

HAVRAN DÁNIEL

**Pénzgazdálkodási szokások hatása a működőkére.
A Magyar Posta példája**

A hálózatos iparágakban, ahogy a postai szolgáltatásoknál is, a forgalomban lévő készpénz nagyméretű működőtőkét jelenthet. A Magyar Posta a levél- és csomagkézbesítésen kívül jelentős készpénzforgalmat valósít meg: nyugdíjakat, szociális transzfereket és készpénzáttutalási-megbízásokat továbbít. A forgalom napi ingadozása a vállalat likvid eszköz igényét jelentősen meghatározza. A Posta esetében a postahivatalok készpénzgazdálkodása jól működő hüvelykujj-szabályokon keresztül történik, ezek a szabályok döntési teret hagynak a hálózat heterogén egyedi szereplőinek. Az egyedi készletezési viselkedést a vállalati működőtőke meghatározásakor figyelembe kell venni. A tanulmány az egyedi készletezési szokások modellezésére új módszertant ajánl, majd a viselkedésmintákat csoportosítva a pénzkészletezésnek, a vállalati működőtőke szintjének, és a vállalati likviditási pozíciónak kapcsolatát elemzi.*

Kulcsszavak: likviditáskezelés, működőtőke, pénzkészletezés, heterogenitás
Journal of Economic Literature (JEL) kód: C15, D85, G21, G32, L87

A Magyar Posta nap, mint nap országos szintű készpénzforgalmat bonyolít le. A postahivatalok feladata a levelek kézbesítésén kívül a nyugdíjak, valamint a szociális transzferek kézbesítése, továbbá a készpénz-átutalási megbízások („sárga csekk”) forgalmának kezelése is. Ez a nemzetközi gyakorlatban ritkán fellelhető két feladat jelentős készpénzforgalmat idéz elő.

A Posta, mint pénzzel is foglalkozó vállalat fontos célja a likvid, de hatékony működés. A Posta két likviditási követelménnyel áll szemben, az *egyedi* és *központi likviditással*. *Egyedi likviditás* követelménye, hogy a postahivataloknak mindig fizetőképesnek kell lennie: mindig rendelkezésükre kell állnia a napi forgalomhoz szükséges készpénznek. Az egyedi likviditást óvatossági tartalékok képzésével lehet fenntartani. Fontos kérdés, hogy ez vajon *hatékonyan*, azaz túltartalékolás nélkül megtehető-e. A túltartalékolás ugyanis a kelletnél nagyobb működőtőkét és kamatvesztéséget, pénzkezelési költséget jelent. A helyi szintű készpénzgazdálkodásban a postahivatalok bizonyos döntési mozgástérrel

* Köszönettel tartozom tanszéki kollégáimnak, Berlinger Edinának és Tulassay Zsoltnak, akik megjegyzéseikkel és biztatásukkal jelentős segítséget nyújtottak a dolgozat elkészítésében. Ezen kívül az anonim lektornak, aki számos észrevétellel és ötlettel járult a cikk végső formába öntéséhez, továbbá a Magyar Posta Zrt. Treasury osztályának: Papp Györgynek és munkatársainak, valamint Antosné Apor Évának, akik kutatási kérdéseimmel kapcsolatosan mindig készségesen rendelkezésemre álltak.

Havran Dániel PhD-hallgató a Budapesti Corvinus Egyetem Befektetések és Vállalati Pénzügy Tanszékén (e-mail: daniel.havran@uni-corvinus.hu).

rendelkeznek, amely befolyásolja a vállalat központi készpénz-pozícióját, vagyis a *központi likviditást* is. A cikk célja ezt az összefüggést megvizsgálni, modellezni.

Az előzményekben röviden bemutatam a kapcsolódó irodalmat, a pénzkészletezés rendszerét, és a meglévő gyakorlatot. A következő részben az egyéni likviditástervezési feladatot ismertetem, ehhez különböző viselkedési szokásokat definiálok, és új módszereket ajánlok a pénzkészletezési szokások mérésére, illetve értelmezésére. Itt ismertetem a Postán végzett empirikus elemzés eredményeit is. A harmadik rész a fenti módszertannal épített mikroszimulációs modell eredményeit taglalja, melyben megválaszolásra kerülnek a központi likviditás és a szokások összefüggéseinek kérdései. A szimulációval egy aktuális kérdés, a banki átutalások térnyerésének és a nyugdíjkézbetés visszaszorulásának hatása is előrejelezhető.

Előzmények

Kapcsolódó irodalom

A nemzetközi gyakorlatban a postákhoz kapcsolódó pénzügyi jellegű tevékenységeket (mint a befektetési, biztosítási termékek értékesítése, vagy a készpénzátutalás, illetve a szociális transzferek, nyugdíjak kézbesítése) gyakorta egy a postához közeli bank végzi, néha a vállalaton belül szervezik meg. A magyar rendszer, ahol a készpénzes nyugdíjkézbetésnek nagy szerepe van, nem unikum, de meglehetősen ritka. Elsősorban ez azon kelet-közép európai országok sajátossága (pl. Magyarország és Románia), ahol a posták állami szerepvállalásának hagyománya nagy, és banki átutalások sem terjedtek még el teljes körűen, különösen vidéken.

A hálózati, hálózatos iparágakkal (network industry), köztük a postákkal foglalkozó szakirodalomban kevesen foglalkoznak finanszírozással, vagy a vállalati működőtké meghatározásával. A bankokra már találunk ilyen kutatásokat: a banki hálózatokon belüli fizetési módokat *Milne* [2005] empirikusan vizsgálta, a bankfiókok hatékonyságát és a hálózat méretét pedig *Hirtle* [2005] tanulmányozta. A pénzügyi problémákat kevésbé érintve, a posták és a hálózati iparágak szabályozási, méretgazdaságossági, árazási kérdéseit *Crew és Kleindorfer* [2002] kötete foglalja össze.

A *likvideszköz-tartás* és a *fizetéseképtelenség* veszélye közötti választás általában költség-haszon elemzésen alapul. Az erre épülő cikkek közül kiemelendő *Miller és Orr* [1966] készpénz-készletezési modellje, *Holmström és Tirole* [1999] vállalati modellje, illetve *Milne és Robertson* [1996] vállalati viselkedést elemző munkája. A klasszikus cash-management alapmodellek, például *Baumol* [1952], *Miller és Orr* [1966], *Eppen és Fama* [1968] vagy *Stone* [1972] programozási feladatként fogják fel ezt a választást. Azonban, az ilyen típusú pénzkészletezési problémák zömében a költségfüggvény igen lapos. Ez azt eredményezi, hogy az optimális és a lehetséges készletezési stratégiák alig térnek el, s a programozás indokoltsága e miatt érvényét veszti, figyelmeztet *Daellenbach* [1974].

A vállalati *fizetéseképtelenség* elméleti kérdéseivel foglalkozik *Moretto és Tamborini* [2007], illetve *Holmström és Tirole* [1999], akik különböző modellekben a külső hitelező és a vállalati tulajdonosok közötti viszonyrendszerben elemzik az illikviditás fenyegetettségét. A vállalati *fizetéseképtelenség* csődöt indukálhat, vagy különösen nagy költségeket, ugyanis a csődhelyzet elhárítása igen sokba kerülhet. Speciálisan, a Magyar Postánál a gyakori postahivatal szintű *fizetéseképtelenség* arculatromlással, lakossági bizalomvesztéssel is járna. Ezen okok miatt szükséges a likviditást valamilyen formában fenntartani, például likvid eszközök tartásával.

Likvid eszközöket tartani viszont kamatveszteséggel jár. Egyes esetekben, amikor a kamatveszteség nagy, hozamgörbéket használnak a kamatok alakulásának számítására (*Ferstl és Weissensteiner* [2008]). Más irányba mutat *Morris* [1983], aki CAPM alapú modelljében a készpénztartás járulékos pozitív hatására hívta fel a figyelmet: arra, hogy a pénztartás csökkentheti is a vállalat (szisztematikus) kockázatát, és ezen keresztül növelheti a vállalat értékét.

Vannak olyan esetek, ahol mégis használható és eredményes a Daellenbach által kritizált programozás. A tervezhető és gépesített eljárásokkal működő rendszereknél. A lakossági banki gyakorlatban alkalmazott pénzkiadó automaták és bankfiókok pénzellátását rendszerint sztochasztikus programozás segítségével optimalizálják, de sok helyen ad hoc elemeket használnak. *Castro* [2007] az pénzkiadó automaták pénzellátásához rövid- és hosszú távú programozási feladatokat mutat be. Amennyiben jó minőségű adatok állnak rendelkezésre, és a számításigényesség (hosszú számítási idők) problémája is megoldható, akkor ez hatékony eszköz a likviditáskezelésre. A sztochasztikus programozás készpénzkezelési és szélesebb alkalmazásainak irodalmát *Yu, Ji, Wang* [2003] tanulmánya ismerteti átfogóan.

A postánál nem működnek automaták, s programok helyett hüvelykujj-szabályok léteznek, amelyet egyedileg alkalmaznak. A postahivatalok egyedi viselkedését ezért nem is lehet lineárisan aggregálni, az egyedi likviditáskezelési modell nem egyezik meg a rendszer modelljével. *Foster* [2004] komplex rendszereket osztályozó munkája alapján a Magyar Posta készpénz-gazdálkodási rendszere elsőrendű komplex rendszernek minősíthető (olyan nem adaptív rendszer, amelyet nemlineáris technikákkal modellezni lehet). Számos kvantitatív közgazdász szerző javasol ilyen esetekben ügynök alapú modellezést, lásd pl. *Tesfatsion* [2001]. A heterogén viselkedésformákat felderítő, hasonló szemléletű kutatások főleg a pénzügyek területéről származnak (a behavioural finance egy irányzata), ilyen *Boswijk, Hommes, és Manzan* [2007] cikke, amely a részvénypiaci árfolyammozgások vizsgálata alapján deríti fel a különböző piaci szereplők szokásait. A fent felsorolt írások adtak ötletet a szimulációs módszertan alkalmazására.

A készpénzgazdálkodás összefüggései

A rendszer működését egy stilizált modellen, számlákon keresztül ismertetem, melynek alapja a Magyar Posta belső szabályzata és az ún. Napi Elszámolási Rendszer¹ dokumentációja (*Magyar Posta* [2007]). Itt mutatom be a pénzforgalom elszámolási egyenleteit, és a tervezési egyenleg, az MNB számla-változás, a rendszerben lévő működőtőke, és a postahivatalok készpénzforgalmának kapcsolatát.

A rendszerben négy szereplőt különböztetünk meg: ügyfelek (lakosság), postahivatalok, értéktárak (postás terminológiában: „JNT”²), központi bank. Bár a Postánál fizikailag több értéktár is létezik, szerepük egyként kezelhető, így a tanulmányban is összevontan jelennek meg.

