

HÁRMASÚT

THREE-PRONGED APPROACH

Erdély M. Dániel

a Széchenyi Akadémia rendes tagja, PhD, feltaláló, képző- és tervezőművész, antropológus
erdely.daniel@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Geometriai innovációkkal közelítem meg a világ által diktált szükségleteket, miközben élvezetes és elmélyült tudományos felfedezésekbe bonyolódom, legtöbbször érdeklődő művészekkel, tanárokkal, mérnökökkel és tudósokkal folytatott beszélgetések, sokszor viták során. A tudományban nincs pardon, akár évtizedek óta dédelgetett rögeszméket is szemétdombra kell vetni egy-egy belátás után. Ugyanakkor tisztázódik az is, hogy mit érdemes megőrizni, esetleg újragondolni vagy más megvilágításba helyezni a tudás, a világ jobb megismerése érdekében. A három téma eléggé különböző.

ABSTRACT

I approach the necessities dictated by the world through geometrical innovations, while I am involved in pleasurable and profound scientific discoveries, mostly by means of discussions, often disputes, conducted with interested artists, educators, engineers, and scholars. In science, there are no excuses; fixed ideas cherished for decades must be thrown out if one or another insight emerges. Conversely, it becomes clear what is worth retaining or rethinking or placing in a new light in order better to understand knowledge and the world. The three themes are rather divergent.

Kulcsszavak: spidron, földrengés, fotómozaik, pixel, képfelbontás, kockarács, forgástengely

Keywords: spidron, earthquake, photomosaic, pixel, resolution, cubic lattice, rotational axis

BEVEZETŐ

A horvátországi első nagy rengés és a sajnálatos módon ismétlődő földrengések miatt¹ elég aktuális egy használati mintaoltalom, amelyet az év legelején kaptunk meg a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalától, „*A földrengés káros hatásait csök-*

¹ A 2020. decemberi horvátországi földrengés.

kentő építőelem”, amely – ahogy a címe is mutatja – egy kreatívan, sokféle módon illeszthető és építhető téglaforma, mely fuga nélkül is biztosítja az ezekből az elemekből épülő házak, tornyok és más konstrukciók tartósságát. Köszönhető ez azoknak az örvényszerűen kiképzett felületeknek, amelyek a földrengések által okozott rezgések, rázkódások hatására „visszatalálnak” eredeti helyzetükbe, állapotukba, szerkezetükbe.

A másik, nem túl régi fejlesztésünk egy spidronformából kialakított síkki-töltő rendszer, az úgynevezett spixel, amelynek elemei a finom formai kiképzés eredményeként az eddig ismerteknél tökéletesebb képalkotásra és színkeverésre alkalmasak.

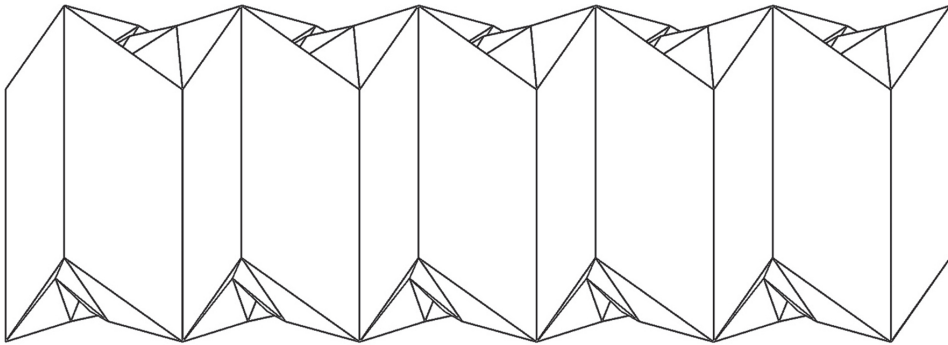
A harmadik bemutatott eredmény tulajdonképpen a téri fantáziát segítő és fejlesztő tananyag vázlata, néhány példával illusztrálva, amely a kockák sokszor unalmasnak tűnő, de kellő befektetéssel csodálatosan változatos világába, törvényeibe kalauzolja el az érdeklődő diákokat, szakembereket, a legtávolabbi tudományok képviselőit és a játszva tanulni szerető érdeklődőket.

