

OTDK-dolgozat

2015

Segíthet-e a hálózatelmélet a gazdasági válságok megértésében?

Can the network theory help to understand the economic crises?

Kézirat lezárása: 2014. június. 07.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés.....	1
1.1. A dolgozat célja.....	1
1.2. A dolgozat felépítése	1
2. Válság.....	3
2.1. A válság fogalma.....	3
2.2. Néhány fontos válság története	4
2.2.1. Korai buborékok.....	4
2.2.2. A nagy világgazdasági válság	5
2.2.3. Az olajválság	6
2.2.4. A fejlődő országok válságai	7
2.2.5. A dotcom-buborék.....	8
2.3. A 2008–2009-es világgazdasági válság.....	8
2.3.1. A válság kialakulása	8
2.3.2. Vajon láthattuk volna előre a közelgő eseményeket?.....	9
2.3.3. A válságok tanulságai.....	10
2.3.3. A globalizáció szerepe a válság kialakulásában.....	12
3. Hálózatelmélet.....	14
3.1. A hálózatelmélet fogalma és legfőbb tulajdonságai.....	14
3.1.1. Mi is az a hálózat?	14
3.1.2. A hálózat típusai, legfőbb tulajdonságai	14
3.2. A hálózatelmélet fejlődése	16
3.2.1. A véletlen gráfok elmélete.....	16
3.2.2. Kisvilágság	17
3.2.3. Skálafüggetlenség.....	18
3.3. Hálózati topológia	19
3.3.1. Növekedés és preferenciális kapcsolódás.....	19

3.3.2. A gazdag egyre gazdagabb lesz.....	20
3.3.3. Hálózati hibatolerancia.....	20
3.4. A gyenge kapcsolatok szerepe.....	21
3.4.1. Munkahelykeresés	21
3.4.2. A hálózat védelme	21
4. Hálózatalmélet a közgazdaságtanban	25
4.1. A világkereskedelem hálózata.....	25
4.2. Pénzügyi kapcsolatok skálafüggetlensége.....	27
4.3. Miért fontos a hálózatalmélet ma a gazdaságban?	28
4.4. A világgazdasági hálózat.....	29
4.5. A hálózatok válsága, gazdaságunk válsága	29
4.5.1. A nyájhatás	30
4.5.2. Információ, tudás és innováció a vállalatok között	31
4.5.3. Robosztusság	32
4.5.4. Túlzott komplexitás	33
4.6. Előrejelezhetőek-e a válságok a hálózatalmélet eszközeivel?.....	34
5. Összegzés	37
Irodalomjegyzék	40

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Irányítatlan, súly nélküli gráf és a gráfot leíró mátrix	15
2. ábra: A random, a kisvilági, és a szabályos hálózat a klaszterezettség és a legrövidebb út függvényében	18
3. ábra: Fázisátmenetek: random gráf, skálafüggetlen hálózat, csillagháló, szubgráfok.....	23
4. ábra: A stabilitás és a hatékonyság összevetése	33
5. ábra: A dolgozat fogalmainak hálózata	38

1. BEVEZETÉS

Gazdaságunk összetett, egymással szorosan összekapcsolt rendszert alkot. Az információs és kommunikációs forradalomnak köszönhetően előtérbe kerültek a globalizációval, a széleskörű összekapcsoltsággal foglalkozó kutatások. A hálózatielmélet, mely a rendszerek egyes elemeinek egymással való kapcsolatait vizsgálja, önálló tudományággá vált. Nem beszélhetünk teljesen új kutatási területről, hiszen a szociológia és a biológia alapját képező hálózatokkal kapcsolatban már korábban komoly tudományos eredmények születtek.

1.1. A DOLGOZAT CÉLJA

A közgazdaságtan bár még nem rendelkezik hasonló, szerteágazó és pontos hálózati modellekkel, szakirodalma folyamatosan bővül. Dolgozatom egyik célja felhívni a figyelmet a hálózatielmélet szerepére komplex gazdasági rendszerünkben.

A hálózatielmélet fontossága abban rejlik a közgazdaságtanban, hogy a hangsúlyt az egyes szereplők közötti kapcsolatokra helyezi. Nem szabad elfeledkeznünk arról a tényről, hogy a közgazdaságtan a társadalomtudomány alrendszerét képezi. Alapját tehát a társadalom, és a szereplők között kialakuló kapcsolatok, a cserék és tranzakciók jelentik. A hálózatielmélet nem felülmúlni kívánja a mikroökonómiai és makroökonómiai modelleket, csupán lehetőséget teremt egy rendszerszintű gazdasági szemlélet kiépítésére.

A 2008–2009-es gazdasági válság kirobbanását követően a válságelméleteket újraértékeltek. Egy olyan irányvonal indult fejlődésnek, mely e két tudományterületet, a közgazdaságtant és a hálózatielméletet összekapcsolja. A dolgozat az eddigi szakirodalmak összegyűjtésével, összevetésével, egymásba kapcsolásával keres válaszokat arra a kérdésre, hogy előrejelezhetőek-e a válságok a hálózatielmélet szemszögéből. Továbbá feltételezi, hogy kialakulhat egy olyan válságmagyarázat, melynek eszköztárát a hálózatielméletből kölcsönzi a közgazdaságtan.

1.2. A DOLGOZAT FELÉPÍTÉSE

A dolgozat három fő részre tagolható a bevezető részt követően. A 2. fejezet definiálja a válságot az egyes válságkutató szakemberek segítségével, majd bemutatja a történelem során kialakult legfontosabb összeomlásokat. Ismerteti az okokat, és a lehetséges elkerülési módokat. Kicsit részletesebben kitér a 2008–2009-es globális válságra, annak magyarázataira és következményeire. Bemutatja az egyes szakértők véleményeit a nagy krachok

előrejelezhetőségéről, továbbá megemlíti azon okokat, melyek a 21. századi globalizációra vezethetők vissza, s melyek nagymértékben hozzájárultak a világgazdaság összeomlásához.

A 3. fejezet bemutatja a hálózattelmélet jelentőségét, történetét, és legfőbb mutatóit. Kitér a kisvilágság és a skálafüggetlenség jellemzőire, és összeveti a különböző hálózati szerkezeteket. A természettudományokból ismert fázisátmenet jelenségét kivetíti a társadalomtudományokra, ezzel a hálózatok evolúciós fejlődését is ismerteti. A hálózatok topológiájának vizsgálata során a gyenge kapcsolatok stabilizáló szerepéről is szó lesz. A hálózatok hibatoleranciája, illetve a hálózati zavarok, a zavarokat előidéző jelenségek bemutatása pedig már a két tudományág összefonódásának első lépései lesznek.

A 4. fejezetben a gazdaságban előforduló skálafüggetlen, komplex hálózatok kerülnek a középpontba, sőt maga a gazdaság, mint összetett, skálafüggetlen rendszer is tárgyalásra kerül. A gazdasági hálózatok zavarairól, a sokkok és válságok hálózattelmélettel összefüggő okairól, tehát a túlzott komplexitásról, az információs aszimmetriáról, a nyájhatásról és a robosztusságról lesz szó a fejezet további részeiben. A dolgozat fő kérdéseire pedig egy olyan kutatás eredményei próbálnak választ adni, mely a magyar pénzügyi hálózat főbb mutatóinak változásait elemezte a Lehman–Brothers összeomlása előtt és után.

2. VÁLSÁG

A 2008–2009-es válság nem várt kirobbanását követően a közgazdaságtanban ismét előtérbe kerültek a gazdasági válságok kialakulásával, előrejelzésével, elkerülésével, illetve megoldásával kapcsolatos nézetek. Olyan súlyos vádak érték a közgazdaságtant, melyek szerint az események a makroökonómia kudarcát jelentik. Felélénkült az állandó vita az állami szerepvállalás mértékének kérdésköréről is. A fejezet nem kíván megoldásokat találni a felvetésekre, célja sokkal inkább a válságok okainak feltárása, a következményekből való tanulságok levonása. A második fejezetben elsőként a válság fogalma kerül meghatározásra, majd a történelem során kialakult nagy krachok egymással és a jelenlegi válsággal való összevetése következik.

2.1. A VÁLSÁG FOGALMA

A klasszikus és a neoklasszikus közgazdaságtan a piac működését stabilnak, ebből következően az allokációt optimálisnak vélte, az állami beavatkozást tehát feleslegesnek tartotta. A nagy világgazdasági válságot követően azonban a tudomány új irányt vett, John Maynard Keynes: A foglalkoztatás a kamat és a pénz általános elmélete című műve nyomán. A keynesizmus szerint ugyanis állami beavatkozás szükséges a piaci hibák korrigálására. Az újklasszikus közgazdászok azonban az állami beavatkozás hibáira és hatástalanságára hivatkozva visszatértek korábbi nézeteikhez. Szerintük a gazdaság ingadozása az egyensúly természetes velejárója, a konjunkturális ingadozások pedig nem jelentenek egyensúlytalanságot. (Mellár, 2010; Bessenyei, 2009)

A válság fogalma a közgazdaságtan történetében tehát többször megkérdőjeleződött, újrafogalmazódott. A 2008–2009-es válság kapcsán kutató szerzők szintén különböző módon definiálják a jelenséget. Csáki (2009) szerint akkor beszélhetünk világgazdasági válságról, ha nemcsak egy visszaesés történik, hanem valamilyen külső okból mélyebb, súlyosabb, és általában hosszabb ideig tartó recesszió alakul ki.

Farkas (2009) a válságot a gazdaság ciklikusságával indokolja, illetve a kapitalizmus természetes jelenségének tartja. A válság során egy általános elértéktelenedés megy végbe (a részvénypiacokon, az értékpapírpiacon, az ingatlanpiacon), amikor tönkremennek a kevésbé versenyképes termelők, a raktárkészleteket pedig kiárusítják, illetve megsemmisítik. Idővel az egyensúly helyreáll, a felesleges kapacitások pedig megszűnnek, egy új ciklus kezdődik el.

A válságnak rengeteg típusa van, melyek sok esetben egymás következményei, levezethetők egymásból. Palánkai és Nagy (2009) tanulmányukban hangsúlyozták, hogy a világgazdasági válság egy összetett jelenség. Beszélhetünk pénzügyi, eladósodási, likviditási válságokról, melyek az egész hitelrendszer válságához vezetnek. Bizonyos iparágakban pedig, az autóiparban, a lakásépítésben, és a fogyasztási elektronikában, kiemeli az úgynevezett újratermelési válságot is. A gazdasági válságokat gyakran kísérhetik kulturális, és társadalmi válságok is. Ez utóbbi megállapítás sajnos különösen jellemző a jelenlegi Magyarország helyzetére.

Elmondható tehát, hogy a gazdasági válság egy rendkívül szerteágazó jelenség, melynek beláthatatlan következményei lehetnek, amennyiben nem tanuljuk meg megfelelően kezelni. A történelem során kialakult válságokról készült tanulmányok lehetőséget teremtenek a jelenség megismerésére, illetve a jelenlegi válságokkal megegyező, és eltérő tulajdonságok felismerésére is. Ez utóbbiaknak fontos szerepe lesz a dolgozat további fejezeteiben. Az összeomlásokkal együtt járó legújabb jelenségek miatt lehet fontos a válságelméletek más nézőpontra helyezése is.

2.2. NÉHÁNY FONTOS VÁLSÁG TÖRTÉNETE

2.2.1. Korai buborékok

Amikor gazdasági válságokkal kezdünk foglalkozni, gyakran találkozhatunk a közgazdasági lufi vagy buborék kifejezéssel. Buboréknak nevezzük a közgazdaságtanban azt, amikor egy bizonyos termék, iparág, valuta vagy értékpapír iránt egyre jobban megnő a kereslet, ezáltal az árak jelentős mértékű növekedésnek indulnak, ami további keresletet gerjeszt a spekulánsok körében. A folyamat során az árak egyre inkább elválnak reális, valós áruktól, kialakul tehát a közgazdasági lufi. Ezek a részvénytőrségi, vagy gazdasági buborékok egyre jobban nőnek, majd váratlanul kipukkannak. Ilyenkor a túlértékelt befektetések, termékek árai rohamosan csökkenni kezdenek, elértéktelenednek. Az eseményt követően a befektetők anyagi helyzete mélységesen romlik, nagyon sokan szegényednek el.

A közgazdaságtan történetében az első feljegyzett buborék az úgynevezett holland tulipánválság volt, 1634 és 1637 között. A Törökországból származó virág elindított egy divathullámot. A hollandok vagyoni helyzetüktől függetlenül versengeni kezdtek a tulipánhagymákért. Ennek következtében a növény árát egyre magasabbra hajtották. Létrejött egy külön piac a tulipánvásárlásra, ahol a spekulánsok nagy nyereségre tehettek szert, ugyanis

vásároltak, ha estek az árak, és eladtak, ha emelkedtek. Azt gondolták az emberek, hogy a tulipánmánia soha nem ér véget. Ekkor már nem azért vásárolták, mert díszíteni szerettek volna vele, hanem azért, hogy minél nagyobb profitot szerezzenek. Amikor azonban egyre több kereskedő gyanítani kezdte, hogy nem nőhetnek a végtelenségig az árak, látták, hogy valaki rosszul fog járni az üzlettel, akkor elkezdtek megszabadulni készleteiktől, melynek következménye a tulipánhagyma árzuhanása volt. A válság során számos gazdag kereskedő szegényedett el. (Madarász, 2009)

A Déltengeri Társaság értékpapírainak felértékelődése hasonló véget ért, amikor 1720-ban a lufi kipukkadt. Dale (2004) azt írja könyvében, ha valaha volt példa a mániákus nyájhatásra a gazdaságtörténetben, akkor a Déltengeri buborék biztosan az volt. Hangsúlyozza továbbá, hogy ez nem egy egyedülálló történet az angol gazdaságban, hanem egy olyan befektetői viselkedés, amely bárhol, bármikor megismétlődhet.

