



## Szegedi matematikusok szelídjük meg a káoszt

2018. február 13.

A matematikai káoszelmélet eredményei – többek között – a vérképzőrendszer, a szív és az érrendszer, az idegrendszer kóros elváltozásainak megértésében és kezelésében segíthetnek. Új megközelítéssel „tesz rendet” a Mackey-Glass egyenlettel leírható „szabálytalanságban”, szelídjük meg a káoszt Kiss Gábor és Röst Gergely, a Szegedi Tudományegyetem két matematikusa.



Cikk nyomtatás



Link küldés

Tetszik 0

Tweet

A Chaos című interdiszciplináris folyóirat legújabb számában jelent meg a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar Bolyai Intézet két munkatársa, Röst Gergely egyetemi docens és Kiss Gábor tudományos munkatárs tanulmánya. A jelenleg az Oxfordi Egyetemen kutató Röst Gergelyt (<http://www.math.u-szeged.hu/~rost/>) és az Angliából 2014-ben visszatérő Kiss Gábort (<https://robagsik.weebly.com/>) kérdeztük közös munkájuk eredményéről, a Controlling Mackey-Glass chaos (<http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5006922>) című cikkükről.

### A pillangó-effektus

– *A számok, a zene, az alak és forma, a mozgás mellett a véletlen világot is a mai matematika ihlető forrásának tartják. Mindennapi életünk mely véletlenszerű, szabálytalan rendszerei keltik fel a matematikus figyelmét?*

**Röst Gergely:** Számos területen, például a légkörben, folyadékok áramlásában, de még bizonyos égitestek mozgásában is előfordul bonyolult, szabálytalan, véletlenszerűnek tűnő viselkedés.

**Kiss Gábor:** – A múlt század 60-as éveiben még úgy tartották, hogy a szabálytalanság mögött nincs determinisztikus rendszer. A nem megjósolható kimenetelű jelenségek közé sorolódott például az időjárás, amelyet a fizika jól meghatározott törvényei szabályoznak, mégsem jelezhető előre.



– *Zűrzavart, összevisszaságot jelent a káosz hétköznapi értelemben. Hogyan határozza meg a kaotikuság fő jellemzőjét a matematika? „Egyfajta periodikusság nélküli rend”? „Látzólag véletlenszerűen ismétlődő viselkedés a determinisztikus, vagyis óraműszerűen viselkedő rendszeren belül”?*

**Kiss Gábor:** – Ennek van egy precíz matematikai definíciója, de hétköznapien gondolhatunk rá úgy, hogy egy kaotikus rendszer viszonylag egyszerű törvényekkel leírható, mégis össze-visszának tűnő kimenetelt ad.

**Röst Gergely:** Az említett szabálytalanságokat sokszor nem a rendszer összetettsége, hanem egyszerű determinisztikus szabályok hozzák létre. Az ilyen, kaotikus rendszerek egyik jellemzője a kiindulási helyzetre való érzékenység, amit pillangó-effektusként is szoktak emlegetni. A káosz alaposabb megértése intenzív matematikai kutatások tárgyát képezi a múlt század második felétől.



#### – A szabálytalanság hogyan írható le a matematika nyelvén?

**Röst Gergely:** Például a visszacsatolásokban fellépő időkéssések is okozhatnak kaotikus viselkedést, aminek nevezetes példája az úgynevezett Mackey-Glass egyenlet. Ez egy látszólag egyszerű egyenlet, mégis elképesztő bonyolultság van matematikailag belekódolva.

#### Két kanadai egyenlete

– Mikor és mit mondott ki Leon Glass és Michael Mackey, a két kanadai kutató a káoszlól?

**Röst Gergely:** Egy nemlineáris egyenletet alkottak a különböző testi rendellenességek mögött meghúzódó fiziológiai szabályozó folyamatok matematikai leírására. Az *Oscillation and chaos in physiological control systems* (http://science.sciencemag.org/content/197/4300/287) című cikkük a Science magazin 1977. július 15-i számában jelent meg.