¹ A Napi Elszámolási Rendszer (NER) egy a postahelyek forgalmát (napi pénztárjelentését) dokumentáló rendszer. A páratlan számmal kezdődő tételek eszköz, bevétel, a páros számmal kezdődőek tartozik forrás, kiadás jellegű tételek. (A Magyar Posta Részvénytársaság vezérigazgatójának 219/2003. Vig. Utasítása (Po.É.53.) a Napi Elszámolási Rendszerrel kapcsolatos feladatokról in.: Magyar Posta [2007].)

² JNT Security Logisztikai és Biztonságtechnikai Kft., amely a Posta tulajdonában áll. A rövidítés az eredeti telephely nevéből, a József Nádor térből származik.

Jelölések:

- S: nap eleji, nyitó készletszint (stock) a postánál
- R: a lakosságtól beérkező pénzáramok (postal remittances)
- P: a lakosságnak kifizetendő pénzáramok (pensions)
- I: központból igényelt pénz (in)
- O: központnak visszaküldött pénz (out)
- Z: nap eleji készletszint az értéktárnál
- JNT_I: az értéktárba beérkező pénz (postahivataltól, nemzeti banktól)
- JNT_O: az értéktárból kikerülő pénz (postahivatalba, nemzeti bankba)
- MNB_I: a központi banki számlára az értéktártól érkező készpénz
- MNB_O: a központi banki számláról az értéktárba kerülő készpénz

A postahivatalok napi forgalma. A postahivatalok adott nyitó készlettel (S) rendelkeznek, amely a trezorban van és az előző napról maradt. E mellé, a nyitás időpontjára érkeznek még az értéktárból készpénz (I), amelynek összegéről előző nap döntöttek. A nap folyamán a lakosság befizetései (R) jelentenek pénzbevételt. A bevételek összege megegyezik a lakossági kifizetések (P), az értéktárba küldött pénzek (O) és a zárókészlet összesenjével.

$$S_t^i + I_t^i + R_t^i = S_{t+1}^i + O_t^i + P_t^i$$

Értéktári összefüggések. Az értéktár gyűjti össze a visszaküldött készpénzt, és osztja szét a következő napi szükséges mennyiséget.

$$Z_t + JNT_I_t = Z_{t+1} + JNT_O_t$$

Az értéktárba be- és az értéktárból kiáramló tételek, egyszerű aggregátumai a postahivatalokkal és a központi bankkal lebonyolított forgalmaknak, vagyis

$$JNT_I_t = \sum_i^N O_t^i + MNB_O_t, \quad JNT_O_t = \sum_i^N I_{t+1}^i + MNB_I_t,$$

ahol N a postahelyi egységek száma. Vegyük észre, hogy az értéktárból t-edik elszámolási napon kiáramló pénz t+1 napon kerül be a posták készletébe (éjszaka szállítják). A központi bankba napközben történik a szállítás. Végül, a rendszer lezárásaként, az aggregált forgalmat leíró összefüggés:

$$(MNB_O_t - MNB_I_t) - (Z_{t+1} - Z_t) = \sum_i^N I_{t+1}^i - \sum_i^N O_t^i$$

Végző soron a lakossági forgalomban keletkező szükségleteket vagy fölöslegeket az értéktár kezeli (a Z záró állománya változik), és ha ez nem lenne elég, készpénzt küldenek vagy igényelnek a jegybanktól.

A tervezési egyenleg. A likviditáskezelés során az értéktár a nap adott időpontján megfigyelhető egyenlegét (*tervezési egyenleget*) kívánják zérus szint körül tartani. Ez a fölös- illetve hiányzó pénzmennyiség minimálisra redukálását jelenti. A tervezési egyenleg az értéktári nyitókészletből indul, az MNB-be befizetett és az MNB-től felvett pénzekkel módosul, s az így rendelkezésre álló összegből küldenek ki a postahelyeknek:

$$\text{Tervezési egyenleg} = Z_t + (MNB_O_t - MNB_I_t) - \sum_i^N I_{t+1}^i$$

A tervezési egyenlegből az értéktári zárókészletet úgy kapjuk, hogy az időközben az értéktárba érkezett visszaküldéseket ehhez hozzáadjuk:

$$Z_{t+1} = \text{Tervezési egyenleg} + \sum_i^N O_t^i$$

Mekkora a Posta forgalmában lévő összes pénzkészlet nagysága? Nevezzük G-nek a nap eleji / nap végi összes postai készpénzkészletet, amely a postahelyek és az értéktár nyitó- / záró-állománya, és az értéktárból a postákra már útnak indult másnapra megrendelt összeg. Így az összes készlet záró állománya:

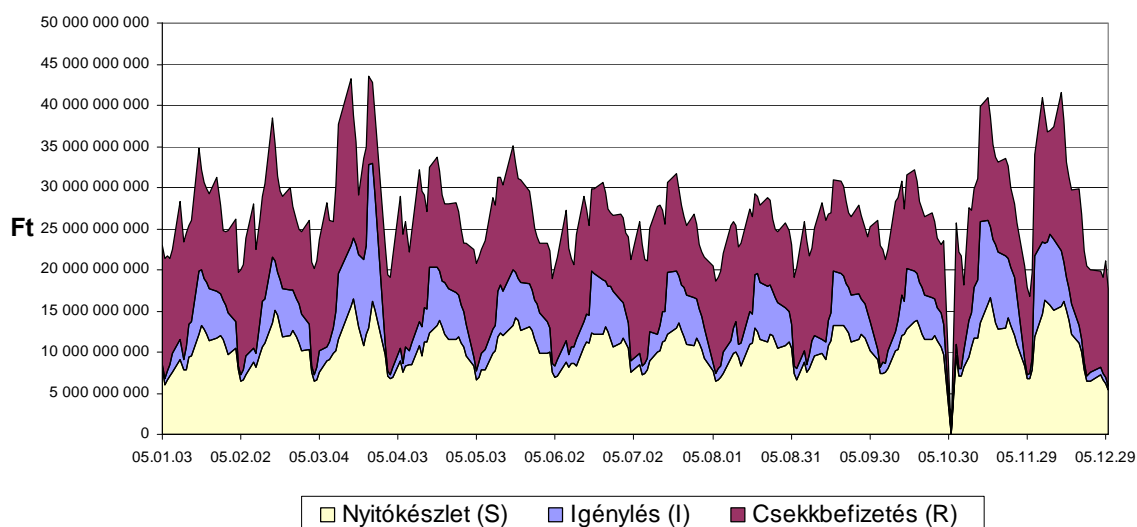
$$G_{t+1} = \sum_i^N S_{t+1}^i + Z_{t+1} + \sum_i^N I_{t+1}^i$$

Az összes pénzkészlet készletként (inventory), vagyis működőtőkeként (mint likvid eszköz) értelmezhető. A szükséges és az e feletti pénzkészlet szétválasztása igen nehéz, de – mint látni fogjuk – a postahelyi készletezési viselkedések függvényében mégis megoldható.

Meglévő gyakorlat

A tanulmány a Magyar Posta által alkalmazott Napi Elszámolási Rendszer 2001-01-01 és 2006-05-31 közötti adatait használja (Magyar Posta [2007]). Ez egy kb. 2500 szereplőnek mintegy 1600 napi forgalmi adatát tartalmazó adatbázist jelent, amelyet a korábban bemutatott sémába lehet kezelni.

1. ábra. Nyitókészlet, igénylés és csekkbefizetés aggregátumok, 2005



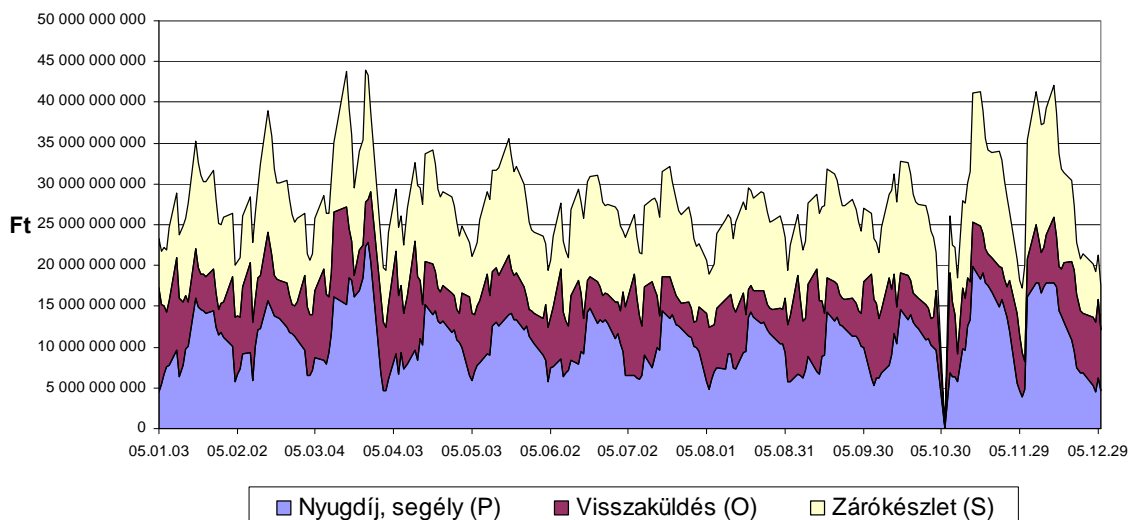
A kezelt készpénz nagyságrendjének és az ingadozások érzékeltetéséhez következzen néhány 2005-ös, aggregált szintű tényadat.³ Az 1. ábrán a postahivatalokba beérkező pénzáramok és a

³ Ez volt a legfrissebb, teljes évet lefedő, rendelkezésre álló aggregált adat.

kezdőkészlet aggregátumait láthatjuk. Az ábra halmozott diagram, ahol a pénzmennyiségek egymásra rakódnak. Az értékek Ft-ban értendőek, az ünnepnapokat és a hétvégéket (amikor csak legfeljebb néhány posta van nyitva) nem jelenítettük meg. A tizenkét hullám a 12 hónap jellemző alakulása. Az összesített nyitókészlet alakulása 5 és 14 milliárd Ft között ingadozott, az ehhez még a központból rendelt pénzmennyiség 0 és 10 milliárd Ft között hullámzott. A nap közben a lakosságtól érkező pénzbefizetések (a cikkben mindvégig csak csekként hivatkozunk rá, de egyéb, a NER 100-as tétele alá tartozó befizetéseket is jelent) napi 5-15 milliárd Ft között alakultak.

A posták kiáramló pénzeit a 2. ábra mutatja be. A legelső idősor a nyugdíj- és szociális transzferek fizetése (NER 200-as tétel), amely általában legalább 5, de akár 25 milliárd Ft napi forgalmat is jelentett. A nap végi visszaküldés mértéke sem állandó (ez a nap közben beérkezett pénzmennyiségtől, az R-től is függ), 5 milliárd Ft körüli mennyiségről beszélhetünk. A postahelyek zárókészlete megegyezik a másnapi nyitókészlettel, amely már az előző ábrában is szerepelt. Az összesített forgalomban az ügyfelektől beérkező készpénzek éves szintje 3100 milliárd Ft körül, a kifizetések éves átlagos szintje mintegy 2700 milliárd Ft körül alakult.

