, szemben a historikus szimuláció előrejelzésével. Ez az érték már felhívja a figyelmet arra, hogy a termék komoly kockázatokat hordoz; nemcsak nyerni lehet rajta, hanem veszíteni is. A 99%-os VaR értéke pedig –28 922 320 forint. A realizációk minimuma –50 484 783 forint. A GARCH-modell jóval realisabb képet nyújt a kockázatokról.

8. táblázat

A profitmax ügylet várható értéke forintban, 2009. 10. 07-re GARCH-modell alapján

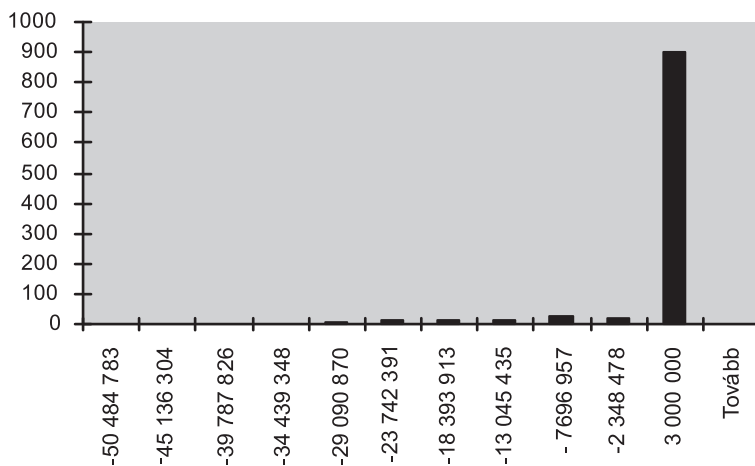
	Profitmax
Átlag	990 306
Szórás	6 704 773
5%-os percentilis	–13 361 287
1%-os percentilis	–28 922 320
Minimum	–50 484 783

Az átlagos nyereség 990 306 forint, ami bár még pozitív, de jóval elmarad a (2009. október 7-re számított) 3 000 000 forint feletti értéktől, amit a historikus szimuláció alapján kaptunk. Ez annak köszönhető, hogy az esetek 10 százalékában az ügyleten realizált eredmény kisebb, mint a profitmax konstrukció által megengedett nominális 3 millió forint, de az esetek 90 százalékában még mindig magas, 3 000 000 forint feletti a nyereség. A modell tehát felhívja a figyelmet a kockázatokra, de sokak számára továbbra is kecsegtető lehet a profitmax ügylet, hiszen nagy valószínűséggel el lehet nyerni a maximált nyereséget. Figyelemfelkeltő azonban, hogy az esetek 10 százalékában előforduló veszteség ennek több mint tizenötszöröse is lehet!

A realizációk eloszlását mutatja a 13. ábra. Bár itt is a 3 000 000 forint nominális nyereséggel záródó kimenet dominál, de határozottabban megjelennek a kis valószínűséggel bekövetkező, nagymértékű veszteségek.

13. ábra

A profitmaxon elért eredmény eloszlása



5. KÖVETKEZTETÉSEK

Elemzésünkben arra kerestük a választ, hogy az olyan összetett devizatermékek kockázatát, mint például a profitmax ügyletét, mennyire jelezték előre a különböző modellek. Utólag mindenki számára világossá vált, hogy a devizastruktúrák kedvező paramétereit finanszírozó, beépített, opció jellegű kötelezettségvállalások hatalmas veszteségeket okozhatnak, ez azonban a válság előtti banki kommunikációban és az ügyfelek várakozásaiban sem jelent meg.

A profitmaxhoz hasonló ügyletek nem alkalmasak fedezésre, mivel éppen akkor szűnnek meg, amikor a legnagyobb szükség lenne rájuk, vagyis az árfolyamnak az alappozíció szempontjából kedvezőtlen változása esetén. A 2008–2009 folyamán elszenvedett veszteségek azonban nem a struktúra összetett jellegéből adódtak, hanem a forint addig soha nem látott gyengülése miatt minden euró rövid pozíciót érintettek. Sőt, azok számára, akik alap-

pozíció birtokában, azaz fedezeti céllal kötöttek ilyen ügyleteket, lényegesen kisebb volt a lejáratkori árfolyamhoz viszonyított, elmaradt haszon, mintha egy plain vanilla² határidős ügylettel fedeztek volna.

A 2009-es elemzések alapján azonban úgy tűnik, hogy sokan alapozzók nélkül, pusztán spekulatív céllal kötöttek profitmaximalizált határidős ügyleteket úgy, hogy a tényleges kockázatokat, az elszenvedhető veszteség lehetőségét egyáltalán nem mérték fel. Elemzésünkben megmutattuk: a historikus szimuláció VaR-jellegű mutatói nem figyelmeztettek arra, hogy közel 20 milliós veszteség is keletkezhet az ügyletből. Sőt, minimális esély látszott arra, hogy az ügylet veszteséges legyen, az általunk generált realizációknak csak 0,68 százaléka negatív szám. Az extrém piaci helyzeteket, megnövekedett volatilitást is figyelembe vevő modellek, mint például az általunk használt GARCH (1,1) már realisabb kockázati mértéket mutatnak: az esetek 10%-ában negatív az ügylet eredménye, és 95%-os szignifikanciaszinten jelentős (13 millió forint feletti) a várható maximális veszteség. A ténylegesen realizált veszteség a GARCH-modell alapján kalkulált 95%-os és 99%-os szignifikanciaszint melletti VaR-értékek között helyezkedik el.

Az extrém körülmények mindig rámutatnak egy rendszer gyenge pontjaira. A válság miatti piaci turbulencia okozta pénzügyi veszteségek kapcsán óhatatlanul felmerül a bankok, illetve a szabályozó hatóságok szerepe és felelőssége, valamint a pénzügyi termékfejlesztés létjogosultsága. Véleményünk szerint azonban nem az innováció korlátozása a megfelelő megoldás az aszimmetrikus információs helyzet kezelésére, hanem egy átfogóbb, konkrét kockázati mértékeket is tartalmazó kockázati elemzés előírása segítheti az ügyleteket a döntéshozatalban. Mint bemutattuk, erre rendelkezésre állnak a megfelelő módszertani eszközök.

IRODALOMJEGYZÉK

- BOLLERSLEV, T. [1986]: Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics* 31 (3), 307–327. o.
- FISCHER ÉVA–KÓCZÁN GERGELY [2008]: Rendkívüli hatósági intézkedések és tanulságaik a jelzálogpiaci válság kapcsán. MNB-tanulmányok, 2008/72.
- JORION, P. [1999]: A kockázatot érték. Panem, Budapest
- K&H [2009]: Treasury piaci kockázatkezelési kézikönyv, 92–96. o., https://ebank.khb.hu/publish/kh/hu/media/hu_vallalatok_dokumentumai/k_h_piaci_kockazatkezesi_download.pdf (letöltve: 2010. 09. 16.)
- NASZÓDI ANNA [2004]: A sávmódosítások árfolyamhatásának vizsgálata opciós modell keretei között. MNB Füzetek, 2004/2.
- TULASSAY ZSOLT [2009]: ARCH/GARCH modellek (jegyzet). Budapesti Corvinus Egyetem, Befektetések és Vállalati Pénzügy Tanszék