SPIDRON A FÖLDRENGÉS KÁROS HATÁSAI ELLEN

Az utóbbi évek egyik legfontosabb fejlesztése a spidron geometriai és fizikai tulajdonságainak kihasználásával létrejött, a „földrengés káros hatásait csökkentő építőelem”, amely megoldást nyújthat katasztrófaövezetek építkezéseinél. A találmány lényege, hogy az építményt alkotó téglák felületi kiképzése az építőblokkok visszarendeződését eredményezi, méghozzá nem kitüntetett irányokban, hanem – a rigid háromszögek örvényszerű elrendezése miatt – bármilyen irányból érkező lökés, remegés vagy elmozdulás esetén az illeszkedő, egymáson elcsúszó elemek az eredeti állapotuk megtalálására és abba történő visszahelyezkedésre töreksenek saját súlyuknál és alakjuknál fogva. 3D-print technológia segítségével kicsiben meg tudtuk figyelni a hagyományos téglák és az új, fantáziánévén Sbrick, azaz spidrontégla szeizmográfiai hatásokra történő elmozdulásainak és mozgásainak természetét, egyértelműen az új találmány javára. Metódusunk szerint az új építőblokkal azonos súlyú téglákat állítottunk elő, és azonos rengéshatásoknak tettük ki a két, közel azonos kiterjedésű és magasságú építményt. Ameddig a hagyományos téglák rendszere maradandó módon zilálódott szét, addig az új blokkok kisebb elmozdulások után is visszatartották a környező téglák rendezett szövetébe, így a belőlük készült építmény egyben maradt.

Az újdonságkutatás során a Magyar Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának munkatársai a világban 102 különböző, de hasonló céllal kifejlesztett építőelemet vizsgáltak meg, de a mi téglánknak számos szempontból jobbak voltak a paraméterei. Ezek közül megemlítem, hogy az érintkező felületek nagy mérete

a súrlódás szempontjából különösen előnyös, valamint a téglöntőforma síklapokból történő, spidronelvű és egyben – síkbateríthetősége miatt – egyszerűbb előállíthatósága is fontos gazdasági és technológiai szempont. Mindent összevetve azonban egyértelműen az örvényszerű, síkfelületekből történő kiképzés, a jó variálhatóság, a kötésben való építhetőség azok az előnyök, amelyek a korábbi technológiák szempontjából jelentős elmozdulást jelentenek. A spidrontégla szomorú aktualitását adja, hogy a használati mintaoltalom elnyerésének napján adtak hírt a médiában a Horvátország-beli katasztrófákról. Nehéz lenne elhinni, hogy máris üzemszerű gyártásba kezdene egy kivitelező cég, de minden bizonnyal jól járnának azok az építetők, akik az új megoldás előnyeivel felvértezett építőelemeket használnák fel. A téglák kis ügyességgel házilagosan is előállítható akár betonból vagy más, könnyen hozzáférhető anyagból, például vályogból.

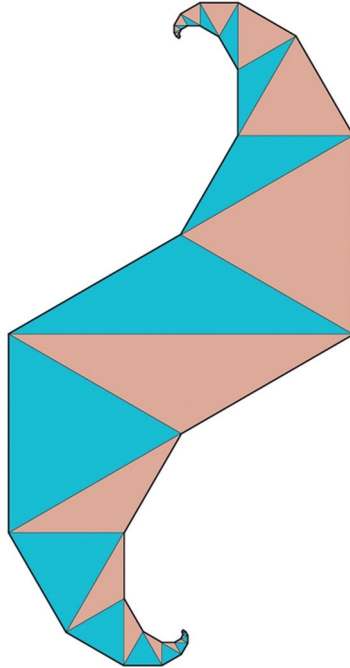


1. ábra. A spidrontégla oldalnézeti képe, amelyen jól látszik az örvényszerű felületi kiképzés
(© 2021, Erdély Dániel)

