

MEDVEGYEV PÉTER

## Előszó egy pénzügyi matematika tankönyvhöz

A szerző a pénzügyi válság kapcsán a pénzügyi matematikát ért kritikai észrevételekre próbál válaszolni. Megítélése szerint a pénzügyi matematika negatív hatása a magyarországi pénzügyi problémák esetében nem mutatható ki, ugyanis Magyarországon a pénzügyi döntések mindenfajta kvantitatív megalapozás nélkül, nagyrészt politikai alapon történtek, így a felelősséget is a politikát körülvevő gazdaságpolitikusoknak kell viselniük. A matematikai modellek legfőbb felhasználási területe nem a konkrét pénzügyi döntések megalapozásában, hanem sokkal inkább az oktatásban található.\*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: A20.

Jelen írás címét az indokolja, hogy eredetileg egy matematikai pénzügyi tankönyv bevezetőjének szántam. Néhány napja Simonovits András felhívta a figyelmemet a Közgazdasági Szemle hasábjain kibontakozó vitára. A vita indítója Csaba László egyébiránt igen gondolatgazdag esszéje, amely a Közgazdasági Szemle 2013. januári számában jelent meg *Kérdőjelek a közgazdaságtanban és oktatásában* címmel. Ehhez a kérdéshez csatlakozott Simonovits András a 2013. márciusi számban. A dolgozat címe *Szubjektív gondolatok a közgazdaságtanról*. Mind a két írás igen alapos és körültekintő, újabb gondolatok és kutatások forrásául szolgálhat. Számos igen fontos és hűsbavágó kérdést érintenek, amelyek megvitatása és a kiérlelt álláspont megtalálása a magyar közgazdász közösség számára rendkívül fontos. Alapvetően felmerül a publikációs mód kérdése, vagyis hogy cikket vagy könyvet kellene-e írni, angol könyveket fordítsunk, vagy írjunk saját tankönyvet? Mennyiben kövessünk önálló utat, vagy próbáljuk a távolságot lefaragni? Ezekhez az igen fontos kérdésekhez nem akarok hozzászólni, csak halkán megjegyzem: úgy érzem, a legfőbb gond, hogy eze-

\* Köszönetet szeretnék mondani *Simonovits Andrásnak*, aki a kéziratot elolvasta, annak megjelentetésében támogatott, és számos pontosító észrevételt tett. Ugyancsak köszönetet szeretnék mondani a Budapesti Corvinus Egyetem Befektetések és Vállalati Pénzügyek Tanszékén levő kollégáimnak, *Berlinger Edinának* és *Száz Jánosnak*, akik a dolgozatot elolvasták, és miként az elmúlt évek során oly sokszor, most is megjegyzéseikkel segítettek. Természetesen a leírtakkal kapcsolatos minden felelősség az enyém.

ket az elveket és kritériumokat sajnos szubjektív módon alkalmazzuk a magyar tudományos minősítési gyakorlatban. Van, akinek esetében öt tankönyv, ezek között egy több száz oldalas idegen nyelvű monográfia sem elegendő az egyetemi tanári kinevezéshez, mások esetében néhány közepes minőségű, senki által nem olvasott vagy hivatkozott, zagyván megírt magyar cikk is elegendő a tudomány csúcsára érkezéshez. Éppen ezért a vitát igen hasznosnak gondolom, és mindenkit arra tudok ösztönözni, hogy csatlakozzon, és mondja el a véleményét. Személyes érintettségem miatt csak a vita egyik mellékvonulatához csatlakoznék.

A vita során, mint mindig, felmerül a matematika és a közgazdaságtan kapcsolata. Természetesen itt sincs semmire végső válasz. Nincs rálátásom a közgazdaságtan egészére. A szerzők által is említett specializáció miatt én a pénzügyi matematika szemüvegén keresztül látom a problémát. Bár megpróbáltam mindent, amit tudtam, részletekbe menően áttanulmányozni, nem tudom, hogy erre az igen magvas kérdésre mi a helyes válasz. Csak azt tudom mondani, hogy komoly emberek komoly dolgokat csinálnak. Ha komolyan vesszük magunkat és a problémát, komoly dolgok születnek. A tudomány páratlanul csodálatos épületét szemlélő ifjúság a leggyakrabban azt kérdezi magától: Hogyan jöttek rá? Amit nem érzékelünk, az az idő, valamint a hibás próbálkozások óriási száma. A tudomány története néhány ragyogó gondolat és számtalan felesleges és zagyva elmélet összessége. Amit nem látunk, az a torzszülöttek hatalmas áradata, amely mindig elöntötte a tudományos világot. A jelenkor közgazdasági gondolataiból mi marad meg, mi a torzszülött, mi a hibás út – most még nyilván nem dönthető el. Ugyanakkor, ha a közgazdászok tartósan helyet kérnek maguknak a tudományos világ asztalánál, akkor a tudományos világ normáit, vagyis a világos, lényegében axiomatikus tárgyalás és a statisztikai verifikálhatóság kényszerét mindenképpen magukra kell venni.

## I.

A közgazdaságtan és a módszertan kapcsolatáról szóló, ciklikusan felbukkanó vita örökzöld témának tekinthető. Különösen fontossá, mondhatnám drámaivá vált a kérdés az utóbbi években a pénzügyi válság kapcsán. Nem lebecsülve a pénzügyi válságnak a gazdasági folyamatokra, vagyis az emberek életére gyakorolt hatását, azt gondolom, hogy a pénzügyi válság valószínűleg, illetve inkább remélhetően, legjelentősebb hosszú távú következménye a közgazdaság-tudományok esetleges átalakulása lehet. Vagyis remélhetően a társadalom és a gazdaság előbb vagy utóbb túllép a problémákon, a közgazdaság-tudomány azonban jelen formájában nehezen tudja megőrizni az „arcát”. Ennek oka nagyrészt az elmélet és a tényleges pénzügyi gyakorlat csillagászati távolsága, és az ebből eredő nyilvánvaló ellentmondás feloldásának kényszere.

Túlzás nélkül állíthatjuk, hogy a pénzügyi matematika épülete páratlan a maga nemében, és formálisan, a felhasznált matematikai apparátus nehézsége tekintetében csak az elméleti fizika konstrukcióival mérhető össze. Már a bevezető példák megértéséhez is olyan modern és kifinomult ismeretekre van szükség, mint a Wie-

ner-folyamat vagy a sztochasztikus differenciálegyenletek. A témában nem járatos olvasónak elég annyit elfogadnia, hogy a hagyományos, mondhatnánk klasszikus matematikai közgazdaságtani oktatásban szereplő matematika nagyrészt a 19. század közepére, a 20. század elejére ismert volt. Ha konkrét alakjában nem is fogalmazták meg a szükséges tételeket, ha akarták volna, ha felmerült volna az igény, akkor a kor tudósai rutinosan meg tudták volna alkotni őket. Természetesen sokat változott a matematika nyelve, sokat finomodott a kifejtés divatos formája, de például az általános egyensúlyelmélet egész szemlélete lényegében a klasszikus mechanika gondolatvilága, és például az Arrow–Debreu-modell csak ezt önti nyakon a konvex analízis – a modell keletkezése idején – divatos formalizmusával.

