

HAVRAN DÁNIEL

Pénzgazdálkodási szokások hatása a működőtőkére

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 csomag-kézbesítésen kívül jelentős készpénzforgalmat bonyolít le: nyugdíjakat, segélyeket és készpénz-átutalási megbízásokat továbbít. A forgalom napi ingadozása a vállalat likvideszköz-igényét jelentősen meghatározza. A posta esetében a postahivatalok készpénzgazdálkodása jól működő hüvelykujjszabályokon 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 a kapcsolatát elemzi.*
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 transferek kézbesítése, továbbá a készpénz-átutalási megbízások („sárga csekkek”) forgalmának kezelése is. Ez a nemzetközi gyakorlatban ritkán fellelhető két feladat jelentős készpénzforgalmat idéz elő.

A postának mint pénzzel is foglalkozó vállalatnak fontos célja a likvid, de hatékony működés. A Posta két likviditási követelménnyel szembesül: az *egyedi* és *központi likviditással*. *Egyedi likviditás* követelménye, hogy a postahivataloknak mindig fizetőképességük kell lenniük: 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 kamatvesztést okoz, pénzkészletelési költséget jelent. A helyi szintű készpénzgazdálkodásban a postahivatalok bizonyos döntési mozgásterrel rendelkeznek, amely befolyásolja a vállalat központi készpénzpozícióját, vagyis a *központi likviditást* is. A cikk célja ezt az összefüggést megvizsgálni, modellezni.

Az idekapcsolódó szakirodalom ismertetését követően a pénzkészletezés rendszerét és a meglévő gyakorlatot mutatjuk be, majd az egyéni likviditástervezési feladatot ismertet-

* Köszönettel tartozom tanszéki kollégáimnak, *Berlinger Edinának* és *Tulassay Zsoltnak*, akik megjegyzéseikkel és biztatásukkal jelentős segítséget nyújtottak a dolgozat elkészítésében. Ezenkívül 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.

jük, ehhez különböző viselkedési szokásokat definiálunk, és új módszereket ajánlunk a pénzkészletezési szokások mérésére, illetve értelmezésére. Itt közöljük a Magyar Posta Zrt.-ben végzett empirikus elemzés eredményeit is. A javasolt módszertannal épített mikroszimulációs modell eredményei választ adnak a központi likviditás és a szokások összefüggéseinek kérdéseire. A szimulációval egy aktuális kérdés, a banki átutalások térnyerésének és a nyugdíjkiadás visszaszorulásának hatása is előre jelezhető.

Előzmények

Kapcsolódó irodalom

A nemzetközi gyakorlatban a postákhoz kapcsolódó pénzügyi jellegű tevékenységeket (a befektetési, biztosítási termékek értékesítését vagy a készpénzátutalást, illetve a segélyek, nyugdíjak kézbesítését) gyakorta egy a postához közeli bank végzi, néha a vállalaton belül szervezik meg. A magyar rendszer, ahol a készpénzes nyugdíjkiadásnak nagy szerepe van, bár nem egyedülálló, de meglehetősen ritka. Elsősorban ez azoknak a kelet-közép-európai országoknak a sajátossága (például Magyarország és Románia), ahol a posták állami szerepvállalásának hagyománya nagy, és a banki átutalások sem terjedtek még el teljeskörűen, különösen vidéken.

A hálózati, hálózatos iparágakkal (*network industry*) – köztük a postákkal – foglalkozó szakirodalomban kevesen foglalkoznak finanszírozással vagy a vállalati működőtőke 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-Kleindorfer* [2002] kötete foglalja össze.

A *likvideszköz-tartás* és a *fizetéseképtelenség* veszélye közötti választás általában költség-haszon elemzésen alapul. Az erre épülő cikkek közül ki kell emelnünk *Miller-Orr* [1966] készpénz-készletezési modelljét, *Holmström-Tirole* [1999] vállalati modelljét, illetve *Milne-Robertson* [1996] vállalati viselkedést elemző munkáját. A klasszikus készpénzkezelési (*cash-management*) alapmodellek, például *Baumol* [1952], *Miller-Orr* [1966], *Eppen-Fama* [1968] vagy *Stone* [1972] programozási feladatként fogják fel ezt a választást. Az ilyen típusú pénzkészletezési problémák zömében azonban a költségfüggvény igen lapos. Emiatt az optimális és a lehetséges készletezési stratégiák alig térnek el, s a programozás indokoltsága ezért érvényét veszti – figyelmeztet *Daellenbach* [1974].

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

Likvid eszközöket tartani viszont kamatveszteséggel jár. Egyes esetekben, amikor a kamatveszteség nagy, konstans kamatláb helyett hozamgörbét használnak a kamatok és költségek alakulásának számítására (*Ferstl-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.

A tervezhető és gépesített eljárásokkal működő rendszereknél mégis használható és eredményes a *Daellenbach* [1974] által kritizált programozás. A lakossági banki gyakorlatban alkalmazott pénzkidó automaták és bankfiókok pénzellátását rendszerint sztochasztikus programozás segítségével optimalizálják, de sok helyen *ad hoc* elemeket használnak. *Castro* [2007] a pénzkidó 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 ismereti átfogóan.

