



Szakmai beszámoló (OTKA PUB-I 107817)

A Természet Világa folyóirat „Káosz, környezet, komplexitás” különszáma 2013 novemberében jelent meg. A különszámban a komplex rendszerek területén az utóbbi évtizedben elért legújabb eredményekről írtak a terület magyar kutatói érdekes és közérthető cikkek formájában. A különszám szerzői aktív kutatók, legtöbbször futó, vagy közelmúltban lezárt OTKA támogatással. Így a kiadvány egyben áttekintést is ad arról, hogy az OTKA támogatásokkal milyen fontos tudományos kérdések kerültek és kerülnek boncasztalra, és milyen eredményeket érnek el a magyar kutatók ezen kérdések megválaszolása során. A közérthetően megírt cikkek ezeket az eredményeket az országosan terjesztett folyóirat révén eljuttathatták a diákokhoz és a nagyközönséghez, nagyon fontos missziót teljesítve ezzel.

A XX. század utolsó évtizedeinek talán legfontosabb, egyesek szerint paradigmaváltás-szerű felismerése a kaotikus mozgások alapvető vonásainak megértése. Az ilyen mozgások nem jelezhetőek előre hosszú távon, s ezért megfelelő leírásuk csak valószínűségi módszerekkel lehetséges.

A különszám a káosz néhány érdekes vonásának felvillantása után az alkalmazások felé fordul. Sorra veszi azokat a területeket: mérnöki tudományok, csillagászat, meteorológia, ahol a káosz mára egészen új szemléletet hozott.

Talán a legjelentősebb megújulás a környezettudományokban történt, különösen a szennyezések terjedése témakörben. A különszám több cikket is szán a hazai tavak és folyók áramlással kapcsolatos jelenségeinek és az ezekkel összefüggő környezetszennyezés bemutatására. Ez a vonulat a klímadinamikáig terjed.

Harmadik nagy témakör, a kaotikusnál bonyolultabb komplexitás bemutatása. Ezek a rendszerek időben jelentősen változó, akár tanulásra is képes alrendszereket tartalmaznak. Ide sorolható természetesen maga az agy, de minden bonyolult döntéshozatali mechanizmus is. A különszámunk harmadik témája így biológiai, közgazdasági és szociológiai jelenségekben a komplexitás megnyilvánulásának bemutatása.

A különszám számos területet érint. Jól látszik a matematikai, fizikai szemlélet fontossága. A cikkek jól mutatják azt is, hogy napjainkban az alap-természetudományok módszereinek behatolása zajlik egyes társadalomtudományi területekre.

A különszám részletes tartalma:

Szabó György–Tél Tamás: Előszó

Néda Zoltán–Boda Szilárd–Káptalan Erna: Rend a rendezetlenségből játék metronómokkal

Gruiz Márton: Káosz mint komplexitás. A mágneses inga újra a káoszkutatás frontvonalában 72037, NK100296

Zelei Ambrus–Stépan Gábor: Mikrokáosz az egyensúlyozásban – elmélet és kísérlet K101714

Kocsis Attila: A DNS-lánc mechanikai viselkedése K68415, PD 100786



TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT

1088 Budapest VIII., Bródy Sándor u. 16.

Postacím: 1431 Budapest, Pf. 176

Honlap: www.titnet.hu; www.telc.hu

Telefon: 327-8900, fax: 327-8901



Süli Áron: Föld-típusú bolygók keletkezése PD-75 508

Károlyi György: Fraktálok kicsiben és nagyban. Kaotikus véráramlás és planktonvirágzás K68415, K100894

Zsugyel Márton–Baranya Sándor–Józsa János: Örvénydinamika és kaotikus elkeveredés folyami áramlásokban NK10029

Krámer Tamás–Józsa János: Sekély tavak szél keltette áramlásai. Kaotikus elkeveredéshez vezető tér- és időstruktúrák 7203

Vincze Miklós: Légkör és óceán a laborasztalon. Környezeti áramlási jelenségek vizsgálata a Kármán-laboratóriumban 72037, NK100296

Horányi András–Szépszó Gabriella–Szűcs Mihály: Valószínűségi meteorológiai előrejelzések: áldás vagy átok? T/F 047295

Horváth Ákos: A viharjelzés bizonytalanságai 91 052

Haszpra Tímea: Világjáró részecskék a légkörben. Az Eyjafjallajökull vulkán kitörésének és a fukushimai balesetnek a tanulságai NK100296