Azt gondolom, hogy a klasszikus matematikai közgazdaságtan tételeinek részletekbe menő megértéséhez elegendő a matematika néhány egyszerűbb és kézenfekvő állítását megérteni. Ennek legfőbb oka, hogy a felhasznált matematikai apparátus a véges dimenziós terek elméletére épül, és a véges dimenziós terekben a normál, józan matematikai intuíció viszonylag jól működik.

Ezzel éles ellentétben, a pénzügyi matematikai tudományok komolynak mondható tanulmányozása ott kezdődik, hogy hosszú évek alatt részletekbe menően el kell sajátítani a mértékelmélet és a végtelen dimenziós terekkel foglalkozó funkcionálanalízis haladó fejezeteit. Például a sztochasztikus folyamatok elméletének központi fogalma, a híresnevezetes martingál, számos kiválóan képzett matematikus kollégám elmondása szerint egyetemi tanulmányaik legnehezebben megragadható fogalmi közé tartozott, ugyanis a tárgyalás absztrakt jellege miatt egyszerűen nem értették, hogy a kérdésnek mi köze van olyan szemléletes fogalmakhoz, mint a kockadobás vagy a véletlen intuitív fogalma. A pénzügyi matematikában használt fogalmi apparátus lehetőleg finom matematikai gondolatmenetek hosszú és igen szövevényes láncolata.

Az egyik oldalon ott áll tehát a páratlan műgonddal felépített lebegő tündérvár, a másik oldalon pedig az olyan számárságok, mint a devizahitelezés vagy a különböző strukturált termékek, mint a cdo-k, primitív matematikai modellek alapján való, milliárd dolláros félreárazása. Nem kétséges, az ellentmondás mellett nem mehetünk el szó nélkül.

## II.

A pénzügyi válság egyik okozójaként rutinszerűen éppen a pénzügyek és a matematika túlzottan szoros kapcsolatát szokás megjelölni. Véleményem szerint ez hatalmas tévedés. Nem állítom, hogy a kvantummechanikát megszágyenítő matematika ragyogása nem játszott szerepet a pénzügyi világ önfényezésében, nem vakította el a pénzügyi élet szereplőit az a tudat, hogy micsoda nagyszerű dolog temérdek pénzt keresni, és eközben a tudomány csúcsain taposni. Kizárt dolog azonban, hogy valaki egyszerre tudna azon agyalni, miként lehetne egy halom pénzt keresni a jelzálogügyleteken, és eközben képes lenne elmélyedni a matematikai analízis legmodernebb fejezeteiben. Nemcsak azért, mert nincs rá ideje, hanem azért sem, mert a két embertípus más kultúrkörhöz tartozik, és ezért, a kereshető rengeteg pénz ellenére,

mind a kettő kölcsönösen bizalmatlan a másikkal szemben. Ha a két világ között van és volt is kapcsolat, akkor az egy bonyolult közvetítő hálózaton keresztül valósul meg. Erre később még visszatérek, ugyanis éppen itt ragadható meg az oktatás és a tudomány szerepe. A matematikai fedősztoritól eltekintve, a tényleges pénzügyi gyakorlat csak a pénzügyi matematika néhány szolamát vette át. Mind a két oldal, természetesen eltérő tartalommal, használta az arbitrázs kifejezést.

De mit is nyert a két oldal ebből a furcsa házasságból? A pénzügyi világ elsősorban látszatot, ideológiai leplet. A pénzügyi világ döntéshozói ugyan egy árva szó sem értettek abból, amit a pénzügyi matematikai lapok hasábjain leírtak, de nem ok nélkül úgy érezhették, hogy a matematika támogatása olyan olcsó marketingköltség, amellyel a bank és a pénzügyi világ megbízhatóságát illusztrálhatták. Ha a bankok hatalma nem is istentől eredeztethető, de legalábbis matematikai törvényeken nyugszik. Azért ez sem rossz.

A matematikustársadalom nyeresége, azt hiszem, érdekesebb. A matematikát nem ismerők sokszor próbálják a matematikát egy elefántcsonttoronyba zárkózott tudományos közösség produktumaként elképzelni. Ez azonban igen távol áll a valóságtól. Ha hasonlattal akarunk élni, akkor sokkal találóbb, ha egy igen sikeres, de túlszaporodott biológiai populációhoz hasonlítjuk a matematikusok közösségét. A gyors szaporodás, a rendkívüli sikerek miatti növekedés következtében a közösség felélte az erőforrásait. Az egymás után érkező generációknak egyre kevésbé jut élelem, élettér, egyre kisebb területre szorulnak össze, a verseny egyre gyilkosabb. Ezért van az, hogy a könyvektől a folyóiratcikkek felé fordulnak, majd egyre több a többszerzős technikai cikk. A rendkívüli specializáció, az emberfeletti követelmények miatt egyre nehezebb bármilyen új eredményre jutni, így egyre kevesebb a hallgató, aki ezt az embert próbáló tréninget magára veszi, miközben minden sikeresen kiképzett kutató csak fokozza a problémát. Nemcsak a matematikai eredmények száma nő exponenciálisan, hanem az elkeseredetten problémát kereső kutatók száma is. Mivel az erőforrások – nem elsősorban a pénz, hanem elsősorban az értelmes kutatási problémák – száma nyilván korlátos, az exponenciális növekedés az összeomlás biztos előszobája. A matematikatanzszékek a világon mindenhol súlyos piaci és intellektuális problémákkal szembesülnek. A matematikusközösség szinte nevetséges és rendkívül naiv módon keresi az alkalmazási lehetőségeket. Egyszerűen az alkalmazások szolgáltatják a túléléshez szükséges intellektuális erőforrások reményét. Sokak számára a matematikai pénzügyek egy szalmaszál, amelybe görcsösen belekapaszkodva, próbáltak és próbálnak a víz felszínén megmaradni.

A matematika és a természettudományok páratlan felvirágzása többek között akkor kezdődött el, amikor az örült cári akarat 1700 körül ablakot akart nyitni Európába, és a cár rádöbrent arra, hogy ehhez kellő tűzerő is szükséges, mert anélkül az ablak nem fog megnyílni. De a tűzérőséghez iskolák kellettek, ahhoz pedig számolni tudó tudósok. A tudományos világ azonban belső önrendelkezés, belső szabadság nélkül nem működik. Mivel az ágyúk fontosak voltak, a tudományos közösségek állami támogatása világszerte elindult, és a kor normáihoz képest a tudományos világ szereplői igen komoly támogatásokhoz jutottak. Persze az így létrejött intézmények

elkezdték magukat megszervezni, egymással versenyezni; belső szellemi kakasviadalokat szerveztek, amelyek eredményeként szétosztották az uralkodói kegyként kapott pénzt és a dicsőséget.