2.2.2. A nagy világgazdasági válság

Az 1920-as években az Egyesült Államokban kitört egy spekulációs láz a részvénytőzsdéken, ugyanis a beruházások munkalehetőséget teremtettek, így emelkedtek a bérek, ezzel együtt a fogyasztás is, és ez ösztönzően hatott újabb beruházások indítására. A részletre, hitelre való vásárlás egyre elterjedtebbé vált. A rendelkezésre álló jövedelem megnövekedése, és a könnyű hitelhez jutás ösztönzően hatott az állami kötvényvásárlásokra, majd később a vállalatok által kibocsátott részvények is kelendővé váltak. Az értékpapírokat azonban felvett hitelekre vásárolták, megindult a tőkeáttételes kereskedelem. 1929-ben a részvények árai egyre emelkedtek, ami tovább növelte a keresletet, az árak messze a reálértéktől szárnyalni kezdtek. Amikor a piaci árfolyamok és a részvénycserék rekordokat értek el, akkor váratlanul esni kezdtek az autórészvények árai. A pánikserűvé fokozódott hangulatban igyekezett mindenki megszabadulni részvényeitől, bekövetkezett a tőzsdekrach, melyet előbb az USA, majd az egész világgazdaság krízise követett, egészen 1933-ig. Az európai országokban a válsághoz különböző működési zavarok vezettek. Közép-Európában a pénzügyi válság mellett a termelési-értékesítési válság is súlyosbította a terheket. A térségben ugyanis elsősorban agrárországok voltak, ahol a mezőgazdasági árak csökkenése már a válság előtt is problémát jelentett az agrárrolló kinyílása, a tőkekiáramlás miatt. A gabona túltermelés hozzájárult a munkaerőigény és a foglalkoztatottak bérének csökkenéséhez. Fokozatosan megindult a munkaerő migráció, a társadalmi feszültségek pedig növekedtek. (Kaposi, 2004)

A korai válságokhoz hasonlóan az 1929-es válság is egyfajta növekedési illúzió következménye volt, ebben az esetben az értékpapírpiazi buborék pukkant ki. Az előzőeknél jelentősebb problémát okozott azonban, hogy a részvénytőzsi buborék nemcsak egy ország, hanem az egész világ gazdaságát érintette, a bankok egymáshoz való kapcsolódása miatt, és addig még soha nem tapasztalt világgazdasági recessziót okozott. Ez az összekapcsoltság a későbbiekben tovább fokozódott. A túlzott komplexitás és a globalizáció olyan modern kori jelenségek, melyek az 1929-es válságtól kezdve minden összeomlást szerteágazóbbá, kiterjedtebbé alakítottak. A későbbiekben a komplexitás előtérbe kerül a válságok tárgyalása során, és megalapozza az új válságelméleti módszertan kialakítását is.

Az 1929–1933-as válság tanulsága mindenképpen, hogy a hitelből való fogyasztás, a tőkeáttételes kereskedelem veszélyessé válhat, ha váratlanul kialakul egy bizonytalanság a tőzsdén. Az állami beavatkozás időnkénti szükségességére is felhívják a figyelmet a történetek, valamint arra, hogy érdemes odafigyelnünk azokra az elemzőkre, akik feltárhatják előttünk a lehetséges válsághelyzetet is. 1929-ben ugyanis egy Paul Warburg nevű német származású, amerikai bankár próbálta figyelmeztetni a piacot a szerinte közelgő eseményre, de a virágzó tőzsde nem hallgatott rá.

2.2.3. Az olajválság

A következő világméretű válság az 1973–1978-as olajválság volt. A technológiai fejlődés következtében az olaj elengedhetetlenné vált a társadalom számára. A közlekedésben, a fűtésben, a villamosenergia-termelésben is szükség volt rá. A nyugati országok nyersolajat importáltak, a kőolajtermelő, közel-keleti, arab országokból, melyet saját technológiájukkal dolgoztak fel a hazai szükségletekre. A problémát az okozta, hogy az olajexportáló országok importját az iparosodott, országoktól vásárolták. Az ipari termékek árai azonban emelkedni kezdtek a nyugati infláció miatt, mely az arab országok számára rossz cserearányt eredményezett. Az áremelkedés tehát áttért az olajpiacra is. Az 1973-as arab-izraeli háborúban az izraeliek mellett kiálló nyugati országok maguk ellen fordították a nagy kőolajtermelő országokat, melynek következménye az olajár rohamos emelkedése volt. A válság a világgazdaság átrendeződését vonta maga után, hiszen az olajkitermelőkből gazdag hitelezők lettek. (Kaposi, 2004)

A történelemben ez a válság eltér a korábbiaktól, hiszen itt szerepet játszanak politikai megfontolások is. Hasonlóságot fedezek fel viszont az 1929-es gazdasági válsággal kapcsolatban, hiszen a közép-európai országoknál szintén cserearányromlást figyelhattunk

meg. A jelentős különbség azonban, hogy az olajexportáló országok olyan függőséget jelentettek a nyugati, ipari országoknak, mely a cserearány megváltozását elő tudta idézni. Ezzel szemben a közép-európai országok nem számíthattak cserearány javulásra a válság során. Ez a függőség egyébként tovább növelte az országok közötti összekapcsoltságot, mely egy még komplexebb rendszer létrejöttéhez vezetett el.

2.2.4. A fejlődő országok válságai

A továbbiakban néhány fejlődő ország pénzügyi válsága kerül bemutatásra Lámfalussy (2008) könyve alapján. A latin-amerikai válság olyan adósságválság, mely a legtöbb latin-amerikai országot érintette 1982 és 1983 között. Az adósságok az olajválságok és a felvett nyugati hitelek miatt halmozódtak fel. A fejlett országok azt gondolták, hogy a latin-amerikai országok nem válhatnak fizetéseképtelenné, éppen ezért túlzott hitelezésbe kezdtek.

Nagyon hasonlóan alakult ki az 1994–1995-ös mexikói válság is, melyet szintén jelentősebb folyófizetésimérleg-hiány előzött meg. Lámfalussy (2008) szerint a két válság közötti jelentős különbség az, hogy a mexikói válságban nem beszélhetünk elhibázott makrogazdasági politikáról. Mexikóban ugyanis a válsághoz nem a közszféra, hanem a magánszféra túlköltekezései vezettek. A válság kialakulásához itt még hozzájárult a politikai bizonytalanság és a bankrendszer sebezhetősége is.

Az 1997–1998 között Indiában, Thaiföldön és Dél-Koreában bekövetkezett pénzügyi összeomlást kelet-ázsiai válságnak nevezzük. A válság okai, ezeknek az országoknak az esetében a jelentős devizaadósságok, valamint a kialakuló ingatlanbuborékok voltak. Lámfalussy (2008) túlbefektetésről beszél, felesleges kapacitások alakulnak ki az elektromosság és az autógyártás során. A válság okai közé sorolható még a magánszektor túlzott banki hitelezése, valamint a valuták dollárhoz rögzítése is.

Az Oroszországban bekövetkezett 1998-as válság hasonló körülmények miatt alakult ki. Fontos szerepet játszott ebben az esetben is a külső adósság felhalmozása, kiegészítve különböző szerkezeti és intézményi problémákkal is. A közvetlen kiváltó okok közé sorolhatjuk az olajárzuhanást, mivel Oroszország az olajexportálásból szerzi jelentős külkereskedelmi bevételét, ezért a folyó fizetési mérleg romlott, tőkekiáramlás következett be. Az államkötvények, részvényárfolyamok, valamint a rubel értéke is zuhanásnak indult, bekövetkeztek a bankcsődök, illetve egy magas infláció alakult ki. (Lámfalussy, 2008)

2.2.5. A dotcom-buborék

Az 1990-es évek második felében a technológiai részvények árai magasan kezdtek szárnyalni. Az új technika ugyanis vonzotta a befektetőket, az áremelkedés pedig újabb áremelkedést okozott. Ennél a válságnál is önmagát erősítő eszközár-buborékról beszélhetünk. A technológiai részvények nagy része összeomlott. Bélyácz és Pintér (2011) szerint a buborékok keletkezésekor a legfőbb tényező, hogy a bankok mennyi likviditást biztosítanak. Szerinte a laza monetáris politika következménye, hogy az eszközárak gyors növekedése figyelmen kívül marad.

Az elmúlt évszázadok legjelentősebb válságtörténeteinek áttekintése után a 2008–2009-es gazdasági világválság tárgyalása következik. Széleskörű irodalom tárgyalja a történeteket, és sokan gondolkodtak el rajta, hogy vajon előre lehetett volna-e jelezni a gazdasági összeomlást. Egyes szakemberek kutatják az okokat és a megoldásokat, mások fekete hattyúkról beszélnek, és kialakulóban van egy új kutatási terület is, melyet a dolgozat később fog tárgyalni.

2.3. A 2008–2009-ES VILÁGGAZDASÁGI VÁLSÁG

2008. szeptember 15-én a Lehman Brothers összeomlása magával rántotta a nemzetközi pénzügyi piacot. A válság anyagi és társadalmi költségei óriásiak. A globális munkanélküliség 8,4 millióval nőtt 2008-ban, 2009-ben pedig már meghaladta az 50 millió főt. Az Egyesült Államok GDP-je pedig 650 milliárd dollárral lett kevesebb, ami háztartásokra lebontva 5 800 amerikai dollárt jelent. (The World Bank, 2009)

2.3.1. A válság kialakulása

A válság 2007-ben az Egyesült Államok másodrendű jelzáloghitel-piacáról indult ki. A kirobbanás okai közé sorolhatjuk a tartósan alacsony globális kamatkörnyezetet, a világméretű pénzügyi egyensúlytalanságokat, a növekvő lakásár-inflációt, a pénzügyi eszközök áremelkedését, valamint a keletkezett buborékok kipukkanását. (Király et al., 2008)

Az Egyesült Államok jelzálogpiaca a várhatóan nem teljesítő hiteleket és az elsőrendű hiteleket összekeverte, majd ezekkel a szennyezett értékpapírokkal a globális piacokat is továbbszennyezte. A buborék 2007-ben pukkant ki, amikor a kamatok és a lakásárak csökkenni kezdtek és a szennyezett értékpapírok piacán veszteség keletkezett. A leminősítések következtében ezeken a piacokon kezdett eltűnni a likviditás. Az árnyékbankrendszer veszteségei nem kerültek kimutatásra a bankok mérlegeiben, ugyanis

sokáig titkolni próbálták. A probléma viszont az volt, hogy a bankok közötti bizalom alapjaiban rendült meg. A bankközi piac zavarai miatt a hitelhez jutás egyre nehezebbé vált, egyre súlyosabb finanszírozási problémák merültek fel, és ez megjelent a gazdaság egészében. A 2008. szeptember 15-én történt Lehman Brothers összeomlás után kitört a pánikhangulat, mindenki eladni próbált, megindult a harc az eltűnő finanszírozási likviditásért. A pénzügyi rendszer a szétesés közelébe került, ami viszont egyúttal a gazdaság darabokra hullását is jelentette, melynek jelei a világgazdaság növekedésének nagymértékű lassulásában mutatkoztak. A válság legfontosabb tanulsága tehát, hogy tudatosítanunk kell a likviditási kockázat szerepét. Habár nem jelent folyamatos kockázatot, mégis vannak olyan pillanatok, amikor meghatározóvá válhat, ezekre a periódusokra pedig fel kell készülnünk. Különösen akkor kell odafigyelnünk, amikor a látszólagos likviditásbőség irracionális eredményekhez vezet. (Király, 2008)

2.3.2. Vajon láthattuk volna előre a közelgő eseményeket?

Taleb (2012) a 2008-as válságot Fekete Hattyúként definiálja, amely alatt valamilyen kiugróan eltérő, extrém hatású jelenséget ért, melyet utólag próbálunk megérteni, magyarázni. Felbukkanása kiszámíthatatlan, éppen ezért kénytelenek vagyunk alkalmazkodni hozzá. A kutatók hajlamosak kiiktatni a kiugró jelenségeket, gyakran csak a szokványos eseteket vizsgálják. Középszerisztánnak nevezi azt, amikor a rendkívüli esetek valószínűsége elhanyagolhatóan kicsi, ilyen például az azonos nemű, hasonló életkorúak magassága, ahol ritkán fordul csak elő kiugró érték. Középszerisztánban tökéletesen alkalmazható a közgazdaságtanban gyakran használt Gauss-görbe, mely haranggörbe alakú, normális eloszlást mutat. Ebben az esetben a legtöbb érték az átlag körül helyezkedik el. Taleb szerint azonban a pénzpiacok Extremisztán produktumai, azaz nem ritkák a szélsőséges értékek. Az amerikai tőzsdepiacra tíz szélsőséges árfolyammozgású nap alatt termelődött az elmúlt ötven év összprofitjának fele. Extremisztán létezésével pedig a probléma az, ami a váratlan eseményekkel (válságokkal) kapcsolatos problémánk is, hogy az iskolákban egyelőre csak középszerisztáni módszereket tanítanak, tehát nem vagyunk kellőképpen felkészülve az események előrelátására.

Lámfalussy hasonlóképpen gondolkodik a válságok előrejelezhetőségéről, mint Taleb. „Ne ringassuk magunkat hamis illúziókba arra vonatkozóan, hogy képesek vagyunk megelőzni minden krízist,...” (Lámfalussy, 2008. p. 113.)

Javaslatokat tesz azonban a válságok megelőzésére. A gazdaság működéséhez elengedhetetlenül fontos a helyes monetáris és fiskális politika, szükség van jól működő hazai pénzügyi közvetítőkre, valamint az információk pontosabb értelmezésére is. Taleb pedig felhívja a figyelmet a rejtett kockázathordozók felismerésére, az állami és magántulajdon helyes arányára, a közgazdasági rendszer átalakítására, a komplexitás egyszerűsítésére és a bizalom fontos szerepére.

2.3.3. A válságok tanulságai

Az első táblázatban összevettem egymással a dolgozatban tárgyalt válságok kialakulásának legfőbb, és a közgazdászok által eddig felismert okait, illetve azokat a felvázolt lehetőségeket, melyekkel a válságok elkerülése esetlegesen megvalósulhatott volna. Összefoglalva elmondható, hogy a legtöbb válság kialakulásában szerepet játszott a túlzott növekedési illúzió valamibe való beleképzelése. A válságok előjele lehet tehát, az árak reálértéktől való szélsőséges elszakadása, ezért fontos, hogy időben felismerjük valaminek a túlzott felértékelődését.

Az állami beavatkozás szükségessége a gazdaság történetében folyamatos vita tárgyát képezi. Amikor a gazdaság fellendülésben van, hajlamosak azt gondolni a piac szereplői, hogy az állami beavatkozás teljesen felesleges, és indokolatlan. Egy válság bekövetkezése alkalmával azonban, a gazdasági szereplők gyakran az állam tétlenségét okolják. A válságok tárgyalása során kiderült, hogy az államnak nemcsak a gazdaság élénkítése lehet a fontos feladata, hanem időnként vissza is kell fognia a túlzott növekedést. Állandó problémákat okoz a fejlődő és a fejlett gazdaságok közötti jövedelemkülönbségek növekedése, illetve ennek kapcsán a rossz cserearányok kialakulása is. Az adósságok felhalmozása pedig különösen veszélyes, függetlenül attól, hogy a privátszférát, vagy az ország gazdaságát érintik-e.

Jelen korunk válságaiban pedig megjelent néhány újabb tényező, melyek az információ és kommunikáció forradalmának következményei. A gyorsan és könnyen terjedő információ feldolgozása sok esetben hibás, vagy elmarad, ezért kialakul az információs aszimmetria jelensége. A bankhálózatok egyre széleskörűbb összekapcsoltsága pedig a pénzügyi világ globalizáltságához vezet.