Homonnai Viktória: A légköri hosszú távú kapcsolatok titka NK100296

Márfy János–Rácz Zoltán: A jégkorszakok rejtélyei K68109, K81933

Jánosi Imre: Energia és társadalom. Drasztikus fázisátalakulás küszöbén állunk? 72037, NK100296

Kondor Imre: A komplexitás kihívása

Boza Gergely–Scheuring István: Diverzitás és komplexitás a mutualista kapcsolatokban K100299

Szolnoki Attila: Komplex viselkedés társadalmi dilemmákban 73449, K101490,

Vukov Jeromos: Csalni vagy nem csalni? Matematikai komplexitás az emberi kapcsolatokban 73449


Muraközy Balázs: Teremtő rombolás közelnézetből 81947

Gulyás Attila: Az agykérgi hálózatok szerkezeti és működési komplexitása K 83251

Csépe Valéria: Kognitív fejlődés, agyi komplexitás, matematika. Idegtudományi tanulságok a természettudományok oktatásához

Ercsey-Ravasz Mária–Toroczkai Zoltán: A döntéshozatal és a Sudoku káosza


Staar Gyula
vezető kutató


Piróth Eszter
igazgató

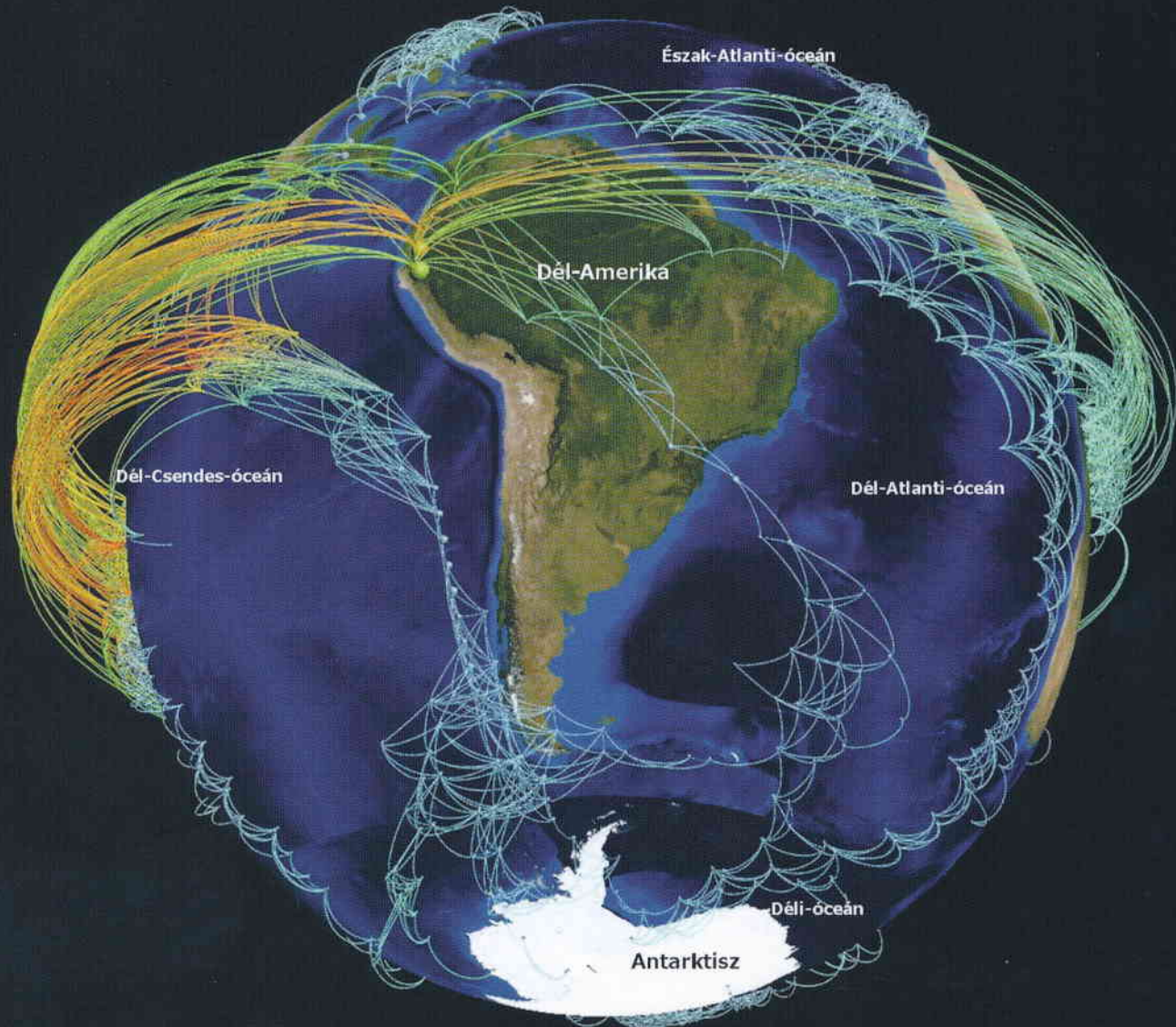


Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

144. ÉVF.

2013. II. KÜLÖNSZÁM ÁRA: 980 FT



*Káosz, környezet,
komplexitás*

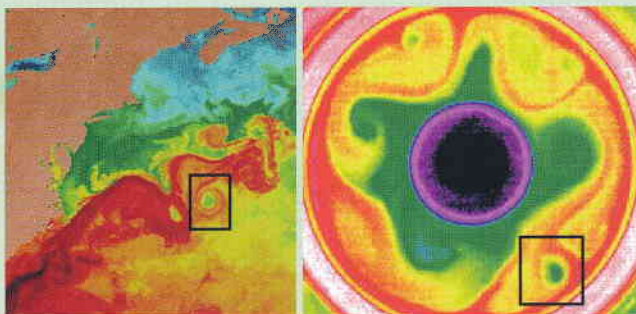