A Magyar Posta nem működtet pénzkidó automatákat, s programok helyett egyedileg alkalmazott hüvelykujjszabályok vannak. 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 módszerekkel lehet modellezni). Számos matematikai-statisztikai módszereket alkalmazó szerző javasol ilyen esetekben ügynök-alapú modellezést, lásd például *Tesfatsion* [2001]. A heterogén viselkedésformákat felderítő, hasonló szemléletű kutatások főleg a pénzügyek területéről származnak (a pénzügyi viselkedés tan egy irányzata), ilyen *Boswijk–Hommes–Manzan* [2007] cikke, amely a részvénytőke árfolyammozgások vizsgálata alapján deríti fel a különböző piaci szereplők szokásait. A felsorolt írárok adtak ötletet a szimulációs módszertan alkalmazására.

A készpénzgazdálkodás összefüggései

A rendszer működését egy stilizált modellen, számlákon keresztül ismertetjük, amelynek alapja a Magyar Posta belső szabályzata és az úgynevezett *napi elszámolási rendszer*¹ dokumentációja (*Magyar Posta* [2007]). Itt mutatjuk be a pénzforgalom elszámolási egyenleteit, és a tervezési egyenleg, a jegybanki számlák változásai, a rendszerben lévő működőtőke, valamint 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.

Jelölések:

- S*: nap eleji (nyitó) készlet (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 készlet az értéktárban,
- JNT_I*: az értéktárba beérkező pénz (postahivataltól, nemzeti banktól),

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. (Lásd: a Magyar Posta Részvénytársaság vezérigazgatójának 219/2003. Vig. Utasítása (Po.É.53.) a Napi Elszámolási Rendszerrel kapcsolatban feladatokról – *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.

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 nyitókészlettel (S) rendelkeznek, amely a trezorban van, és az előző napról maradt. Emellé a nyitás időpontjára érkezik 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 ($t + 1$ -edik napon kerül be a posták készletébe (éjszaka szállítják). A központi bankba napközben történik a szállítás. Végül, a rendszer lezárásaként, az aggregált forgalmat leíró összefüggés:

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

Végső soron a lakossági forgalomban keletkező szükségleteket vagy fölöslegeket az értéktár kezeli (a Z záróállománya 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 nulla szint körül tartani. Ez a fölös, illetve hiányzó pénzmenyiség 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/záróállománya, és az értéktárból a postákra már útnak indult másnapra megrendelt összeg. Így az összes készlet záróállománya:

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

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

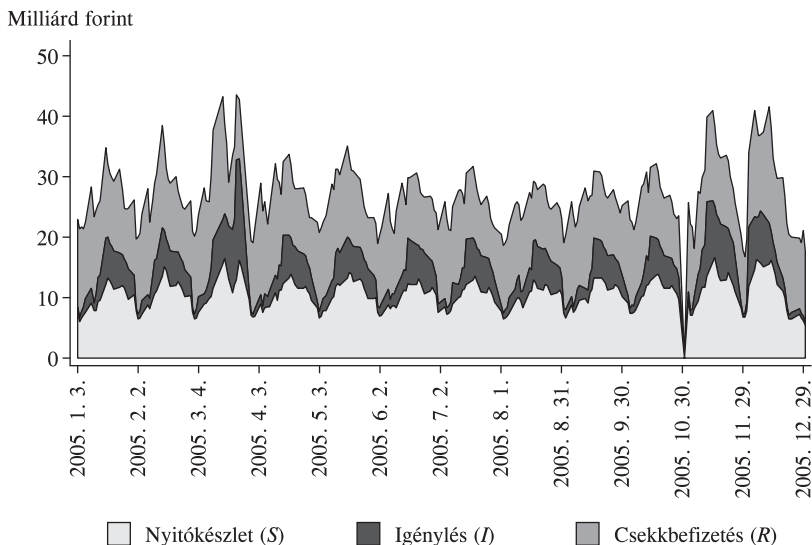
Meglévő gyakorlat

A tanulmány a Magyar Posta által alkalmazott *napi elszámolási rendszer* (NER) 2001. január 1. és 2006. május 31. közötti adatait használja (Magyar Posta [2007]). Ez egy körülbelül 2500 szereplőnek mintegy 1600 napi forgalmi adatát tartalmazó adatbázist jelent, amelyet a korábban bemutatott sémában lehet kezelni.

A kezelt készpénz nagyságrendjének és az ingadozások érzékeltetéséhez következzen néhány 2005. évi, aggregált szintű tényadat.³ Az 1. ábrán a postahivatalokba beérkező pénzáramok és a kezdőkészlet aggregátumait láthatjuk. Az ábra halmozott diagram, ahol a pénzmennyiségek egymásra rakódnak. Az ünnepnapokat és a hétvégeket (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 forint között ingadozott, az ehhez még a központból rendelt pénzmennyiség 0 és 10 milliárd forint között hullámozott.