1. táblázat: A válságok kialakulásának okai, és lehetséges elkerülési módjai

Válságok	Okok	Elkerülés
Holland tulipánmánia	- nyájhatás	- megfontoltabb befektetői döntések
Déltengeri válság		- buborék felismerése
1929–1933-as válság	- túlzott hitelezés - értékpapír vásárlási láz - tőkeáttételes kereskedés - növekedési illúzió	- hitelből való fogyasztás visszaszorítása - állami beavatkozás szükségességének felismerése
Olajválság	- rossz cserearány - politikai érdekellentét	- fejlődő és fejlett országok közötti jövedelmi különbségek csökkentése - exporttól való függőség csökkentése
Latin-amerikai válság	- külső adósságfelhalmozás	- helyes monetáris és fiskális politika - jól működő hazai pénzügyi közvetítők - jobb informáltság - árfolyamrendszer - tőkeáramlások liberalizálása - pénzügyi közvetítők rugalmasságának javítása
Mexikói válság	- magánszféra túlköltekezései - bizonytalanság - bankrendszer sebezhetősége	
Kelet-ázsiai válság	- devizaadósságok - ingatlanbuborék - felesleges kapacitások - magánszektor hitelezése - valuták dollárhoz rögzítése	
Orosz válság	- olajárzuhanás - államkötvények zuhanása - bankcsődök - magas infláció	
Dotcom válság	- technológiai részvénybuborék - bankok alacsony likviditása - laza monetáris politika	- szigorúbb monetáris politika - magasabb likviditású bankok
2008–2009-es válság	- tartósan alacsony globális kamatkörnyezet - világméretű pénzügyi egyensúlytalanságok - növekvő lakásár-infláció - a pénzügyi eszközök áremelkedése - buborékok kipukkanását	- a rejtett kockázathordozók felismerésére - az állami és magántulajdon helyes aránya - a komplexitás egyszerűsítése - a bizalom kiépítése és fenntartása

Forrás: saját szerkesztés, szakirodalmak alapján.

2.3.3. A globalizáció szerepe a válság kialakulásában

A 2008–2009-es Egyesült Államokból kiinduló válság gyors, világméretű recesszióvá alakult. Az informatikai forradalom, a pénzügyi innovációk, illetve a nemzetközi tőke- és hitelrendszer szélsőséges szabadsága erősítik a globalizáció hatásait. (Muraközy, 2010)

A globalizáció jelentőségét a válságok gyors tovagyűrűzésében sokan felismerték. Sheng (2010) szerint a globalizáció összekapcsolta az eddig lokalizált pénzügyi piacokat, események sorozatát, makro trendeket, melyek együttesen vezettek a válsághoz. A globális egyensúlytalanság okozta a túlzott likviditást, mely túlzott hitelezést és tőkeáttétet vont maga után. Az Egyesült Államok bankrendszere a hagyományos kiskereskedelmi rendszerről egy magasan tőkeáttétes bankrendszerre változott, ami tovább növelte a globális egyensúlytalanságokat. Azonban nem ez volt az első eset, amikor a túlzott tőkeáttét problémát okozott a történelemben. A már korábban említett 1997–1998-as ázsiai válság, illetve a 2000-es dotcom-buborék kipukkanásában is jelentős szerepet játszott a túlzott tőkeáttét, a nagy tőkeáramlás, a monetáris politika hiánya és a laza pénzügyi szabályozás. A 2008-as válságban további problémát jelentett az árnyékbankrendszer megjelenése is. Az információs technológia fejlődése révén egyre komplexebb rendszerek jöttek létre, a pénzügyi intézmények mérete már meghaladta a nemzeti gazdaságok méretét. Sheng kiemeli továbbá a megbízó-ügynök probléma megjelenését, ami szorosan összefügg az információs aszimmetria kérdésével is. Információhiányról nem beszélhetünk, ellenkezően, a probléma a túl sok információ volt, melynek értelmezése sok esetben nehézségekbe ütközött.

Lámfalussy (2008) is egyetért abban, hogy a globalizáció megnehezíti a válságok megelőzését, valamint kezelését is. Problémát jelent a tőke fejlett országokból fejlődő országokba való áramlása is, mely a túlzott eladósodáshoz vezetett.

Taleb (2012) szerint a globalizáció növeli a kiszolgáltatottságot, csökkenti a változékonyságot, és a stabilitás látszatát kelti. A negatív hatások a pénzpiacok egy hatalmas bankká való összeolvadása miatt következnek be, az összes bank kapcsolatba kerül egymással a globalizáció hatására, ezért érzi úgy, hogy nő a kiszolgáltatottság. A stabilitás azért látszat csak, mert az összekötöttség révén egy bank az egész bankhálózat csődjéhez vezethet. A jövőben tehát a válságok sokkal nagyobbak lehetnek majd, lényegesen kiterjedtebb hatással. A stabilitás szerepe a későbbiekben részletesebben is bemutatásra kerül majd a dolgozat további fejezeteiben, a szakirodalom ugyanis sokat foglalkozott azzal a kérdéssel vajon mennyire stabil a világ gazdaság, és hogyan lehetne stabilabbá tenni, illetve mi

ennek az ára. Taleb olyan pénzügyi intézmények létrehozását javasolja a válságok elkerülése érdekében, melyek ritkán mennek csődbe, és melyek esetlegesen könnyen helyettesíthetőek. A pénzügyi intézmények szerkezete tehát az internetes kereskedelem szerkezetéhez hasonlóvá kellene, hogy váljon.

Farkas (2009) a globalizáció jelenségével magyarázza a pénzügyi buborék kialakulását. A transznacionális vállalatok terjedése miatt a munkaigényes termelés fokozatosan áthelyeződik a fejlődő országokba, ahol olcsó munkaerő van jelen. A kapacitások felhalmozódnak, a munkaerő pedig a tőke által kiszorításra kerül. Az országon belüli, és az országok közötti jövedelmi különbségek növekedése pedig a hitelpiacot, az adósságállományt, valamint a fizetésimérleg-egyensúlytalanságokat jelentős mértékben emeli.

Elmondható tehát, hogy a globalizációnak jelentős szerepe van a válságok kialakulásában. Megnehezíti a sokkok előrejelezhetőségét, elkerülését, és kezelését is. A pénzügyi piacok pedig egyre összetettebb rendszert alkotnak, melyek vizsgálata elengedhetetlen lehet a későbbi válságok kialakulásának megelőzése érdekében. Az úgynevezett komplex rendszerek megértésével, elemzésével egy napjainkban még újszerű tudományág, a hálózatalmélet foglalkozik. A következő fejezetben az alapvető hálózatalméleti fogalmak, vizsgálati eszközök bemutatására kerül sor.

3. HÁLÓZATELMÉLET

„A 21. század elejének talán legfontosabb tudományos felfedezése annak meglátása, hogy minden hálózat, rendszer azonos szervező elv alapján jön létre, és egyszerű, de hatékony szabályok révén működik.”

(Barabási, 2013. p. 322.)

3.1. A HÁLÓZATELMÉLET FOGALMA ÉS LEGFŐBB TULAJDONSÁGAI

A hálózatelmélet számos tudományág területén új felfedezésekre vezetett. A természettudományokban (neuron hálózat, sejtek hálózata, idegrendszer), a szociológiában, illetve az informatikában (világháló) egyre fontosabb szerepet tölt be a részek kapcsolatainak vizsgálata az összetett rendszereken belül. Az elért sikerek ösztönzően hatnak a közgazdaságtan és az üzleti gazdaságtan területének hálózatelméleti szemszögből való vizsgálatára is.

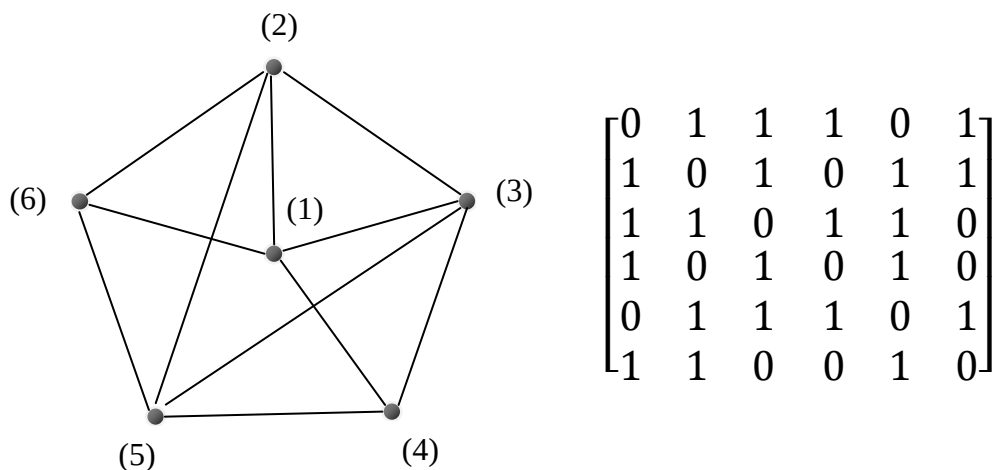
3.1.1. Mi is az a hálózat?

Easley és Kleinberg (2010) úgy fogalmazták meg, hogy a hálózat bizonyos objektumok gyűjteménye, amelyben az elemek egy része összekapcsolódik egymással. A hálózatelmélet módszertani bázisát a gráfelmélet adja. A hálózat szerkezetének matematikai modellezésében rendkívül fontos szerepet játszanak a gráfok. Egy gráf csúcsokat (az objektumokat) és éleket (az elemek közötti kapcsolatokat) tartalmaz. Két csúcs között, ha szerepel kapcsolat, akkor szomszédoknak nevezi őket a gráfelmélet.

3.1.2. A hálózat típusai, legfőbb tulajdonságai

A hálózatok lehetnek egyszerűek, melyek néhány csúcsból és élből állnak, illetve lehetnek összetettek, előfordulhat, hogy többféle él vagy kapcsolat van egy hálózatban. A kapcsolati hálózat példáján keresztül több hálózati típus is megfigyelhető. A csúcsok például lehetnek különböző nemzetiségű vagy különböző nemű emberek. A kapcsolatok pedig szintén sokfélék, bemutatathatnak baráti vagy munkatársi viszonyokat is. A kapcsolatok súlyozhatóak, ami ebben az esetben azt mutatja meg, hogy két ember mennyire ismeri egymást. Beszélhetünk irányított gráfokról, ahol a kapcsolat egyirányú, tehát a gráfot leíró mátrix aszimmetrikus. (Newman, 2003)

Az 1. ábra egy egyszerű, irányítatlan, súly nélküli gráfot mutat be, melyet a 2. táblázat példaként használ. A táblázat a hálózateلمéletben leggyakrabban alkalmazott gráfelméleti alapfogalmakat és azok magyarázatait tartalmazza.



1. ábra: Irányítatlan, súly nélküli gráf és a gráfot leíró mátrix

Forrás: saját szerkesztés

2. Táblázat: Hálózateلمéleti alapfogalom-lista

Hálózati mutató	Magyarázat	Példa
Méret	A csomópontok száma határozza meg a hálózat méretét.	6
Fokszám	A csomópontok kapcsolatainak számát határozza meg.	(1): 4 kapcsolat
Út	Olyan séta, amelyben minden csúcs és minden él különböző.	(1) → (2) → (3) → (4) → (5) → (6)
Legrövidebb út/ geodetikus távolság	Megmutatja a két csúcs közötti távolságot.	(1) és (2) között: 1 (1) és (5) között: 2
Átlagos távolság	A legrövidebb utak átlaga	1, 26 ~ 1
Átmérő	A hálózat egészének mutatója, a hálózatban mérhető leghosszabb út.	2

Fokszám eloszlás: $P(k)$	Megmutatja, hogy egy véletlenszerűen kiválasztott csúcs mekkora valószínűséggel rendelkezik k kapcsolattal.	Normális eloszlású (Gauss-görbe)
Klaszterezettség/ csoportképződés	Megmutatja, hogy egy gráf egyik csúcsának szomszédjai milyen gyakorisággal szomszédjai egymásnak is.	Értéke lehet: $[0;1]$ Magas klaszterezettség: ~ 1

Forrás: saját szerkesztés, Wasserman–Faust (1994) alapján

3.2. A HÁLÓZATELMÉLET FEJLŐDÉSE

3.2.1. A véletlen gráfok elmélete

A gráfelmélet megalapozása Leonhard Euler nevéhez fűződik, aki 1736-ban a königsbergi hidak problémájának megoldásánál először alkalmazta a módszert. Mintegy kétszáz év elteltével kezdett foglalkozni a gráfok kialakulásával Erdős Pál és Rényi Alfréd. Az úgynevezett véletlen gráf elméletük szerint a gráfok csúcsai között teljesen véletlenszerűen jönnek létre az élek. (Barabási, 2013)

Ez a modell összekapcsolható a Taleb (2012) által Középszerisztánnak nevezett világgal, melyet az átlagok jellemeznek. Ebben a világban az események szóródásai normális eloszlású haranggörbét követnek. Barabási (2013) úgy fogalmazta meg, hogy Erdős és Rényi modelljében minden embernek nagyjából azonos számú ismerőse van, a legtöbb vállalat pedig azonos számú másik vállalattal kereskedik. A véletlen hálózatok fokszámeloszlása Poisson-típusú, diszkrét eloszlást követ, ami megfelelően nagyméretű hálózat esetén, a folytonos Gauss-görbéhez hasonló alakot vesz fel. Azonban, ha végiggondoljuk, a világ közel sem így működik, be kell látnunk, hogy attól, hogy valami túl komplex ahhoz, hogy megértsük, egyáltalán nem biztos, hogy véletlenszerűen jön létre.

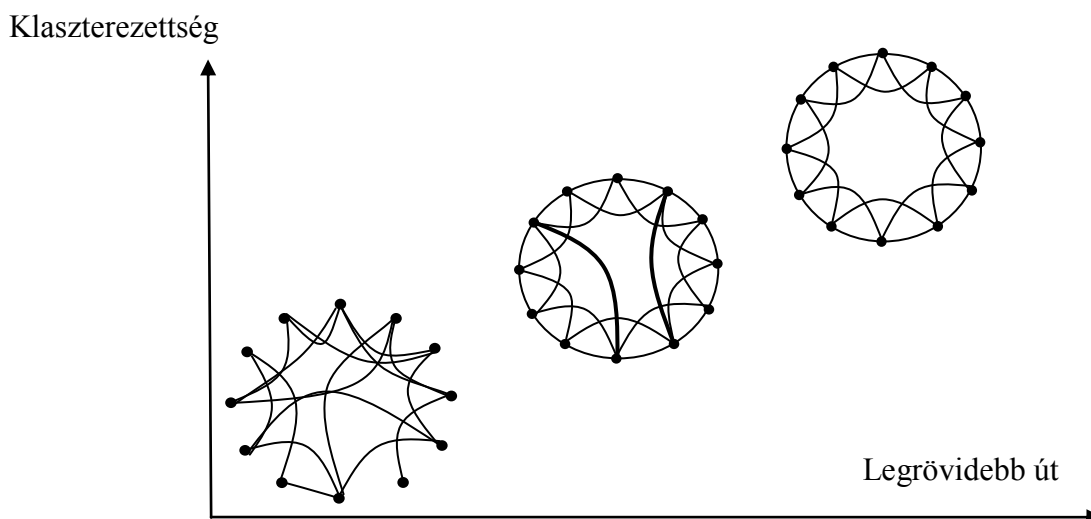
3.2.2. Kisvilágság

A hálózatalmélet újabb állomását jelentette Duncan J. Watts és Steven H. Strogatz közös munkája a kisvilágság elméletről. A jelenség első írásos feljegyzése Karinthy (1929) nevéhez fűződik, Láncszemek című novellájában ugyanis arról ír, hogy két ember öt kapcsolaton keresztül összeköthető egymással.

