

SZIMMETRIA

A Magyar Tudomány korábban már jó néhány szimmetria tárgyú cikket publikált hasábjain. Teljesebb képet bemutató magyar nyelvű összeállítás azonban e témakörben még nem látott napvilágot. Angol nyelvű nemzetközi alkotógárdát felvonultató számos kiadvány után, amelyben magyar szerzők is több írásukkal, alkotásukkal vettek részt, most hazai szerzők tollából, magyar nyelven is közreadunk egy válogatást, annak illusztrálására, hogy a világ bizalma nem alaptalanul tartja Magyarországot a szimmetriakutatások hazájaként számon. Egy folyóiratszám — terjedelmi korlátai miatt — csak izelítőt tud adni abból a sokrétű tevékenységből, amelyre ez a viszonylag új keletű interdiszciplináris kutatási terület kiterjed. Összeállításunkkal szeretnénk bemutatni, milyen gazdag e fogalom jelentése, milyen sokféle, korábban egymástól távolinak tűnt kutatási, művészeti terület összekapcsolására alkalmas, milyen heurisztikus szerepet tölt be tudományos felfedezésekben, és egy szelvet abból a munkából, amellyel a magyar kutatók ebből kivették a részüket.

Darvas György

Szimmetria a tudományban és a művészetben

A szimmetria fogalma

A szimmetria fogalma az európai kultúrkörben a görög $\sigma\mu\mu$ és $\mu\epsilon\tau\rho\sigma$ szavakból tevődött össze, és szó szerinti értelmezésében a dolgok közös mértékét jelenti. Mind a fogalom, mind pedig az általa jelölt jelenség alkalmazása jóval korábbi eredetű, a bibliai, sőt a még korábbi időkbe vezet vissza. Univerzális jellegű, mert a világ valamennyi kultúrkörében — egymástól függetlenül — megjelent. Az évezredek során

Az összeállítást szerkesztette: Darvas György és Szabados László

maga a fogalom számos jelentéstartalmat vett fel, amelyek nem zárták ki egymást. Így a szimmetria fogalma egyre gazdagodott, amíg a mai tág értelmezését elnyerte. Ez a tág értelmezés avatta olyan általános fogalommá, amely a diszciplínák, művészeti ágak, emberi kultúrák határain átnyúlva tudományos ismereteink és művészi tevékenységünk egészében hat és alkalmazható. (Hasonlóan, vagy tán még tágabban, mint például a *rendszer* fogalmunk.)

A szimmetria fogalom elsőre mindenkinek — fő tevékenysége szerint — mást és mást jelent, annak megfelelően, hogy a maga szakterületén milyen elsődleges jelentőséggel bír. Másodsorban azonban hordozza mindazokat a jelentéstartalmakat, amelyeket a fogalom részben eleve magában rejt, főként azonban más területekről kölcsönöz. Nos, ez utóbbi tulajdonsága ruházta fel a szimmetriát olyan megtermékenyítő erővel, amely a tudományos heurisztikában, a művészi alkotói fantáziában ennyire kreatívnak bizonyult.

A mai hétköznapi ember számára a szimmetria elsősorban a tükrözést, *tükrőszimmetriát* idézi fel. Geometriai értelemben ez azt jelenti, hogy egy alakzatot tükrözünk valamely tengelyre (sikban) vagy síkra (térben), és az alakzat geometriai tulajdonságai (mérete, szögei, formája) változatlanok maradnak a tükrözéssel mint művelettel szemben. Csaknem ennyire közismert a forgatással szembeni változatlanosság, a *forgásszimmetria* fogalma. Kevésbé közismert, de a díszítőművészetben, építészetben, kristálytanban és morfológiában még nagyobb jelentőségű az eltolással szembeni invariancia: a *transzlációs szimmetria* fogalma. Bizonyos tulajdonságok megőrzését szolgálja a *hasonlósági* transzformáció, illetve az *affin* leképezés. Ezek valamennyien a geometriai szimmetriák osztályába tartoznak, de alkalmazásaik révén számos tudományban és a művészi alkotásokban is jelen vannak.