1. ábra

Nyitókészlet, igénylés és csekkbefizetés aggregátumok, 2005



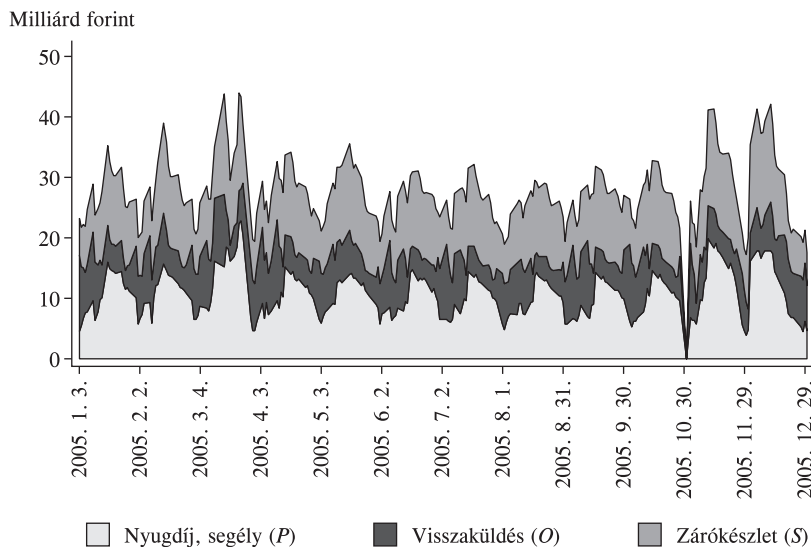
A nap közben a lakosságtól érkező pénzbefizetések (a cikkben mindvégig csak csek-ként hivatkozunk rá, de egyéb, a NER 100-as tétele alá tartozó befizetéseket is jelent) napi 5–15 milliárd forint között alakultak.

A posták kiáramló pénzeit a 2. ábra mutatja be. A legelső idősor a nyugdíj- és szociális transferek fizetése (NER 200-as tétel), amely általában legalább 5, de akár 25 mil-

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

liárd forint napi forgalmat is jelentett. A nap végi visszaküldés mértéke sem állandó (ez a nap közben beérkezett pénzmennyiségtől, az R -től is függ), 5 milliárd forint 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 forint körül, a kifizetések éves átlagos szintje mintegy 2700 milliárd forint 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 13. havi nyugdíjak fizetése miatt emelkedett ki. Az év végén a nyugdíjfizetési rend eltér, már a hónap elején utalják a nyugdíjakat, ezért tér el a november–december hónap fizetési mintázata.

A pénzbefizetésekre általában igaz, hogy a hónap elején nagyobb összegek jelentkeznek, mint a 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 forintról beszélhetünk.

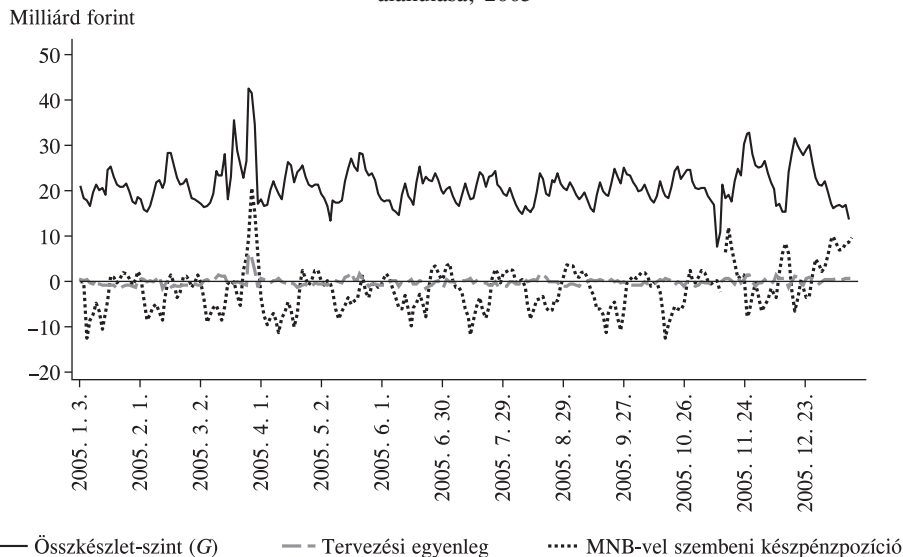
Mivel a nyugdíjfolyósító központ is és a készpénz-átutalási megbízások címzettjei is számlapénzen utalják/kapják az említett összegeket, a Magyar Posta feladata a készpénzkonverzió lebonyolítása. Bár a készpénzbevételek éves szinten magasabbak, mint a kiadások, a bemutatott hullámzások miatt nem lehet 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 hullámozásán markánsan látszik a hó elején domináns készpénzbefizetés, és a hónap második felében a kiáramló pénzkészlet lepassztja a készletszintet. Az MNB-be hónap elején a Magyar Posta készpénzt helyez el (néhány napos késleltetéssel),

a hónap második felében pedig vesz fel. A tervezési (értéktári) egyenleg $\pm 1,5$ milliárd forintos határon belül a 0 forint körül alakul. Szintén meg kell említenünk a 2005. évi márciusi extranyugdíj-fizetés hatását, ahol jelentősen eltérnek a pozíciók a többi időszakhoz képest.

3. ábra

Az összkészlet nagysága, 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. Jelentős változások esetén azonban – például a banki átutalások nagymértékű térnyerése vagy a postahivatalok készletezési szokásainak megváltozása során – a működőtöke hullámozása és nagyságrendje ettől számottevően el is térhet.

1. táblázat

Az elmúlt évek forgalmainak főbb trendjei

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

A postahivatalok likviditáskezelése

A következőkben a postahelyek egyedi feladatát mutatjuk be. Elsőként egy optimalizáló modellen ismertetjük a készletezési feladatot, egy sztochasztikus dinamikus programozási problémán keresztül. Az érme- és bankjegycímletek különbözőségéből felmerülő problémák tárgyalásától eltekintünk.