– Miért érdekes ma ez a 41 éves matematikai egyenlet?

**Kiss Gábor:** – Rengeteg, több mint 4100 hivatkozás található már a Mackey-Glass egyenletre. Ez igazolja az érdekességét, ismertségét. Ugyanakkor a számítógépes szimulációkban látható szabálytalanságok kaotikusságát matematikailag még azóta sem tudta bizonyítani senki. Ez azért is nehéz, mert ez egy késleltetett differenciálegyenlet, amelynek a vizsgálatához komoly eszközök kellenek.

**Röst Gergely:** Az egyenlet különböző variánsait sikerrel alkalmazták, többek között, a vérképzőrendszer, a szív és az érrendszer, továbbá, az idegrendszer többféle kóros elváltozásának alaposabb megértésében, illetve kezelésében. Sokszor bonyolultabb modelleknek is az egyik építőköve.

– Komoly eszközök kellenek? Milyen módszerrel dolgoztak a módszerük kidolgozásán önök, szegedi matematikusok?

**Kiss Gábor:** – Egymás mellett álltunk a táblánál, vagy ültünk papírral és ceruzával a kezünkben és beszélgettünk... Aztán számítógépen modelleztük az ötleteinket, és végül matematikailag is bebizonyítottuk, hogy működnek.

– Mi volt a két szegedi matematikus fő kérdése a káosszal kapcsolatban?

**Kiss Gábor:** – Az, hogy kordában tudjuk-e tartani. Kontrollálható-e? Mert ha van egy kaotikus vagy kaotikusnak tűnő rendszer, akkor fontos kérdés, hogy ezt a káoszt, a véletlenszerű kimenetet tudjuk-e valamilyen módon szabályozni. A második ábránk mutatja a rendszer szabálytalan mozgását, aztán amikor bekapcsoljuk az általunk kitalált kontrollstratégiát, a kaotikus viselkedés „krikszkraksa” szabályos periodikus mintázatúvá válik.

– Tehát a káoszelmélet kutatásának egyik területe a káosz-kontroll.

**Kiss Gábor:** – Mivel a kaotikus viselkedés sok esetben nem kívánatos, fontos megérteni, hogy milyen módszerekkel lehet elkerülni a káoszt.

#### A rendcsinálás trükkje

– A káosz megszelídítésének, a „rendcsinálásnak” mi a Kiss-Röst-féle új megközelítésű módszere?

**Kiss Gábor:** – A kaotikus rendszerek hagyományos szabályozása során, az alkalmazott eljárások a rendszerben meglévő, végtelen sok, instabil periodikus megoldások egyikének stabilizálásával szabadulnak meg az adott rendszer véletlenszerű viselkedésétől, érik el annak megjósolhatóságát.

**Röst Gergely:** A mi ötletünk lényege, hogy az összes megoldást eltérítjük a fázisfér egy olyan különleges részébe, ahol – mint ezt egy korábbi, Jianhong Wu kanadai matematikussal, az SZTE díszdoktorával együtt írt korábbi publikációkban (http://rspa.royalsocietypublishing.org/content/463/2086/2655.short) igazoltuk - kaotikus viselkedés nem léphet fel. Ily módon több különböző mechanizmussal is sikerült a kaotikus viselkedést szabályos periodikus mozgássá vagy éppen egyensúlyi állapottá szabályoznunk.



– Mi lehet a gyakorlati jelentősége a Kiss-Röst-féle módszernek?

**Kiss Gábor:** – A vérképzőrendszer, a szív és az érrendszer, az idegrendszer kóros elváltozásainak megértésében és kezelésében segíthet, ha a szabálytalan működést okozó paraméterek közül egyet vagy többet kicsit megváltoztatunk, s ezzel rendezetté válik az egész rendszer. Például a vérképzőrendszer betegsége esetén milyen beavatkozás tudja stabilizálni a vörsejtszámot.