Érdemes megjegyezni, hogy vagy másfél évezreden keresztül, amíg a reneszánsz újra fel nem fedezte magának Vitruvius 10. könyvét az építészetéről (*Tíz könyv az építészetéről*, Képzőművészeti Kiadó, Budapest, 1988, ford. Gulyás D.), a szimmetria nem elsősorban ezeket a geometriai tartalmakat hordozta, hanem a görögök által már használt, ma úgy mondanánk átvitt — valójában az ő számukra nagyon is eredeti — értelmét a kifejezésnek, ti. arányosságot, harmóniát, ritmust. (Bővebben l. *Hajnóczy Gábor* cikkében.) Tulajdonképpen „a dolgok közös mértéke” épp oly egyenrangúan jelenti mindezeket, mint az euklideszi geometriában használt, és már elvonatkoztatást is tartalmazó jelentése. Elvonatkoztatás alatt azt értjük, hogy, amikor bizonyos műveletekkel szembeni változatlanosságról beszélünk, egyszerűen elvonatkoztatunk az adott dolog egyéb tulajdonságaitól (csak a megmaradóra vagyunk tekintettel), másrészt — a következő lépésben — elvonatkoztatunk attól a konkrét művelettől is, amellyel szemben az adott dolog invariáns marad. Általánosított értelemben szimmetriának tekintjük, ha az adott dolog *valamely* művelettel szemben invariáns (bizonyos tulajdonságaiban változatlan) marad. Később ezt nem *valamely* műveletre, hanem *bármely* művelettel szembeni invarianciára kiterjesztettük.

A görög művészet számára a szimmetria, vagyis a harmónia, az arányosság, a ritmus megtestesítői voltak szobraik, az aranymetszés arányait — eleinte csak ösztönösen — követő épületeik, vázák, tálaik, épületeik díszítő elemei, képei, zenéjük, drámáik, verseik ritmusa. Valamennyiük létrehozása mestere számára a tökéletesség megközelítését célozta. Ez a tökéletesség vezette *Platónt*, amikor a legtökéletesebb formákat keresvén megállapította, hogy öt és csakis öt szabályos síklappal határolt test létezik (vagyis, amelyeket kizárólag egyféle, egybevágó, szabályos síkidom határol, éleik hossza, szögeik és lapjaik megegyeznek), nevezetesen a szabályos tetraéder, kocka, oktaéder, dodekaéder és ikozaéder. Ez alapjává vált Arisztotelész formatanának is (aki kiegészítette a félig szabályos, vagyis szimmetrikus elrendezésben akár kétféle határoló síkidomot is megengedő testekkel), de ugyanez a tökéletességre törekvés jellemezte logikájának kidolgozását is, amely a kijelentéseink és azok igazságtartalma között teremtett szabályos rendet. Így fonódott össze az



Dionisio Calvaert: A Szimmetria Allegóriája. 16. sz. Bologna, (Szépművészeti Múzeum Grafikai Tára, No. K.66.25).

mok ábrázolására, mint századunk szimmetria tárgyú kiállításai műtárgyainak jelentős része. (Vö. pl., Dionisio Calvaert: *A Szimmetria Allegóriája* c. grafikájával, XVI. sz. Bologna; Szépművészeti Múzeum Grafikai Tára, Budapest, No. K.66.25 (*I. ábra*); Leonardo rajzai; Dürer *Négy Könyve az Emberi Test Arányairól*, Nürnberg 1528; Shakespeare *LIV szonettje*, 1609). A szép és igaz — már Arisztotelésznél említett — allegóriája köszön vissza később a romantikában pl. Keats — már önmaga (vö. levelezése), majd az utókor által oly sokat elemzett — *Óda egy görög vázához* c. versében (1817).

Az újkor racionalitása megpróbálta kiszorítani a harmónia, arányosság, ritmus fogalmait a tudományból, másrészt az egzakt geometriai szimmetria ábrázolása idegenné vált e kor művészetétől. Bár a barokk építészet a szimmetria új elemeit kezdi alkalmazni (pl. ovális alaprajzok, csavart oszlopok), ezeket szégyenlősen elkendőzi az aszimmetrikus ornamentika túlhangsúlyozása. Mennyire a felszint mutatja mindez, azt maguk a tudósok tudják a legjobban, hisz ki ne törekedett volna a maga tudományterületén az eredmények elérésének, illetve megjelenítésének szép, esztétikus, harmonikus módjára (vö. a geometria bizonyításait, a mechanika törvényeit leíró matematikai egyenletek megfogalmazását, a variációs elveket, az elektromosság törvényeinek megfogalmazását, az anyag szerkezetének kutatását, a morfológiai leíró biológiát stb.). Hadd illusztráljam a szimmetriára való törekvés vezérlő szerepét tudományos gondolkodásunkban egy *James C. Maxwell*től vett idézettel. A tudós — akinek elektrodinamikai törvényei (bár implicite számos szimmetriát hordoznak) megfogalmazásukban a fizika kevésbé szimmetrikus alapegyenletei közé tartoznak — a Royal Society ünnepi ülésén 1871. januárjában tartott előadását a következő szavakkal kezdte: „Mathematics loves symmetry above all” [A matematika mindennél jobban szereti a szimmetriát].