Illusztrációk cikkeinkhez



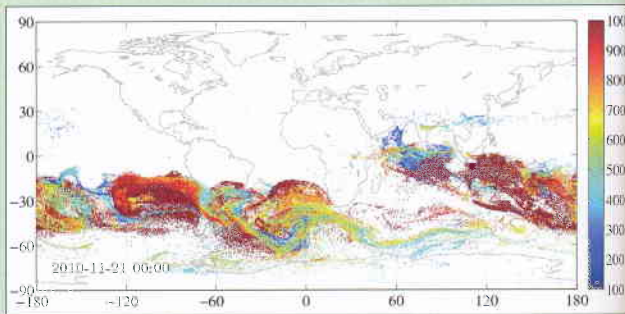
Az Eyjafjallajökull vulkán kitörése (Világjáró részecskék a légkörben című cikkünkhöz – 67. oldal) *Várhegyi Levente felvétele*



Vincze Miklós festménye a Jupiterről, ahogyan azt az Europa hold fel-színén megfigyelhetnénk (Légkör és óceán a laborasztalon című cik-künkhöz – 50. oldal)



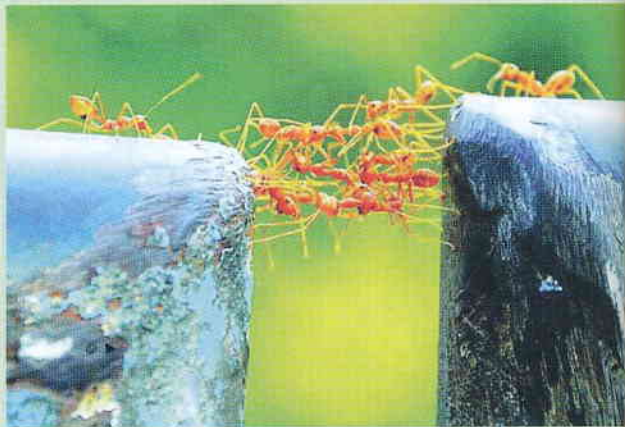
Az Atlanti-óceán műholdas hőterképén (balra) jól beazonosítható a meleg (piros) Golf-áramlat, illetve az arról leváló kompakt „Golf-gyűrűk”. Jobbra az áramlás laboratóriumi megfelelőjének infravörös képe (Légkör és óceán a laborasztalon című cikkünkhöz – 50. oldal)



A csillaggal jelölt Merapi vulkánból származó, $r = 5 \mu\text{m}$ sugarú részecskékből álló hamufelhő eloszlása egy szimulációban 20 nappal a kitörés után. A részecskék egy $100 \text{ km} \times 100 \text{ km} \times 4 \text{ km}$ -es tartományból indultak 2010. november 1-jén 0 UTC-kor 5 km magasban a vulkán fölött. A színskála a részecskék magasságát jelöli hPa-ban (Világjáró részecskék a légkörben című cikkünkhöz – 67. oldal)