Mi van azonban akkor, amikor már nem kell több ágyú? Vagy ha kell is ágyú, nincs szükség annyi tudósra? Vagy azért, mert a számítógépek és a technikai forradalom a szellemi élet területén is megszüntetett egy csomó munkahelyet, vagy azért, mert az ágyú igen drágává és egyúttal használhatatlanná vált – mert a másik félnek is van ágyúja, és nem tűnik jó ötletnek egymást visszabombázni a kőkorba? Mi történik ilyenkor? Mivel sok az eszkimó, és kevés a foka, a felesleges eszkimók más vadászmezőkre mennek. Száz évvel ezelőtt egy híd statikai számolása közel annyi ideig tartott, mint a híd felépítése. Ma elég az internetről letölteni egy ingyenes programot, és néhány perc alatt lefutnak azok a számítások, amelyeket korábban a mérnökök a logarlécüket tologatva évekig csináltak. Ma a leghosszabb idő valószínűleg a jogi hercehurca vagy esetleg a pénz összegyűjtése, a bankokkal való jogi megállapodások megszövegezése és a környezetvédők leszerelése. Hol vannak akkor az új vadászmezők? Nem kell mást tenni, csak át kell menni az egyetem másik épületébe, és ott tolonganak a közgazdász- és pénzügyes hallgatók. De ki kapja a cári kegyet? Hol csapódik le a pénz és a dicsőség? Hát ahol nagyobb a tudomány. És hol nagyobb a tudomány? Hát ott, ahol nagyobb az idézetség, hosszabb a publikációs jegyzék, bonyolultabb a matematika.

### III.

Magyarországon a pénzügyi válságnak semmi köze nem volt a magyar pénzügyi élet és a matematika titkos vonzalmához. A magyar pénzügyesek felelősségéről sok minden elmondható, de az igazán nem, hogy a képletek bűvöletében éltek, és az Ito-kalkulus miatt nem látták a fától az erdőt. Valóban nem sokat láttak, de ebben a sztochasztikus folyamatoknak semmilyen szerepük nem volt. Az ország gazdaságát alapjában megrendítő devizahitelezés mögött semmilyen matematikai elv vagy megfontolás nem érhető tetten. Abban is biztos vagyok, hogy ha a modern matematikai pénzügyek gondolatvilága csak szűk körben is elterjedt volna, akkor a pénzügyi diletтанtismus virágai talán – hangsúlyozom: talán – nem keltek volna ki a magyar ugarból. A hazai pénzügyi élet fejletlensége nagyrészt távol tartotta az országot a bonyolult strukturált termékektől, de a tudatlanság csak arra volt elég, hogy a bonyolult derivatív termékek helyett egy brutálisan egyszerű, mondhatnám ősi, primitív kockázati faktor kőbunkója szabaduljon rá a magyar lakosságra.

Miközben a matematika káros hatását tagadom, azt gondolom, hogy a pénzügyi válság valóban megrengette a közgazdaság-tudományok egészébe vetett hitet. Az „unortodox” közgazdaságtan, a bankok elleni brutális fellépés ennek a csalódásnak a nyilvánvaló manifesztálódása. Az, hogy a napokban érdemben felmerült, hogy a ciprusi pénzügyi válság keretében a bankbetétek egy részét az állam lefoglalja, egyértelmű jele annak, hogy a politikai döntéshozók már régen sutba dobták az összes elméleti közgazdasági tankönyvet.

## IV.

A modern pénzügyi elmélet ezer szállal kötődik a közgazdaságtan jelenkori elméletéhez. Sőt annak legkevésbé elvont, statisztikai adatokkal leginkább ellátott, verifikált része. Miközben az általános egyensúlyelmélet vagy a társadalmi választások elméletének egyetlen tételét sem vetették alá komoly ellenőrzésnek, nem is teheték volna meg, hiszen ezek az elméletek az absztrakció olyan magas szintjén állnak, hogy az érdemi verifikáció a konstrukcióból adódóan lehetetlen, a pénzügyi elmélet minden állítása statisztikai elemzések százazein esett és esik át naponta.

A modern pénzügyi elmélet kudarcra nagyrészt az emberi megismerés látványos kudarcra. Ebben a közgazdaságtan nem áll egyedül. Sajnos ahogyan felnőtté válva, rá kell mindenkinek ébredni arra, hogy az Apa és az Anya nem mindenható, fel kell ismerni azt is, hogy a Tudomány példátlanul hosszú diadalmenete talán a végéhez közeledik. Nemcsak az a gond, sőt valószínűleg elsősorban nem az a gond, hogy előbb vagy utóbb kimerítjük a természeti erőforrásokat, hanem elsősorban az a probléma, hogy nagyon is közel állunk az emberi elme felfogóképességének határához. A legfőbb gyógyszer nyilván az őszinteség, miközben a legnagyobb gond, hogy nem lehet bevallani, hogy nem tudunk a dolgokhoz érdemben semmit hozzáadni, mert akkor felmerül a logikus kérdés: miért is kapjuk akkor a fizetésünket. Mivel itt érdekek működnek, sok jóra nem lehet számítani. A porhintés folytatódni fog. A rákos betegnek eladják a dehidrogenizált vizet, a gazdaság szereplőinek és a fényt kereső ifjúságnak pedig eladják a tudományos alapon álló közgazdaságtan objektíven igaz tételeit. Ki kap nagyobb szeletet a tortából: az, aki túrja a földet, vagy az, aki megígéri, hogy ráolvasással esőt csinál?

## V.

Ez azonban nem jelenti azt, hogy a közgazdaságtan ne lenne fontos, és hogy tanulmányozására még annyi energiát sem érdemes fordítani, hogy levegyünk a polcról egy, a témáról szóló könyvet. A közgazdaságtan fontosságát nem az eredményeinek, következtetéseinek igaz vagy használható volta adja meg. A közgazdaságtan fontossága a politikával, a hatalommal való szoros összefonódása adja. A közgazdaságtan alapvetően az ideológiai tükörkép része, és mint mindennek, ami a hatalomról szól, vagy azzal összefügg, végtelen a jelentősége. Minden hatalomnak valamiképpen meg kell magyaráznia, hogy a hatalmat birtokolók miért kapnak akkora szeletet a tortából. Az emberek mást sem tesznek, mint próbálják értékelni a társadalomban elfoglalt relatív helyzetüket. Sok szempontból a helyzet igen egyértelmű. Az egyik ember cipeli a zongorát, a másik játszik rajta. Nyilván a szerepük nem felcserélhető, de a jövedelemarányok már távolról sem egyértelműek, és szinte biztosak lehetünk abban, hogy bármilyen jövedelemarány esetén mind a két fél úgy érzi, hogy ő a másikhoz képest alulfizetett. És természetesen álláspontjukat észérvekkel támasztják alá. Az egyik a kocsmában teszi ezt néhány sör után, a másik vörös bort iszik, és a karmesternek panaszkodik a repülőgépen New York és Budapest között. Ahogy a

matematika forrása a tengerparton sétáló és az eget fürkésző filozófusok kíváncsisága, úgy a közgazdaságtan forrása a kevés pénz körüli állandó búsongás.