Optimális pénzkészletezési program

A postahelyek feladata az egyedi likviditás mindenkor 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 választottuk. A postahely a $[0, T]$ véges intervallumon optimalizál.

A készletezés folyamata. Egy adott nap döntési időpontjában a posta ismeri a mai U -t, és a következő napi P -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 kamatvesztéseget a nap elején a postahelyen rendelkezésre álló pénz mennyiségére vetítve mérjük;
- a szállítás költséges, a volumenben monoton növekvő.

További jelölések:

U_t : készlet szintje a döntés pillanatában ($U_t = S_t + I_t + R_t - P_t$).

k : a zárókészlet engedélyezett maximuma.

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

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

$$S_{t+1} \geq 0, \quad (2)$$

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

$$O_t \geq 0, \quad (4)$$

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

$$O_t \leq O_{\max}. \quad (6)$$

A vezetés két központi hüvelykujjszabályt 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 zárókészletlimit 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 konfidenciaszint mellett (kvantilis függvény).

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

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

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

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 a (2), (3), (4), (5), (6), (7') és a (8) mellett a következő korlátozó feltétel is érvényes:

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

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

Az optimalizáló modell kritikái. A kutatás egy korábbi szakaszában néhány jellemző készletezésű postahivatalra a fenti optimális pályák determinisztikus változata [(7') helyett (7) korláttal] elkészült, fiktív költségszintekkel (*Havran* [2008]). A generált és a valós pályák (rendelési és visszaküldési szabályok) viszonylag közel voltak egymáshoz. A közelséget nehéz jól megragadni. Mérhetjük költségekben vagy a pályák távolságában is. Ebben az esetben azt jelentette, hogy a stratégiák hasonló mintázatú pályát futottak be, többnyire egymással párhuzamosan. Ennek 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 akadálya a posta esetében, hogy a pénzáramok mint valószínűségi változók eloszlása minden nap más eloszlásból valók, amelyeket nem lehet ciklusság alapján 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, valamint számos egyszeri tényező, amely országos szinten vagy csak a helyi postafióknál jelenik meg. Mindezeket figyelembe vevő, megfelelő eloszlást előállító tanulóalgoritmusok készítését a túl sok *ad hoc* befolyás, zaj nehezíti meg.

Az alkalmazhatóságot érintő legfontosabb kritika gazdálkodási jellegű. A postahelyek ugyanis legnagyobb részt a pénzzállítást a meglévő levél- és csomagforgalommal együtt a postás-teherautókkal bonyolítják le. A pénzzállítás tehát a már más okból kialakított hálózaton történik. Így a rendszerszintű biztonsági eszközök telepítése után nincs tényleges 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 eljárások bevezetésével lehet változtatni. Így a postahelyek egyéni szinten nem optimalizálnak, csak lehetséges megoldások közül választanak.

A posták által hozott döntések mérése

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

Feltételezéseink a következők:

- a P pénzáramot a postahivatal előre látja⁴, és az R sztochasztikus;
- a szállítási költséget és a kamatvesztéséget a postahivatal explicite nem veszi figyelembe a döntései során.

A döntési terület meghatározása. A már használt hüvelykujszabályokat mint korlátokat összegezzük. Az $O_t - I_{t+1}$ döntési terület célszerű úgy elképzelni, mint egy téglalap [(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 terület úgy adható meg, hogy először az I_{t+1} lehetséges tartományai kerülnek meghatározásra, majd az O_t tartományát I függvényeként állítjuk elő.

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

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

Ekkor a döntési halmaz:

$$D_t = G_I \times G_O(I_{t+1}).$$

Megjegyzések. A H_1 intervallumot közvetlenül a (3) és az (5) egyenletekből kaptuk. A H_2 és H_3 halmazt 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 nulla. Ha pedig az O koordinátája negatív, akkor a nyílt háromszög azon éle fogja metszeni az O tengelyt, amelyet az $U_t + I_{t+1} - O_t = P_{t+1}$ egyenlet határoz meg, és ekkor itt lesz az I minimális. A H_4 intervallum a (4) és (6) megkötésekből adódik. A H_5 a (8) és (2) korlátból származik, a H_6 pedig a (7)-ből.

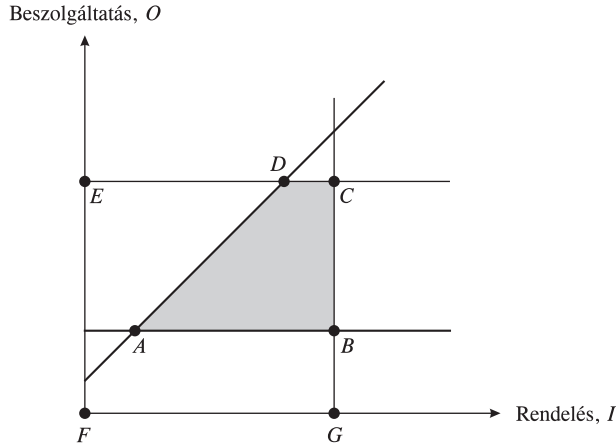
Egy példát adunk egy periódus lehetséges döntési tartományának illusztrálására. Tekintsük a 4. ábrát! A rendelési szabály az AD szakasz alatti terület. Visszaküldési szabály: AB szakasz feletti terület. Ha korlátozott számú teherautóval lehet a pénzt szállítani, a döntés az $EFGC$ négyszögon belüli részre korlátozódik, ez a maximálisan rendelkezhető, 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 túlsordult készletszint. Ennek egyik oka,

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

4. ábra

Egy lehetséges döntési tartomány



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 hüvelykujjszabály az előrelátást nem biztosítja, míg a dinamikus programozási feladat igen.