A világ rendezettségébe vetett hit végigkísérte a tudomány történetét.

igazság és a szépség (továbbá az etikai értelemben vett jószág) keresése, mint a tudomány és a művészet két fő hajtóereje a szimmetria kötőeleme segítségével egységes világgéppé. (Később ugyanez a hármasság jelenik meg Kant rendszerében.) Hogy mennyire princípiummá vált a világ tökéletességébe, ezzel együtt szimmetrikusságába vetett hit az ókori ember világgépében, ezt jól példázza *Herodotosz* leírása az általa ismert világról, ahol a szimmetriába vetett hitét hajlamos fölébe helyezni a tapasztalat bizonyosságának. (*Herodotosz Művei*, II. 26., II. 33—34.) Ugyanez inspirálja később *Keplert* a világ harmóniájának (*De Harmonice mundi*, 1619) megírásában.

A görög kultúra aranykorát követően a tudomány és a művészet *egyidejű* felvirágzása két évezred után még egyszer összekapcsolódott a reneszánszban, hogy azután újra szétváljon. A szimmetria arányosság, harmónia, ritmus jelentései ezután a művészet kategóriáivá váltak, míg az egzaktabb, geometriai jelentések váltak a tudomány sajátjaivá. Gondoljunk a reneszánsz művészet szimmetria allegóriáira, amelyek korántsem korlátozódnak geometriai ido-

A XVII—XIX. században egymás után fogalmazzák meg a fizika megmaradási törvényeit. Ezek mind a szimmetria megjelenési formái: a mozgásmennyiség, az energia, az elektromos töltés stb. megmaradása azt jelenti, hogy ezek a mennyiségek invariánsak a velük jellemzett rendszeren végzett változtatásokkal szemben. A szimmetriafogalom ilyen értelmű általánosítását fogalmazta meg *E. Noether* két tétele egzakt matematikai formában (1918), amely forradalmasította a XX. századi fizika további fejlődését és önálló fejezetet nyitott a szimmetriakutatások számára. (Erről részletesebben *I. Perjés Zoltán* cikkében.)

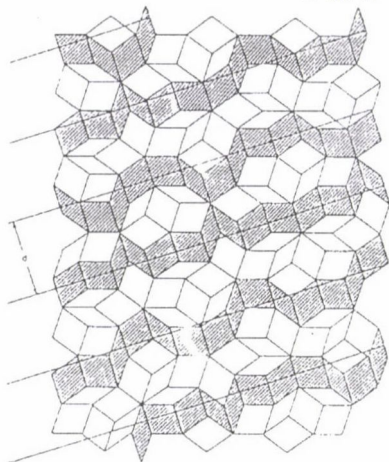
A szimmetria témakörének aktualitása

Túl azon, hogy a XX. sz. második felében a szimmetriák kapcsán felfedezések egész hulláma indult a fizikában, túl azon, hogy más tudományokban is heurisztikus szerepet töltött be a szimmetria keresése (pl. *Watson* és *Crick* végső soron szimmetriamegfontolások alapján találta meg az DNS helyesnek bizonyult szerkezeti modelljét), vagy hiányának hatása (pl. a szimmetriasértés, a kristályok diszlokációinak vizsgálata az anyagok tulajdonságainak egész sorát ismertette meg velünk, többek között a félvezetők tulajdonságait, amely az elektronikát és ezen keresztül az informatikát forradalmasította; az agyi aszimmetriák kutatása nemcsak az emberi agy működésének megértéséhez vitt közelebb (l. *Hámori József* cikkét), de a pszichológia és az oktatás területén is megannyi új hasznosítható ismerettel gazdagított bennünket, többek között erre, vagyis az agyféltekék arányos terhelésére épült *Zsolnai József* törökbálinti kísérleti iskolájának pedagógiai programja; vagy említhetjük a nem-egyensúlyi termodinamika eredményeit *Onsager*től *Prigogine*-ig), az elmúlt évtizedekben a távolabbi (tudomány és művészet, természet- és társadalomtudomány közötti) egymásrahatások néhány forradalmian új eredmény létrejöttéhez vezettek. Miközben a világ — sok tekintetben okkal — félt a szakmai beszűküléstől, a szakmai specializálódás szakbarbárrá válást eredményező hatásaitól, néhány területen a korábban merésznek, idegennak hitt területekről átvett módszertani vagy tényanyagbeli ismeretek, ötletek vezettek sikerekhez. A szimmetria-gondolat egyik életben tartója, sőt kiteljesedésének motorja lett az interdiszciplináris kutatásoknak, amelyekben nemcsak különböző tudományok, hanem tudomány és művészet is hatott egymásra.