Az ebből eredő társadalmi feszültséget csak valamiféle ideológiai eszközzel lehet kezelni. *A csak azért, mert nekem így jó* érv nem igazán tartható. Ha nem akarunk transzcendens hatalomforrásra vagy az ősök történelmi érdemeire hivatkozni, akkor nemigen marad más, mint a tudomány tekintélye. Emlékszik még valaki a tudományos szocializmusra? Na és a népgazdasági tervezésre mint önálló tudományos diszciplínára? És annak matematikai elméletére? A területen született akadémiai doktori fokozatokra? Na és a szocializmus politikai gazdaságtana hány akadémikust adott e hazának? Az emberiség az elmúlt néhány évszázadban páratlan dolgokat vitt végbe. Mivel ugyanakkor a tudomány elért eredményei mindenki számára nyilvánvalók, nosza, alapozzuk a hatalmat, a nagyobb tortaszelethez való jogot is a tudományra. Nehogy már valaki azt higgye, hogy egy tortát olyan egyszerű felosztani! A torta felosztásának van ám egy komoly matematikai elmélete. Úgy hívják „cake eating problem”, és a feladatot a híres-nevezetes dinamikus programozással kell ám megoldani. Egyetemen tanítják azt, kérem, és a pontos érvelést csak a matematikailag igen felkészültek tudják valóban megérteni. Ugye, hogy másképpen hangzik, mintha csak annyit tudnánk mondani a lázongó tömegnek, hogy nem a torta – vagy a zsömle – kicsi, hanem a pofátok nagy.

Ha valaki követi a politikai csatározásokat, akkor könnyen észreveheti, hogy azok frontvonalában magabiztos kijelentéseket tevő közgazdászok állnak. Nyilvánvaló igény azonban, hogy hosszabb távon a televízióban tett magabiztos kijelentések mögött több is álljon, mint párthűség és színészi teljesítmény. Ha a politikai hatalom gazdasági érdekeit a gazdaságpolitikusok adják el, akkor az ő állításait is meg kell valakinek alapozni. De ezeket a megalapozókat is meg kell valamiképpen alapozni, akiket ismét meg kell alapozni, és így tovább. Ha valaki életében megpróbált akár egyetlen tudományos állítást is átgondolni, az tudja, hogy minden kérdés ezer más kérdést vet fel. A tudomány világa olyan, mint a tenger partja: minden szikla után újabb szikla van, kérdés kérdést követ. Ami a kívülállónak nevetséges apróság, az a benne levőnek olyan nyomasztó probléma, amely megüli a személyiségét.

Egy hatalmas láncolatot kapunk. A lánc minden résztvevője két másik résztvevő kezét fogja, és úgy érzi, a környezetében ő a tudomány igaz harcosa. A jobb oldali partner túl felszínes, amit az csinál, az puszta publicisztika, merő blabla, a másik, a bal oldali, azonban már túlmatematizált, feleslegesen absztrakt. A kétfrontos harc jegyében az igazi tudomány az, amit ő csinál. Hát ki más? Az is naiv, aki ezt másképpen gondolja. A hálózat szerkezete persze nem feltétlenül csak lineáris. Belépnek interdiszciplináris szálak is, időnként hurkok és önellentmondások alakulnak ki, és az egész szerkezet valójában egy organikusán fejlődő zúrzavar. Új, virtuális valóság keletkezett, amely valahol az ég és a föld között kavarog. Természetszerűen egyesek megpróbálnak ebben az új világban (is) aranyat találni, és az új világ erejét és energiáit a maguk valós világában érvényesülő haszonra fordítani, és ebben a körtáncban mindig a jobb falatokat kicsipegetni. Ez maga az élet, annak minden attribútumával.

Zeng és forog a körtánc, dalolnak a kórusok, és persze mindenki fújja a magáét, mindenki próbál megélni, ahogy tud. Minden gondolkodó ember, amikor belép a tudomány

templomába, arról ábrándozik, hogy Mózes módjára majd ő is megalkotja az igazság kőtábláit, de a végén mindahányan az aranyborjú körüli tülekedésben találjuk magunkat. Hiába, mindenkinek meg kell élni valahogyan. Csattog az ostor: *publish or perish*.

## VI.

A politikával való intim viszony azonban nem csak egy felszínes kapcsolat. Mint általában, itt is mélyebb erők bujkálnak. A modern közgazdaságtan alapja egy nehezen kiizzadt, sokszor megkérdőjelezett, de mégis alapvető felismerés: szabad verseny és az ezzel járó kapitalizmus nélkül nincsen demokrácia, és demokrácia nélkül az egyén védtelen a hatalommal szemben. A piaci verseny nem a gazdaságot hozza egyensúlyba. Nincs ember, aki ne tudna ezer érvet mondani a piac hatékonyságáról. Kedvenc példám azonban egyik közeli barátomtól és régi matematikuskollégámtól származik: az, hogy a fiúk nem találnak maguknak lányt, még nem jelenti azt, hogy a lányok találnak maguknak fiút. Szenved a kereslet, szenved a kínálat. A piaci verseny a politikai túlhatalom ellensúlya. Ha a hatalom a gazdaságon keresztül érvényesül, akkor a hatalomnak állandóan meg kell küzdenie az ellentétes gazdasági érdekekkel, azok között kell állandóan lavíroznia. Ez az állandó huzavona aztán legyengíti a hatalmat, és megakadályozza, hogy valamiképpen a társadalom fölé kerüljön. A szabad verseny, a kapitalizmus persze a pénz uralmát jelenti. A pénzt pedig a bankok teremtik. A pénzteremtés virtuális világában folyó machinációk természetesen nem mindig mennek hibátlanul. Amikor a dolgok rosszul mennek, akkor ezért sokan a bankokat okolják, és a vesztesek a politikai hatalomhoz rohannak segítségért. A politikai hatalom pedig boldogan áll a rendelkezésükre, és a vázát a tükörhöz vágja, amivel persze csak annyit ér el, hogy a tükör is és a váza is eltörik. Manapság igen divatos a bankok és a pénz túlhatalmáról beszélni. Nyilván itt sincsen abszolút skála, és az arányok igen tág keretek között alakíthatók és alakítandók, de azért nem árt elgondolkodni azon, hogy mi az alternatíva. Sztálin, Dzsingisz kán telefonnal?

## VII.

A közgazdaságtan és a matematika kapcsán a legtöbb felvetés az elmélet relevanciájára vonatkozik. A hallgatólagos feltételezés mindig az, hogy a relevancia valamiféle objektív skálán mérhető. Vagyis van valami külső, úgymond objektív valóság vagy természetes állapot, amit az elméletnek tükrözni kell. Ez egyrészt igen természetes felvetés, másrészt a felületes marxista vagy – ha jobban tetszik – a primitív modernista társadalomfelfogás maradványa. Ugyanakkor érdemes felidézni, hogy Marx szerint a társadalom, a termelési mód a termelőerők és a termelési viszonyok dialektikus egyensúlya. A termelőerők esetleg tekinthetők objektív valóságnak, de a termelési viszonyokat mi alakítjuk.

Számtalan történelmi példa van a hirtelen ideológiacserére, majd az azt követő gyors gazdasági fejlődésre. Gondoljunk Oroszország gyors felemelkedésére vagy Ja-

pán színre lépésére, vagy akár Kína jelenkori történelmére. A változás minden esetben ideológiai fronton zajlott le. A hatalmas cár egyszer csak azt mondta: Ablakot akarok nyitni Európába. A következmények közismertek. Soros György évek óta hangsúlyozza, hogy a természettudományokkal szemben a társadalomtudományokban a szubjektum és az objektum nem választható szét. A társadalomtudomány nem leírja, hanem alakítja az objektív valóságot. Ha valaki feltárja és leírja a nyomort, akkor ezzel meg is próbálja megszüntetni az okát. Bármennyire próbál is valaki objektív lenni, bármennyire is csak adatokat közöl, és próbál távolságot tartani, a cél és – remélhetően – az eredmény is a társadalmi folyamatok terelése. Nem azért ragad valaki tollat, mert le akar írni egy objektív szabályt, amelynek alkalmazásával azután hatékonyabb gépet vagy társadalmi mechanizmust tud készíteni, hanem azért, mert a társadalmi folyamatokat egy meghatározott irányba akarja terelni. A társadalomról alkotott kép alapvető része a társadalomnak.