Egy rendkívül tehetséges és lelkes keramikus kolléganő, Háber Szilvia olyan zsalurendszer kidolgozásában segített, amely lehetővé tette néhány szétszedhető és újra összeállítható alkatrészrel a téglák helyi, sorozatban történő előállítását. Ennek további részletei munka alatt vannak, és ahogy eredményre jutunk, jelentkezünk vele az illetékes építésügyi intézményeknél, kamaráknál és cégeknél a sorozatgyártás megindítása érdekében. Jó alkalom lenne a nagyszabású bemutatásra a 2020-ról a Covid19-járvány miatt 2021-re halasztott *Expo Dubai*, ahol a világ földrengések által leginkább veszélyeztetett országainak szakemberei egyszerre kaphatnának tájékoztatást az itt ismertetettek felül több konstrukciós ötlettel is felruházott szabadalomról. Elképzeléseink szerint a kiállítás helyszínén egy földrengés-szimuláció keretében tennénk szemléletessé a spidrontégla-építmény stabilitását, összevetve pár hagyományos eljárással készült, hasonló alakú épület teherpróbájával.

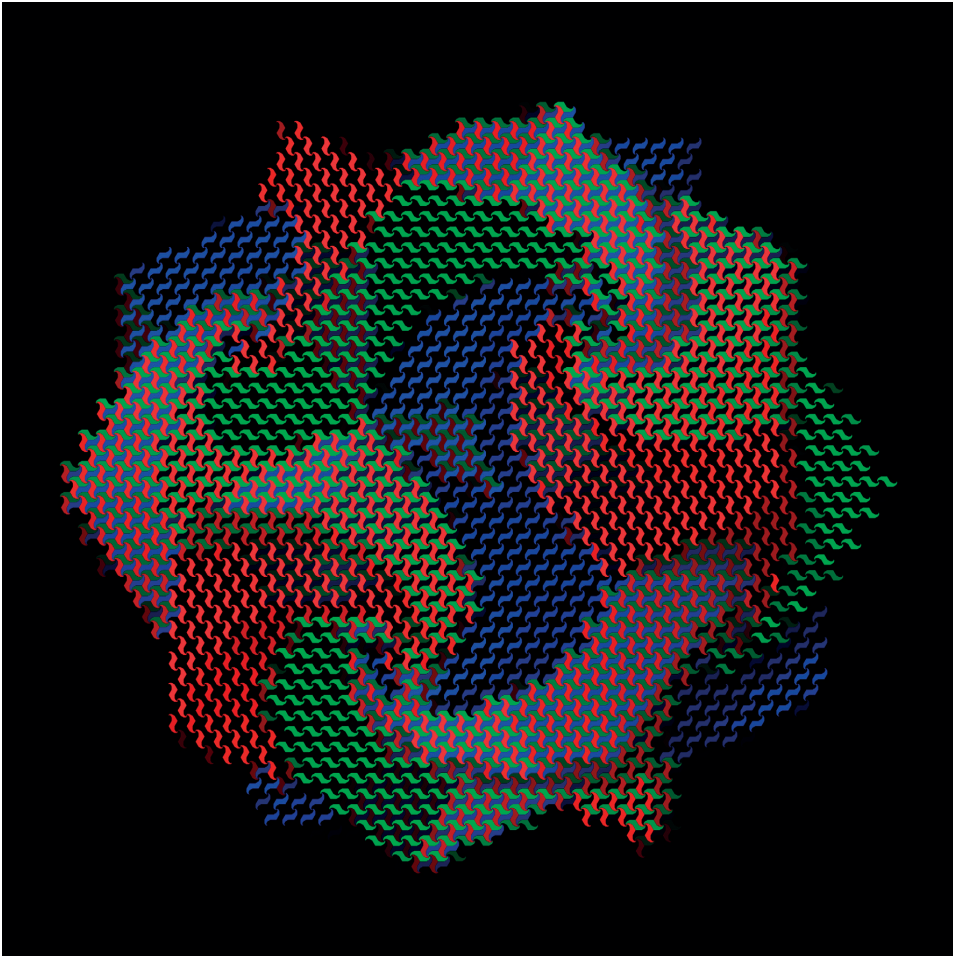
KÉPALKOTÁS SPIXELEKKEL

A klasszikus spidronalakzat középpontosan szimmetrikus spirálpár, amelynek egyik fontos tulajdonsága a sík harmonikus és hézagmentes lefedése.