A múlt század óta emlegetett, szinte meseszerű példa *Kekulé* állítólagos álma az egymás kezét fogva körtáncot lejtő ördögökről, amely a benzol molekula szerkezetének felismeréséhez adott ötletet. Hasonló példa kortársaink közül *M. Gell-Manné*, akinek a hadronok bizonyos tulajdonságok alapján oktettbe rendezéséhez (amely szintén sikeresnek bizonyult, s az Omega mínusz részecske felfedezésének megjósolásához, az SU(3) szimmetriacsoportnak az elemi részek rendezésében játszott szerepének felismeréséhez, majd a még elemibb építőkövek, a kvarkok megjósolásához vezetett) Buddha meditációjának nyolcas útja adott inspirációt (s érdemes összevetni: munkatársai között milyen magas arányt képviselnek a keletiek). A távolról jött gondolatok heurisztikus szerepe tehát nem idegen a tudományban. Különösen nem a szimmetriamegfontolások esetében.

Az elmúlt két évtized két felfedezését szeretném külön kiemelni, amelyek nemcsak a szimmetriák alkalmazásának sikerességét jelzik, hanem fellendülést is hoztak a tudatosabb alkalmazáskeresésben. Mindkettő a legtágabban vett interdiszciplináris gondolkodás termékenységének ékes példája. Előre bocsátom, hogy példa több is akad, több művészeti és tudományágban (pl. a japán origami úttörő alkalmazása összehajtogatott szerkezeteknek az űrbe juttatására, majd automatikus szétnyitására), de megítélésem szerint ez a kettő a legismertebb és ezek töltötték be leginkább áttörő szerepet. Az egyik a kvázikristályok, a másik a fullerének felfedezése.

2. ábra

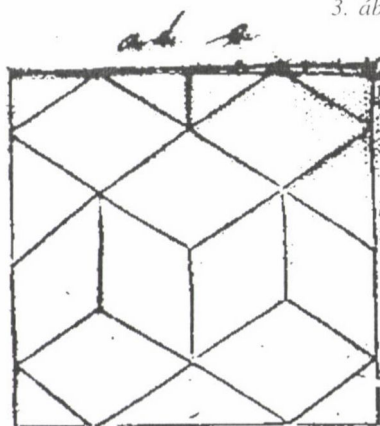


R. Penrose-féle elrendezés

hogy az ismétlődő elemek kétféle rombuszból tevődnek össze (2. ábra), s rámutatott a lehetséges kristallográfiai alkalmazásokra is. (Hasonló rombuszos megoldással próbálkozott már Dürer is.) (3. ábra) Mivel a kristályok térbeliek, a Penrose-féle elrendezést általánosítani kellett három dimenzióra. A síkbeli szabályos ötszögnek a térben a dodekaéder felelne meg, amelyet csupa szabályos ötszöglap határol. Természetesen a teret sem lehet dodekaéderekkel hézagmentesen kitölteni. Ráadásul a múlt század nyolcvanas-kilencvenes éve óta (Schönflies és Fedorov nyomán, 1891) ismerjük az összes, 230 lehetséges kristálycsoportot, amelyek azonos, egybevágó elemeivel hézagmentesen kitölthető a tér. Ezek között ötszöges szimmetriát mutató elem nem fordul elő; úgymondhatnánk, ezekkel a feltételekkel matematikailag kizárt. Különböző cellaelemeket feltételezve azonban elképzelhető, bár a klasszikus definíció értelmében ezeket nem szabad kristályoknak tekinteni. Ezért nevezik őket a mai napig is kvázikristályoknak. Penrose elrendezése nyomán előbb A. Mackay-nek sikerült egy közelítő háromdimenziós megoldást találnia, majd T. Ogawának a távol-keleti bambuszrúd-fonás tapasztalatait felhasználva tökéletesíteni ezt. A nyolcvanas évek elejére tehát elméletileg megjósolták az ötfogású szimmetriát mutató kristályszerkezetek lehetőségét. (A geometriai térkitöltés lehetőségéből nem következik automatikusan, hogy a kémiai kötések stabilitása is megvalósul az adott élek mentén.) 1982-ben a Washington melletti Nemzeti Szabványügyi Hivatal laboratóriumában — a Wolf-díjjal kitüntetett — D. Shechtmanak és munkatársainak sikerült először kimutatniuk természetes kristályban az ötfogású szimmetriát. Az ötfogású szimmetria nem volt többé tabu, s a kriszt-