A társadalomtudományok kutatása és oktatása nem az objektív valóság leírását vagy a releváns összefüggések feltárását szolgálja, hanem a kívánt társadalmi forma irányába való terelést. A közgazdaság-tudományok legfőbb felhasználási területe az osztályterem, ahol az ifjú elmék megszerzéséért folyik a harc. A közgazdaság-tudomány célja a fiatal elme manipulálása, és ennek a manipulálásnak legfőbb eszköze az objektivitás látszatának megteremtése, a gazdaság *igaz* törvényeinek bemutatása. Az objektív törvényeket pedig matematikai nyelven szokás leírni. A matematikai pénzügyek esetleges negatív szerepe nem a valós pénzügyi döntések meghozatalakor érhető tetten. A rombolás az osztálytermekben történt. A pénzügyi órákon a világ számos részén ezreknek és ezreknek tanították meg, hogy a derivatív termékeket le lehet fedezni, a származtatott termék csak átcsomagolja a kockázatot, új kockázatot nem hoz be. Megdöbbenő, hogy ezt a mantrát miként lehetett évtizedekig sulykolni anélkül, hogy bárki felállt volna, és azt mondta volna: bocsánat, de ez csak a binomiális modellben igaz. Ugyanakkor a pénzügyi ökonometria óráin esetenként ugyanaz a professzor éppen arról szónokolt, hogy mennyire nem igazak az előző órán megfogalmazott feltételek. Ezen azonban mindenki átsiklott.

Az osztályterem birtoklása óriási hatalom forrása. A diák szinte mindig vagy inkább mindig elfogadja, amit a tanár mond, és nagyrészt élete során soha nem kérdőjelezi meg azt. Ha a tanár azt mondja, hogy a származtatott termékek növelik a piac hatékonyságát, akkor azt évtizedeken keresztül mindenki axiómaként fogja kezelni. Még akkor is, ha ez szemmel láthatóan nincs is így.

Miként említettem, Soros György reflexivitási elmélete szerint, ha az objektum és a szubjektum nem választható szét, a szubjektum valósággá válik. Ha úgy tetszik, az eszme be tud hatolni az anyagba, és meg tudja azt változtatni. Erre, mint ezt is már említettem, számtalan példát szolgáltat a történelem. Ezek sorába illeszthető a matematikai pénzügyek is. A matematikai pénzügyek gondolatvilága, metaforái az oktatási rendszeren keresztül tárgyiasultak. Hallgatók tízezreinek hirdették ki professzorok tízezrei, hogy így és így kell opciót árazni. Ilyen és ilyen a piac. A piacnak vannak szabályai, ezeket a szabályokat ezek és ezek a matematikai modellek írják le stb. Mivel mindenki azonos könyvekből tanult, azonos szoftveerekkel, azonos példaanyag alapján készült fel a vizsgákra, majd ment ki az egyetemről megvívni élete harcát, nem túl meglepő,

hogy a virtuális világban hirtelen szabályokat kezdtek érzékelni. Persze megfigyelhetők voltak eltérések a tankönyvi példáktól, hiszen azért annyira mégsem ostoba senki, hogy négytizedes pontosságot reméljen. Az eltérések, ha lehetett, még inkább fokozták a hitet: sikerült megérteni, matematikai formába önteni a tőzsdei mozgások törvényeit. Az oktatás és a tudomány egy standardot teremtett, egy normát, amelyhez alkalmazkodni kell. Ha mindenki angolul beszél, nekünk is meg kell tanulnunk angolul.

## VIII.

Most, hogy a közgazdaságtant kellőképpen a sárba tapostuk, érdemes lenne megpróbálni valamiképpen konstruktívabban hozzáállni a kérdéshez. Mi az oka annak, hogy az elektronokat páratlan pontossággal tudják a tudomány szolgálói kergetni a processzormagban, miközben több ezer jól képzett és túlfizetett közgazdász közül egy sem vette észre (na jó, a nyájas olvasó kivételével), hogy a devizahiteleknél nagyobb számárságot nem igazán lehet kitalálni?

Ha eltekintünk a politikához fűződő, már említett titkos szerelemtől, akkor leginkább a vizsgált terület organikus jellege szúrhat szemet. Bár ismereteim igen szűkösek, de valahogyan nem sikerült találkoznom egyetlen olyan tudományos eredménnyel sem, amely azt bizonyítaná, hogy az emberi elme képes lenne akár a közepesen bonyolult rendszereket is áttekinteni. Az emberi elmét szokás az univerzum legbonyolultabb szerkezetének tekinteni. De mielőtt az emberi elme páratlan tökéletességét kezdenénk zengen, észre kellene vennünk, hogy az elme fő trükkje a koncentráció, a valóság kirekesztése, az egyszerűsítés. Éppen az agy igencsak alacsony hatékonysága miatt az életben maradás legfőbb eszköze a szűrés. A számtalan információ közül ki kell tudni választani a fontosat, a lényegeset, és arra kell tudni koncentrálni. Ez a beszűkülés, lényeglátás nyilvánul meg a matematikában, az absztrakció iránti vonzalomban, a transzcendens gondolatok, végső okok iránti szinte genetikus vonzódásban, a közvetlen oksági viszonyok elfogadásában, az ideológiai rendszerekhez való megmagyarázhatatlan ragaszkodásban. Miközben képtelenek vagyunk a körkörös önmeghatározó rendszerek viselkedését átlátni, elképesztő hatékonysággal tudjuk kezelni a lokális oksági kapcsolatokat. A tudásunk, a világról alkotott képünk féлдaldas és torz. Nemcsak az a baj, hogy Ádám és Éva nem evett az örök élet almájából. Az is baj, hogy a tudás almájába is éppen hogy csak beleharaptak.

Mondandómat egy példával szeretném megvilágítani. A körkörös, többszörösen determinált rendszerre a legegyszerűbb példa a lineáris egyenletrendszer. A lineáris egyenletrendszer az egyensúlyi rendszerek legegyszerűbb példája. Kötve hiszem, hogy bárki képes lenne egy közepesen feltöltött négyes négyes egyenletrendszert ránézéssel megoldani, vagy a mátrix definittségét kapásból megmondani. Nekem már a kétszer kettesek is gondot okoznak, de nyilvánvalóan vannak nálam jóval jobb képességűek is, ezért a háromszor hármas példát nem kockáztatnám meg. Ugyanakkor elemi algoritmusokkal bárki könnyen meg tud oldani akár jóval bonyolultabb feladatokat is. Vagyis egy bonyolultabb problémát csak akkor tudunk megoldani, ha azt egyszerűbb részekre fel tudjuk bontani.