Travers és Milgram (1969) a szociális hálózatok szerkezetét kutatták, arra voltak kíváncsiak, hogy hány ismertségi kapcsolaton keresztül lehet összekötni két random kiválasztott személyt. Empirikus kutatásokkal igazolták, hogy az átlagos elérési út 5,5 lépés, innen a későbbi elnevezés: hatlépésnyi távolság.

Watts és Strogatz (1998) tanulmányukban a klaszterezettséget, vagyis csoportképződést, illetve a legrövidebb úthossz közötti összefüggéseket vizsgálták olyan hálózatokban, ahol a csúcspontok egy kör mentén helyezkednek el. A tanulmány legfőbb példájaként a különböző vírusok terjedésének sebessége szolgált három eltérő hálózati struktúrában, melyeket a 2. ábra mutat. Amikor a klaszterezettség és a távolság is magas értéket vesz fel, szabályos gráfról beszélhetünk. Ebben az esetben két egymástól távol elhelyezkedő pont között sok másik csúcson keresztül vezet csak út, a hálózat átmérője pedig nagy. Watts és Strogatz modellje szerint a szabályos hálózatok néhány meglévő kapcsolat áthelyezésével először könnyen kisvilágokká, majd random hálózattá alakíthatóak. A random gráfok jellemzője az alacsony klaszterezettség és az alacsonyabb csomópontok közötti átlagos távolság. A szabályos és a random gráfok között helyezkednek el a kisvilágok, melyekben a csomópontok közötti átlagos távolság szinte eléri a véletlen gráf alacsony szintjét, ugyanakkor a klaszterezettség még mindig a szabályos gráf magas szintjén van.

Watts és Strogatz modellje tehát azt bizonyítja be, hogy már néhány él bekapcsolása egy szabályos hálózatba nagymértékben csökkenti a hálózat átmérőjét, sokkal közelebb kerülnek egymáshoz a hálózat szereplői.



2. ábra: A random, a kisvilági, és a szabályos hálózat a klaszterezettség és a legrövidebb út függvényében

Forrás: saját szerkesztés, Watts–Strogatz (1998) alapján.

3.2.3. Skálafüggetlenség

Barabási (2013) felismerte, hogy azok a rendszerek, melyek Pareto 80/20-as szabályát követik, minden esetben valamilyen speciális, komplex hálózatot alkotnak. Az a tulajdonság különbözteti meg ezeket a rendszereket a többi rendszertől, amely fontos szerepet játszik az összetett rendszerek megértésében is. Pareto 80/20-as szabálya szerint az olasz termőföldek 80 százalékát a lakosság 20 százaléka birtokolja, ez a törvényszerűség számos jelenségre kiterjeszthető. Napjaink egyik legérdekesebb hálózata, a World Wide Web, jó példa a komplex hálózatok Pareto-szabály követésére. A világhálón ugyanis a hiperhivatkozások 80 százaléka a weblapoknak csupán 15 százalékára mutat. Egy robot segítségével Barabási és munkatársai feltérképezték a webet, és meglepődve tapasztalták, hogy a korábbi hálózatelméleti modellektől teljesen különböző eredmények születtek. Az Internet hálózati térképén ugyanis számos kevés kapcsolattal, és csak kevés sok kapcsolattal rendelkező weboldal látható. A világháló hatványfüggvényszerű eloszlást mutatott. A normális eloszlást mutató véletlen gráfokkal szemben, melyek leginkább egy országos úthálózathoz hasonlítanak, a hatványfüggvény eloszlású hálózatok inkább hasonlítanak egy légiforgalmi

rendszerhez. Mivel ezekben a középpontokkal rendelkező hatványfüggvény-eloszlást követő hálózatokban nincs jelen egy belső skála, skálafüggetlen hálózatokról beszélünk. A világhálón kívül azonban még számos skálafüggetlen hálózat figyelhető meg, az idegrendszerektől, a génhálózatokon át a szociális hálózatokig. A komplex hálózatok tehát általában rendelkeznek ezzel a közös tulajdonsággal.

3.3. HÁLÓZATI TOPOLÓGIA

A hálózatok leírása, jellemzése Barabási és Albert (1999) szerint topológiájuk miatt nehéz feladat. Bár rengeteg rendszer alkot komplex hálózatot, részletes topológiai adatok csak néhány esetben érhetőek el. A hálózatelmélet és a hálózati topológiák továbbfejlesztése rendkívül fontos feladat, hiszen lehetővé teszi a génhálózatok, a szociális hálózatok, valamint a gazdasági hálózatok kialakulásának, fejlődésének és működésének megértését. (Barabási–Albert, 1999)

3.3.1. Növekedés és preferenciális kapcsolódás

A legtöbb összetett rendszer közös tulajdonsága, hogy skálafüggetlen eloszlást mutatnak. Ez a tulajdonság segített a kutatóknak arra a következtetésre jutni, hogy az eddigi topológiai modellek – Erdős és Rényi, illetve Watts és Strogatz modellje – két dologban is hibásnak bizonyultak. Az első probléma, hogy a tárgyalt modellekben a csúcsok száma állandó. Azt azonban beláthatjuk, hogy a komplex hálózatok nyitott és folyamatosan növekvő rendszerek. Ez természetesen nem jelenti a korábbi modellek teljes elvetését, csupán felhívja a figyelmet azok statikusságára. Barabási és Albert (1999) modellje már dinamikusnak bizonyul a növekedés jelenségének bevezetésével. A második következtetést már részben ismertette a dolgozat. Két csúcs között a kapcsolódás nem lehet random, véletlenszerű. Annak a valószínűsége, hogy egy új csúcs kapcsolódni fog a régebbi csúcshoz, függ a régebbi csúcs kapcsolatainak már meglévő számától. Ezt nevezzük preferenciális, vagy más néven népszerűségi kapcsolódásnak. Abban az esetben ugyanis, ha nem preferenciálisan kapcsolódnának össze a rendszer csúcsai, akkor elveszítené a skálafüggetlenségét is. A növekedés és a népszerűségi kapcsolódás tehát a komplex rendszerek közös tulajdonsága. (Barabási–Albert, 1999)

3.3.2. A gazdag egyre gazdagabb lesz

Barabási (2013) azonban felismerte a preferenciális kapcsolódás következményeit. Azáltal, hogy az új csúcsok igyekeznek a legtöbb kapcsolattal rendelkező elemhez csatlakozni, a hálózatban középpontok alakulnak ki. Egy ilyen középpont, az összegyűjtött sok kapcsolat miatt az új csúcspontok számára még vonzóbb lesz, tehát egyre többen kapcsolódnak majd hozzá. Ebből következik, hogy a komplex hálózatokban a gazdag egyre gazdagabb lesz. Ez a modell igazolja a korábban leírtakat. A valós hálózatok a preferenciális kapcsolódás miatt inkább Taleb Extremisztán világába tartoznak, illetve követik a korábban bemutatott Pareto-szabályt. Ismét felmerül a kérdés, hogy egy ilyen világban, ahol a gazdag még gazdagabbá válik, a hálózatokhoz később csatlakozók tudnak-e majd boldogulni.

3.3.3. Hálózati hibatolerancia

A csomópontok kialakulásának van egy másik jelentős szerepe is. Meglepő mértékű az összetett rendszerek hibatoleranciája, melynek okait Barabási és szerzőtársai (2000) vizsgálták. A hálózatoknak ezt a tulajdonságát úgy lehet felmérni, hogy azt kell tanulmányozni, hogy mi történik, amikor egy csúcsot eliminálunk. A kiesés növeli a távolságot a bent maradó csúcsok között, utak szűnnek meg. A hálózat kommunikációjában nehézségek léphetnek fel. Abban az esetben, amikor egy olyan egyszerű hálózatról van szó, amely normális eloszlást követ, akkor bármely csúcs eliminálása nagyjából ugyanakkora kárt okoz a rendszer egészében. Ezzel szemben drasztikus különbségeket és meglepő viselkedést mutatnak a hatványfüggvény eloszlású, komplex rendszerek. Egy ilyen hálózat csúcspontjainak öt százalékának eliminálása nem befolyásolja a kommunikációt a megmaradt csúcsok között. A skálafüggetlen hálózatok robosztussága abban gyökerezik, hogy nagyobb valószínűséggel tűnik el egy kevés kapcsolattal rendelkező csúcs, mint egy csomópont. Bizonyos jól informált szervezetek szándékosan elkövetett támadásai természetesen tönkreteszhetik a hálózatot, ahogy 2001. szeptember 11-én is történt.

Taleb (2012) is felfigyelt a skálafüggetlen hálózatoknak a hirtelen hatásokkal szembeni reagálására. A gazdasági hálózatokat is különböző módon érinthetik a váratlan hatások. A Fekete Hattyú eliminálhatja a hálózat valamely lazábban kapcsolódó részét is, ami kisebb veszteségekkel ugyan jár, de nem hat ki a teljes piacra. Katasztrofális következményei lehetnek azonban, amikor egy hatalmas csomópontot súlyt a nem várt hatás. Az előző fejezetben a már említett stabilitás kérdése éppen ezért rendkívül vitatott kérdés, a

szakvélemények között eltérő válaszokat találhatunk rá. A későbbiekben a dolgozat állást foglal majd e vitában.

A vizsgált tanulmányok alapján elmondható, hogy a hálózatok feltérképezése rendkívül fontos feladat. Amikor kezünkben van egy rendszer pontos topológiája, akkor nemcsak könnyebben megérthetjük a kialakulását és működését, de megtudhatjuk, hogy mekkora valószínűséggel maradhat fent a rendszer. Segít felkészülni, védekezni az esetleges támadások, vagy véletlenszerű sokkok ellen. A csomópontok ugyanis könnyen beazonosíthatóvá válhatnak a térképeken, tehát a védelmet is koncentrálni tudjuk bizonyos helyekre.

3.4. A GYENGE KAPCSOLATOK SZEREPE

Az eddigi tanulmányok főként a hálózatok hierarchikus szerkezetét vizsgálták. A központok kialakulása és szerepe azonban nem az egyetlen fontos tényező egy hálózat felépítésében. A valós hálózatok kapcsolatai nem egyforma erősségűek, előfordulnak erős és gyenge kapcsolatok is. Csermely (2005) fogalmazta meg, hogy a hálózatokban nemcsak a kapcsolódási fokok, a térbeli eloszlás, az időbeli viselkedés mutat skálafüggetlenséget, hanem a kapcsolódások erőssége is. „Egy kapcsolatot akkor nevezünk gyengének, ha hozzáadása vagy elvétele nem befolyásolja statisztikailag kimutatható mértékben a hálózat külső paramétereinek átlagértékét.” (Csermely, 2005. p. 110.)

3.4.1. Munkahelykeresés

Granovetter (1983) a gyenge kapcsolatok fontos szerepét a munkakeresés szemszögéből vizsgálta. Empirikusan igazolta, hogy a munkavállalók sokkal inkább gyenge kapcsolataik felhasználásával, azaz távolabbi ismerőseik segítségével szereztek információt a megüresedett pozícióról, melynek oka, hogy ismerősünk más körökben van jelen, mint mi magunk. A gyenge kapcsolatoknak tehát speciális szerepük van az emberek mobilitásában. Természetesen az erős kapcsolatoknak is fontos szerepük van a megfelelő munkahely megtalálásában, de a család és a barátok legfőbb feladatának a motiválást tartja Granovetter.

3.4.2. A hálózat védelme

Csermely (2005) a gyenge kapcsolatok hálózatot stabilizáló szerepét emeli ki. „Egy hálózat akkor stabil, ha az eredeti állapotának kismértékű megzavarása után a hálózat paraméterei újra közelítenek az eredeti állapotban mért paraméterek felé.” (Csermely, 2005. p. 112.)

A gyenge kapcsolatok tehát növelik a már korábban (3.3.3. fejezet rész) említett hibatolerancia mértékét, ellenállóbbá teszik a hálózatot egy sokkhatás elleni védekezés során, illetve lehetővé teszik, hogy a kialakult rendszerek képesek legyenek a fennmaradásra is.

3.4.2.1. Modularizáció

A rendszerek védelmére a hálózatelmélet javasol bizonyos lehetőségeket. Az egyik ilyen alternatíva a hálózatok egymásbaágyazottságából következik. A hálózatok Csermely (2005) szerint egy végtelen hagymára hasonlítanak, mert az alhálózatok a felettük lévő főhálózatokba ágyazottak. Az alhálózatok, ha kellően stabilnak bizonyulnak, akkor integrálódnak, és szimbiózisban kezdenek el létezni, önállóságuk egy részét megtartva. A főhálózatok tehát alulról építkeznek, amikor elérnek egy bonyolultsági szintet, ahol már a kapcsolatok fenntartása nehezzé válik, akkor a főhálózat strukturálódni kezd. Ezt a folyamatot nevezi a hálózatelmélet modularizációnak. Modulok a legtöbb hálózatban előfordulnak, megfigyelhetők a random gráfokban is, létrejöhetnek duplikációval és lehetnek hierarchikusak is. A modularizáció topológiája lehet skálafüggetlen vagy centrális is. A hálózatfejlődés természetes velejárója az egymásbaágyazottság. Egyfajta magyarázatot is ad a komplex hálózatok kialakulására. A gyenge kapcsolatoknak azonban fontos szerepük van az egymásbaágyazottság kialakulásában. „Összekötnek annyira, amennyire az a magasabb hálózat kialakulásához szükséges, ugyanakkor szükség esetén a szétválást is engedik.” (Csermely, 2005. p. 59.)