A kvázikristályokhoz vezető út a lefedési problémáknál kezdődött, amely nemcsak a geometereket, de a díszítőművészeket is évezredek óta izgatta. Nyilvánvaló tény, hogy a síkot nem tudjuk hézagmentesen lefedni (kiparkettázni) egybevágó, szabályos (egyenlő oldalú és egyenlő szögű) ötszögekkel. Szabályos háromszögekkel, négyzetekkel, hatszögekkel igen, nem szabályos ötszögekkel is, de csupa egybevágó szabályos ötszöggel nem. E probléma megoldhatatlansága, amely matematikailag pillanatok alatt belátható, bizonyos misztikus fénybe került a tudomány és a díszítőművészet története során. Irodalmilag ismert leírásával már Dürernél találkozunk. A problémát úgy próbálták áthidalni, hogy keressünk ötszöges szimmetriát, amellyel a síkot végtelenül le tudjuk fedni, de adjunk fel legalább egy követelményt. Ilyen lehet a hézagmentes lefedés, az ötszögek szabályossága, vagy a mozaiklemek egybevágósága. Nos, R. Penrose 1974-ben oldotta meg a sík hézagmentes ötfogású szimmetriát mutató lefedését úgy,

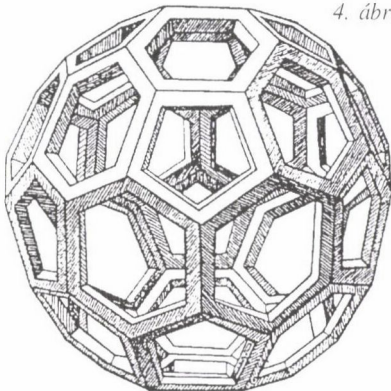
3. ábra



Ötszöges elrendezések. A. Dürer: Az emberi test arányairól c. könyvének 1600. évi kiadásából

tallográfusok nem dobták hibás eredményként a szemébe az ötös, tízes forgász-szimmetriát mutató röntgendifrakciós filmeket. Szinte ezzel egy időben, vagy röviddel ezt követően szerte a világon, így Magyarországon is (Csanády Ágnesnek és munkatársainak) sikerült ilyen szimmetriát mutató ötvözeteket kimutatni.

A fullerének története talán még változatosabb. Láttuk, hogy a síkot szabályos három-, négy- és hatszögekkel ki tudjuk parkettázni, de ötszögekkel nem. Mi a helyzet egy gömbfelülettel? A szabályos testek példájáról tudjuk, hogy ez szabályos három-, négy-, és ötszögekkel lehetséges, hatszögekkel azonban nem. Egy csupa hatszögekkel határolt test létezése ellentmond Euler szabályának, amely a test lapjai, élei és csücsai között állít fel összefüggést. Megoldható azonban a feladat, ha a hatszögek közé ötszögeket iktatunk. A feladat megoldását a vesszőkosárfonók évezredek óta ismerik. A hatszöges fonásba, legalább annak lezárásakor (de ez rontja a megfont tárgy szimmetriáját, ezért inkább ismétlődően) ötszöges vesszőalako-kokat kell iktatni. Ilyen, felületükön váltakozva öt-, illetve hatszögeket tartalmazó testfelületet alkotnak a (vízi) életfeltételeik által gömbszimmetrikusnak megközelítő forma felvételére kényszerített egyes sugárállatkák. Elektronmikroszkópos felvételek tanúsága szerint egyes vírusok is öt- és hatszögekből álló testfelületet mutatnak. A természet tehát, éppen az egyszerűbb élőlények világában, előszeretettel képez ilyen szerkezeteket. Mindezek a szerkezetek azonban alig voltak ismertek a biológusok laboratóriumain kívül, amíg Buckminster Fuller amerikai építész, aki a színergetika tudományának is egyik megalapítója volt és mint ilyen az optimális stabilitású és struktúrájú tartószerkezetek megtervezésére törekedett, az 1967. évi montreali világkiállításra meg nem építette világhírűvé vált geodetikus kupoláját. A feladatnak több megoldása létezik, szimmetrikus elrendezések nyerhetők 60, 70, 84, ... stb. csücsöt tartalmazó, váltakozva öt- és hatszögekkel borított poliéderekkel. A legkevesebb elemet tartalmazó, 60 csücsből álló Fuller-féle (fullerene) poliéder elrendezést használják a hetvenes évek óta a futball-labdák varrásához, mert ezzel a labda nagyobb stabilitása és súlyának gömbszimmetrikusabb eloszlása érhető el, mint a korábbi varrásmintákkal. A montreali dóm tartószerkezete, a futball-labda varrásvonala optimális terheléeloszlást mutat. Ugyanerre törekszik a kémiai kötések iránymegoszlása is a molekulákban. Miután a kémiai kötéseknek az elektronok eloszlása miatt töltésszimmetriát is mutatniuk kell, és ez a szerkezet ezt produkálja, várható volt, hogy óriásmolekulák is előállíthatók ezzel a szerkezettel. Így sikerült, némi elméleti, valamint technológiai előkészületek után 1985-ben Krotonak és Smalley-nek először kimutatniuk az első 60 és 70 atomos, és a szerkezeti vizsgálatok alapján