2. ábra. Nyugdíjfizetés, visszaküldés és zárókészlet aggregátumok, 2005



Az idősorokban megfigyelhetők általános szabályszerűségek. Havi szinten az április-szeptember időszak viszonylag stabilnak tekinthető, március 2005-ben a tizenharmadik havi nyugdíjak fizetése miatt emelkedett ki. Az év végén a nyugdíjfizetési rend eltér, már a hónap elején utalják a nyugdíjakat, ezért más a november-december hónap fizetési mintázata.

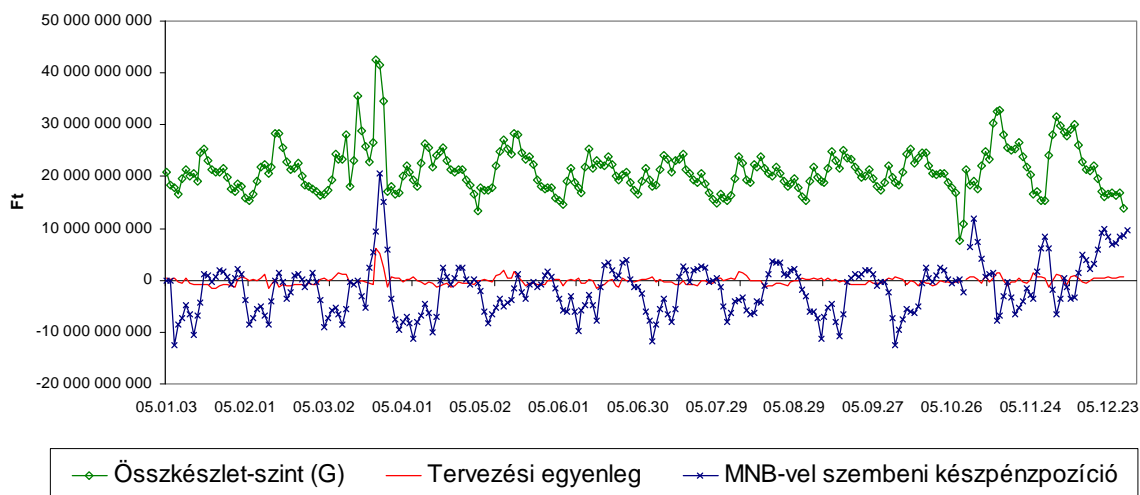
A pénzbefizetésekre általában igaz, hogy a hónap elején nagyobb összegek jelentkeznek, ma hónap második felében. Igaz az is, hogy a hét eleji forgalom általában nagyobb, mint a hét végi. A kifizetések a nyugdíjnaptár szerkezete miatt a hó közepén hirtelen magasba emelkednek, majd a hó végéig lassan csökkennek, de magasak maradnak. A hónap első felében főleg a szociális transzferek kerülnek kifizetésre, ilyenkor napi átlagos 5-6 milliárd Ft-ról beszélhetünk.

Mivel a nyugdíjfolyósító központ is, és a készpénzátutalási megbízások címzettjei is számlapénzen utalják/kapják a fenti összegeket, a Posta feladata a készpénz-konverzió lebonyolítása. Bár a készpénzbevételek éves szinten magasabbak, mint a kiadások, a fenti hullámzások miatt nem lehet egyszerű keresztfinanszírozást megvalósítani, tartalékolni is szükséges. Mindezek miatt a korábban megalkotott aggregátumok közül a tervezési egyenleg,

a postai összkészletszint mértéke, illetve a végső csap, az MNB szerepe is érdekes. A 3. ábra három idősort mutat be, ebből a G összkészlet állomány, a másik kettő flow típusú adat.

Az összkészlet-nagyság hullámzásán markánsan mutatkozik a hó elején domináns készpénzbefizetés, és a hónap második felében a kiáramló pénzkészlet leaszítja a készletszintet. Az MNB-be hónap elején a Posta készpénzt helyez el (pár napos késleltetéssel), hónap második felében pedig vesz fel. A tervezési (értéktári) egyenleg +/- 1,5 milliárd Ft-os határon belül a 0 Ft körül alakul. Szintén megemlítendő a 2005. évi márciusi extra nyugdíjfizetés hatása, ahol jelentősen eltérnek a pozíciók a többi időszakhoz képest.

3. ábra. Az összkészlet-nagyság, a tervezési egyenleg és az MNB-vel való készpénzműveletek alakulása, 2005



A jelenleg működő rendszerben az ingadozások és a postahivatalok viselkedése is a múltbeli ismeretek és a periódusok figyelembevételével kalkulálható. Azonban, jelentős változások esetén, például a banki átutalások nagymértékű térnyerése, vagy a postahivatalok készletezési szokásainak megváltozása során a működőtőke hullámzása és nagyságrendje ettől számottevően el is térhet.

1. táblázat: Az elmúlt évek forgalmainak főbb trendjei

	2001	2002	2003	2004	2005	2006*
Zárókészlet (S)	2369,8	2139,4	2293,2	2530,8	2718,5	2865,5
Rendelés (I)	1476,7	1324,6	1163,0	1104,5	1094,3	1054,0
Pénzbeáramlás, csekk (R)	2395,8	2559,9	2703,1	3031,2	3096,0	3281,5
Nyugdíj, segély (P)	2260,4	2473,8	2545,3	2666,0	2730,4	2838,5
Beszolgáltatás (O)	1714,9	1524,9	1464,5	1626,7	1616,1	1655,4

* Saját becslés a meglévő adatok alapján

A 2001-2006-os időszakban megfigyelt trendek alapján elmondható, hogy a Posta és a lakosság között be- és kiáramló pénzek nagysága nominálisan emelkedett, míg a postahivatalok és az értéktárak közötti forgalom kis mértékben csökkent, párhuzamosan a tartalékok emelkedésével.

A postahivatalok likviditáskezelése

Az alábbiakban a postahelyek egyedi feladatát mutatom be. Elsőként egy optimalizáló modellen ismertetem a készletezési feladatot, egy sztochasztikus dinamikus programozási problémán keresztül. Az érme- és bankjegycímletek különbözőségéből felmerülő problémák tárgyalásától eltekintek.

Optimális pénzkészletezési program

A postahelyek feladata az egyedi likviditás mindenkori biztosítása minimális költségek mellett. A költségek két részből adódnak: szállítási költségekből és a készpénztartás kamatvesztéseiből. A szállítási költségek a szállított pénzösszeg nagyságától függenek, a kamatvesztések a tartott pénz mennyisége és a konstans napi kamatláb nagysága. A tartott készpénz szintjének a nap elején meglévő (S+I) összeget választottam. A postahely a $[0, T]$ véges intervallumon optimalizál.

A készletezés folyamata. Egy adott nap döntési időpontjában a posta ismeri a mai U_t -t, és a következő napi P_t -t. Mindezek ismeretében, két szabályt betartva kell döntenie arról, hogy mennyi pénzt küld vissza a központnak éjszakára, és mennyit igényel másnap reggelre.

Feltételezések:

- A P és R pénzáramok sztochasztikusak.
- A pénztartás kamatvesztéssel jár. A kamatvesztést a nap elején postahelyen rendelkezésre álló pénz mennyiségére vetítve mérjük.
- A szállítás költsége, a volumenben monoton növekvő.

További jelölések:

U_t : készlet szintje a döntés pillanatában ($U_t := S_t + I_t + R_t - P_t$)
 k : zárókészlet engedélyezett maximuma

A korlátok, amelyeket be kell tartani. Nincs negatív készlet, rendelés, visszaküldés: (1)-(4). A döntés pillanati és nap végi készlet feltételek közül egyik el is hagyható. Szállítási korlátok: a szállítás mennyisége fizikai és biztonságtechnikai okok miatt maximált (5), (6).

$$U_{t+1} \geq 0, \quad (1) \qquad O_t \geq 0, \quad (4)$$

$$S_{t+1} \geq 0, \quad (2) \qquad I_{t+1} \leq I_{max}, \quad (5)$$

$$I_{t+1} \geq 0, \quad (3) \qquad O_t \leq O_{max}, \quad (6)$$

A vezetés két központi hüvelykujj-szabályt ír elő a postahivataloknak. Az óvatossági szabályt (7): a másnapi biztosan rendelkezésre álló pénz a másnapi kifizetéseket fedezze. A zárókészletre vonatkozó limitet (8): legalább annyit kell visszaküldeni, hogy ne legyen nagyobb készlet az engedélyezettnél. (A postahivatalok a gyakorlatban akkor is küldenek vissza pénzt, ha a zárókészlet-limit nem teljesül, ugyanis eltérő címletösszetételben van meg a zárókészlet, mint amelyre a következő nap szükségük lesz.) A (7) összefüggés ex post, a (7') ex ante formában jeleníti meg a szabályt. A $kvant(x, \alpha)$ függvény az x valószínűségi változó maximális értékét adja α konfidencia-szint mellett (kvantilis függvény).

$$U_t + I_{t+1} - O_t \geq P_{t+1} \quad (7) \qquad U_t - O_t \leq k \quad (8)$$

$$U_t + I_{t+1} - O_t \geq kvant(P_{t+1}; \alpha) \quad (7')$$

A költségminimalizálási feladat:

$$\min_{\{O_t, I_{t+1}\}_{t=0}^T} E \left\{ \sum_{t=0}^T \beta^t [TC_{t+1}] \right\} \equiv \min_{\{O_t, I_{t+1}\}_{t=0}^T} E \left\{ \sum_{t=0}^T \beta^t [c(O_t) + c(I_{t+1}) + (U_t - O_t + I_{t+1})r] \right\}$$

A fenti kifejezésre alábbi korlátozó feltételek érvényesek:

$$U_{t+1} = U_t + I_{t+1} + R_{t+1} - P_{t+1} - O_t \quad (9)$$

$$U_t + I_{t+1} - O_t \geq kvant(P_{t+1}; \alpha) \quad (7')$$

$$U_t - O_t \leq k \quad (8)$$

$$I_{t+1} \geq 0, \quad O_t \geq 0 \quad (3), (4)$$

$$I_{t+1} \leq I_{max}, \quad O_t \leq O_{max} \quad (5), (6)$$

$$S_{t+1} = U_t - O_t \geq 0 \quad (2)$$

Ahol $\beta=1/(1+r)$ diszkontráta $c(.)$ a szállítási költség, r a napi kamat nagysága. R_t és P_t egzogének, S_t endogén, I_{t+1} , O_t pedig döntési változók. A feladat Bellman-elvvel (hátrafelé indukcióval) numerikusan oldható meg (a dinamikus programozás alkalmazásáról lásd pl. Miranda és Fackler [2002]).