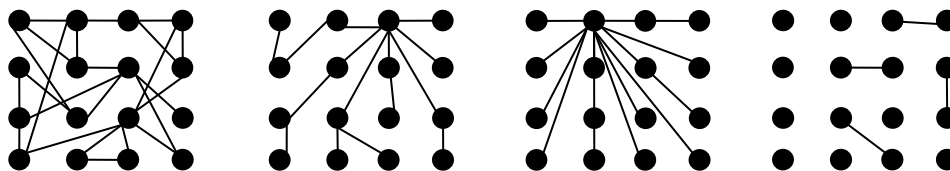
A modulok abban segítik a hálózatok fennmaradását, hogy amennyiben a zavarok még elviselhető határon belül maradnak, akkor legalább a hálózat bizonyos részei megmenthetőek, melyekből később újraépíthető a rendszer. (Csermely, 2005)

Motter (2004) javaslata a károk csökkentésére, hogy egy esetleges hiba vagy támadás esetén, bizonyos elemeket el kell távolítani, mielőtt nagyobb károk következnek be. Ezek olyan élek, melyek nem elsődlegesen szükségesek a csúcsok kapcsolódásában. Amennyiben megtaláljuk, és kiiktatjuk ezeket az alaposan kiválogatott csúcsokat és éleket, amelyek alacsony kapacitásúak, vagy túlterheléssel működnek, a zavarok drasztikusan csökkenni fognak.

3.4.2.2. Fázisátmenet

A hálózatok végső eszköze zavarok esetén az átalakulás, háléváltás, az úgynevezett topológiai fázisátmenet. A fázisátmenettel először a biológusok és a fizikusok kezdtek el foglalkozni a víz, majd más anyagok halmazállapotainak változásai kapcsán. A háléváltások négy állomását alkotják a véletlen gráfok, a skálafüggetlen hálózatok, a csillaghálók és a szubgráfok. A kémiai anyagok hálózatának átalakulásai a véletlen gráf állapotból indulnak ki. Random gráf esetén a hálózat környezete energia gazdag, magas hőmérsékletű, éppen ezért képes véletlenszerűen kialakítani bármilyen kölcsönhatást. Ahogy csökkentjük a hőmérsékletét, energiát vonunk el, a hálózat egyre kompaktabbá válik, először skálafüggetlen hálózattá, majd csillaghálóvá alakul. A csillagháló jellemzője, hogy hierarchikus, általában minden csúcspont egyetlen központi elemmel van összekötve. A hőmérséklet további csökkentése esetén a hálózat kicsi, egymással csak részben összekötött, de teljesen nem összekapcsolt szubgráfokká esik szét, az eredeti hálózat gyakorlatilag megsemmisül. A jelenség a 3. ábrán is végigkövethető. Az átmenetek az élek fokozatos csökkenésével járnak, így egyre hatékonyabb hálózatok jönnek létre, ezáltal erőforrást spórolhat meg a hálózat, illetve gátolja a hibaterjedést. A 4.5.3. fejezet részben részletesebben kifejtésre kerül a hálózatok hatékonyságának és stabilitásának összevetése. A skálafüggetlen hálózat, valamint a csillagháló kevesebb kapcsolatot igényelnek, mint a random hálózatok, mégis lehetővé teszik a hálózat korábbi összeköttetését. (Csermely, 2005)

A fázisátmenetek azonban nemcsak fizikai, kémiai jelenségek. Bár egy társadalmi hálózatban nem beszélhetünk hő leadásról, mégis minden hálózatban történnek átalakulások, melyek nagyon hasonlóak a természettudományokban megismert fázisátmenet folyamatához. A negyedik fejezetben a gazdasági hálózatok fázisátmeneteinek tárgyalására is sor kerül.



3. ábra: Fázisátmenetek: random gráf, skálafüggetlen hálózat, csillagháló, szubgráfok

Forrás: Csermely (2005) alapján, p. 86.

A cégek hálózatai is hálózatváltásokat hajthatnak végre. Amikor növekedésnek indul egy vállalat, előtérbe kerülnek a hierarchikus kapcsolatok. A hierarchikus felépítés mellé azonban elengedhetetlen egy informális hálózat. A fázisátmenetekre egy újabb példa a társadalmi hálózatok átalakulása. A társadalmi hálózatok random gráfot alkotnak, amikor elegendő rendelkezésre álló forrással bírnak. Példa lehet a véletlen fázisra az ősközösség anarchiája, amikor még nem beszélhettünk különböző osztályokról, társadalmi különbségekről. A jólét hatására a népesség növekedésnek indul, és a korábban elegendő forrás kevésnek bizonyul. Ekkor a hálózat a skálafüggetlen fázisba lép át, ami a társadalmi hálózatokban demokráciát jelent. A demokratikus rendszerek jól működőek, rugalmasak, és jó ideig stabilak, a gyenge kapcsolatok stabilizáló szerepe miatt. Amikor azonban a gyenge kapcsolatok kerülnek túlsúlyba, előfordulhat, hogy túl komplexé válik a társadalom, és nehezen irányítható lesz. A következő fázis, a források kimerülését követően, a csillagháló, ami a társadalmi hálózatban az instabil diktatúra. A gyenge kapcsolatok jelentéktelenek, ezért a rendszer a kihívásokkal nehezen tud szembenézni. Egyre több feszültség alakul ki, ami az önszerveződés kritikus állapota felé vezet. A történelem során reformok, rendszerváltások, felkelések, forradalmak és polgárháborúk alakulnak, melyek előidézhetik a társadalmi hálózat szubgráfokká történő szétesését. (Csermely, 2005)

A kémiai és a társadalmi hálózatok fázisátmenet állapotainak vizsgálata során felmerül a kérdés, hogy a gazdasági hálózatokra is levezethetőek-e a különböző fázisok. Amennyiben létezik fázisátmenet a gazdasági hálózatokban is, mely állapotban lehet a világ gazdasága, és mit jelent a gazdasági világválság hálózatelméleti szempontból? A következő fejezet célja a feltett kérdések megválaszolása, valamint a gazdasági válságok és a hálózatelmélet összekapcsolása, annak érdekében, hogy kiderüljön, vajon a 21. század új, tudományos, kutatási területe milyen szerepet játszik a napjainkra is kiható gazdasági válságok magyarázásában.

4. HÁLÓZATELMÉLET A KÖZGAZDASÁGTANBAN

A szociológiában a különböző hálózateleméleti módszereket sikeresen alkalmazták a kutatások során. A fázisátmenetet pedig Csermely levezette a társadalmi szerkezetek alakulására is. A gazdaság, és következésképpen a kereskedelem is alapvető eleme, alrendszere a társadalomnak. A dolgozat további részeiben a gazdaságot a hálózatelemélet fényében vizsgálom, kiindulva a fázisátmenetek jelenségéből. A gazdaság egészét bár nehéz lenne beleszorítani a fázisátmenetek állomásaiba, példákat felfedezhetünk a gazdaság egyes szintjein. Random gráfot alkothat ebben az esetben is az ősi társadalom. A kereskedelem kialakulásával, illetve a hálózat egyre összetettebbé válásával azonban Barabási preferenciális kapcsolódása is megvalósult. Jelenlegi világunk rengeteg szinten skálafüggetlenséget mutat, melyre a későbbiek során több gazdasági példát is tárgyal majd a dolgozat.

4.1. A VILÁGKERESKEDELEM HÁLÓZATA

Serrano és Boguñá (2008) tanulmányukban a világ különböző országai között kialakult kereskedelmi kapcsolatokat vizsgálták. A globalizáció szerepet játszik a szabadkereskedelemben, valamint a tőke és a munka szabad áramlásában is. A világgazdaság egyre összekapcsoltabbá válik, globális faluvá alakul át. Ez az összekapcsolt rendszer egyaránt hordoz magában előnyöket és hátrányokat is. Amellett, hogy a termékek és a szolgáltatások az egyes országok között szabadon áramolhatnak, a válságok is könnyen és gyorsan terjedhetnek át a pénzügyi hálózatokon keresztül. A világkereskedelmi rendszer hálózati topológiájának vizsgálata egy olyan modellel történik, melyben a világ különböző országait a csúcspontok képviselik, ezeket a pontokat pedig kereskedelmi csatornákkal kapcsolják össze. Az országok közötti kereskedelem általában kétirányú, tehát beszélhetünk exportról és importról is, következésképpen a modell egy irányított gráffal írható le. A világkereskedelmi hálózat topológiai modellje a komplex rendszerek tipikus tulajdonságaival rendelkezik, mint például a kisvilágság, a magas klaszterezettség és a skálafüggetlen fokszám eloszlás. A tanulmány meglepő eredménye szerint a skálafüggetlenség nem feltétlenül terjed ki a teljes világgazdaságra. Vannak ugyanis olyan részei, csomópontjai a hálózatnak, melyek Erdős és Rényi random gráfjának egy tipikus csomópontjára hasonlítanak. Ettől függetlenül természetesen maga a komplex hálózat skálafüggetlen eloszlást mutat. A véletlen gráf tipikus csomópontjához azok a gazdaságilag elmaradott országok hasonlítanak, melyeknél nem mutatható ki preferenciális kapcsolódás. Ezek az országok – például Angola és Kambodzsa – csak az alapvető, megélhetésükhöz szükséges kereskedelmi kapcsolatokkal rendelkeznek.

Barabási népszerűségi kapcsolódása tehát a világgazdasági hálózatokról megfigyelték alapján függ az ország politikai és gazdasági helyzetétől. Fellelhető továbbá egy összefüggés a kereskedelmi kapcsolatok és az országok fejlettségi szintjei között. Egy 0,65 mértékű pozitív korrelációt mutattak ki az egyes országok kereskedelmi csatornáinak száma és az egy főre eső bruttó hazai össztermékük között. Ez azt jelenti, hogy általában a legkevesebb kapcsolattal rendelkező országok a világ legelmaradottabb gazdaságai közé tartoznak, ezzel szemben a legtöbb kereskedelmi csatornával rendelkező országok, a világ vezető nagyhatalmai, a leggazdagabbak között szerepelnek. Természetesen e megfigyelés nem minden országra terjed ki. Léteznek magas egy főre eső GDP-vel és alacsony nemzetközi kapcsolattal rendelkező – Izland vagy Norvégia – és alacsony egy főre eső GDP-vel, illetve sok nemzetközi kapcsolattal rendelkező – Oroszország - országok is.

A korábbi fejezetekben a fázisátmenet, a hálózatok fejlődése, evolúciója bemutatásra került. Serrano és Boguñá (2008) tanulmányát, a fázisátmenet ismeretének fényében gondoltam tovább, hiszen a világ kereskedelmi hálózata is evolúciós fejlődésen halad keresztül, s a jelenlegi ismeretek alapján fellelhető benne két elem is a fázisátmenetből, a random hálózat és a skálafüggetlen hálózat fázisa is. A világgazdasági hálózatot tekinthetjük részhálózatok sokaságának is. Ebben az esetben szétválasztjuk, a legfejletlenebb és a legfejlettebb országokat, és egymástól elkülönítve vizsgáljuk őket. Ezzel a módszerrel a gazdaságban végbemenő fázisátmenet jelensége megfigyelhető lesz. A részhálózat úgy képzelhető el, hogy kiemeljük a világ 10 legszegényebb gazdaságát, és csak a velük kapcsolatban lévő országokat ábrázoljuk a hálózat további csúcsaiként. Ekkor a hálózat fokszámoszlása a random gráfok eloszlását követi, mert olyan kevés kapcsolattal rendelkeznek csak, melyekben skálafüggetlenség nem figyelhető meg. A random gráf állapot tehát megmutatja a gazdaság első fázisát. A 10 legfejlettebb országot hasonlóképpen kiemelve hatványfüggvényyszerű eloszlás mutatkozik, a kapcsolatok száma miatt kirajzolódik egy hierarchia, illetve a skálafüggetlenség. Kevés sok kapcsolattal rendelkező csúcspontot, és sok kevés kapcsolattal rendelkező pontot ábrázolna a gráf. A kereszt korreláció létezésével bizonyítható tehát az a tény, hogy a hálózatok, tehát a gazdaság hálózatai is valamiféle kollektív evolúciós fejlődésen haladnak keresztül, mely a világkereskedelem eddigi állása szerint követi a fázisátmenet állomásait is.

További kutatásra ösztönözhet annak eldöntése, hogy vajon a gazdasági válságok hol helyezkednek el ebben az evolúciós folyamatban. Véleményem szerint a skálafüggetlen fázis egyre hierarchikusabbá válása, tehát a csillagháló felé való elmozdulás során alakulnak ki a

gazdasági válságok, hiszen az eddig vizsgált nagy összeomlások során hangsúlyos szerepet kapott a koncentráció növekedése is, valamint ezzel párhuzamosan a bizalom elvesztése a gazdasági szereplők között.

A gazdasági hálózat evolúciójának kutatása, modellezése lényeges információkkal bővítheti a közgazdaságtan tudományát. A fázisátmenetek megértése talán a társadalomtudományok vizsgálatában is fontos szerepet tölthet be a jövőben. A fizika ma már elképzelhetetlen a halmazállapot változások ismerete nélkül, de a biológiai sejtek fejlődése is alapját képezi az orvostudománynak. A gazdaság komplex szemléletéhez szervesen hozzátartozik kialakulásának ismerete is, melyhez lehetőséget nyújt a fázisátmenetek kutatása.

4.2. PÉNZÜGYI KAPCSOLATOK SKÁLAFÜGGETLENSÉGE

A továbbiakban a dolgozat visszatér a skálafüggetlen hálózatok világába, bemutat néhány skálafüggetlen gazdasági hálózatot, a kereskedelmi hálózatokon túl. Gazdaságunkban ugyanis nemcsak az országok közötti kereskedelmi kapcsolatok mutatnak hatványfüggvény eloszlást. Garlaschelli és társai (2004) a befektetési papírok piacait vizsgálták, ahol a részvények és a részvényesek képviselték a gráf csúcspontjait, közöttük pedig súlyozott kapcsolatok figyelhetők meg. Az empirikus kutatások igazolták három különböző piacon is, hogy a fokszámeloszlások hatványfüggvényeszerűek, tehát ismét skálafüggetlen hálózatról van szó.

Hasonló következtetésekre jutottak Kim és munkatársai (2002) a részvényárak változásának tanulmányozása során. Egyes vállalatok részvényár változásai függenek más cégektől is. A kooperatív és az adaptív, alkalmazkodó viselkedésre való törekvés megértésében az egyik legfontosabb tulajdonság a kereszt korreláció. A cégek közötti korrelációkat súlyozott élű, véletlen gráfokon, illetve a gráfokat leíró mátrixokon vizsgálták. A súlyok $[-1; 1]$ intervallumon bármilyen értéket felvehetnek, jelezve, hogy milyen mértékben korrelálnak egymással a cégek a részvényárak változásában. Az 1, illetve a -1 azt jelenti, hogy két cég között tökéletes a korreláció, a 0 pedig a korreláció teljes hiányát jelzi. A kereszt korrelációk kiszámítása adja tehát a gráfok éleinek súlyát, ezáltal megfigyelhetőek a gyenge és az erős kapcsolatok is. A kiszámított kereszt korreláció erősebb kapcsolatot mutat a cégek részvényár piaci között, mint ami például az internet topológiájában megfigyelhető. Tehát magas fokú törekvés jellemző a kooperatív és adaptív viselkedésre a részvényár piacon, és az egész gazdaságban is.