4. ábra

Leonardo da Vinci illusztrációja Luca Pacioli De Divina Proportione c. könyvéből (1509)

fullerén elrendezést mutató csupa szénatom-ból álló molekulát, majd több évi kísérletezés után 1988-ban grafitkorom elpárologtatásával Krätschmernek és munkatársainak jelentősebb mennyiségű (kvázi) „kristályosodott” fullerént előállítaniuk. Egyúttal magasabb számú, több száz szénatomból álló fullerén szerkezetű szénmolekulák is keletkeztek. (A stabilitásukra, valamint a felfedezés történetére vonatkozóan l. bővebben Braun T. és Beck M. cikkét a Magyar Tudomány 1992. évi 12. számában, 1415–1441.) Miután elvileg e szimmetrikus óriásmolekula bármely atomjához különböző gyökök köthetők, akár kívül, akár a gömbön belül elhelyezve, a fullerének a mesterségesen előállítható molekulák egy hatalmas osztálya előtt nyitották meg az utat. A lehetséges kombinációk alapján megjósolható, hogy egy külön fejezetet nyi-

tottak a kémia történetében. Ennek az útnak a tudatos megnyitója B. Fuller, az építész volt. (S vajon ki volt a 'nem tudatos' úttörő? Nos, a 60 csúcsból, 12 szabályos ötszöggel és 20 szabályos hatszöggel határolt csonkított ikozaédert már Leonardo da Vinci megrajzolta: Luca Pacioli *De Divina Proportione* c. könyvében (1509) látható a félig szabályos testek egyik illusztrációjaként.) (4. ábra)

A szimmetriaelvek alkalmazásának eredményessége mindig tovább erősíti a természet rendezettségébe vetett hitet. Az alkotó elme ott is keresi a rendet, ahol azt eddig nem sikerült fellelni. Ennek eredménye a hetvenes évek óta (B. Mandelbrot, 1975) nagy karriert befutott fraktál geometria, amelynek alkalmazásai tudományágak egész sorában vezettek sikerre (szilárd testek és folyadékok fizikája, geológia, meteorológia, bakteriális biológia, kolloidképződés, önszerveződő rendszerek létrejötte, és feltehetőleg a sor még bővülni fog). A fraktálok bizonyos értelemben véve részlegesen rendezett struktúráknak tekinthetők, amelyek körében sikerült felismerni törvényszerűségeket. Együttal megmutathatók a fraktálok sajátos szimmetriatulajdonságai is (pl. az izotróp módon kifejlődött fraktál struktúra egésze ismétli az egyes részei struktúráját, a fraktál önmagához hasonló, vagy affin). (Vö., *Vicsek Mária és Tamás* előszavát a *Symmetry: Culture and Science* c. folyóirat 1993. évi 3. (Fraktál) számához 227–228. o.) A nyolcvanas évek eleje óta a matematikusok a káosz jelenségeiben is keresik a tudatos rendet (R. Thom, 1983), és nem is sikertelenül. Ennek alkalmazásai ma már a fizikában, légkörfizikában is megjelennek.

Művészet és tudomány egymásrahatása nem volt egyirányú. Korábban is, de a XX. században különösen megmozgatta néhány tudományos gondolat az alkotóművészek fantáziáját. Legismertebbek ezek közül a négydimenziós térábrázolások (5. ábra), a mikrovilág szemmel fel nem fogható struktúráinak makroszkopikus modelljei, kvázikristály modellek, és még sorolhatnánk. *Magritte*, *Le Corbusier*, *Hindemith* vagy *Escher* művei ma már századunk klasszikusai közé tartoznak, sőt, utóbbi munkássága iskolateremtőnek bizonyult.



5. ábra

F. Farkas Tamás grafikája

Magyar hagyományok

Magyar vagy magyar származású tudósok, művészek számos területen meghatározó szerepet játszottak a szimmetriák alkalmazásában. Mindjárt *Eschemél* maradvá, a vele levelezésben álló *Pólya Györgyöt* és a magyar geometriai iskolát kell emlitenünk, a maiak közül pedig *Fejes Tóth Lászlót* és tanítványait. Az algebrai ágon *Wigner Jenőt*, aki 1928-ban, még Magyarországon írta meg *A csoportelmélet és alkalmazásai az atomi spektrumok kvantummechanikájában* c. könyvét, amely *H. Weyl* kortárs művével együtt a szimmetriák csoportelméleti tárgyalásának alapja lett a fizikában, s amely az ötvenes években a *Wignert* a *Nobel-díjhoz* vezető fizikai szimmetriák utáni kutatásainak módszertani alapja lett. *Wigner* később általánosította szimmetriafogalmát, és a (matematikusok által *Hambidge* nyomán tőle eltérően használt) dinamikus szimmetria fogalmának merőben új értelmet adott. (Vö. *Wigner J. Szimmetriák és Reflexiók*, Gondolat, 1972.) *Neumann János* életművében