Ha nem tudjuk a feladatot egyszerűbb lépésekre felbontani, akkor elkezdjük elhagyni a lényegtelen vagy annak ítélt elemeket. Ha még így sem sikerül a feladatot megoldani, akkor tovább faragjuk a dolgot, vagy esetleg más elemeket hagyunk el. Vegyük észre, hogy az olyan elképesztő, lenyűgöző eszközök, mint a gépjárművek, az épületek vagy a számítógépek, jól definiált módon moduláris szerkezetűek. A modularitás ráadásul rekurzív, vagyis az egyes részek szintén részekre bomlanak, amelyek újra részekre bomlanak.

A moduláris szerkezet teszi lehetővé a munkamegosztást, illetve azt, hogy az amúgy igencsak szűk kapacitással rendelkező egyének az egész szerkezet működtetésében hatékonyan tudjanak kooperálni. Ha valamely feladatot nem lehet a környezetétől izolálni, ha nem lehet az egész feladatot kisebb részekre bontani, a páratlannak mondott emberi elme eredményessége kérdéses. De a moduláris felépítés szükségessé teszi az interfészek pontos leírását. Ez szükségessé teszi a pontos fogalmazást, amitől már csak egy lépés az egzakt módszerek elterjedése. A nyilvánvaló gond az, hogy ez a fajta megközelítés körkörös rendszerek esetében nem működik, ugyanis nem lehet az egészet sehol sem szétvágni. Mindaddig, amíg a probléma apróbb darabokra felbontható, a matematika használata hatékony segítséget nyújt, ha azonban a rendszer nem bontható részekre, minden megközelítés, legyen az matematikai vagy verbális, hatástalan. A közgazdaságtan és a matematika sikertelenségében a matematikát kárhoztatni igen igazságtalan felvetés. Matematikai nyelven pontosan annyi mondható el, mint matematika nélkül. A tömörségen és a pontos fogalmazáson kívül a matematika esetleges előnye csak annyi, hogy a kíváncsi szemek elől elrejtethjük a semmit, és azt valaminek mutathatjuk. Gyakran előfordul velem, hogy valamilyen bonyolultabb algebrai kifejezést integrált számítógépes programmal akarok leegyszerűsíteni. A gép időnként varázslatosan sikeres, időnként bonyolultabb formulát ad, mint az eredeti, de leggyakrabban változatlanul visszaadja az eredeti formulát.

A matematikai pénzügyekkel nem az a baj, hogy absztrakt, nem is az a baj, hogy túlzottan formalizált. Ez véleményem szerint igen természetes, sőt üdvözlendő tulajdonság, ami csak annyit bizonyít, hogy komoly emberek komolyan megpróbálták a dolgokat megérteni. Megtettek mindent, amit tehettek, elmentek egészen a falig. Csak tisztelet és megbecsülés járhat érte. Nem az ő hibájuk, hogy amit kutattak, nem igazán bontható részekre, és ezért az emberi elme számára titok, rejtély, elzárt terület.

De a helyzet ennél is bonyolultabb. Az emberek legtöbbször őszintén hisz abban, amit csinál, és próbálja a legjobb tudása szerint elvégezni azt, amit rábíztak. Ahhoz, hogy ezt meg tudja tenni, azonosulnia kell a problémával. El kell hinnie, hogy amit csinál, az a valóság vagy legalábbis annak pontos tükörképe. Közismert a matematikában, hogy a matematika formális állítások üres, tartalmatlan kavalkádja. Nincs olyan matematikus, aki ezt ne tudná, de mégis ne hinné, hogy a matematikai objektumok léteznek, a szó valóságos értelmében, és bármilyen pontatlan állítás kimondása ne lenne a világ megsemmisülésével azonos. Hasonlóan ehhez, ha rákérdezzünk, akkor minden pénzügyi matematikus pontosan tudja, hogy a tárgyalt modellek súlyos egyszerűsítéseket tartalmaznak, és a modell nem azonos a valósággal. Ha azonban nem kérdezzük rá, akkor a modellt azonosítja a valósággal, és próbálja a modellt a lehető legpontosabban megérteni és gondolatait a valóságban őszinte jó szándékkal

alkalmazni. Mindaddig, amíg kellő szkepszissel és derűvel közelítünk hozzá, addig a pénzügyi matematika hasznos és jópofa ismeretek tárháza. Ha azonban a ragyogó felszín alatt nem látjuk meg azt a sajnálatos ténytet, hogy a társadalmi, gazdasági folyamatok megértése túlnő az emberi elme lehetőségein, egyszerűen azért, mert e folyamatok túl szövevényesek, és nem bonthatók fel jól kontrollálható egyszerű elemekre, akkor az eszközt ostorozzuk a magunk balgasága miatt, vagyis háritunk, és gyerekes módon magunk helyett másban keressük a hibát.

## IX.

Mi a pénzügyi matematika fő vonzereje? Egyrészt nyilván maga a pénz. Kevés olyan dolog van, amely annyira megmozgatná az emberek fantáziáját, mint a pénz. Talán egy dolog van, a még több pénz. Ettől eltekintve azonban a pénzügyi matematika fő vonzereje, hogy valóban zseniális módon sikerült egy igencsak egyszerű pénzügyi kérdést a matematika egyik központjával kapcsolatba hozni. A legtöbb matematikai eszköz, amelyet a közgazdaságtanban használnak, vagy érdektelen, periferikus helyet foglal el a matematikai tudományokban, vagy nem adekvát, és használata erőltetett. A konvex analízis, vagyis az elválasztási tételek és a fixponttételek szerepének felismerése és használata az egyensúlyelméletben szintén számos matematikus figyelmét ráirányította a közgazdaságtanra, de ez eltörpül amellet, amilyen kitörő figyelem övezte a pénzügyi matematika térhódítását. A pénzügyi matematika telitalalat, amellyel a közgazdászok sok szempontból letaszították az elméleti fizikát az alkalmazott matematika képzeletbeli trónjáról. A pénzügyi matematika körüli nyüzsgést csak részben magyarázza a pénz szó varázslatos csengése. A pénzügyi matematika sikere nagyrészt abból ered, hogy segítségével a közgazdaságtudományoknak sikerült szoros kapcsolatba kerülniük a modern matematika egyik királyával, a sztochasztikus folyamatok elméletével. A sztochasztikus folyamatokon keresztül azután a pénzügyeknek sikerült kapcsolatba lépniük a parciális differenciálegyenletekkel, aminek a következtében azután a pénzügyi elméletnek sikerült kiterjesztenie befolyását a teljes matematikai analízisre, a numerikus módszerekre és mindenre, amit az emberi elme a számok világában képes volt az alapító atyák színrelépése óta megalkotni.

A párosítás igen szerencsés. Egyrészt a pénzügyi probléma egyszerűsége miatt bárki könnyen megértheti a pénzügyi hátteret. Szemben számos műszaki kérdéssel vagy az elméleti fizikával, a pénzügyi matematikához köthető pénzügyi ismeretek elenyészők. Pénzügyi szempontból még a legbonyolultabb opciót is meg lehet érteni néhány óra csevegés után. Ugyanakkor azzal, hogy ezeknek az elemi problémáknak a megoldását a sztochasztikus folyamatok elméletébe ágyazva tárgyaljuk, egy rendkívül technikás matematikai területet alkalmazunk. És persze ha ágyúval lövünk verébre, az nagyon jó az ágyúhoz értőknek. Ebből a házasságból, miként már említettem, mind a két fél nyer. A pénzügyesek felölthetik a tudományosság ruháját, a matematikusok pedig páratlan közönségre tehetnek szert, és tudásukat a szó legszorosabb értelmében a piacon kamatoztathatják.