Az optimalizáló modell kritikái. A kutatási egy korábbi szakaszában (Havran [2008]) néhány jellemző készletezésű postahivatalra a fenti optimális pályák determinisztikus változatát ((7') helyett (7) korláttal) elkészítettem, fiktív költségzintekkel. A generált és a valós pályák (rendelési és visszaküldési szabályok) relatíve közel voltak egymáshoz. A közelséget nehéz jól megragadni. Mérhetjük költségekben vagy a pályák távolságában is. Ez esetben azt jelentette, hogy a stratégiák hasonló mintázatú pályát futottak be, többnyire egymással párhuzamosan. Ez alapján nem állítható, hogy optimálisan viselkednének a postahivatalok, inkább csupán az, hogy *a két korlát igen erősen alakítja a viselkedést.* A közelség költségekkel sem mérhető jól. Ugyanis, a költségfüggvény ilyen típusú problémáknál általában (és a Postánál is) nagyon lapos, alig változik az optimum közelében.

A sztochasztikus programozás másik akadály a Posta esetében, hogy a pénzáramok, mint valószínűségi változók eloszlása minden nap más eloszlásból valók, amelyeket nem lehet ciklusság alapján sem szétválasztani. Egy adott nap feltételes eloszlását meghatározza, hogy a hét napjai közül milyen nap van, hogy a hónap hányadik napja van, hogy milyen hónap van, milyen volt az előző napi forgalom, sőt még az is, milyen az időjárás, és számos egyszeri tényező, amely országos szinten, vagy csak a helyi postafióknál jelenik meg. Mindezeket figyelembe vevő, megfelelő eloszlást előállító tanuló algoritmusok készítését a túl sok ad hoc befolyás, zaj nehezíti meg.

Az alkalmazhatóságot érintő legfontosabb kritika gazdálkodási jellegű. A postahelyek ugyanis legnagyobb részt a pénzszállítást a meglévő levél- és csomagforgalommal együtt a postás teherautókkal bonyolítják le. A pénzszállítás tehát a már más okból kialakított hálózaton történik. Így a rendszerszintű biztonsági eszközök telepítése után nincs effektív szállítási költség. A pénztartás kamatveszteségét pedig az egyes hivatalok közvetlenül nem érzékelik. Az operatív szinten keletkező kamatveszteséget a vezetés ismeri, azonban ezen csak új országos szintű technológiák bevezetésével lehet változtatni. Ennélfogva a postahelyek egyéni szinten nem optimalizálnak, csak lehetséges megoldások közül választanak.

Posták által hozott döntések mérése

Ahogy már említettük, a posták önálló döntései során is figyelembe kell venniük a két központi szabályt. Ennyiben korlátozott a pénzkészletezési mozgásterük.

Feltételezések

- A P pénzáramot a postahivatal előre látja.⁴ Az R sztochasztikus.
- A szállítási költséget és a kamatvesztést a postahivatal explicite nem veszi figyelembe a döntései során.

Döntési terület meghatározása. A már használt hüvelykujj-szabályokat, mint korlátokat összegezzük. Az O_t - I_{t+1} döntési területet célszerű úgy elképzelni, mint egy téglalap (a (2), (3), (4), (5) és (6) egyenlőtlenségek) és egy nyílt háromszög (7, 8 egyenlőtlenségek) metszetét. A metszet lehet háromszög, négyszög vagy ötszög formájú. A döntési területet úgy adható meg, hogy először az I_{t+1} lehetséges tartományai kerülnek meghatározásra, majd az O_t tartományát, mint I függvényeként állítjuk elő.

Döntési halmaz definíciója. Legyen az I és az O tartományai (G_I és G_O halmazok):

$$\begin{aligned} H_1 &= (0, I_{max}) & H_4 &= (0, O_{max}) \\ H_2 &= (P_{t+1}-U_t, I_{max}) & H_5 &= (U_t-k, U_t) \\ H_3 &= (P_{t+1}-k, I_{max}) & H_6 &= (0, U_t+I_{t+1}-P_{t+1}) \\ G_I &= H_1 \cap H_2 \cap H_3 & G_O &= H_4 \cap H_5 \cap H_6 \end{aligned}$$

Ekkor a döntési halmaz: $D_t = G_I \times G_O(I_{t+1})$

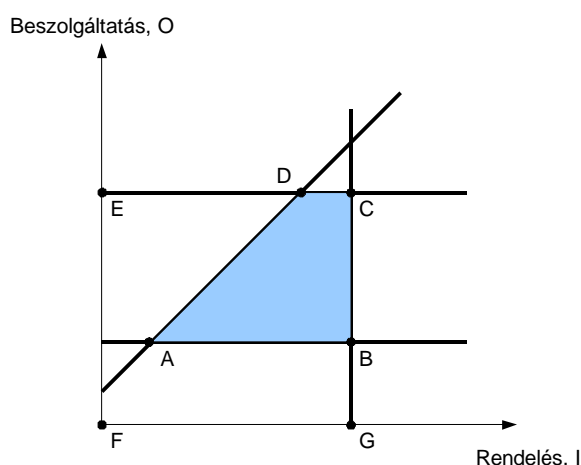
Megjegyzések. A H_1 -es intervallumot közvetlenül a (3) és az (5) egyenletekből kaptuk. A H_2 és H_3 -as halmazok úgy kapjuk, hogy a nyílt háromszög csúcsának I koordinátáját két esetben vizsgáljuk. Ugyanis a háromszög csúcsában lesz a legkisebb az I , ha az O koordinátája nagyobb, mint zérus. Ha pedig az O koordinátája negatív, akkor a nyílt háromszög azon éle fogja metszeni az O tengelyt, melyet az $U_t + I_{t+1} - O_t = P_{t+1}$ egyenlet határoz meg, és ekkor itt lesz az I minimális. A H_4 -es intervallum a (4) és (6) megkötésekből adódik. A H_5 a (8) és (2) korlátból származik, a H_6 pedig a (7)-ből.

Egy példát adunk egy periódus lehetséges döntési tartományának illusztrálására. Tekintsük a 4. ábrát! A rendelési szabály az AD vonal alatti terület. Visszaküldési szabály: AB vonal feletti terület. Ha korlátozott számú teherautóval lehet a pénzt szállítani, a döntés az EFGC négyszögon belüli részre korlátozódik le, ez a maximálisan rendelhető, illetve visszaküldhető mennyiség. A lehetséges döntési tartomány az ABCD alakzaton belüli terület. A tartományon belül pontok közül a postahivatal vezetője szabadon választhat. Ez a tér lehet nagyon szűk vagy nagyon tág, a következő napi pénzáramlásoktól függően.

A D_t döntési halmazon belüli választás nem jelenti azt, hogy a jövőben nem fordulhatna elő valamilyen szabálysértés: negatív, vagy túlcsoportult készlet szint. Ennek egyik oka, hogy annyi a be- vagy kiáramló pénztömeg, amennyit nem lehet visszaküldeni, illetve rendelni. A másik, hogy a lehetséges döntési tér csak egy periódusra szól, a cselekvés távolabbi következményeire nem. Vagyis a két hüvelykujj-szabály az előrelátást nem biztosítja, míg a dinamikus programozási feladat igen.

⁴ Ez a feltétel a valóság egy közelítése. A postahivatalok pár napra előre ismerik a kifizetésre váró pénzek döntő részét (nyugdíj, szociális transzferek), amelyekhez képest az esetlegesen felmerülő pénzkidadások eltörpülnek.

4. ábra. Egy lehetséges döntési tartomány



Döntési koordináták leírása. Mivel minden időpontban a D_t halmaz alakja más és más, így nem lehet egyszerűen összehasonlítani a döntéseket. Ehhez a döntési tartomány korlátjait felhasználó normalizálást érdemes elvégezni. A célra két mutatószámot képeztem. Legyen I' és I'' az adott napon lehetséges legkisebb és legnagyobb rendelés, O' és O'' a lehetséges legkisebb és legnagyobb visszaküldés szintje. (Ezek a G_1 és G_0 tartományok alsó és felső határait jelentik.) Az alfa és béta, mint viselkedést leíró paraméterek a minimumok és a maximumok közötti súlyból adódnak:

$$\alpha_t = (I_t - I'_t) / (I''_t - I'_t) \quad (10)$$

$$\beta_t = (O_t - O'_t) / (O''_t - O'_t) \quad (11)$$

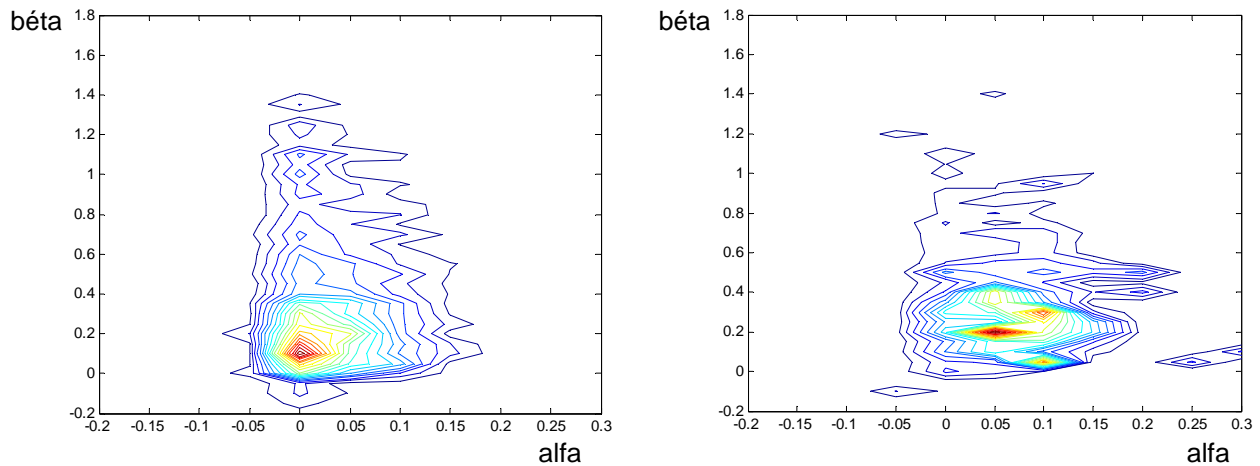
Így az (α_t, β_t) döntési pontot kétdimenziós koordinátaként fejezhetjük ki. Ezek a koordináták nem feltétlenül állandóak az időben, de az feltételezhető, hogy az egyes postahivataloknak van jellemző szokása, vagyis olyan átlagos koordináta-érték, amely körül hozzák döntéseiket, egy-két éven keresztül. Az empirikus adatok nagy szóródást mutatnak az időben egy-egy posta esetében. Általában a kisebb méretű posták esetében sok a $[0,1]$ intervallumon kívüli szám, amely azt jelenti, hogy a postahivatalokra előírt korlátok gyakorta nem effektívek. (A korlátok átlépése azonban gazdasági szempontból akár indokolt is lehet.) A döntési koordináták mérettől függetlenek, tehát lehetővé teszik a kisebb és a nagyobb posták viselkedésének összehasonlítását is.