A vörösiszap semlegesítésére használt gipszet szállító víz a Rábán keresztül eléri a Mosoni-Duna vizét és jól láthatóvá teszi az összefolyásnál kialakuló bonyolult örvények elkeverő hatását (Örvénydinamika és kaotikus elkeveredés folyami áramlásokban című cikkünkhöz – 33. oldal)



Hangyahíd. Összefogással tovább juthatunk, mint külön-külön (Komplex viselkedés társadalmi dilemmákban és Csalni vagy nem csalni című cikkünkhöz – 98., 103. oldal)

Különszámunk támogatói

OIKA
Országos Tudományos Kutatási
Alapprogramok



Szellemi Tulajdon
Nemzeti Hivatala

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI
TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
144. ÉVFOLYAMA

2013/II. különszám
Káosz, környezet, komplexitás



Magyar Örökség-díjas
és Millenniumi-díjas folyóirat

Megjelenik az Országos Tudományos Kutatási
Alapprogramok (OTKA, PUB-1 107817),
és a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala
támogatásával

OTKA



Szellemi Tulajdon
Nemzeti Hivatala

Főszerkesztő:
STAAR GYULA

Szerkesztőség:
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.
Telefon: 327-8962, fax: 327-8969
Levélcím: 1444 Budapest 8., Pf. 256
E-mail cím: termvil@mail.datanet.hu
Internetcímünk: www.termeszetvilaga.hu
vagy <http://www.chemonet.hu/TermVil/>

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

Kiadja
a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 327-8900
Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Nyomatás:
Pauker Nyomdaipari Kft.

Felelős vezető:
Vértes Gábor
ügyvezető igazgató

INDEX 25 807
HU ISSN 0040-3717

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 483-2546, fax: 338-4411
e-mail: titlap@telc.hu

Előfizethető:
Magyar Posta Zrt. Hírlap üzletág
06-80-444-444
hirlapelofizetes@posta.hu

Előfizetésben terjeszti: Magyar Posta Zrt.
Árusításban megvásárolható a Lapker Zrt.
árusítóhelyein

TARTALOM

Szabó György–Tél Tamás: Előszó	2
Néda Zoltán–Boda Szilárd–Káptalan Erna: Rend a rendezetlenségből – játék metrónómokkal	3
Gruiz Márton: Káosz mint komplexitás. A mágneses inga újra a káosz kutatás frontvonalában	8
Zelei Ambrus–Stépan Gábor: Mikrokáosz az egyensúlyozásban – elmélet és kísérlet	15
Kocsis Attila: A DNS-lánc mechanikai viselkedése	20
Süli Áron: Föld-típusú bolygók keletkezése	25
Károlyi György: Fraktálok kicsiben és nagyban. Kaotikus véráramlás és planktonvirágzás	32
<i>E számunk szerzői</i>	35
Zsugly Márton–Baranya Sándor–Józsa János: Örvénydinamika és kaotikus elkeveredés folyami áramlásokban	36
Krámer Tamás–Józsa János: Sekély tavak szél keltette áramlásai. Kaotikus elkeveredéshez vezető tér- és időstruktúrák	46
Vincze Miklós: Légkör és óceán a laborasztalon. Környezeti áramlási jelenségek vizsgálata a Kármán-laboratóriumban	50
Horányi András–Szépszó Gabriella–Szűcs Mihály: Valószínűségi előrejelzések: áldás vagy átok?	56
Horváth Ákos: A viharjelzés bizonytalanságai	62
Haszpra Tímea: Világjáró részecskék a légkörben. Az Eyjafjallajökull vulkán kitörésének és a fukushimai balesetnek a tanulságai	67
Homonnai Viktória: A légköri hosszú távú kapcsolatok titka	73
Márfy János–Rácz Zoltán: A jégkorszakok rejtélyei	77
Jánosi Imre: Energia és társadalom. Drasztikus fázisátalakulás küszöbén állunk?	82
Kondor Imre: A komplexitás kihívása	86
Boza Gergely–Scheuring István: Diverzitás és komplexitás a mutualista kapcsolatokban	91
Szolnoki Attila: Komplex viselkedés társadalmi dilemmákban	98
Vukov Jeromos: Csalni vagy nem csálni? Matematikai komplexitás az emberi kapcsolatokban	103
Muraközy Balázs: Teremtő rombolás közelnézetből	107
Gulyás Attila: Az agykérgi hálózatok szerkezeti és működési komplexitása	113
Csépe Valéria: Kognitív fejlődés, agyi komplexitás, matematika. Idegtudományi tanulságok a természettudományok oktatásához	117
Ercsey-Ravasz Mária–Toroczkai Zoltán: A döntéshozatal és a Sudoku káosza	122
.....	
<i>Cimképünk: A földfelszín szoros klimatikus összefüggésben álló pontjainak összekötötttségi rendszere. A légköri hosszú távú kapcsolatok titka című cikkünkhöz (T. Nocke munkája).</i>	
.....	
<i>Borítólapunk második oldalán:</i> Illusztrációk cikkeinkhez	
<i>Borítólapunk harmadik oldalán:</i> Sudoku mesteriskola	
<i>Borítólapunk negyedik oldalán:</i> Különszámunkhoz kapcsolódó kiadványok	
.....	
Összeállította:	
SZABÓ GYÖRGY és TÉL TAMÁS	
Főszerkesztő:	
STAAR GYULA	
Szerkesztők:	
DÜRR JÁNOS, KAPITÁNY KATALIN, NÉMETH GÉZA, SZABADOS LÁSZLÓ	
Tervezőszerkesztő:	
HORVÁTH IMRE	
Szerkesztőségi irodavezető:	
LUKÁCS ANNAMÁRIA	