## X.

A pénzügyi matematika mibenléte nagyon könnyen megérthető egy példán keresztül. A tőzsdei kereskedés nem annyira a lottózáshoz hasonlítható, mint inkább egy gépkocsi vásárlásához. Tegyük fel, hogy gépkocsit akarunk venni. A probléma alapvetően az, hogy a döntés számos paramétertől függ. A gépkocsik esetében alapvetően egy tömegtermékről van szó, és az áralakulásban nyilvánvalóan felismerhetők bizonyos szabályok. Az áralakulást szabályozó paraméterek viszonylag egyszerűen kideríthetők. Az ár azonban nem determinisztikus függvénye a megismerhető paramétereknek. Például ha már pontosan specifikáltuk, hogy melyik gépkocsitípust szeretnénk megvenni, akkor is felmerül, hogy használtat vagy újat vegyünk-e. Az újat tekinthetjük a kockázatmentes terméknek. A kockázatmentes termék hozama nyilván kisebb, mint a használté, vagyis többet kell érte fizetni. De mennyivel? Ez igen fogas kérdés lehet. Ráadásul nincsen két azonos használt kocsi. Egyikben több a futott kilométer, a másikon van valami kicsi sérülés. Milyen matematikai modell készíthető az áralakulásra? Nyilván egy többet futott kocsi árának kisebbnek kell lennie, mint egy kevesebbet futott ára. De megint mennyivel? Ráadásul az egész kérdés erősen függ a külső makroökonómiai környezettől, mert a használtkocsi-kereskedőnek általában finanszírozási problémái vannak, és a finanszírozási költségek a kamatlábtól, illetve az autók piacon való forgási sebességétől függ, mindezek a kereslet általános nagyságától függnnek, ami meg többek között a munkanélküliségtől függ. Az áralakulásra lehet egyszerű szabályokat megfogalmazni, amelyeket lehet bonyolult statisztikai elemzésekkel alátámasztani. Meghatározhatjuk, hogy havonta milyen mértékben csökken a használt kocsi ára. A modellt tehetjük többfaktorossá, vagyis beépíthetjük a futott kilométereket, a földrajzi területet, ahol a tulajdonos van. A modellben élhetünk plauzibilis hipotézisekkel, majd a modellt kalibrálhatjuk az adatokra. Figyelembe vehetjük az alternatív piacokon való áralakulást, vagyis az egyes gépkocsitípusok, piaci szegmensek áralakulása közötti korrelációt.

A modellalkotás nyilvánvalóan szükséges ahhoz, hogy megfelelő döntést hozzunk. De távolról sem elegendő. A matematikai szabályok mellett tapasztalatra, szerencsére, megérzésre is szükség van. Egy bevált árazó modell egyik pillanatról a másikra felborulhat, ha például a gyártó új modellt hoz be, vagy a gyártó tönkremegy, és a pótalkatrészek biztosítása kétségessé válik. Nyilván autókereskedő is többféle van, és a vásárláskor próbáljuk ezt is figyelembe venni, vagyis sokat adunk például a szomszéd véleményére. A tőzsdei kereskedő és a használtautó-kereskedő vagy a paradicsomot áruló kofa között semmi különbség nincsen: mindegyikük kereskedő. Az egyetlen különbség az az áru, amellyel kereskednek. A tőzsdei kereskedő csak annyiban kivételes, hogy az általa árult áru értéke nagyon nagy, annak közvetlen felhasználhatósága azonban általában igen csekély, illetve az árult áru paraméterei meglehetősen bizonytalanok. Mivel ennek következtében a kockázat is igen nagy, a körültekintés igénye is az.

Egy piaci kofának nincs szüksége formalizált matematikai modellre, az egyszerű népi bölcsességek is megteszik, a gépkocsi-kereskedőnek már adatbázisokra és egyszerű regressziós modellekre is szüksége van. A tőzsdei kereskedéskor

már komplex matematikai modelleket is használhatunk, és kell is használni. De ez mindig csak a dolog egyik oldala. A modell csak iránymutatás. A rossz modell nagy veszteségek forrása lehet. Ha a piaci kofa nem tudja, hogy tavasszal drágább a paradicsom, mint nyáron, akkor nyilván hamar tönkremegy. Ha valaki az árazó modelljében eltekint a devizaárfolyam kockázatától, ne csodálkozzon azon, hogy a piaci kofa sorsára jut. De a fordított irány is igaz: vagyis a jó és körültekintő modell, legyen akár formalizált, akár nem formalizált, minden helyes döntés alapja. Persze jó alapra is lehet rossz házat építeni, és ha szerencsénk van, a rossz alapra épült házat is jó áron el lehet adni.

Természetesen minden kereskedő portfólióban gondolkozik. Többféle kocsit tart, és a telepen levő kocsik összességével próbálja magát eltartani. Nem az egyes árak alakulása érdeklik, hanem az egész portfólió kockázatossága, illetve hozama. Vagyis az egyes árazó modellek összessége. Ugyanakkor persze a kereskedő minden egyes üzletből megpróbálja kihozni a maximumot. Sokszor elhangzik, hogy a pénzügyi matematika célja a kockázatkezelés. Ez azonban csak részben igaz, ugyanis a kockázatkezelés az egyes áralakulások fölé épült magasabb modell, vagyis az absztrakció még magasabb szintje. Amikor nem az érdekel minket, hogyan alakul a paradicsom vagy a paprika ára, hanem arra vagyunk kíváncsiak, hogy miként alakul általában a zöldségek ára a következő napokban. A használtgépkocsi-kereskedő nyilván folyamatosan figyeli az árakat és a különböző szegmensek kockázatát, illetve a rajtuk elért nyereséget. Hipotéziseket készít, megpróbálja számszerűsíteni őket, és a hipotézisek fényében alakítja ki a stratégiáját. Most olcsó japán kocsikat és drága német autókat érdemes tartani, mert ezeket viszik. Vagy most a drága japán autó a menő, de a német kocsi általában jól tartja az árát, ott érdemes nyomulni. Nyilván egy öntudatlan CAPM modellt használva, mindig az adott finanszírozási feltételek mellett sodródni a kockázat és a nyereség csábításai között.