Szót kell ejteni a módszer kritikáiról is. A módszer erőssége, hogy a készletezési folyamat fő jegyeit egyszerűen, de az optimalizálás gondolatmenetre építve adja meg, két paraméterrel segítségével leírja az elvi viselkedést. A módszer gyengesége is az előnyéből származik: a posták viselkedési mutatói az egyes napokon nagy szóródást mutatnak, még ha egy jellemző érték körül is. Ennek fő oka, hogy a normalizáláshoz szükséges szállítási maximumokat nehezen lehet jól megválasztani a posta helyi szintű ismerete nélkül. Ugyanis, a posták számára előírt maximumok inkább irányszámok, mint effektív korlátok. Ilyenkor célszerű az elmúlt időszak legnagyobb ilyen értékét venni, mint potenciális legnagyobb korlát, amit nem léphetnek túl. A módszert a felső korlátok időben változó modelljével lehetne javítani további kutatások során.

Viselkedési szokások a postahivataloknál

Az adatbázisból a kétdimenziós koordinátákat elkészítve az alkalmazott stratégiák, szokások könnyen elemezhetőek. Az adatok közül a 2003 év és az utáni szakaszt használtam fel, a 2003 előtti években a rendszerben jelentősebb változtatások történtek, így csak az azt követő homogénebb időszak volt alkalmas a számításokra. Az 5. ábra az egyes posták szokásait az (α, β) stratégiák terében jeleníti meg. A 2500 hivatal egyedi stratégiájának az adatbázisból kinyerésével, majd kétdimenziós gyakorisági táblázatba foglalásával készült el a gyakoriság „domborzatát” illusztráló kontúrtérkép. Kétféle térkép található az 5. ábrán: az egyik a hasonló szokásokkal bíró posták száma adódik össze és alkot gyakoriságot, a másikon a hasonló szokású posták átlagos forgalma (méret) összegződik. Az első esetben, csupán a postahivatalok számát tekintve a legjellemzőbb a „maguknak valók” $(0;0)$ stratégiája. Viszonylag sok olyan kis település található, ahol ez megvalósítható, méretüket tekintve azonban elhanyagolhatóak.

5. ábra. Az egyes postahivataloknál alkalmazott készletezési szokások gyakoriságának kontúrtérképe az (α, β) téren, súlyozatlan és forgalommal súlyozott adatokon



Amennyiben a postahivatalok nagyságát is tekintetbe vesszük, hat jellemzőbb stratégiát találunk. Ezek:

1. „nagyposták” – ők kézbesítenek is rendszerint $(0,05; 0,2)$,
2. „kézbesítő posták” $(0,1; 0,3)$,
3. „felhalmozó posták” $(0,1; 0)$,
4. „visszaküldők” $(0,05; 0,85)$,
5. „maguknak valók” $(0; 0)$, sokan vannak, de kicsi a súlyuk még együtt is,
6. „üzletházi-posták” kicsi, nem kézbesítők $(0; 1)$, kicsi a súlyuk.

Alapos megfigyelőnek feltűnhet, hogy a súlyozott ábrán a $(0,2; 0,5)$ és a $(0,2; 0,4)$ koordinátánál megjelenik egy-egy csoport, míg a súlyozatlanon nem. Ezek a kidudorodások egy-egy postahivatal, a nagy forgalmú Keleti pályaudvari postát, és a Békéscsaba 1-es postát jelenti, így a súlyozatlan (darabszámok alapján kategorizált) posták között nem is szerepelhetnek. Bár nagyméretű postákról van szó, viselkedésileg kézbesítő posta funkciót töltenek be.

Korábbi kutatásokban (Havran [2007], Berlinger-Havran-Marossy-Sugár-Tulassay [2006]), a postahivatalokat már sikerült külső jegyeik (környezetük, nem pedig viselkedésük)

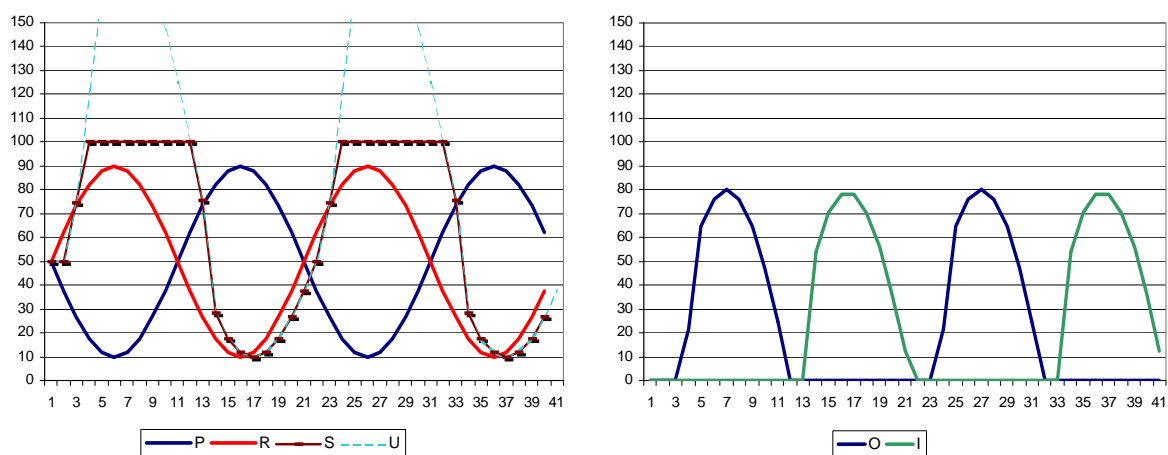
alján osztályozták. *Környezet* alatt a postahivatalok számára egzogén, az ügyfelek által generált pénzáram-sorozatokat értjük. Ezek a be- és kifizetések a postahivatalok méretét, nettó pénzpozícióját, a pénzfizetések hullámzásait és tendenciáit egyaránt meghatározzák. A kutatásokban akkor öt csoportot lehetett elkülöníteni, amelyből három tért el élesen egymástól: a nagyposták, az üzletházi-posták, illetve a közepes, átlagos posták. További két csoport a köztes csoporthoz nagyon közel állt. Az ott kapott 60 legnagyobb postahivatal (nagyposták) klaszterét tekintve, itt a posták jellemzően $(0,05; 0,2)$ koordináta közelében csoportosulnak. Az ott kapott kis jelentőségű, de élesen elkülönülő csoportnak számító üzletházi-postákat jelen tanulmányban a $(0,1)$ koordináta-pár jellemzi, amely a bal oldali kontúrtérképen meg is jelenik.

Az összevetés alapján kijelenthető, hogy a postahivatalok általában *környezetük* által indokolt, racionális szokásokat alakítanak ki, ahol viszont van lehetőség a mozgástéren belül eltérni (mintegy 2000 posta esetében!), ott nagy a diszperzitás. Ebben a szóródásra lehetőséget adó átlagos környezetben tevékenykednek a „kézbesítő”, a „felhalmozó” és a „maguknak való” posták is. A visszaküldő posták halmaza gyűjtőfogalom, a jobb oldali ábra északi részén elszórva helyezkednek el, a üzletházi posták mellett.

A leggyakoribb stratégiák jellemzői

A példákban az előbb ismertetett fontosabb stratégiák eredményeit illusztráljuk, egységes, fiktív, determinisztikus környezetben. A lakossági pénzáramok 10 és 90 közötti értékeken, szinusz függvény szerint hullámoznak. A sötét hullám a kifizetéseket (P), a világos a befizetéseket (R) jelenti, mindkettő egyforma nagyságrendű, és havi frekvenciájú. A megfigyelhető készletek szintje (S) pontozott, a döntési előtti szintje (U) szaggatott vonallal szerepelnek. A jobb oldali ábrán a rendelési (I) és a visszaküldési (O) stratégiák találhatók. A bemutatandó stratégiák, és az ez által generált készletszintek mindig a D döntési halmazon belül vannak, vagyis megvalósítható programok. Egy hónap 20 nap, két hónap kerül ábrázolásra.

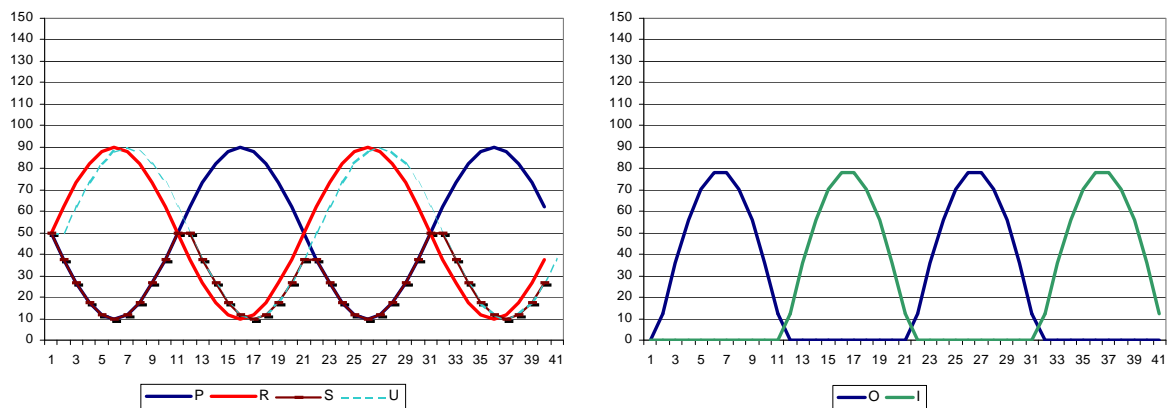
6. ábra. „Maguknak való”. Minimális rendelés, minimális visszaküldés ($\alpha=0, \beta=0$)



A lehető legkisebb rendelés és visszaküldés esetében (6. ábra) a készletek felhalmozódnak, három napon belül a minimális visszaküldés után a zárókészlet a megengedett maximumra szökik fel. Innentől a lehetséges minimális visszaküldés már ciklikusan alakul. Ez a stratégia áll a legközelebb a tipikushoz. Meglepő, de ebben a környezetben a „minimalista” szemlélet

magas készleteket és ugyanannyi pénzmozgást jelent, mint a következő, magas visszaküldést alkalmazó esetben.