A részvénytőkepiac azonban csak egy része a gazdaságnak. A pénzügyi piacok szintén komplex rendszert alkotnak. Az összetett rendszerek dinamikáját pedig nem könnyű megérteni hagyományos pénzügyi elemzési módszerekkel. Tseng és munkatársai (2009) a kereskedelmi viselkedés és a piacok működésének vizsgálatához kidolgoztak egy teljesen új koncepciót, melynek alapját az összetett hálózatok módszertana adja. A korábbi hálózatokhoz hasonlóan, a pénzügyi hálózatok is rendelkeznek a hatványfüggvény eloszlás, a magas klaszterezettségi mutató, illetve egy egymásra építkező hierarchikus szerkezet tulajdonságaival, a többi tárgyalt komplex rendszerhez hasonlóan. A piacok nyitott rendszerek, ahol a kereskedők bizonyos szabályokat betartva, de szabadon interakcióba léphetnek egymással. A hálózatok tanulmányozásához meg kell figyelni, hogy a piacon az egyedi szereplők miként lépnek egymással kapcsolatba. A vizsgálat egy virtuális piacon történt, 30 nap alatt 7440 tranzakció megfigyelésével, melynek eredménye szerint az adatok skálafüggetlen, hatványfüggvény eloszlást mutatnak. A kísérlet folytatásában intelligenciával nem rendelkező szimulált kereskedőket szerepeltettek, melynek lényege, hogy ezek a zéró intelligenciával rendelkező szereplők véletlenszerűen vásároltak és adtak el a piacokon. A második vizsgálat eredménye is skálafüggetlenséget mutatott, mellyel bizonyítottá vált, hogy egy egyszerű hálózat is képes elérni skálafüggetlen hálózati struktúrát. A kísérlet tanulsága, hogy a pénzügyi hálózatok intézményi tervezésének és piaci szerepének jelentősége sokkal fontosabb, mint a kereskedők stratégiái, hiszen a második kísérletben minden ügynök ugyanazzal a stratégiával volt felvértezve. A pénzügyi hálózat csomópontjainak kialakulásban tehát a keresleti és a kínálati funkció játssza a legfontosabb szerepet.

A tanulmányok tehát bebizonyítják a skálafüggetlenség szerteágazó, és gyakori jelenlétét a gazdasági hálózatokban, lefektetve ezzel számos kutatás alapjait. A hálózatelmélet közgazdaságtanban való alkalmazásának megalapozását jelenti a komplex rendszerek és ezzel együtt a skálafüggetlenség felismerése. Jelen fejezet rész összegyűjtötte az eddig vizsgált összetett gazdasági hálózatokat, és összegezte a külkereskedelmi kapcsolatok, a részvénytőke-, a befektetési- és a pénzügyi piacok közös tulajdonságait.

4.3. MIÉRT FONTOS A HÁLÓZATELMÉLET MA A GAZDASÁGBAN?

Azon túl, hogy a gazdaság egésze, és sok részterülete is skálafüggetlen eloszlást mutat, vajon miért tartja egyre több kutató fontosnak a hálózatelmélet kiterjesztését a közgazdaságtanra? A 2008–2009-es gazdasági világválság váratlan kitörése a legtöbb közgazdász számára meglepetést okozott. Rávilágított arra a tényre, hogy szükség van a gazdaság más szemszögből való vizsgálatára is, az eddigi módszereken túl. A hálózatelmélet lehetővé tesz

egy komplex szemléletet, amellyel a gazdasági hálózat szerkezete vizsgálható. Több szerző is elemezni kezdte a gazdasági válságot hálózatelméleti szempontból, így próbálva valamiféle megoldást, magyarázatot találni a kialakult eseményekre.

Egy ilyen szorosan összefüggő, kölcsönösen összekapcsolt rendszernek, és annak összeomlásának következményei azonban nem jósolhatóak meg előre. Allen és Babus (2008) is egyetért abban, hogy a hálózatelméletben megvan a potenciál, hogy segítse a gazdaságban a fontos jelenségek megértését, elemzését.

4.4. A VILÁGGAZDASÁGI HÁLÓZAT

A világgazdaság, mint hálózat számos tulajdonsággal bír. A globális pénzügyi piacokra a korábbi szerzőkhöz hasonlóan, Sheng (2010) is komplex, skálafüggetlen hálózatként tekint. A szerkezete összekapcsolódott csúcsokból áll, melyek lehetnek egyének, cégek, intézmények. A közöttük lévő kapcsolatok pedig információcseréből, termékek, és szolgáltatásokból, pénzáramlásokból, tranzakciókból állnak. A hálózatok szerkezetének másik tulajdonsága, hogy szükségszerűen választani kell a hatékony, de instabil és a stabil, de robosztus szerkezet között. A már korábban fázisátmeneteknél is tárgyalt csillagháló a leghatékonyabb rendszer, a probléma viszont, hogy gyenge kapcsolatok hiányában instabilnak bizonyult, ugyanis amennyiben a központi csúcsot elimináljuk, a komplett hálózat összedőlhet. Hatékonysága a tranzakciós költségek alacsony szintjének, illetve a hálózat kisméretű átmérőjének köszönhető. A decentralizált és az osztott hálózatok stabilabbak, mert szerkezetük robosztus, de hatékonyságuk alacsonyabb a tranzakciós költségek és a távolságok növekedése miatt. A gazdaságban is megfigyelhető a Barabási által leírt népszerűségi kapcsolódás, a kisvilágság (a csomópontok lerövidítik a távolságot), és a gazdag egyre gazdagabb jelenség is. A gazdaság két legfőbb középpontja New York és London, és közöttük zajlik a világ tranzakcióinak több mint fele. A skálafüggetlenség tehát egyértelmű. (Sheng, 2010)

4.5. A HÁLÓZATOK VÁLSÁGA, GAZDASÁGUNK VÁLSÁGA

A második fejezet a gazdasági válságok, és főként a 2008–2009-es válság több lehetséges okát is tárgyalja. Jelen fejezet összehasonlítja az egyes szerzők véleményeit a gazdasági válságokról, illetve kialakulásuk okairól a hálózatelmélet szemszögéből. Megkísérli összegyűjteni azokat a problémákat, melyek 2008-ban a gazdasági hálózat összeomlásához vezettek.

Sheng (2010) a jelenlegi válságot hálózati válságként kezeli. A Lehman Brothers összeomlása bizonyította, hogy a válság összetett, gyorsan terjedő, mély válság. A

kommunikációs és technológiai fejlődés következtében a különböző hálózatok rendkívül fontos szerepet játszanak a pénzügyi piacok növekedésében, tehát a komplexitás kialakításában. Amikor valamilyen rendszer, például a gazdaság túl összetetté válik, akkor résztvevői, jelen esetben a piaci szereplők nem látják a teljes képet, és egyetlen váratlan esemény is zavart okozhat.

Csermely (2005) a génhálózatokat ért zavarokkal párhuzamba állítja a gazdasági válságok zavarait. A két hálózat közös tulajdonsága a skálafüggetlenség, mely megfelelő számú gyenge kapcsolat mellett stabilnak mondható. Zavarok esetén, a génhálózat elemein megoszlik a változás, ezt relaxációnak nevezik. A skálafüggetlen hálózatok stabilitását segíti, hogy gyors relaxációra képesek. Amennyiben a zavar feltorlódik a hálózat bizonyos részén, tehát a relaxációt átmenetileg valami gátolja, akkor az hirtelen fog végbemenni, ami a zavar fokozott szétterjedésével jár együtt. Ez a jelenség az önszerveződő kritikus állapot, amikor a zavar a hálózat nagyobb részébe kiterjed. Ekkor „a hálózat közel egésze újra kapcsolatba kerül egymással. Hálórengés történik.” (Csermely, 2005. p. 72.)

Válságok esetén a piacok a génhálózathoz hasonlóan önszerveződő kritikus állapotba kerülnek. A relaxáció akadályá lehet a többlet felhalmozódás, vagy a hiánygazdaság, illetve egyes termékek alul- vagy felülértékelése (közgazdasági lufi képződése). Amennyiben a piaci egyenlőtlenséget lavinaszerű relaxáció próbálja kiegyenlíteni, piacrengésről beszélhetünk. (Csermely, 2005)

Egy válsághoz vezető út felismerése, esetleg elkerülése annyi korábban átélt válságot követően sem egyszerű feladat. A 2008–2009-es válsághoz problémák komplex rendszere vezetett. A dolgozat nem kísérli meg a hagyományos makroökonómiából ismert okokat feltárni, sokkal inkább a közgazdaságtannal szorosan összefüggő, de eddig a közgazdászok által talán kevesebbet tárgyalt strukturális, és gráfelméleti megközelítésekre támaszkodik.

4.5.1. A nyájhatás

Csermely (2005) kiemeli a nyájhatást, azaz a piaci szereplők kollektív viselkedését a válságok okai között. Egy információ nem megfelelő terjedése, esetleges félreértelmezése lavinát indíthat be a gazdaságban. A kisebb, újonnan piacra lépő cégek ugyanis gyakran a már sikeresen szereplő vállalatok várakozásait veszik figyelembe. Ezeket a vállalatokat, amelyek gyakran a hálózat csomópontjait is alkotják, fundamentalistáknak nevezzük. A fundamentalisták számos gyenge kapcsolattal rendelkeznek, ami széleskörű információs

hálózatot jelent számukra. Mivel a csomópontokhoz gyengén kapcsolódó cégek más információs körökben is mozognak, a fundamentalista cégek információi folyamatosan frissülnek. A piacra újonnan lépő cégek, vagy a kevesebb kapcsolattal rendelkező vállalatok kénytelenek a piac által elismert elemzésekre hallgatni, a fundamentalisták információira támaszkodni. A releváns információk tehát egyre kevésbé lesznek elérhetőek, a nyájhatás pedig egyre elterjedtebbé válik. Mivel a piaci szereplők ugyanarra az információra támaszkodnak, az erős kapcsolatok szerepe túlsúlyba kerül a gyenge kapcsolatok rovására. A hálózat tehát veszít stabilitásából, és egy-egy sokkhatásra összeomlással is reagálhat.

4.5.2. Információ, tudás és innováció a vállalatok között

A nyájhatáshoz kapcsolódik egy másik jelentős probléma, ami hozzájárul a gazdasági egyenlőtlenséghez. Radović és Stanković (2012) tanulmányukban azt tételezték fel, hogy a nagyobb cégek, befektetők jobban informáltak, mint a kisebbek, a kereskedők között tehát létrejön az információs aszimmetria. A piaci tökéletlenségek egyik jelensége a nem tökéletes informáltság. A vállalatok fontos döntéseihez azonban elengedhetetlen a megfelelő információhoz való hozzáférés. Vannak általánosan elérhető piaci információk is, melyekhez mindenki hozzáférhet, ebből felmérhetik mennyire kockázatos a piac. Azonban vannak információfölénnyel rendelkező vállalatok, akik jobb pozíciójuk révén specifikusabb információkhoz is hozzájutnak.

A világ országainak kereskedelmi kapcsolataihoz hasonlóan a vállalatok között is skálafüggetlen kapcsolatok figyelhetők meg. Van néhány cég, amely sok kapcsolattal rendelkezik, és sok olyan vállalat, melyeknek kevés információs kapcsolatuk van. Serrano és Boguñá (2008) eredményeihez (4.1. fejezetrész) hasonló következtetésre jutott Radović és Stanković (2012) is a vállalatok szintjén. Ugyanis a cégek vagyona és a kapcsolataik száma között szoros összefüggésre lettek figyelmesek.

Az információhoz hasonlóan a tudás és az innováció áramlásának vizsgálata is elengedhetetlen a gazdasági növekedés és a recesszió tárgyalása során. A vállalatok közötti és a vállalaton belüli tudáshálózat is meghatározhatja a gazdaság teljesítményét. Sebestyén (2010) egy általános egyensúlyi modellbe integrálva a hálózatok szerkezetét vizsgálta a tudásáramlásban. Bebizonyította, hogy a tudáshálózat szerkezete befolyásolja a gazdaság termelékenységét és teljesítményét. Egy szimuláció segítségével mutatta be, hogy a tudásszintekben való normális eloszlású, random szerkezet alacsonyabb, ezzel szemben a hatványfüggvény eloszlású, skálafüggetlen hálózat magasabb kibocsátási szinttel jár a

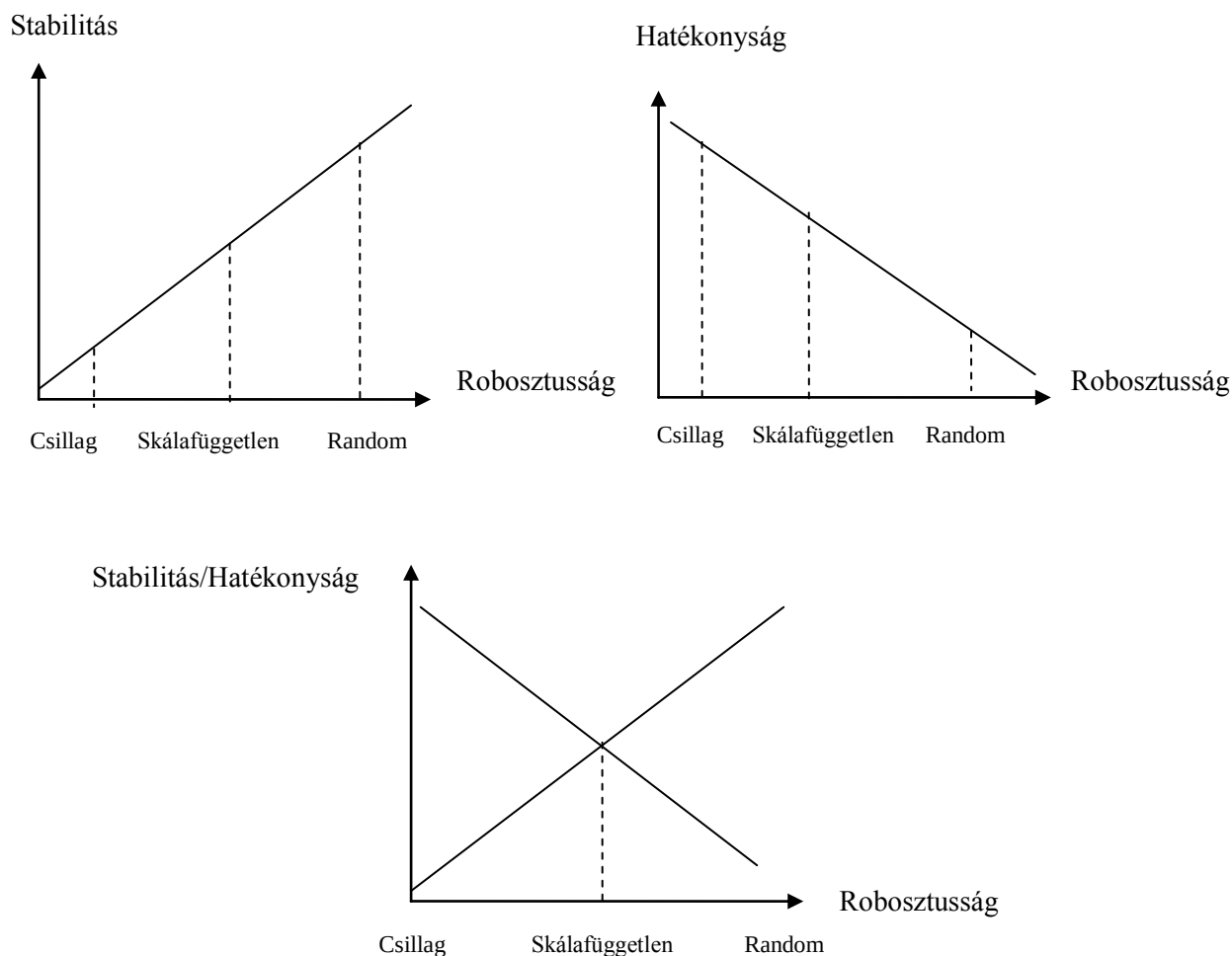
gazdaságban. A hálózat szerkezete tehát hatékonysági elven alkalmazkodik a környezeti feltételekhez. A vizsgálat eredményei ismét a hálózatok struktúrájának evolúcióját igazolják.

4.5.3. Robosztusság

Schweitzer és társai (2009) is egyetértenek abban, hogy a 2008–2009-es gazdasági válság miatt fontos megismerni és megérteni a gazdasági hálózat szerkezetét. A világgazdaságban az egymástól való függést, a nemzetközi hiteleket és befektetéseket, a kereskedelmi kapcsolatokat és az ellátási láncokat nem könnyű átlátni, kontrolálni. A hálózatokban, amikor egy csúcspont kiesik, összeomlik, akkor a hálózat egy részét magával ránthatja, súlyosabb esetekben a teljes rendszer leállása is bekövetkezhet. A globális összeomlás a hálózatok roboztusabbá tételével megelőzhető. A roboztusabb hálózatokban a gazdag egyre gazdagabb lesz jelenség csökken.

A roboztusabb hálózat azonban azt jelenti, hogy a hatványfüggvény eloszlás helyett inkább normális eloszlású lesz a gazdaság. Sebestyén (2010) azonban bizonyította, hogy a skálafüggetlen hálózatok hatékonyabbak, mint a normális eloszlásúak. A hálózat stabilitása bár megnő a roboztusabb hálózati szerkezettel, ennek ára a hatékonyság csökkenése lesz. Ez a két tanulmány alátámasztja a korábban már említett problémát, hogy választani kell a hatékony csillag hálózat és a roboztus szerkezetű random gráf között.

A 4. ábra azt szemlélteti, hogy véleményem szerint, az általam vizsgált kutatások eredményei alapján miért állíthatjuk, hogy a skálafüggetlen hálózati szerkezet tűnik a legoptimálisabbnak a gazdaság számára. A hálózatnak két hasznos jóság közül kell választania, az egyik a stabilitás, a másik a hatékonyság. A hálózat egyre roboztusabbá válásával a stabilitás nő, ugyanakkor a hatékonyság csökken. Először parciálisan, két különböző koordináta-rendszerben ábrázoljuk a hálózatot, a stabilitás és a roboztusság, majd a hatékonyság és a roboztusság függvényében. A következő lépésben pedig a negatív és a pozitív meredekségű egyeneseket közös koordináta-rendszerbe helyezzük. A két egyenes metszéspontja az optimális, tehát a skálafüggetlen hálózati szerkezetben metszik egymást. A skálafüggetlen hálózati szerkezettől való elmozdulás tehát az optimális szerkezetből való kilépést is jelenti. Az ábra alapján pedig érdemes elgondolkodni azon a kérdésen is, hogy meddig érdemes a hatékonyságot növelni, ha annak ára a stabilitás csökkentése.



4. ábra: A stabilitás és a hatékonyság összevetése

Forrás: saját szerkesztés.

A 4.1. fejezet megállapításait, – hogy a gazdasági hálózat szerkezete evolúciós folyamatokon, fázisátmeneteken halad keresztül – összevetve a jelenlegi ábrával, mely szerint az optimális szerkezet a gazdasági hálózatok számára a skálafüggetlenség, igazolható, hogy a csillagháló felé való elmozdulás, tehát a koncentráció növekedése, okozhatja a gazdasági válságok kialakulását. Amennyiben ez további kutatások során empirikus adatokkal beigazolódik, az államnak, a közgazdászoknak fontos feladatává válhat a gazdaság szerkezetének folyamatos feltérképezése, változásainak megfigyelése. A koncentráció csökkentésére pedig különböző állami beavatkozások lehetőséget nyújthatnak.

4.5.4. Túlzott komplexitás

Gazdaságunk komplex rendszert alkot. A fogalom már többször előkerült a korábbi fejezetekben is, pontos meghatározására azonban nem került sor. A 4. fejezet a gazdaságban előforduló összetett rendszerek bemutatásával kezdődött. Egy komplex rendszer sok csúcsponttal rendelkezik, elemei pedig szövevényes viszonyrendszerben állnak egymással. Több közös tulajdonsággal rendelkeznek ezek a rendszerek, melyek összefoglalva, a skálafüggetlenség, a 80/20-as Pareto-szabály követése, a népszerűségi kapcsolódás, és ebből következően a gazdag egyre gazdagabb lesz jelenség, illetve a kisvilágság.

Előfordul azonban, hogy a komplex hálózatok idővel még összetettebbé válnak. Jó példa erre a pénzügyi piacok hálózata. A nemzetközi pénzügyi rendszerek összekapcsoltsága ugyanis jelentősen növekedett az elmúlt évtizedekben, nemcsak a szereplők száma, hanem a kapcsolatok gyakorisága is gyarapodott. Ezzel együtt a legrövidebb út mértéke is csökkent, valamint a hatlépcsnyi távolság is zsugorodott, a kisvilágság még jellemzőbbé vált. A komplexitás – a teljes hálózathoz képest – a kevés pénzügyi központokat egyre nagyobb hatalommá alakította, melynek oka a preferenciális kapcsolódás. (Haldane, 2009)

A túlzott komplexitás nem közvetlenül okoz problémát a gazdaságban, hiszen egy skálafüggetlen hálózat komplexitása hozzájárul a stabilitás növekedéséhez is. Azonban, amikor a hálózat túl összetett, hajlamos lehet a gyenge kapcsolatok rovására az erős kapcsolatokra koncentrálni, ami a nyájhatást táplálja, ennek hatására pedig információs aszimmetria alakul ki, ami azonban tovább növeli a gazdaságilag erősebb vállalatok vagyonát, egyfajta spirál keletkezik. Mivel a gyenge kapcsolatok fokozatosan csökkennek a spirál hatására, a rendszer veszít stabilitásából, ezért az esetleges sokkok mélyebben, akár végzetesen is érinthetik.

Az eddig tárgyalt problémák a válságok hálózatelméletből levezethető általános okaira tértek ki. Azzal a kérdéssel, hogy mit lehetett ebből előre észrevenni nem foglalkozott. A következő fejezet azonban az alapvető hálózatelméleti-mutatók változásait elemzi, a 2008–2009-es válságot követően.

4.6. ELŐREJELEZHETŐEK-E A VÁLSÁGOK A HÁLÓZATELMÉLET ESZKÖZEIVEL?

Berlinger és társai (2011) a magyar fedezetlen bankközi forintpiac hálózatát vizsgálja a Lehman Brothers összeomlása előtt és után. A hálózati mutatók változása a válságot megelőzően bizonyíthatja a hálózatelmélet fontos szerepét a válságok előrejelzésében. Az

általános piaci mutatókkal szemben az alapvető hálózatelméleti mutatók már 2006-ban változást mutattak egyes értékeikben.

A továbbiakban Berlinger és társai (2011) kutatásainak eredményeit értékeli, illetve összeveti az eddigi feltevésekkel a dolgot. A válság hatására a bankok száma csökkent, ezzel együtt pedig a bankok közötti tranzakciók száma is jelentősen visszaesett. Elmondható tehát, hogy a hálózat mérete zsugorodott. Ezt alátámasztja a korábbiakban bemutatott túlzott komplexitás következménye. A rosszabb anyagi helyzetben lévő pénzügyi intézmények ugyanis valószínűleg a gazdag egyre gazdagabb lesz jelenség miatt szorulnak ki a szférából. Ennek közvetett oka pedig a rendszer túlzott összetettsége.

Továbbá kimutatták, hogy már 2007 elején, a válságot megelőzően növekedett a piaci koncentráció is, tehát egyre kevesebb bank vette fel a hitelek egyre jelentősebb részét. A hitelkockázat növekedése mellett az aszimmetrikus információáramlás is hozzájárult a folyamathoz. A szerzők annak ellenére, hogy nem foglalnak tényleges állást abban a kérdésben, hogy valóban a válság előjelének tekinthetjük-e a koncentrációt, a piaci szereplők magatartásának megváltozását kiemelik. A bizalom, és a bizalom elvesztése a dolgozat második fejezetében tárgyalt legtöbb válság kialakulásában lényeges szereppel bírt. A Nobel -díjas Akerlof és Shiller (2011) is bizalmi válságról írnak *Animal Spirits* című könyvükben. Abban az esetben tehát, ha elfogadjuk azt a tényt, hogy a koncentráció változása a gazdasági szereplők egymás iránti bizalmának megváltozását jelenti, akkor a mutató, ha közvetlenül nem is, de közvetetten mindenképpen hozzájárulhat a korai válságjelek észleléséhez.

Bár a szerzők nem foglalnak állást a koncentráció kérdésében, véleményem szerint hozzájárul a válságok kialakulásához. Korábbi feltevéseim – a fázisátmenetek, és az optimális, skálafüggetlen hálózati szerkezet meghatározása – miatt gondolom, hogy a koncentrációnak jelentős szerepe lehet a gazdasági válságok előrejelzésében. A magyar adatok a koncentráció növekedését kimutatták, azonban szükségesek további, nemzetközi kutatások, annak kiderítése érdekében, hogy a teljes világgazdaság szerkezete hogyan változott meg a válságot megelőző években.

A hálózat méretén, és átmérőjén kívül (melyeknek a sokkok terjedésében van szerepük), az átlagos fokszám is csökkenést mutatott. A fokszám együtt csökken a forgalommal, melynek következménye egyes hitelintézetek piacról való kilépése. Az átlagos közelség, ami megmutatja, hogy hány lépéssel juthatunk el az egyik csúcsból a másikba, kezdett el legkorábban, már 2006-ban csökkenni. A mutató értékének csökkenése azt jelenti, hogy két

pont között, amennyiben „át szeretnénk sétálni” egyre több lépésre lesz szükség. A hálózat tehát veszít hatékonyságából.

A hatékonyságvesztés azonban a korábbiak alapján egyfajta stabilitás növekedéssel is kell, hogy járjon. A válság előtt fontos lehet a stabilabb hálózat kiépülése, hogy a sok kevésbé súlyos károkat tudjon csak véghezvinni a hálózaton. Azonban a gyenge kapcsolatok a válság előtt megbomlanak, talán emiatt a stabilitást, amit a szerkezet által nyer a hálózat, azonnal el is veszíti.

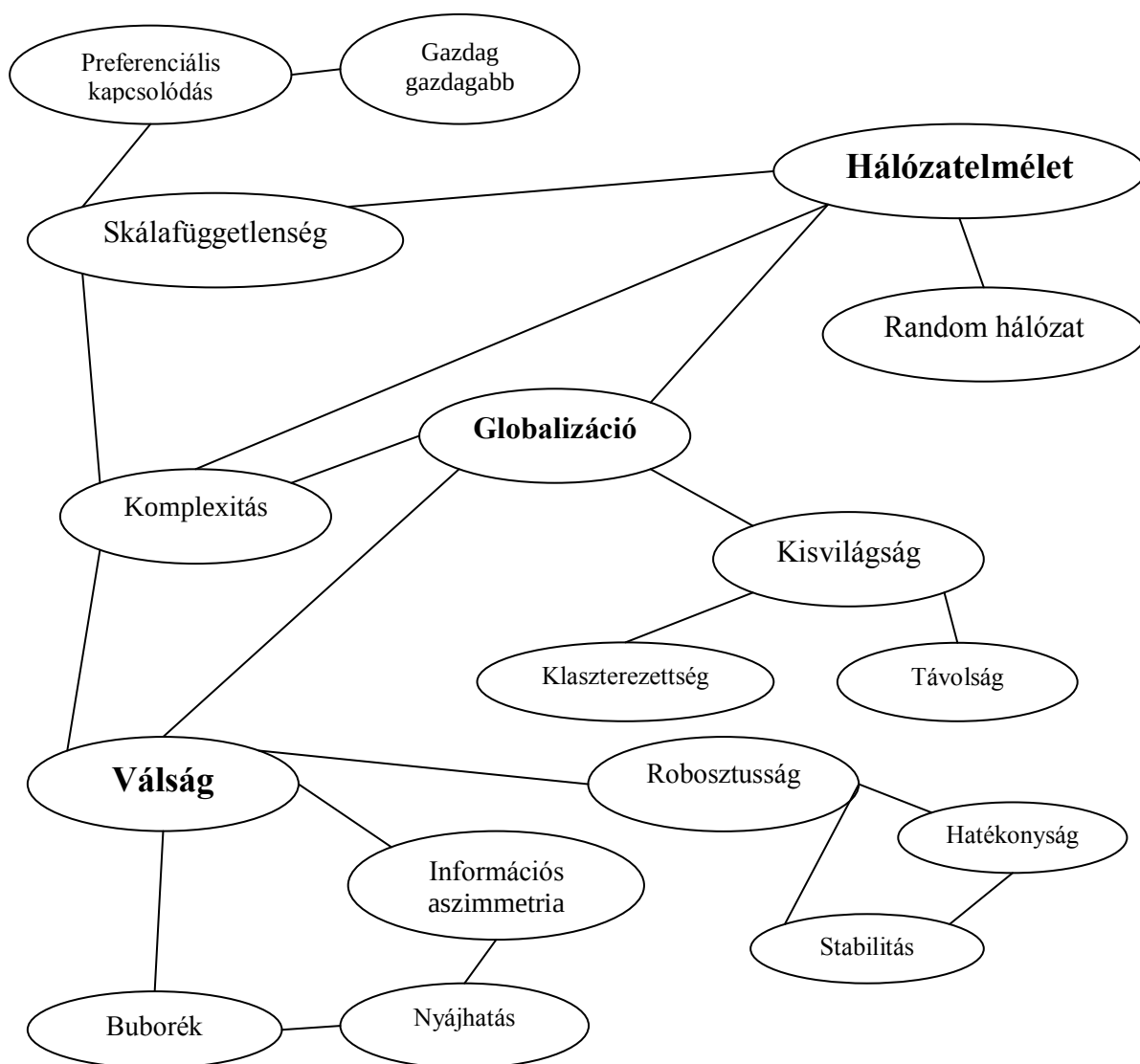
Berlinger és társai (2011) tehát a magyar adatokkal igazolták, hogy a gazdaság, mint hálózat bizonyos változásokon keresztülhalad az összeomlásokat megelőzően is. Érdemes tehát további nemzetközi kutatásokat folytatni a hálózatelmélet közgazdaságtanban betöltött szerepéről, annak érdekében, hogy a válságok korai jelei felismerhetővé váljanak, és megfelelő intézkedésekkel elkerülhetőek legyenek.