2. ábra. A Spidron™-rendszer alapformája a középpontosan szimmetrikus, hasonló egyenlő oldalú és egyenlő szárú háromszögek sorozatából létrehozott alakzat
(© 2004–2021, Erdély Dániel)

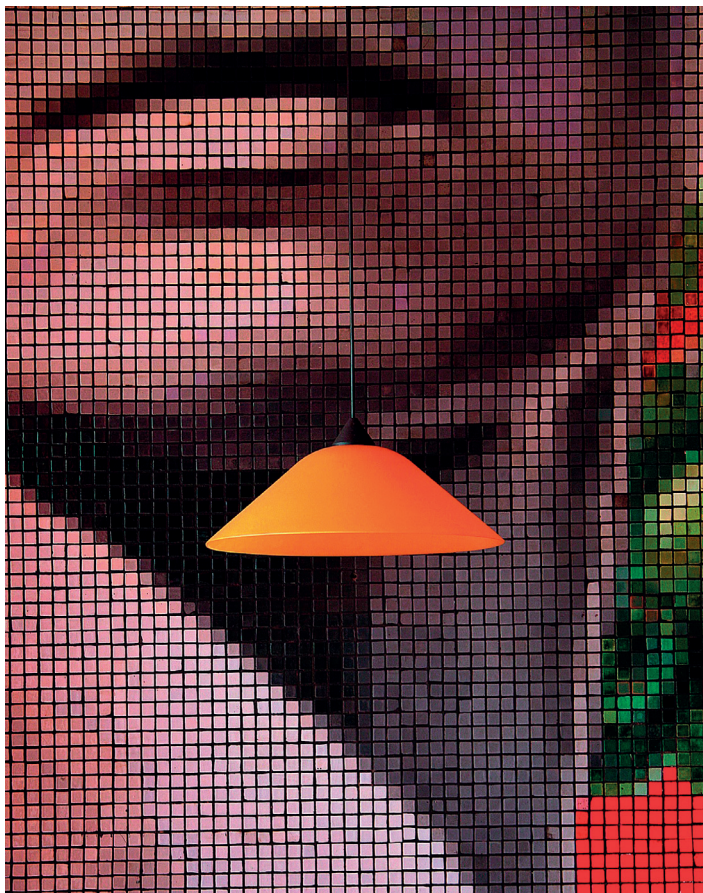
A sík lefedésekor 6- és 3-fogású forgási szimmetria-középpontok körül helyezkednek el az egyes elemek. A képalkotáshoz használatos R, G és B színek keveréséhez ez a szimmetria jobb színösszegzést tesz lehetővé. A vörös, a zöld és a kék színek az úgynevezett additív, összeadó színkeverés alapszínei, amelyekből az összes többi létrehozható. A 3-as (háromfogású) szimmetria-középpontok körül természetesen durvább a keveredés, ami lehetővé teszi a tiszta színek érvényesülését, a 6-os (hatfogású) szimmetria-középpontok körül pedig a vég nélkül kisebbedő háromszögek miatt a színek szinte egymásba simulnak. Ez a kiosztás, raszter a hagyományos téglalapok függőleges osztásával és sarkos 90°-ban történő négyes találkozásához képest sokkal gazdagabb és érzékenyebb szín- és formakialakítást tesz lehetővé, és így a LED-es kijelző eszközök fejlődésének új lendületet adhat.



3. ábra. A képen látható spidronizált dodekaéder alakzat minden pontja vörös, zöld és kék spidron formájú pixelösszetevők együtteséből épül fel (© 2005–2018, Erdély Dániel, Marc Pelletier, Nagy András [XYZ])

Programozói képesség és kapacitás híján kb. tizenöt éve még „kézzel” kódoltuk át a fiammal, Erdély Jakabbal a húga, Janka szeméről készített felvételt. Módszerünk az volt, hogy a hagyományos pixelekből összeállt kép minden egyes RGB-pontját, egységét elemezve a háromféle szín telítettségi adatait 0–255-ig egy durvább raszterű vektoros spidronrács kiszínezéséhez használtuk fel. Ezt tudtuk összehasonlítani a felnagyított, ugyanilyen „durvaságú” hagyományos pixel mutatóival. Munkánkban és az egyes rácpontok kialakításának módszerében segítséget jelentett az a tapasztalat, amelyet az 1970-es évektől kezdve, mintegy tizenegy éven át apám, Erdély Miklós híres fotómozaik eljárásának gyakorlásakor szereztem.