A 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 képeztünk. 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_t és G_o tartományok alsó és felső határait jelentik.) Az α és β 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 állandók az időben, de az feltételezhető, hogy az egyes postahivataloknak van jellemző szokása, vagyis olyan átlagos koordinátaérték, 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, ami azt jelenti, hogy a postahivatalokra előírt korlátok gyakorta nem érvényesülnek. (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 szüksé-

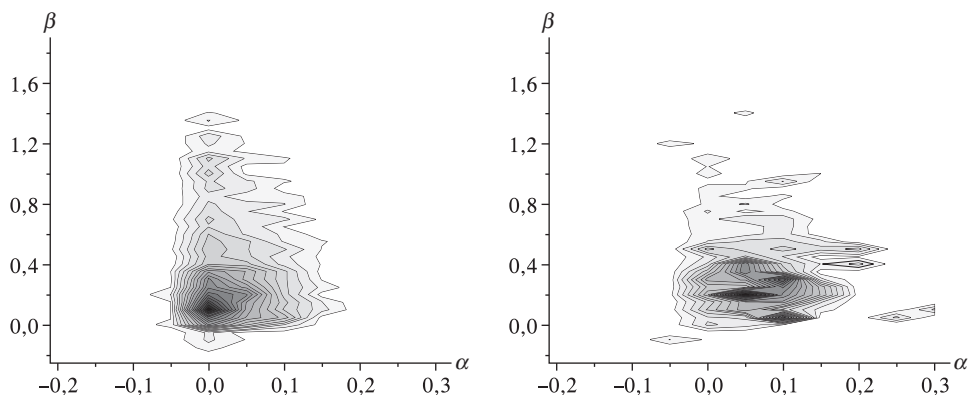
ges szállítási maximumokat nehezen lehet jól megválasztani a posta helyi szintű ismerete nélkül. Ugyanis a posták számára előírt maximumok inkább irányszámok, mint tényleges korlátok. Ilyenkor célszerű potenciálisan legnagyobb korlátként az elmúlt időszak legnagyobb ilyen értékét venni, amit nem léphetnek túl. A módszert a további kutatások során a felső korlátok időben változó modelljével lehetne javítani.

Viselkedési szokások a postahivataloknál

Az adatbázisból a kétdimenziós koordinátákat elkészítve az alkalmazott stratégiák, szokások könnyen elemezhetők. Az adatok közül a 2003 és az utáni periódust használtuk – 2003 előtt 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 jellemezhető 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 elhanyagolhatók.

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” kicsik, 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 kidudoro-

dások egy-egy postahivatalt, 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, viselkedésük szerint kézbesítő posta funkcióját töltik be.

Korábbi kutatásokban (Havran [2007], Berlinger és szerzőtársai [2006]) a postahivatalokat már sikerült külső jegyeik (környezetük, nem pedig viselkedésük) alapján osztályozni. Környezeten a postahivatalok számára exogén, 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 a posták jellemzően (0,05; 0,2) koordináta közelében csoportosulnak. Az ott kapott kis jelentőségű, de élesen elkülönülő csoportnak számítató üzletházi postákat e tanulmányban a (0; 1) koordinátapár jellemzi, amely a bal oldali kontúrtérképen meg is jelenik.

Az összehasonlítás 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 szóródás. Az erre 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, az üzletházi posták mellett.

A leggyakoribb stratégiák jellemzői

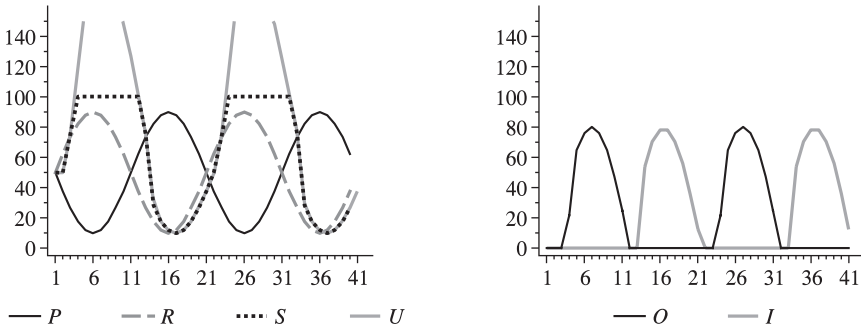
A következő ábrákon szereplő példákban az előbb ismertetett fontosabb stratégiák eredményeit illusztráljuk, egységes, fiktív, determinisztikus környezetben. A lakossági pénzáramok 10 és 90 közötti értékeken, szinuszfüggvény szerint hullámoznak. A sötét hullám a kifizetéseket (P), a szaggatott világos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

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.

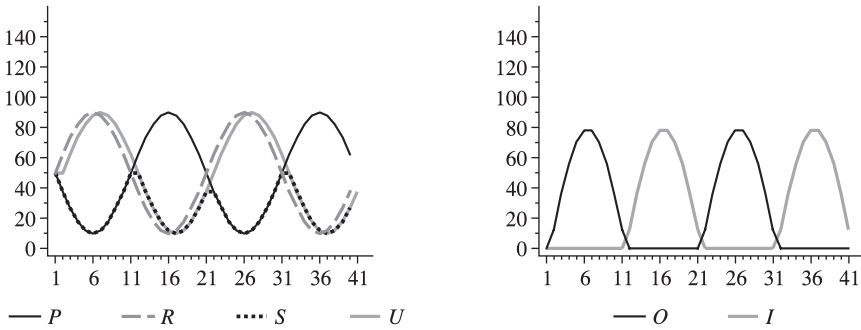
A 7. ábra szemlélteti az alacsony készlettel, de nem elhanyagolható pénzüttatással járó stratégiát. Maximális visszaküldés és minimális rendelés mellett a zárókészletek alacsony szinten maradnak, bár ciklikus hullámvás itt is tapasztalható. Szinte teljesen ugyanilyen mintázatot ad a szélesebb tábor felölő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

Végezetül a 8. ábra mutatja a nagyposták által fémjelzett, a kézbesítőkhöz is nagyon hasonló stratégiát. 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 nyugdíjakat.

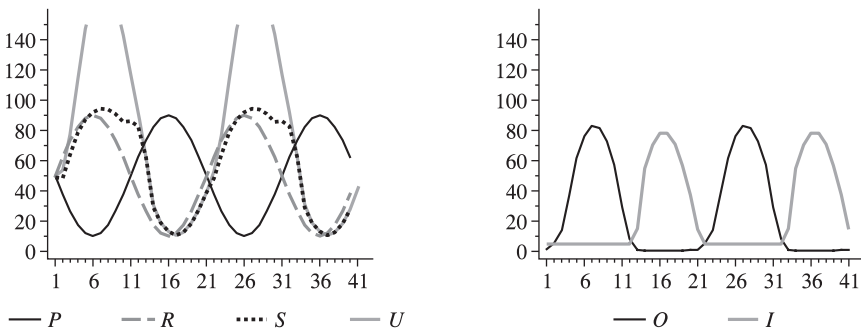
6. ábra

„Maguknak valók” – minimális rendelés, minimális visszaküldés ($\alpha = 0, \beta = 0$)

7. ábra.

„Üzletházi posták” – minimális rendelés, maximális visszaküldés ($\alpha = 0, \beta = 1$)

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. A következőkben az erre vonatkozó hatásokat vizsgáljuk.

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 készpénztranzakciókra? Két feltételrendszer mellett vizsgáljuk a feltett kérdéseket. Az első a Magyar Posta 2005. évi *környezete*, amelyben csak a viselkedés változásából eredő hatásokat elemezzük. 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 jellemzőit nem változtatjuk meg:

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

Első feltételrendszer és eredmények

Az első feltételrendszerben csak a 2005. évi adatokat használtuk fel. A megfigyelt szokások modellezésén túl két ettől eltérő szokást is előállítottunk szimulációval. Az *első kísérletben* 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. A – szokásostól jelentősen eltérő – extrém időszakok készletezési időszakok kivételével a hullámzások követték a megfigyelt adatokat. A 9. ábrán a teljes évből bemutatott két hónapban (január, február) a minimális készpénzkészlet 15 milliárd forint körül, a maximális pénzkészlet nagysága 28 milliárd forint körül alakult. A második héten jellemzően megugró készletszint a rendszeren belüli „felhalmozási” motívum (a posták a csekkbevételekből a nyugdíjak kifizetésére tartalékolnak készpénzt) miatt jelentkezik. Ezt a konstans (α , β) viselkedési stratégia csak részben adta jól vissza: a konstans koordináták már a hónap első hetében valamelyest előidéztek a felhalmozási motívumot.

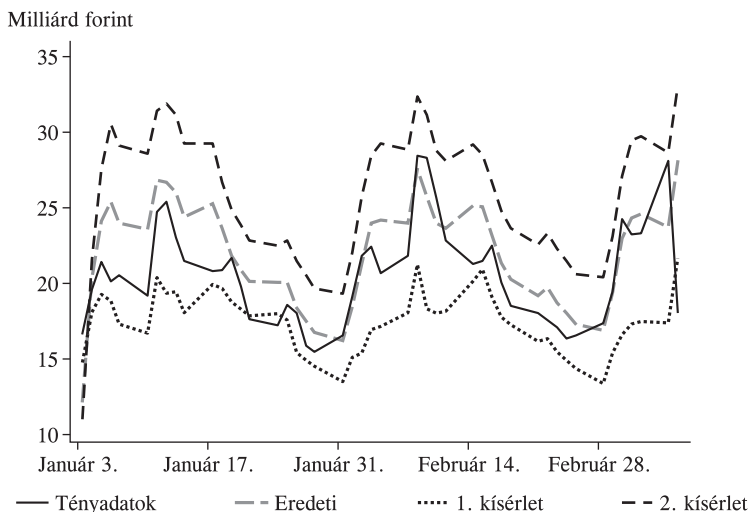
A két eltérő viselkedési szokás a jelenlegi napi ingadozáshoz képest ± 5 milliárd fo-