a játékelmélet kapcsán játszottak szerepet szimmetria-megfontolások, munkásságának éppen azon a területén, amelyeket a későbbi Nobel-díjas *Harsányi János* alkalmazott közgazdasági matematikai eredményeiben. A szerkezeti kémia, krisztallográfia vonalán a nyolcvanas évek végén *Hargittai Istvánnak* a szimmetria interdiszciplináris alkalmazásait reprezentáló, később könyv alakban is megjelent, folyóirat-különszáma (*Computers and Mathematics with Applications* 1, 2, 12B, 1986) nyerte el az Amerikai Kiadók Egyesületének rangos díját. Műszaki területen a mesterséges retina *Roska Tamás* nevéhez fűződő megalkotása azért kiemelendő ehelyütt, mert létrejöttéhez az agyi aszimmetriák tanulmányozásán, s épp ennek mintájára az analóg és a digitális komputer kombinált felhasználása révén jutott el munkatársaival. A műszaki design terén *Rubik Ernő* világhírűvé vált megoldásai annyira közismertek, hogy kommentárt nem is igényelnek. *Szondi Lipót* antiszimmetria párokon alapuló tesztjeit ma is alkalmazza a klinikai pszichológia. A huszadik század művészeti mozgalmait bátran irták zászlajukra a szimmetria tudatos alkalmazását. Magyarországról *Kassák* aktivista, konstruktivista törekvései váltak határainkon túl is ismertté. Külföldön pedig a *Bauhaus* magyar professzorai építették be alkotó és oktató programjukba tudatosan a szimmetria szerepét, s ennek révén a kor élenjáró tudománya, műszaki alkotásai, valamint a művészetek valamennyi ága közti hidverést: közülük is leginkább *Moholy-Nagy László* vált iskolateremtő egyéniséggé. A világ képzőművészete az *op art* révén fogadta nagyjai közé *Victor Vasarelyt*, az egyensúlyra épülő mobiljai révén *Schöffer Miklóst*, a modern technika és a műalkotás, a szemiotika és a művészet összekapcsolása révén *Kepes Györgyöt*. A zenetudományban *Lendvai Ernő* elméleti munkássága tárta fel a világ számára *Bartók* zenéjének szimmetriatulajdonságait, a *Fibonacci* számsorozat és az aranymetszés szerepét a zenei szerkezetépítésben (erről bővebben I. *Tusa Erzsébet* cikkét.)

Nem kis mértékben néhány tudományos eredménynek köszönhetően — mint pl. a szimmetriaelvek alkalmazásának több évtizedes diadalútja a mikrofizikában, valamint a krisztallográfia és a kémia idézett eredményei, s néhány további siker révén — a nyolcvanas években a szimmetria egyre fokozódó mértékben vált a közérdeklődés tárgyává. A szimmetria volt az az integráló jelenség, illetve hozzá kapcsolódó fogalom, amely a görög aranykor és a reneszánsz után újra közös szintpadon léptette fel a művészeket és a tudósokat. Egyre-másra rendezik az eleinte szűkebb körű tematikus, meghívásos, majd egyre tágabb témaköröket felölelő szimmetria tárgyú konferenciákat, kiállításokat. A szakfolyóiratokban szétszórtan publikált cikkek mellett a szimmetria tárgykörben megjelenő önálló kiadványok növekvő száma jelzi a téma iránti fokozódó érdeklődést. Az évtized második felére érett meg az idő egy átfogó, most már nemcsak meghívottak körére korlátozódó rendezvény lebonyolítására, amelyen a világ valamennyi érdeklődő tudósa és művésze (a színvonalat garantáló szakmai zsűrizéstől eltekintve) nyilvános felhívásra jelentkezve, megkötés nélkül részt vehetett. Több évi előkészítés után 1989-ben Budapesten került sor a *Symmetry of Structure* c. konferenciára és a hozzá kapcsolódó kiállításorozatra, több mint kétszáz, többségében külföldi résztvevővel, akik a világ valamennyi kontinenséről gyűltek össze. Az öt különböző helyszínen rendezett kapcsolódó kiállításorozat fő eseménye a Nemzeti Galériában rendezett *Szimmetria és Aszimmetria* kiállítás volt *Beke László* rendezésében, több mint száz kiállító részvételével. A rendezvény során alakult meg a *Nemzetközi Szimmetria Társaság*, amely elnökévé — a szervező és előkészítő munkát honorálandó — *Nagy Dénest*, főtitkárává e sorok íróját választotta. (Aelnökei *A. Loeb*, a Harvard professzora és *Sz. V. Petuhov* az akkori Szovjet T. A. Állami-díjas tudósa lettek, testületébe 26 ország több mint ötven tudósa és művésze került be.)