Ott az analóg fényképet használtuk alapnak, és a felnagyított (akkoriban csak fekete-fehér) képet szabad szemmel adaptáltuk, alakítottuk át 2×2 cm-es négyzetes, néha hatszögű porcelánmázaz mozaikrácsok rendszerére. Az árnyalatokat és a színeket is szemre egyeztettük, mivel ehhez nem állt rendelkezésre számítógép. Egy kis Commodore 64-es szoftvert készítettem a mozaikszemek megrendeléséhez, a mennyiségek kiszámításához, de nem jutottam a végére. A több tucat fotóhűségű hatalmas murális mozaikkép teljesen kézimunkával készült. Előfordult, hogy az előregyártott mozaikok közül órákig kerestük a legközelebbi színt vagy árnyalatot. Ha nem sikerült találnunk a zsákokban megfelelő szemet, egy mozaikmázat készítő és égető kemencét üzemeltető vállalkozóval legyártattuk a hiányzó árnyalatokat. Néha mindössze 10–20 darab miatt állt a munka. A 60–100 nm-es képek ezért sokszor hónapok alatt készültek el.



4. ábra. Fotómozaikkal előállított kép a miskolci Eszem-izsom ételbárban (részlet)
(© 1980–2021, Murus Alkotóközösség, Erdély Miklós, Erdély Dániel)

A munkák elterjedtek a világban az Emirátusoktól Lengyelorszáig, Svájcig és Franciaorszáig, több helyen megtalálhatók a példái. A mozaikműhelyben dolgozók többen külföldre költöztek, ahol fotómozaik-rakásból éltek. Műhely nyílt Svájcban, de Franciaországban a remek festő Szabó Ákos például Salvador Dalínak is készített egy hatalmas portrét. Az Egyesült Arab Emírségek egyik kalifájának portréja volt az egyik első emberábrázolás, amelyet a képtilalom után a modern vezető az országba engedett egy külkereskedelmi cégen keresztül.



5. ábra. Öfelsége Zájed bin Szultán Ál Nahján fotómozaik portréja, 1984 körül
(© 1986, Erdély Miklós, Murus Alkotóközösség)

Hosszú évekkig nem találtam senkit, aki a viszonylag egyszerű átkódolási feladatot elvégezte volna, amikor végre három éve találkoztam tehetséges fényfestő barátommal, Nagy Andrással, aki rövid idő alatt megértette, és néhány hét alatt meg is oldotta, nemcsak az állóképek, hanem akár a videók spixel felbontását is. Az eredményt úgy tudtuk a hagyományos képfelbontással összevetni, hogy az eredeti RGB-pixeletet felnagyítottuk mintegy tízszeresükre. Ebben a méretben már a spixel kialakítása is lehetséges volt, így a felbontás nagyjából azonos finomsága mellett egyértelműen érzékelhetővé vált a különbség a spixel javára. Adódik a lehetőség, hogy nagyméretű kijelzőkkel spixel ledek formájában is keverjük a színeket.