5. ÖSSZEGZÉS

A dolgozatot összefoglalva a következő főbb tanulságokat vonhatjuk le a különböző szakvélemények elemzése során. A 2008–2009-es gazdasági válság kirobbanását követően a válságelméletek kerültek előtérbe. A gazdasági összeomlások okai és következményei szerteágazóak, ezt bizonyítja a dolgozatban áttekintett válságtörténet is. Az előrejelezhetőség kérdésében a szakemberek között nem alakult ki egységes vélemény. Egyesek váratlan hatásokról, „fekete hattyúkról” beszélnek, de mindig akadnak olyan kutatók, akik szerint számítani lehetett a válságra. A dolgozat összevetette a válságok kialakulásának okait, hangsúlyozva a legújabb, információs-technológiai forradalom által előidézetteket. Ezek a tulajdonságok a túlzott komplexitás, a világméretű pénzügyi egyensúlytalanság, a bizalom megrendülése, az információs aszimmetria megjelenése. Elmondható, hogy a globalizáció felgyorsítja, és kiterjedtebbé teszi a gazdasági összeomlásokat.

A megállapítás, hogy gazdaságunk komplex rendszert alkot, vezetett oda, hogy a válságkezelésbe bekapcsoljuk a hálózatalméletet, illetve annak módszertani bázisát, a gráfelméletet. A hálózatalmélet tárgyalása során betekintést nyerhettünk a random hálózatok és a skálafüggetlen hálózatok világába is. Megállapítottuk, hogy a biológiából ismert fázisátmenet jelensége fellelhető gazdaságunkban, a gazdasági hálózatok ugyanis evolúciós folyamatokon haladnak keresztül. Bár az egész gazdaságot a skálafüggetlenség jellemzi, mégis észlelhetőek az Erdős–Rényi féle random gráf elemek is egy-egy csúcs tulajdonságaiban. Bemutatásra kerültek a skálafüggetlen hálózatok főbb jellegzetességei a közgazdaságtan keretein belül. A dolgozat vizsgálta az egyes hálózati szerkezeteket, azon belül pedig elsősorban a skálafüggetlen hálózatok stabilitását. Ebben a kérdésben nem volt egyhangú vélekedés, hiszen a skálafüggetlen hálózatok egyrésztől stabilnak bizonyultak, mivel kevés sok csomóponttal rendelkező csúcspontjuk van, tehát sokkal nagyobb valószínűséggel ér a hálózati zavar egy kevés kapcsolattal rendelkező csúcsot. Azonban a célzott támadások rendkívül instabillá tehetik a hálózatot. A fő csomópontok kiiktatása ugyanis végzetes lehet egy ilyen szerkezetű hálózat számára. A hálózatok egyik fő stabilizátora a gyenge kapcsolatok léte. A stabilitás növekedésével párhuzamosan azonban a hálózat veszíteni kezd hatékonyságából. Megállapítottuk, hogy a hatékonyság és a stabilitás kiegyenlítése érdekében az optimális hálózati szerkezet a gazdaság számára a skálafüggetlenség.

Végezetül, a dolgozat egy tanulmány segítségével próbált választ találni főbb kérdéseire. A magyar válság előtti és válság utáni gráfelméleti mutatók alátámasztják a dolgozat feltevését, mely szerint a gazdasági válságok előrejelzésében segítséget nyújthat a hálózatelemzés. Azt azonban fontos kiemelni, hogy ezek a tények egyelőre csak a magyar gazdaságra bizonyultak valósak. Ami azonban e két tudományterület összefonódásával biztosan megállapítható, hogy érdemes további vizsgálatokat folytatni a közgazdaságtanban hálózatelemzési eszközökkel.



5. ábra: A dolgozat fogalmainak hálózata

Forrás: saját szerkesztés.

Összefoglalva tehát, a 21. század új tudománya olyan megvilágításba helyezi az eddigi válságelméleteket, melyek segítséget nyújtanak a problémák globális értelmezéséhez. Napjainkban nem szabad megfedkezünk arról a tényről, hogy komplex rendszerekben élünk, komplex rendszerekkel kommunikálunk, és ezekben a rendszerekben bonyolítjuk le tranzakcióinkat. Azon túl, hogy mi magunk is komplex rendszert alkotunk, a komplex rendszerekkel kapcsolatos fogalmak is összetett, skálafüggetlen hálózatot képeznek. Ezt szemlélteti az 5. ábra, mely egyben segít áttekinteni a dolgozatban előfordult fogalomrendszereket, és azok egymáshoz való viszonyrendszerét.

A dolgozat összefoglalta az eddigi kutatási eredményeket, és alapjául szolgálhat további módszeresebb vizsgálatoknak. Fontos kutatási irányvonal lehet a bankrendszerek, illetve az országok kereskedelmi kapcsolatainak feltérképezése, a gazdasági hálózatok szerkezetének, koncentrációjának vizsgálata. Továbbá az így kapott komplex hálózati térképek segítségével a magyar gazdasághoz hasonlóan az egyes gráfelméleti mutatók változásainak kiértékelése, a gazdasági összeomlás előtti és utáni értékek összevetése. A további kutatások lehetőséget nyújtanak megbizonyosodni a hálózatelmélet közgazdaságtanban betöltött szerepéről, és a magyarhoz hasonló eredmények esetén a válságok esetleges korábbi jelei felismerhetővé válhatnak, ezáltal a gazdasági összeomlások talán elkerülhetőek lehetnek a jövőben.

IRODALOMJEGYZÉK

- Akerlof, G. A. – Shiller, R. J. (2011): *Animal Spirits*. Budapest, Corvina Kiadó, p. 266
- Allen, F.–Babus, A. (2008): *Networks in Finance*. In Kleindorfer, P. R.–Vind, Y., Gunther, R. (edit.): *The Network Challenge: Strategy, Profit, and Risk in an Interlinked World*. USA, Pearson Education, pp. 367–382
- Barabási A.-L. (2013): *Behálózva*. Budapest, Helikon Kiadó, p. 320
- Barabási, A.-L.–Albert, R. (1999): Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, 286. kötet, pp. 509–512
- Barabási, A.-L.–Albert, R.–Jeong, H. (2000): Error and attack tolerance of complex networks. *Nature*, 406. kötet, pp. 378–382
- Bélyácz I.–Pintér É. (2011): Egy különös pénzügyi válság rendhagyó tanulságai, *Hitelintézeti szemle*, 10. évfolyam 5. szám, http://www.matarka.hu/cikk_list.php?fusz=108910 (letöltve: 2014.03. 22.)
- Berlinger E.–Michaletzky M.–Szenes M. (2011): A fedezetlen bankközi forintpiac hálózati dinamikájának vizsgálata a likviditási válság előtt és után. *Közgazdasági Szemle*, LVIII. évfolyam, március, pp. 229–252
- Bessenyei I. (2009): *A makroökonómia és makrogazdasági politika újabb elméletei*. Pécs, PTE-KTK, p. 443
- Csáki Gy. (2009): Világgazdasági válság és korszakváltás? In: Magas I. (szerk.): *Világgazdasági válság 2008–2009: Diagnózisok és kezelések*. Budapest, Aula, p. 454
- Csermely P. (2005): *A rejtett hálózatok ereje*. Budapest, Vince Kiadó, p. 376
- Dale, R. (2004): *The First Crash: Lessons from the South Sea Bubble*. New Jersey, Princeton University Press
- Easley, D.–Kleinberg, J. (2010): *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge University Press, p. 819
- Erdős, P.–Rényi, A. (1959): On Random Graphs I. *Publicationes Mathematicae*. 6. kötet, pp. 290–297

Farkas P. (2009): A jelenlegi világgazdasági válság jellegéről. In: Magas I. (szerk.): Világgazdasági válság 2008–2009: Diagnózisok és kezelések. Budapest, Aula, 454 p.

Garlaschelli, D.–Battiston, S.–Castri, M.–Servedio, V.–Caldarelli, G. (2004): The scale-free topology of market investments. Science Direct, Physica A, 350, pp 491–499, www.elsevier.com/locate/physa (letöltve: 2014. 04. 07.)

Granovetter, M. (1983): The strength of weak ties: A network theory revisited. Sociological Theory, 1. kötet, pp 201–233

Haldane, G. A. (2009): Rethinking the Financial Networks. BIS Review 53. <http://www.bis.org/review/r090505e.pdf> (letöltve: 2014. 04.11.)

Kaposi Z. (2004): A 20. század gazdaságtörténete. Budapest–Pécs, Dialóg Campus Kiadó, 324 p.

Karinthy F. (1929): Minden másképpen van. Budapest, Athenaeum, Irodalmi és Nyomdai Rt.

Kim, H.-J.–Kim, I.-M.–Lee, Y.–Kahng, B. (2002): Scale-Free Network in Stock Markets. Journal of the Korean Physical Society, 40. évfolyam, 6. szám, <http://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CE8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fpeople.unipmn.it%2Fscalas%2FTsengPaper.pdf&ei=9ohCU7vWO8ikyAPq7oCwBg&usg=AFQjCNHwrnuIcHD-uAt4fYBGEx2UUyMDQg&sig2=wTpgxTgn9zDoou1R5vwjCA&bvm=bv.64125504,d.bGQ> (letöltve: 2014. 04.07.)

Király J. (2008): Likviditás válságban (Lehman előtt - Lehman után). Hitelintézeti Szemle, VII. évfolyam, 6. szám, <http://www.bankszovetseg.hu/?s=Kir%C3%A1ly+J%C3%BAlia> (letöltve: 2014.03. 22.)

Király J.–Nagy M.–Szabó E. V. (2008): Contagion and the beginning of the crisis – pre-Lehman period, MNB, Occasional Papers, <http://ideas.repec.org/p/mnb/opaper/2008-76.html> (letöltve: 2014.03.22.)

Lámfalussy S. (2008): Pénzügyi válságok a fejlődő országokban. Budapest, Akadémia Kiadó, 221 p.

- Madarász A. (2009): Buborékok és legendák: Válságok és válságmagyarázatok – a tulipánmánia és a Déltengeri Társaság I. rész. Közgazdasági szemle, LVI. évfolyam 2009. július–augusztus, pp.609–633.
- Mellár T. (2010): Válság előtt a makroökonomia? Közgazdasági Szemle, LVII. évfolyam, július-augusztus, pp. 591–611
- Motter, A. E. (2004): Cascade control and defense in complex networks. Phys. Rev. Lett. 93, 098701
- Muraközy L. (2010): Válságok állama – államok válsága. Közgazdasági Szemle, LVII. évfolyam, szeptember, pp. 779–797
- Newman, J. E. M. (2003): The structure and function of complex networks. USA, Department of Physics, <http://arxiv.org/abs/cond-mat/0303516v1> (letöltve: 2014.03.30.)
- Paláncsai T.–Nagy S. Gy. (2009): A jelenlegi világgazdasági válság és kísérletek a kezelésre. In: Magas I. (szerk.): Világgazdasági válság 2008–2009: Diagnózisok és kezelések. Budapest, Aula, 454 p.
- Radović, O.–Stanković, J. (2012): Information asymmetry in the artificial financial market represented by scale-free network. Serbia, Management, Knowledge and Learning. <http://ideas.repec.org/h/isv/mklp12/165-174.html> (letöltve: 2014. 04. 11.)
- Schweitzer, F.–Fagiolo, G.–Sornette, D.–Vega-Redondo, F.–Vespignani, A., White, R. D. (2009): Economic Networks: The New Challenges. Science, Vol 325., pp. 422–425
- Sebestyén, T. (2010): Tudáshálózatok struktúrájának szerepe egy egyszerű általános egyensúlyi modellben. Szigma, XLI. évfolyam 3-4. szám, pp. 121–153
- Serrano, Á.–Boguñá, M. (2008): Topology of the World Trade Web. Barcelona, Department de Física Fundamental, <http://arxiv.org/abs/cond-mat/0301015v1> (letöltve: 2014. 04. 06.)
- Sheng, A. (2010): Financial Crisis and Global Governance: A network Analysis. In: Spence, M.–Leipziger D. (szerk.): Globalization and Growth. Washington DC, The World Bank, http://www.google.hu/books?hl=hu&lr=&id=vw-YydG7liQC&oi=fnd&pg=PA69&dq=economic+crisis+barabasi&ots=WljfswocCF&sig=tsKe gBIRgumbiMMSwp2QXVgiES4&redir_esc=y#v=onepage&q=economic%20crisis%20barabasi&f=false (letöltve: 2014. 03. 23.)

Taleb, N. N. (2012): A fekete hattyú: avagy a legváratlanabb hatás. Budapest, Gondolat Kiadó, p. 523

The World Bank: Impact of the Financial Crisis on Employment.
http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/NEWS/0,,contentMDK:21039894~menuPK:34480~pagePK:116743~piPK:36693~theSitePK:4607,00.html#_edn1

Travers, J.–Milgram, S. (1969): An Experimental Study of the Small World Problem. Sociometry, 32. évfolyam, 4. szám, pp. 425–443

Tseng, J.–Chen, S.–Wang, S.– Li, S. (2009): Emergence of Scale-Free Networks in Markets. Advances in Complex Systems, 1. évfolyam, 12. szám, <http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S021952590900209X> (letöltve: 2014. 04. 07.)

Wasserman, S.–Faust, K. (1994): Social Network Analysis. USA, Cambridge University Press, p. 825.

Watts, D. J.–Strogatz, S. H. (1998): Collective Dynamics of 'Small-World' Networks. Nature, 393. évfolyam, 6684. szám, pp. 409–410