Ezt a rendezvényt tekinti a Társaság első kongresszusának. E fórumon született döntés arról, hogy az 1987 óta előkészítés alatt álló *Symmetry: Culture and Science* c. folyóirat a társaság hivatalos lapjaként kerüljön kiadásra az 1990-es évfolyammal

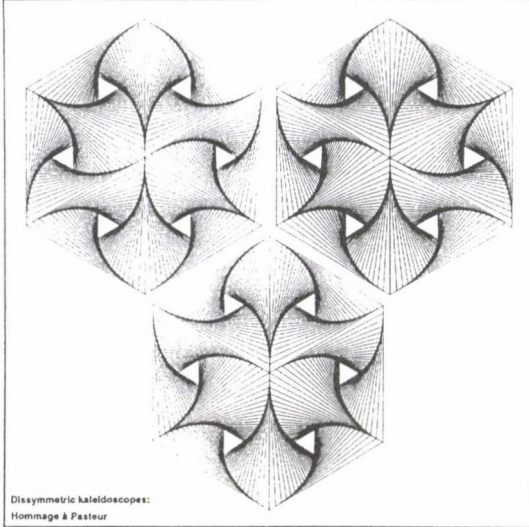
Symmetry: Culture and Science

SPECIAL ISSUE
Symmetry in a Kaleidoscope 1

The Quarterly of the
International Society for the
Interdisciplinary Study of Symmetry
(ISIS-Symmetry)

Editors:
György Darvas and Dénes Nagy

Volume 1, Number 1, 1990



mányterülethez kötődő szimmetria tárgyú kurzusok a világ számos egyetemén folynak, a szimmetria tágabb értelemben vett, valóban interdiszciplináris tanítására szerveződött önálló oktatási egység korábban sehol nem létezett; ezt az úrt töltötte be a Symmetrion az ELTE TTK-val együttműködésben. A tudományos rendezvényekhez szinte kötelezően kapcsolódó kiállításokon kívül időszakonként a tudomány és a művészetek kapcsolatát bemutató önálló kiállításokat szervez (*Ars (Dis)Symmetrica*, Budapest, 1993; *Escher centenáriumi vándorkiállítás*, 1998–99; *Művészet a tudományban — Tudomány a művészetben*, Budapest, 1999.) A magyar kutatók publikációi jelentős súlyt képviselnek a szakma nemzetközi irodalmában (l. pl. *Hargittai István* és *Nagy Dénes* tematikus köteteit, továbbá a *Symmetry: Culture and Science* több tematikus számát, amelyeknek magyar vendégszerkesztői voltak *Beke László*, *Bérczi Szaniszló*, *Lukács Béla*, *Vicsek Mária* és *Vicsek Tamás*).

A szimmetria fogalma és megjelenési formái sokoldalúságának és a témakör aktualitásának bemutatásán túl, tanulmányom egyik célja volt, hogy felvázoljam, miként járultak hozzá a múltban magyar tudósok és művészek ennek az interdiszciplináris területnek az elismertetéséhez és miként vállalnak részt a jelenben is e szakma műveléséből.

kezdődően. A Társaság azóta 3 évenként tartja kongresszusait és a hozzá kapcsolódó kiállításokat, egyre növekvő érdeklődés mellett; 1992-ben Hiroshimában, 1995-ben Washingtonban, 1998-ban Haifán, a legközelebbit pedig 2001-ben Sydneyben. Az általa létrehozott *Szimmetria Alapítvány* keretei között működtetett *Symmetrion* látja el a Társaság irodája és a folyóirat szerkesztősége funkcióit, programokat támogat, kiadványokat gondoz, specializált könyvtárat hozott létre (*Symmetrotheca*, amely könyvek mellett elsősorban a szakfolyóiratokban szétszórtan publikált szimmetria tárgyú cikkek különlenyomatait teszi egy helyen hozzáférhetővé). A *Szimmetria Kör* Budapesten a nyolcvanas években művészek és tudósok spontán összejöveteleiből nőtt ki és vált vidékről és időnként külföldről is látogatott rendszeres fórummá. Mintájára a világ számos városában szerveződtek hasonló körök. Bár egy-egy tudó-