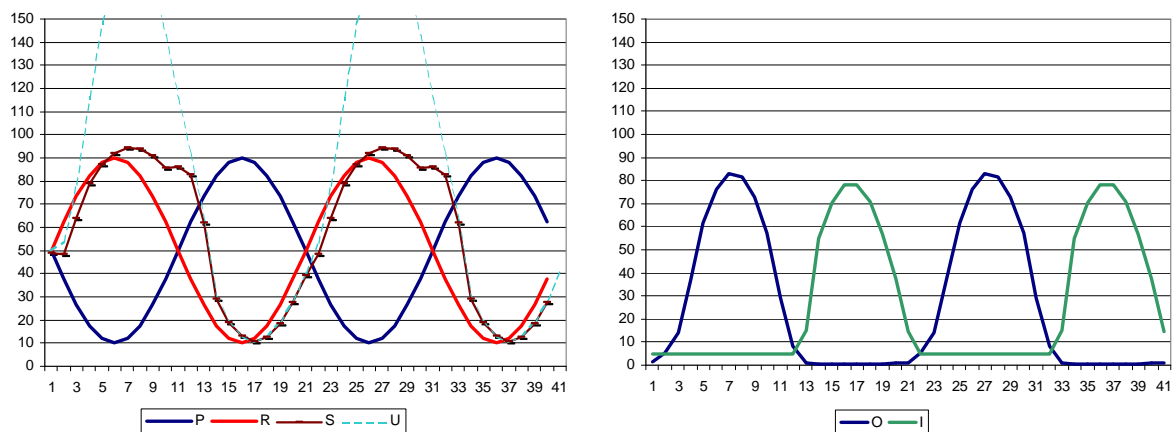
7. ábra. „Üzletházi posták”. Minimális rendelés, maximális visszaküldés ($\alpha=0, \beta=1$)



A 7. ábra szemlélteti az alacsony készlettel, de nem elhanyagolható pénzutaztatással járó stratégiát. Maximális visszaküldés és minimális rendelés mellett a zárókészletek alacsony szinten maradnak, bár ciklikus hullámzás itt is tapasztalható. Szinte teljesen ugyanilyen mintázatot ad a szélesebb tábor felőlelő „visszaküldők” stratégiája is.

Végezetül következzen a nagyposták által fémjelzett, a kézbesítőkhöz is nagyon hasonló stratégia. Az 8. ábrán jól látszik, hogy a hónap második felében, amikor elindul a nyugdíjfizetési szezon, a zárókészletek megemelkednek: nem küldenek vissza minden pénzt azonnal. A felhalmozott tartalék felhasználásával aztán lassan kifizetik a nyugdíjikat.

8. ábra. „Nagyposta-stratégia”. Közepes rendelés és kicsi visszaküldés ($\alpha=0,05, \beta=0,2$)



A bemutatott stratégiák közül a „visszaküldő” stratégia nem járt jelentősen több utaztatással, de kevesebb készletszintet kellett fenntartani. Elképzelhető, hogy a szokások „északra tolásával”, vagyis a visszaküldési hajlandóság növelésével lehet a szükséges pénzkészletet csökkenteni. Az erre vonatkozó hatásokat a következő részben vizsgálom.

Hogyan hat a viselkedés változása a rendszer egészére?

Vajon hogyan változtatná meg az összkészlet nagyságát az a helyzet, ha a „maguknak való” postahivatalok egyik napról a másikra „szorgosan visszaküldővé” válnának? Vajon hogyan

hatna mindez a Magyar Nemzeti Bankkal történő készpénz-tranzakciókra? Két feltételrendszer mellett vizsgálom a feltett kérdéseket. Az első a Magyar Posta 2005-ös *környezete*, amelyben csak a viselkedés változásából eredő hatásokat elemzem. A második feltételrendszer egy 2010-2011 körüli évre előrevetített *környezetet* jelent. Ebben a második esetben a készpénz-helyettesítők térnyerése, és ennek következményeként a postánál szokásos készpénztranszferek csökkenése idézi elő a viselkedések változását.

A szimuláció a bemutatott összefüggésrendszert képezi le, ahol egy értékár és hat különböző viselkedésű, egy-egy csoportot reprezentáló postahivatal működik. A reprezentatív postahivatalok viselkedési jellemzői:

1. „nagyposták” $(0,05; 0,2)$,
2. „kézbesítő posták” $(0,1; 0,3)$,
3. „felhalmozó posták” $(0,1; 0)$,
4. „visszaküldők” $(0,05; 0,85)$,
5. „maguknak valók” $(0; 0)$,
6. „üzletházi posták” $(0; 1)$.

A nagyposták és az üzletházi-posták, többiekétől eltérő funkciót látnak el, és jelentősen eltér a befizetési és kifizetési szintek aránya. A 2, 3, 4, 5 típusú posták nagyon hasonló be- és kifizetési mintázatokkal találkoznak működésük során. Ezért az egyes reprezentatív postákat különböző pénzáramlás-környezetben modelleztem. A reprezentatív környezeteket (nagyposta, üzletházi posta, 2-5. posta) úgy alkottam meg, hogy az adott környezetbe tartozó valódi posták egzogén pénzáramait aggregáltam. Így például az összes üzletházi posta pénzáramával szembeül a „felnagyított” reprezentatív egyed. Az 2-5. sorszámú típusok esetében a környezet a következő: mindegyik típus be- és kijövő pénzáramlás-mintázata ugyanaz, de méretben eltérnek: a 2, 3, 4-es típusok a 2-5. típusba tartozó posták méretének 30-30-30%-a, míg a maguknak való posták esetében az 2-5. csoportra jellemző készpénzforgalom 10%-a.

2. táblázat. A kiinduló és a kísérletek során használt paraméterek

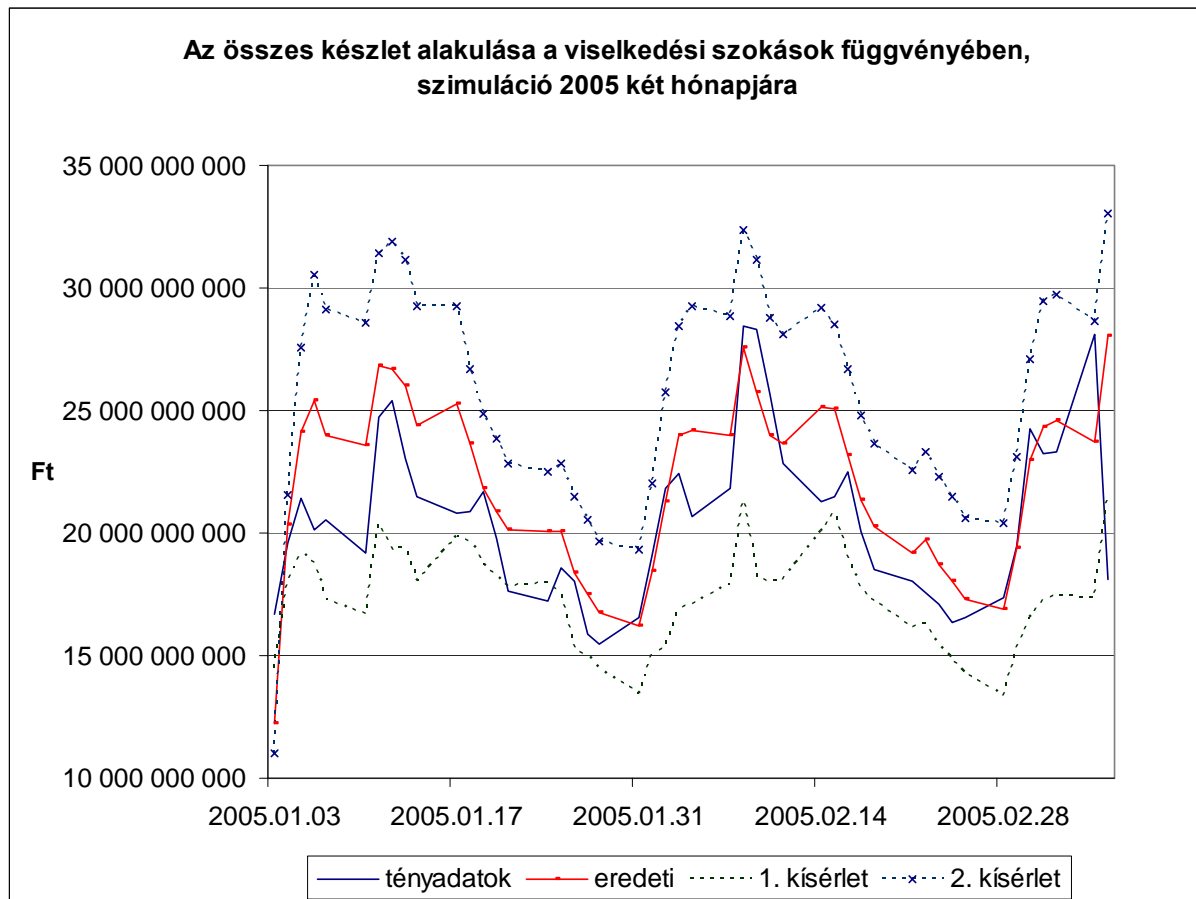
Posta	nagyposta	kézbesítő	felhalmozó	visszaküldő	maguknak való	üzletházi-posta
<i>eredeti</i>						
alfa	0,05	0,10	0,10	0,05	0,00	0,00
béta	0,20	0,30	0,00	0,85	0,00	1,00
<i>kísérlet 1</i>						
alfa	0,05	0,10	0,10	0,05	0,00	0,00
béta	0,70	0,70	0,70	0,85	0,70	1,00
<i>kísérlet 2</i>						
alfa	0,05	0,10	0,10	0,05	0,00	0,00
béta	0,10	0,10	0,00	0,40	0,00	0,80

Első feltételrendszer és eredmények

Az első feltételrendszerben csak a 2005-ös adatokat használtam fel. A megfigyelt szokások modellezésén túl két ettől eltérő szokást is előállítottam szimulációval. Az *első kísérlet*ben a postahivatalok visszaküldési motívuma erősödik meg, a *másodikban* a tartalékolási elem. A kísérletekben alkalmazott viselkedési paramétereket a 2. táblázat tartalmazza.

Az eredeti paramétereket használó szimuláció a készletek megfigyelt ingadozásának nagy részét visszaadta. Az extrém időszakok (a szokásostól jelentősen eltérő készletezési időszakok) kivételével a hullámzások követték a megfigyelt adatokat. A 9. ábrán a teljes évből bemutatott két hónapban (január, február) a minimális készpénzkészlet 15 Mrd Ft körül, a maximális pénzkészlet nagysága 28 Mrd Ft körül alakult. A második héten jellemzően megugró készletszint a rendszeren belüli „felhalmozási” motívum (a csekkbevételekből tartalékolnak a posták a nyugdíjak kifizetésére készpénzt) miatt jelentkezik. Ezt a konstans (α, β) viselkedési stratégia csak részben adta vissza jól: a konstans koordináták már a hónap első hetében valamelyest előidéztek felhalmozási motívumot.