A Káosz, környezet, komplexitás különszámunk fő célja, hogy a komplex rendszerek területén az utóbbi 10 évben elért legújabb eredményeket a terület magyar kutatói érdekes és közérthető cikkek formájában eljuttassák az érdeklődő nagyközönséghez. Szerzőink többségének kutatása az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA) támogatásával történik, így a kiadvány egyben áttekintést ad arról is, hogy az OTKA milyen fontos tudományos kérdések vizsgálatát finanszírozza. A különszám tervezett későbbi elektronikus elérhetősége lehetővé teszi, hogy évekkel a nyomtatott példányok elfogyása után is elérhető közkinccs maradjon a kutatók által összegyűjtött, közérthetően ismertett tudásanyag.

Címlapképünk meglepő módon szemlélteti a különszám témakörét. Első látásra a repülőgépjáratok egész Földre kiterjedő eloszlásának, vagy az internethálózatnak gondolhatnánk, amelyhez annyi új és érdekes kutatási eredmény kapcsolódik, hogy azokkal egy következő különszám is megtölthető lenne. A kép azonban a potsdami Klimakutató Intézetben készült (Potsdam, Institut für Klimafolgenforschung), Thomas Nocke munkája, aki Jürgen Kurths professzor vezetésével dolgozik. (A képet engedélyükkel közöljük, amiért ezúton is köszönetet mondunk). Kutatásuk során a Föld felületén sűrűn elhelyezett rácsponthoz vizsgálták a levegő felszíni hőmérsékletének havi átlagát az utóbbi hatvan év adatai alapján. Azokat a pontokat kötötték össze vonalakkal, amelyekben a hőmérséklet időbeli viselkedése hasonló vagy ellentétes menetű (vagyis erősen korrelált). Megdöbbentő, hogy több ezer kilométer távolságban, különböző földrészekeken is léteznek pontok, melyek között klimatikus összefüggés áll fenn. Azt szokás mondani, hogy a légkörben távkapcsolatok (angolul teleconnections) vannak. A Peru partjától Ausztrália irányába húzódó vastag nyáláb pl. a híres El Niño jelenségre utal. Ugyan a távkapcsolatok fontos mechanizmusa általában még nem ismert, máris az éghajlat fontos vázának tekinthetők. Talán a létezésüknél is meglepőbb, hogy két távkapcsolatban álló ponthoz közeli pontok között rendszerint nincs távkapcsolat. A kis változásokra történő jelentős eredménybeli változás a kaotikus rendszerek sajátja. Környezeti problémáról van szó, s világosan látszik, hogy az időjárás, az éghajlat komplex rendszert alkot. Címlapképünk tehát egyszerűen utal mindarra, ami káosz, környezet, komplexitás.