KOCKARÁCS MOZGÁSBAN

Cikkem harmadik témája egy geometriai gondolatsor, amelynek a fizikai vonatkozásokon túl filozófiai érvényességi területei is lehetnek. A sokat emlegetett és jól ismert kockarácstról van szó. A kockarács látszólag egyszerű, könnyen felfogható struktúra, azonban ha megkérdezek bárkit arról, hogy például hány forgástengelye van a kockának, zavarba jön, és legtöbbször rossz vagy hiányos választ ad. Oktatásunk hibája, hogy legtöbbször csak a lapjára állított, egyenes hasábokat mutatják, rajzoltatják és tanítják a diákoknak, pedig az élükre vagy csúcsokra állított kubusok élménye megkönnyíthetné a forgástengelyek megtalálását, még ha kis fantázia is kell a háromdimenziós térbeli idomok ilyenfajta beállításaihoz. Kitémasztásokkal vagy átlátszó üvegedényben úsztatott elemekkel ez könnyen megoldható lenne. Több oktatási konferencián megkérdeztem gyakorló tanárokat, hogy vajon hány forgástengelye van a kockának. Természetesen nagyon kevesen vágták rá egyből a jó választ, mert azért ez nem annyira triviális kérdés. Jellemző volt a megközeletésükre, hogy a lapok középpontjait és a csúcsokat összekötő tengelyeket szinte azonnal megemlítették, viszont a harmadik fajtát, amely az oldalélek középpontjait a testközépponton keresztülhaladva kötik össze, szinte mindenki a végére hagyta, vagy nem is említette meg. Így aztán nagy találgatásokba bonyolódtak a forgástengelyek számát és fogását illetően. A forgástengelyek „fogásszáma” megmutatja azt, hogy 360° -on belül a tengely körül forgatva a kockát, hányszor kerül a test önmagával tökéletes fedésbe. A kocka esetén található 2-, 3- és 4-fogású forgásszimmetria-tengelyeket. Így például a csúcsokon áthaladó forgási szimmetriatengelyek 3-fogásúak, mert háromszor, 120° -onként kerül fedésbe a kocka önmagával mialatt ezen tengelyek körül a téridomot 360° -ban körbe forgatjuk. Mielőtt tovább olvasnák a cikket, kérem, próbálják elképzelni a kocka összes forgási szimmetriatengelyét, mert utána egy sokkal egyszerűbb megoldásra világítok rá.

A kockarácásban ugye minden egyes elemet több másik fog közre. Könnyű belátni, hogy egy $3 \times 3 \times 3$ -as nagyobb kockában a középső kocka összes szom-

szédja szerepel, és mindegyik legalább egy csúcsban, egy élben vagy egy lapban találkozik a középső kockával. Ha a középső kockára tekintünk, azt így 26 másik veszi közre (mert a 27 köbszám és a középső kockával 26 db határos szomszéd van), és minden szomszédnak van egy párja a középső kocka centrumának túloldalán. Ha ennek a 26 kockának a középpontjait párosával összekötjük, akkor 13 tengelyt kapunk, amelyek éppen a forgási szimmetriatengelyek. Így a helyes válasz a kérdésre: 13. Ezek közül 3 db négyfogású, 4 db háromfogású és 6 db kétfogású forgási szimmetriatengely, amelyek mindegyike természetesen áthalad a középső kocka centrumán.

Tovább gondolkozva, a kockarácsok világával kapcsolatban felmerült bennem a kérdés, hogy vajon szét lehet-e húzni a rács elemeit úgy, hogy azok között kisebb, kocka alakú üregek keletkezzenek, miközben a rendelkezésre álló tér többi része tömör marad? A legnagyobb meglepetésemre arra jutottam, hogy ez lehetséges. Ezt legegyszerűbben úgy lehet modellezni, hogy veszek 8 db kockát, amelyek egyetlen rácspontra találkoznak, így egy nagyobb $2 \times 2 \times 2$ -es kockát adnak ki. El tudom-e úgy mozdítani a kis kockákat, hogy egy, mondjuk, feleakkora élhosszúságú, kocka alakú üreg keletkezzen a találkozási pontjuk helyén. Ez már igazán próbára tevő feladat, mivel egy kockának 6 oldala van. Hova tűnik a körülsomagoláshoz nem szükséges 2 db további kocka, egyáltalán, hogyan mozdul el a rácsba helyezett 8 db kocka az átalakulás során? Erre is megtaláltam a választ, de hagyom a kedves olvasót eltöprengeni a problémán, mert mindezeknek az átgondolása kitűnően fejleszti a térlátást.