9. ábra. Az összes készlet (G) alakulása a viselkedési szokások függvényében

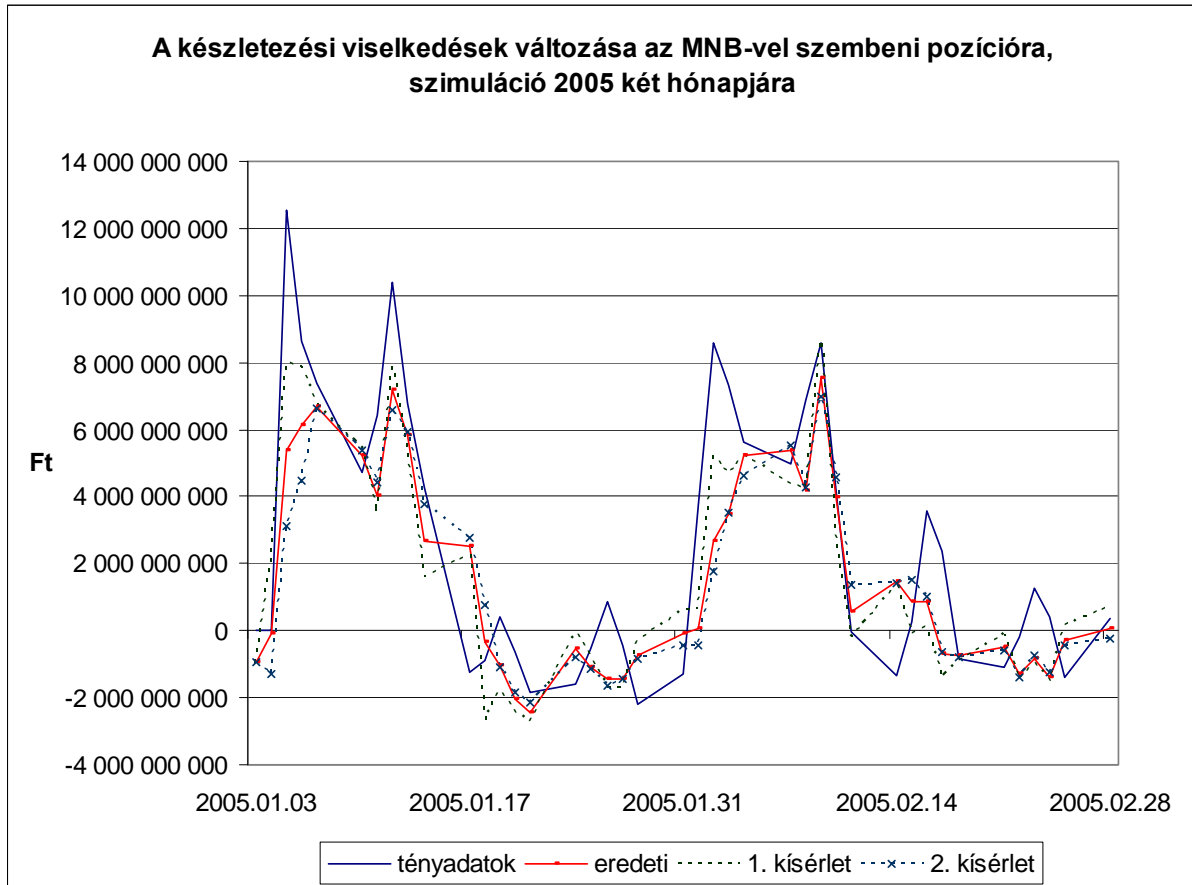


A két eltérő viselkedési szokás a jelenlegi napi ingadozáshoz képest +/- 5 milliárd Ft-tal is megváltoztatta az eredetileg megfigyelt készletszinteket. Az intenzívebb továbbküldést reprezentáló feltevés (1. kísérlet) csökkentette a rendszerhez szükséges működőtőke nagyságát. A viselkedésváltozás laposabb alacsonyabb szintet és enyhébb hullámzást eredményezett. Az intenzívebb tartalékolás (ez kevesebb pénzutaztatással jár) magasabb, és erősebben ingadozó pénzállományt indukált. A viselkedések megváltoztatásának hatása csak a hónap első felében (a csekkbefizetések időszakában) érvényesült igazán.

A következő, 10. ábra a Posta rendszerének MNB-vel szembeni pozícióját mutatja be. A grafikonok pozitív részei az MNB-be történő beszállítást (tehát a rendszerben fölöslegessé váló készletet) jelentik. Azt gondolnánk, a tartalékok képzésének különböző módjai erősen befolyásolják a rendszer külső készpénz-szükségletének alakulását. Meglepő, de a központ MNB-vel való napi pozíciója a különböző viselkedési paraméterek ellenére – egy rövid periódus kivételével – alig változott. A rövid időszak a hó eleji fölösleges készpénzek

beküldésére vonatkozik. Ilyenkor ugyanis a „tartalékolóbb” rendszer nem küldött annyi készpénzt az MNB-be, mint amelynek szereplői megjárják a pénzkészletet. Ez a hatás 2-3 napig jelentkezik csak egy hónapban, de napi 2-4 Milliárd Ft-tal kevesebbet/többet utalnak ekkor a Nemzeti Bankba. Mindez a készletállomány szintjének eltérését magyarázza.

10. ábra. Az MNB pozíció (MNB_O-MNB_I) alakulása a viselkedési szokások függvényében



Az eredeti viselkedési paraméterekkel szimulált és a megfigyelt adatok között is a kitüntetett napokon volt a legnagyobb különbség. Az MNB-számla vizsgálatának fő konklúziója, hogy a fennálló MNB-vel szembeni napi pozíciók alakulása, és a lehetséges ingadozás tartománya nem változik jelentősen a viselkedések hatására. Az összes készlet szintjének elemzése pedig arra mutat rá, hogy minden hónapban van kb. 2 hetes időszaknyi lehetőség arra, hogy a viselkedés kontrollálásával, „újraprogramozásával” alacsonyabb működőtökével üzemeljen a rendszer. Azonban, az alacsonyabb készletszinttel járó költségcsökkenés (kamatbevétel), nem feltétlenül kompenzálja a készpénzutaztatással és feldolgozással járó pótlólagos kiadásokat.⁵

Második feltételrendszer és eredmények

A második feltételrendszer egy ma időszerű problémát ír le. A folyószámlák nagyméretű elterjedésével egyre több nyugdíjas választja azt, hogy a készpénzes kézbesítés helyett folyószámlára kaphassa nyugdíját. A készpénzutasítási megbízások egy részét is egyre inkább

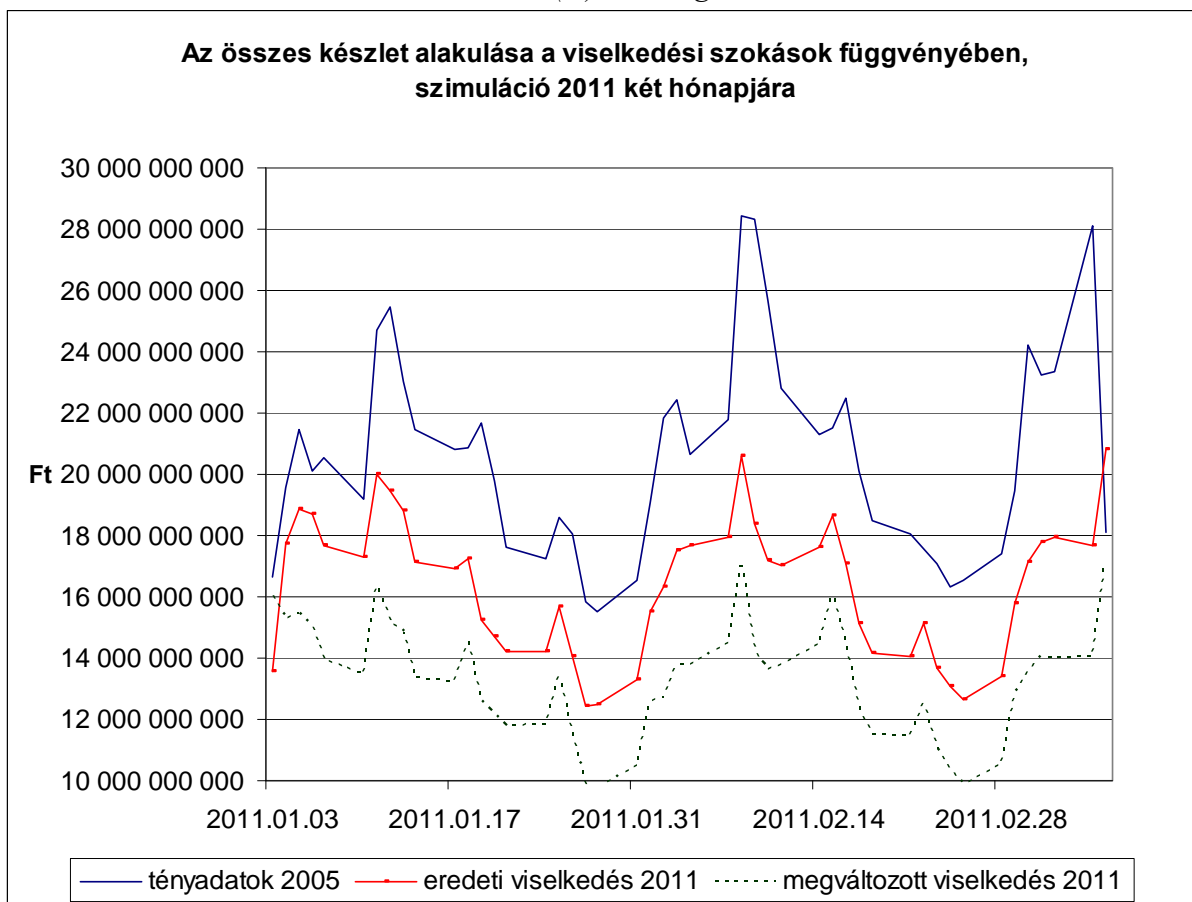
⁵ Gondoljunk arra, hogy a gyakoribb pénzfeldolgozás nagyobb költségeket ró a rendszerre, miközben a kinyert összeget általában csak 3-5 napra lehetne a pénzpiacra kihelyezni. Adatok hiányában nem készítettem külön költségcsökkentést, a Posta szakembereinek beszámolójára támaszkodom.

felváltja elektronikus úton történő fizetés. Egy ilyen megváltozott környezetben változik az MNB-pozíció és a készlet szint is. A postahivatalok nagy része a maitól eltérő környezetben üzemel majd, ez okozhatja a viselkedések változását is. Jellemzően a nyugdíjkifizetések funkciója csökken jobban a csekkbefizetésekhez képest, lokális szinteken is. Ez azt jelenti, hogy csökken majd a „felhalmozási” motívum szerepe.

Az előrejelzés céldátuma 2011, a bázis idősorok 2005-ösek, ezeket korrigáltam. A használt feltételezések egy valószínűnek tartott, lehetséges scenáriót írnak le, amelytől akár nagymértékű eltérés is lehetséges. Ebben a nyugdíjkifizetés forgalma a jelenlegi trendet 2011-re előre vetítve, az így előre vetített szint 36%-ára esik vissza. Ez a 2005-ös forgalom 45%-át jelenti. A csekkfizetések az 2011-re előre vetített érték 79%-a, amely a 2005-ös szint 74%-át adja. A változások minden környezetre egyformán hatnak. A készletezési viselkedéseknél az első feltételrendszer *eredeti* és az *1. kísérletben* használt paramétereket alkalmaztam.