– Az SZTE Bolyai Intézetben mások is foglalkoznak a káosszal?

**Röst Gergely:** A szegedi Bolyai Intézetben korábban végzett fontos, a káossal kapcsolatos kutatásra példa, amikor Hatvani László kollégáival bebizonyította, hogy a periodikusan gerjesztett ingának lehetnek kaotikus viselkedései. Ezt a jelentős eredményt ismerteti a Magyarok bizonyították az ingamozgás kaotikusságát (<https://index.hu/tudomany/inga081117/>) című cikk.

**Kiss Gábor:** – Hagyománya van az SZTE Bolyai Intézetben a káosz-kutatásnak. Egyetemi hallgató koromban Krisztin Tibor akadémikus, az SZTE TTIK Alkalmazott és Numerikus Matematika Tanszékét vezető egyetemi tanár hívta föl a figyelmemet a kaotikus attraktorokra.

–...*Krisztin Tiborról* (/sztehirek/2017-január/akinek-van-attraktora?folderID=39404&objectParentFolderId=25254) *mondta a neves matematikus, George Sell, tudtomnal, hogy: „akinek van attraktora, az azért már csinált valamit a matematikában”! A kaotikus Mackey-Glass attraktor kétdimenziós vetülete is szerepel a Kiss-Röst féle tanulmányban, amelyet a Chaos folyóirat közölt. Mit kell tudni erről az interdisciplináris lapról?*

**Kiss Gábor:** –Az Amerikai Fizikai Intézet, az American Institute of Physics (<https://www.aip.org/>) egyik folyóirata a Chaos (<http://aip.scitation.org/journal/cha>), ami a különböző tudományterületeken előforduló kaotikus rendszerek vizsgálatával foglalkozik.

SZTEinfo - Újszászi Ilona

Fotók: Ú. I., archív



Cikk nyomtatás



Link küldés

Tetszik 0

Tweet

## Kövess minket!



### Újvidékről jött az SZTE doktori iskolájába Kartali Tünde (/sztehirek/2018-január/ujvidekrol-jott-szte?objectParentFolderId=19413)

2018. január 19.

Javított kiválósága számarányain a Szegedi Tudományegyetem: a 2016-os adatokhoz képest száznál is több, 2017-ben összesen 225 tehetséges egyetemista, doktorandusz és ifjú oktató nyerte el az Új Nemzeti Kiválósági Program ösztöndíját. A sikeres ifjú kutatók közül az Újvidékről az SZTE doktori iskolájába érkező Kartali Tündét kértük villáminterjúra.



### Tanévnyitó: „A Szegedi Tudományegyetem küldetése a tudás előállítása és átadása” (/sztetelevizio/2017/tanevnyito-szegedi?objectParentFolderId=19426)

2017. szeptember 13.

Olyan jelentős fejlesztések előtt áll az SZTE, amelyekkel nemzetközi rangú kutatóegyetemmé válik – jelentette ki a rektor, igazolta példákkl a kormányt képviselő igazságügyi miniszter. A Szegedi Tudományegyetem 2017-2018-as tanévet nyitó ünnepségéről készült rövid videó itt megtekinthető.



## Eseménynaptár



(/rss/szegedi-tudomanyegyetem-141003?rss=1)

február 14.

17:55 - 19:30

**Szabadegyetem - Szeged: Közelebb egymáshoz, közelebb önmagunkhoz! – Tévhitke a párkapcsolatokról** (/hirek-esemenyek-141016/esemenyek/esemenynaptar-20141002-1?calendarID=11229)

február 14.

18:00 - 19:30

**AudMax Esték: Előjön-e a medve – az irodalomban** (/hirek-esemenyek-141016/esemenyek/esemenynaptar-20141002-1?calendarID=11228)

február 15.

16:00 - 17:30