2. táblázat
A kiinduló és a kísérletek során használt paraméterek

	1. Nagy- posta	2. Kézbe- sítő	3. Felhal- mozó	4. Vissza- küldő	5. Maguk- nak való	6. Üzletházi posta
<i>Eredeti</i>						
α	0,05	0,10	0,10	0,05	0,00	0,00
β	0,20	0,30	0,00	0,85	0,00	1,00
1. kísérlet						
α	0,05	0,10	0,10	0,05	0,00	0,00
β	0,70	0,70	0,70	0,85	0,70	1,00
2. kísérlet						
α	0,05	0,10	0,10	0,05	0,00	0,00
β	0,10	0,10	0,00	0,40	0,00	0,80

9. ábra

Az összes készlet (G) alakulása a viselkedési szokások függvényében, szimuláció 2005 két hónapjára



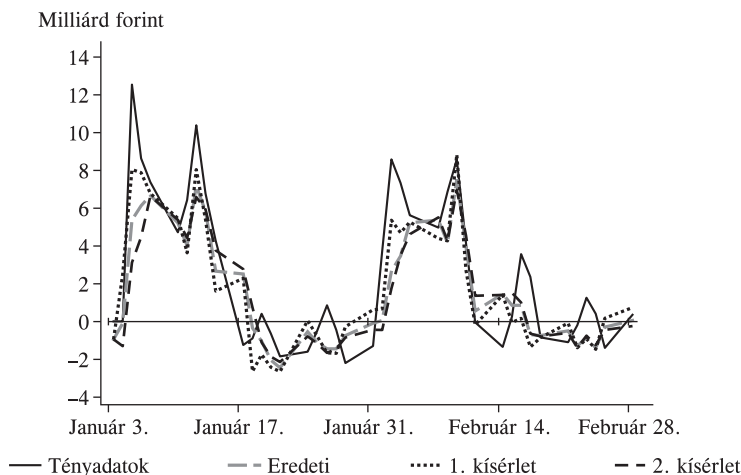
rinttal is megváltoztatta az eredetileg megfigyelt készletszinteket. Az intenzívebb továbbküldést reprezentáló feltevés (1. kísérlet) csökkentette a rendszerhez szükséges működőtőke nagyságát. A viselkedésváltozás laposabb alacsonyabb szintet és enyhébb hullámzást eredményezett. Az intenzívebb tartalékolás (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 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 iránti szükségletét. 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 vonatko-

zik. Ilyenkor ugyanis a „tartékolóbb” rendszer nem küldött annyi készpénzt az MNB-be, mint amelynek szereplői megjárják a pénzkészletet. Ez a hatás két-három napon át jelentkezik csak egy hónapban, de napi 2-4 milliárd forinttal kevesebbet/többet utalnak ekkor a nemzeti bankba. Mindez a készletállomány szintjének eltérését magyarázza.

10. ábra

A készletezési viselkedések változása az MNB-vel szembeni pozícióra, szimuláció 2005 két hónapjára



Az eredeti viselkedési paraméterekkel szimulált és a megfigyelt adatok között is a kitüntetett napokon volt a legnagyobb különbség. Az MNB-számla vizsgálatának fő következtetése, hogy az MNB-vel szembeni napi pozíciók alakulása és a lehetséges ingadozás tartománya nem változik jelentősen a viselkedések változásának hatására. Az összes készlet szintjének elemzése pedig arra mutat rá, hogy minden hónapban van körülbelül kéthetes időszak arra, hogy a viselkedés kontrollálásával, „újraprogramozásával” alacsonyabb működőtőkével üzemeljen a rendszer. Az alacsonyabb készletszinttel járó költségcsökkenés (kamatbevétel) azonban nem feltétlenül ellensúlyozza a készpénzutasztatással és feldolgozással járó pótlólagos kiadásokat.⁵

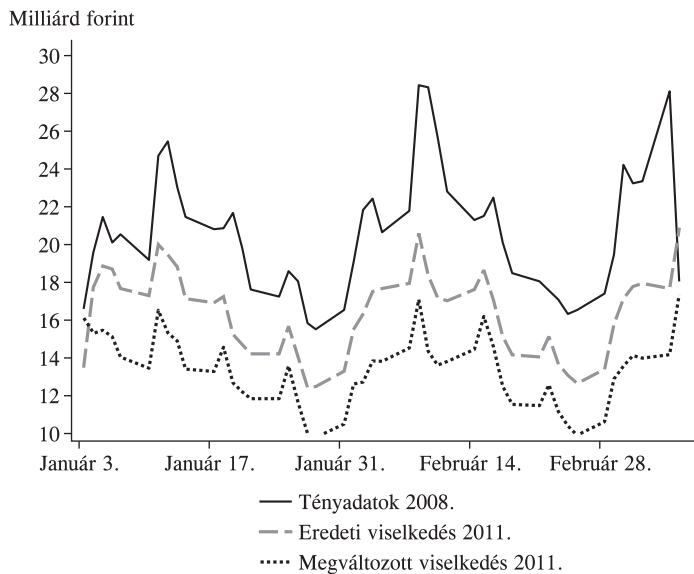
Második feltételrendszer és eredmények

A második feltételrendszer egy ma időszerű problémát ír le. A folyószámlák nagyméretű elterjedésével egyre több nyugdíjas kéri készpénzes kézbesítés helyett folyószámlára a nyugdíját. A készpénzutasítási megbízások egy részét is egyre inkább felváltja elektronikus úton történő fizetés. Egy ilyen megváltozott környezetben változik az MNB-pozíció és a készletszint 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 helyi szinten is. Ez azt jelenti, hogy csökken majd a „felhalmozási” motívum szerepe.