Ugyanakkor azonos tartalomhoz tartozhat több forma, illetve a mennyiség egy adott ponton minőségbe csaphat át. A tőzsdei kereskedés és a használtautó-kereskedés közötti legnagyobb eltérés, hogy a tőzsdei kereskedés terméke virtuális. Ilyenkor a piaci szereplők az árak és a kockázatok tekintetében semmilyen fogódzóval nem rendelkeznek, teljes sötétségben tapogatóznak. Ha eltekintünk attól, hogy a piacon minden tartalom nélküli matematikai modellek egyfajta kakasviadalt is vívnek egymással, a modellek legfőbb célja az ellenőrzés, a csalások, önkényes döntések korlátozása. Minél magasabb absztrakciós szinten definiált a kereskedés tárgya, annál kevésbé felfogható annak pontos értéke, így annál nagyobb a termékkel kereskedő személy vagy intézmény kísértése arra, hogy egy kicsit „belenyaljon a mézes bödönbe”. A matematikai modellek egyfajta keretet adnak, szabályokat fogalmaznak meg: bizonyos nagyságú, alakú ármozgások lehetségesek és megengedettek. Ha ettől a megfigyelt érték eltér, akkor ott gyaníthatóan valami nem stimmel, be kell avatkozni, vagy legalábbis közelről meg kell nézni, hogy ott mi is történt.

A matematikai pénzügyi modell megpróbálja formalizált módon rögzíteni a normális viselkedés szabályait és ezzel megakadályozni, hogy a méz szagától megittasultak üresre nyalják a mézes bödönt. A matematikai pénzügyi elmélet nem nap, amely megvilágítja az eget és a földet, nem is lámpás, amellyel bevilágítunk a sötét

éjszakába. A matematikai pénzügyi elmélet egy bot, amivel egyrészt a sötétben tudunk tapogatózni, másrészt adott esetben a piaci szereplők körmére lehet vele csapni: Ugyan már, hogyan lehet az, hogy a piaci ár elmozdulása a szórás négyeszerese azt követően, hogy te eladtad vagy éppen megvetted a papírt? Magyarázd már meg, hogyan lehetséges ez a döbbenetes előrelátás. A matematikai modellek legfőbb hozzáadott értéke az, hogy a piaci szereplőket állandó adatgyűjtésre, az adatok állandó elemzésére kényszeríti. Lehet belenyalni a mézes bödönbe, de azt civilizáltan és körültekintően kell tenni.

## XI.

A pénzügyi világban három személlyel találkozhatunk. Az arányok változnak, de egymás nélkül mind a hárman sikertelenek. A központi szereplő a nepper, amelynek ideáltípusa Osztap Bender. Mindig kész elmélete van bármire, és természetesen ugyanolyan gyakran veszít, mint nyer, de soha nem adja fel. Elad és vesz, majd újra vesz, majd megint elad, majd megint vesz. Bonyolult pénzszivattyúkat épít, jeleket olvas, trendeket lát a véletlenben, és őszintén hisz abban, hogy a lottószámokat meg lehet álmodni. Ő a nagy kombinátor. A nagy kombinátor lépéseit a tudomány két szögébe próbálja megérteni: a matematikus és a fizikus. A két megközelítés nem azonos. A fizikus a sikeresebb, a keresettebb személy. Istene az Adat, a Jelenség, és gondolatmenetét briliáns adatmanipulációkra építi. Közgazdászörökben a fizikus megfelelője az ökonométer. Az ökonométer és a fizikus közös műve a pénzügyi ökonometria varázslatos világa. Szemben velük a matematikusok az Igazságot keresik. Mivel nyilvánvalóan nem találják sehol, az igazság helyett meglegednek az ellentmondásmentességgel és az eleganciával. Egy pénzügyi matematikai modellel kapcsolatban a legfőbb követelmény az elegancia. Készítőik szerepe óriási, ugyanis modelljeik valójában támaszul és iránymutatásul szolgálnak mind a nagy kombinátornak, mind az adatbűvészeknek. Ők adják az ideológiát!

## XII.

Azt, hogy a pénzügyi matematika sorsa mi lesz, ma még nehéz megállapítani. Elképzelhető, hogy a dolgok tovább mennek a maguk útján, és ahogyan a nehéz napokon túl leszünk, a pénzeső újra beindul, és az eső lágy gyógyító hatása után újra virágozni fog a mező. De az is lehet, hogy tartós szárazságra kell felkészülnünk, és a pénzügyi matematika visszaszorul a sztochasztikus folyamatok elméletébe, és azt gazdagító csodálatos példává szelídül. Semmi kétség, a sztochasztikus folyamatok elmélete rengeteget nyert a pénzügyekkel való viharos házasságból. Még ha a házasság hamar fel is bomlik, a szép emlékek megmaradnak. Ha valaki megpróbálja áttekinteni a sztochasztikus folyamatokról írt tankönyveket, akkor azt kell látnia, hogy az elmúlt évek során színvonaluk, érthetőségük, letisztultságuk rengeteget fejlődött. Ez a fejlődés a pénzügyi matematika tartós, soha el nem tűnő hozadéka.

Mivel ez a hozadék örökké megmarad, a pénzügyi matematika diszkontált jelenértéke biztosan pozitív.

A mai világban a legfőbb gond az, hogy milyen értelmes – vagy nem teljesen értelmetlen – és nem teljesen lélekölő munkával lássuk el az embereket. A matematika, illetve a tudományos kutatás általában ezek közül az egyik legjobb ötlet. Az egyiptomiak piramisokat építettek, és ezzel elérték, hogy két áradás között ne csak az árpa növekedésének szemlélésével foglalkozzon az egyre növekedő lakosság. Az, hogy ezt a fáraó dicsőségére tették, mellékes, és valójában a tetteiket bámuló utókor legtöbbször nem is tudja, ki is volt a fáraó. De említhetnénk a gótikus katedrálisokat vagy a csodálatos reneszánsz kupolákat. Ezek mindegyike rengeteg pénzbe került, de ezekkel a pénzzel amúgy sem tudtak volna mit kezdeni. A szegények könnyeit nem törölték volna le vele, maximum fegyvereket vettek volna belőlük, amelyekkel letörték volna a könnytől megvadultak lázongását. Nem beszélve arról, hogy ha ezek a nagy építkezések nem lettek volna, akkor a pénz, amit elköltöttek rájuk, nagy valószínűséggel szintén nem lett volna.

Senki sem állítja, hogy a pénzügyi világot nem a nagyravágás, az aljasság és a kapzsiság élteti. De mielőtt efelett pálcát törünk, gondolkodjunk el azon, hogy milyen nagyszerű korban élünk, amikor birodalmak sorsát nem kőbunkóval döntik el, hanem olyan pénzügyi manipulációkkal, amelyek mögött – legalábbis elvileg – az áll, hogy kinek vannak okosabb matematikusai, akik ügyesebben tudják csavarni a derivatív termékek képleteit. A pénzügyi összeomlások során elveszett pénzből nem lehet kenyeret venni az éhezőknek, de még hadihajót vagy stadiont sem lehet belőle építeni. Minden ilyen összehasonlítás színtiszta demagógia. Ha egy milliárdokat érő képről kiderül, hogy hamisítvány, az így elveszett pénzből miként lehetne házat építeni? Ha egy milliárdokat érő gyógyszerkutatás eredményéről kiderül, hogy súlyos mellékhatása van, az értékvesztésből hány kiló kenyér vehető? A tőzsdei spekulációban forgó pénz és az éhezők kenyerere ugyanolyan kapcsolatban van egymással, mint a gáz lángjának hője és a napkorongban levő hőtermelés. Senki sem gondolja, hogy a napkitörések során elveszett hőből segélyt lehetne adni a gázszámlát fizetni nem tudó elesetteknek.