A változások hatása számottevő a rendszer működésére. A viselkedésekben változatlanúságot feltételezve, átlagosan mintegy 5 milliárd Ft-tal csökken a rendszerben forgó pénzkészletek nagysága. Amennyiben figyelembe vesszük a viselkedésekben bekövetkező lehetséges változásokat is, akkor átlagosan 8 milliárd Ft-tal alacsonyabb készlet szinttel üzemelne a 2005-ös évhez képest a Posta.

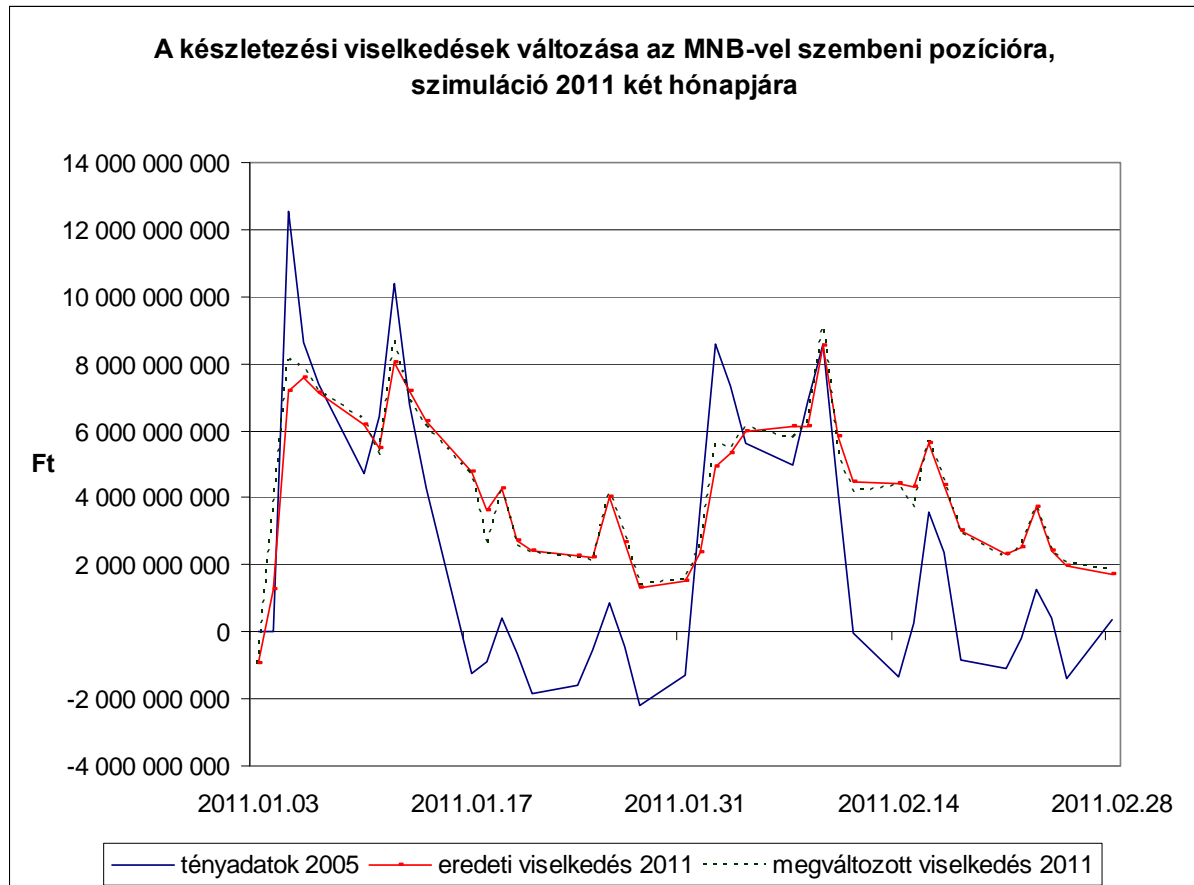
11. ábra. Az összes készlet (G) lehetséges alakulása 2011-ben



Ebben az esetben a viselkedésváltozást a környezet megváltozása valóban indokolja, hiszen a csekkforgalom aránya nő a nyugdíjforgalomhoz képest, több a beáramlás, mint eddig. Érdekes, hogy a viselkedésváltozás ebben az új scenárióban a hónap mindkét felében egyformán érvényesül. A 2005-ös (és még a jelenlegi) helyzetben csak a hónap első felében okozott. Az egzőgén változás a jegybanki pozíció mintázatát a beküldés-rendelés

periódusokról hullámzó befizetési periódusra módosítja. A jegybankkal szembeni készpénzpozíció is változik, viszont a viselkedésváltozás itt sem befolyásolja az értékeket. A 11. ábra a működőtőkét, a 12. ábra az MNB-pozíciót jeleníti meg.

12. ábra. Az MNB-pozíció ($MNB_O - MNB_I$) lehetséges alakulása 2011-ben



Összefoglalás

A tanulmány a Magyar Posta készpénz-gazdálkodásán kérdéseit vizsgálja, különös tekintettel arra, miként hatnak az egyéni szereplők (posták) viselkedései a teljes rendszer készleteire és működőtőkéjére.

A vizsgálathoz a hálózatok készpénzáramlási rendszerét kellett először egyenletekbe foglalni. Önálló eredmény a postahivatalok egyedi feladatának formális felírása. Az egyenletek és az optimális feladat nagyban segítette a valós rendszer megértését, és szimulációjának előkészítését.

A tanulmány állításai, következtetései:

1. A postahivatalok viselkedése időben stabil szokások esetén két paraméterrel (egy rendelési és egy visszaküldési hányadossal) mérhető és modellezhető.
2. A postahivatalok esetében megkülönböztethetünk 6 jellemző viselkedési szokást.
3. A 2500 szereplő helyett 6 postahivatalra redukált, 30 paraméteres (dimenziós) ügynök alapú (agent-based) modell alkalmas a vállalati likviditás és a hatékonyság makroszintű elemzésére. Ezzel az aggregálási és nemlinearitási problémát feloldottuk.

4. A viselkedések megváltozása akár 5 milliárd Ft-tal is emelheti/csökkentheti a Magyar Posta napi készpénzkészlet-szintjét.
5. A viselkedések megváltozása nem hat jelentősen az MNB-vel szembeni készpénzpozícióra. A havi mintázat legfeljebb 2-4 napon módosul. A viselkedésváltozás vállalati likviditást nem veszélyeztet jelentősen.
6. A 2011-es időszak szimulációja alapján várhatóan átlagosan 8 milliárd Ft-tal alacsonyabb pénzkészlettel üzemel majd a postai rendszer. Az MNB-vel való napi forgalom ingadozása mérséklődik, sokkal jellemzőbb lesz az MNB-be való pénzbeküldés.

Mindezek a következtetések hasznosak lehetnek a hálózatos szerkezetű pénzügyi tevékenységet végző vállalatok készpénzgazdálkodásában, elsősorban a tervezésben és a kockázatkezelésben.

Hivatkozások

- BAUMOL, W. [1952]: The Transactional Demand for Cash: An Inventory Theoretic Approach. The Quarterly Journal of Economics, Vol 66., No 4., 545–556. o.
- BERLINGER E., HAVRAN D., MAROSSY Z., SUGÁR A., TULASSAY ZS. [2006]: Modellalkotás a készpénzforgalom tervezéséhez - statisztikai, ökonometriai tervezési modell, Kutatási beszámoló a Magyar Posta Zrt. részére, Budapest.
- BOSWIJK, H. P. ; HOMMES C. H. , MANZAN, S. [2007]: Behavioral heterogeneity in stock prices. Journal of Economic Dynamics and Control, Vol. 31, No. 6., 1938-1970. o.
- CASTRO, J. [2007]: A Stochastic Programming Approach to Cash Management in Banking. European Journal of Operational Research, publikálásra elfogadva: 2007, doi:10.1016/j.ejor.2007.10.015.
- CREW, M. A.; KLEINDORFER, P. R. (eds.) [2002]: Postal and Delivery Services: Delivering on Competition, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- DAELLENBACH, H. G. [1974]: Are Cash Management Optimization Worthwhile? Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1974, Vol. 9, No. 4., 607-626. o.
- EPPEN, G. D.; FAMA, E. F. [1968]: Solutions for Cash-Balance and Simple Dynamic-Portfolio Problems, The Journal of Business, Vol. 41, No. 1, 94-112. o.
- FERSTL, R.; WEISSENSTEINER, A. [2008]: Cash Management Using Multi-Stage Stochastic Programming. Kézirat. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1009173. Letöltési idő: 2008. augusztus 21.
- FOSTER, J. [2004]: From Simplistic to Complex Systems in Economics, Discussion Paper No 335, School of Economics, The University of Queensland.
- HAVRAN D. [2007]: A Magyar Posta likviditáskezelési problémái: a heterogén sokszereplős rendszer működése és a pénzkészletezés optimalizálása, Közgazdasági Doktori Iskola III. éves Konferenciája, Budapest, 2007. december.
- HAVRAN D. [2008]: Optimal Cash Management with Dynamic Programming. Performance Measure on the Example of Hungarian Post Co. Ltd, CAMEF Workshop, Budapest, 2008. február.
- HIRTLE, B. [2005]: The Impact of Network Size on Bank Branch Performance. Federal Reserve Bank of New York Staff Reports, No. 211.
- HOLMSTRÖM, B.; TIROLE, J. [1999]: Liquidity and Risk Management. Journal of Money, Credit, and Banking, Vol. 32, No. 3., 295-319. o.
- MAGYAR POSTA [2007]: A Magyar Posta Zrt. által rendelkezésre bocsátott belső adatok, szabályzatok és dokumentációk, Budapest.

- MILLER, M. H.; ORR, D. [1966]: A Model of the Demand for Money by Firms, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 80, No. 3., 413-435. o.
- MILNE, A. [2005]: What's in it for us? Network effects and bank payment innovation. Bank of Finland Research Discussion Papers, No 16.
- MILNE, A.; ROBERTSON, D. [1996]: Firm Behaviour Under the Threat of Liquidation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol 20., 1427-1449. o.
- MIRANDA, M. J.; FACKLER, P. L. [2002]: *Applied Computational Economics and Finance*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2002.
- MORETTO, M.; TAMBORINI, R., [2007]: Firm Value, Illiquidity Risk and Liquidity Insurance, *Journal of Banking and Finance*, Vol 31., 103–120. o.
- MORRIS, J. R.[1983]: The Role of Cash Balances in Firm Valuation, *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 18, No. 4., 533-545. o.
- STONE, B., K. [1972]: The Use of Forecasts and Smoothing in Control - Limit Models for Cash Management, *Financial Management*, Vol 1, No 1.: 72–84. o.
- TESFATSION, L., [2001]: Introduction to the computational economics special issue on agent-based computational economics. *Journal of Economic Dynamics and Control*. Vol. 25, No 3-4., 281-293. o.
- YU, L.-Y.; JI, X.-D.; WANG, S.-Y. [2003]: Stochastic Programming Models in Financial Optimization: A Survey. *Advanced Modeling and Optimization*, Vol. 5, No 1, 1-26. o.