⁵ Gondoljunk arra, hogy a gyakoribb pénzfeldolgozás nagyobb költségeket ró a rendszerre, miközben a kinyert összeget általában csak 3-5 napra lehetne a pénzüpiacra kihelyezni. Adatok hiányában nem készítettünk külön költségszámítást, a posta szakembereinek beszámolójára támaszkodtunk.

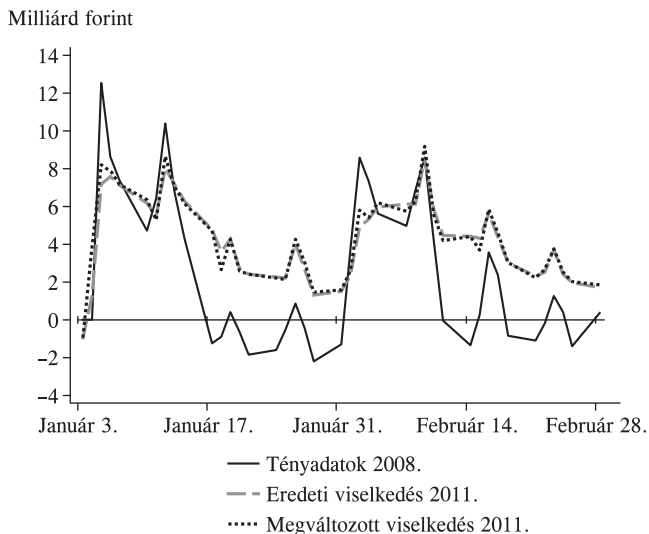
11. ábra

Az összes készlet (G) alakulása a viselkedési szokások függvényében, szimuláció 2011 két hónapjára



12. ábra

A készletezési viselkedések változása az MNB-vel szembeni pozícióra, szimuláció 2011 két hónapjára



Az előrejelzés céldátuma 2011, a bázis idősorok 2005. évi, ezeket korrigáltuk. A használt feltételezések egy valószínűnek tartott forgatókönyvet írnak le, amelytől akár nagymértékű eltérés is lehetséges. Ebben a nyugdíjki fizetés forgalma 2011-re a kiinduló trend 36 százaléka esik vissza. Ez a 2005. évi forgalom 45 százalékát jelenti. A csekkfizetések a 2011-re előrevetített érték 79 százaléka, amely a 2005. évi szint 74 százalékát adja. A változások minden környezetre egyformán hatnak. A készletezési viselkedéseknél az első feltételrendszer *eredeti* és az *1. kísérletben* használt paramétereket alkalmaztuk.

A változások hatása számottevő a rendszer működésére. A viselkedésekben változtatásait feltételezve, átlagosan mintegy 5 milliárd forinttal csökken a rendszerben forgó pénzkészletek nagysága. Amennyiben figyelembe vesszük a viselkedésekben bekövetkező lehetséges változásokat is, akkor a posta átlagosan 8 milliárd forinttal alacsonyabb készletszinttel üzemelne 2005-höz képest.

Ebben az esetben a viselkedésváltozást a környezet megváltozása valóban indokolja, hiszen a csekkforgalom aránya nő a nyugdíjforgalomhoz képest, több a beáramlás, mint eddig. Érdekeség, hogy a viselkedésváltozás ebben az új forgatókönyvben a hónap mindkét felében egyformán érvényesül. A 2005. évi (és még a jelenlegi) helyzetben csak a hónap első felében okozott változást a viselkedésben. Az exogén 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 működőtökéket, a *12. ábra* az MNB-pozíciókat jelelni meg.

Összefoglalás

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

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 hat jellemző viselkedési szokást.

3. A 2500 szereplő helyett hat postahivatalra redukált, 30 paraméteres (dimenziós) ügynök alapú modell alkalmas a vállalati likviditás és a hatékonyság makroszintű elemzésére. Ezzel az aggregálási és nemlinearitási problémát feloldottuk.

4. A viselkedések megváltozása akár 5 milliárd forinttal 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 nem veszélyeztet jelentősen a vállalati likviditást.

6. A 2011-es időszak szimulációjára alapján várhatóan átlagosan nyolcmilliárd forinttal 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 EDINA–HAVRAN DÁNIEL–MAROSSY ZITA–SUGÁR ANDRÁS–TULASSAY ZSOLT [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. (szerk.) [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*, 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. Letöltés: 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 DÁNIEL [2007]: A Magyar Posta likviditáskezelési problémái: a heterogén sokszereplős rendszer működése és a pénzkészletezés optimalizálása. *Közgazdasági Doktori Iskola III. éves Konferenciája*, Budapest, december.
- HAVRAN DÁNIEL [2008]: Optimal Cash Management with Dynamic Programming. Performance Measure on the Example of Hungarian Post Co. Ltd, CAMEF Workshop, Budapest, 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.
- 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.