ZÁRÓ GONDOLATOK

Azon is elgondolkodtam, hogy ha lehetséges, tömör térben egy téglatest vagy akár kocka alakú lyukat „ejteni”, akkor vajon miért ne lehetne az üres téren olyan transzformációt végrehajtani, amelynek során az üres térben megjelenik a tömör tér, az anyag? Ehhez a transzformációsorozathoz lemondhatunk az „origó” létéről, és „csupán” az egyes elemek egymáshoz való viszonyainak változását kell leírni valahogy. Ez a világ, az anyagi valóság keletkezésének új elméletéhez vezethet el, méghozzá egy olyanhoz, amelyben nincs ősrobbanás, és nem egy kataklizmával keletkezik a semmiből valami, hanem egyszerű és szelíd transzformációk, eltolások sorozata révén keletkezik a tömörség, tehát az anyag valamilyen megjelenési formája. Mindezeket túlmenően azt is sikerült modelleznünk, hogy a tömör anyagi világ homogén módon ritkulhat, avagy egy ellenkező folyamat révén tetszőleges mértékben sűrűsödhet, így folyamatos átmenet jön létre a semmi és a valami között. Az erre a felfedezésre vonatkozó részletes leírást egy külön dolgozatban fogom publikálni, remélhetőleg egy értő matematikus segítségével. Addig is a türelmüket kérem, és köszönöm a megtisztelő figyelmüket!

IRODALOM

- van Ballegooijen, W. – Galiunas, P. – Erdély D. (2009): Spidronised Space-fillers. *Bridges Proceedings*, 271–278. http://spidron.hu/spidronised_spacefillers/images/presentation/Bridges2009_SSF.pdf
- Bellos, A. (2008): The Science of Fun. *The Guardian*, 31 May 2008. 32.
- Bellos, A. (2010): *Alex's Adventures in Numberland*. Bloomsbury Publishing, 249–250.
- Boros Géza: *Leletmentés. Erdély Miklós fotómozaikjai*. <https://www.artmagazin.hu/archive/2570>
- Erdély D. (2000): Spidron System: A Flexible Space-filling Structure: POLYHEDRA. *Symmetry: Culture and Science*, 11, 307–316.
- Erdély D. (2002): Spidron rendszerről. *SULINET Hírmagazin*
- Erdély D. (2003): Spidron rendszer. *Magyar Építőművészet, Utóirat / Post Scriptum*, melléklet, 6–67.
- Erdély D. (2005a): Concept of Spidron System. In: Sárvári C. (ed.): *Proceedings of Sprout-Selecting Conference: Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Teaching*. Pécs: Univ. of Pécs Pollack M. Fac. of Engineering, 68–77.
- Erdély D. (2005b): Some Surprising New Properties of the Spidrons. (translated by B. Földvári) *Bridges Proceedings*, 179, 186. <http://archive.bridgesmathart.org/2005/bridges2005-179.pdf>
- Erdély D. (2013): Hexagons and Their Inner World. *Bridges Proceedings*, 571–572. <http://archive.bridgesmathart.org/2013/bridges2013-571.html>
- Erdély D. – Pelletier, M. (2006): Spidron Domain Expanding Spidron Universe. *Bridges Proceedings*, 549–550. <http://archive.bridgesmathart.org/2006/bridges2006-549.html>
- Hwang, K. C. (2009): Broadband Circularly-polarised Spidron Fractal Slot Antenna. *IEEE Xplore*, 45, 1, 3–4. DOI: 10.1049/el:20092876, https://www.researchgate.net/publication/224365090_Broadband_circularly-polarized_Spidron_fractal_antenna
- Peterson, I. (2006): Swirling Seas, Crystal Balls: Spirals of Triangles Crinkle into Intricate Structures. *Science News*, 170266, 266–268. DOI: 10.2307/4017499
- Pickover, C. A. (2009): *The Math Book / 250 Milestones in the History of Mathematics*. New York–London: Sterling, 470–471.
- Szabadalmi Közlöny és Védjegyértesítő*, 2021. 01. 28. 126, 2, U4–U5. https://www.sztnh.gov.hu/sites/default/files/kiadv/szkv/202101b-pdf/F_02_Hami_megadas_2_2101.pdf
- Szilassi L. (2005): The Right for Doubting and the Necessity of Doubt Thoughts. Concerning the Analysis of Erdély's Spidron System. In: Sárvári C. (ed.): *Proceedings of Sprout-Selecting Conference: Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Teaching*. Pécs: Univ. of Pécs Pollack M. Fac. of Engineering, 78–96. <http://math.bme.hu/hujter/doubt.pdf>
- Szilassi L. (2008): *A kételkedés joga és kötelessége (Gondolatok az Erdély-féle spidron-rendszer vizsgálata kapcsán)*. Kézirat. <http://math.bme.hu/hujter/jog.pdf>