A létező és fontos átfedések ellenére cikkeinket fő mondandójuk alapján e három alcím szerint csoportosítottuk.

A káosz meglehetősen összetett viselkedés, de még így is csak a „legelemből” válfaja a komplexitásnak. A különszám a káosz néhány érdekes vonásának felvillantása után az alkalmazások felé fordul. Sorra vesszük azokat a területeket – mérnöki tudományok, csillagászat, a véráramlás fizikája –, ahol a káosz mára egészen új szemléletet hozott. Több cikk utal arra, hogy számos jelenség érthető meg a nemlineáris fizikai inga viselkedésének matematikai leírásán keresztül. Példaként említhetjük az instabil rendszerek (katonai repülőgépek és segégy) szabályozását vagy a DNS-lánc végének lengését.

Az utóbbi években a káosz-tudomány szemléletének átvételével jelentős megújulás történt a környezettudományokban. Ezek egyi-

ke a szennyezések terjedésének témakörét érinti. A különszám több cikket is szán a hazai folyók és tavak áramlással kapcsolatos jelenségeinek, vagy a vulkáni hamu légköri terjedésének, általában a környezetszennyezés dinamikájának bemutatására. A másik megújult irány az előrejelzéssel kapcsolatos. Ez a vonulat a viharjelzéstől a klímadinamikáig terjed, érintve a címlapkép kapcsán már említett távkapcsolatok jelenségét is.

Harmadik nagy témakörünk, a komplexitás általános bemutatása. Az ilyen tulajdonságú rendszerek időben jelentősen változó, akár tanulásra is képes alrendszereket tartalmaznak. Ide sorolható természetesen maga az agy, de minden bonyolult döntéshozatali mechanizmus is. A különszám ezen részének tanulmányai a sokszereplős biológiai, társadalmi, közgazdasági rendszerekben elemzik a komplexitás megnyilvánulásait. Eljutunk az idegtudományi vizsgálatokig, melyek közvetlen tanulságokkal szolgálhatnak akár a természettudományok oktatásához is. Példákat mutatunk arra, hogyan hasznosulnak a sok részecskéből álló rendszerek makroszkopikus leírására kidolgozott fizikai módszerek az olyan társadalmi és biológiai jelenségek leírásában, ahol az egyéni önzés és a közösségi érdeket szolgáló együttműködés versengése vagy a stratégia-, illetve fajtársulások kialakulása határozza meg a rendszer makroszkopikus viselkedését. Ezekben a rendszerekben fontos szerep jut a Neumann János által kidolgozott játékelméletnek, ami hatékony matematikai eszköz a mindennapi életünkben, a biológiai jelenségekben, az emberi és állati viselkedésben, a társadalmi és közgazdasági folyamatokban, illetve agyunk, nyelvünk és szokásaink fejlődésében megfigyelt jelenségek leírására. A témakör egységét mutatja az az iv, amely az utolsó cikk és az első között feszül: a legkomplexebb döntéshozatali folyamatok mögött, megfelelő oldalról nézve, a káosz dinamikája bukkan elő.

Különszámunk témakörében a tudományos eredmények megnyitása és jelentősége már olyan mértékű, hogy annak egy része hasznosítható lenne a politikai és gazdasági döntéshozatalban is. Számos esetben a hasznosulás legnagyobb akadálya az eredmények és lehetőségek ismeretének hiánya, amit ezzel a különszámmal igyekszünk csökkenteni. Igazi előrelépést az jelentene, ha a sajtó, a rádió és a televízió nagyobb szerepet vállalna a tudományos eredmények ismertetésében. Cikkeink világosan mutatják azt is, hogy napjainkban az alap-tervezettudományok módszereinek behatolása zajlik a biológiai és társadalomtudományi területekre. A nemzetközi szakirodalom is világosan tükrözi azon kutatók, szakértők és döntéshozók előnyeit, akik természettudományos gondolkodásmóddal és a matematika eszközeivel törekednek az összetett rendszerek jelenségeinek értelmezésére. Ennek szellemében fiataljainkat azzal segíthetnénk leginkább, ha a középfokú képzésben a mainál sokkal nagyobb szerepet kapna a természettudományos gondolkodásmód elsajátítása.

SZABÓ GYÖRGY-TÉL TAMÁS

A Káosz, környezet, komplexitás különszám megjelenését az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA), valamint az Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatta.

OTKA

Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok



Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala