Pécsi Tudományegyetem Művészeti Doktori Iskola

Megjegyzések a négyzetrács problémaköréhez

A rácsozatosság mint szemléleti mód és szerkezeti elv

disszertáció

Maljusin Mihály

Témavezető: Prof. Dr. habil. Szijártó Zsolt

Társ-témavezető: Dr. habil. Hegyi Csaba

– 2022 –

Tartalomjegyzék

Bevezetés

Dolgozatom a négyzetrácsokról szól, ez a témamegjelölés azonban bővebb kifejtést igényel. Először is személyes indíttatásomról beszélnék, bár közbe kell vetnem, hogy éppen a téma személytelensége és univerzalitása ragadott meg elsősorban. Bár ahogy a közelmúlt posztmodern bölcselete lényegében állítja, az univerzálisnak tételezett nézőpontokat, elbeszéléseket vagy fogalmakat fenntartásokkal kell fogadnunk.[1]

Mindezek fényében mégis azt állítom, hogy a négyzetrács formájában van valami, ami azt – korokon és kultúrákon átívelő módon – egyetemessé teszi, hovatovább az emberi gondolkodás egyik alapvető sémájává avatja.[2] Ez az általános, zsigerekig csupaszított forma számos egyedi megnyilvánulása szerint áll az ember szolgálatában, ugyanakkor bizonyos gazdasági, politikai, és esztétikai rendszerek alapvető szemléleti módjaként és szerkezeti elveként is tekinthetünk erre a mintázatra. (Nem véletlen, hogy Heidegger a modern technika lényegét az *állványban* látja.)[3]

Mi tehát a négyzetrács? Elsődleges formájában nem más, mint horizontálisan és vertikálisan futó, azonos térközönként ismétlődő, egymást derékszögben metsző vonalak sorozata.[4] A négyzetrács keresetlensége, egyszerűségében rejlő fennkölt jellege és önmagáért való, absztrakt jellemzői keltették föl elsőként figyelmemet.

A futólagos szemlélő számára talán túlzásnak tűnhet, amikor azt állítom, hogy (egy neves matematikus fordulatát parafrazeálva) a rács fölött folytatott elmélkedés „egy egész világot tárt föl előttem", ám valóban, ez a maga egyszerűségében megkapó téma olyan összetett problémákat és paradoxonokat állított elém, melyeket érdemesnek láttam viszonylag

[1] Lyotard, Jean François: A posztmodern állapot. in: Bujalos István (szerk.): Habermas, Lyotard, Rorty: A posztmodern állapot, *Századvég Kiadó – Gond, Budapest, 1993. ford. Bujalos István et al.* 8. o.

[2] vö.: Behrend, Heike: Ham Mukasa csodálkozik. Megjegyzések egy afrikai Angliában tett útjáról (1902). in: Biczó, Gábor (szerk.): Az idegen: variációk Simmeltől Derridáig. *Debrecen, Csokonai Kiadó, 2004. ford. Teller Katalin et al.*

[3] Heidegger, Martin: Kérdés a technika nyomán. in: Tillmann J. A. (szerk.): A későújkor józansága II. *Göncöl Kiadó, Budapest, 2004. ford. Geréby György*

[4] Itt most tehát sem a szabálytalan, sem az ettől különböző szabályszerűségeket felmutató rácsokkal, háromszögrácsokkal, hatszögrácsokkal nem foglalkozunk, bár a háromszögrácsokról szólva Nagy Mártának a pécsi Tudásközpontban látható impozáns mozaikját mégis érdemes megemlítenünk. (MM)

hosszabban is kifejteni. Már az önmagában vett absztrakt ráccsal való foglalatosság is számos tudományterületet érinthet, így a reáltudományok közül többek között a hálózatelmélet[5] és a mátrixelmélet[6], a humántudományok között pedig az esztétika[7] és a művészettörténet[8], illetve a digitális képfeldolgozás[9] és grafikaelmélet[10] területén is érdekes és megfontolandó megállapításokkal találkozhatunk témánkra vonatkozóan.

Természetesen nem vállalkozom arra, hogy mindezeket a nézőpontokat dolgozatomban érvényesítsem. Fejtegetéseimben a számomra adottból indultam ki, és az általam felhozott tényeket más tudományterületeken is kimerítő módon vizsgálták. Ha lehet is dolgozatomban valamiféle újdonság, azt nem az axiomatikus megállapítások adják, hanem talán az a sajátos nézőpont, amivel tárgyamra tekintek, és ahogy ezeket a reményeim szerint bárki (de leginkább bármely művelt olvasó) számára hozzáférhető állításokat rendezem.

Dolgozatom ugyanis – céljait tekintve – művészeti dolgozat; tárgyam vizuális jellemzőiből indulok ki, és a vizualitáshoz térek vissza. A kezdetektől egyfajta műtárgyként vagy könyvműként tekintettem erre az illusztrált szövegre, és a kihívást többek között az is jelentette, hogy a disszertációval szemben támasztott „akadémiai" követelményeket milyen módon hangolhatom össze esztétikai törekvéseimmel.

A disszertáció két fő részből – egy elméleti- és egy gyakorlatinak nevezett szakaszból áll. Ugyanakkor áttűnések tapasztalhatók a két rész között, az átmenet folytonos a tematikai felosztás két tagja között (ezt az átmenetet pedig a *Csomópontok* című fejezet képviseli). Rácsozatossággal kapcsolatos vizsgálódásaim egy alapvetően médiaművészeti jellegű érdeklődésből fakadnak, a digitális kép, és egyáltalán a digitalizáció mibenlétével kapcsolatos kérdésfeltevésből erednek. Ez volna tehát fejtegetéseim első tematikai csoportja.

---

[5] Barabási, Albert-László: A hálózatok tudománya. *Libri, Budapest, 2017.*

[6] Rózsa, Pál: Bevezetés a mátrixelméletbe. *Typotex Kiadó, Budapest, 2009.*

[7] György, Péter: A sorozat, a rács és a hálózat. *Jelenkor 2006/7-8.*

[8] Kraus, Rosalind: Grids. *October Vol. 9, 1979.*

[9] Sonka, Milan et al.: Image Processing, Analysis, and Machine Vision. *Cengage, Boston, 2015.*

[10] Müller-Brockmann, Josef: Raster systeme für die visuelle Gestaltung. *Niggli Verlag, Salenstein, 1981.*

Témánkban mélyebbre, vagy témánkhoz közelebb hatolva ezt követően a pixel vagy képpont kérdésével, mint a digitális kép alapvető összetevőjével, ennek szűkebben és tágabban vett elvi vonatkozásaival foglalkozom. Ezt követően pedig a mindezeknek keretet adó ráccsal foglalkozom. Az elméleti rész végül (az említett, átmenetet jelentő fejezet előtt) témám művészettörténeti vonatkozásainak (részleges) ismertetésével zárul. Ebben az ismertetésben sem törekedhettem ugyanakkor teljességre, inkább szemelvényeket igyekeztem felmutatni a történeti avantgárd és a neoavantgárd korszakából.

Ez a magam szempontjából nem is történhetett volna másképp. Az általam elbeszélt történet ugyanannyira mozaikos és fragmentált, mint a feldolgozott jelenség maga, és így legalább annyit állíthatok, hogy szövegemben forma és tartalom klasszikus összhangjához valamelyest közelebb kerülhettem.

A fejezetek sorrendisége jórészt megírásuk időrendjét követi, így a vizsgált problémakörben való „megmerítkezésem" folyamata is visszakövethető általuk. Kézenfekvő kérdés lehet ugyanakkor, hogyha teljes dolgozatom tárgya a négyzetrács, miért szenteltem mégis különálló fejezetet a rácsnak? Erre a választ talán dolgozatom alcíme adhatja meg. A rácsozatosság jelenléte ugyanis – mint szemléleti mód és szerkezeti elv – mindegyik általam vizsgált tárgykör esetében kimutatható. Ilyenmódon olvasatomban a digitális kép és egyáltalán a digitális adatok strukturális jellegzetességei is ennek az elvont rácsjellegnek a konkrét, tárgyiasult megnyilvánulási módjait jelentik. Az egyes fejezetek a bennük szereplő belső hivatkozások révén egyébként is több szálon kötődnek egymáshoz, a felvetett szempontok ugyanazon problémakör különböző aspektusait fedik le.

Úgy is fogalmazhatnánk, hogy az általam tárgyalt fogalmak egy fogalomkört vagy fogalmak családját jelentik, ahol ezek nem csupán kapcsolódnak egymáshoz, de le is vezethetők egymásból. Vegyük például a dolgozatban gyakran előforduló modul fogalmát! Attól függően, hogy a szó milyen kontextusban szerepel, és melyik jelentésárnyalata szerint vizsgáljuk, ez eredendően mértéket, egységet és elemet is jelenthet. Érzékeljük, hogy a modul valamilyen elemi, azaz alapvető, esetleg tovább nem osztható, a felosztás mértékéül szolgáló tárgy lehet.

Továbbá a modul mint egység, és ebből fakadóan a modularitás egység-szerűsége vagy *egységessége* egy bizonyos értelmezési tartományban a *homogenitással* kerülhet összefüggésbe. A modul *elemi* jellege ugyanakkor az *illeszkedés* mozzanatát is tartalmazza, ezzel pedig már a *kompatibilitás* fogalmához kerülhetünk közelebb. Végül a modul mint mérték és egység értelemszerűen a számossághoz is kötődik, ennélfogva pedig a digitalitáshoz van köze – és ezzel még korántsem tártam fel a modularitáshoz kapcsolódó fogalmak teljes „logikai” hálóját, ennek a feladatnak (legalább részleges) teljesítésére teszek kísérletet a főszövegben.

A disszertáció gyakorlati részében fokozatosan egymásra épülő kísérletek sorozatát láthatjuk, melyek médiuma vagy ha úgy tetszik interfésze[11] a négyzetrács. Ezek a négyzetrácsok azonban az előzőekben tárgyalt „csupasz”, primer négyzetrácsokhoz képest bizonyos többlettel bírnak: itt a rács egyes cellahelyei már számszerű értékeket tartalmaznak, ezért mátrixként hivatkozom rájuk. Ezekkel a számértékekkel, mint látni fogjuk, különféle alapvetőnek mondható matematikai műveleteket (elsősorban összeadási műveleteket) végeztem, majd az alkalmazott számsorokat egy színskála értékeinek feleltettem meg. Így pedig rögtön a digitális képalkotás alapjainál, annak sűrűjében találtam magam.

A kísérleti folyam katalizátora számomra a művészettudomány gondolata volt, nem bölcsészeti értelmében, ahol is – munkafogalomként – a művészettel kapcsolatos tudományok összességét is érthetjük alatta,[12] hanem legalább a történeti avantgárd képviselőitől eredeztethető módon, ahol is a tudomány és művészet módszereinek és fogalomkészletének közelítését jelentette, egy „totális összművészet” szintetizáló törekvésének[13] jegyében.

Előbbi törekvés előképe lehet annak a megközelítésmódnak, amit manapság többek között kutatásalapú művészet vagy művészeti kutatás (angolul *artistic research* vagy németül *künstlerische Forschung*[14]) megnevezéssel illetnek.

Figyelmemet elsősorban a vizsgált tárgy strukturális jellegzetességei kötötték le, és ennek kapcsán számot kell adnunk az úgynevezett strukturalista módszerekkel kapcsolatos (az eszmék történetének posztmodern korszakában különösen hangsúlyos) kritikáról is.[15]

[11] Clifton, Chuck: Douglas Engelbart. in: Sugár, János (szerk.): Hypertext + Multimédia. *Artpool, Budapest, 1998. ford. Bartha Gabriella et al.*

[12] vö.: Beke, László: Konstruktőrök és fejlesztők a művészetben és a tudományban. in: Kürti, Emese (szerk.): Művészet mint kutatás. *Semmelweis Kiadó és Multimédia Stúdió, Budapest, 2007.*

[13] Kandinsky, Wassily: Punkt und Linie zu Fläche. *Verlag Albert Langen, München, 1926.*

[14] Klein, Julian: Was ist künstlerische Forschung? in: *kunsttexte.de/Auditive Perspektiven, Nr. 2, 2011.*

[15] Derrida, Jacques: A struktúra, a jel és a játék az embertudományok diszkurzusában. in: *Helikon, 1994/1–2. ford. Gyimesi Timea*

Ugyanakkor azt is látnunk kell, hogy a big data korszakában (mondhatnánk közkeletű fordulattal) többek között az adatbányászat és a programozás élő alkotói gyakorlatainak révén mintha éppen a strukturális gondolkodás osonna vissza a művészetek (és nem mellesleg a humántudományok) területére.

Saját törekvéseimet úgy közelítem meg (vagy inkább: szeretem úgy látni), mint az említett tendenciába illeszkedő (média)művészeti „alapkutatást", amely a digitális médiumok legegyszerűbb, számomra alapvető jellegűnek tűnő kérdéseinek megválaszolására irányul; pontosabban tehát a digitális képalkotás elsődleges jellemzőinek vizsgálata motivált. Ennek a törekvésnek a fókuszpontját magam részéről a rácsban leltem meg.

Ami kísérleteim esztétikai jellemzőit illeti, itt meglehetős önfegyelemre, egyfajta radikális önkorlátozásra törekedtem, ami talán a síkszerűséghez való (helyenként mégis felülírt) ragaszkodásomban is megnyilvánult. Egy olyan – mesterségesen felállított korlátok között zajló – szabad mozgást akartam felmutatni, amihez a négyzetrács médiuma bizonyult megfelelő sorvezetőnek. Az alkalmazott esztétikai elveket a *no design* vagy *default design* kifejezések is jól körülírhatják. Ábráim előállítása során például többnyire a felhasznált szoftverek alapvető funkcióit, ám azokat az általános felhasználási módtól eltérően használom, illetve jórészt az alkalmazások általános színpalettáját használtam.[16]

Ez tudatos értékválasztás eredménye, ami arra irányul, hogy az „alkotói önkényt" minimálisra korlátozzam, ehhez pedig, úgy gondolom, az alkalmazott eljárások logikai racionalitása is hozzájárult. Hozzá kell tennem azonban, hogy a kompozícióval kapcsolatos mérlegelést még így sem kerülhettem meg, bár bizonyára ezek a döntések különítik el végső soron a művészeti jellegű megközelítésmódokat például a reáltudományosság szférájától.

Hozzátehetjük, hogy a számítástechnikai eszközök alkalmazása már önmagában is egyfajta sztenderdizált, szabványos jelleget kölcsönöz az így előállított műveknek; illetve már maga a technológiai apparátus is eredendően meghatározza és behatárolja a digitális alkotói folyamatot.[17] Ugyanakkor az adotthoz való végleges ragaszkodás (vagy más szóval a túlazonosulás) kritikai elemként is olvasható. Bár a négyzetrácsot első megközelítésben egy

[16] Úgy is fogalmazhatnánk, hogy elsősorban a vizsgált mintázatok logikai struktúrája foglalkoztatott, azok a jellemzők tehát, amik leválaszthatók az egyes kompozíciók egyedi, arculati jellemzőitől. Ez ugyanakkor azt is jelenti, hogy a bemutatott vizuális-logikai vázlatoknak számos, eseti jellegű konkretizációja, tényleges esztétikai alkalmazása is lehetséges. (MM)

[17] Lopes, Dominic: A philosophy of Computer Art. *Routledge, New York, NY, 2009.* 29. o.

„matematizált és neutralizált térkoncepció”[18] leképeződéseként is láthatjuk, problémafelvetésem az univerzalitás mellett kifejezetten a lokalitáshoz, hétköznapi életem tereihez kötődik.

Kísérleteim egyik alapmintáját, melyet ebben a szövegben egyfajta prizmaként írok le, a pécsi Zsolnay Negyedben található tetőcserép-mintázat inspirálta. Tesszalációs kísérleteimhez ugyancsak a Zsolnay Negyedben látható iparművészeti munkák adtak alapot: a Herkules udvar szomszédságában található torony héjazatának kivitelezéséről elmélkedve bukkantam erre a kérdéskörre (a mintázat kivitelezői egy helyen – talán szándékos? – hibát ejtettek, így a cserepek által kirajzol ék- vagy hullámszerű forma egy ponton megtörik –).

Természetesen a pécsi iskola avantgárdban gyökerező, majd konceptuális jelleget öltő kolorista és geometrizáló tendenciái sem hagytak hidegen (három generáció képviselői közül többek között Lantos Ferenc[19], Keserü Ilona[20] és legújabban például Losonczy István festészetét említem, ugyanakkor a Pécsi Műhely képviselőinek munkásságát sem hagyhatom ki ebből a felsorolásból.[21] A pécsi Művészeti Karon végül a rácsokkal kapcsolatos elméleti és gyakorlati kutatások sem előzménynélküliek. Burkus Judit[22] és részben Fodor Pál[23] doktori dolgozatait említhetem, és remélem, hogy dolgozatom hozzájárulhat ehhez az élő és folytonosan alakuló diskurzushoz.

[18] Kiss Lajos András: Alexandr Dugin politika- és államelmélete – egy multipoláris világrend víziója. in: *Pro Publico Bono – Magyar Közigazgatás 2018/3,* 43. o.

[19] Lantos, Ferenc: Képekben a világ. *Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.*

[20] Aknai, Katalin (szerk.): Ilona Keserü Ilona - Művek 1982-2008. *MODEM, Debrecen, 2009.*

[21] Doboviczki, Attila et al.: Párhuzamos avantgárd: Pécsi Műhely, 1968-1980. *Ludwig Múzeum, Budapest, 2017.*

[22] Burkus, Judit: Rácsok és hálók. *doktori disszertáció, Pécsi Tudományegyetem Művészeti Kar Doktori Iskola, 2011.*

[23] Fodor, Pál: Kettő és fél dimenzió - A térábrázolás paradox jelenségei a képzőművészetben. *doktori disszertáció, Pécsi Tudományegyetem Művészeti Kar Doktori Iskola, 2011.*

(Elmélet)

1. Digitalizáció

1.1 A digitalizáció alapjai

Általános értelemben a digitalizáció egy absztrakciós folyamat, amely a valóság egy meghatározott szeletét és meghatározott vonatkozásait modellezi. A modellálás úgy történik, hogy a digitalizáció révén a valóság említett vonatkozásait megragadjuk, más szóval meghatározzuk és elkülönítjük a valóság bizonyos számszerűsíthető jellemzőit. Így pedig azt mondhatjuk, hogy a digitális adat kvantifikált (számszerűsített) illetve diszkrét, azaz egységek szerint elkülönülő jellegű.

A digitalizáció kifejezést két értelemben is használhatjuk, egyrészről a digitalizáció mint eljárás értelmében (ezt nevezhetjük a tulajdonképpeni digitalizálásnak), másrészt pedig a digitalizáció folyamatának értelmében (megfelelőbb szó híján ezt digitalizálódásnak is mondhatnánk), amely rendszerszintű, általános értelmű tendenciát jelez. Az angol szakterminológia ezt a különbséget a *digitization* (mint eljárás) és a *digitalization* (mint folyamat) szavakkal fejezi ki.[24]

A digitalizációval a valóság meghatározott tényezőit számszerűsítjük, ezzel pedig pontosítjuk azokat, a szó egyenes és átvitt értelmében egyaránt. A pontosítás egyrészt azt jelenti, hogy meghatározott adatokat egész értékre kerekítünk (nullákra és egyesekre, bitekre és bájtokra, és így tovább). A pontosítás paradoxona másrészt, hogy éppenséggel pontatlanságokhoz vezet. A kerekítés által az adat maradványértékei elvésznek, más szóval adatvesztés lép fel, pontosabban szólva: a kérdéses adat létre sem jön (gondoljunk az alacsony felbontású képek esetében jelentkező pixelességre).

A digitalizációval bekövetkező adatvesztés problémája a digitalizáción átesett adathalmaz esetében már nem áll fenn, hiszen a digitálisan feldolgozott adatok a továbbiakban adatveszteség-mentesen reprodukálhatók, továbbíthatók és sokszorozhatók lesznek (bár hozzá kell tennünk, hogy ez a jellemző a gyakorlatban különböző hibajavító kódok, algoritmusok

---

[24] Brennen, Scott et al: Digitalization and Digitization. *Culture Digitally, 2014. https://culturedigitally.org/2014/09/digitalization-and-digitization/ (2022.07.29.)*

eredménye).[25] Azonban ugyanez az analóg jelről már nem állítható, itt ugyanis a jel sokszorozásával, továbbításával adatromlás következik be, más szóval (csatorna)zaj szennyezheti az adatot (gondoljunk a bakelit sercegésére vagy a kazetta alapzajára).

A digitális technológia adatveszteség-mentessége azonban pusztán elvi lehetőség, mivel a technológia fintoraként a digitális adathordozók élettartama jócskán elmarad az analóg adathordozók többségének (például papír, vászon, agyagtábla) élettartamától. Az amerikai Kongresszusi Könyvtár munkatársai által elvégzett, CD-k és DVD-k állagmegóvásával kapcsolatos vizsgálatok csupán annyit állapítottak meg, hogy ezek várható élettartama többnyire a 30 évet meghaladja.[26]

Az analóg és digitális jel közötti, további markáns különbség, hogy az analóg jelnek a digitális jellel ellentétben nincsen felbontása, nem szakaszos és töredezett jellegű, hanem folyamatos és megszakítatlan. Az analógia lényegében azt jelenti, hogy a leképezett és a leképező között az összefüggés közvetlen vagy „párhuzam-jellegű” *(például a vinillemez barázdái a megszólaltatott hanghullámok közvetlen leképeződései)*[27], míg a digitalitásban ez az összefüggés közvetett, absztrahált, az adatszerkezet által meghatározott (morze kód).

A digitalizáció a leképezett jelenség egy hozzávetőleges, tehát modellált mását hozza létre. A digitalizáció bizonyos, a leképezés szempontjából releváns tényezők szerint ragadja meg tárgyát, kiemeli a jelenséget az események meghatározatlan forgatagából, úgyszólván sterilizálja a jelenséget. A közfelfogásban ennek megfelelően, szemben az analóg módszerekkel, a digitális eljárásokhoz gyakorta kapcsolódik a gépiesség, a sterilitás érzete, míg az analógia ehhez képest organikus benyomást kelt. Ugyanakkor az analóg és a digitális világ között nem éles az átmenet, ahogy látni fogjuk, bizonyos áttűnés tapasztalható a két szféra között.

---

[25] Grami, Ali: Introduction to Digital Communications. *Academic Press, London, 2016.* 412. o.

[26] Zheng, J. et al.: NIST/Library of Congress Optical Disc Longevity Study: Final Report, *2007. https://www.loc.gov/preservation/resources/rt/NIST_LC_OpticalDiscLongevity.pdf (2022.07.29.)*

[27] Bizonyos értelmezések szerint az analóg kifejezés a számítástechnika kezdetei idején merült fel, ahol is a fizikai modellek tanulmányozására használt eszközök jelzőjeként alkalmazták azt (analog computer). Az analóg kifejezés így tehát a modell szinonimája volna, abban az értelemben, ahogy a fizikai modell a vizsgált jelenség analógiájaként értendő. lásd Robinson, Derek: Analog. in: Fuller, Matthew (szerk.): Software Studies - A Lexicon. *MIT Press, Cambridge, MA, 2008.* 21. o.

1.2 *Analóg és digitális*

Amennyiben a digitálist egy ellentétpár tagjaként képzeljük el, úgy ennek antagonistája mindenképp az analóg fogalma volna. Ahogy Barits Attila találóan megjegyzi, a technológia analóg jellemzőiről általában azóta ejtünk szót, mióta a digitális eszközök közhasználatúvá váltak.[28]

Ennek kapcsán megfigyelhetjük, hogy míg az analóg jelenségekhez az autenticitás, eredetiség képzete kapcsolódik, addig a digitalitáshoz a közvélekedésben egyfajta történetietlenség, művisség érzete tapad. Ehhez persze hozzájárul az a tény is, hogy a digitális adat az analóg tárgyakhoz viszonyítva mintha valóban egyszerűbben manipulálható, átalakítható volna. Az analóg dolgoknak – képletesen szólva – testük van, használatuk pedig nyomot hagy, mindez pedig, a számítástechnika fekete dobozaival ellentétben, legalább a benyomások szintjén, emberléptékű térben történik.[29] A digitalitás ezzel szemben úgy tűnik illanékonyabb jelleget mutat, rejtett és megragadhatatlan.

A digitalitás történetietlenségének érzete többek között azzal is összefügghet, hogy alapesetben nem viseli magán módosulásának nyomait (töröljünk ki egy sort szövegünkből *Microsoft Word-ben!*). A digitalitás konstans, steril zajtalansága az időtlenség, örökkévalóság levegőjét árasztja. Úgy is mondhatnánk, hogy a történetietlenség nem múltnélküliséget, hanem egy állandó jelent jelent. Az adat fogalma az adottal függ össze, angolul *data*, németül *die Date*, oroszul *dannoje*, mind párhuzamba állíthatók a latin *datur* (adatik) kifejezéssel.

A digitális és analóg fogalmi ellentéte összességében dialektikus természetűnek mondható, digitális és analóg valójában hibrid módon hatják át egymást.[30] Digitális tárgyak „analogizációjára" ugyanúgy látunk példákat (például egy szöveges állomány kinyomtatása), mint az analóg digitalizációjára is (például egy szénrajz beszkennelése). Ugyanakkor már az analógia (itt mint az analóg jelenségek gyűjtőfogalma) digitális vonásainak felmutatása és a

[28] Győrffy Ákos: Ne gondoljuk, hogy mi vagyunk a világ közepe! – interjú Barits Attilával. *Mandiner, 2019. https://mandiner.hu/cikk/20191103_bartis_attila_a_mandinernek (2022.07.29.)*

[29] vö.: Didi-Huberman, Georges: Hasonlóság és érintkezés – A lenyomat archeológiája, anakronizmusa és modernsége. *Budapesti Kommunikációs és Üzleti Főiskola, Budapest, 2014. ford. Házas Nikoletta et al.*

[30] Schröter, Jens: Analóg/digitális. Referencialitás és intermedialitás. *Apertúra 2012. tavasz, ford. Nagy Ambrus*

digitalitás analóg vonatkozásainak feltárása is meghaladja a két terület közkeletű, duális megosztottságát.

Hiszen bizonyos értelemben a digitális adat is mutathat analóg jellemzőket (vizsgáljuk meg egy CD digitális mikrobarázdáit elektronmikroszkóp alatt!), továbbá az „analóg" módszerekkel, például vdevéséssel előálló tárgyaknak is lehetnek digitális jellemzőik. Gondoljunk Borsos Miklós 1975-ös műalkotására, a budapesti Clark Ádám téren álló „0" kilométerkőre, mely egyben Magyarország közlekedési hálózatának kezdőpontja is. A kortárs képzőművészetben ezt az érdekes esztétikai/szemiotikai határhelyzetet többek között Borsos Lőrinc[31] és Pólya Zsombor[32] is feldolgozták, Borsosék közlése szerint egymástól függetlenül.

Amellett, hogy az analógia görög[33], a digitalitás pedig latin eredetű szó, digitális és analóg jelenségek között első megközelítésben „fokozatos" vagy „folytonos" jellegük szerint tehetnénk különbséget, azonban legtöbbször mindkét aspektus felmutatható bennük. Gondoljunk például az analógia gyakori példájára, a higanyhőmérőre, ahol a higanyszál a hőmérő analóg része, a hőmérsékletet jelző fokskála pedig annak digitális eleme lesz.[34]

A technikai- és természetes kép ellentéte is hasonló jellegű, amint azt a digitális és analóg kép különbségében láthatjuk: míg a technikai kép közvetetten, egy gép vagy eszköz közbeiktatásával jön létre, addig a természetes kép fizikai, fiziológiai szükségszerűségként, természetes úton áll elő, például úgy, hogy egy tárgy árnyékot vet, vagy a tárgyról visszaverődő fény a retinára vetül.[35]

Míg a technikai kép kulturális, addig a természetes kép természeti jelenség – tehát míg a technikai kép esetlegesen, a természetes kép szükségszerűen áll elő. Ebben az

---

[31] Borsos, Lőrinc: Hungary IV. Dyptich / 0 Km Stone, *100x150x5 cm, olajpasztell, zománc, fatábla, 2010. https://borsoslorinc.com/works/hungary (2022.08.21.)*

[32] Pólya, Zsombor: 0 Ft, *10,8x8,6 cm, instax, 2019. https://zsomborpolya.com/galleries/0-ft/ (2022.07.29.)*

[33] ἀνάλογος (analogosz): arányos, megfelelő, hasonló, amit a latin nyelv a *similitudo* szóval fejez ki. (MM)

[34] Az analóg és digitális modalitások közötti összefüggések kérdéséhez ld.: Hoy, Meredith: From Point to Pixel – A Genealogy of Digital Aesthetics. *Dartmouth College Press, Lebanon, New Hampshire, 2017.*

[35] Flusser, Vilém: A fotográfia filozófiája. *Tartóshullám – Belvedere – ELTE BTK, Budapest, 1990., ford. Veress Panka et al.*
https://artpool.hu/Flusser/Fotografia/02.html (2022.08.28.)

összehasonlításban a szénceruza-rajz ugyanúgy technikai kép, mint a számítógép képernyőjén megjelenő ábra.

Vilém Flusser a technikai képpel a hagyományos kép fogalmát is szembeállítja, például a festményeket, amely már szerinte nem apparátus által közvetített, szemben például a mozivásznon megjelenő képpel. Ebből arra következtethetünk, hogy Flusser az apparátus fogalmán egy összetett, talán mechanikusként elképzelt szerkezetet ért; kérdéses azonban, hogy például az ecset, a festéktubus, az alapozott, vakrámázott vászon, amely adott esetben egy festőállványon foglal helyet – egyszóval kérdéses, hogy ez a technológiai apparátus mennyiben egyszerűbb vagy hagyományosabb, mint például egy *camera obscura* működéséhez szükséges infrastruktúra.

Azt látjuk, hogy ilyen értelemben a lenyomatként értelmezett analóg kép közelebb áll a tényleges, közvetítetlen valóság tárgyaihoz, érintkezésbe került vele, ennélfogva referenciális jellegű, azaz a valóságra közvetlenebb módon utal, mint a szimbolikus jelekkel operáló digitális kép. A digitalitás közvetettsége azonban közvetlenségbe fordul át: egy digitálisan keletkezett, majd kinyomtatott állomány eredetije vajon a számítógépbe vitt szövegfájl vagy a fizikai dokumentumpéldány?

És fordítva, az analógia közvetlensége közvetettségbe csap át: egy arcról levett gipsz-direktnyomat vajon eredeti mintapéldánynak számít, vagy inkább a portrémodell arcvonásainak másolata? Egyik oldalról tehát az analogizáció (előző példánknál maradva, egy adatállomány kinyomtatása) jelent komplexitás-növelést: az analogizációs eljárás anyagot, testet ad az amúgy steril, szabványos és egységes digitális adatnak – a nyomtatás faktúrát ad, és egy újabb, járulékos szűrőn engedi át a digitális adatot.

Másik oldalról azonban a digitalizáció jár komplexitás-növekedéssel, ahol is a digitalizált adat a maga közvetlenül adott, elsődleges közegéből szimbolikus és mediálisan közvetített formába kerül át. Mindezek alapján talán érthetővé válik, miért is kerül a közvélekedésben az analógia a múlt, míg a digitalitás a jövő oldalára – ez nem csupán elterjedtségük időbeli síkjára vonatkozik, de lényegüket érinti: míg a nyomjellegű analógia materialitásánál fogva szükségszerűen a megtörténthez, a múlthoz kapcsolódik, addig a virtuális jellegűként értelmezett digitalitás értelemszerűen az eljövendő, a még meg nem történthez, a fikció világához kapcsolódik inkább.

Fenti különbségtétel, ahogy láttuk az egyediség kérdésének szempontjából is következményekkel jár: itt az egyediség az analógia oldalára kerül, míg a digitalitást inkább sorozat-jellegű, szeriális jellemzői határozzák meg.

1.3 A digitalitás dinamikája

A digitális adatokról és adathordozókról beszélve érdemes szót ejtenünk az úgynevezett immateriális termékek mibenlétéről. Ebben Troller és Kohler elmélete lesz segítségemre.[36] Először is, szerzőink szerint, szemben például a materiális jószágnak minősülő *kenyérrel*, az immateriális, más szóval anyagtalan javak tárgyi rögzítettsége járulékos jellegű. Ez azt jelenti, hogy ezek anyagi megjelenése pusztán az anyagtalan jószág közvetítő közege, és nem a termék *sui generis,* szükségszerű tulajdonsága (a digitális adat így megjelenhet lemezen, szalagon, de akár rádióhullámok formájában is).

Az immateriális javak további jellemzője, hogy hozzáférhetőségük nem kötődik egy meghatározott helyhez vagy időpillanathoz, és az anyagtalan javakat egyszerre többen, egymástól függetlenül is fogyaszthatják. A javak élvezetéből pedig a felhasználással nem zárunk ki másokat *(ubikvitás)*. Végül fontos jellegzetesség, hogy az immateriális termékek elhasználhatatlanok, fogyasztásuk nem eredményezi hozzáférhetőségük szűkülését sem.

A digitális formában hozzáférhető adatokat a közbeszéd gyakran az előzőekben érintett immateriális jelzővel illeti, holott a digitális objektumoknak nem csak immateriális jellemzőik, de materiális aspektusaik is vannak.[37]

Az összefoglaló néven felhőnek *(cloud)* nevezett digitális infrastruktúra például nagyon is földi jelenség. A térbeli hasonlat által sugallt képpel ellentétben az adataink mobilitását, hozzáférhetőségét elősegítő rendszer gócpontjai csarnokméretű adatközpontokban találhatók. Az adatainkat tároló és körforgásban tartó fizikai eszközök egyre nagyobb hányada kerül így ki a felhasználók közvetlen fennhatósága alól. Az adatok folyamatos, virtuális hozzáférhetőségének ára így fizikai, tárgyi hozzáférhetetlenségük lesz.

---

[36] Faludi, Gábor et al.: Magyar polgári jog – Szerzői jog és iparjogvédelem. *Eötvös József Könyvkiadó, Budapest, 2012.* 22. o.

[37] Lásd bővebben: Munster, Anna: Materializing New Media – Embodiment in Information Aesthetics. *Dartmouth College Press, Lebanon, NH, 2006.*

Úgy is mondhatnánk, hogy a digitális adatok távollevősége egyfajta térbeli dinamikát hív életre. A digitális adatok dinamikus jellege azonban nem csak térbeli, de időbeli vonatkozásaiban is megnyilvánul, gondoljunk például a digitális sávszélesség tényezőjére, az adatok továbbításának sebességére.[38]

A térbeli és időbeli dinamikát tartalmi dinamizmusok is kiegészítik: a globálisan termelt digitális adatok mennyisége folyamatosan bővül, az adatbázisok pedig folyton frissülnek, nem tekinthetők statikus tárgyaknak.[39] A felhasználói és rendszergazdai tevékenység a gyakorlatban többek között adatok törlését, sokszorozását, áthelyezését, másolását jelenti – ez pedig összességében az adatbázisok tartalmának folyamatos módosulását eredményezi.

A digitális technológia lényegi jellemzője tehát a dinamikus jelleg, ami az adatok folyamatos körforgásában és ennek szükségességében nyilvánul meg. Az immaterialitás fogalmával szemben ebben az összefüggésben talán találóbb lenne a digitális adatok efemer jellegéről beszélnünk.

Az adathordozók avulása, de a szoftver- és hardverszabványok viszonylag gyors avulása is a digitális adatok folyamatos cirkulációját kényszeríti ki. A digitális adatok megőrzéséhez összességében az adatok tárolását és előhívását lehetővé tevő infrastruktúra megőrzésére, karbantartására, kompatibilitásának fenntartására, az adatok ciklikus migrációjára is szükség van.[40]

[38] Parikka, Jussi: Az archívumok dinamikája: szoftverkultúra és digitális örökség. in: Palkó, Gábor (szerk.): Az archívumok elméletei. *Helikon 2014/3 ford. Vásári Melinda*

[39] A Statista nevű hamburgi adatszolgáltató szerint míg a globálisan termelt adatmennyiség 2010-ben csupán 2 zettabájtot tett ki, 2022-re ez a mennyiség már 97 zettabájtra jövekedett (1 zettabájt több mint 1 milliárd terabájtot jelent) lásd: *Volume of data/information created, captured, copied, and consumed worldwide from 2010 to 2025, Statista, 2022. https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/ (2022.07.30.)*

[40] Parikka, Jussi: i.m.

1.3 A földrajzi és virtuális tér gyarmatosítása

A következőkben egy távolabbi perspektívából tekintünk tárgyunkra; alábbiakban a digitalizáció jelenségét lehetővé tevő eszmei alapok vizsgálatára törekszünk. Ezúttal a négyzetrácsot hívjuk segítségül elemzésünkhöz.

A négyzetrács-alapú koordináta-rendszer, mint univerzális geometriai modell René Descartes nevéhez kötődik.[41] A XVII. századi karteziánus geometria tere egy végtelen, kétdimenziós térhálóként ragadható meg. Azt állítjuk, hogy a felvilágosodástól kezdve ez a hálószerkezet a nyugati kultúra alapvető intellektuális modelljévé, egyben meghatározó térszervező elvévé vált.[42]

Mik lehetnek ezen racionálisnak nevezhető térképzet alapvető jellemzői? Először is, a rácsszerkezet a felosztott teret egységnyi modulokra bontja, ez a felosztás pedig a tér egyéb minőségi jellemzőitől független struktúrát eredményez.

A racionális térszemlélet kialakulásával párhuzamosan a földrajzi tér semlegességének képzete is megjelenik, amely többek között a felvilágosodás idején kibontakozó gyarmatosítási törekvéseknek is ideológiai alapot szolgáltat.[43] Úgy is fogalmazhatnánk, hogy a végtelen és homogén tér képzete a nyugati kultúra expanziós politikáját is megalapozza. Ennek nyomai még ma is nyilvánvalók, ha például Észak-Amerika, Afrika vagy Ausztrália sakktábla-szerű politikai térképére pillantunk (nem véletlen, hogy az angol *ruler* kifejezés uralkodót és egyben vonalzót is jelent).

---

[41] „De azért nem volt szándékomban elsajátítani mindazokat a sajátos tudományokat, amelyeket rendesen matematikának neveznek. Láttam, hogy noha tárgyaik különbözők, mégis mind megegyeznek abban, hogy csak a bennük előforduló vonatkozásokat vagy arányokat tekintik, s ezért jobbnak gondoltam, hogy csupán általánosságban ezeket az arányokat vizsgálom (...) *Az egyenkénti vizsgálat szempontjából jónak láttam, hogy vonalak formájában rögzítsem őket, mert egyszerűbbet, határozottabban elképzelhetőt és szemlélhetőt nem találtam (kiemelés tőlem – MM)*; emlékezetben tartásuk, vagy összefoglalásuk céljából pedig néhány, lehetőleg igen rövid jellel kellett őket megjelölnöm. Ilyképpen, úgy gondoltam, kiveszem a legjobbat az elemző geometriából és az algebrából, s az egyiknek minden hibáját a másik által helyesbítem." Descartes, René: Értekezés a módszerről. *IKON Kiadó, Budapest, 1993. ford. Boros Gábor,* 33. o.

[42] A témáról lásd részletesebben: Schmitt, Carl: Die ersten globalen Linien: Von der Raya über die Amity Line zur Linie der Westlichen Hemisphäre. in: uő: Der Nomos der Erde im Völkerrecht des Jus Publicum Europaeum. *Duncker & Humblot, Berlin, 2011.* 54. o.

[43] vö.: Jay, Martin: Scopic Regimes of Modernity. in: Foster, Hal (szerk.): Vision and Visuality. *Bay Press, Seattle, 1988.*

A racionális térszemlélet értéksemlegessége itt meglehetősen ideologikus, érdekvezérelt konstrukcióként mutatkozik meg előttünk. Azáltal, hogy a racionális térképzet a teret egységesíti, áttételesen gazdátlannak tételezi, egyben profanizálja is azt. Nem csupán a térbe foglalt emberi és anyagi erőforrásokat teszi áruképessé, de a teret magát is a forgalom részének tekinti.

Ahogy Heidegger mondja, a dolgok világának helyébe, amelyet a létezővel való sokfajta kötődésünk gyűjtőhelyeként tisztelünk, a puszta erőforrásokból álló, tárgynélküli világ lép.[44]

A racionális térszerkezet elemi, moduláris jellegű konstrukció, ami a térelemek bővíthetőségét, felcserélhetőségét és helyettesíthetőségét is magával vonja.[45] Mindezekkel összefüggésben a digitalizáció expanzív jellegéről is szót kell ejtenünk. Először is, a digitális adatok alapvető megjelenési formája, ahogy azt Manovich megjegyzi, az adatbázis.[46]

Az adatbázis egyfajta adat-aggregátum, az adatok felhalmozásának és összekapcsolásának tere. Ez a felhalmozási mozzanat, ahogy a tőke esetében sem, úgy a digitális adatok esetében sem elhanyagolható tényező. Akár a Facebook, akár a Google Search példáján keresztül is szembesülhetünk azzal a jelenséggel, hogy a digitális adat tőke és nyersanyag módjára kezd működni. Ebben megerősíthetnek minket az olyan, adatok kiaknázásával kapcsolatos szóképek, mint az adatbányászat[47] vagy az adathalászat fogalma.

---

[44] ld. Heidegger, Martin: Kérdés a technika nyomán. in: *Tillmann J. A. (szerk.): A későújkor józansága II. Göncöl Kiadó, Budapest, 2004.* idézi: Feenberg, Andrew: Demokratikus racionalizáció: technika, hatalom és szabadság. (1991) *http://www.sfu.ca/~andrewf/demrathungarian.htm (2018.07.05.)*

[45] A háló elvon, elhatárol és keresztülvág, ebben mutatkozik meg absztrakt jellege. A háló és a rács átenged és akadályoz, a gyakorlatban ennek megfelelően csapdaként is használatos. A szita esetében például a háló a tisztítás, a finomítás, a szűrés szerszáma, általánosan megfogalmazva a distinkció és a klasszifikáció eszköze.

A rács az elzárás és elkerítés eszköze is egyben, amely ugyanakkor átláthatóságánál vagy átlátszóságánál fogva felügyeleti tevékenység gyakorlására is alkalmassá teszi. *„A fegyelem analitikus teret szervez. És ezen a ponton is találkozik egy réges-régi építészeti és vallásos eljárással: a kolostorok cellájával. Még akkor is, ha a kijelölt rekeszek pusztán eszmeiek, a fegyelem tere mindig, lényegét tekintve, cellákra osztott."* Foucault, Michel: Felügyelet és büntetés. A börtön története. Gondolat, Budapest, 1990. ford. Fázsy Anikó et al. 195. o.

[46] Manovich, Lev: Az adatbázis mint szimbolikus forma. in: *Apertúra, V. évf. 1. szám, 2009.*

[47] Han, Jiawei et al.: Adatbányászat. Koncepciók és technikák. Panem Könyvkiadó, Budapest, 2004. ford. Buza Antal et al. 26. o.

A földrajzi teret hártyaszerűen befedő virtuális tér a tőke mindent bekebelezni kívánó expanziójának legújabb terepe, ez a terjeszkedés pedig immár képletesen szólva nem a lábunk alatt, hanem a fejünk fölött zajlik. A Google Streetview szolgáltatása esetében láthatjuk például, hogy a fizikai tér képmása válik egyfajta totális médiummá, egy egyetlen kézben összpontosuló, globális hirdetőfelületté, amiért viszonzásul, ellentételezésként a cég az ebben a virtuális térben történő, feltételekhez kötött tartózkodás és tájékozódás lehetőségét nyújtja. Fel kell hívnunk a figyelmet ugyanakkor, hogy a vállalat számára a közterületekhez való hozzáférés (Magyarországon biztosan) ingyenesen adott volt, mintha az legalábbis gazdátlan lenne.[48] Ezen fizikai tér háromdimenziós képét azonban már privát vízjelével látta el, és a tulajdonos jogán címkézi és értékesíti azt.

A digitális adatok amellett, hogy egyre nagyobb mennyiségben állnak rendelkezésre (akkumuláció), egyre kevesebb kézben összpontosulnak (monopolizáció), ezzel egyidőben pedig tőke módjára kezdenek viselkedni (kapitalizáció). A földrajzi tér gyarmatosítása után napjainkban a virtuális tér gyarmatosításának lehetünk szemtanúi.

1.4 A binaritás, mint a jelenlét és a hiány kombinatorikai struktúrája (intermezzo)[49]

A bináris struktúra a jelenlét és a hiány struktúrája. A semmi és a valami, a potencia és az aktualitás, a van és a nincs, az igenlés és a tagadás dualisztikus rendszere. A dualitás pólusai egymás ellentettjeként határozódnak meg, és így egymás felszámolására törnek, létükkel a másik nemlétét állítják.

Kettősségük tehát végső soron önfelszámolásra tör, de fogalmuk mégis a dualitás pólusai közti pulzációban ragadható meg igazán. Hiszen éppen a hiány rengeti meg – hozza rezgésbe a rendszert, ez bontja meg a szótlan és mozdulatlan *egységet*. A hiány rendíti meg és hívja életre a bináris struktúrát.

---

[48] Állásfoglalás a Google Street View szolgáltatás Magyarországon történő bevezetésével kapcsolatban, Nemzeti Adatvédelmi és Információszabadság Hatóság, *2012. https://www.naih.hu/files/Adatvedelem-NAIH-5711-162012B-Google-SV.pdf (2022.07.30.)*

[49] vö.: Derrida, Jacques: Az ökonómiai ész őrülete: jelenlét és ajándék nélküli adomány. in: uő: Az idő adománya. *Gond-Palatinus, Budapest, 2003. ford. Kicsák Lóránt,* 57. o.

Úgy is mondhatnánk, hogy a hiány közei teszik elbeszélhetővé azt, ami van, az (el)vétel teszi lehetővé az (oda)adást. Az adás megosztást és közlést jelent, az adás pedig közösséget feltételez és közelséget von maga után.

A köz, amiről szó van, maga a hiány. A hiány áthidalása pedig közlekedést és közeledést, mondhatni a térköz felszámolását igényli. A megértéssel vagy megérkezéssel (de mondhatnánk megérintést is) felszámoljuk az egymás közti közt, a hiányt.

A hiány teszi lehetővé az adást, amely felszámolja a hiányt. A hiány tehát végeredményben önmaga felszámolására tör. A közlés a jelenlét és a hiány között pulzál, az adó és a vevő közötti ökonómia, csere által halad előre. Egyszerre van és nincs, *ez* a dialógus paradoxona.

Az adó és a vevő ugyanazon viszony közös elemei, mint a közlés vanja és nincse. Dualitásuk meghaladása kölcsönös viszonyukként tételeződik, dualitásuk binaritásban kulminál. Ez a binaritás az elemek forgalmát is jelenti. Forgalmuk lesz az, mely paradox polaritásukat, a jelek egymást kizáró jellegét felszámolja.

Közlés és megosztás mind egyfajta tagoltságot sugallnak, azonban a közlés pontosan ezen tagoltság felszámolására tör, miközben egyszerre lehetőségének feltétele is. A jelölés a jelölt hiányát jelenti, miközben jelenlétét állítja. (A megosztás elemei oszthatatlanok, de megoszthatók, ez azonban inflációval, redundanciával jár.)

A csatorna lesz a közlekedés feltétele, de korlátja és medre is egyben. A digitális jel üres (vagy éppen telített) hely, mely mindig valami önmagán kívülit jelölhet. A hiánnyal nem önmaga hiányát, hanem valami távollevő hiányát jelenti. Az igen-nem dualitása ebben az értelemben nem nélkülözi az etikai mozzanatot, a *helyes* és a *helytelen*, a jó és a rossz dichotómiáját sem.

2. Pixelek

2.1 Általános megjegyzések a pixelizációról

A *pixel* kifejezés mesterséges szóképzés eredménye, az angol *picture element* (képelem) szó összevont alakja. A pixel egy digitális raszterkép alapvető egységét, a képpontot jelöli. A pixelizáció ennek megfelelően egy kép digitális képpontokra bontásának folyamatát jelöli.[50]

Habár képpontnak nevezzük, a pixel nem matematikai értelemben vett pont: minden esetben kiterjedéssel és többnyire színértékkel is rendelkezik. Továbbá általában négyszögletes formájú, hiszen négyzetrácsba illeszkedik, így geometriai értelemben inkább tekinthető síkidomnak, mint pontnak.[51]

A digitális technikai kép esztétikai jellemzőit szemügyre véve a következőket emelhetjük ki. A pixelizációval a kép diszkrét, elkülönült, nem-folytonos elemekre bomlik. Ez a felbomlás a kép kompozíciós elemeinek egységesedéséhez és egységesüléséhez vezet: a kompozíció a képet felépítő elemek közötti mellérendeltségi viszony formáját ölti. Egyszerűen úgy is mondhatjuk, hogy a kép monokróm elemekből álló, síkszerű struktúrává, színek sorozatává alakul.

A digitális képet kitevő elemek további jellemzője, hogy önállóan nem utalnak arra a képre, melynek elemei. Semleges elemek, melyeknek tartalmi meghatározottságuk nincsen, kizárólag az elemek egy meghatározott halmaza, konfigurációja adhat ki jelentést.[52]

Fentiekben a digitális képről mint vizuális jelenségről beszéltünk, ám ha általánosságban, digitális objektumként vizsgáljuk meg tárgyunkat, újabb megközelítésmódok lehetségesek. A kérdést így is feltehetjük: hogyan ragadható meg a digitális kép fogalma? Vajon a kijelzőn

---

[50] Harwood, Graham: Pixel. in: Fuller, Matthew (szerk.): Software Studies – A Lexicon. *MIT Press, Cambridge, MA, 2008.* 213. o.

[51] Szegő, György: Hosszú paradigmaváltás | A képtől – a fotón át – az új képig. in: Götz Eszter et al: Képek és pixelek, *Műcsarnok, Budapest, 2016.*

[52] *„Az elemenkénti munkában annak a ténye vonz, hogy az egység semmit sem állít arról, amit leír. Kissé olyan ez, mint amikor az építész a téglát teszi meg alapelemnek. A téglában semmi sincs, ami előrevetítené, hogy milyen épület fog épülni belőle. Ha egy bizonyos módon egymásra halmozod a téglákat, katedrálisokat építhetsz. Ha viszont egy másik módon halmozod őket, építhetsz benzinkutakat is." (ford. MM)* Tully, Judd: Oral history interview with Chuck Close, 1987 May 14-September 30, *Smithsonian Archives of American Art.*
https://www.aaa.si.edu/collections/interviews/oral-history-interview-chuck-close-13141 (2022.08.01.)

megjelenő látvánnyal lenne azonosítható? Esetleg a képadatokat tartalmazó fájl a vizsgált objektum? Az algoritmikusan generált képobjektum határai a forráskódnál vagy a gépi kódnál húzhatók meg? És mi az elvi különbség a statikus adatok alapján előhívott kép, illetve a „valós időben" generált vizuális objektumok között? Kérdéseink a digitális kép eredetének problémáját vetik fel.[53]

Szót kell még ejtenünk a pixelizáció politikai aspektusairól is. A pixelizáció, ahogy azt korábban a digitalizáció kapcsán említettük, absztrakciós folyamat, ez a tulajdonság pedig alkalmassá teszi arra, hogy negatív értelemben a cenzúra eszköze, pozitív értelmezésben a személyiségi jogok, de akár a mindenkori közerkölcs védelmének is eszköze legyen.[54]

2.2 A pixel és a rácsozat viszonya

Korábban azt mondtuk, hogy kompozíciós szempontból a digitális kép elemei között a viszony mellérendeltségi jellegű, azaz a viszony a képelemek között nem hierarchikus, egyszerűen úgy is fogalmazhatunk, hogy nincsen fontos és kevésbé fontos képelem, hiszen a teljes képet csakis a képelemek konfigurációja, együttállása adhatja ki.

Ez a megjegyzés igaz lehet, ha a digitális kép egyes elemeinek egymás közti viszonyát vizsgáljuk, de amint a struktúra egészét, pontosabban a képmodulok és a rácsozat viszonyát vesszük szemügyre, a helyzet éppen az ellenkezőjébe fordul át. A rácsozat maga egy olyan meghatározottságot jelent, amiből a képelemek nem vonhatók ki.

A modulok rendeltetésük szerint a rács elemei, helyzetüket a rács teljes mértékben meghatározza. A modulok ebben az értelemben a rács viszonylatában jelennek meg, másrészt viszont elmondhatjuk, hogy a képmodulok összessége adja ki a rácsot is, a modulösszesség a

---

[53] Ernst, Wolfgang: Médiumok, amelyek kijátsszák az archívumot. in: *Palkó, Gábor (szerk.): Az archívumok elméletei. Helikon 2014/3. ford. Szabó Csaba*

[54] Thomas Hirschhorn Interview: A World of Collage, Louisiana Channel, 2017. *https://www.youtube.com/watch?v=zGYWu8foyos (2022.08.01.)*

rács negatív mintájaként jelenik meg. Ez azt is jelenti, hogy a digitális kép rácsozata és moduljai kölcsönös feltételezési viszonyban állnak egymással.[55]

Ha tehát a képmodulokat az azokat egybefogó rácsozat viszonyában vizsgáljuk, azt kell mondanunk, hogy az elemek helyzetét nézve a hálószerkezet olyannyira meghatározó jellegű, hogy a hálóba foglaltság tekintetében a struktúra semmilyen eltérést nem enged.

A háló felől nézve rendszerünket tehát azt látjuk, hogy a struktúra teljességgel meghatározott, determinált. Ebből arra következtethetünk, hogy leképezési rendszerünkben maradva elképzelhetetlen és kivitelezhetetlen is egy olyan modul meghatározása, mely a rácson kívül, pontosabban a rács közein kívül kapna helyet.

Ez a művelet csak úgy volna lehetséges, ha leképezési rendszerünk felbontását (tulajdonképpen a háló sűrűségét) növeljük, de így is csupán előző hálónkhoz képest érhetjük el a modul által felvehető lehetséges helyzetek számának növekedését. Modulunk helye továbbra is egy hálóban meghatározott lesz.

Ahhoz, hogy a képelem ne a hálóban (benne), hanem a hálón (rajta) legyen, dimenzióváltásra, mondhatni a leképezési paradigma megváltoztatására van szükség. Az az elem, ami nem a hálóban, hanem a hálón van, már kilép a leképezés eredetileg adott, kétdimenziós teréből – ugyanis egy újabb tényezőt, a rétegzettség lehetőségét adja hozzá a leképezés szabályaihoz.

Ugyanakkor még a háromdimenziós leképezés bevezetésével sem hagyjuk el a rácsozatot: amit elgondoltunk pusztán annyit jelent, hogy az egysíkú háló fölé egy újabb hálót feszítettünk. Nem tettünk mást tehát, minthogy ahelyett, hogy megszüntettük volna, egy újabb kiterjedés lehetőségével bővítettük hálózatunkat.

Eddig a háló határairól, korlátairól beszéltünk, de nézzük most a háló határtalanságát. Amellett, hogy megvonja a leképezés határait, a háló határt szab a digitális kép elemeinek, ugyanakkor utat nyit a végnélküliséghez is.

Ahogy korábban már megjegyeztük, a háló, moduláris szerkezetéből következően végtelenül bővíthető, a képmodulok elvben tetszőleges kiterjedésű felületet befedhetnek. A moduláris kép potenciálisan a kép adott határain túl is folytatható.

---

[55] A pixellált kép elemei nyilvánvalóan hasonlóak ahhoz a rácshoz, vagy illeszkednek abba a leképezési rendszerbe, melyben benne foglaltatnak. Másfelől a pixelek egymáshoz is hasonlóak, éppen amiatt, hogy egy minden elemre kiterjedő leképezési rendszer tagjai. Mindannyian négyszögletű, egyenméretű, egyetlen színértékkel rendelkező modulok. A modulok monokrómiája mellett tehát ebben az értelemben a modulok monotóniájáról beszélhetünk. (MM)

A végtelen hálóban lokalizálhatatlan az egyes modulok helye, hiszen a végtelen struktúrának alapvetően nincsen kitüntetett középpontja, illetve ez a középpont bárhol meghatározható. A meghatározás lehetőségét a gyakorlatban értelemszerűen a kép tényleges határai, szélei vagy oldalai adják.

2.3 A digitális kép gazdasági, társadalmi olvasata

Amennyiben a kétdimenziós, moduláris képet valóságra utaló jellege mentén olvassuk tovább, elkerülhetetlennek tetszik, hogy leképezési rendszerünk bizonyos társadalmi, gazdasági, politikai összefüggéseiről is szót ejtsünk.

Ha végigtekintünk a digitális kép alapvető, jellegadó tulajdonságain, azt láthatjuk, hogy egyértelmű párhuzamok vonhatók a digitális kép egyes jellemzői, és a nagyipari termelés akár benyomásszerűen is rögzíthető, általános sémájának vagy vázának bizonyos jellemzői között.

A modularitás (ami lényegében olyan alkotóelemek alkalmazását jelenti, melyek kontextusfüggetlenek, illetve számos konfigurációba rendezhetők) például nem csupán a digitális kép egyik jellemzője,[56] de a jelenkori, globalizált gyáripar termékeinek, ezek alkatrészeinek, továbbá tervezési- és előállítási folyamatainak is fontos tulajdonsága, amelyet többek között a szóbanforgó termékek szabványos, hatékony és helyszínfüggetlen előállításának igénye tett szükségessé.[57]

Már a digitális kép korlátlan sokszorosíthatóságának lehetősége is egy ökonómiai gondolkodásmódot sugall, a lehetőség szerint végtelenített (re)produkciós ciklus tömegtermelésben látott sémájának felel meg. A szerialitás, sorozatjelleg vagy az egységesség és egység-szerűség továbbá nem kizárólag a pixellált kép elemeinek sajátossága, de a kortárs gazdaság termékeinek, tömegcikkeinek alapvető jellemzője is.

---

[56] Manovich, Lev: The Language of New Media. *MIT Press, Cambridge, MA, 2001.* 30. o.

[57] Cauchick Miguel, Paulo Augusto: Modularity in product development: a literature review towards a research agenda. *Product: Management & Development, 2005/2.*

Azt láthatjuk tehát, hogy a digitális kép, és egyáltalán a digitális adatok tulajdonságai nem csupán egyetlen, elszigetelt területet rajzolnak körbe, de a teljes gazdasági (és társadalmi) valóságot átható rendszer tulajdonságai is egyben.

A pixellált kép esztétikai olvasata további társadalmi párhuzamokat is felkínál. Vajon a technikai kép elemeinek diszkrét, töredezett, osztott jellege elidegenedésként vagy individualizációként, egyéniesedésként olvasható inkább?

A rácsozat vajon akadály, börtön, vagy az elemek közötti összeköttetést biztosító kapcsolati hálózat inkább? A moduláris egységesedésben és egységesülésben eltömegesedést vagy egyenlősödést látunk? A hálózatban az összesség értelemadó erejét látjuk, vagy strukturális önkényt tapasztalunk? Az egyes olvasatok érvényessége, úgy tűnik, végső soron politikai kérdés.

2.4 A négyszög, mint a mediális reprezentáció alapvető formája

Gyakran felidézett gondolat, különösen a festészettel kapcsolatban, hogy a műalkotás tulajdonképpen ablak a valóságra[58], de különösen a marxista esztétikában arról is gyakorta olvashatunk, hogy a művészet feladata a valóság visszatükrözése volna.[59] Minket itt most elsősorban az ablak és a tükör visszatérő toposza foglalkoztat mégpedig formai, ha úgy tetszik morfológiai értelemben.

Közelebbről szemlélve az ablak és a tükör alapvetően négyszögletű formája és a festmény ugyanilyen alakja között valóban egyértelmű párhuzam vonható. Ha pedig Manovich nyomán[60] továbbfejtjük ezt a gondolatot, akkor azt láthatjuk, hogy nem csupán a festészet médiumában lelhető fel a négyszög geometriai alapformája, de számos további példát is említhetünk a mediális reprezentáció történetében. A könyvtől kezdve a fotó médiumán át a

[58] *„Mindenekelõtt oda, ahova festenem kell, rajzolok egy tetszés szerinti nagyságú, derékszögû négyszöget, amelyet úgy tekintek, mint egy nyitott ablakot, amelyen keresztül szemlélem, amit oda fogok festeni."* Alberti, Leon Battista: A festészetről (1436). *Balassi Kiadó, Budapest, 1997. ford. Hajnóczi Gábor http://www.c3.hu/perspektiva/alberti/1620.html (2022.08.01.)*

[59] Lukács, György: A művészet és az objektív igazság. in: uő: Művészet és társadalom. *Gondolat, Budapest, 1969.*

[60] Manovich, Lev: i.m. 95. o.

movászon és a televízió vagy a számítógép és az okostelefon formai jellegzetességei mind ugyanezen mintát követik.

Mondhatnánk persze, hogy a hétköznapi gyakorlati szükségszerűség az oka ennek a formai megfelelésnek, ugyanakkor alaposabban megfontolva a dolgot, újabb jelentésrétegeket tárhatunk fel tárgyunkra vonatkozóan. Kezdjük máris azzal a megállapítással, hogy – a számítógép példájánál maradva – nem csupán az eszköz maga, és nem csak kijelzőjének alakja négyszögletű, de általában a számítógép felhasználói felületének elemei is négyzetrácsba rendeződnek, sőt a kijelzés alapvető egységei, a pixelek is ebbe a négyszögletű sémába illeszkednek. Továbbmenve, ráadásul nem csupán a számítógép kijelzője hálószerű, de az egyes gépek közti kapcsolat is ilyen.

Meg kell jegyeznünk azonban, hogy a négyszögforma nem az egyetlen és kizárólagos morfológiai jellegzetesség, amely a mediális reprezentáció tárgyaira vonatkozhat. Az alapvető geometriai formáknál maradva ugyanis találhatunk például hengerszerű vagy körkörös, korongformájú adathordozókat is. Gondoljunk például az irattekercsekre, a gramofonhengerre, a vinillemezre, a magnószalag spirális vagy a cédé kerek formájára.

De térjünk vissza a négyszöghöz, és ennek egyik sokszorozott, hálószerű megjelenési formájához, a négyzetrácshoz! Az előzőekben leírtakhoz ugyanis még hozzá kell tennünk, hogy az említett „táblaforma" nem csupán a felsorolt adathordozók külsődleges jegye, hanem a bennük foglalt tartalom rendezőelveire is kiterjed.

Vegyük például a betűírás diszkrét egységekből álló, lineáris sorozatát, vagy a zenei notációban használatos pontszerű kottafejek elrendezését a hangmagasságot, hangközöket jelölő vonalrácsban. Megfigyelhetjük ugyanakkor, hogy nem csak a filmvászon ad ki tömbformát, de a filmszalag is ehhez hasonló, különálló képkockák szériája.

Ezek a megfigyelések is azt támasztják alá, hogy a szóbanforgó tömbjelleg több absztrakciós fokon is jelen van, és a vizsgált tárgyak számos metszetében kimutatható. Ugyanúgy, mint a digitális kép strukturális jellegzetességeinek esetében, fenti példáink is osztoznak abban, amit jelszerűségnek vagy nyelvszerűségnek nevezhetnénk. A digitális kép példájánál maradva itt is azt látjuk, hogy ahogy az egyéb nyelvi jelenségek körében, úgy ebben az esetben is arról van szó, hogy egy kötött struktúrában tartalmi variabilitás áll elő.

Nevezhetjük ezt a digitális kép szintaktikájának is, amennyiben az ilyen kép modulusait, a pixeleket és ezek lehetséges (például színskála szerinti) változatait egyfajta korlátozott elemszámú jelkészletként értelmezzük, amelyekkel ugyanakkor jelenségek meghatározatlan halmaza válik leképezhetővé. Utóbbi jellemző adja a digitális kép univerzalitását, ami ezzel együtt egy kötött struktúrában, kötött elemek együttállásából jön létre.

Úgy is fogalmazhatnánk, hogy a pixellált kép esetében is az általánosban (vagy inkább általa) megjelenő egyediség példáját látjuk, amely ugyan nem tesz lehetővé végtelen változatosságot, de mégis átfoghatatlan változékonyságot jelent.

3. A rács

3.1 A négyzetrács monotóniája

A monotónia kifejezés a szó szoros értelmében egyhangúságot jelent, amit ebben a formában ehelyütt nem pusztán a hallás érzékletével kapcsolatban használunk. Alábbiakban a négyzetrács absztrakt formáját és más, ezzel a formával összefüggésbe állítható konkrét jelenségeket vizsgálunk meg azok monoton jellege szempontjából.

Közhelyszerű, de fontos megállapítás, hogy a modern élet monoton. Monoton a munkanapok egymás után következő sora, monoton az ipari gépsorok zakatolása, ahol a dolgozók monoton (és specializált) munkafolyamatokat hajtanak végre. Monoton a városi forgalom áramlása, és monoton az úton tovasuhanó sávelválasztó vonalak szaggatott sorozata is.[61]

A monotónia itt lényegében viszonylag huzamosabb jellegű, csekély változékonyságot mutató ismétlődést jelent. Ebben az értelemben pedig a digitális adatok kétállapotúsága, binaritása és az ennek keretéül szolgáló absztrakt négyzetrács-szerkezet celláinak vagy egyeneseinek változást és kivételt nem tűrő redundáns mintázata is a monoton jelenségek körébe vonható.

Gazdaság és monotónia viszonyáról szólva a négyzetrácsforma gazdaságosságáról is szót kell ejtenünk. Gondoljunk például a globális áruforgalom logisztikai eszközrendszerére! Mind az áruegységek dobozformája, mind termékszállítás folyamán felhasznált konténerek alakja is a hiánytalan, rácsozatos illeszkedés és a maximális helykihasználás, ezzel pedig az elviekben korlátlan felhalmozhatóság lehetőségét hordozza. A rácsjelleg ennyiben olyan általános rendezőelv, mely hasznosnak és célszerűnek mondható, összességében tehát gazdaságos mintázatnak bizonyul.

Mindezek révén azt mondhatjuk, hogy a kapitalizmus monoton árutömegei által kirajzolt rácsformák szoros viszonyban vannak az általános értelemben vett cserével, ami nem pusztán árucserét, de az áruk felcserélhetőségét is jelenti.

[61] Nomen est omen, a fogalom hangalakja maga is monotonnak mondható. (MM)

A társadalmi és gazdasági élet számos területén felmutatható monotónia végül összességében egyfajta monokultúrában[62] csúcsosodik ki, mely nem pusztán a mezőgazdasági termelésre vagy a biodiverzitás folytonos csökkenésére érthető, és nem csupán a globalizáció egységesítő tendenciáit értjük alatta, de az említett monokulturális jelleg mediális értelemben is megjelenik. Az úgynevezett mediális konvergencia[63] mint a digitálissá váló médiumok (TV, telefon, számítógép, és így tovább) egységesülésének folyamata is hordozhat efféle jelentést.[64]

A digitalizáció folyamatával együtt járó, növekvő információbőség ugyanakkor nem csupán a bináris adatok struktúrájával összefüggésben jelenti a valóság tárgyainak növekvő redundanciáját vagy monotóniáját. A digitalizáció ugyanis párhuzamosságokat teremt, megkettőzött létmódot kölcsönöz a digitalizált tárgynak, amely ezzel az eljárással ráadásul sokszorozhatóvá is válik.

A másolás már szógyökében, etimológiai értelemben is utal a mássá-tétel mozzanatára, ami egyfajta elidegenítésként is értelmezhető. Ugyanakkor bizonyos értelemben a tárgyak egyediségüktől való megfosztásaként is szemlélhetjük a másolatkészítés, a megsokszorozás folyamatát. A digitális másolatkészítés tehát amellett hogy adott esetben egységekre (például pixelekre) bontja tárgyát, továbbá még egységgé is teszi azt, amennyiben például azonos másolatpéldányok sorozatának egyik tagjává avatja.

Életvilágunk monotóniájának fokozódásához továbbá olyan tendenciák is hozzájárulnak, mint a digitális ipart különös mértékben érintő, a különböző eszközök és eljárások szabványosodásának folyamata is. A monoton modulokat vagy cellákat ismétlő rácsszerkezet aztán nem csak a már említett kereskedelmi logisztika területén van jelen, de építészeti (gyárcsarnokok és felhőkarcolók), urbanisztikai (a metropoliszok rácsszerkezete[65]), és katonai

---

[62] vö.: Mumford, Lewis: A politechnikai hagyomány. in: uő.: A gép mítosza. *Európa Könyvkiadó, Budapest, 2000. ford. Csillag Veronika et al.,*

[63] Szijártó, Zsolt: A kommunikációs-mediális tér átalakulása: a képek jelentőségéről. in: Götz Eszter et al: Képek és pixelek. *Műcsarnok, Budapest, 2016.*

[64] A digitális technológia „fekete dobozainak" (ún. black box) térnyerésével párhuzamosan ugyanakkor egy másfajta kubus is megjelent a kultúra területén, ez pedig a white cube galériák intézménytípusa. (MM)

[65] Meggyesi, Tamás: A 20. század urbanisztikájának útvesztői. *TERC, Budapest, 2005.* 37. o.

értelemben is (Paul Virilio a perspektívarácsot mint szemléleti struktúrát a látás militatrizálásaként értelmezi,[66] példaként pedig a katonai menetoszlopok képét hozza).

Guattari és Deleuze a rácsszisztémát ugyancsak a „háborús gépezet" egyik fontos formai jellegzetességeként említi, ugyanakkor a letelepedett népek térhasználatának fontos jellemzőjét látják a statikus rácsban, ezt pedig a szerintük a nomád népekre jellemző diffúz és efemer térhasználattal állítják szembe.[67] Siegfried Kracauer Das Ornament der Masse című művében (1927) korának varietéműsorait és stadionokban zajló tömegeseményeit elemezve jut arra a megállapításra, hogy ezek mintegy kiszakítják organikus egységükből a résztvevők tagjait, és egy személytelen, jelentésnélküli és absztrakt massza részévé teszik azokat.[68]

A felálló formációk Kracauer szerint racionális jellegűek, ugyanakkor olyan fizikai és geometriai jelenségekkel rokoníthatók, mint a vonalak és görbék vagy hullámok és spirálok formája. Ezek az emberekből álló mintázatok öncélúak és a racionális termelés munkaszervezetét visszhangozzák – tehetjük hozzá a szerző nyomán.

3.2 A háló mint reprezentációs rendszer

Korábban azt mondtuk, hogy az elvont, absztrakt térháló a valóság bizonyos elemeit leíró, meghatározó és leképező funkcióval is bírhat. A háló ebben az értelemben a valóságot megragadó referenciális keretként működik.

Hogy a háló mindennapjainkat átszövő, a teret és az időt globálisan azonos egységekre osztó jellegét és ennek jelentőségét aláhúzzuk, elsőként a világméretű, műholdas helyzetmeghatározó rendszerek működését említjük.

A globális helyzetmeghatározás nagyhatalmi aspirációkban betöltött fontos szerepét mutatja, hogy mind az Egyesült Államok egyébként legelterjedtebb GPS rendszere, mind az európai Galileo és az orosz GLONASS illetve a kínai BeiDou rendszerek is párhuzamosan működő,

---

[66] Virilio, Paul: War and Cinema: The Logistics of Perception. *Verso Books, London, 1989.* idézi: Higgins, Hannah B.: The Grid Book. *MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2009.*

[67] Guattari, Felix et al.: Nomád háborúgép. *ford. Romhányi-Török Gábor, Kommentár, 2019/3.*

[68] Kracauer, Siegfried: Das Ornament der Masse. *Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1977.*

digitális térhálókkal vonják be a glóbuszt. A helyzetmeghatározási feladatok mellett a műholdak időmeghatározási célokat is szolgálnak, és a velük kapcsolatban levő eszközök rendszeridejének szinkronizációját is segítik.[69]

Természetesen ezeknek a XX-XXI. századi törekvéseknek is megvannak a maguk előzményei. A földrajzi szélességi- és hosszúsági fokok rendszerét 1884-ben, a gyarmatbirodalmak virágzásának idején rögzítették a Nemzetközi Meridián Konferencián Washingtonban, ahol az idő és a tér nullfokát a London mellett található Greenwich településen áthaladó egyenesként határozták meg a felek.[70]

A térképzés egyéb formáiban is fellelhetjük a rácsmintát, mint alapvető térszervező elvet. Már az ógörög gyarmatvárosok hagyományosan többek között milétoszi Hippodamoszhoz köthető alaprajzain is a rácsszerkezet dominál, ahogy a római légiók szálláshelyéül szolgáló *castrumok* is ezt a praktikus elrendezést követték.[71] Napjainkban pedig gazdasági központok alaprajzain, például New York City térképén látjuk viszont a rácsozatot.[72]

Ami az ókortól napjainkig terjedő példáinkban közös, az az expanzió mozzanata. Ahogy már korábban említettük, a térháló univerzális konstrukció, hiszen a tér teljességgel, hiánytalanul bevonható vele. Másrészről a térháló modularitásánál fogva elviekben vég nélkül bővíthető, így bárminemű – akár katonai, akár urbanisztikai értelemben vett – terjeszkedés gyors, hatékony és racionális szerkesztőelve, kézenfekvő sorvezetője lehet.

A rács ezekben a példákban is egyfajta keretrendszerként van jelen. A rács bizonyos jelenségek leírásának, megragadásának és meghatározásának eszköze. Azt is mondhatnánk, hogy a rács *azonosítja* a teret, hiszen amellett, hogy bizonyos értelemben egységesíti és azonossá teszi azt, egyúttal számtani értelemben vett értéket is kölcsönöz neki, pozíciókat és viszonyokat állít fel és jelöl ki a térben. A rács nem hely (pontosabban *nem-hely*[73]), hanem a

---

[69] United Nations Office for Outer Space Affairs: The current and planned global and regional navigation satellite systems and satellite-based augmentation systems (2016) *https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210578592c007 (2022.08.01.)*

[70] A földrajzi vonalakról lásd részletesebben: Dünne, Jörg: Geographie und Kartographie in: Mainberger, Sabine (szerk.): Linienwissen und Liniendenken. *De Gruyter, Berlin, 2017.* 202-276. o.

[71] Meggyesi, Tamás: i.m. 36. o.

[72] Higgins, Hannah B.: The Grid Book. *MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2009.* 69. o.

[73] Augé, Marc: Nem-helyek – Bevezetés a szürmodernitás antropológiájába. *Műcsarnok, Budapest, 2012. ford. Fáber Ágoston (passim)*

hely meghatározásnak a kerete: egyfajta köztes tér, más szóval határterület. Vizsgáljuk most meg a határ kérdését kissé alaposabban!

3.3 A határvonás mozzanatáról

A határ axiomatikus fogalom: legegyszerűbb formája talán a homokba, porba bottal vagy ujjal rajzolt vonal. Az ilyen vonal megvonásával egy kezdőpontot és egy végpontot jelölünk ki a térben, behatároljuk és meghatározzuk az egyenes terét. Másrészről pedig a vonal ketté is osztja a teret: a vonalhúzással egy vonalon inneni és egy vonalon túli térrészt hozunk létre, határozunk meg.

A határt így egyfajta (fel)osztásnak is tekinthetjük: különbséget tételezünk az eddig elviekben differenciálatlan térben. Ez a differenciálás pedig jelentős, minőségi különbséget hoz létre. A határ az itt és ott, az innen és a túl dichotómiáját hozza játékba. A határ egy másikat tételez – relatív viszonyokat állít fel, a szomszédosság tényét teremti meg.

A határ megvonása korlátozást implikál: a határ valaminek a végét jelöli, miközben egy másik valaminek a kezdetét jelenti. Aki határt von, referenciális pontokat, egy egész viszonyrendszert határoz meg. A határszabás ennélfogva hatalmi gesztus.

A határok megvonásával egyes dolgokat, jelenségeket és tárgyakat elkülönítünk másoktól, miközben viszonyokat is állítunk fel közöttük. Úgy is mondhatnánk: elhatárolunk, azaz disztingválunk. Az elhatárolás ebben az értelemben nem csupán a tárgyi valóságban lezajló folyamat, de szellemi, intellektuális műveletként is felfogható. Az elhatárolás szoros viszonyban van a meghatározás mozzanatával, más szóval distinkció és definíció összefüggenek.

A meghatározás műveletével bizonyos tárgyakat vagy fogalmakat elhatárolunk másoktól, úgyszólván elkerítjük más jelenségektől, körülhatároljuk azt. A meghatározással megragadhatóvá teszünk, tárgyiasítunk, azaz objektiválunk bizonyos jelenségeket, melyek beavatkozásunk előtt lírai megfogalmazásban *csupán formátlan tünemények masszájaként áramlottak szemünk előtt*.

Újból hangsúlyozzuk: a meghatározás nem ártalmatlan, semleges gesztus, hanem érték- és érdekvezérelt folyamat. Az objektiváció erejét éppen az adja, hogy semlegesként, szükségszerűként, racionálisként nyilvánul meg, és ebből következően általánosnak és változatlannak tűnik fel.

Az elhatárolás mozzanatában bizonyos ismérvek szerint rendszerezzük anyagunkat, meghatározott feltételek rendszerét felállítva minősítjük, írjuk le tárgyainkat. Az elhatárolás kapcsán így végül a szabályadáshoz jutunk. A szabályadás, törvénykezés politikai értelemben mindenkor a szuverén, az uralkodó, az uralmat gyakorló privilégiuma, ahogy mondtuk: a határszabás hatalmi gesztus. A szuverén pedig nem csupán határokat szab és szabályokat állít fel, de a szabályok alapján dönt és határoz is, gyakorolja hatalmát.

A határ kérdését a territorialitással, birtoklással kapcsolatos allúziók, utalások szövik át. Ahogy mondtuk, az elhatárolás határosságot és határoltságot eredményez, szomszédosságot keletkeztet. A határvonal két térfélre osztja a teret, ez pedig pozitív értelemben egymásmellettiséget, negatív értelemben szembenállást, kontrasztot, ellentétet, konfliktust jelent – a megosztottság, a szétszakítottság fogalmait hordozza. Ugyanez derűsen végül a vetélkedés és a játékosság képzeteit hívja elő.

3.4 A négyzetrács racionalitása és misztériuma

Első megközelítésben a cellákra tagolódó rácsban mintha volna valami, ami ezt a formát a racionális szemléletmódhoz kapcsolja. A diszkrét elemekből álló rács ebből a szempontból a modern tudományosság molekuláris, sejtszerű és atomisztikus paradigmáihoz kötődik, és a teljességgel számosítható térbeli viszonyok kereteként is szolgál.

Ugyanakkor nem csupán a tér, de az idő szemlélete is a rácsszerű formákhoz tapad, elegendő például naptáraink szokványos vizuális felosztására gondolnunk. Ráadásul az ésszerű, pénzügyi és igazgatási nyilvántartások esetében is meghatározó a táblázatos forma.

Talán nem túlzás azt állítanunk (ahogy azt már a korábbiakban is tettük), hogy a rácsszisztéma tágabban vett, szellemi és tárgyi kultúránk egyik szemléleti alapja, ennek alátámasztására pedig a művészetek területéről a centrális perspektíva hálószerű sémájának kiemelkedő jelentőségére utalhatunk a nyugati művészet történetében.[74]

Emellett a négyzetrács a technikai képalkotás és sokszorosítás alapvető keretrendszere is egyben, a manuális másolatkészítés esetében felhasznált segédvonalak rendszerétől kezdve a szitatechnikán át egészen napjaink digitális képalkotó technológiájáig bezárólag. Nem véletlen így az sem, hogy általános értelemben a korábban a mediális reprezentáció alapformájaként említett négyszögletes forma a rögzítés fogalmával is rokonítható.

Nem függetlenül attól, hogy a rácsot rideg, absztrakt és személytelen konstrukciónak tételezik, a négyzetrács formájához gyakran kötődik az anorganikusság és sterilitás képzete.[75] A szemlélt jelenséget diszkrét, elkülönült elemeire felbontó rácsalapú eljárásokat ilyenformán a kísérleti preparációval állíthatjuk párhuzamba. Így olvasva, a rács fogalma higiéniai, etikai vonatkozásokkal terhelt, hiszen az organikus rendszerekkel szemben tiszta, a szennyeződés veszélyétől mentes, romolhatatlan és ezért aztán múlhatatlan struktúraként mutatkozik meg számunkra.

[74] Siegert, Bernhard: Cultural Techniques: Grids, Filters, Doors, and Other Articulations of the Real. *Fordham University Press, New York, 2015. ford. Geoffrey Winthrop-Young,* 98. o.

[75] *„A kilapított, geometrizált, rendezett [rács] természetellenes, utánzásellenes, valóságellenes." (ford. MM)* Krauss, Rosalind: i.m.

A rácsszisztéma mint logikai absztrakció sterilitását annak tisztán szellemi jellege is erősíti. A digitális adatok romolhatatlanságágának és testetlenségének, valamint ezek tértől és időtől való viszonylagos függetlenségének percepciója a digitalitásnak szinte spirituális, „metafizikai" jelleget kölcsönöz. Ne feledjük, a felhőnek nem csak meteorológiai vagy technológiai, de szakrális értelme is van.

A totálissá fokozott digitalizáció ennélfogva (mint ami a mindenség és benne az ember hiánytalan leírásának illúziójával kecsegtet) az emberi önmegváltás eszközévé növekszik, melynek rémképét a populáris kultúrában például a Mátrix című film (1999) tematizálta hatásosan. A virtuálisnak nevezett tér képzete[76] már megnevezésénél fogva is hordoz bizonyos etikai mozzanatot, hiszen eredete szerint a szó az erény fogalmával *(virtue)* rokon.

Bár az előzőekben arról írtunk, hogy a rács anorganikus és személytelen képződmény, amely szervetlenségénél fogva is a rideg logika világához kötődik, egy másik megközelítésben pedig éppen ellenkezőleg, arra is juthatunk, hogy a rács antropomorf és emberléptékű képződmény.

Az emberi alak már primitív, sematikus formájában is felmutat bizonyos rácsjelleget (lásd pálcikafigurák), ugyanakkor kultúránk alapjainál, alapvető szimbólumaiban találkozhatunk a rácsszerű térfelosztással – akár a dávidcsillagra, akár a kereszténység keresztjére gondolunk. A kereszt pedig, már pusztán funkcionális értelemben is az emberi test fiziognómiáját követi, annak teljességgel redukált alakja.

Leonardo da Vinci-nek a vitruviusi arányelméletet vizsgáló nevezetes tanulmányrajza, a *homo quadratus* ugyanígy, az emberi test és a geometriai alapformák – a kör és a négyzet – strukturális egyezőségeit hangsúlyozza.[77] Nem szükséges ugyanakkor a római vagy ógörög kánonig visszalapoznuk ahhoz, hogy a négyzet(rács) és az emberi test harmonikus viszonyára bukkanjunk. Le Corbusier például éppen Vitruviusra alapozza saját arányelméletét, melynek eredménye az emberi test általános térbeli léptékét megállapító moduláris alapegység, az úgynevezett modulor lesz, melyet aztán a mester építészeti munkásságában is alkalmaz.[78]

---

[76] vö.: Seregi, Tamás: Virtuality versus Simulacrum, *é. n.* *https://www.academia.edu/39359003/Virtuality_versus_Simulacrum (2019. november 25.)*

[77] A téma konceptuális jellegű feldolgozását láthatjuk Masaki Nakayama Body scale, square című 1979-es munkájában. *https://www.artsy.net/artwork/masaki-nakayama-body-scale-square (2022.08.04.)*

[78] Corbusier, Le: Modulor I-II. *Harvard University Press, Cambridge, MA, 1980.*

Visszatérve tehát pontunk kiinduló gondolatához, azt kell látnunk, hogy még az alapvető geometriai formák sem illeszkednek feltétlenül egy kizárólagosan racionális gondolati rendbe, illetve ezek nem pusztán racionális mérlegelés eredményeképpen jöhetnek létre. A kör négyszögesítésének alkímiai eljárása például tudomány racionalizációját megelőző korszak szellemi teljesítménye. Végül a háromszögbe foglalt istenszem-ábrázolások vagy a szentképeken látható korongszerű, de olykor négyszögletes glóriaábrázolások sem nevezhetők a racionalitás kifejeződéseinek, hanem inkább egy emberfeletti, szakrális, és a racionalitást meghaladó rend geometrikus leképeződéseinek tekinthetők.[79]

[79] A racionálisnak tekintett formák irracionális felhasználásához érdekes adalékokkal szolgál Eco, Umberto: A lista mámora. *Európa Könyvkiadó, Budapest, 2009. ford. Sajó Tamás*

4. Művészet és rácsozat

4.1 Rácsok, raszterek és mátrixok – szemelvények a nyugati művészet történetéből

Művészettörténeti vizsgálódásunkat Albrecht Dürer Szépművészeti Múzeumban őrzött 1514-es Melankólia című fametszetével kezdjük, melyen egy gondolataiba révedt angyalszerű alak különböző mérőeszközök (homokóra, mérleg) társaságában egy úgynevezett bűvös négyzet[80] alatt mereng, tán éppen azon, hogy ahogy írva van: Isten mindent szám és mérték szerint teremtett.[81]

Ezen a képen a jelenetben látható létra fokozatossága vagy rácsszerűsége és a bűvös négyzet rasztere inkább tematikai elemként van jelen, bár az ábrázolt eszközök (gyalu és fűrész, vésők és kalapács) a fametszet technológiai feltételeiről is beszélnek.

Ahhoz azonban, hogy a minket érdeklő rácsozatosság a vizsgált műalkotás strukturális, kompozíciós jellegzetességeként nyilvánuljon meg, egészen a 20. század kezdetéig megyünk előre. Az amerikai Claude Bragdon építész, grafikus és elméletíró már az 1900-as évek elején, mint a geometrikus absztrakció egyik előfutára a teozófia miszticizmusával átitatottan és a szecesszió dús ornamentikájától megérintve írásműveiben többek között a bűvös négyzetekre alapozott generatív mintaképzés lehetőségeiről értekezett.[82]

Körülbelül egy évtizeddel később a weimari Bauhausban a geometrikus formaadás ideája központi jelentőségre tett szert. A bauhauskönyvek sorozatának második köteteként megjelent Pedagógiai vázlatkönyvben (1925) Paul Klee a számozott cellákkal ellátott négyzetrácsot vizuális „struktúrák és ritmusok” megjelenítésére használja.[83] Ezen fejleményekkel párhuzamosan a moszkvai VHUTEMASZ-ban (a mozaikszó feloldása magyarul: Felsőfokú

[80] A bűvös négyzet – mely definíciója szerint bármely sorában és oszlopában azonos összegű értékeket tartalmaz – számjegyeit értéküknek megfelelő sorrendben összekötve mintha Dürer monogramjához hasonló vonalhálót kapnánk. (MM)

[81] Bölcs 11.20 vö.: Eco, Umberto: Az arány esztétikái. in: uő: Művészet és szépség a középkori esztétikában. *Európa Könyvkiadó, Budapest, 2007.* 62-78. o.

[82] Bragdon, Claude: Projective Ornament. *The Manas Press, Rochester, NY, 1915.* 47. o.

[83] Klee, Paul: Pedagógiai vázlatkönyv. *Corvina, Budapest, 1980. ford. Karátson Gábor* 12-13. o.

Művészeti-Technikai Műhelyek) többek között Malevics és Rodcsenko illetve Tatlin oktattak hasonló szellemben, a magyar származású oktatók közül pedig Uitz Béla nevét említhetjük.[84]

A két tanintézet között pedig, az esztétikai elvek rokonsága mellett pedig elsősorban Kandinszkij személye jelenti a kapcsot, aki a formálódó szovjethatalom „kulturális nagyköveteként” mindkét intézményben tanított.[85] A szerző témánkat érintő gondolatait a következőkben önálló pontban részletezzük.

Az egyenlősítés szolgálatába állított esztétika számára a rácsozatosság már csak azért is jelenthetett vonzó kompozíciós sémát, mert az a lehetőség szerint ideális disztribúció (eloszlás és elosztás) mintapéldáját adja. Kritikai olvasatban azonban a rácsrendszert a lokalitások egyedi jellemzőit figyelmen kívül hagyó és felülíró, minden részletre kiterjedő strukturális önkény kifejeződéseként is láthatjuk.

A tárgyalt korszak rácsjelleget hordozó munkáiról beszélve Piet Mondrian műveit és általában a De Stijl folyóirat köré csoportosuló mozgalmat sem hagyhatjuk említés nélkül.[86] A történeti avantgárdból vett példáink sorába végül jól illeszkedik Duchamp személye, aki művészeti tevékenységét egy ideig éppen a sakkjáték kedvéért függesztette fel.[87]

Az 1930-as években a diktatórikus tendenciák fokozódásával európában a forradalmi szemléletű geometrikus absztrakció teret vesztett, és a világháborúra való felkészülés jegyében a sematikus, klasszicizáló és monumentális realizmusoknak adta át a helyét mind a Harmadik Birodalomban, mind a sztálini Szovjetúnióban. A Bauhaus vezető alakjai közül számosan a tengerentúlra távoztak (így tett Mies van der Rohe és a magyarok közül Moholy-Nagy és Breuer Marcell is, de a fent említett Piet Mondrian is hasonlóképpen cselekedett).[88]

---

[84] A témáról lásd bővebben: Karginov, German (szerk.): VHUTEMASZ: Tanulmánygyűjtemény. *Magyar Iparművészeti Főiskola Vizuális Nevelési Központ, Budapest, 1989. ford Bakos Katalin et al.*

[85] Székely, András: Kandinszkij. *Gondolat, Budapest 1979.* 138. o.

[86] De Stijl. Edited by Theo van Doesburg. Leiden, 1917-1932. *International Dada Archive, University of Iowa Libraries.*
http://sdrc.lib.uiowa.edu/dada/De_Stijl/index.htm (2022.08.03.)

[87] Naumann, Francis M. et al.: Marcel Duchamp: The Art of Chess. *Readymade Press, New Haven, CT, 2009.*

[88] A téma iránt mélyebben érdeklődőknek ajánlott: Bung, Stephanie et al.: Migration und Avantgarde. *De Gruyter, Berlin, 2020.*

A modernista mozgalom tagjainak áttelepülése az Egyesült Államokba természetesen megtermékenyítőleg hatott a Tiffany lámpák fényében derengő Amerikára. A sztenderdizálhatóság magas fokát felmutató, nagyipari hasznosításra alkalmas „kockaesztétika" pedig szerencsés módon találkozott a világhatalmi babérokra törő kapitalista impérium fejlesztési terveivel.

A háború utáni Amerikában, a modernizmus tanulságait levonva, egy immár autochton jellegűnek mondható, és a forradalmiság ideológiájától megfosztott esztétikai megközelítésmód térnyerésének lehetünk tanúi. Mely ha lehet, a technológiai racionalitás paradigmáját méginkább csúcsrajáratva a klasszikus komponálás intuitív szépelgéseitől és esetlegességeitől mindinkább szabadulni kívánt.

A generatív és algoritmizált mintaképzés rácsokon és mátrixokon alapuló kompozíciós lehetőségeit olyan alkotók kutatták, mint a konceptualizmus irányzatához sorolt Sol Le Witt[89] vagy a minimalistának mondott Carl Andre[90]. A dolgozatunk középpontjába állított rácsjelleg emellett olyan, a korábbiakban említettektől látszólag távoleső szereplőket és irányzatokat is vizsgálatunk körébe vonhat, mint az úgynevezett fotórealizmus képviselői, ahol is a rácsozatosság ugyancsak a művek alapvető strukturális jellemzője és egyik technikai jellegű előfeltétele is egyben (Chuck Close[91]). Így tehát azt mondhatjuk, hogy a stiláris eltérések ellenére a felsorolt irányzatokat a szemléleti formák mélyen rejlő hasonlósága mégis egybekapcsolja.

A rácsjellegről szólva meg kell említenünk még két különleges technológiai fejleményt: a reklámgrafika területéről átemelt szitanyomás és a nyomdatechnikában alkalmazott úgynevezett féltónusos eljárásokat, melyeket legpregnánsabb módon a vizsgált korszakban az amerikai művészek közül Andy Warhol[92] és Roy Lichtenstein[93] aknáztak ki, a németeknél

[89] LeWitt, Sol: Paragraphs on Conceptual Art. *Artforum 1967/6.*

[90] Waldman, Diane: Carl Andre. *The Solomon R. Guggenheim Foundation, New York, 1970. https://ia601606.us.archive.org/28/items/carlandre00wald/carlandre00wald.pdf (2022.08.03.)*

[91] Storr, Robert: Chuck Close. *The Museum of Modern Art, New York, 1998. https://www.moma.org/documents/moma_catalogue_202_300149880.pdf (2022.08.29.)*

[92] Honnef, Klaus: Warhol. *Taschen/Vince Kiadó, Köln-Budapest, 2007. ford. Hernádi Miklós*

[93] Waldman, Diane: Roy Lichtenstein. *The Solomon R. Guggenheim Foundation, New York, 1993. https://ia802801.us.archive.org/15/items/roylich00wald/roylich00wald.pdf (2022.08.03.)*

továbbá Sigmar Polke[94], a francia művészek közül pedig Alain Jacquet[95] nevét említhetjük. Ahogy arra már a korábbiakban utaltunk, a rácsjelleg és az említett alkotókra is jellemző másolatkészítés és képsokszorozás gyakorlata között igen szoros viszony mutatkozik.

Tovább követve a konceptuális jellegű művészet világhódító útját, ez a puritán, mondhatni „faék egyszerűségű" rácsesztétika az európai kontinensre visszatérve mintha lágyabb, poétikusabb és kontemplatívabb színezetet kapott volna, ami hozzánk közel olyan, a rácsszisztémát előszeretettel alkalmazó alkotók munkásságában nyert kifejezést, mint Molnár Vera[96] és Rákóczy Gizella[97] vagy Türk Péter[98] és Erdély Miklós[99].

Végül a vizsgált korszakból, a grafika területéről még a svájci Karl Gerstnert kell megemlítetünk, aki 1964-es Programme entwerfen című alapművében fektette le a raszteres és generatív algoritmizált dizájn alapjait.[100] Az építészet területén hasonlóan figyelemre méltó Lionel March és Philip Steadman cambridge-i kutatók munkássága, akik a magyar nyelven is

---

[94] Polke a rácsról így nyilatkozik: *„A raszterképek technikai- és kliséjellegét kedvelem. Ezek a minőségek pedig a sokszorozással, reprodukálással kapcsolatos gondolatokat idéznek fel bennem, ami ugyanakkor az utánzással is összefügg.*

Tetszik a képek személytelen, semleges, művi jellege. A raszter számomra egy rendszer, egy elv, egy módszer vagy struktúra. A raszter feloszt, eloszlat, elrendez, azonossá tesz mindent. Azt is kedvelem, hogy [az eljárás] a képeket nagyításkor homályba borítja, a képpontokat pedig mozgásba lendíti. Szeretem a felismerhetőség és felismerhetetlenség közötti váltásokat, a helyzet kettősségét, nyitottságát.

Ebből a szempontból úgy gondolom, hogy az általam használt raszterek egy meghatározott nézetrendszert képviselnek, hogy ezek egy általános állapotot, és világlátást jelentenek. A raszter egy korszak, egy társadalmi rend, egy kultúra struktúrája. Szabványosított, szétszakított, töredezett, adagokra osztott, csoportokra bontott, specializált rendszer." (ford. MM) idézi: Halbreich, Kathy et al. (szerk.): *Alibis: Sigmar Polke 1963-2010*, Museum of Modern Art, New York, 2014. 53. o.

[95] Krief, Pascale: Alain Jacquet "Jeux de Jacquet" Galerie Perrotin / Paris. *Flash Art, 335 Summer 2021.*
https://flash---art.com/article/alain-jacquet-galerie-perrotin/ (2022.08.03.)

[96] Nierhoff, Barbara: Vera Molnar. V*intage Galéria, Budapest, 2018. ford. Adamik Lajos*

[97] Zsikla, Mónika (szerk.): Rákóczy Gizella – Transzparens labirintus. *Új Budapest Galéria, Budapest, 2018.*

[98] Andrási, Gábor (szerk.): Türk Péter – Minden nem látszik. *Ludwig Múzeum, Budapest, 2018.*

[99] Boros, Géza: Leletmentés. Erdély Miklós Fotómozaikjai. *Artmagazin 2014/6.*

[100] Gerstner, Karl: Programme entwerfen. *Verlag Arthur Niggli, Teufen, 1964.*

megjelent Geometria az építészetben (1971) című munkájukban foglalták össze többek között a „mátrixalapú" épülettervezés elméleti kérdéseit.[101]

A rácsozatos dizájn és pixelesztétika azonban napjainkban is releváns eredményeket mutat. Erről az olyan művészkönyvek is meggyőzhetnek minket, mint a Norm nevű svájci tervezőkollektíva Dimension of Two című kötete[102], vagy a holland Karel Martens felemelő, Patterns című könyve[103]. A képzőművészet területéről pedig többek között a londoni Troika művészcsoport műveit emeljük ki.[104]

A történeti távlat hiánya miatt kortárs alkotókat csupán példálózó jelleggel, a teljesség igénye nélkül említhetünk, mégis jelentősnek mondható a rács-struktúráról beszélve Gerhard Richter munkássága, aki többek között a kölni Dóm üvegablakait látta el véletlenszerű, színpompás modulusokkal.[105] Végül utalhatunk még Ai WeiWei populáris Trace (2014) című legóinstallációjára is, melyben az alkotó az egykori Alcatraz börtönkomplexum területén, lelkiismereti okokból bebörtönzöttek portréit szedte ki az említett műanyag építőkockákból.[106]

---

[101] March, Lionel et al.: Geometria az építészetben. *Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975. ford. Sztrókay Kálmán*

[102] Norm: Dimension of Two. *szerzői kiadás, Zürich, 2020.*

[103] Martens, Karel: Patterns. *Roma Publications, Amsterdam, 2021.*

[104] Troika: Irma Watched Over By Machines, *161.5 x 133 x 3 cm, 16 shades of Red, Green and Blue, 2019. http://troika.uk.com/work/irma-watched-over-by-machines/ (2022.08.22.)*

[105] Bódi, Kinga (szerk.): Gerhard Richter. Valós Látszat. *Szépművészeti Múzeum – Magyar Nemzeti Galéria, Budapest, 2021.*

[106] *https://www.artsy.net/artwork/ai-weiwei-trace (2022.08.06)*

4.1.2 Kandinszkij: A ponttól a vonalon át a felületig (1926)[107]

Vaszilij Kandinszkij 1926-os, A ponttól a vonalon át a felületig – Adalékok a festészeti alapelemek analíziséhez című könyve a Bauhauskönyvek sorozatának 9. köteteként jelent meg. Mivel a könyv problémafelvetése szorosan kapcsolódik vizsgált témánkhoz, ezért alábbiakban részletesen ismertetjük tartalmát. A könyvet a szerző eredetileg német nyelven publikálta. Mivel magyar fordítása egyelőre nem jelent meg, így mi is ezt a szöveget vesszük alapul, a magyar idézetek saját fordítások.

Szerzőnk azzal a kívánalommal kezdi, hogy a művészeti vizsgálódást a tudományosság szintjére szükséges emelni, ehhez pedig egyfajta művészettudományos *(Kunstwissenschaft)* megközelítésmódra van szükség. Előbbi diszciplína analitikus szemléletmódot követel, melyhez először is meg kell határozni a festészet sajátságos, kompozicionális alapelemeit. Ilyen őselem első megközelítésben a pont grafikai egysége lesz.

Az említett analitikus szemléletmód kétrétű: egyfelől absztrakt, azaz a materiális felülettől elvonatkoztatott jellegű, másrészről konkrét, azaz a materiális felülettel összefüggő, arra kiható jellegű lesz.

A geometriai pont a nullával egyenértékű – állítja Kandinszkij, ez a nulla pedig képzeletünkben a legmagasabb fokú szűkösséggel függ össze *(„In unserer Vorstellung ist diese Null (...) mit der höchsten Knappheit verbunden (...)”).*[108] A pont továbbá egybekapcsolja a némaságot és a beszédet: írásban jelezzük, holott hallgatást jelent.

A pont a megszakítás szimbóluma, ez a vizsgált jel negatív eleme. Ugyanakkor a pont hidat, átmenetet is képez egyik létezőtől a másikig *(eine Brücke von einem Sein zum anderen)*,[109] ez pedig a pont pozitív aspektusa lesz.

Materiális értelemben a pont a szerszám és a felület összeütközésének első eredménye. A festészeti pontnak kiterjedése van, körvonalakkal és határokkal rendelkezik. A pont akár felületté is növekedhet – mi akkor a különbség folt és pont között? – teszi fel a kérdést Kandinszkij.

---

[107] Kandinsky, Wassily: Punkt und Linie zu Fläche. *Verlag Albert Langen, München, 1926.*
[108] Kandinsky, Wassily: i.m. 19. o.
[109] Kandinsky, Wassily: i.m. 19. o.

A folt és pont közötti különbségtétel lehetőségét a szomszédos formák kontextusa adja. Kandinszkij hozzáteszi: ezen viszonyok számszerűsítése elengedhetetlennek mutatkozik. A következőkben szerzőnk a pont külső határairól értekezik.

„Absztrakt értelemben, ahogy képzeletünkben megjelenik, a pont eszményien apró és eszményien kerek. A pont lényegében egy eszményien apró kör.”[110]

A pontformák számos változata lehetséges, határvonalai különböző formákat vehetnek fel. Így beszélhetünk háromszögletű, négyszögletes, de köralakú pontokról is. Állításából Kandinszkij azt a következtetést vonja le, hogy még az alapformák sem „primitívek”, hanem inkább „összetett természetűeknek” tekinthetjük ezeket.

Itt a következő dilemma merülhet fel bennünk: ha említett formák nem redukálhatatlanok, vajon joggal hívjuk-e ezeket alapformáknak? Kandinszkij ugyanakkor sietve hozzáteszi: az alapformák tana szellemi absztrakció eredménye, márpedig az ember számára az abszolút dolgok végső soron hozzáférhetetlenek. *„Absolutes kennen wir nicht.”* – mondja Kandinszkij.[111]

A pont önmagába visszatérő jellegű forma *(„Er ist in sich gekehrt”)*, ahogy a kör is, amely koncentrikus irányultságú feszültséget tartalmaz.[112] Az eszményien apró körként felfogott pont minden oldaláról azonos mértékben elkülönült, majdhogynem környezetéből kiszakított jellegű. Másrészt a pont szilárdan tartja pozícióját, egyetlen irányba sem mutat elmozdulást, azaz nyugvó jellegű. A pont úgyszólván a felületbe kapaszkodik, akaszkodik. Rövid, gyors és feszes állítást jelenít meg. Az alapelem ebben az értelemben a formában feszülő erő – állítja Kandinszkij.

„Van azonban egy másik erő, mely nem a pontban, hanem azon kívül keletkezik. Ez az erő a felületbe akaszkodott pontra veti magát, kitépi onnan, és a felületen valamelyik irányba löki őt. Ezzel a pont koncentrikus feszültsége megsemmisül, miáltal a pont maga is elpusztul. Halálával egy újabb lény keletkezik, mely önálló életet él, és amely saját törvényeinek engedelmeskedik. Ez a lény a vonal.” – írja Kandinszkij.[113]

A geometriai értelemben vett vonal láthatatlan jelenség, a mozdulatlan pont nyoma, általa képződik, kezdi a vonalról szóló értekezését Kandinszkij. A vonal a mozgásból keletkezik,

[110] Kandinsky, Wassily: i.m. 26. o.
[111] Kandinsky, Wassily: i.m. 25. o.
[112] Kandinsky, Wassily: i.m. 28. o.
[113] Kandinsky, Wassily: i.m. 47. o.

mégpedig a pont legmagasabb rendű nyugalmának megsemmisítése által. Ezen a helyen lendülünk át a statikus tényezők világából a dinamikus jelenségek birodalmába, mondja szerzőnk.

A vonal ezek szerint a pont festészeti őselemének legnyilvánvalóbb ellentettje. Szűken vett értelemben tehát a vonal másodlagos elemnek tekinthető. A pontot vonallá a ponton kívülről érkező erők alakítják, ezen erők mennyisége is milyensége határozza meg a vonal végső formáját – spekulál Kandinszkij.

Ha ez a külső erő a pontot egyetlen meghatározott irányba mozgatja, úgy a vonal első válfaja, az egyenes vonal áll elő, mely irányváltoztatás nélkül fut a végtelenbe. Kandinszkij ezt az egyenest a végtelen mozgás lehetőségének leggazdaságosabb leképeződéseként jellemzi.

Kandinszkij hozzáteszi, hogy a mozgás *(Bewegung)* fogalma helyett pontosabb volna a feszültség *(Spannung)* kifejezést használnunk, amit megintcsak egyfajta energiaként jellemez.[114]

A továbbiakban Kandinszkij a feszültség és az irány változóinak segítségével elemez különböző vonaltípusokat. Ennek az elemzésnek a főbb állításait ismertetem a következőkben.

A horizontális vonallal kapcsolatban szerzőnk megjegyzi, hogy ez az emberi gondolkodásban egy olyan felületnek felel meg, amelyen megállhatunk vagy mozoghatunk. A horizontális egyenes ezek szerint egy hideg benyomást keltő hordozófelület – véli Kandinszkij.

Előbbivel szemben áll a vertikális egyenes, ahol a hidegséget melegség, a laposságot pedig a magasság váltja fel. A diagonális, átlós vonal Kandinszkij rendszerében a vízszintes és a függőleges vonalak között található, így mindkét vonalforma tulajdonságait kevert módon hordozza.

A különböző vonaltípusok tehát Kandinszkij szerint hőmérsékletük szerint csoportosíthatók, amely végeredményben hangzásukat *(Klang)*, tehát kompozicionális értéküket is meghatározza. A különböző vonaltípusok egymásrahalmozásával jutunk el a csillagformáig, a vonalak sűrűségének növelésével pedig újból a folthoz jutunk, amit Kandinszkij egy telített kör formájában mutat meg (itt pedig visszautalhatunk a pont körkörös jellemzőire is).[115]

[114] Kandinsky, Wassily: i.m. 25. o.
[115] Kandinsky, Wassily: i.m. 54. o.

Már ennél a pontnál is láthatjuk, hogy Kandinszkij rendszere a folyamatos morfológiai áttűnések, transzformációk sorozataként képezi le az úgynevezett grafikai alapelemeket, ez a transzformációs folyamat pedig maga is egy körkörös mozgást ír le.

A következőkben Kandinszkij már lényegében egyenesek hálózatairól beszél, bár a szerző maga nem használja a hálózat kifejezést. Erre a jelenségre mint egyenesek összességére tekint, az egymást átlósan metsző egyenesekkel szemben szabad egyenesekként hivatkozik rájuk *(freie Geraden)*, a hálózatokkal vonható kortárs párhuzam azonban kézenfekvő.[116]

Kandinszkij megkülönbözteti a centrális, egyetlen origóban összefutó egyenes-összességeket, és az acentrális vonal-halmazokat, ahol is az egyenesek több különböző pontban metszik egymást. Kandinszkij benyomása az, hogy ezek a vonalösszességek a felületről való kitörés irányultságát hordozzák, metszéspontjaiktól eltávolodó mozgást írnak le.

Az egymást metsző horizontális és vertikális vonalpárok magányos létezők, hiszen ismétlést nem ismernek, első találkozásukat követően soha többé nem keresztezik egymás útját. Ezen egyszeriség miatt Kandinszkij a keresztformát az egyenesek őshangzatának, azaz alapvető kompozicionális együttállásnak tekinti *(Urklang der Geraden)*.[117]

Ehhez még Kandinszkij hozzáteszi, hogy *a négyzetrács emiatt a lineáris leképezés ősképe (das Urbild des linearen Ausdruckes)*.[118] A négyzetrács Kandinszkij szerint továbbá a sematikus felület legalapvetőbb felosztási módját jelenti.

Ezek után Kandinszkij az úgynevezett szögletes-, tulajdonképpen törtvonalakat tárgyalja. Szerzőnk szerint a szögletes vonal már hordoz magában egyfajta foltszerűséget, a törtvonal híd a folthoz – törtvonalakkal áll elő a négyzet, amit mi a korábbiakban a négyzetrács viszonylatában modulnak neveztünk. Ehhez hozzátehetjük, hogy a négyszög telítetté tételével létrejön a folt, és ilyenmódon újból felmutathatjuk a grafikai alapelemek körkörös transzformációjának lehetőségét.

Azonban a vonalnak nem négy, hanem csupán három töréspontra van szüksége ahhoz, hogy zárt formát, azaz poligont vagy foltot képezzen. Ahogy a szerző írja, a vonal magában hordozza a kívánságot, hogy egy önmagába zárt, kompakt felületet hozzon a világra. Ehhez

[116] Kandinsky, Wassily: i.m. 55. o.
[117] Kandinsky, Wassily: i.m. 59. o.
[118] Kandinsky, Wassily: i.m. 60. o.

pedig az egyenesnek három lökésre van szüksége, így pedig végül előáll a háromszög formája.

Az egyenes és az ívelt vonalak alapvetően ellentétes jellegű vonaltípusok Kandinszkij rendszerében. Az ívelt vagy hajlított vonal (amely két egymásnak feszülő erő által jön létre) révén kört kapunk, mely saját kezdetét és végét számolja fel – a kör a legstabilabb és egyben a leg instabilabb forma, mely nem ismeri a sarkok erőszakosságát.

Vonalakról szóló elemzését Kandinszkij azzal zárja, hogy a képzőművészet elemeinek tana végül egy összművészeti fogalomrendszerben fog kicsúcsosodni. De még ennél is tovább megy, amikor a modernista diskurzus általános derűjétől áthatva a következőket jegyzi meg: a művészet és a tudomány törvényeinek megismerése végül a világkompozíció általános törvényeinek megértéséhez vezet majd minket.

A következőkben Kandinszkij az alapfelület *(Grundfläche)*[119] kérdését tárgyalja, amelyet olyan anyagi felületként jellemez, ami a mű tartalmát hordozza. Ennek a felületnek sematikus változatát Kandinszkij rendszerében két horizontális és két vertikális egyenes határolja, és mivel így különválik környezetétől, azt önálló létezőnek tekinti. A sematikus felület objektív formája a négyzet. Ebben a formában a „hideg és meleg" tulajdonságok kiegyenlített módon vannak jelen. A négyzet a legmagasabbfokú objektivitást képviseli, ám az abszolút objektivitás elérhetetlen – teszi hozzá Kandinszkij.

Míg a négyzet horizontális oldalai a forma tetejét és alját adják, addig a vertikális oldalak a négyzet jobb és bal oldalain találhatók – rögzíti lakonikusan szerzőnk. Kandinszkij benyomása szerint a vizsgált felület felső része könnyűséget, míg alja nehézkedést sugall, ezzel párhuzamosan a négyszög (szemlélő felőli) bal oldalát a felszabadultság, a négyzet jobb oldalát pedig a kötöttséghez, súlyossághoz köti.

Már a keresztforma tárgyalásánál is az a benyomásunk támadhat, hogy Kandinszkij minta a geometriai minták megszemélyesítésével ezeknek nem csupán esztétikai, de ideológiai olvasatot is adna. Ez persze szerzőnk szintetizáló szemléletmódjától nem volna idegen, hiszen programja kimondottan a mindenség totális esztétikájának megalapozását szolgálja.

[119] Kandinsky, Wassily: i.m. 107. o.

Folytatva négyzetekről szóló beszámolóját, Kandinszkij a négy mezőre osztott négyzetről (tulajdonképpen egy négyzetrácsról) értekezik. Szerinte a négyzetrács minden mezőjének önálló arca van, az alakzat középpontjából a feszültség különböző irányokba áramlik. Ennek a négy mezőnek mindegyike különböző súlyértékekkel látható el, a rájuk nehezedő nyomás függvényében.[120] *(A továbbiakban ezt a gondolatot szerzőnk kifejtetlenül hagyja, de megjegyzései olyan mély benyomást tettek rám, hogy a disszertációban egy külön pontban foglalkozom ezekkel.)*

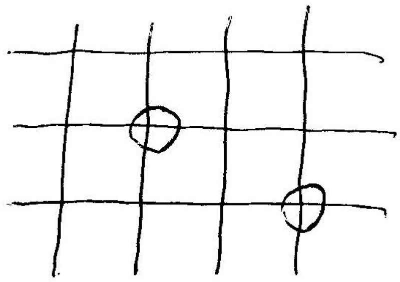
Az itt felvázolt módszereket Kandinszkij a megszülető művészettudományhoz fűzött hozzájárulásnak tekinti. Majd az elméleti kutatás céljait három pontban rögzíti: 1) Fel kell kutatnunk az élettel teli jelenségeket 2) Ezek lüktetését érzékelhetővé kell tennünk, és végül 3) Meg kell állapítanunk ezek szabályszerűségeit – zárja gondolatait Kandinszkij.

[120] Kandinsky, Wassily: i.m. 121. o.

5. Csomópontok

5.1 A rácsozat csomópontjairól

Csomópontnak a rácsozat horizontális és vertikális vonalainak találkozásánál létrejövő metszéspontokat hívom. A csomópont egyfajta kereszteződésként is felfogható: itt találkoznak, ezen a helyen keresztezik egymást a rács vízszintes és függőleges vonalai.

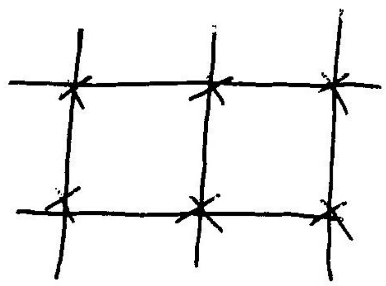


1. ábra: A rács vízszintes és függőleges vonalainak kereszteződése

A rácsozat moduljai felől szemlélve a csomópont plasztikus értelemben azok sarkait jelenti. A négyzetrács-hálózatok csúcspontjainak kapcsolatszáma (tehát az az érték, amely azt fejezi ki, hogy egy adott pont hány szomszédos ponttal áll összeköttetésben) teljességgel egyenletes, konstans jellegű, a rács minden egyes pontja tekintetében azonos értékekkel rendelkezik.

A csomópontok a hálózat egy kereszt-alakú egységének középpontjai. A négyzetrács vonalai ezekben a csúcsokban futnak össze; a csomópont a katasztrófa, az ütközés, de ahogy mondtuk, a találkozás helyszíne is. Ezekben a pontokban van a *hipotetikus hálózati forgalom* iránymódosításának lehetősége, és a forgalom ezekben a pontokban a legnagyobb.

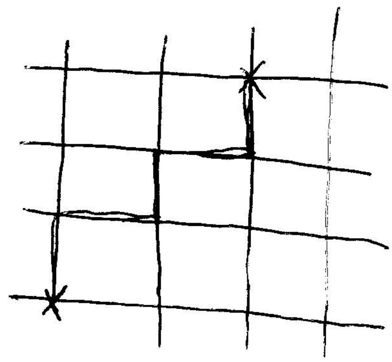
A csomópont tehát központi hely – amennyiben a vertikális és horizontális rácsvonalak közös pontja, ezen vonalak által kimetszett, kijelölt pont. A csomópontban szelik át a horizontálisok a vertikális vonalakat pulzálva – és fordítva: itt hatolnak át ritmikusan a függőleges egyenesek a vízszinteseken, és osztják egymást azonos hosszúságú darabokra.



2. *ábra: A csomópontban az egyenesek azonos hosszúságú darabokra oszlanak*

A csomópont mindkét irányú egyeneshez, és egyikhez sem tartozik. Önálló entitás, és mégis, pont létére vonalak adják ki, mind a horizontális, mind a vertikális egyenesek tartalmazzák. A csomópontok a négyzetrács-hálózatban egy modulnyi távolságra vannak minden szomszédjuktól, és a modulok hossza minden szomszéd viszonylatában azonos, ami pedig azt is jelenti, hogy a vizsgált rács szabályos és torzításmentes konstrukció.

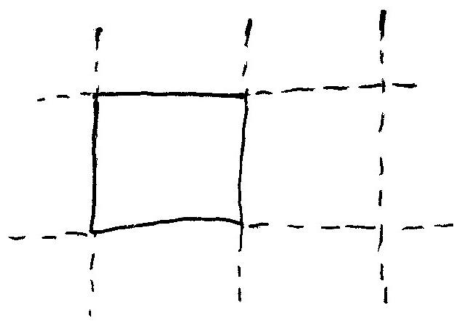
Négyzetrácsunkban a csomópontok összeköttetésben állnak egymással, bármely pontból akármelyik pontba eljuthatunk a vonalakat követve, ezeken keresztül. A hálózat csúcspontjai a rácselemek – modulok vagy szakaszok – találkozásának helyén állnak elő, mindig egy egymással érintkező négyes modul- vagy szakaszösszesség origójában, középpontjában találhatók.



3. *ábra: A vonalakat követve bármely pontból bármelyik másik pontba eljuthatunk*

A csúcspontok a rácsozat moduljainak terét határolják körbe, emellett a csomópontokat a rácsozat elemnyi vonal-részletei, szakaszai szegélyezik (ebből a levezetésből persze az is kiolvasható, hogy a rácsozat szakaszai mind egy-egy modulhoz tartoznak, ezek adják a modulok oldalait).

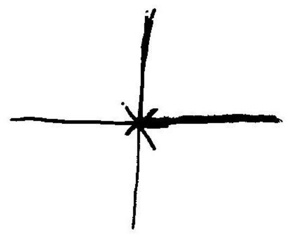
A rácsvonalak nem csupán szakaszok által osztottak, de a csúcspontok is tagolják ezeket az egyeneseket. Ennek fordítottjaként pedig azt is elmondhatjuk, hogy a rácsozat tere ráadásul modulok által is szabdalt. Másképp megfogalmazva, a rácsozat pozitív terét a modul jelenti, negatív terét pedig a rácspontok és vonalak hálózata adja.



4. ábra: A modul mint a rácsozat pozitív tere

A rácsozat szakaszai és csúcspontjai a rácsozatban található modulok kezdetét és végét rajzolják ki. Az a kérdés mindenesetre, hogy ezek az egyenesek és csúcspontok vajon a modulon, a modulban vagy a modulon kívül helyezkednek el – megint a pozitív és negatív vizuális olvasat függvényében dönthető csak el.

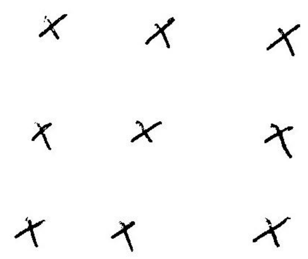
Tárgyunkat, a rácsozat csomópontját egy újabb perspektivikus ugrással úgy is szemlélhetjük, mint ami egy „L” alakú szakaszösszesség könyökében, hajlatában található, illetve úgy is, mint ami egy derékszögben megtört egyenes horizontális és vertikális síkjainak origójában van.



5. ábra: A csomópont mint egy szakaszösszesség hajlata

Láthatjuk: egyetlen rácsmodulhoz mindösszesen négy darab csomópont kötődik, a csomópontokat a modulok csúcsaiban találhatjuk – a csúcs innen szemlélve egy vertikális-horizontális kanyarulat fordulópontja is lehet.

Végül hozzátehetjük, hogy nem csak a rács összegzett vonalai és pontjai alkothatnak hálózatot, de a rács egyeneseket nélkülöző csúcspontjai is kiadhatnak egy különálló, speciális mintázatot – olyat, melyben a rendszer pontjai nem állnak összeköttetésben egymással, itt tehát az elemek úgynevezett kapcsolatszáma zérus.

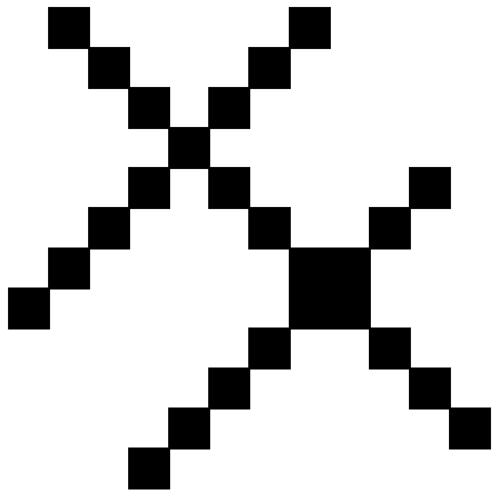


6. ábra: Kapcsolatmentes hálózat

A csúcs szó valamiféle halmozódást jelez, valaminek a tetejét, maximumát is jelenti. Az viszont továbbra is kérdéses marad, hogy vajon rétegzett vagy rétegmentes-e az a hely, ahol a rács vonalai átfutnak, áthúznak egymáson.

5.2 Az egymást metsző egyenesek paradoxona

Rácskísérleteim folyamán egy látszólagos szabálytalanságra lettem figyelmes. Tegyük föl, hogy a barázdált síkon rácsunk képpontjai egymást metsző, harántirányban haladó egyeneseket adnak ki. Bizonyos esetekben egyeneseink metszésbe kerülő, kapcsolatba lépő elemei teljes fedésben lesznek egymással, míg máskor az összeütköző egyenesek mintegy egymásba fonódnak, és csupán elemközi térrészeikkel haladnak át egymáson – paradox módon éppen ekkor valamiféle pixelgöb vagy képponthalmozódás áll elő. Mi okozhatja ezt a jelenséget?



7. *ábra: Az egymást metsző egyenesek paradoxona*

A probléma felfejtését ott kezdhetjük, hogy amikor pixelvonalat rajzolunk a négyzetrácsba, valójában a kontinuitás illúzióját hozzuk létre csak, hiszen ténylegesen diszkontinuus, töredezett alakzatokkal dolgozunk. Képpontjaink egy harántegyenes részeként egyfajta határhelyzetben, két él vagy oldal között egyensúlyoznak, mielőtt átbillennének egyik állapotukból a másikba, szűkös csúcsaikon inognak.

Érdekes módon éppen akkor veszítjük szem elől összefutó egyeneseink közös metszetét, amikor azok elemeikben teljességgel fedik egymást. Ugyanakkor pedig ponthalmozódást, szinte felnagyított „négyes metszéspontot” látunk ott, ahol egyeneseink elemei még csak nem is kerülnek összeütközésbe, hiszen komplementer formákként ölelik egymást körbe.

A vonalelemek csúcsérintőinek határhelyzete, érintkezési felületük minimuma áll szemben itt az oldalirányú érintkezéskor létrejövő, lehető legszorosabb elemkapcsolattal. Úgy is mondhatnánk, hogy az egyes modulok kapcsolata harántirányban a teljes különállás vagy szétszakadás, oldalirányban pedig a teljes megkülönböztethetetlenség és elválaszthatatlanság, azaz összeolvadás felé konvergál. A jelzett ellentmondásossághoz ugyanakkor egyeneseink fonatszerű, láncszerű szerkezete is hozzájárul.

A vonalösszeütközés jellege azon áll, hogy ez a vonalfonat vagy vonalhullám mily módon, mely periódusában éri el a másik egyenest. Az ütközésbe lépő egyenes vajon csúcsával érinti majd a másik szakasz csúcsát, vagy inkább a befogadó egyenes fogja oldalaival körülölelni a betüremkedő vonalat. A vonalak merőleges, derékszögű összefutása esetén a tárgyalt probléma nem jelentkezik. Az elemzett jelenség a vonalak megtörése esetén áll elő, amikor az a rácsszisztéma által diktált horizontalitás és vertikalitás logikájából kitörne, kibillenne.

A kibillenés mozzanata kettős eredményre vezethet: vagy egy törékeny, efemer – a felbomlás veszélyével fenyegető határálapotban egyensúlyoz majd elemünk, vagy pedig a következő diszkrét állapotba fog zuhanni.

A rácsba foglalt hárántegyenes már fogalmánál fogva paradox jelenség. Szakaszunk középvonala ott fut, ahol a rendszervázban jelöletlen átlók vannak. Egyenesnek nevezett entitásunk fűrészfog-szerűen kapaszkodik a raszterbe. Egyenessége valójában folytonosan ismétlődő, periodikus irányváltásokból tevődik össze – lépcsőzetes ott, ahol lejtősséget tételez, és megszakított ott, ahol folytonosságot jelez. Ennyiben tehát a vizsgált forma egy tünemény: illuzórikus jellegű. Ezt a megfigyelést csak megerősíti az a tény, hogy a hárántegyenes elemei leggyengébb, leglazábban kapcsoló pontjain – csúcsain keresztül áll össze objektummá, ezért akár instabil jellegűnek is tételezhető.

Amikor az egyenes hullámként felfogott fogazata harmonikusan érintkezik a másik szakasz recéivel, nyomtalanul szalad át rajta. Mikor viszont a vonalak ellentétes fázisban találkoznak, kollízióba kerülnek, összeütköznek és interferálnak egymással, göböt képezve a találkozás helyén.

Bár bizonyára helytelen minősítéssel ellátni az egyes eseteket. Melyik találkozás nevezhető harmonikusnak? Amikor az egyenesek képzeletbeli középvonalai modulon belül, annak átlói mentén metszik egymást, és elemeik teljes fedésbe kerülnek? Vagy talán az volna harmonikus, amikor a szakaszok középvonalai a modulcsúcsokat vagy modulközöket érintik csupán, oldalaik pedig összekapaszkodnak? Ez a kérdés most feloldatlan marad.

5.3 A pozitív és a negatív rács

Ahol eddig rácsokról beszéltünk, ott ezt a pozitív rács képének értelmében tettük. Most megvizsgáljuk a negatív rács formáját, amin a pozitív rács vizuális és lényegi ellentettjét, inverzét értjük.

8. ábra: Pozitív és negatív rácsok

A pozitív rács fekete rácsvonalak által szabdalt fehér tér. Itt a fehérség az űrt, míg a feketeség a kitöltöttséget jeleníti meg. Ezzel szemben a negatív rács esetében a pozitív rács kitöltött térrészei maradnak üresen, míg a pozitív rácsban üres részek itt telítettek lesznek.

Ha elfogadjuk, hogy a fekete a kitöltött, a fehér pedig a kitöltetlen tér, akkor azt mondhatjuk, hogy a negatív rács elszigetelt fekete négyzetek formáját veszi fel, és ilyenképpen a totálisan összekapcsolt pozitív rács ellentettjeként lép fel.

Így tehát míg a pozitív rács a teljes kontinuitás, addig a negatív rács a teljes diszkontinuitás alakzata. Ugyanakkor (ha képzeletben tömegekként gondoljuk el a kitöltöttséget) azt is mondhatjuk, hogy a negatív rács jelentősen nagyobb teret fed le, mint pozitív párja.

A negatív rács sorozatszerű jellege is markáns, a moduláris ismétlődés nyilvánvaló példáját adja, szemben a pozitív ráccsal, ami tömegként elgondolva viszont szinguláris tényezőként jelenik meg.

Itt persze rácsainkat úgy képezzük meg, mint amik lefednek egy bizonyos üres teret, úgymond rávetülnek arra vagy éppen ezen a téren nyugszanak. (Egy másik megközelítésben azt mondhatnánk, ha különböző dimenzionális rétegek nélkül képezzük le a folyamatot, hogy a térkitöltés éppenséggel felhasítja, megszakítja vagy felszámolja az üres teret, létrehozva ezzel a térhiányt, pontosabban szólva a *hiány hiányát*)

A pozitív és a negatív rácsok egymásra vetített, kompozit formája az alapul szolgáló tér teljes lefedettségét valósítja meg, így összegzett formájuk egy fekete négyzetet ad ki, ami éppenséggel a negatív rács moduláris alapegysége; a kompozit rács negációja pedig visszajuttat minket a pozitív rács alapjához vagy médiumához: az üres térhez.

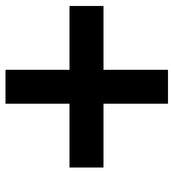
Ha a maga közvetlen materialitásában ragadjuk meg a vizsgált jelenséget, azt mondhatjuk, hogy itt a tér: fehér papír, a rács pedig – fekete tinta. Már csak azért is lehet ez érdekes, mert az intuíció azt mondatná velünk, hogy e tényekkel ellenkezően a feketeséget az űrrel, míg a fehérséget éppen a teljesség szimbólumával: a fénnyel azonosítsuk.[121]

De ha – visszatérve a pozitív és a negatív rács problémájához – ezeket a rácsokat nem statikus, hanem inkább dinamikus, variábilis és végső soron elemeikben mozgatható tárgyaknak tekintjük, alábbiakra juthatunk: A negatív rács térközeinek felszámolásával – tehát a tömör modulusok egymáshoz való centripetális, a forma középpontja felé tartó közelítésével egy teljességgel kitöltött, a kompozit rács formájához hasonló mintához jutunk, amely éppen a közelítés mértékével csökkenti a vizsgált forma kiterjedését.

9. ábra: Összevont negatív rácsmodulok

[121] Itt tehát a hiány jelenlevősége válik a kifejezés pozitív közegévé. A pozitivitás pedig ennek megfelelően negativitásba fordul át: az állítás tagadó formát ölt, még akkor is, ha ez a tagadás a hiány tagadása. (MM)

Amennyiben ugyanezt a műveletet a pozitív rács telített elemeivel, a vonalakkal tesszük meg, úgy eljárásunk egy markáns keresztformához vezet, amely éppenséggel akár egy pozitív rács felnagyított részleteként is szemlélhető, ahogy a negatív rács kompakt formája is egy masszív modulust ad ki.



10. ábra: Összevont pozitív rácselemek

Úgy is mondhatnánk, hogy a rácselemek közelítésének folyamata az adott rács jellegének hangsúlyát adja meg, az összegzettség által tehát részletezettséghez jutunk, a szó szoros értelmében.

(Gyakorlat)

6. Mátrixok

6.1 A kétdimenziós, moduláris kompozíció lehetőségeiről

Eddig a kétdimenziós, moduláris kép általános jellemzőiről beszéltünk, olyan jellemzőkről tehát, melyek minden egyes ilyen képet összefogó tulajdonságok lehetnek. Alábbiakban konkrét példákon keresztül szeretném szemléltetni a síkszerű elem-kompozícióban rejlő alapvető lehetőségeket.

Ahhoz, hogy kísérletünket megkezdjük, először is számba kell vennünk azokat a tényezőket vagy változókat, melyek módosításával az egyes képek előállhatnak.

Műveleteink sorában a figyelembe jövő tényezők a következők: *a)* először is a kép struktúráját alapjaiban meghatározó *rács* felbontása, formája, mérete, szabályos vagy szabálytalan jellege lesz az, amelyen vagy amelyben különböző módosításokat eszközölhetünk.

b) Ezek után a *modulok színe, c) mérete, d) formája* és *e) elhelyezkedése* a rácson belül lesznek azok a tényezők, melyek módosításával különböző, változékony modulösszességeket kaphatunk.

Végül pedig *f)* a különböző változók értékét, milyenségét meghatározó *adatok forrásának* tekintetében is elképzelhetők módosulások, ahogy azt példáinkban látni fogjuk.

Mielőtt azonban az egyes példák tárgyalásába kezdenénk, utalnunk kell a moduláris leképezési struktúra egy meghatározó jellemzőjére, arra, amit a modulok számosságából következően tervezhető változatosságnak, azaz a kombinatorikai algoritmizáció lehetőségének nevezhetünk.

Ez annyit jelent, hogy a moduláris leképezési struktúrában egyértelműen meghatározott leképezési szabályokat határozhatunk meg (például egy pepita minta leképezési szabálya a következőképpen is hangozhat: „a négyzetrács minden páratlanszámú elemét feketére festem”).

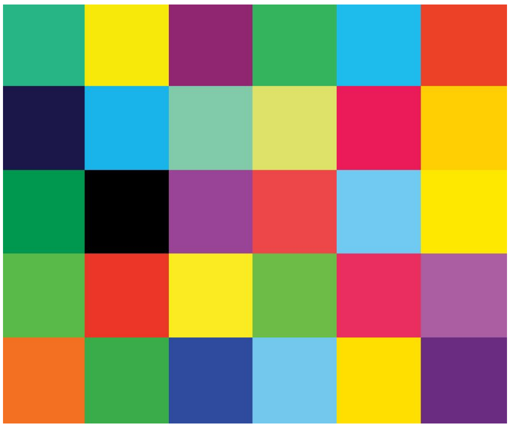
Az algoritmizáció lehetősége természetesen azt is jelenti, hogy a képelőállítás folyamata automatizálható, az alkotás a szabályadáson túl akár „emberi beavatkozástól mentesen” is létrejöhet. Az algoritmikus komponálás lehetősége azonban nem újkeletű, gondolhatunk például a korábbiakban is említett Sol LeWitt 1960-as években kibontakozó konceptuális munkásságára is.[122]

Első ábránkon éppen egy ilyen kombinatorikai struktúrát láthatunk; egy kétszer kételemű modulegyüttes minden lehetséges változatát egy 2x2-es felbontású hálóban.

11. ábra: Egy modulegyüttes lehetséges konfigurációi

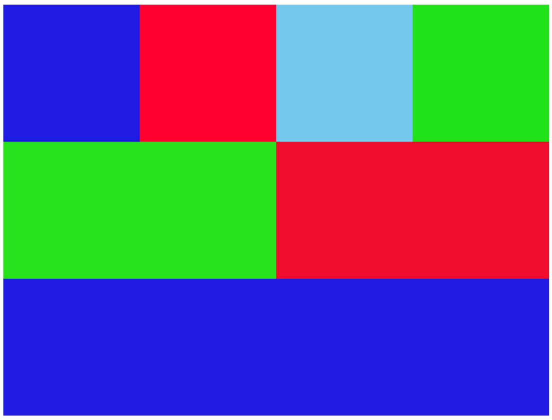
Vegyük most sorra egyenként azokat a tényezőket leképezési rendszerünkben, melyek módosításával különböző képi változatokat érhetünk el! Kezdjük máris a ráccsal. A kép felbontásának növelése vagy csökkentése úgy is lehetséges, hogy a képmodulok méretét változatlanul hagyjuk. Ebben az esetben, ahogy látjuk, a felbontás módosításával a kép elemszáma is módosul. Előző példánkhoz képest a modulok színértékeit is megváltoztattuk.

[122] LeWitt, Sol: i.m.



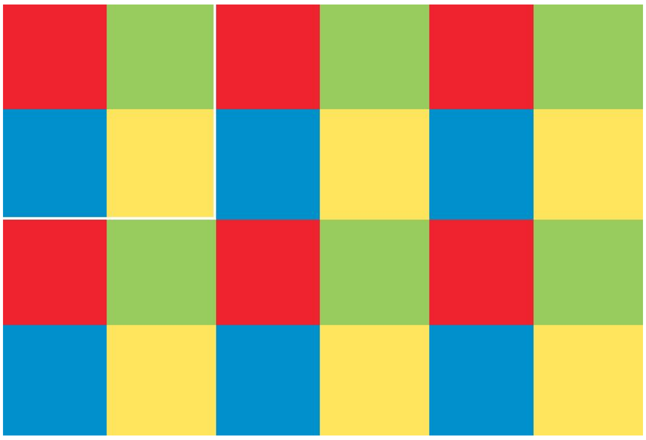
12. ábra: Megnövelt elemszámú minta

A következő képen azt láthatjuk, hogy a képmodulok mérete is módosulhat, akár úgy is, hogy a növekedés vagy csökkenés nem csak képről képre, de adott képen belül is bekövetkezhet.



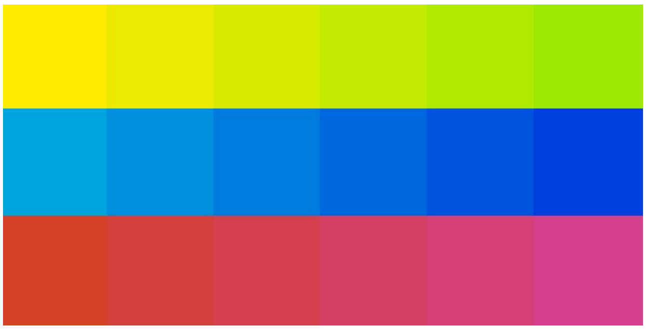
13. ábra: Növekvő elemszámú színismétlés

Így egyfajta haladványt képezünk, de természetesen egyéb algoritmizációs lehetőségek is elképzelhetők, például modulok vagy modulösszességek ismétlését is végrehajthatjuk. Már előző példánk is olvasható volt úgy, mint azonos modulméret mellett bekövetkező, növekvő elemszámú színismétlés. Alábbi példánkon megfigyelhető, hogy ugyanazon mintázat több lehetséges szempont szerint is meghatározható, például ismétlődő színsorok vagy színoszlopok szerint, de mintázatunk többek között egy négy- vagy többelemű modulegyüttes ismétlődéseként is meghatározható.



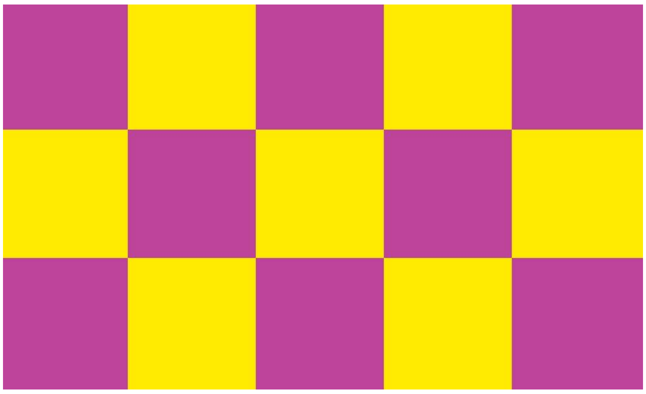
14. ábra: Többelemű modulegyüttes ismétlése

Algoritmizációs lehetőségeink azonban nem merülnek ki ennyiben: arra is módunk van, hogy adott esetben képünk moduljait skálaszerűen, ezúttal színskála szerint rendezzük el. Ez az eljárás, mint látható, az elemek elkülönültségét is oldja, az elemek között átmenetet képez.



15. ábra: Skálaszerűen elrendezett modulok

A moduláris kép módosítható jellemzői között következő példánkban is a modulok színjellemzőinek körében maradunk. Alábbi esetben a színskála szűkítésének lehetőségét mutatjuk be, illusztrációnkról emellett az elemek egyszerű, ismétlődő sorozata is leolvasható.

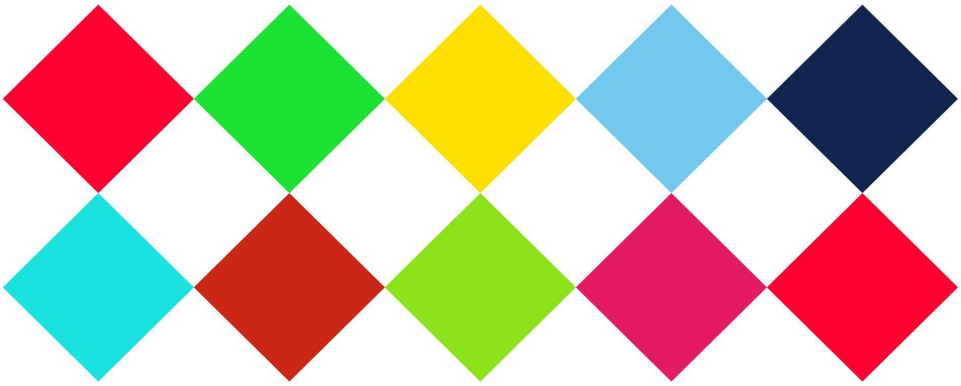


16. ábra: A színskála szűkítése

Következő példánk kissé eltér az előzőektől, hiszen az elemek fedése vagy fedetlensége – a rétegzettség jellemzője már túlmutat a síkszerű leképezés határain. Ezt a példát azért tárgyaljuk mégis, mert képünket egy négyszög és egy sokszög szoros illeszkedéseként olvasva mégsem kell kilépnünk a kétdimenziós képtérből.

17. ábra: Modulrétegződés

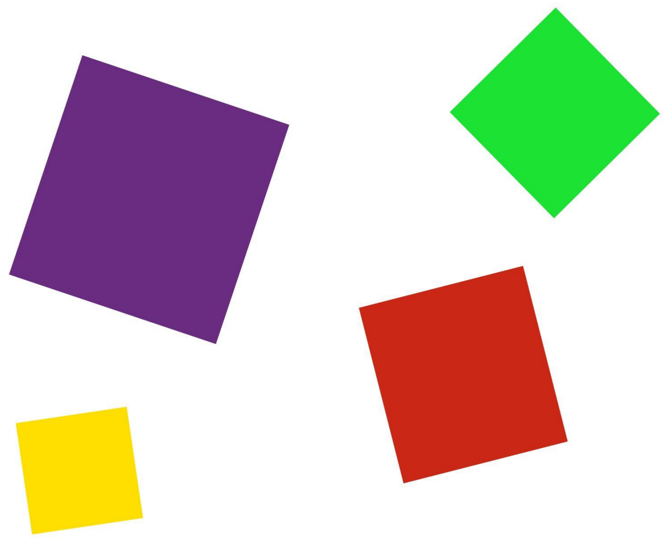
Eddigi példáinkban az elemek oldalaikon nyugodtak, de nyilvánvalóan lehetőségünk adódik arra is, hogy a modulirányt módosítsuk, a modulokat elforgassuk, és így, mint az látható, az egyes képelemek csúcsaikon egyensúlyozzanak. Ezt a beavatkozást a teljes leképezési rács elforgatásaként is értelmezhetjük. Ezzel azonban továbbra is egyfajta rigid, kötött modulirány-változat áll elő.



18. ábra: Modulforgatás

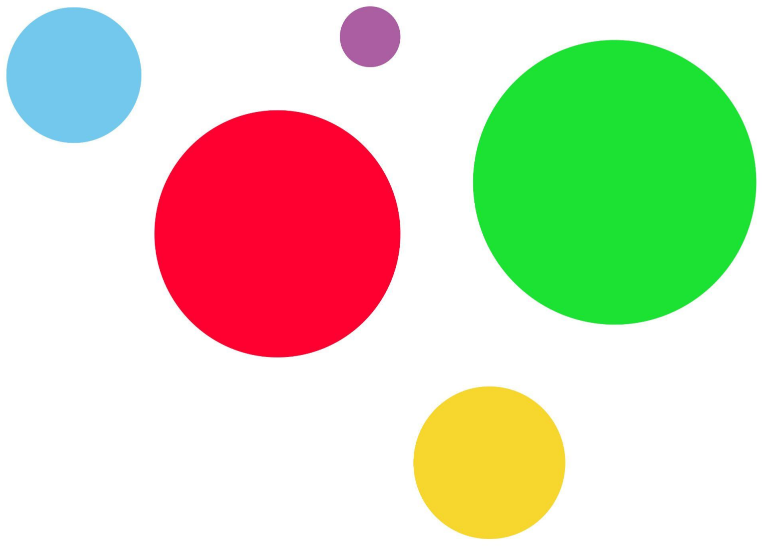
A kétdimenziós, moduláris leképezés rendszerében azonban nem kell szükségszerűen egyetlen, kötött rácshoz alkalmazkodnunk. A modulirány-módosítás feladata szabadon is elvégezhető, sőt, még az sem szükséges, hogy az egyes elemek azonos iránnyal rendelkezzenek. Példánkban az is szembetűnő változás lehet, hogy egyrészt az elemek nem érintkeznek egymással, másrészt nem csupán az elemek irányát, de méretüket és színüket is szabadon módosítottuk.

Ha gondolatban továbbra is ragaszkodnánk egy láthatatlan rácsozat jelenlétéhez, akkor az ábra mögött meghúzódó rácsozatot több, egymásra vetített, különböző felbontású rács összevont hálózataként képzelhetnénk el.



19. ábra: Szabad modulirány-módosítás

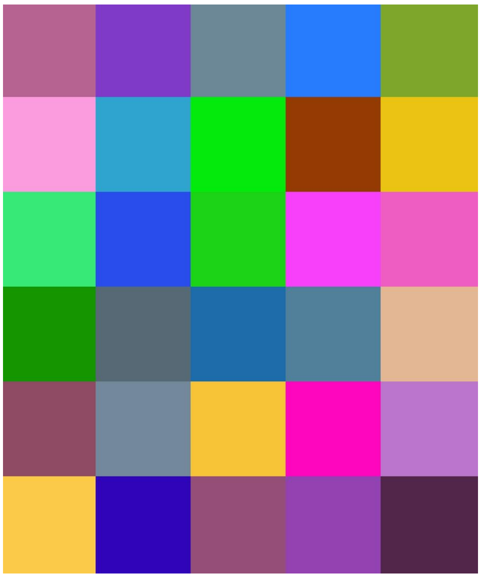
Milyen módokon bővíthetjük tovább leképezési rendszerünk lehetséges szabályait? Például úgy, hogy a következő esetben már az eddig megszokott, négyszögletű elemformát is elhagyjuk; a lehetséges változók körében ugyanis az elemforma tényezője is helyet kaphat.

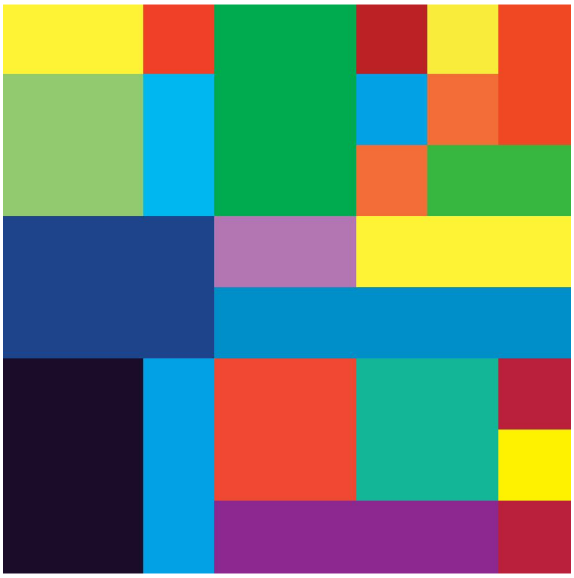


20. ábra: Elemforma-módosítás

Azt látjuk, hogy minden eddigi példánkban a felhasznált modulok monokróm, meghatározott színértékkel, mérettel és formával bíró elemek voltak. A hangsúly ezúttal a meghatározás mozzanatán van. A különböző tényezők meghatározásának alapja ugyanis szintén módosulhat. Úgy is mondhatjuk, hogy az egyes változók értékének forrása is változhat.

Mostanáig képeink elemeinek színkódjait az egyéni alkotói belátás határozta meg, moduljaink színe rögtönzött volt. De mi történik, ha színeink milyenségét elsődlegesen nem emberi mérlegeléstől tesszük függővé? Gépi sorsolással is előállíthatunk színértékeket (bal oldali ábra). Ugyanakkor egyéb tényezők is, így például az elemek méretjellemzői is lehetnek improvizatív jellegűek (jobb oldali ábra).





21-22. ábra: Véletlenszerű színértékek és méretjellemzők

Képünk színkódjainak meghatározásakor egyéb külső forrásokra is hagyatkozhatunk. Alábbiakban például egy Zsolnay-tetőcserepekről készített digitális fotó volt a színek forrása.

23. ábra: Zsolnay tetőcserép-színminták

Ezek a modul referencialitásával kapcsolatos felvetések összességükben az adatvizualizáció problémakörével érintkeznek, ez a téma azonban már túlmutat jelen fejezetünk témáján.

6.2 Mátrix-statika

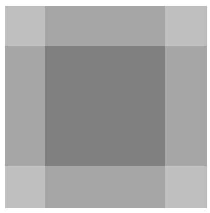
A korábbiakban elsősorban üres rácsokkal, ezeknek a jelenség egészére vonatkozó tulajdonságaival és vizuális alapelemeinek jellemzőivel foglalkoztunk, illetve a moduláris leképezési rendszerről beszélve az alapelemek milyenségének különböző meghatározási módjait vizsgáltuk.

Folytatva ezt a gondolatmenetet, eddig azt láthattuk, hogy a modulok színértékeit egyrészről az a) egyéni alkotói belátás vagy b) valamilyen véletlenszerű meghatározási folyamat illetve c) külső, a mátrixon kívüli adatforrás befolyásolta. (A szövegben a szám- illetve színértékkel ellátott cellákat tartalmazó négyzetrácsokat nevezzük mátrixnak. Az egyszerű négyzetrácsot és a mátrixot tehát az értékadás mozzanata alapján határoljuk el egymástól.)

De mi volna akkor – tehetjük fel a kérdést – ha mátrixaink színértékeit nem valamilyen külső meghatározás alapján állapítanánk meg, hanem a mátrix inherens, felépítésből következő, belső és szükségszerű jellemzői szerint határoznánk meg a raszterkép milyenségét?

Inherens jellemző lehet például egy véges, lehatárolt négyzetrács esetén a modulok azon jellemzője, amely azt jelzi, hogy egy adott mező hány szomszédos modullal érintkezik (példánkban a vízszintes és merőleges érintkezéseket vesszük most figyelembe).

2	3	3	3	2
3	4	4	4	3
3	4	4	4	3
3	4	4	4	3
2	3	3	3	2



24. ábra: A mátrix inherens jellemzői

A mátrix celláit különböző számértékekkel látjuk el, ezek a számértékek pedig az egyes modulok egymáshoz viszonyított, relatív helyzetéből következnek. Ezek a számértékek aztán színértékeknek is megfeleltethetők, ahogy azt a jobb oldali ábrán láthatjuk. Itt értelemszerűen a rács szélső mezői viszonylag kisebb értékekkel bírnak, míg a rács magja már kiegyenlítettebb képet mutat, a cellák értékei itt lesznek a legmagasabbak.

Rögtön hozzátehetjük, hogy ebben a megközelítésben már az önmagában adott, első megközelítésben üresnek tűnő rács sem pusztán homogén mezők összessége, hanem inkább környezetükkel változatos interakciókba lépni képes elemek halmaza lesz.

De lássuk még, milyen más, inherens jellemzők szerint számozhatjuk, színezhetjük rácsainkat? Példáink következő csoportjához a *nehézkedés* fogalmát hívjuk segítségül, ami egyszerűen azt fejezi ki számosított formában, hogy – plasztikusan fogalmazva – hány további modul nehezedik az egyes elemekre, különböző nehézkedési irányokat alapul véve mennyi modul fejt ki nyomóerőt adott mezőre.

Egy absztrakt, számszerű, analitikus jellegű rendszerben mozogva persze magyarázatot érdemel, hogy miért is nevezzük a vizsgált jelenséget nehézkedésnek. Erre a kérdésre válaszunk egyszerűen az, hogy a vizsgált jelenségről a fizikai valóságból merített párhuzamok szerint beszélünk, egy analógiát állítunk fel tehát modellünk és a fizikai valóság között. Ez azonban nem jelenti szükségszerűen azt, hogy modellünk a természetben ható törvényeknek maradéktalanul megfeleltethető lesz, csupán annyit állítunk, hogy – esztétikai értelemben mindenképpen – felmutathatók bizonyos összefüggések modellünk és a tárgyi valóság között, és fogalomhasználatunk ezt az összefüggést hivatott felmutatni.

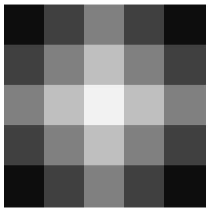
Először is a nehézkedés lehetséges irányait kell meghatároznunk. Itt most négy szóba jöhető irányt határozunk meg, melyek mind a mátrix elemeire hatnak. Kettő egymásnak feszülő horizontális, és két vertikális nehézkedési irányt határozunk meg, amiket ábráinkon nyilakkal jelölünk.

A nehézkedés irányainak meghatározásában az egymásnak feszülő erők mellett helye lehet széttartó, illetve harántirányú, átlósan ható erőknek is, ezek vizsgálatát azonban most praktikus szempontok szerint mellőzzük. Modellünkben, mint látni fogjuk, az aktívan ható erők számát és irányát szabadon határozhatjuk meg, ezzel különböző nehézkedési mintázatokat állíthatunk elő. A következő leképezési szabályokat állapítjuk meg.

a) Minden modul súlya 1. b) A nagyobb erő felemészti a kisebb erőt. c) A merőlegesen ható erők összeadódnak. d) Az ellentétesen ható erők kioltják egymást.

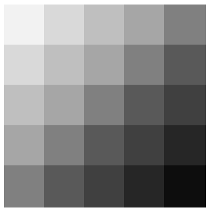
Így pedig a következő ábrákat kapjuk:

8	6	4	6	8
6	4	2	4	6
4	2	0	2	4
6	4	2	4	6
8	6	4	6	8



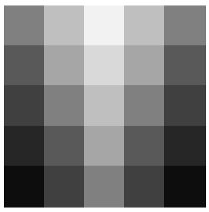
25. ábra: Horizontális és vertikális erők hiánytalan együtthatása

0	1	2	3	4
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8



26. ábra: Felülről és balról ható erők

4	2	0	2	4
5	3	1	3	5
6	4	2	4	6
7	5	3	5	7
8	6	4	6	8



27. ábra: Felülről, és a két horizontális irányból ható erők

Úgy is mondhatjuk, hogy ezzel az eljárással a rács egy statikai modelljét alkottuk meg. Ez alatt azt értjük, hogy a modell a cellák mozdulatlan (egyszóval: statikus) együtthatását vagy együttállását képezi le. De ha továbbmenve azt mondjuk, hogy a rácspontok értékei a szomszédos modulértékek függvényében folyamatosan változnak – úgyszólván folytonosan átadják egymásnak értékeiket, akkor egy további, dinamikus jellegű modellhez jutunk, amit majd az úgynevezett sejtautomatákról szóló fejezetben mutatunk be.

Azonban már mátrix-statikai modellünkről is elmondható, hogy ezek elemei már nem primér elemek, melyek környezetüktől teljesen elszigeteltek és kizárólag egy esetleges jellegű színértékkel rendelkeznek. Ellenkezőleg: modellünk elemei már komplex objektumok, reakcióba (vagy relációba) lépnek a környező elemekkel, tehát ebből a szempontból már dinamikus tárgyaknak tekinthetjük ezeket. Itt tehát a rácsozat moduljainak színértékei már nem esetlegesek, hanem ezt a rácsban elfoglalt relatív helyzetük határozza meg.

Összefoglalva: a modulok számértékeinek meghatározása, és ezzel a kompozíciós összhatás nem önkényes választás eredménye, hanem a modell alkalmazásának és a modulok egymás közti, viszonylati adottságainak szükségszerű és egyenes következménye.

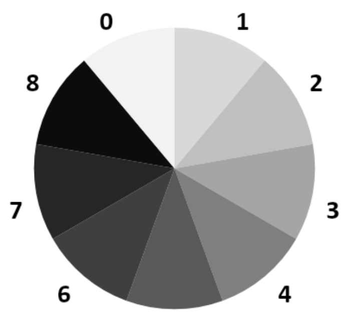
Úgy is mondhatjuk, hogy a modell, a kiinduló szabályok kezdeti meghatározása után csupán kifejti hatását a szabályok által érintett rendszerre. Ez olyan automatizmus, melynek kibomlását ugyan a szerző rögzíti, a folyamat végeredményére azonban a szabályadáson túl valójában nincsen hatással. Eljárása eredményét csupán elkönyvelheti, nyugtázhatja.

Alkotói belátásán, koncepcionális szigorán múlik ugyanis, hogy a kapott vizuális végeredménybe beavatkozik-e vagy sem. Az alkotó ezzel a gesztussal – költői túlzással élve – az első mozgató szerepébe helyezi magát, ahol a rendszer szabályait ugyan ő fekteti le, de rendszerének kifejlését már csak szemlélőként kíséri végig.

6.3 A mátrix értékeinek sorozatos módosítása

Ahogy azt statikai példáink esetében is láthattuk, a mátrix egyes mezőiben helyet kapó számértékeknek különböző – skálaszerűen elrendezett szín- vagy tónusértékeket feleltettünk meg. A továbbiakban ezzel a megfeleltetéssel dolgozva arra is lehetőségünk adódik, hogy a mátrix számértékeinek szisztematikus módosításával befolyásoljuk a kapott vizuális végeredményt.

Ehhez azonban tisztáznuk kell a megjelenítés alapvető szabályait. A korábbiakban használt tónus-skála felhasználása kapcsán most annyit kötünk ki, hogy a sorozat végezetével újból a skála elejéhez érkezünk. Nem teszünk mást tehát, minthogy egy színkört hozunk létre, gyakorlatilag összekötjük a színskála elejét és végét.



28. ábra: Szín- és számkör

A színkörben lépdelve hozzáadás esetén az óramutató járásának megfelelően, míg kivonás esetén az óramutató járásával ellenkezően haladunk. A színkör legmagasabb értéke után annak legalacsonyabb értéke következik, a legalacsonyabb értéket pedig ennélfogva értelemszerűen a skála legmagasabb értéke előzi meg.

Ezzel az összekapcsolással tulajdonképpen egy zárt tónusrendszert hozunk létre, és azt érjük el, hogy bármilyen értéket is vegyenek fel a vizsgált mátrixcellák, ezek nem fognak „túlcsordulni” vagy kilépni a meghatározott leképezési keretek közül – egyszerűen mondva: kiiktatjuk az ábrázolhatatlan, leképezhetetlen értékek lehetőségét.

A továbbiakban ebben a szín- vagy számkörben mozogva határozzuk meg mátrixunk moduljainak számértékeit és ebből következően egyben színértékeit is.

Nézzük meg most, hogy egy korábbi ábránkból kiindulva milyen hatást érünk el, ha ennek számértékeit a színkörben periodikusan haladva úgy módosítjuk, hogy a mezők értékeihez hozzáadunk 1-et, majd ezt a műveletet folyamatosan ismételve addig folytatjuk, míg vissza nem érkezünk kiinduló mintánkhoz.

0	1	2	3	4
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8

1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8
5	6	7	8	0

2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8
5	6	7	8	0
6	7	8	0	1

3	4	5	6	7
4	5	6	7	8
5	6	7	8	0
6	7	8	0	1
7	8	0	1	2

4	5	6	7	8
5	6	7	8	0
6	7	8	0	1
7	8	0	1	2
8	0	1	2	3

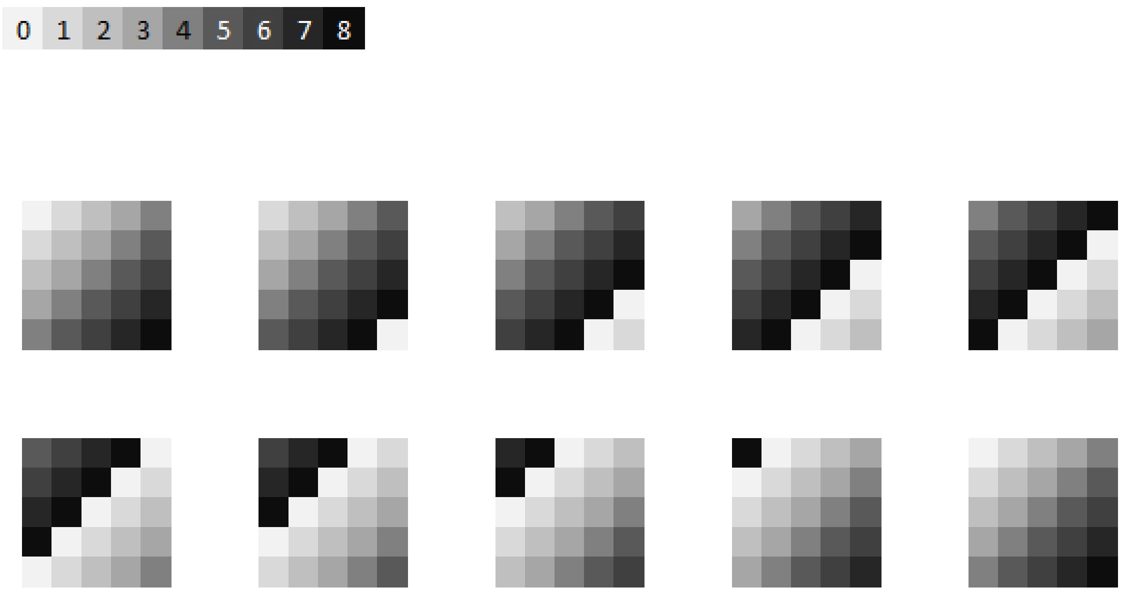
5	6	7	8	0
6	7	8	0	1
7	8	0	1	2
8	0	1	2	3
0	1	2	3	4

6	7	8	0	1
7	8	0	1	2
8	0	1	2	3
0	1	2	3	4
1	2	3	4	5

7	8	0	1	2
8	0	1	2	3
0	1	2	3	4
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6

8	0	1	2	3
0	1	2	3	4
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7

0	1	2	3	4
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8



29. ábra: Egyszerű számtani haladvány: diagonális színsávok

A kapott képsoron azt láthatjuk, hogy az egyes szín- vagy számsávok a mátrix egyik sarkából a másik sarokba vándorolva diagonális utat járnak be, mintegy áthagyományozzák értékeiket a szomszédos sávok irányába.

Ahhoz, hogy ez a generatív folyamat kiinduló állapotához visszaérkezzen, visszatérjen, összesen 9 ciklusra van szükség – ez természetesen az alkalmazott színskála fokozatainak száma szerint alakult így.

Ugyanezen eljárást következő mintánkon alkalmazva, a hatás, ha lehet még látványosabb. Mintha egy sugárszerű konstrukció összehúzódásának, vagy fordítva, szétterjedésének lehetnénk szemtanúi.

8	6	4	6	8
6	4	2	4	6
4	2	0	2	4
6	4	2	4	6
8	6	4	6	8

0	7	5	7	0
7	5	3	5	7
5	3	1	3	5
7	5	3	5	7
0	7	5	7	0

1	8	6	8	1
8	6	4	6	8
6	4	2	4	6
8	6	4	6	8
1	8	6	8	1

2	0	7	0	2
0	7	5	7	0
7	5	3	5	7
0	7	5	7	0
2	0	7	0	2

3	1	8	1	3
1	8	6	8	1
8	6	4	6	8
1	8	6	8	1
3	1	8	1	3

4	2	0	2	4
2	0	7	0	2
0	7	5	7	0
2	0	7	0	2
4	2	0	2	4

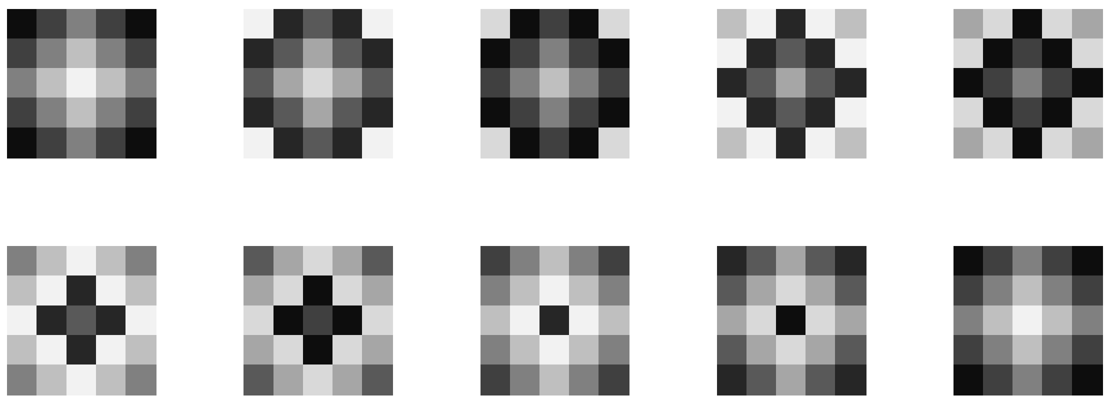
5	3	1	3	5
3	1	8	1	3
1	8	6	8	1
3	1	8	1	3
5	3	1	3	5

6	4	2	4	6
4	2	0	2	4
2	0	7	0	2
4	2	0	2	4
6	4	2	4	6

7	5	3	5	7
5	3	1	3	5
3	1	8	1	3
5	3	1	3	5
7	5	3	5	7

8	6	4	6	8
6	4	2	4	6
4	2	0	2	4
6	4	2	4	6
8	6	4	6	8

0	1	2	3	4	5	6	7	8



30. ábra: Egyszerű számtani haladvány: sugaras konstrukció

Az alkalmazott hozzáadási műveletet ugyanakkor tömbszerűen, csoportosan is végrehathatjuk olyanformán, hogy mátrixsorunk tagjait egy tisztán egyeseket tartalmazó mátrixszal adjuk össze. Ezt a megközelítésmódot a következő pontban részletezzük.

6.4 Mátrix-alapműveletek

Mátrixaink szín- illetve számértékeit úgy is módosíthatjuk, hogy ehhez egy további mátrix értékeit vesszük alapul. Ez a felismerés számunkra azért tűnik jelentősnek, mert így gyakorlati értelemben arra nyílik lehetőségünk, hogy raszteres mintázatokkal vagy képekkel végezzünk alapműveleteket, mintákat vonjunk ki egymásból, és mintákat adjunk össze.

Itt tehát valójában azt tesszük, hogy két tetszőlegesen megválasztott mátrix mezőiben helyet kapó számértékekkel végzünk alapvető műveleteket – egyszerre mindig azokkal az értékekkel, melyek az egyes mátrixokban azonos helyen találhatók. Így tehát minden egyes művelet esetében a különböző mátrixok azonos koordináta-pontjaiban található értékeket vesszük figyelembe, adjuk össze vagy vonjuk ki egymásból.

Fontos továbbá megemlítenünk, hogy a mátrixok szám- és ezzel színértékei továbbra is egy színkörön belül mozognak, így például a 8-as és a 3-as számok összeadásával a színkör 2-es pozíciójára ugrunk. Míg összeadás esetében színkörünkben az óramutató járásának megfelelően lépdelünk, kivonás esetén az óramutató járásával ellenkezően haladunk.

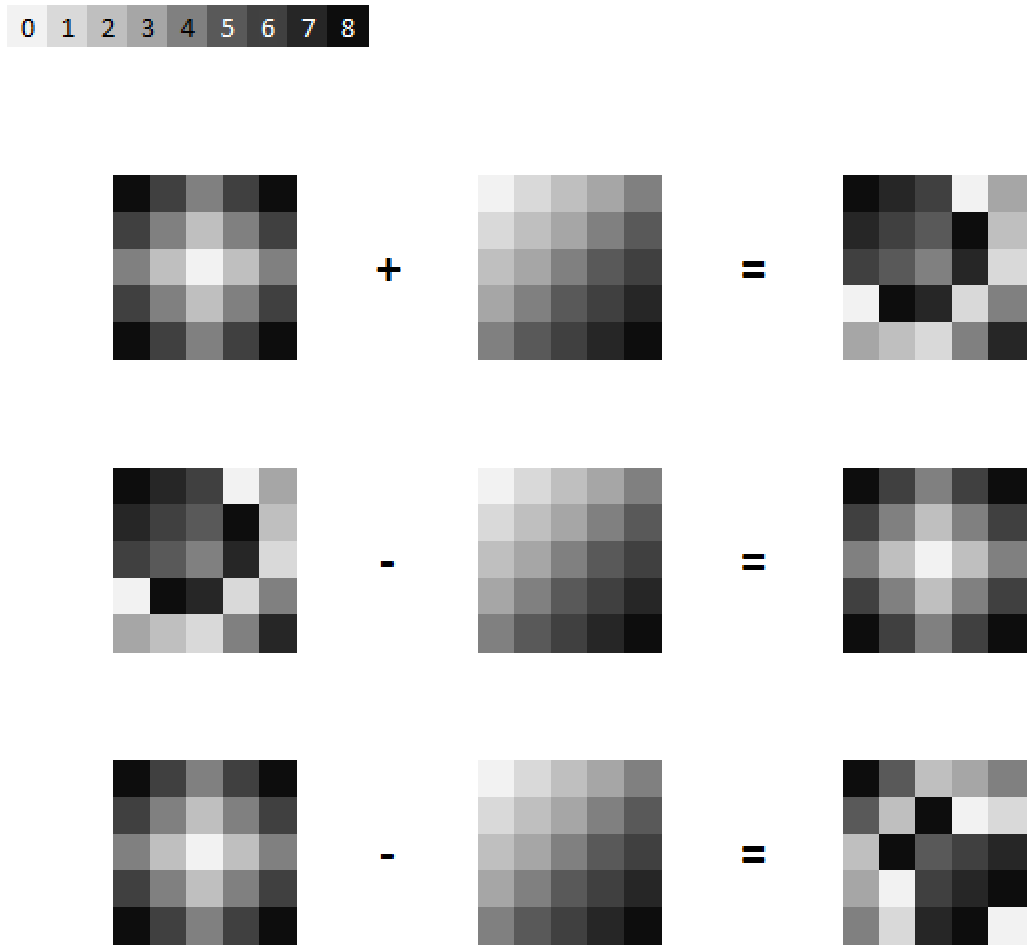
$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|}\hline 8&6&4&6&8\\\hline 6&4&2&4&6\\\hline 4&2&0&2&4\\\hline 6&4&2&4&6\\\hline 8&6&4&6&8\\\hline\end{array} + \begin{array}{|c|c|c|c|c|}\hline 0&1&2&3&4\\\hline 1&2&3&4&5\\\hline 2&3&4&5&6\\\hline 3&4&5&6&7\\\hline 4&5&6&7&8\\\hline\end{array} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|}\hline 8&7&6&0&3\\\hline 7&6&5&8&2\\\hline 6&5&4&7&1\\\hline 0&8&7&1&4\\\hline 3&2&1&4&7\\\hline\end{array}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|}\hline 8&7&6&0&3\\\hline 7&6&5&8&2\\\hline 6&5&4&7&1\\\hline 0&8&7&1&4\\\hline 3&2&1&4&7\\\hline\end{array} - \begin{array}{|c|c|c|c|c|}\hline 0&1&2&3&4\\\hline 1&2&3&4&5\\\hline 2&3&4&5&6\\\hline 3&4&5&6&7\\\hline 4&5&6&7&8\\\hline\end{array} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|}\hline 8&6&4&6&8\\\hline 6&4&2&4&6\\\hline 4&2&0&2&4\\\hline 6&4&2&4&6\\\hline 8&6&4&6&8\\\hline\end{array}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|}\hline 8&6&4&6&8\\\hline 6&4&2&4&6\\\hline 4&2&0&2&4\\\hline 6&4&2&4&6\\\hline 8&6&4&6&8\\\hline\end{array} - \begin{array}{|c|c|c|c|c|}\hline 0&1&2&3&4\\\hline 1&2&3&4&5\\\hline 2&3&4&5&6\\\hline 3&4&5&6&7\\\hline 4&5&6&7&8\\\hline\end{array} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|}\hline 8&5&2&3&4\\\hline 5&2&8&0&1\\\hline 2&8&5&6&7\\\hline 3&0&6&7&8\\\hline 4&1&7&8&0\\\hline\end{array}$$

31. ábra: Mátrixműveletek

Mátrixaink értékei tehát valójában egy objektum adott állapotát – a színkör aktuális helyzetét fejezik ki, egy adott mezőre vonatkozóan.



32. ábra: Színezett mátrixműveletek

Mint láthatjuk, kettő, vizuális rendszerezettséget mutató ábra összeadásával egy viszonylag nehezebben értelmezhető, zajosnak tűnő ábrát kapunk eredményként. Az eredményezett ábra azonban csak vizuális hatását tekintve tűnhet véletlenszerűnek. Ha ugyanezen ábrából az összeadás bármely tagját kivonjuk, akkor az összeadás másik elemét kapjuk eredményül.

Ez azt jelenti, hogy a kapott zajszerű kép valójában az összeadott mátrixok összesített, negatív mintáját adja ki, az eredmény a két összeadott kép különbségét reprezentálja. Úgy is mondhatjuk, hogy az eredményként előálló minta az összeadott minták képletes térközét jeleníti meg, egyfajta maradék-mintázatként, reziduális formaként is felfogható.

6.5 A síkmátrix térbeli vetülete

A mátrixban található számokat elsőként színeknek feleltettük meg, és így értelemszerűen kétdimenziós, sík képekhez jutottunk. Figyeljük meg azonban, hogy az egyes modulok valójában legalább három értékkel rendelkeznek: számosítható egyrészt a mátrix soraiban, másrészt az oszlopokban elfoglalt helyzetük, illetve maga a modul is tartalmaz egy számértéket.

Ez az érték-hármasság akár egy komplex szám *(a, b, c)* formájában is megfogalmazható, ahol is a modul jelzett értéke (egy háromdimenziós modul helyzetét jelöli ki a térben vagy) egy háromdimenziós oszlop magasságértékének felel meg. Egyszerűen tehát arra teszünk kísérletet, hogy amely értékeket eddig egy színnek feleltettük meg, most egy háromdimenziós oszlopdiagram magasságértékének fogjuk tekinteni.

Ezzel egy olyan rácsmodell jön létre, ami esztétikai értelemben domborzati jellegű képződményekre utal, de akár az archaikus vagy éppen modernista építészet alkotásaival is rokonítható. Éppen ezért, és mivel most lényegében az algoritmikusan vagy szeriálisan komponált térbeli tömegek kérdéseivel foglalkozunk, eljárásunkat összefoglalóan a mátrix-architektonika névvel is illethetnénk.

Eddigi síkmátrixainkat könnyűszerrel emelhetjük át, transzponálhatjuk a háromdimenziós térbe, még úgy is, hogy akár a kétdimenziós modellek színértékeit is megtartjuk, hasznosítjuk.

Még azt is hozzátehetjük, hogy természetesen nem csupán jelzett példáink esetében van lehetőségünk a minták „dimenzionális transzpozíciójára”. Hasonló módon valójában bármely sík, digitális kép térbelivé alakítható.

A síkmátrixban feltüntetett számok példáinkban oszlopmagasságokat jelölnek, de akár szabadon lebegő pontokat, térbeli modulokat is jelenthetnének. Akadályba ütköznénk viszont, ha leképezési rendszerünkben oszloponként több különböző pontot is jelölni kívánnánk. Erre a problémára megoldást jelenthet, ha háromdimenziós tömbünket több, egymást fedő síkmátrix összesített alakzataként írjuk le. Egy 5x5x5-ös rácskocka leírásához így tehát öt darab síkmátrixra volna szükségünk.

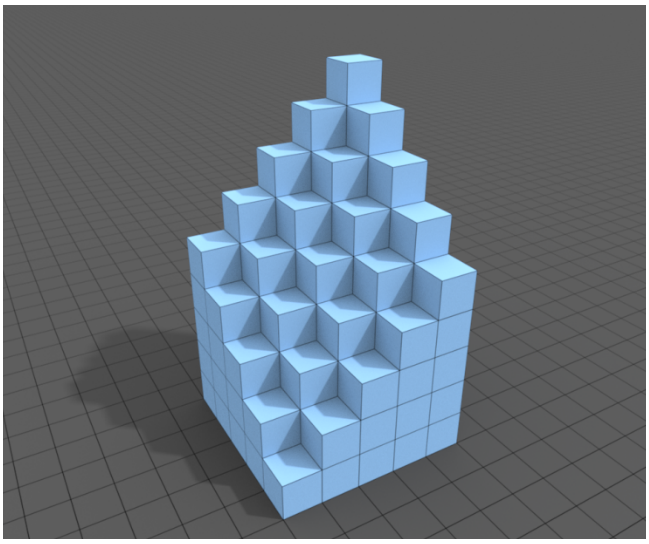
A példák sora egy bővebb kifejtés esetén értelemszerűen folytatható volna, és egy szisztematikus megközelítésű kompozíciós taxonómia lehetőségét is magában hordozza.

Mielőtt példáink tárgyalásába kezdenénk, a bejárhatóság fogalmáról kell szólnunk, ami a szemléletesség kedvéért és szándékaink szerint antropomorfizálja, emberi léptékűvé teszi a bemutatott konstrukciókat. A bejárhatóság ebben a kontextusban egyszerűen annyit jelent, hogy egy fiktív entitás, amely modulról modulra járva egyszerre egyetlen egységnyi szintkülönbséget képes megugrani, áthidalni, vajon képes-e a teljes konstrukciót megmászni, bejárni, vagy sem. Konstrukcióink többsége, ahogy látni fogjuk, bejárható, de mutatunk példát majd az ellenkező eshetőségre is.

Háromdimenziós alakzataink mellett egyfajta alaprajzként a mintául szolgáló síkmátrixokat is közöljük, melyek a meghatározott leképezési szabályokat alapul véve teljes terjedelmükben leírják az eredményezett konstrukciókat.

Első példánkban háromdimenziós konstrukciónk oszlopmagasságai diagonális, átlós sorok szerint növekednek. Statikai mintáink közül itt arra az együttállásra utalhatunk vissza, melyben mátrixunkat két ellentétesen ható erő, egyszerre egy horizontális és egy vertikális erőhatás is érte. Az eredményként kapott jelenséget diagonális lépcsőzetességnek is nevezhetjük.

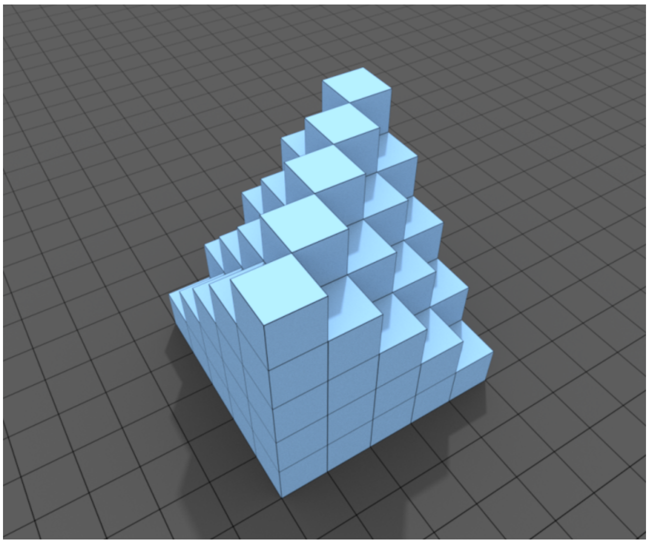
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8
5	6	7	8	9



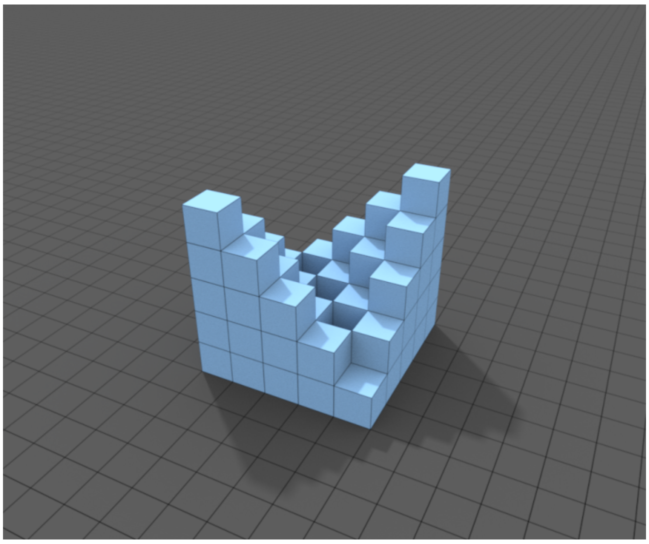
33. ábra: Diagonális lépcsőzetesség

Ha pedig diagonális lépcsőnket a mátrix középvonalán tükrözzük, egy periodikusan növekvő, majd csökkenő képződményt kapunk. A konstrukció negatív mintáját is előállíthatjuk, ahol is korábbi mátrixunk legmagasabb értékei változnak a legalacsonyabb értékekké, és fordítva, a legalacsonyabb értékeket a legmagasabb értékek váltják fel. A mátrixok számértékei azok sarkából kiindulva, átlós sávonként csökkennek vagy növekednek, majd a mátrix középátlójához érve a növekedés csökkenésbe, a csökkenés pedig növekedésbe fordul át.

1	2	3	4	5
2	3	4	5	4
3	4	5	4	3
4	5	4	3	2
5	4	3	2	1



5	4	3	2	1
4	3	2	1	2
3	2	1	2	3
2	1	2	3	4
1	2	3	4	5



34-35. ábra: Megtört diagonális lépcsőzetesség (pozitív és negatív)

Különösen szembetűnő lehet, hogy ugyanazon forma pozitív és negatív mintái kiegészítik egymást, ezek összesítve egy telített tömböt adnak ki. A negativitás és pozitivitás itt természetesen viszonyfogalmakat jelölnek, ami azt jelenti, hogy egy minta csupán inverzének vagy ellentétpárjának viszonylatában nevezhető pozitív vagy negatív jellegű formának. A mátrix értékeinek inverziójával bármely mintázatból előállítható annak negatív formapárja, például egy ötelemű „számkör” esetén a következő megfeleltetési séma szerint:

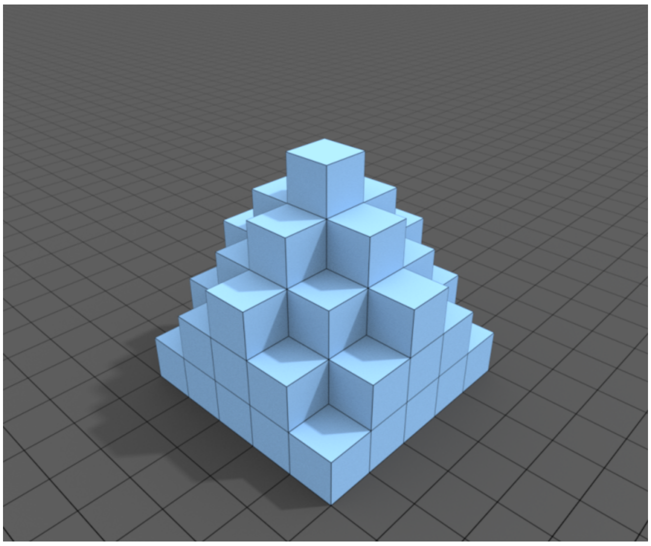
1 2 3 4 5

⇅

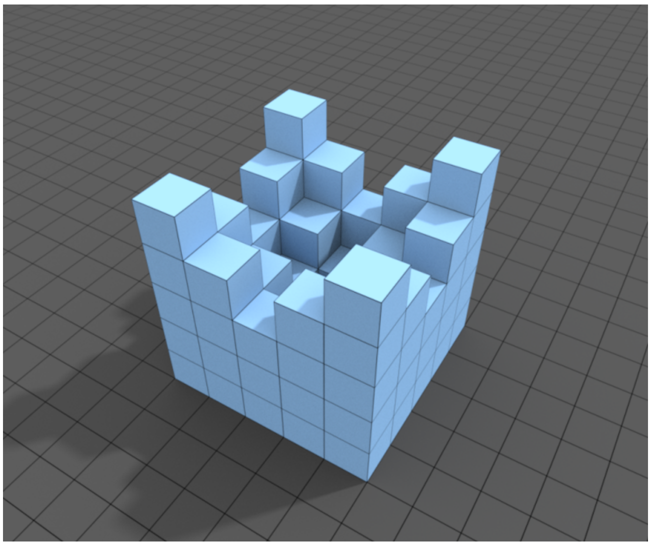
5 4 3 2 1

Arra lehetünk figyelmesek, hogy statikai mintáinkat térbeli tömegekként ábrázolva piramis-szerű képződményeket kapunk. Egy síkmátrixra levetített piramidális forma esetében lényegében azt látjuk, hogy a mátrix magjához vagy középpontjához közeledve rétegenként egyre több vagy kevesebb elemet jelölünk meg. Amennyiben ez a tendencia csökkenő jellegű, úgy a végeredmény egy kráter-szerű képződmény lesz, ugyanezen mintázat fordítottja pedig piramis-jellegű formát alkot. A piramidális formák, ahogy példáinkban láthatjuk, lényegében egy négyoldali lépcsőzetességet valósítanak meg mátrixunkban.

1	2	3	2	1
2	3	4	3	2
3	4	5	4	3
2	3	4	3	2
1	2	3	2	1



5	4	3	4	5
4	3	2	3	4
3	2	1	2	3
4	3	2	3	4
5	4	3	4	5



36-37. ábra: Pozitív és negatív piramidális mintapárok

6.5.1 Piramisok

Amint látjuk, műveleteink vizuális eredményei építészeti, architekturális párhuzamokra, analógiákra is lehetőséget adnak. A vizsgált piramis-szerű konstrukciók egyben egy bizonyos égi és földi rend architekturális analógiájaként is olvashatók.

A piramis úgyszólván egy önmagát állító munka: kövekből formált mesterséges hegyet képez, annyiban azonban túllép a tautológián, hogy forrását absztrahálja, rendszere szabályozott és átlátható. A hegyekkel szemben nélkülözi a vetődéseket, gyűrődéseket, a természeti alakzatra megformáltan utal, abból csupán az alapvető geometriai formát, a gúlát hagyva meg.

Az építmény tovább szemlélve tárgyunk nem csupán hegyvidéki tájakkal mutat formai kapcsolatot, de közvetlen környezetével, például a sivataggal is, ahol a folyamatosan vándorló dűnékkel áll párbeszédben. A homokszemekből álló dűnéhez hasonlóan a piramis is jól elkülöníthető elemekből áll, ezek azonban méretüknél, tömegükből fakadó tehetetlenségüknél fogva mozdulatlanok, statikusak. Az építmény elemei egymást fogják egybe, kötőanyag nélkül, mondhatni természetszerűleg, magától értetődő jelleggel.

A piramis csúcsa felé szűkülő formájú, alapjánál tölti be a legnagyobb teret. A föld felé közeledve válik egyre súlyosabbá, az ég irányába haladva pedig egyre könnyedebb lesz, szintjei felfelé haladva fokozatosan csökkenő számú elemből állnak.

Úgy is mondhatnánk, hogy a piramis egyfajta objektív és önmagáért való, geometrikus hierarchián alapul, ahol a kőtömbök feladata az, hogy támaszul szolgáljanak a rajtuk nyugvó, magasabban fekvő elemeknek, és ezzel egyidejűleg nyomás alatt tartsák az alattuk elterülő tömböket.

Mintha a piramis valójában az önmaga létrejöttét lehetővé tevő hierarchikus és despotikus jellegű rendszer leképeződése volna, amely ugyanakkor a természeti törvény erejével hatóan tünteti fel magát szükségszerűnek.

Figyeljük meg, hogy a piramis struktúrája homogén és monolitikus, egynemű elemekből áll. Az elemek között pusztán azon az alapon tehető különbség, hogy az egész felépítményen belül mi az elfoglalt helyzetük: a hierarchia tehát abszolútnak bizonyul.

A piramis ezek szerint valami olyasmi, amely a csúcsából kiindulva – ahol csak egyetlen kő lehet – sugározza szét monolitikus energiáit; vagy fordítva valami olyasmi, aminek energiái a csúcspontban, mint szinguláris, egyedüli fókuszpontban összegződnek. Hangsúlyozzuk, a piramis csúcsán, legtetején szükségszerűen csak egyetlen építőkő foglalhat helyet – és ez a természeti, geometriai törvényszerűségek örök rendjénél fogva van így.

Értelemszerű, hogy a piramis csúcsa annak be- vagy kiteljesedését jelenti, és így bizonyos szempontból a konstrukció értelmét is adja. Az égi szférához ez az egyetlen tömb áll legközelebb. Ideális esetben bármekkora is volna a piramis alapja, az törvényszerűen mindig egyetlen tömbben csúcsosodna ki.

A piramist a legfelső tömb perspektívájából szemlélve ő árasztja szét, sugározza ki milyenségét a teljes konstrukcióra, fokról fokra megtöbbszörözve önmagát. Ehhez még azt is hozzátehetjük, hogy a piramis szerkezetének rekurzív, visszatérő és folytonosan ismétlődve bővülő (azaz fraktál-szerű) mintázata elviekben örökkön örökké folytatható volna, így tehát a legalapvetőbb módon sugallja a végtelenséget. A piramisformát ezek alapján joggal kapcsolhatjuk össze az örökléttel, ahogy azt archaikus elődeink is megtették.

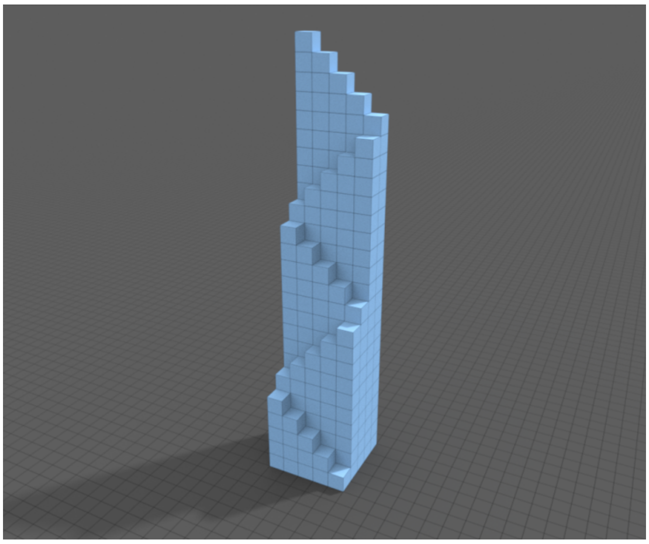
6.5.2 További példák

Ha piramidális formáink esetében az archaikus építészet műveivel vontunk párhuzamokat, következő példáink inkább a modern és kortárs építészet alkotásaival rokoníthatók. De mintáinkat egyben úgy is tekinthetjük, mint egy egyszerű számtani növekmény vagy sorozat különböző módokon osztott, tördelt alakzatait.

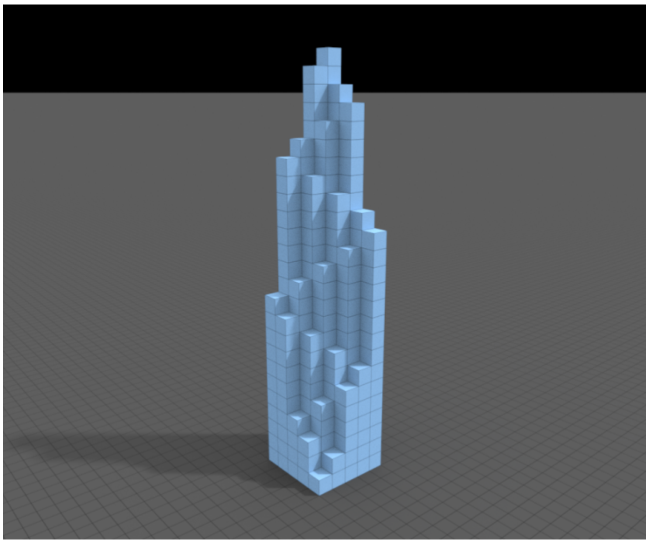
Alábbi konstrukcióinkban közös, hogy mindegyik mintázat azonos számú és mértékű oszlopmagasság-értéket tartalmaz, és mindegyik érték csak egyszer szerepel a sorozatban. A különbség közöttük pedig az, hogy milyen módon, mely feltételek szerint követik egymást ugyanazon értékek. Mint látjuk, utolsókként tárgyalt kompozícióink a legterjedelmesebbek, és egyben fragmentáltságuk és ebből fakadó vizuális komplexitásuk is itt a legszembetűnőbb.

Ami a minták úgynevezett bejárhatóságát illeti, itt azt láthatjuk, hogy a további konstrukciók mind bejárhatók – egyszerre egy egységnyi szintemelkedésre képes fiktív entitásunk a mintázatok bármely magaslati pontjára eljuthat.

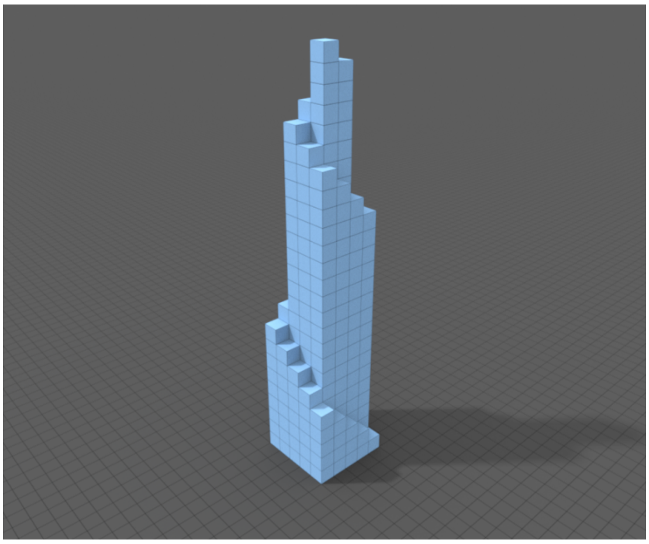
1	2	3	4	5
10	9	8	7	6
11	12	13	14	15
20	19	18	17	16
21	22	23	24	25



1	3	4	10	11
2	5	9	12	19
6	8	13	18	20
7	14	17	21	24
15	16	22	23	25



1	2	3	4	5
16	17	18	19	6
15	24	25	20	7
14	23	22	21	8
13	12	11	10	9



38-40. ábra: További architektonikai példák

A fenti kompozíciók további, természetes és mesterséges formákra is emlékeztethetnek, akár egy orgonasíp-sorozatot is felidézhetnek bennünk. Ezen túl kompozícióink a metropoliszok diagramatikus látképét, horizontját is feleleveníthetik; a végletekig fokozott beépítettségi intenzitás bábeli, imperiális jelensége így akár a kortárs kapitalizmus vizuális metaforájaként is szemlélhető.

6.6 Tesszaláció a mátrixban

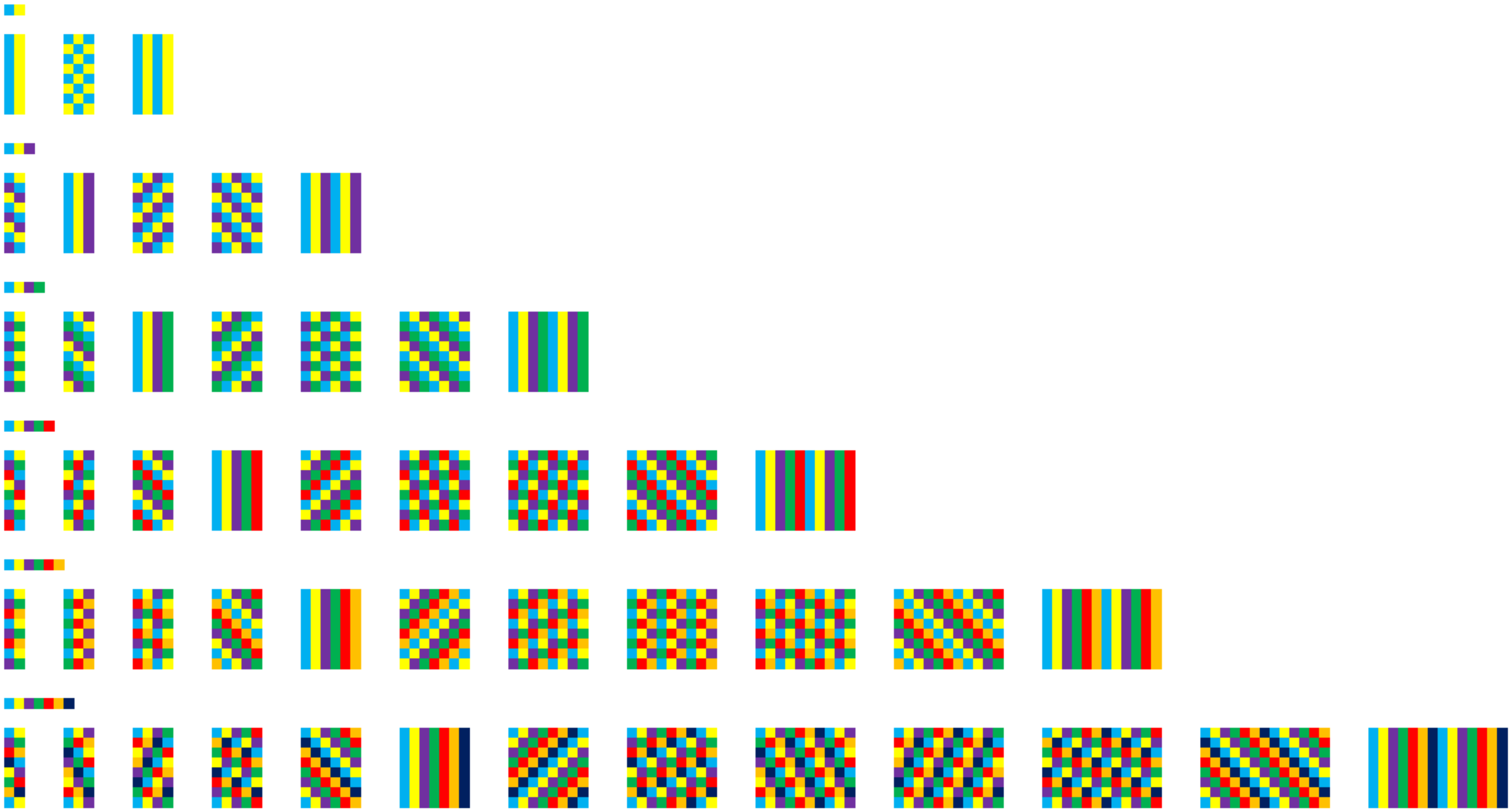
Következő kísérletünkben bővülő hosszúságú, színsorokba rendezett, lineáris modulmintázatok növekvő szélességű tömbökben történő ismétlésére, sokszorozására teszünk próbát. Mindezt úgy tesszük, hogy az egyes tömbök sorainak utolsó rácspontjához érkezve a megszakadó színsort a tömb következő sorában folytatjuk. Sormintánk tehát nem terjed túl a minták foglalatát adó tömb megszabott keretein – úgy is mondhatjuk, hogy a tömb kötött hosszúságú sorokba tördeli a folytonosan megismételt színszekvenciát vagy modulfolyamot.

További megkötéseket kell tennünk a rácstömb celláinak telítődési sorrendjével kapcsolatosan: ez a folyamatot jelzett példáinkban kézenfekvő módon balról jobbra, és felülről lefelé haladva visszük véghez. Úgy is érdekes eredményekre juthatunk viszont, ha rácstömbjeink celláit ettől különböző algoritmus szerint töltjük meg, például spirálisan vagy úgynevezett busztrofedon-szerű sorvezetéssel, azaz a következő sort abban az oszlopban folytatva, ahol az előző sor megszakad. Mi most azonban az egyszerűség kedvéért a rácskitöltés alapeseténél maradunk.

Mivel lényegében a rácstömb felbontásának és a színsor elemszámanak összjátékaként különböző áramlási mintázatok állnak elő, az eljárásunk által keltett jelenséget moduláris fluktuációnak is hívhatnánk. De mert egy másik megközelítésben itt meghatározott mintázatok térkitöltésének módozataival foglalkozunk, a vizsgált jelenségre inkább a tesszaláció kifejezést fogjuk alkalmazni.

Eljárásunk a következők szerint alakul: először is egy két színelemű sorozatot ismétlünk egy kétcellányi szélességű tömbben, majd tömbünk szélességét háromelemnyire bővítjük, és ebben sokszorozzuk meg ugyanazon színsorozat elemeit. Miután láthatóvá válik, hogy a kapott tömbmintázatok maguk is ciklikusan ismétlődnek a szélesedő rácsokban, színsorozatunkat háromeleművé bővítve újabb, fokozatosan szélesedő tömbsorhoz kezdünk, és így tovább. Egészen addig folytatjuk ezt az eljárást, amíg nyilvánvalóvá válhat számunkra, hogy az egyre hosszabb szekvenciákat befogadó tömbsorok is egy egyértelműen, vizuálisan is megragadható kompozíciós törvényszerűséget írnak le.

A kapott mintázatokat, ahogy látni fogjuk, több különböző szerveződési szinten is vizsgálhatjuk: megfigyelhetjük egyrészt a különböző hosszúságú színsorok által leírt mintázatokat az egyes tömbökben, majd figyelmünket az egyes tömbsorozatokban nyomon követhető mintázati ciklusok felé fordíthatjuk, végül a tömbsorozatok összességét egy távolabbi nézőpontból szemlélve is levonhatunk bizonyos következtetéseket.



41. ábra: Szélesedő tömbökben ismételt, bővülő elemszámú színsorok

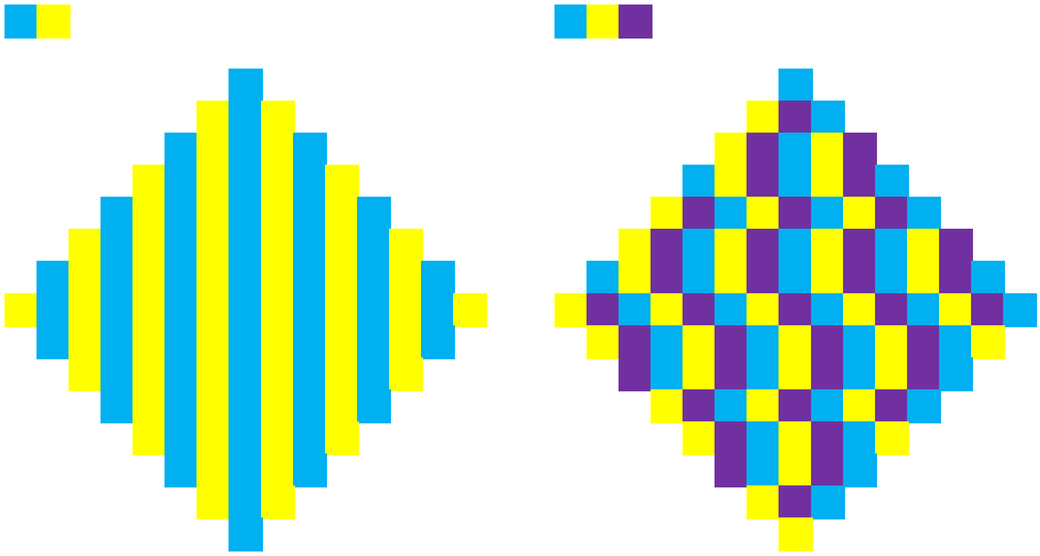
Mint látjuk, amennyiben színsorunk maradék nélkül kitölti adott tömb sorait, úgy megszakítatlan színsávok jönnek létre a tömbben. Ha azonban az ismétlődő színsor elemei közül a tömbsor végéhez érkezve valamely elemek átkerülnének a tömb következő sorába, úgy a minta megtörik, és hullámzásba kezd. Ez a hullámzás egy kételemű színsor esetén sakktábla-szerű mintázatot ad ki, a színelemek számát eggyel növelve azonban a mintázat már diagonálisan szétterjedő színsávok formájában jelenik meg.

Szemmel látható különbséget okoz a tömbsorok szintjén az is, hogy a sorminta elemei páros- vagy páratlanszámúak. Amennyiben a színmintázat párosszámú elemekből áll, úgy minden esetben a tömbsoron belül egyensúlyi állapotok állnak elő, ahol a mintázat nem diagonális, hanem vertikális rendezettséget mutat – ezek az egyensúlyi állapotok pedig mindig a megszakítatlan színsávok által határolt tömbsorozat középső elemeinél jelennek meg.

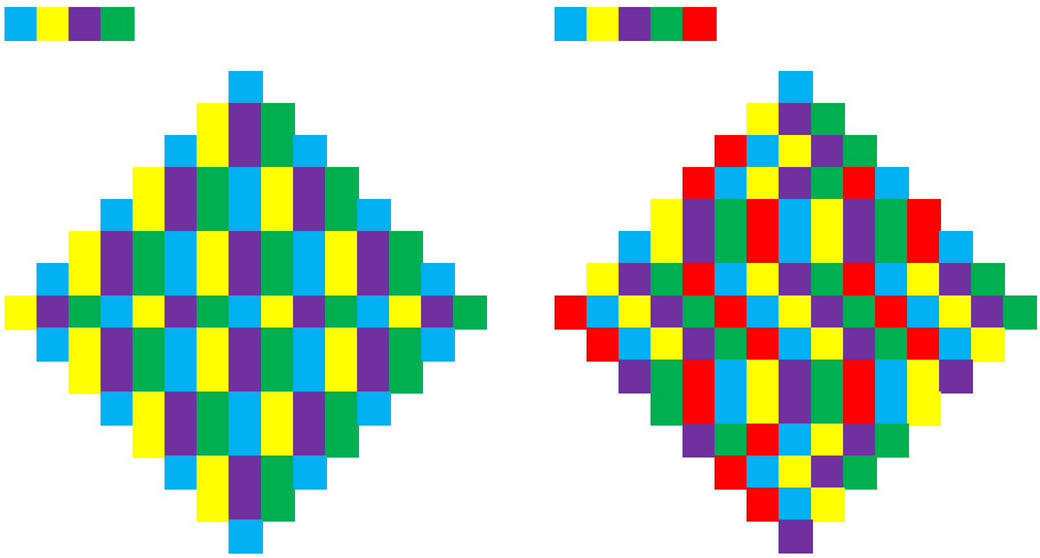
Ha most a kapott tömbsorokat madártávlatból szemléljük, először is azt láthatjuk, hogy a megismételt színszekvenciák elemszámának bővülésével a tömbsorok megszakítatlan színsávokat tartalmazó elemei egyre távolabb kerülnek egymástól, egyre ritkábban fordulnak elő, és egyre több köztes kompozíciót fognak közre. Ami még ezen kívül figyelmet érdemelhet, az az, hogy a megszakítatlan színsávok közti mintázatok minden egyes tömbsor esetén szimmetrikus ciklusokban ismétlődnek.

A tömbök azon jellemzője, hogy sormintáik mikor válnak rekurzívvá, azaz a tömb mely sorában térnek vissza kezdőértékükhöz, szintén a mintahossz és a tömb felbontásának viszonya befolyásolja. A vertikális sávokat tartalmazó kompozíciók között a tömbök minden lehetséges kompozíciós változata helyet kap, ezek aztán ciklikusan ismétlődnek a tömbök sorhosszának fokozatos bővítése folyamán.

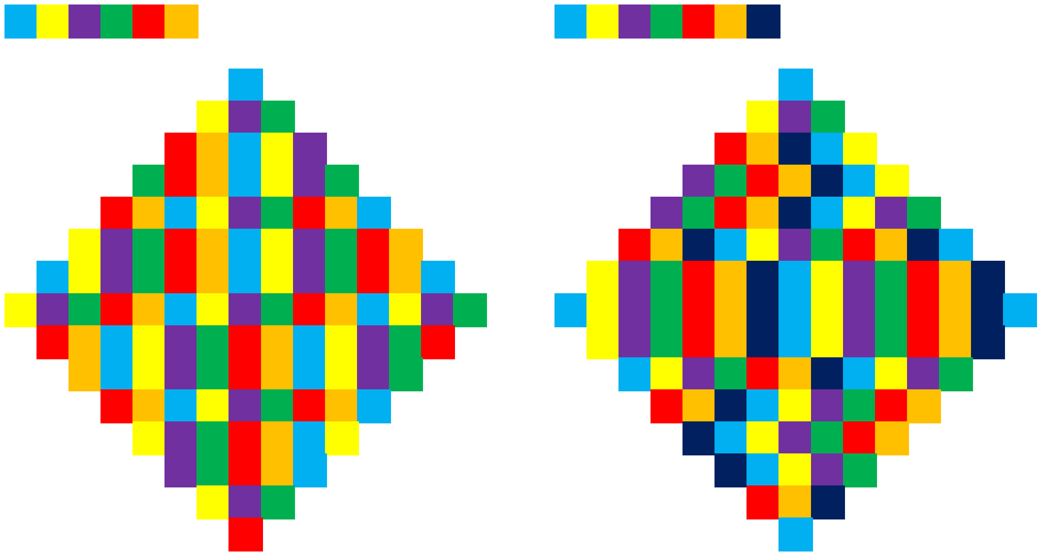
Mivel nem csupán az alkalmazott színsor milyensége, hanem a modulok foglalatát adó tömb formátuma is hatással van a vizuális végeredményre, végül tegyünk kísérletet arra, hogy a befogadó tömb alakját változtatjuk meg. Milyen hatást érünk el egy diagonális felosztású tömb esetén?



42. ábra: Két- és háromelemű színsorok, 15 cellányi átmérőjű rombuszokban



43. ábra: Négy- és ötelemű színsorok, 15 cellányi átmérőjű rombuszokban



44. ábra: Hat- és hételemű színsorok, 15 cellányi átmérőjű rombuszokban

6.7 Mátrix-permutációk

A rácsba foglalt felület formatanát folytatva morfológiai vizsgálódásaink sorozatában ezúttal a mátrix permutációinak kérdéséhez jutottunk.[123] A korábbiakban már érintettük a problémát, amikor a moduláris kompozíció lehetőségeiről beszélve egy 2x2-es, kettő színelemet tartalmazó véges négyzetrács összes lehetséges változatát mutattuk be.

Ott egy meglehetősen szűkös sorozatot láthattunk, hiszen adott színszám és rácsfelbontás mellett a permutációk (azaz a rács lehetséges kitöltöttségi alakzatainak) száma csupán 6 különböző konfigurációt tett lehetővé. Most a felhasznált színek számát változatlanul hagyva, a bináris, kételemű leképezés lehetőségénél maradva megnöveljük a mintáinknak helyet adó

[123] vö.: Maroscheck, Jannis: Shape Grammars. *Slanted Publishers, Karlsruhe, 2020.*

rács felbontását, és ezen a lépcsőfokon már egy 3x3-as rács kitöltöttségi (vagy feltöltöttségi) mintázatait vizsgáljuk.

Bár a mintázataink keretéül szolgáló rácsozat felbontását a mátrix soraiban és oszlopaiban csak egyetlen modulhellyel bővítettük, a lehetséges mintázatok számát tekintve tágasabb rácsunkban az előzőekhez képest jelentős eltérést tapasztalhatunk: hat alakzat helyett immár 512 mintával kell számolnunk. Hogyan jutottunk el eddig a számosságig, és egyáltalán: hogyan állíthatunk elő ennyi mintázatot szisztematikus jelleggel?

A válasz veleje mintázataink bináris jellemzőiben rejlik. Mivel a vizsgált formák lényegében úgy is szemlélhetők, mint a kettes számrendszer elemeivel, nullákkal és egyesekkel feltöltött mátrixok, ahol a különböző értékeket színjellemzőkkel láttuk el, így arra is lehetőségünk adódik, hogy mintáinkat bináris számokként olvassuk. Az egyes vizuális konstellációk tehát egy olyan bináris számsort írnak le, melyek számjegyeit mi három sorba és három oszlopba tördeltük – így állt elő a 3x3-as felbontású mátrix.

Ez a tördelési művelet visszafordítható, amennyiben rácsaink tartalmát újból lineáris formára hozzuk. A rácsformába tördelt számsor sorait egymás mellé helyezve így egy kilencjegyű, nullákat és egyeseket tartalmazó számsorozatot kapunk. Informatikai fogalommal élve kilencbites, bináris számokat kapunk, mely számok az ezeknek megfelelő minták implicit sorszámaiként is felfoghatók.

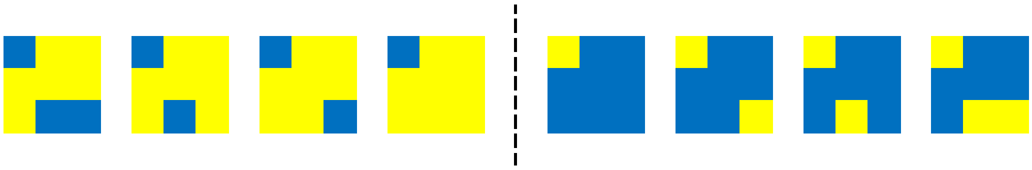
Ezeket a bináris számsorokat aztán a tízes számrendszerben megfogalmazva eljuthatunk mintáink köznapi értelemben vett sorszámáig a lehetséges permutációk véges sorozatán belül. Amit ezzel állítunk az az, hogy mintázataink elem-együttállásai úgyszólván eleve elrendelt módon meghatározzák önnön helyüket a mintázatok sokaságán vagy sorozatán belül.

Így pedig a számszerűen 000000000-ként megragadott minta (mely vizuálisan a teljességgel kitöltetlen rácsozatot jelenti) lesz sorozatunk első, pontosabban nulladik eleme, míg a teljesen feltöltött mátrix, azaz az 111111111-es szám(sor) lesz a permutációs-sorozat utolsó, decimálisan megfogalmazva 511-dik eleme. Ebben az esetben tehát mindösszesen 512 minta áll rendelkezésünkre.

Miután tehát feljegyeztük az összes kilencjegyű bináris számot, ezeket a megfelelő felbontás szerint tördeljük, a számjegyeknek színértékeket feleltetünk meg, így pedig előáll a kívánt mintasor: egy 3x3-as mátrix minden lehetséges változata, vagy más szóval permutációja. Az így felállított rendszer alkalmas lehet arra, hogy a kapott vizuális mintasor elemeit bizonyos meghatározott ismérvek szerint csoportosítsuk, közös formai jellegzetességek szerint osztályozzuk anyagunkat. Ilyenmódon pedig a digitális képként felfogott mátrix morfológiai tipológiájáról, magyarán a rácsba foglalt mintázatok formai típustanáról is beszélhetünk.

Ha most végigtekintünk ábráinkon *(lásd 50. ábra)*, arra válhatunk figyelmessé, hogy ami színezettségüktől függetlenül a minták formai jellegzetességeit illeti, csupán a formák fele ad ki újszerű mintázatot. Minden minta ugyanis kétszer fordul elő képsorunkban, egyszer úgymond pozitív, másodszor pedig negatív formában. Ezt úgy is megfogalmazhatjuk, hogy mintáinknak pontosan fele az egyszer már leképezett mintázatok invertált alakja lesz.

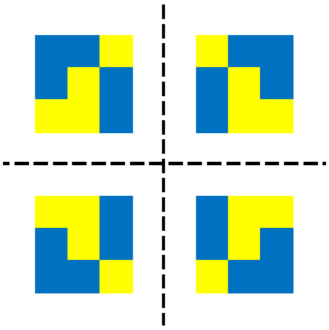
Ez pedig nem formai, hanem csupán színezettségbeli eltérést jelent: ahol mintáink pozitív formájukban kék elemet tartalmaznak, ott invertált alakjukban sárga modulokat látunk, és fordítva: a sárga modulok negatívja kék színű lesz. De hol következik be a mintázatok inverziója? Éppen sorozatunk közepén. A pozitív minták a sorozat 256. eleménél váltanak színt. Úgy is mondhatjuk, hogy képsorunk inverziós tengelye a 254. és 256. elemek között található.



45. ábra: A mátrixsor inverziós tengelye

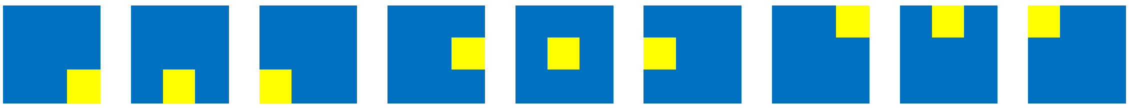
Az inverziós tengely jelenléte máris bizonyos szabályszerűségek megállapítására ad lehetőséget. Azt mondhatjuk, hogy a pozitív-negatív formapárok elemeinek távolsága ettől a tengelytől távolodva növekszik. Az egymástól legtávolabban fekvő komplementer formák a sorozat első és utolsó – teljességgel kitöltetlen és teljesen kitöltött elemei lesznek, míg az egymáshoz legközelebb eső komplementer minták a tengely tőszomszédságában, a sorozat 255. és 256. helyén vannak.

Célszerű megjegyeznünk, hogy a szóbanforgó tengely nem az egyes minták tükrözését jelzi, hanem a teljes mintasorra vonatkozó inverziós határvonalként jelenik meg. Ezzel együtt mintasorunk természetesen az egyes alakzatok tükrözött vagy forgatott változatait is tartalmazza.



46. ábra: Tükrözött mintacsoport

Számos további lehetőségünk adódik arra, hogy képsorunk elemeit bizonyos ismérvek szerint csoportosítsuk. Alábbiakban például a csupán egyetlen telített modult tartalmazó mintázatokat láthatjuk *(1., 2., 4., 8., 16., 32., 64., 128., 256. sorszámú mintázatok)* :

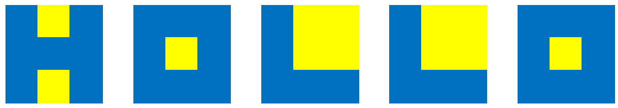


47. ábra: Egyetlen telített modult tartalmazó mintázatok

Egy másik mintasorban pedig képletesen szólva mátrixaink feltöltődésének folyamatát figyelhetjük meg *(256., 384., 448., 480., 496., 504., 508., 510., 511. sorszámú mintázatok)*.

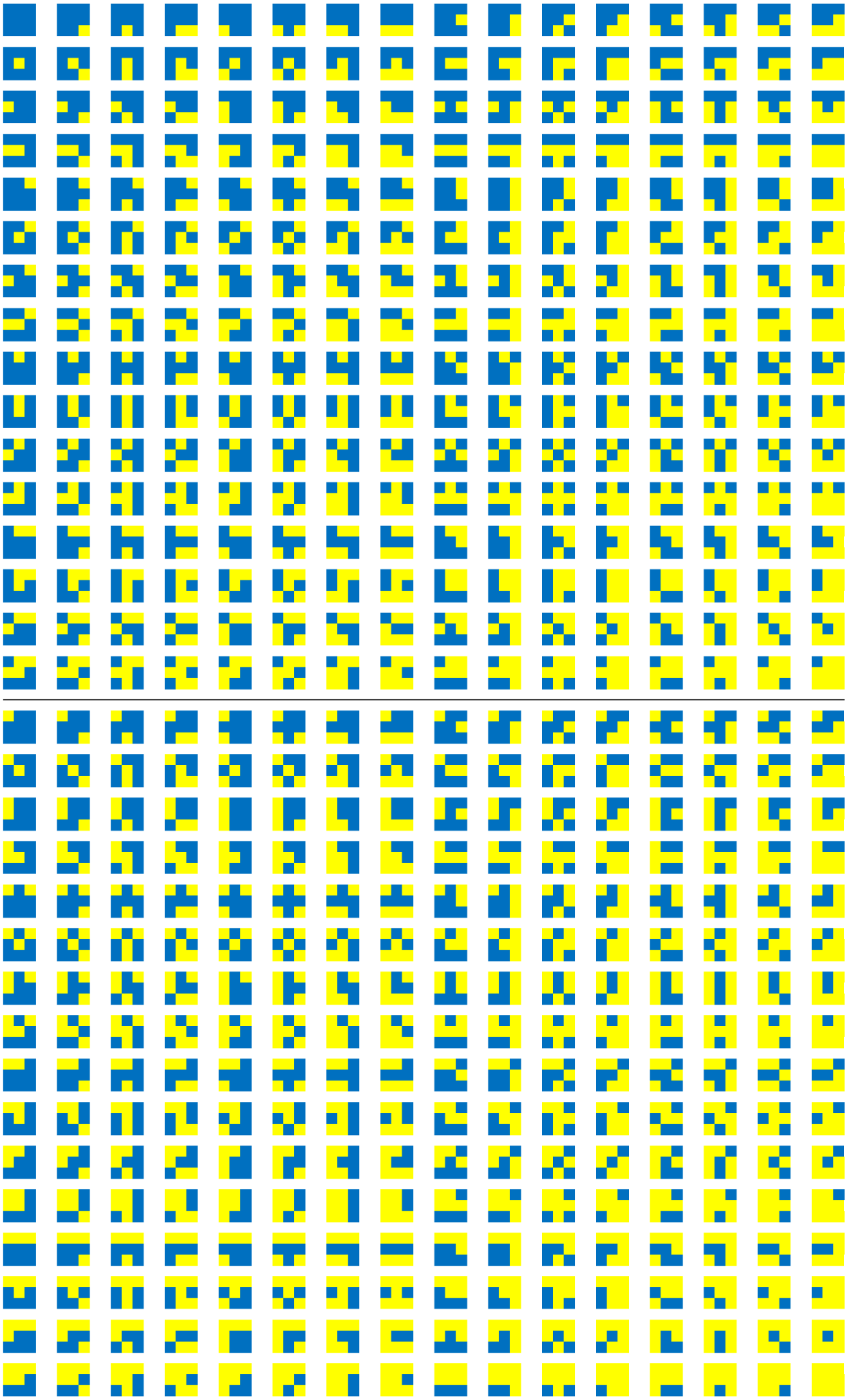
48. ábra: A mátrix „telítődésének" folyamata

És módunkban áll bármely egyedi szempont szerint rendezni anyagunkat:



49. ábra: Egyedi szempontok szerint rendezett mintasor

Ezeken a lapokon a mátrix-permutációk témájának csupán egy szűk és elsősorban vizuális jellegű keresztmetszetét vizsgáltuk. A téma számos kutatási irány felé nyílhat meg, azonban dolgozatunk keretei most egy érintőleges ismertetést tettek lehetővé. Ahol szükségesnek látszik, még visszatérünk témánkhoz.



50. ábra: 3x3-as felbontású, bináris mátrix permutációi

6.8 Mátrixösszeadási táblázatok

Egy következő érdekes adatvizualizációs probléma a mátrixösszeadási táblázatok témája lesz. Itt most 2x2-es felbontású, bináris mátrixokkal fogunk dolgozni. Említett feltételek mellett összesen 16 különböző mátrix-változattal számolhatunk. Amennyiben ezen sorozat bármely két elemét összeadjuk, úgy az eredményezett mátrix értelemszerűen a 16 elem valamelyike lesz.

Milyen módon állapíthatjuk meg, jeleníthetjük meg mindegyik lehetséges mátrixváltozat után most a tárgyalt elemek között létrejöhető összeadási műveletek összes változatát is? Ezt a feladatot úgy vihetjük véghez, hogy táblázatot készítünk, melynek első sorába és oszlopába mátrixsorozatunk elemeit jegyezzük fel, adott sorok és oszlopok metszéspontjaiba pedig a szóbanforgó összeadási művelet eredménye kerül. *(lásd 51. ábra)*

Ami elsőként feltűnhet ábránkon, az az elemek összessége által kirajzolódó átlós, diagonális mintázat, amely táblánkat két irányból szeli át és enyhén áttűnő, rombusz-szerű alakzatokat ad ki. A vízszintesen és merőlegesen elterülő elemek összegei tehát átlós mintázatba rendeződnek, a két irány elvi középvonalán.

A teljességgel telített (zöld) és teljesen telítetlen (kék) elemek sorozata éppen táblázatunk középpontjában metszik egymást, miközben megszakítás nélkül kötik össze ábránk sarkait. Hogyha most a táblát alaposabban megfigyeljük, azt is észrevehetjük, hogy nem csupán az egyszínű elemek metszenek diagonális csapásokat ábránkba – ezzel együtt mintha visszatérő, ismétlődő, különböző elemeket tartalmazó elemcsoportokat is látnánk a táblán felbukkanni.

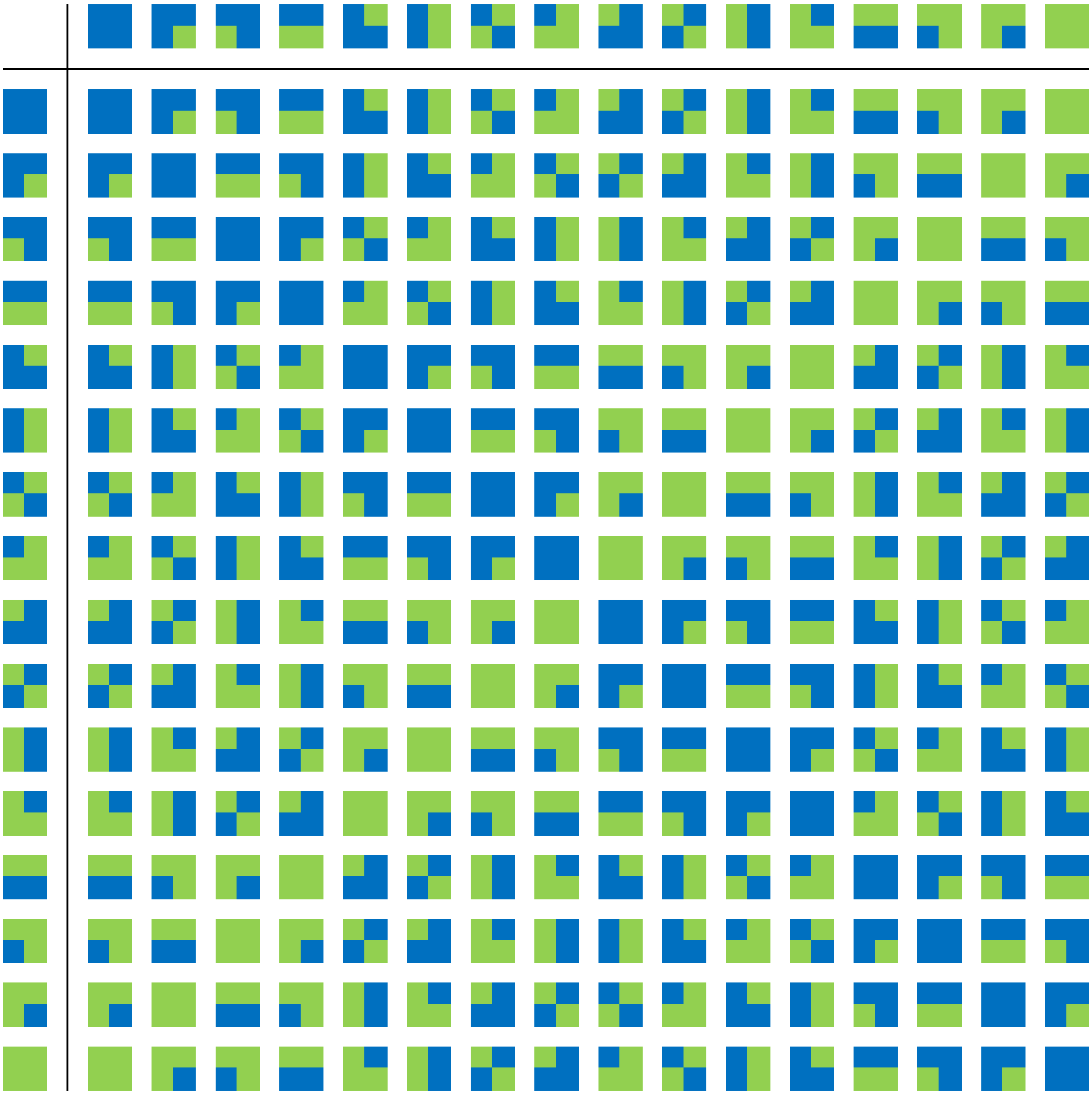
A bináris megjelenítésmód ezen túl azonban mintha bizonyos akadályokat gördítene képi elemzésünk elé. Próbáljunk meg most más utakat kipuhatolni ábránk strukturális jellegzetességeinek feltárása érdekében. Ami ugyanis korábban letisztult hatást keltett, az most egyfajta vizuális differenciálatlanságként jelentkezik.

Hogyan tehetnénk ábránkat a szó szoros értelmében árnyaltabbá? A következőkben így fogunk eljárni: mátrixsorunk elemeinek tónusértékeket feleltetünk meg, ezek intenzitása pedig adott mátrix sorszámát fogja kifejezni a permutációk sorozatán belül. Amit teszünk tehát az az, hogy számegyenesünket egy feketétől fehérig terjedő (valójában szürkeárnyalatokat tartalmazó) színskálává alakítjuk, ezzel pedig az alábbi táblát kapjuk: *(lásd 52. ábra)*

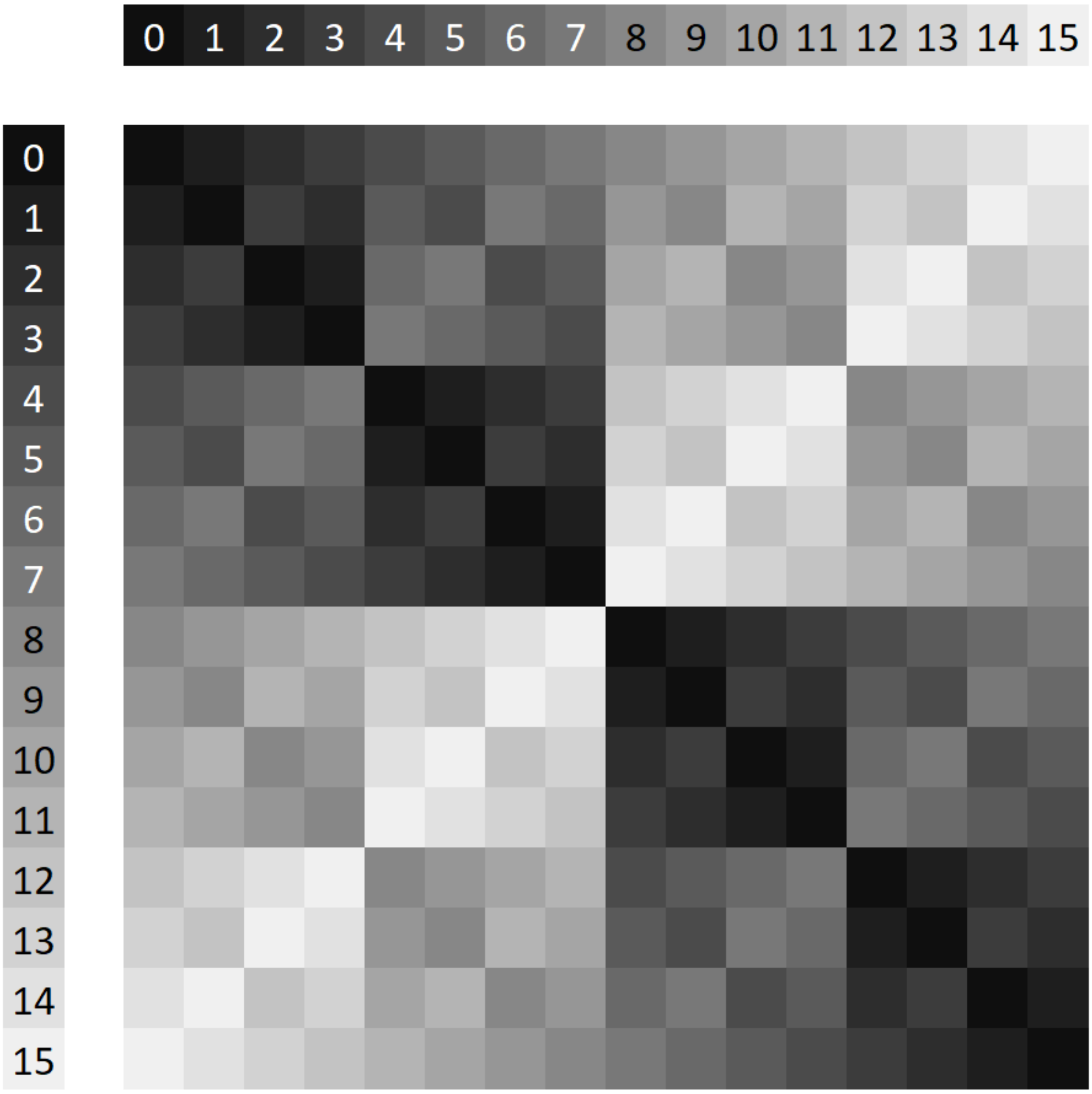
A különbség számottevő. Az eredményezett ábra vizuális súlypontja a diagonalitás irányából mintha a tömbszerűség érzete felé tolódott volna el. Ábránk struktúrája is egyértelműbbé válik: a tábla elemei négy nagyobb egységre tagolódnak, melyek szimmetrikus elrendeződésben kapcsolódnak egymáshoz.

Ezen főegységek között két különböző típust különböztethetünk meg, melyek mindegyike, területenként összesen négy újabb alegysége, ezek pedig további négyességekre bomlanak. A kirajzolódó struktúrák minden absztrakciós szinten vagy felbontásban szimmetrikus elrendeződést mutatnak.

Arra is emlékezhetünk, hogy jelenleg vizsgált ábránk mindegyik monokróm cellája most egy-egy mátrixot jelöl, így rendszerünk egyfajta szuper- vagy metamátrixként (azaz mátrixokat tartalmazó mátrixként) is szemlélhető. Ennek összesített – makroszintű struktúrája (értve ezalatt az elemnégyességek egymásba ágyazódó, rétegzett rendszerét) híven tükrözi az általa tartalmazott, bennefoglalt elemek felépítettségét, azaz harmonizál a mikroszinű struktúrával.



51. ábra: Bináris mátrixösszeadási tábla



52. ábra: Tónusértékekkel ellátott, összeadási táblázatba foglalt mátrixpermutációk

6.9 Permutációs fák

Egy meghatározott felbontású mátrix permutációinak rendszerezésére több lehetőségünk is adódik. Az egyik lehetőség a már ismertetett számszerűsítés, ami adott esetben elemeink bináris átírását és ekkénti sorba állítását jelenti. Egy másik lehetőség mátrixaink úgynevezett fákba rendezése, melyet az alábbiakban ismertetünk.

A következőképpen járunk el: fánk első eleme az üres (kékkel jelölt) négyzetrács lesz. Ebből az elemből faág-szerűen lehetőségek ágaznak ki. A következő leképezési szabályokat alkalmazzuk: bármely újabb lehetőségcsoport esetén (ezeket a lehetőségcsoportokat fánk szintjeinek is nevezhetnénk) egyetlen újabb képpontot fogunk ábránkon vagy rácsunkban elhelyezni. Ebből következően a nulladik szint egyetlen mátrixtagja után az első szinten (egy 2x2-es, bináris mátrix esetén) négy különböző ábra fog helyet kapni. *(lásd 53. ábra)*

Először is, amennyiben a többszörösen előforduló mintákat is figyelembe vesszük, hálózatunk szintenként egyre bokrosabbnak fog mutatkozni. Ezt úgy is mondhatjuk, hogy fánk szintenkénti elemszáma növekvő jellegű – illetve ábránkon szintenként egyre több elemcsoportot láthatunk.

A leképezési szabályok ismeretében bármely elemből kiindulva felírhatjuk az ebből kiágazó elemcsoportot. További megkötés azonban, hogy az egyes elemekből leszármazó elemcsoportokban a korábbiakban rögzített elemek módosítására nincsen lehetőség, az újabb mátrixok kizárólag járulékos elemekkel tölthetők tovább.

A 2x2-es, bináris mátrix lehetséges változatainak száma (négy pixelhelyen, két színnel számolva) 2x2x2x2 lesz, azaz összesen 16 permutációt kell sorbarendeznünk. Ezúttal tehát négyszámjegyű, más szóval négybites mátrix-egységekkel fogunk dolgozni, melyeket, ahogy mondtuk, fa-struktúrába rendezünk.

Ugyanezt másképp megfogalmazva tehát egy gráfot hozunk létre, melynek csúcsai mátrixok lesznek, azaz lényegében, már-már túlzott tömörséggel kifejezve, egy *permutációs mátrixgráfot* készítünk. Két megközelítést alkalmazhatunk mátrixhálónk előállításakor: egyrészt belefoglalhatjuk gráfunkba a többedszer előforduló ábrákat, de ki is zárhatjuk ezeket.

Ha most figyelmünket az ismételten előforduló ábrákat is tartalmazó hálózatra irányítjuk, arra lehetünk figyelmesek, hogy elemeink száma horizontális felosztásban, szintenként lefelé lépdelve egyenletesen növekvő tendenciát mutat. Míg a nulladik szint lehetséges elemváltozatainak száma csupán egyetlen mátrixot tesz ki, addig a következő szint elemszáma már négyre növekedett, majd 12, végül 24 elemet tartalmaznak hálónk szintjei.

Ha azonban mindezt az egyes szinteken helyet kapó elemek szempontjából vesszük szemügyre már azt láthatjuk, hogy éppen ellenkezőleg, lefele haladó irányba tekintve az egyes elemekhez szintről szintre egyre kevesebb elem kapcsolódik vagy ágazik el, származik le belőle.

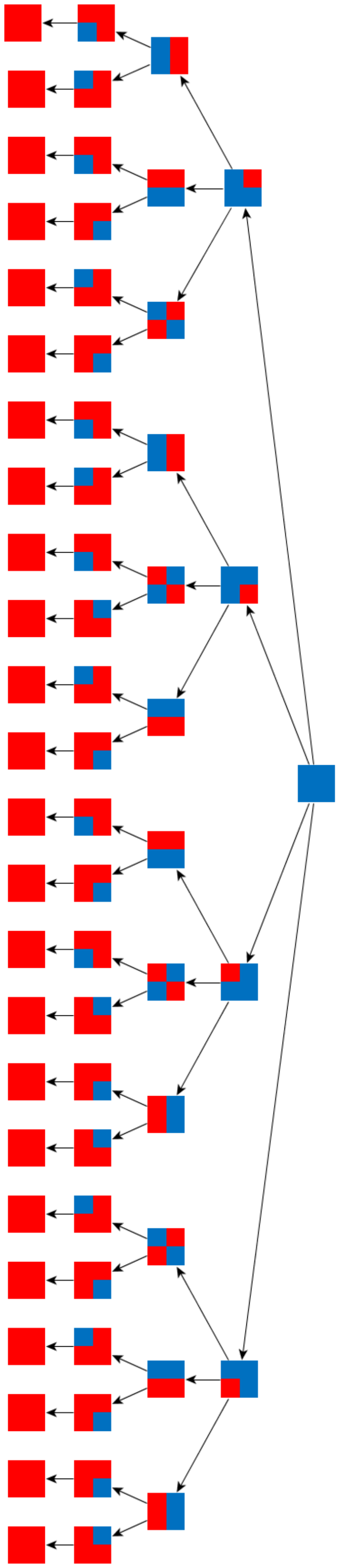
Ha most redundáns, megismételt elemeket tartalmazó gráfunkat megtisztítjuk, és minden elem első megjelenését, felbukkanását hagyjuk csak hálónkban – bizonyos hangsúlyeltolódásokat fogunk tapasztalni. A redundáns struktúra szimmetriája megbomlik, és ábránk bal oldalán intenzív bokrosodás válik láthatóvá, amely jobbra, vertikális osztatok szerint haladva válik egyre gyérebbé. *(54. ábra)*

Ha struktúránkban megfigyeljük az egyes ágak rendszerét, úgy láthatjuk, mintha hálórajzunk egyben mátrixaink vizuális összetevőkre bomlásának folyamatát is felvázolná. Ha pedig most újból a teljes, redundáns elemeket is tartalmazó vizualizációt vesszük szemügyre, egy szinte piramis-szerű képződményt láthatunk. Csúcsán az egyetlen, teljesen kék elem, belőle pedig négy kitöltöttségi lehetőség ágazik ki. Minden egyes ilyen ábrából, mely az első szinten kapott helyet, három-három permutáció származik, ezekhez aztán a következő szinten kettő mátrixelem kapcsolódik, végül az utolsó változat egyetlen eleméhez jutunk.

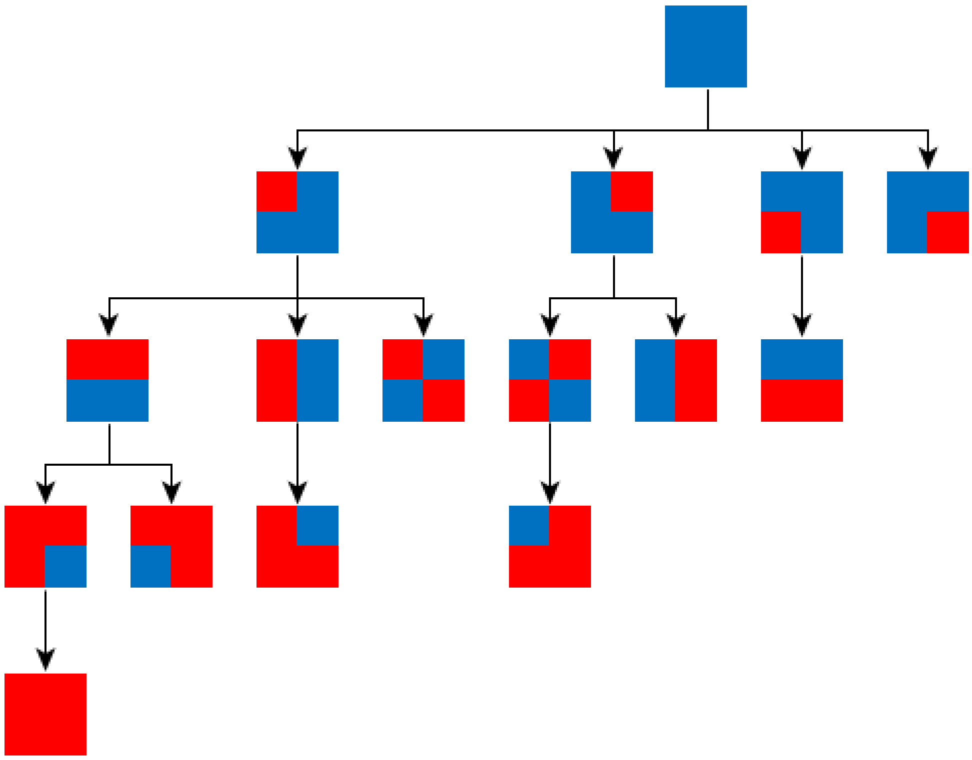
Az sem közömbös számunkra, hogy a megképzett ágrajz elrendeződése milyen térbeli jellemzőkkel bír, azaz a gráf csúcsainak és éleinek kapcsolódási jellemzőin túl a hálózat egyes elemei milyen formában rendeződnek el. Jelentős tény, hogy ábránk elemei szimmetrikusan rendeződnek el, és a diagram szimmetriatengelye éppen az első, üresnek tekintett mátrixon, vertikális vonalban halad át. Ez a szimmetria még hangsúlyosabbá válhat, ha gráfunkat körkörös elrendezésben jelenítjük meg. *(55. ábra)*

6.9.1 Pixelszintű fák

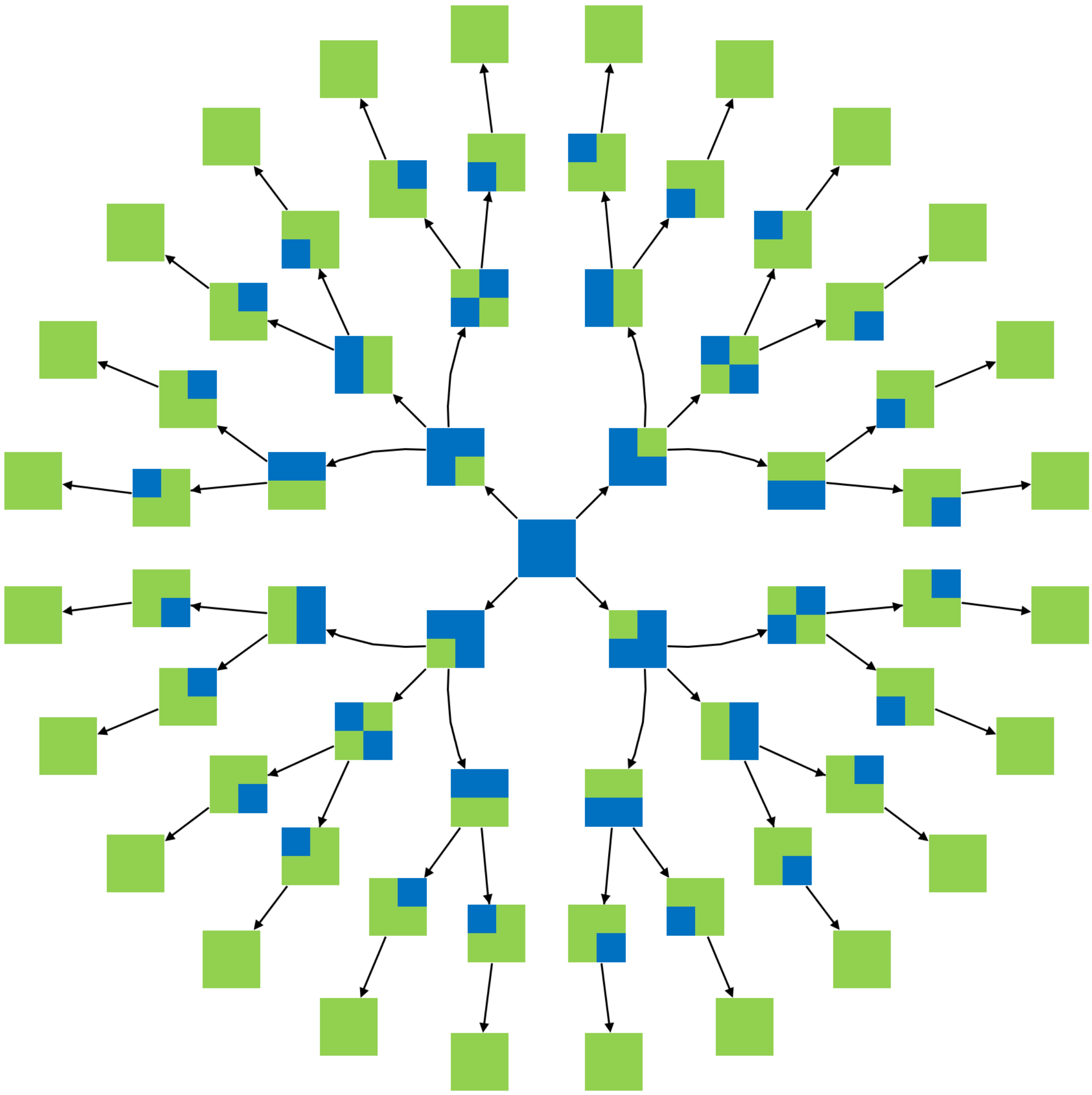
Mátrixaink előállításához úgynevezett döntési fákat olyanmódon is alkalmazhatunk, hogy azok élei nem mátrixpermutációkat kapcsolnak egybe, hanem a mátrix egyes összetevőit, a pixeleket kötik össze. Diagramunk így a lehetséges színek intervallumán, az egyes kromatikus értékek közti hullámzás formáját fogja felvenni. *(56. ábra)*



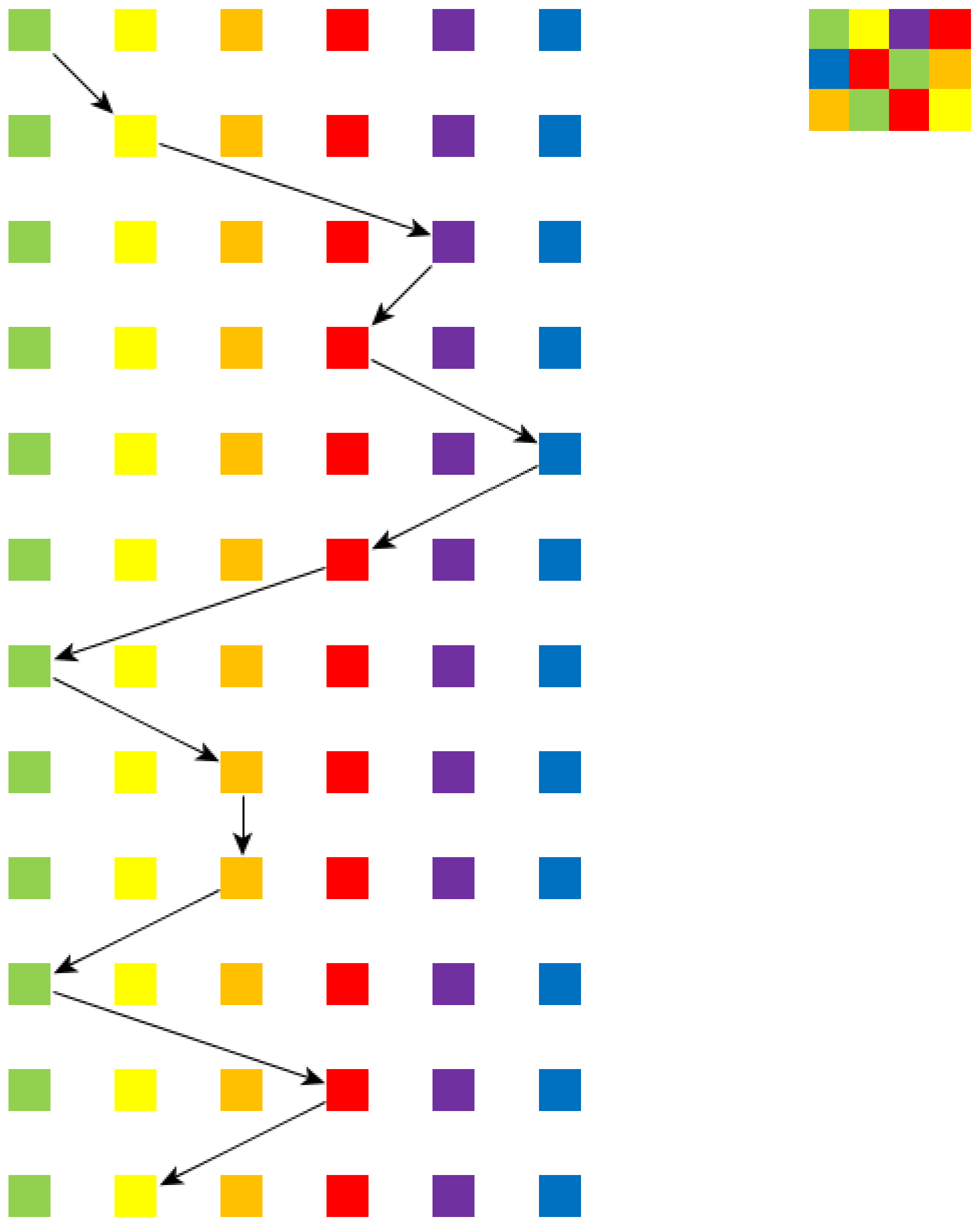
53. ábra: Mátrixpermutációs fa



54. ábra: Ismétlésmentes mátrixpermutációs fa



55. ábra: Középponti elrendezésű mátrixpermutációs fa



56. ábra: Pixelszintű fa

6.10 Mátrixnyújtási műveletek

Egy pillantás erejéig már betekintést nyerhettünk abba, hogy mátrixaink cellatartalmával milyen műveleteket végezhetünk. Ám ha előzőleg a cellák tartalmának bizonyos ismérvek szerinti módosításáról beszéltünk, úgy itt most az egyes cellák megtöbbszörözését, a mátrix sorainak és oszlopainak megsokszorozását fogjuk bemutatni, ezt az elért hatás szempontjából egyfajta nyújtási műveletnek is nevezhetjük.

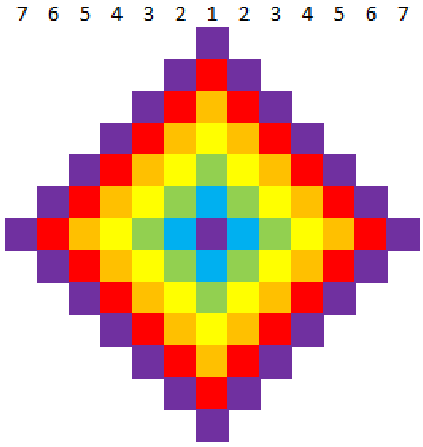
A nyújtás mértékét az egyes oszlopok vagy sorok ismétlésszáma fogja meghatározni. Ha például a mátrix minden egyes sorát és oszlopát azonos mértékben sokszorozzuk meg, egyszerűen a minta torzításmentes méretnövelését, nagyítását fogjuk elérni. Nem feltétlenül szükséges ugyanakkor, hogy ez az ismétlésszám a kép teljes terjedelmén konstans jellegű maradjon, így a nyújtási műveletek különféle algoritmus-változatai állíthatók elő, a forráskép különféleképpen pulzáló változatai képezhetők meg, ahogy azt az alábbiakban látni fogjuk.

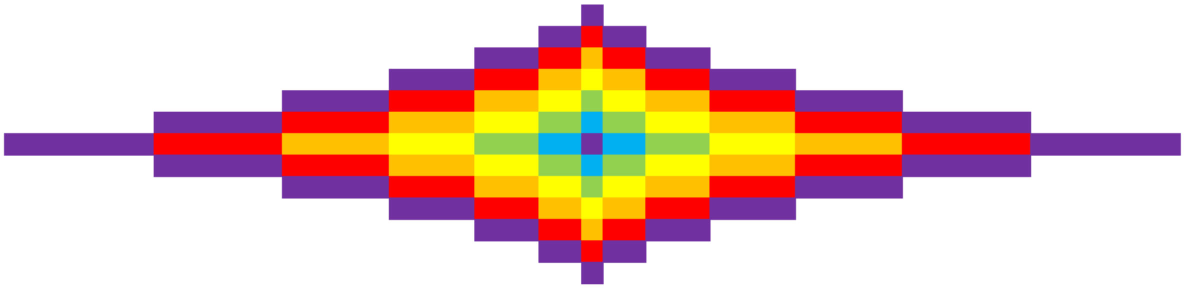
Kiinduló elemsorunk egy rombusz-szerű forma, melyet úgy szerkesztettünk meg, hogy a minta középpontja köré újabb és újabb és újabb színhéjakat vonunk, választott színskálánk sorrendje szerint. Így egyfajta prizmatikus, sugárszerű hatást értünk el.

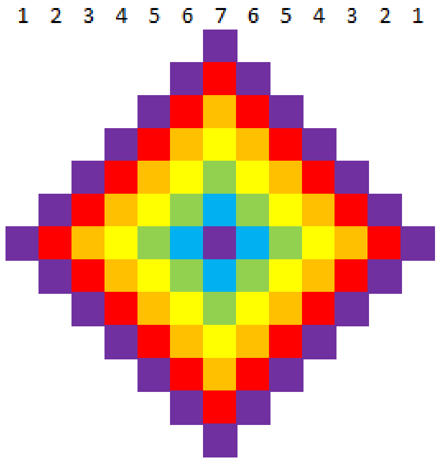
A nyújtási műveletet ábráinkon úgy jelöljük, hogy forrásmátrixunk megsokszorozni kívánt sorai és oszlopai mellé számokat írunk. Ezek a számok a vonatkozó modulcsoportok sokszorozásának mértékét fogják jelezni.

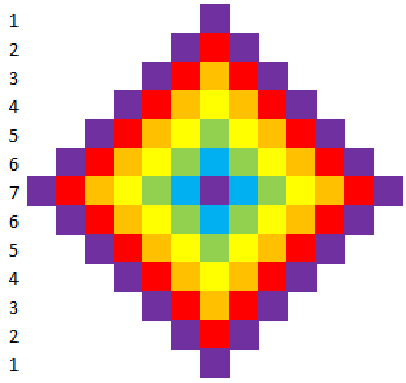
Itt az egyes mezőkre vonatkoztatható számmérték adott modul sorában és oszlopában jelölt értékek szorzataként fog előállni, és az adott színmodul alapulvételével megképzett, több modulból álló egységes felület méretét fogja megadni.

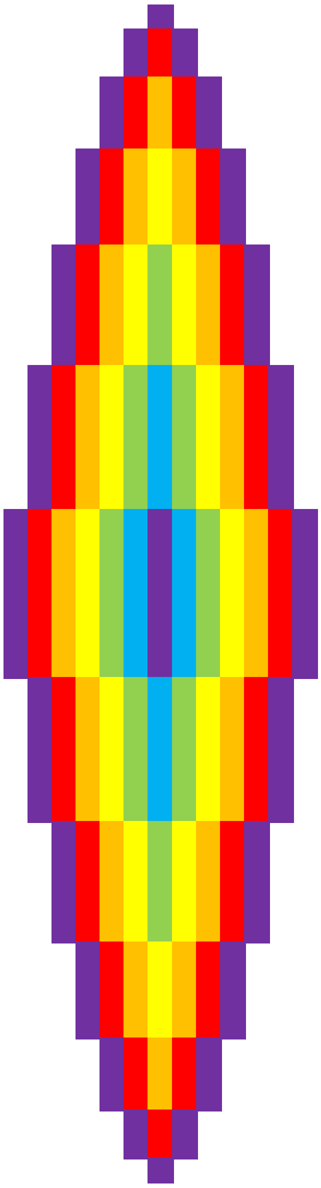
Fenti módszerrel szinte már térbelinek ható vizuális hatásokat érhetünk el (lásd a gömbszerű torzítás példáját). Ezt a térbeli hatást jelen esetben többelemű modulfoltok előállításával értük el. Itt tehát egy sík rácson értük el a térbeliség benyomását. Azt a lehetőséget is megvizsgálhatnánk azonban, hogy hasonló cél érdekében közvetlenül a megjelenítés alapjául szolgáló rács térbeli jellemzőit befolyásoljuk. Ez a téma egy következő pont tárgya lehetne, erről azonban most hely hiányában le kell mondanunk. *(Az ábrák méretét a közölhetőség érdekében néhol méretarányosan csökkentettük.)*

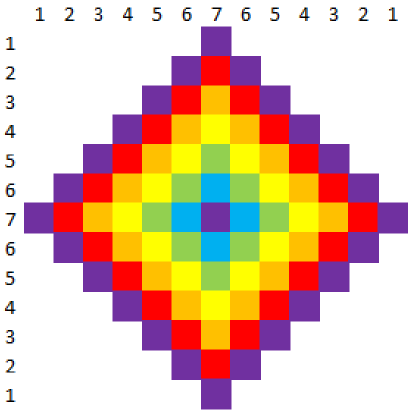

7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7

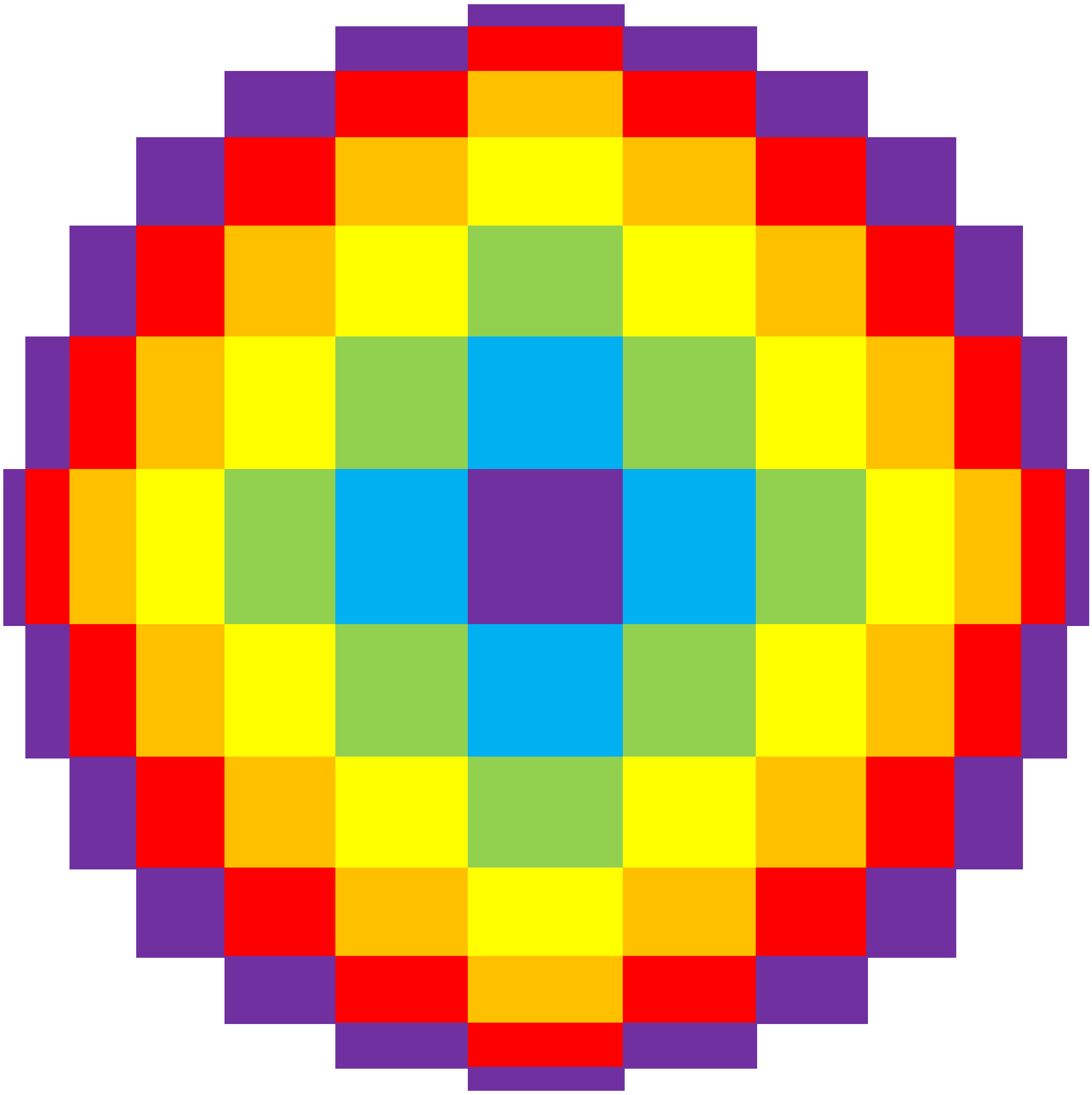


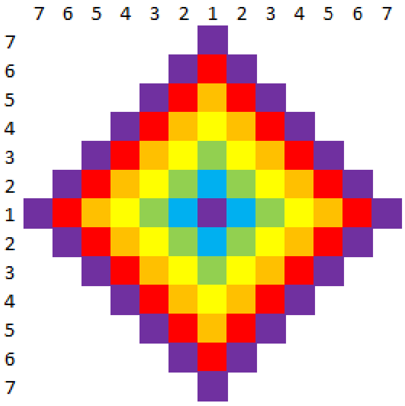

1 2 3 4 5 6 7 6 5 4 3 2 1

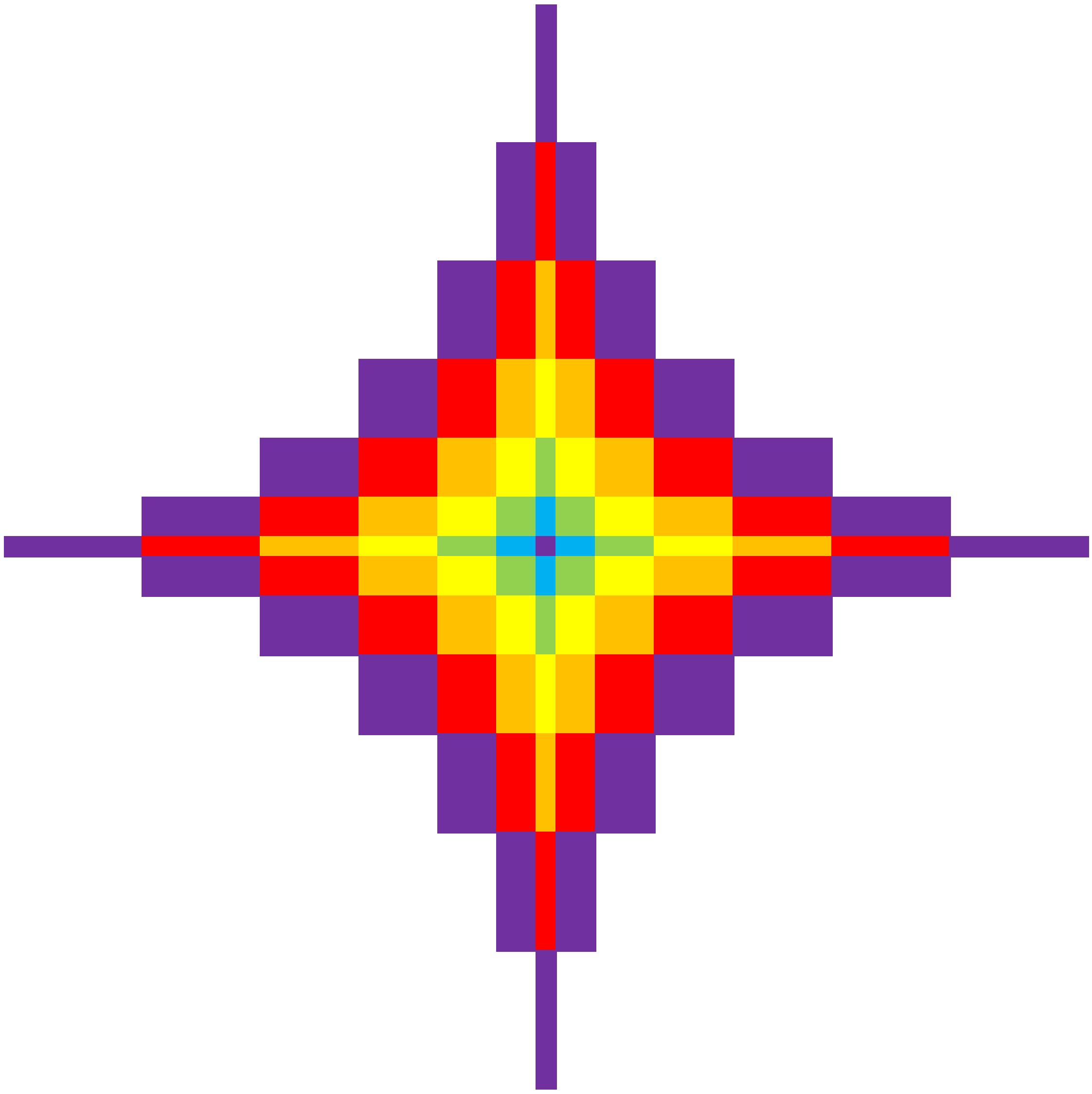

1
2
3
4
5
6
7
6
5
4
3
2
1

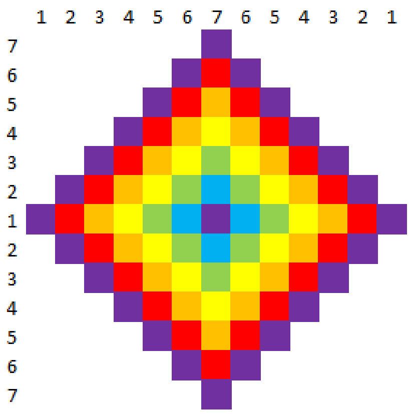


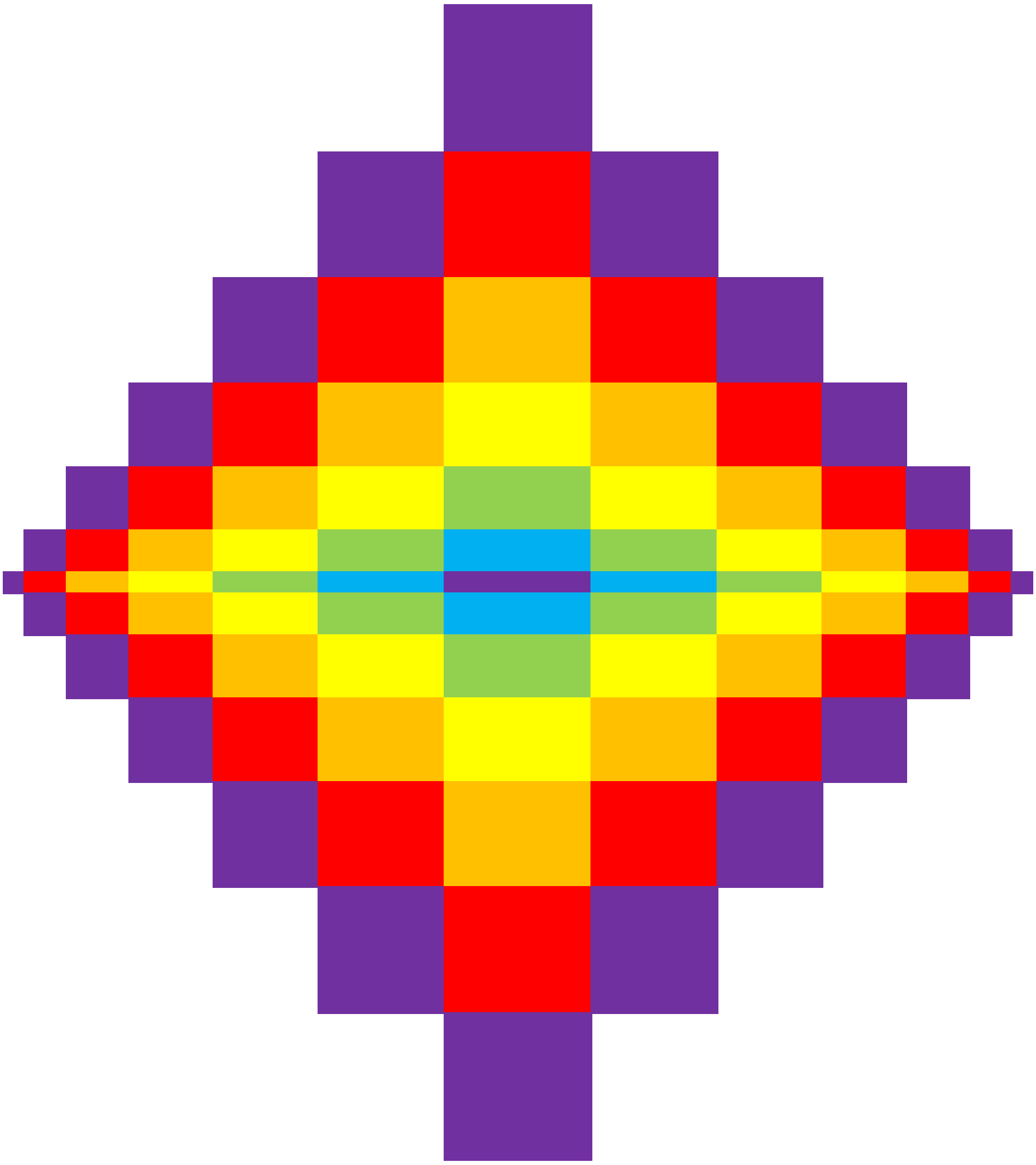

1 2 3 4 5 6 7 6 5 4 3 2 1
1
2
3
4
5
6
7
6
5
4
3
2
1

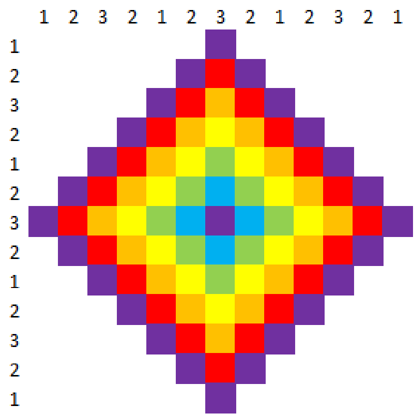


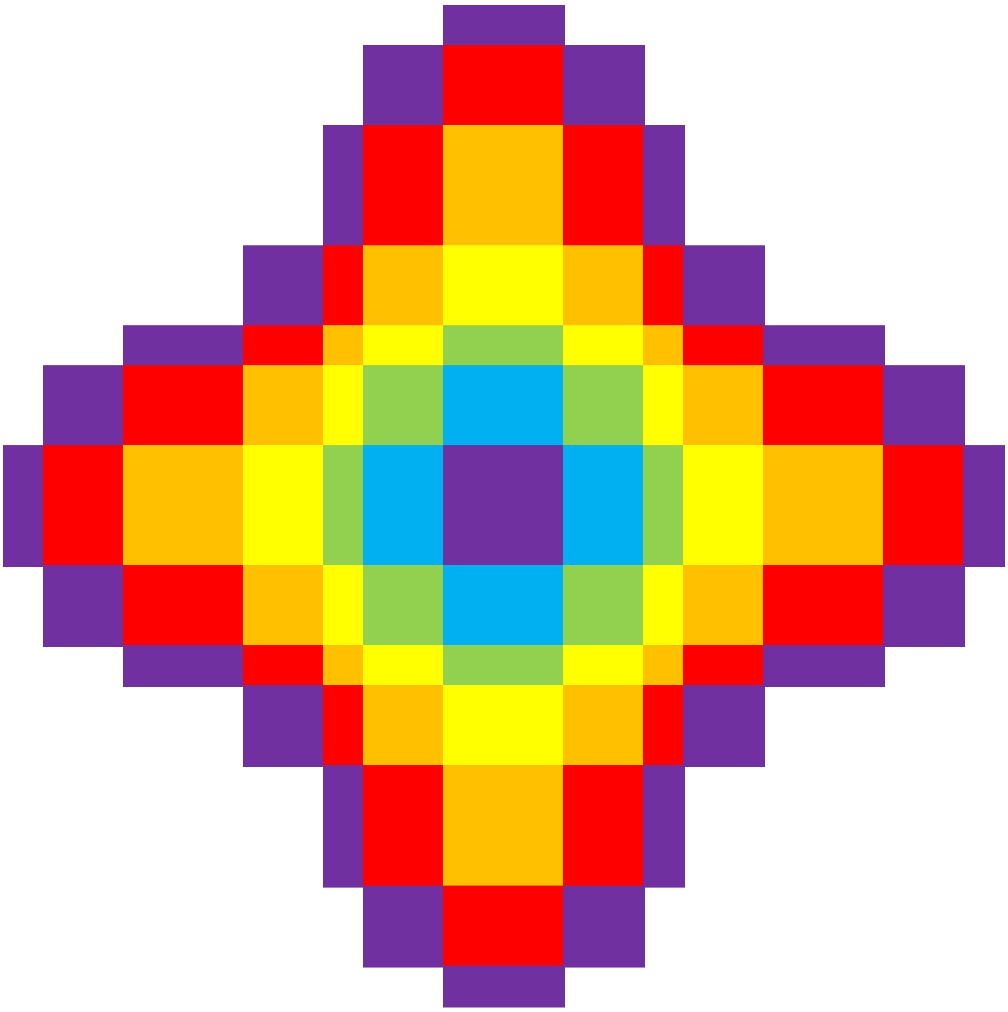

7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7
7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7

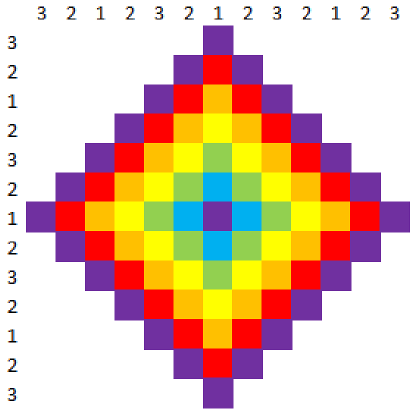


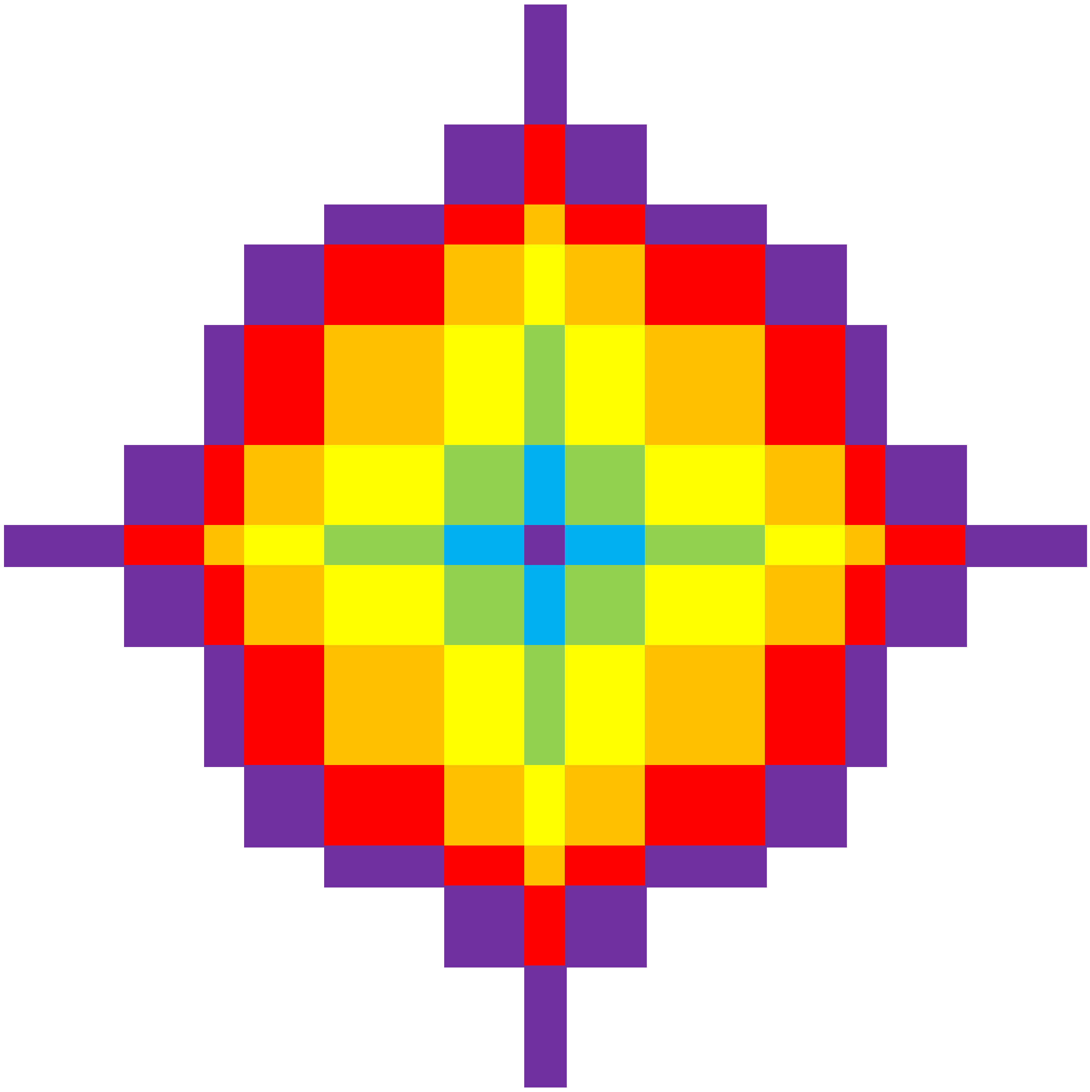

1 2 3 4 5 6 7 6 5 4 3 2 1
7
6
5
4
3
2
1
2
3
4
5
6
7

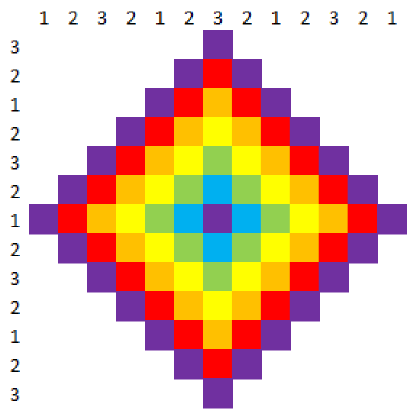


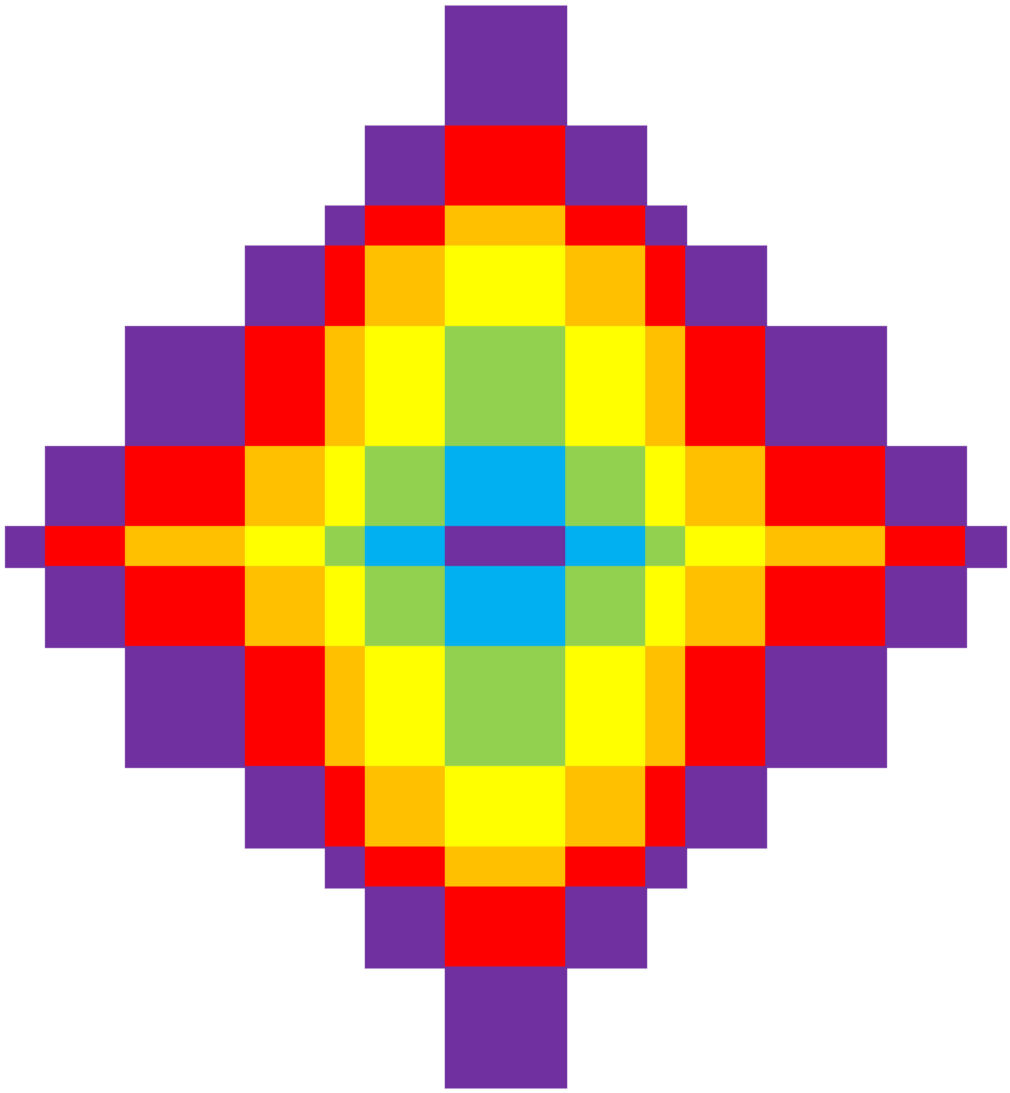

1 2 3 2 1 2 3 2 1 2 3 2 1
1 2 3 2 1 2 3 2 1 2 3 2 1




3 2 1 2 3 2 1 2 3 2 1 2 3
3 2 1 2 3 2 1 2 3 2 1 2 3







57-65. ábrák: Mátrixnyújtási műveletek

6.11 Zaj a mátrixban

Eddigi kísérleteink során figyelmünket többnyire a vizsgált moduláris rendszerek konstrukciós elveinek megalkotására, leírására fordítottuk. Alábbiakban azonban éppen ellenkezőleg, a struktúra felépítése helyett annak megbomlását, felbomlását fogjuk megfigyelni. A korábbiakban felhasznált héjas, „prizmatikus" struktúrát négyzetté egészítjük ki, szélességi és hosszanti méreteit a feladat jellegének megfelelően megkétszerezzük, így az egyes pixeleket itt négypixelnyi mezők váltják fel.

Az algoritmikus műveletek általános jellegzetessége, hogy szabályszerű végrehajtásuk úgyszintén szabályszerű végeredményre fog vezetni. Bármennyire banálisnak hangozzék is ez a kijelentés, jelentős következményekkel jár terveinkre nézve: ez ugyanis azt is jelenti, hogy rendszerünkbe véletlenszerű tényezőket (számokat, adatokat) kizárólag külső adatforrás felhasználásával vonhatunk be.

Ugyan algoritmizálhatunk véletlenszerűnek tűnő (úgynevezett pszeudorandom) struktúrákat – de valóban átfoghatatlan, a rendszerezhetőség elől minduntalan kitérő adathalmazokat csak „kaotikus rendszerek" működtetése által nyerhetünk. (Itt pedig csupán utalunk annak a filozófiai jellegű diskurzusnak a létére, amely szerint a valódi véletlen lehetetlen.)

Ilyen kaotikus rendszer az általunk felhasznált (a dublini Trinity College oktatója, *Mads Haahr* által a random.org címen működtetett) véletlenszámgenerátor is, amely a rádiózás esetén is tapasztalható úgynevezett atmoszférikus zajt alakítja át a felhasználó által megadott feltételeknek megfelelő (például intervallum, ismétlődés, adatmennyiség és így tovább) számsorokká.

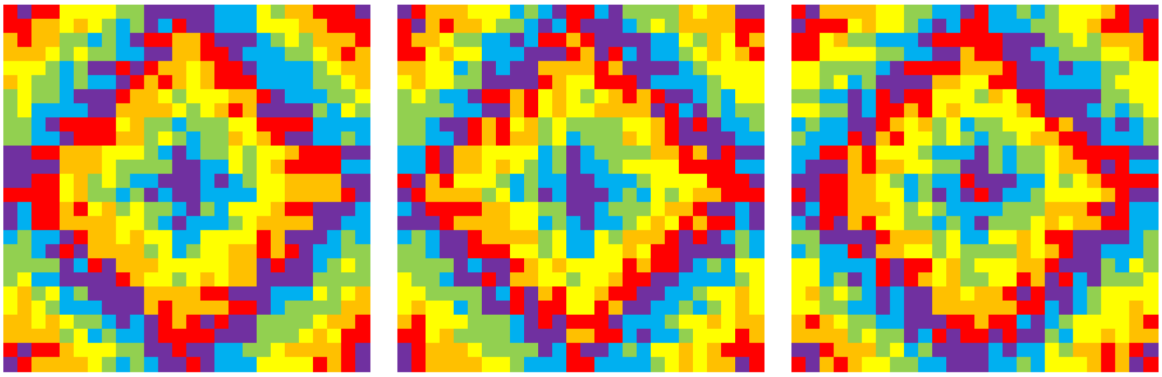
A zajt jelen összefüggésben és a legtágabb értelemben a meghatározottól való eltérésként értelmezem, ami ugyanakkor nem zárja ki a szóbanforgó zaj irányított vagy szabályos jellegét sem. Eljárásunk velejét továbbra is a mátrixműveletek fogják adni. Véletlenszámgenerátorral egy a módosítani kívánt forráskép pixelszámának megfelelő számsort hívunk le, hozunk létre, majd ezt a tömbformába tördelt, mátrixként értelmezett számsort a forráskép megfelelő szín-illetve számértékeihez adjuk hozzá.

Miután a forrásmátrix számértékeihez viszonyítottan az eredménymátrix számértékei véletlenszerű eltéréseket is tartalmaznak, a számszerű különbségek végső soron képpontszín-különbségekként fognak jelentkezni a kapott képeken. Képletesen szólva tehát azzal, hogy forrásképünk cellaértékeihez véletlenszerű értékeket adtunk hozzá, majd az így módosított számértékeket újból színértékeknek feleltettük meg, lényegében vizuális zajjal szennyeztük (vagy semlegesebben: módosítottuk) ábráinkat.

(Ehhez még hozzá kell tennünk, hogy ábráink színértékei továbbra is egy színkörben, ehhez kötötten mozognak, így a színértékek véletlenszerű módosulásával sem fogunk kilépni a színek ezen körbenforgó rendszeréből.)

Az a tény ugyanakkor, hogy ábráinkat véletlenszerű értékekkel manipuláljuk, nem jelent teljes szertelenséget vagy irányítatlanságot. Hogy többek között az alkalmazott véletlenértékek mely skálán, intervallumon mozognak, továbbá az egyes értékek mekkora valószínűséggel fordulnak elő, vagy hogy egyáltalán az egyes értékeknek milyen hatást, jelentést tulajdonítunk – ezek a kérdések már a szerzői mérlegelés területéhez tartoznak, és az alkalmazott eljárások függvényében különféle vizuális eredményekre vezethetnek.

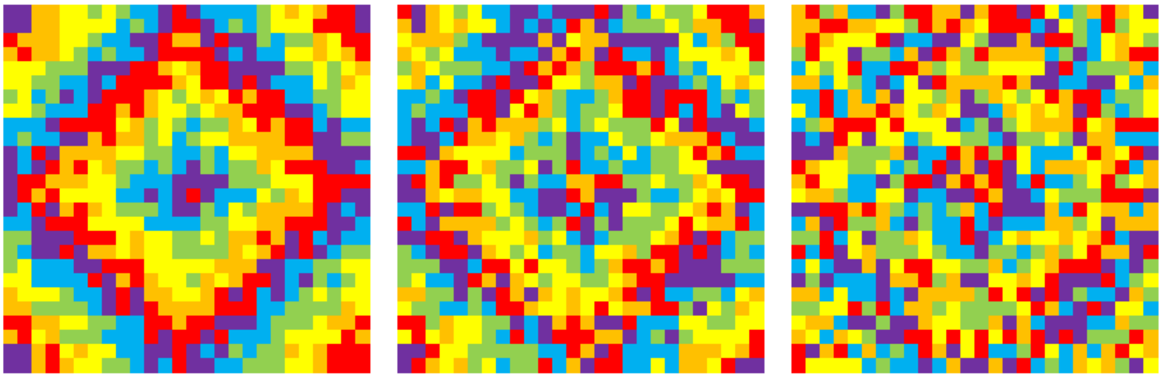
Ugyanakkor nem csupán az alkalmazott algoritmus jellege változhat, de az algoritmusba táplált véletlenadatok változékonysága is befolyásolja a kapott ábrák milyenségét. Első képsorunkon ugyanazon algoritmus különböző véletlenadatokkal számított végeredményei láthatók (az alkalmazott szabály szerint a forráskép színértékei legfeljebb 1 egységnyivel növekedhettek, azaz a zajmátrix nullákat és egyeseket tartalmazott).



66. ábra: Különböző véletlenadatokkal számított zajkeltő algoritmus

Eljárásunk itt olyan érzetet okoz, mintha forrásábránkat fodrozódó víztükör alatt látnánk megjelenni. Mivel forrásképünkön az egyes színhéjak közötti színeltérés egy egységnyi (és a héjak szélessége ugyanennyi), ezért a véletlenszerűen felbukkanó szintén egy egységnyi eltérések azt eredményezik, hogy a zajhatással érintett ábrahelyeken átfolyásokhoz hasonló képi hatásokat tapasztalhatunk.

Következő ábrasorunkon az egyes cellák színérték-módosulásának megengedett mértéke növekvő jelleget mutat. Míg a képsor első tagjánál a forrásértéktől való eltérés csak 1 egységnyi lehet, addig a következő képen már 2, végül 3 egységnyi eltérést is lehetővé tettünk. Eljárásunk egy fokozatosan egyre zajosabb hatást keltő sorozatott eredményezett, ami ugyanakkor egyfajta pointillista benyomást tükröz.



67. ábra: Növekvő mértékű zajosság

Az eddig bevezetett zajhatások a képek eredetileg is alkalmazott színskáláján mozogtak – ez azonban nem szükségszerű követelmény. A zajhatás például akár fekete képpontok formájában is jelentkezhet, ahogy az sem feltétlenül szükséges, hogy a zajhatás pontszerű formában jelentkezzen. Ez megjelenhet például színsávok vagy a pontnál nagyobb foltok formájában is.

Mi következő példánkban ugyan maradunk a pontszerű zajképnél, azonban ezúttal az egyes cellahelyek színértékeinek módosítása helyett a zajjal érintett cellák törlését fogjuk elvégezni. Nevezhetjük ezt az eljárást egyfajta eróziónak is. Ám nem csupán a képpontok eltűnéseként olvashatjuk az ábrasort, hanem úgy is, mint ami a változatlanul, érintetlenül hagyott képpontokat mutatja (ehhez hasonló sorozatot egyébként a korábbi képsorainkból is kinyerhetünk).

68. ábra: A minta eróziója

További érdekes probléma volna végül a forráskép különböző zajrétegekre történő felbontása is, ami az észlelt végeredményt tekintve úgyszólván megsokszorozná a kezdőábrát. Ezeket a zajrétegeket egybe- vagy összemásolva aztán újból a hiánytalan képet kapnánk, a sorozat tehát egyetlen képet tartalmazna, zajszerű részekre bontottan. Ennek ismertetésétől most hely hiányában eltekintünk.

A vizsgált problémának kriptográfiai vonatkozásai is vannak, a téma a képbe rejtett vagy kódolt kép, általános megnevezéssel a szteganográfia témaköréhez is kapcsolódik (ez a rejtett kép aztán egy úgynevezett szűrőkulccsal kinyerhető a fedőképből – ennek feldolgozását láthatjuk például Szegedy-Maszák Zoltán bizonyos munkáiban is[124]), ez a problémakör azonban már meghaladja pontunk tartalmi kereteit.

[124] Szegedy-Maszák, Zoltán: Variációk Steganográfiára (1999) *https://artpool.hu/intermedia/induktiv/szegedyhu.html (2022.08.03.)*

6.12 Rács-szuperpozíció

A szuperpozicó kifejezés befedést, felrakást vagy ráhelyezést jelent. Ennek megfelelően most lényegében egymásra halmozott rácsok vizuális jellemzőit fogjuk vizsgálni. A síkmátrixok térbeli vetületével kapcsolatos kísérleteinkhez hasonlóan most bizonyos értelemben elrugaszkodunk a síktól és egy térbeli művelet megvalósítását tűzzük ki célunkként, bár végeredményben mégis a művelet síkbeli vetületét fogjuk elemezni.

Eddigi kísérleteinktől ez az eljárás annyiban is különbözik, hogy míg korábbi eljárásainkban a rácsba foglalt modulok rajzoltak ki bizonyos mintázatokat, addig itt maguk az egymásra rétegzett rácsok lesznek a mintaadó elemek. A vizsgált jelenséget nevezhetnénk egyrészről interferenciának is, hiszen rácsozataink ütköztetésével fognak előállni a vizsgált sorozat elemei, ahogy a szakirodalomban szokásos még moiré-effektusként is hivatkozni az érintett mintázatokra.[125]

Az első táblán látható interferencia-rajzolatokat lényegében az egyes rácsok folytonosan és fokozatosan eltolódó vagy módosuló és csúszásban levő metszéspontjai adják ki. Az interferencia frekvenciáját, azaz az összeütközésbe került rácsozatok metszéspontjainak gyakoriságát, az előálló interferenciakép pulzálásának, rezgésének mértékét pedig a két rácsszerkezet egymáshoz viszonyított helyzete, példáinkban a felső rács forgatási szöge fogja meghatározni.

Példáinkon 1-től 12 fokig terjedően, fokonkénti felosztásban láthatjuk interferenciakísérletünk ábráit. Milyen szabályszerűségeket figyelhetünk meg mintáinkon?

A felső rácsréteg egyfokos forgatásánál még úgy tűnik fel számunkra, mintha mintázatunk közepén egy fényforrás gyulladna fel, melyet aztán egyre több csomópont felfénylése követ. Interferenciaképeink sorozata egy diffúz határokkal rendelkező, folytonosan táguló (vagy

---

[125] A gyakorlatban rácsinterferenciát látunk akkor, amikor bizonyos feltételek mellett (pld. rácsok egymáshoz viszonyított helyzete, az egyes rácsok felbontása) két rácsrendszer egymással összeütközésbe kerül. Gondoljunk például egy digitális kijelzőről készült – szintén digitális – fényképfelvétel esetére! Bővebben lásd: Amidtor, Isaac: The Theory of the Moiré Phenomenon. *Springer, Dordrecht, 2000.*;

A moiré-effektus művészeti felhasználásához lásd: Kurashima, Takahiro: Moirémotion. *Lars Müller Publishers, Zürich, 2020.*

éppen szűkülő), másodlagos rácsmintázatot fog kiadni, melynek felbontása vagy modulsűrűsége felső rácsunk forgatási szögének függvényében változik.

Egyértelműen látható, hogy az interferenciakép először egy négyosztatú, majd tizenhat- és harminckétosztatú interferenciarácsot ad ki, amely dinamikája szerint mintha egymásra helyezett rácsaink középpontja felé tartana. Bár közölt példáinkon ezt már nem követhetjük végig, a felvázolt folyamat egészen a felső rács 45 fokos elforgatásáig tart, amikortól is a folyamat megfordul, és az interferenciarács bizonyos értelemben távolodásként vagy szűkülésként is felfogható felbontásnövekedése csökkenő tendenciába fordul át, miközben az interferenciarács egésze is forgómozgást végez.

Amíg a mozgatott rácsozat kezdőállapotához visszatér, azaz amíg egy 360 fokos fordulatot ír le, összesen 4 interferencia-ciklus fog kirajzolódni. Ez tehát azt jelenti, hogy az interferenciarács növekedő és csökkenő frekvenciaciklusa is kétszer fog megismétlődni egy teljes kör folyamán. Itt is megnyilvánul tehát a kísérleteink sorában oly gyakran felbukkanó szimmetria.

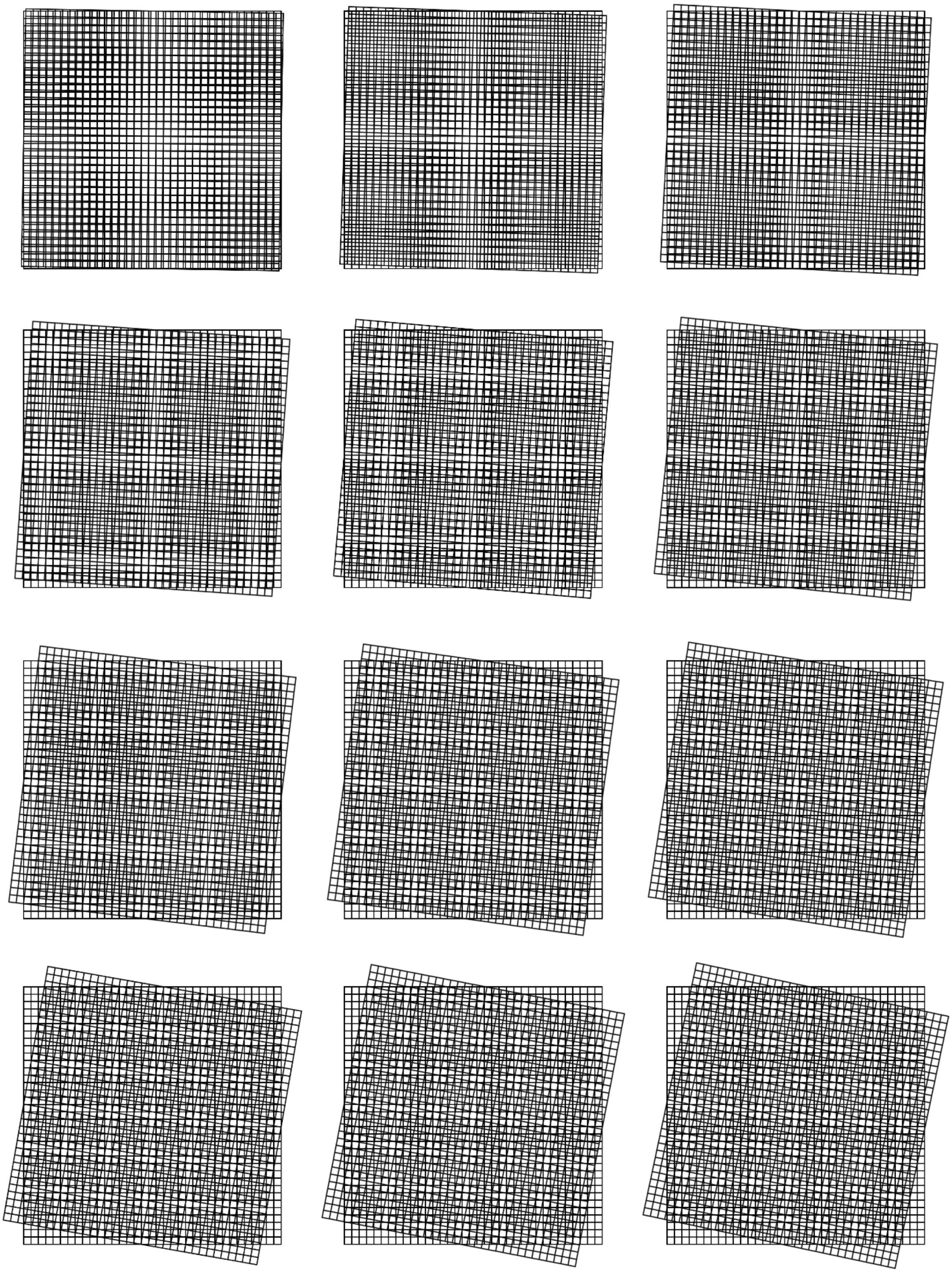
Természetesen egy négyzetalakú négyzetrács 90 fokos forgatásával is már a kezdőállapottal azonos vizuális végeredményt fogunk elérni. Ez értelemszerű, hiszen egy ilyen rács teljes kört leíró forgatásának folyamatában összesen négy olyan egyensúlyi állapot lesz, melyben a szuperpozíció rácstagjai teljes fedésben vannak egymással, és ilyenformán egymástól megkülönböztethetetlenek is lesznek.

Eddig interferenciaképeinket egy távolabbi perspektívából, az összkép szempontjából szemléltük. Nézzük meg most, hogyan épül fel a tárgyalt interferenciarács egy nagyobb közelítésben! Az interferenciarács egyes csomópontjaiban egymásba kapaszkodó, egymással részben fedésben álló alakzatok, csillám- vagy csillagszerű képződmények sorát láthatjuk.

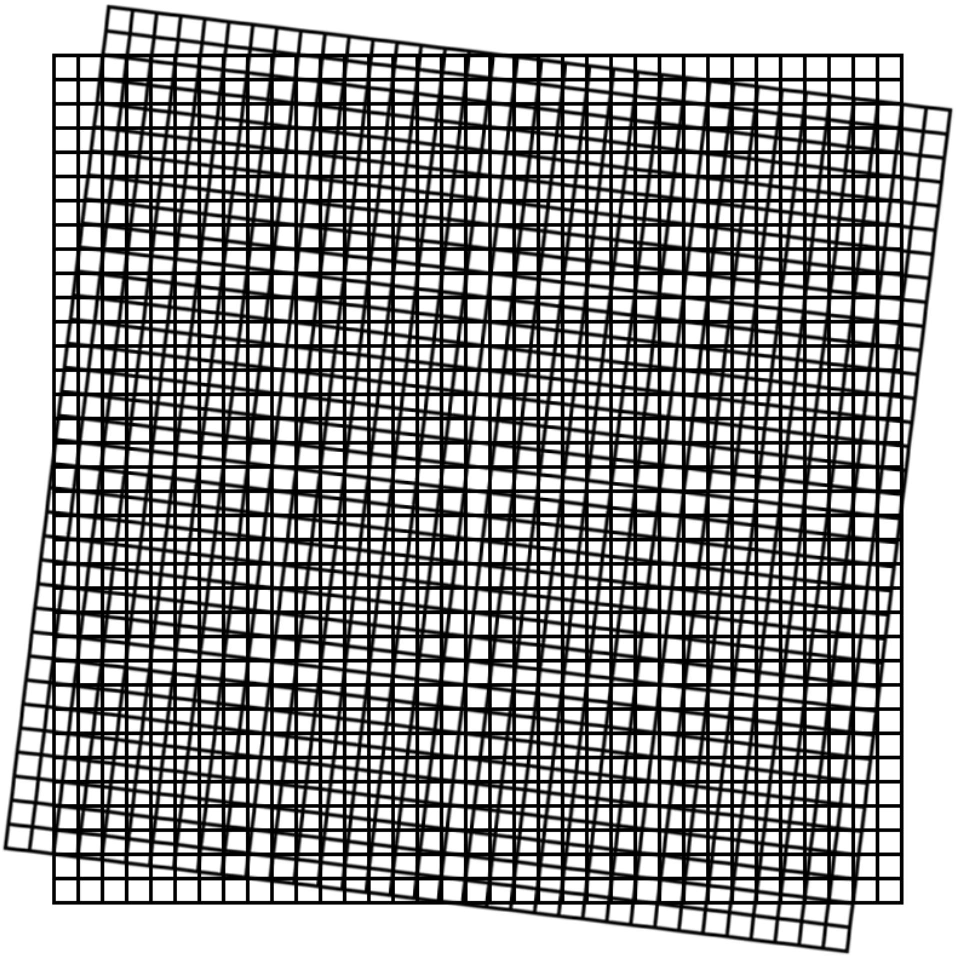
Az átfedésben levő csillámformák sorozata interferenciarácsunk diffúz jellegét eredményezi. Ha pedig egy elszigetelt csillagformát figyelünk meg, azt láthatjuk, hogy ez két mag- vagy mandulaszerű forma kereszteződése által áll elő. De mi okozza ennek a mag- vagy cseppszerű mintának a megjelenését?

Ha most az egymással összjátékba lépő rácsok bizonyos kitüntetett párhuzamosait vesszük szemügyre, a következőket láthatjuk. Az egyes egyenespárok periodikusan átszelik a szomszédos rács velük fedésbe került egyenespárjait. Ezek az egyenespárok az alkalmazott rácsok méretjellemzőinek és aktuális dőlésszögük függvényében pulzáló, ívelt és szimmetrikus formákat hasítanak ki egymásból.

Az intereferenciarácsot kiadó ívelt formák a mozgatott rács forgatási szögének növelésével egyre rövidebbekké válnak, azaz összességében egyre gyakrabban fordulnak elő a mintázatban – egyre intenzívebben hullámzanak. Más szóval: minél nagyobb a mozgatott rácsréteg forgatási szöge, a fénypászmák pulzálásaként jelentkező interferenciakép rácsfrekvenciája úgy válik egyre sűrűbbé (egészen a 45 fokos csúcspontig bezárólag, mely után, mint mondtuk, a folyamat végül irányt vált).



69. ábra: Rács-interferencia (1-12 fokig)



70. ábra: Rács-interferencia (részlet)

6.13 Sejtautomata-kísérlet

A korábbiakban, úgynevezett mátrix-statikai kísérleteink kapcsán már szó esett arról, hogy rácsrendszereink nem csupán statikus jellegűek lehetnek, azaz nem kizárólag egyetlen, nyugalmi állapot leképezésére alkalmazhatók. Ellenkezőleg: rácsmodelljeinknek olyan leképezési szabályokat is adhatunk, melyben a rácsmodulok dinamikus jellemzőkkel bírnak – interakcióba lépnek környezetükkel, ami adott esetben az egyes modulok szomszédos elemeit jelenti.

Az említett interaktivitás ebben az összefüggésben információátadást jelent. De mit közölhet egy rácselem az őt övező elemekkel? A modul elsősorban úgyszólván önmagát közölheti, azaz egy bináris, kétállapotú elemekkel rendelkező rendszerben maradva telített vagy telítetlen állapotát közvetítheti a környező elemeknek.

Ha rácsszisztémánknak olyan szabályokat adunk, melyben az egyes elemek telített vagy telítetlen állapotát (vagy tágabban: milyenségét) a környező elemek telítettségi viszonyai befolyásolják, akkor egy dinamikus, folytonosan változó elemegyüttállásokat eredményező rendszerhez juthatunk. Az ilyen dinamikus rácsrendszereket nevezzük sejtautomatának.[126] Alábbiakban egy ilyen rendszer ismertetésére teszünk kísérletet.

Adott tehát először is egy, az egyszerűség (és áttekinthetőség) kedvéért 5x5-ös felbontású négyzetrács. A rácsban telített és telítetlen mezőket határozunk meg, és a következő leképezési szabályokat fektetjük le. A mátrixban balról jobbra, és felülről lefelé haladva vizsgáljuk meg az egyes modulok állapotát. A telített elemek értéke 1, a telítetlen elemek értéke 0 lesz.

Amennyiben adott elem vízszintes és függőleges szomszédainak összegzett számértéke páros szám, úgy a modul állapota változatlan marad. Ellenkező esetben, azaz a vizsgált cella szomszédos értékeinek páratlan összege esetén a modul állapota változni fog. A cella átlós, diagonális szomszédait itt most figyelmen kívül hagyjuk[127].

---

[126] A téma közérthető összefoglalását lásd: Wolfram, Stephen: A New Kind of Science. *Wolfram Media, Champaign, 2002.*

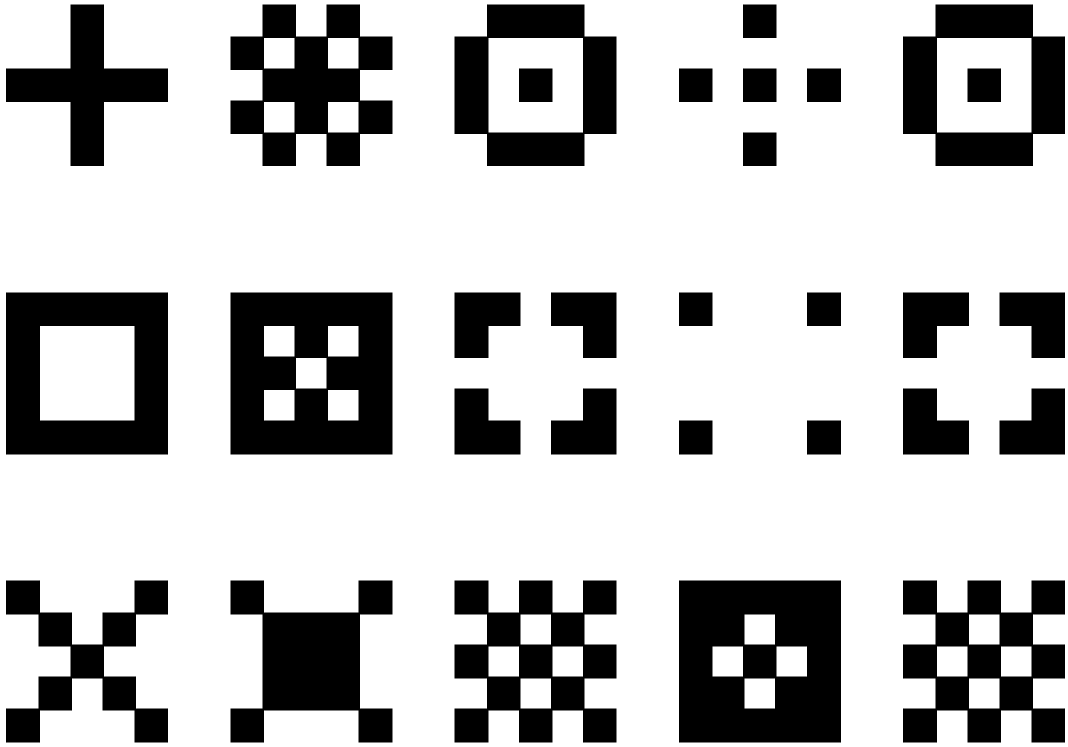
[127] Ezt a szomszédossági módozatot hívja a sejtautomaták szakirodalma Neumann-szomszédosságnak, amely a terület úttörőjéről, *Neumann Jánosról* kapta nevét, aki 1966-ban megjelent *Theory of Self-Reproducing Automata* című könyvében fektette le a téma alapjait. lásd: Neumann, John von: Theory of Self-Reproducing Automata. *Universtiy of Illinois Press, Urbana and London, 1966.*

A kapott eredményeket egy újabb mátrixba jegyezzük fel, ez lesz mátrixunk első iterációja. Műveletünket az első iteráción végrehajtva kapjuk meg mátrixunk második iterációját, és így tovább, de organikus hasonlattal élve az iteráció kifejezés helyett használhatjuk a generáció fogalmát is. Fontos továbbá megjegyeznünk, hogy mátrixunk állapota generációnként, és nem elemenként változik, így a szomszédossági viszonyok egybevetését mindig az előző generáció állapota alapján végezzük el – olyan ez, mintha rácsunk értékei minden körben egyszerre váltanának (vagy nem váltanának) állapotot.

Hozzátehetjük még, hogy a mátrix legszélső oszlopaiban és soraiban található elemek vizsgálatakor ezeknek értelemszerűen csupán a hozzáférhető, mátrixba foglalt szomszédait fogjuk figyelembe venni. A sejtautomata-modellben jelzett elemek összességére úgy is tekinthetünk, mint környezetükben változást előidézni képes erőhatásokra, vagy egyfajta organikus rendszerre, ökoszisztémára. Továbbá olyan rendszerként is felfoghatjuk modellünket, amelyben az elemek között kölcsönös vonzások és taszítások érvényesülnek.

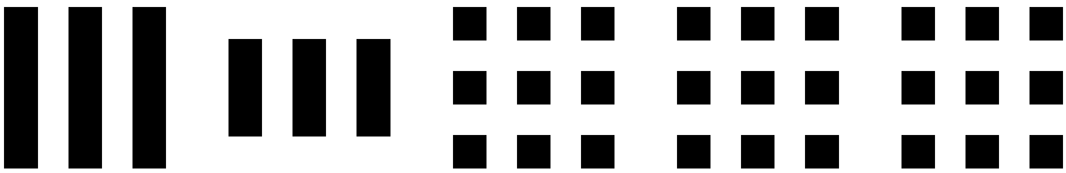
A sejtautomata, mint organikus rendszer hasonlatánál maradva, fent jelzett szabályaink a következőképpen is kifejezhetők: amennyiben egy élő (1-es értékkel rendelkező) cellának 0, 2 vagy 4 élő szomszédja van, úgy a cella életben marad, amennyiben pedig egy holt (0 értékű) cellának 1 vagy 3 élő szomszédja van, úgy a cella feléled.

Lássuk először is mire jutunk, ha szabályainkat a gyakorlatban alkalmazzuk? Érdekes lehet megfigyelnünk, hogy egy bizonyos iterációszámon felül mintázataink végtelen ciklusba kerülnek, így folytonosan ismétlődő mintasorok állnak elő. Ez szabályos kezdőmintázatok esetén különösen szembetűnővé válhat, az így előálló mintasorok pedig eljárásunk jellegét is szemléletesen jelenítik meg. Illusztrációnkon három különböző kezdőállapot 4-4 generációját láthatjuk.



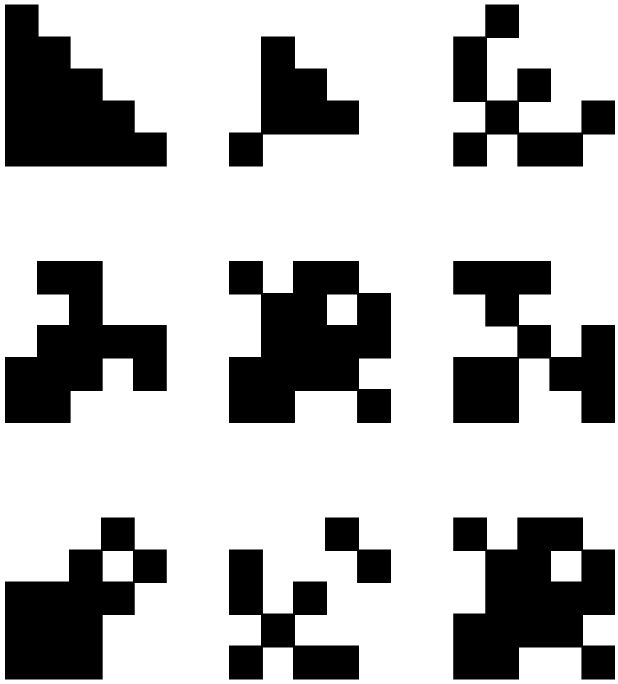
71. ábra: Szimmetrikus kezdőmintákkal működtetett sejtautomata

Ugyanakkor találhatunk mozdulatlanságba torkolló kezdőmintázatokat is:



72. ábra: Mozdulatlanságba torkolló kezdőmintázat

Következő példánkon azt figyelhetjük meg, hogy egymástól eltérő elem-konstellációk is eredményezhetnek azonos kimenetelű iterációkat. Láthatjuk, hogy mind a negyedik, mind a nyolcadik iteráció azonos elemegyüttállásokat tartalmaz, holott az ezeket megelőző iterációk tartalma különbözik. Ezek alapján azt állíthatjuk, hogy eljárásunk nem visszafordítható jellegű, azonos elemegyüttállásoknak különböző előzményei lehetnek.



73. ábra: Egymástól eltérő elem-konfigurációk, azonos kimenetelű iterációk

Kísérleteinket eddig egy viszonylag alacsony, 5x5-ös felbontású és kötött, behatárolt méretű rácson folytattuk. Ha most rácsunk méretkorlátait felszámoljuk, tehát egy elviekben határtalan rácson vizsgálódunk, a korábbiakkal azonos szabályok mellett figyelemreméltó eredményekre juthatunk. Rácsunkba rajzolt kezdőmintázatunk ugyanis – bármilyen mintázatról is legyen szó – a minta terjedelmének függvényében bizonyos számú generációnként megtöbbszörözi, replikálja önmagát. Iterációról iterációra egyre terjedelmesebb és összetettebb alakzatok állnak elő a rácson, melyek akár a szakrális építészet alaprajzait vagy ornamentikáját is eszünkbe juttathatják. Ezek az összetett mintázatok aztán szintén, szinte virulens módon, tovább replikálódnak *(lásd 74. ábra)*.

A kapott mintasorok ugyanakkor a fraktálszerű jelenségeknél tapasztalható önhasonlósági jellemzőkkel is bírnak, azaz a mintázat perspektivikus, távlati léptékétől függetlenül azonos mintázatot ismételnek.[128] A vizsgált szabályszerűség egyben a komplex rendszerek azon

[128] Frame, Michael et al.: Fractal Worlds – Grown, Built, and Imagined. *Yale University Press, New Haven-London, 2016.*

jellemzőjét is jól szemlélteti, ami szerint viszonylag egyszerű alapfeltevésekből kiindulva is összetett rendszerjellemzőket állíthatunk elő.

Úgy tűnik fel számunkra, mintha a binaritás és a sokszorozódás között valamiféle mély összefüggés lappangana, hiszen éppen a binaritás az, amely életre hívja az egyes utáni másodikat, a másikat – ez a tény pedig a másolással is viszonyba állítható. Ahhoz, hogy megértsük, pontosan mi okozza algoritmusunk replikatív jellemzőit, figyeljük meg most az egyetlen telített pontból álló kezdőállapot kibomlását!

Az első iterációval, mint látjuk, egy keresztalakot kapunk, hiszen a kereszt szárai lesznek azok a helyek, melyeknek telített szomszédjuk van, ez pedig a mezők állapotváltásának egyik lehetséges feltétele. Másképp megfogalmazva, a kiinduló állapot egyetlen telített mezőjének minden egyes vizsgált szomszédja állapotot vált, azaz telítetté válik.

A második iteráció során a kereszt szárainak mindegyike átalakul, üressé válik, hiszen ezek azok a mintahelyek, melyeknek páratlanszámú szomszédjuk van. Ezen jellegzetesség alól egyedül a keresztforma középpontja – tehát kiindulópontunk képez kivételt, amely így telített maradhat. Mivel most a keresztcsúcsok szomszédjai lesznek azok a helyek a rácson, melyeknek egyetlen (azaz páratlanszámú) telített szomszédjuk van, így most ezek válnak telítetté, a középpont állapotát áthagyományozó sejtek pedig elhalnak.

Így tehát már a második iterációban előáll az alapminta megnégyszereződése, mely replikátumok immár leváltak a kibocsátó sejtből, ám működésükben értelemszerűen a kezdősejt jellemzőit viszik tovább.

A harmadik iteráció folyamán az egyes különálló sejtek reprodukálnák a kiindulósejt által megjelenített keresztképződést. Ám ehhez a sejtek között még nem áll fenn megfelelő távolság, így az egyes megképzett keresztek „őssejt” felőli, hipotetikus szárai összeütközésbe kerülnek az őssejttel, ami végül meggátolja megjelenésüket. Ezzel pedig egy zárt és hiányos keresztmintázat áll elő, egyfajta szem-szerű képződmény.

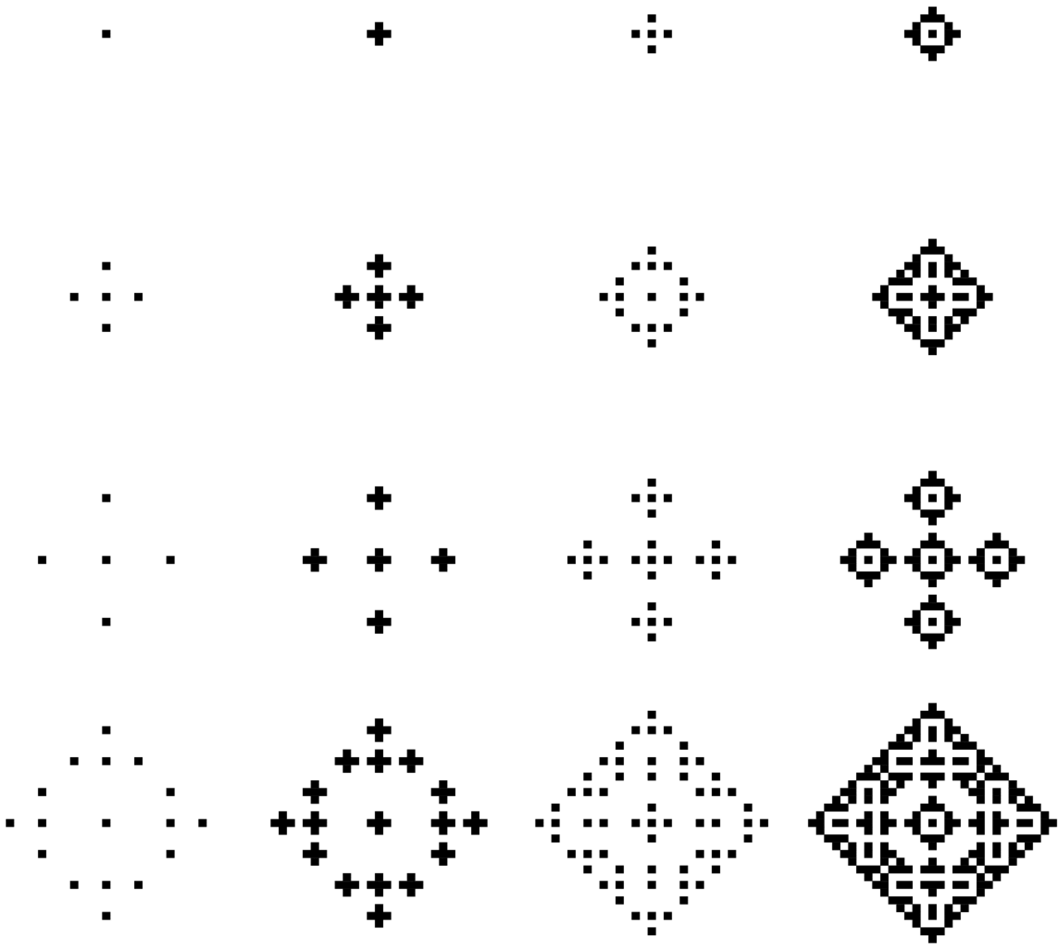
A negyedik iterációban előáll a második iterációban is látott elszigetelt, egyelemű sejtek halmaza, de immár egymástól az előzőekhez képest távolabbi helyeken. Így pedig a kibocsátó sejtek által megképzett minták összeütközése és összeomlása majd egy későbbi generációban fog bekövetkezni.

Az ötödik generáció az első, amelyben már nem csupán a pontok, de a pontokból képződő keresztek is különálló entitásokká válnak. Itt érdemes közbevetnünk, hogy a kezdőállapot telített mezője, bármely iterációt vizsgáljuk is, örökké telített marad. Ez a sejt a mindenkori, iterációról iterációra folytonosan bővülő és egyre komplexebbé váló mintarendszer örökös középpontja marad.

A fentiekben ismertetett séma a továbbiakban is változatlan marad, így tehát a következő általános folyamatot vázolhatjuk fel rendszerünk mintaképződésére vonatkozóan: *őssejt -> kereszt -> őssejt -> szem -> őssejt -> kereszt -> őssejt -> szem* és így tovább.

Ami végül az összminta folytonos tágulását illeti, úgy ezt a jellemzőt már algoritmusunk alapvetése is meghatározza, hiszen a telített mezők telítetlen szomszédjaik számára történő értékadása egyfajta szétáradó impulzusként vagy mozgásként is felfogható.

Mi a fentiekben a sejtautomata-szabályok meghatározásakor a számunkra szóba jöhető legegyszerűbb eshetőséget választottuk, és bináris, kétállapotú rendszert vizsgáltunk. Azonban arra is lehetőségünk adódna, hogy sokállapotú (vizuálisan kifejezve színes vagy szürkeárnyalatos) sejtautomatákat is létrehozzunk, ahogy a sejtekre alkalmazott leképezési és szomszédossági szabályok közül is egyetlen lehetőséget vizsgáltunk a számos egyéb lehetőség mellett. Továbbá a kétdimenziós négyzetrács alkalmazása helyett akár többdimenziós, térbeli rácsokat is vizsgálhatnánk, azonban ezek a feladatok jelen célunkon már túlmutatnak.



74. ábra: Egy pont iterációi

6.14 Mátrixláncolatok

Alábbiakban arra teszünk kísérletet, hogy mátrixok egymásba áttűnő sorozatát, láncolatát alkossuk meg úgy, hogy végül ezen láncolat utolsó eleme a sorozat első tagjához kapcsolódjon, mégpedig olyanképpen, hogy nem az alkotói önkény, hanem a logikai szükségszerűség erejénél fogva történjen meg a folytonos átalakulások folyamata.

Sejtautomata-kísérleteink után tehát ehelyütt újból egy dinamikus modulrendszert igyekszünk felvázolni – ezúttal úgy, hogy rendszerünkben zajló folyamatokat most nem egyes sejtek vagy rácspontok interakciójaként képzeljük el, hanem egy magasabb absztrakciós fokon, ezúttal teljes ponthalmazok vagy másképp egész mintázatok és mintasorok rugalmas, egymásba szinte átfolyó és pulzáló, egymást alakító kapcsolataként modellezzük.

Ahhoz azonban, hogy hozzáfogjunk a gyakorlati munkához, először is bizonyos elvi megalapozásra van szükség.

6.14.1 A képsor mint köztes alakzatokkal tűzdelt minták folyama

Először is azt kell újból leszögeznünk, hogy kép vagy minta alatt színértékekkel feltöltött modulhálót – „technikai” kifejezéssel élve mátrixot értünk, ahol is a színérték és a számérték egymásnak megfeleltethető fogalmakat jelentenek.

Első állításunk az, hogy bármely azonos színmélységű és felbontású minta között teremthető átmenet vagy kapocs úgy, hogy az összekapcsolni kívánt minták közé ezek mátrixművelettel (pontosabban összeadással vagy kivonással) elért különbségét iktatjuk. Ezt a két kép között levő – úgyszintén minta formájában kifejezett differenciát neveztük a korábbiakban reziduális mintának; A továbbiakban pedig érintett mintáinkra a „köztes kép” kifejezést is használhatjuk.

A következőkben bináris adattartalommal számolunk rácsainkban, azaz két különböző értékkel, egyesekkel és nullákkal töltjük föl mátrixainkat, ami természetszerűleg annyit jelent, hogy mintáink két színt, jelen esetben feketét és fehéret fognak tartalmazni.

Emlékeztetőképpen megjegyezhetjük, hogy mintáink egymásnak megfelelő képpontjai között a következő séma szerint végzünk mátrixműveleteket:

75. ábra: Képpontok összeadása

Mintáink a már általánosnak mondható ábrázolásmódnak megfelelően egy 5x5-ös négyzetrácsban kapnak helyet. A lehetséges minták száma adott keretek között, bináris színhasználat mellett is mintegy 33.554.432 elemnyi lehet. Mintáink jelszerűségének érzékeltetéseképpen ugyanakkor, illetve teljességre törekvésünk érdekében korlátozásokat kell bevezetnünk az alkalmazott mintakészletre vonatkozóan.

A mintaválasztás korlátozó ismérve ábráink szimmetrikus jellegének kívánalma lesz. Kísérleteim során arra az egyértelmű szabályszerűségre figyeltem fel, hogy a szimmetrikus jellegű mintákkal végzett műveletek eredménye minden esetben szimmetrikus jellegű minta lesz. Kézenfekvő kérdés lehet ezek után, hogy összesen vajon hány ilyen mintát szerkeszthetünk a megadott négyzetrácsban?

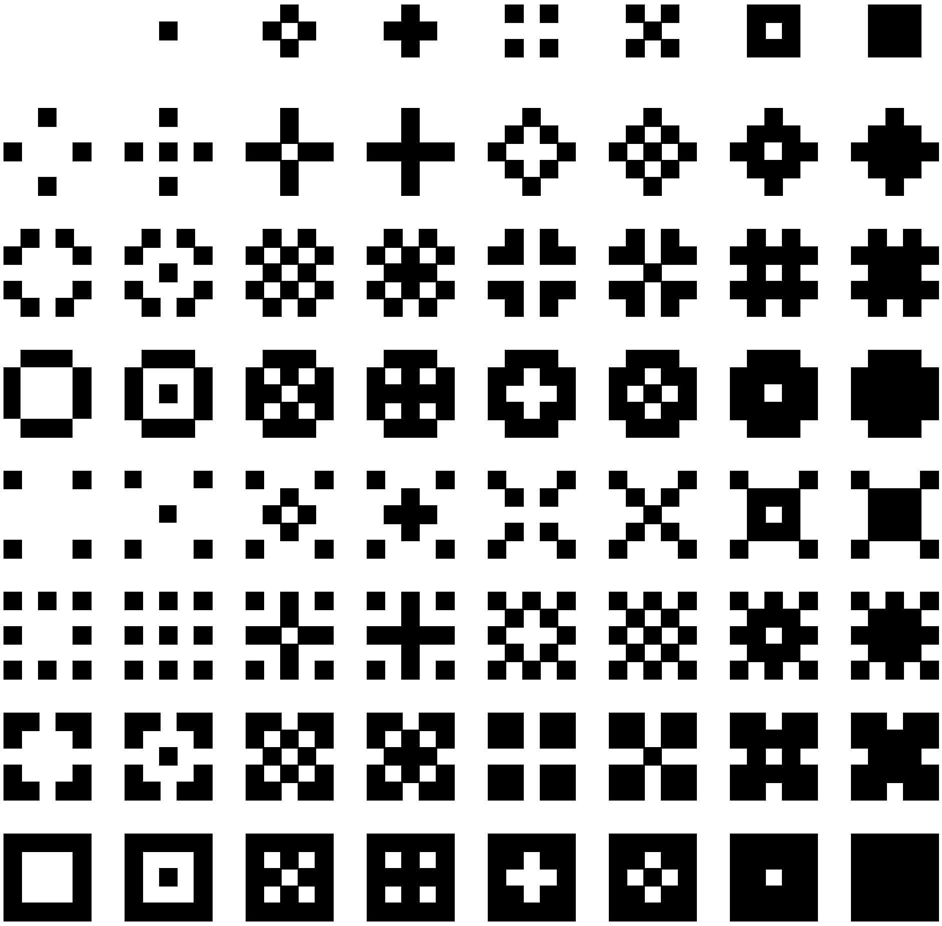
Mielőtt azonban megválaszolnánk ezt a kérdést, tisztáznunk kell, hogy pontosan mit is értünk egy minta szimmetriájának fogalmán. Munkadefinícióm alapján olyan mintákat kerestem, melyek telített és telítetlen képpontjainak sorrendje bármely irányú, 90 fokos tükrözéssel vagy forgatással sem változik meg.

Mint az világossá vált, egy 5x5-ös négyzetrácson mindösszesen 64 ilyen bináris és szimmetrikus mintázat lehetséges. (Ez a mintasor érdekes módon ugyanannyi elemet tartalmaz, mint a konfucianizmus mintegy ötezer éves, többek között jövendölésre használt szent könyvének, a Ji Kingnek[129] monokróm vonalakból álló jelkészlete.)[130] A kapott

[129] Wilhelm, Richard (szerk.): Ji King 1-2. *Helikon Kiadó, 2016. ford. Pressing Lajos*

[130] A Ji King és a bináris számrendszer kapcsolatához lásd még: Soós, Sándor: Leibniz és a Változások Könyve. *Magyar Filozófiai Szemle 2016/10.*

jelkészletet[131], melyet a minták bináris értékének megfelelő sorrendbe rendeztünk, az alábbiakban láthatjuk:



76. ábra: 5x5-ös felbontású, bináris és szimmetrikus minták teljes jelkészlete

Ami a sorbarendezett mintasorban kimutatható formai szabályszerűségeket illeti, itt azt láthatjuk, hogy képsorunk a folytonos, pulzáló telítődés folyamatát írja le. A szükségszerűnek ható, 8 sorból és oszlopból álló elrendezés azért is szemléletes, mert nyilvánvalóvá teszi, hogy az egyes sorok első eleme az adott sor telítődési kereteit jelöli ki, mely folyamat aztán soronként, újból és újból lezajlik.

[131] Az alábbiakban ismertetettekhez igen hasonló konstrukciókat fedezhetünk fel Molnár V. József Világ-virág *(Őskép Kiadó, Budapest, 2010.)* című munkájában, ami a négyzetrácsalapú „strukturális morfológia" egy sajátos, ideológiai alapállását tekintve nemzeti jellegű olvasatát adja. Rendszerét a szerző különböző archaikus- és népművészeti alkotásokra vetíti, megfeleltetései azonban meglehetősen légbőlkapottak, önkényesek és esetlegesek, nélkülözik a kritikai távlatot és a szükséges önmérsékletet, így az alkotó egyébként tiszteletreméltó törekvése: magánmitológiájának univerzálissá növelése végül (sajnos!) áltudománnyá dagad. (MM)

Figyeljük meg az elemek mindenkori középpontját! Ez folytonosan, oszlopról oszlopra a telített és telítetlen állapot között ingázik. Ugyanakkor további formai tendenciákat is megragadhatunk ikonsorunkban – az elemsor 8x8-as táblája, mint mondtuk, soronként is kirajzolódó, egyedi jellegzetességeket mutat.[132] További, talán még intuíció révén is belátható szabályszerűség az, hogy a teljes mintasor cellahelyei pontosan felerészt telítettek, amiből az is levezethető, hogy a teljes mintasor összegzésével képsorunk utolsó elemét, egy fekete négyzetet kapunk. Ennek a különleges mintatípusnak a következőkben különálló alpontot nyitunk.

De hogyha már a fekete négyzetet szóba hoztuk, akkor még azt is hozzátehetjük, hogy ebben a mintasorban ugyanúgy kimutatható az inverziós tengely jelenléte, mint ahogy ezt mátrix-permutációs példáink esetében láthattuk. Így tehát mintasorunk első fele éppen a második sorozatrész inverz mintáit tartalmazza, ami egyben azt is jelenti, hogy a két sorozatrész összeadásával ugyancsak fekete négyzetek sorozatát kapjuk.

6.14.2 A fekete négyzet mint inverziós elem

Az általunk vizsgált szimmetrikus mátrixok között mind a teljességgel telített (azaz kizárólag egyeseket tartalmazó), mind a kizárólag nullértékeket tartalmazó mintázatok sajátos helyet foglalnak el. Mindkettő elem különleges eredményeket ad ki, ha összeadás elemévé tesszük ezeket: a nullnégyzet (melyre fehér négyzetként is hivatkozhatunk) elemeink közül egyedüli módon, egy összeadás tagjaként változatlanul hagyja a művelet bármely másik tagját, illetve további érdekesség, hogy bármely önmagával összeadott elem kiadja.

A fekete négyzet jellemzői úgyszintén figyelemreméltóak, ez ugyanis megfordítja az összeadás másik elemeként szereplő minta színértékeit, azaz más szóval a fekete négyzet invertálja az összeadás másik mátrix-tagját. Ezek alapján a teljességgel telített négyzetrácsot inverziós elemnek is nevezhetjük.

[132] Ez többek között azzal is összefügghet, hogy mintasorozatunk egyes sorai a mátrixpermutációk teljes, nem csupán szimmetrikus alakzatokat tartalmazó sorozatán belül egymástól viszonylag távoleső halmazokat alkotnak. Míg például az első sor az 0-tól 473.536-ig terjedő elemcsoportban található, addig a második sor már az 4.211.716-dik és 4.685.252-dik elemek közti mintákat tartalmazza. (MM)

Utóbbi tételt megfordítva egyben azt is megállapíthatjuk, hogy bármely alakzat annak inverz másával történő összeadása esetén fekete négyzet áll elő. Ezeken túl pedig a vizsgált elemek speciális jellegét a mintasorban elfoglalt helyük is szemlélteti: míg a fehér (úgyszólván láthatatlan) négyzet elemeink sorozatában az első helyet foglalja el, addig a fekete négyzet a mintasor utolsó helyén szerepel. Ehhez aztán még azt is hozzátehetjük, hogy a fekete és fehér négyzetek egymás inverz alakzatai is egyben, az inverzió tehát egy bináris skálán szemlélve lényegében az ellenkező pólusba történő átcsapást jelenti.[133]

6.14.3 Mátrixláncolatok a gyakorlatban

Ahhoz, hogy tényleges, körkörös mátrixkapcsolati rendszereket szerkesszünk (melyek szemléletünk számára a minták transzmutációs ciklusaiként kínálják fel magukat)[134] először is azt a kérdést kell megválaszolnunk, hogy mintasorunk bármely mintájából a sor bármely másik mintájához eljuthatunk-e úgy, hogy a kiindulóminta és a célminta közé iktatott köztes kép is mintasorunk elemei közül kerüljön ki.

Ha válaszunk erre a kérdésre minden eshetőséget figyelembe véve az igen lesz, akkor kijelenthetjük, hogy szimmetrikus mintáink sorozata teljes és hiánytalan, hiszen ahogy említettük, a szimmetrikus mintákkal végzett műveletek szükségszerűen szimmetrikus eredményt adnak ki, tehát teljesnek tételezett mintasorunk tagjai lesznek.

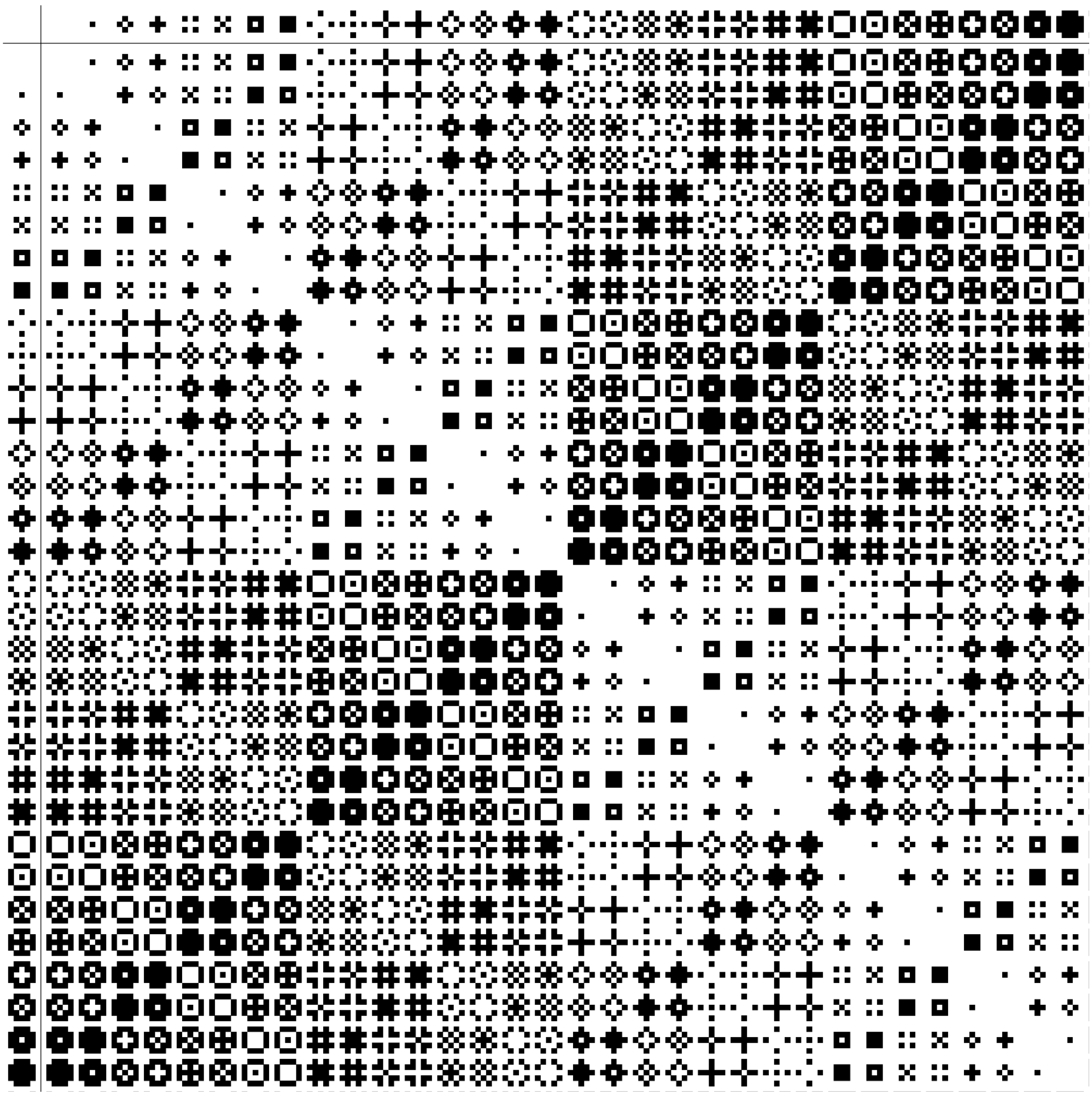
(Bár fenti kijelentésünkhöz még hozzá kell tennünk azt is, hogy a teljes mintasoron belül különböző, önmagukban teljes alcsoportok is meghatározhatók, az ilyen részhalmazokon belül található minták között végzett mátrixműveletek eredménye is minden esetben az alcsoport egyik eleme lesz.)

[133] A színinverziós eljárás természetesen nem pusztán fekete-fehér képekre alkalmazható, színes képekre alkalmazott megfelelője azonban jelen témánkon már túlmutat. (MM)

[134] a transzmutáció kifejezést szótári értelmében, „átalakulásként” használom, fontos körülmény ugyanakkor, hogy az ún. hermetikus filozófiában, illetve a középkori alkímiában a fogalom az anyagok spirituális értelmet is nyerő átalakítását jelentette. A forrásszövegeket lásd: Hamvas Endre Ádám (szerk.): Hermész Triszmegisztosz bölcsessége – Corpus Hermeticum, Liber Hermetis, Asclepius. *Helikon Kiadó, Budapest, 2020.* (MM)

A mintasor bármely eleme lehet kiinduló-, köztes- és célminta is egyben, azaz mintáink egy mátrixművelet bármelyik tagjaként szerepelhetnek. Emellett az is igaz, hogy mintáink transzmutációja nem pusztán egyetlen lépésen keresztül, azaz nem csupán egyetlen köztes elem közbeiktatásával történhet meg, hanem ennél hosszabb sorokat is meghatározhatunk.

Ahhoz, hogy feltárjuk, az egyes minták pontosan mely műveleti hármasságok tagjai lehetnek, mintasorunk elemeiből az előzőkben ismertetetthez hasonló mátrixösszeadási táblát szerkeszthetünk. Ennek hely hiányában alábbiakban csupán negyedrészét közölhetjük.

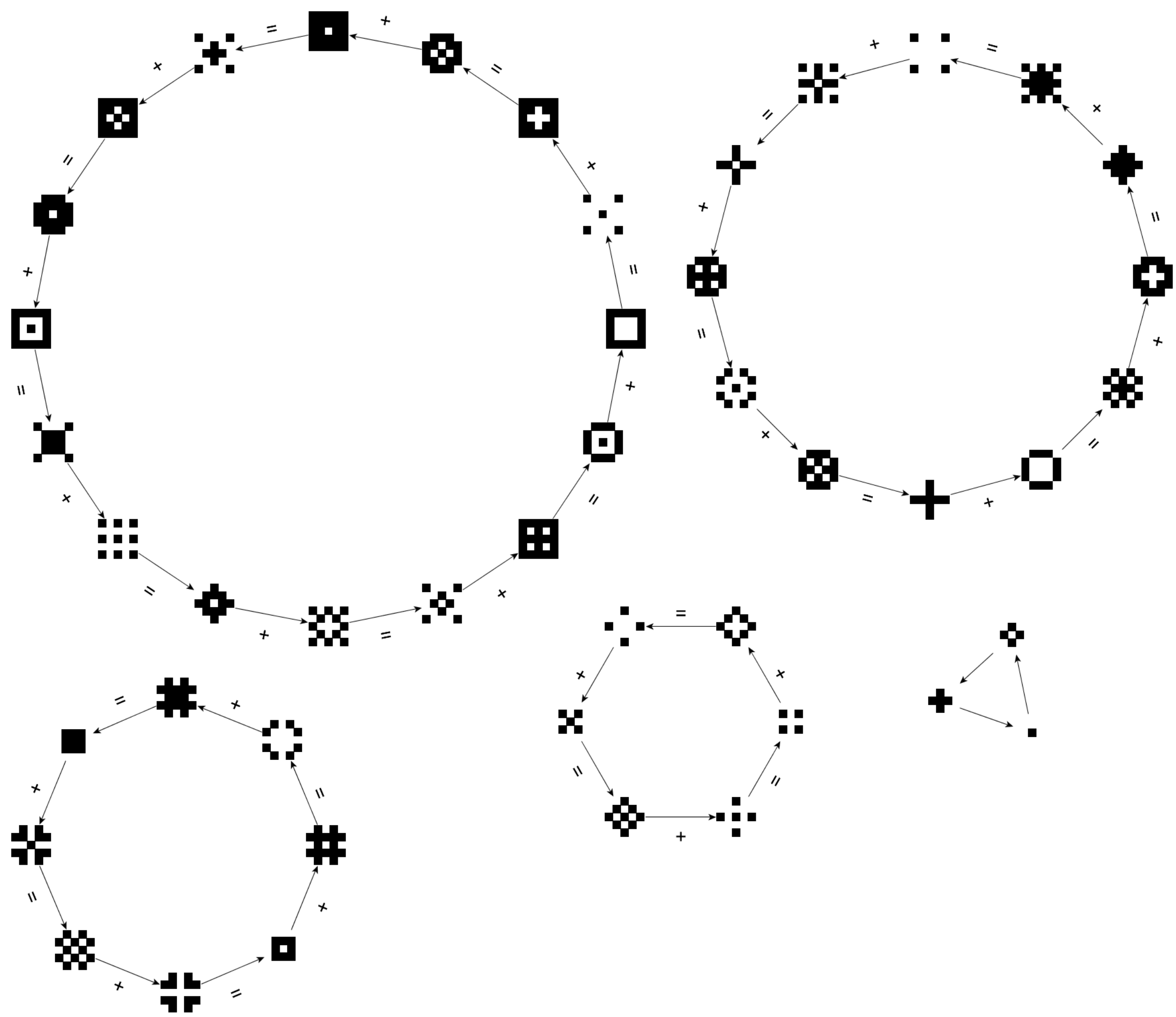


77. ábra: Mátrixösszeadási tábla

Teljes összeadási táblázatunk lényegében az összes lehetséges, a minták között létrejöhető hármassági alakzatot, konfigurációt tartalmazza. A táblázatból ezek a hármasságok úgy olvashatók ki, hogy míg a tábla egyik tengelyén a kezdőmintának tekintett alakzatokat vesszük sorra, a másik tengely pedig a célmintákat veszi számba. A meghatározott kezdő- és célminták metszéspontjában találjuk meg aztán a két minta köztes alakzatát.

Az említett mintahármasságokat tehát közölt táblázatunkból mintegy lóugrás-szerűen, a táblában L alakot leírva olvashatjuk ki. Mint láthatjuk tehát, viszonylag nagy változatosságban találhatunk kötött elemtartalmú mintahármasságokat, melyek elemsorrendje ugyanakkor felcserélhető (kommutatív), és tetszőlegesen csoportosítható is (asszociatív). Egy mintahármasság ciklikus, gyűrűszerű leképezési módja esetén ez annyit tesz, hogy a kialakított gyűrű bármely irányban bejárható lesz.

Egy adott modulpár összeadása tehát értelemszerűen minden esetben, bármely sorrendiség esetén azonos eredményre vezet, ahogy az is igaz, hogy egy meghatározott minta több különböző elemeket tartalmazó összeadás eredményeként is előállhat (egy adott minta érdekes módon éppen 64 ilyen hármasság tagja lehet, ahogy az összeadási táblánkból kiolvasható). Abból is következően pedig, hogy bármely két ikon között teremthető átmenet, végül elérkeztünk pontunk célkitűzéséig; mintasorunk tagjai között olyan mintaláncolatokat is meghatározhatunk, melyek zárt köröket alkotnak – ilyen elemgyűrűk pedig (bizonyos megkötésekkel) tetszőleges elemszámmal megalkothatók.



78. ábra: Mátrixláncolatok

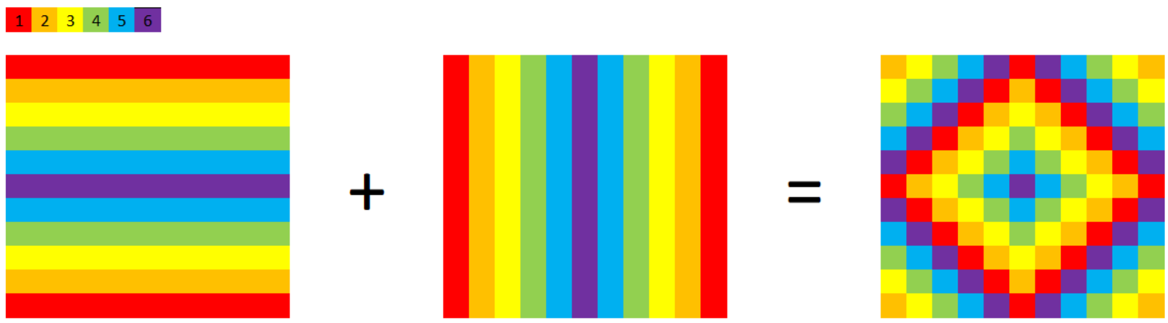
Fenti példáinkat egymásba fonódó háromelemű gyűrűk hálózataként is elgondolhatjuk. Mint látjuk, mintáinkat úgy szerkesztettük meg, hogy azokban ne legyen mintaismétlődés – ekképpen aztán szinte hópelyhekre[135], molekulaláncokra[136] emlékeztető sorozatokat láthatunk. Végül azt is megemlíthetjük, hogy nem csupán egyetlen bejárási útvonalat tartalmazó mintahálókat szerkeszthetünk, de többvonalú, multilineáris (például fonatszerű vagy rácsozatos) mátrixhálózatok kialakítására is lehetőségünk adódik.

[135] vö.: Bentley, W. A.: Snow Crystals (1931) *Dover Publications, New York, 1962.*

[136] vö.: Henderson, H. F.: Understanding Molecular Typography. *Ugly Duckling Presse, Brooklyn, NY, 2019.*

6.15 Hullámjelenségek a mátrixban

Raszterekkel folytatott vizuális kísérleteim során[137] egy gyakran felmerülő jellegzetességre figyeltem fel: horizontális és vertikális vonalazottságú mátrixok összegzése diagonálisan futó színsávokat eredményezett, míg fordítva, diagonális színsávok ütköztetésével (a találkozó színsorrendek függvényében) függőleges vagy merőleges osztatú mátrixokat kaptam. Így például, a már sokszor alkalmazott prizmatikus jellegű ábrát az alábbi sormátrix és oszlopmátrix összeadásával állíthatjuk elő:



79. ábra: Sormátrix és oszlopmátrix összeadása

Lényegében tehát, oszlopmátrix esetében vertikálisan futó csíkokból képezünk színtömböket, míg a sormátrix esetében horizontális csíkozottságú tömböket állítunk elő. Mint láthatjuk, példánkban az egyes mátrixokban alkalmazott értéksorozatok bizonyos értelemben hullámszerűek, hiszen egy egyértelműen kirajzolódó ívet írnak le, melyek ütköztetésével előáll a fenti, rombusz-szerű forma.

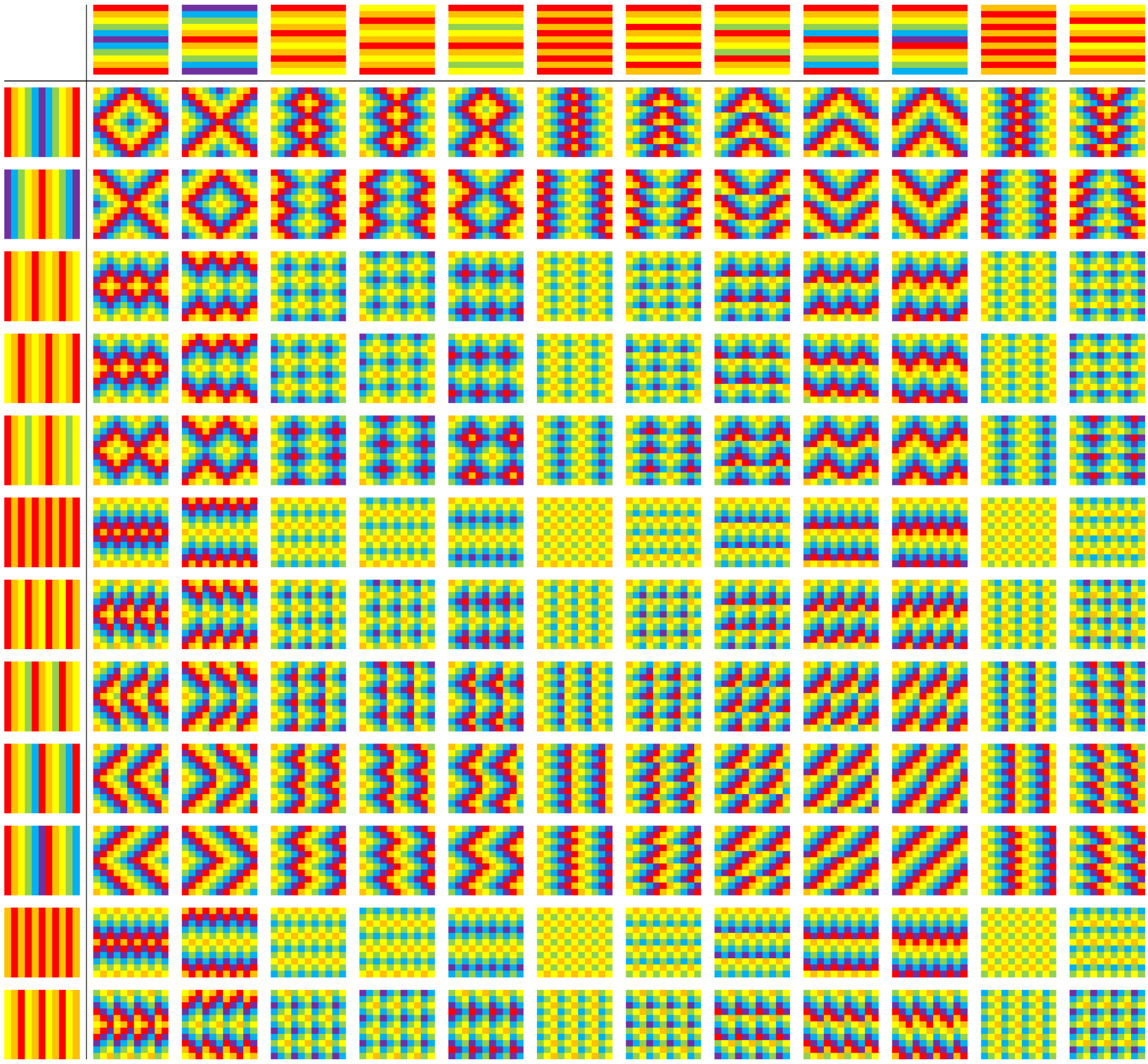
Ha megfigyeljük a korábbiakban mátrixnyújtási műveleteinkhez felhasznált számsorokat, ott is azt láthattuk, hogy mindegyik sorozat az egymás után következő értékek egyfajta hullámzását jelenítette meg, amit akkori példáinkban térbeli kiterjedtségként értelmeztünk. Ezt a hullámzást azonban jelen esetben színbeli eltérésként érzékeltetjük. Ahogy látni fogjuk, a sor- és oszlopmátrixok ütköztetésével felmutatható vizuális törvényszerűségek optikai vagy akusztikai jelenségekkel is párhuzamba állíthatók, itt említhetjük például Chladni vizuális-akusztikai kísérleteit az 1700-1800-as évek fordulójáról.[138]

[137] vö.: Lorenz, Martin: Flexible Visual Systems. *Slanted Publishers, Karlsruhe, 2021.*

[138] Gyenes, Zsolt: Vizuális zene (2018) *http://vizualzene.hu/gyenes_cikk_vizualzene.pdf (2022.08.07.)*

A lehetséges permutációk nagy száma miatt ezúttal nem törekedhettünk teljességre, amit a minták szokásosnál bővebb színmélysége és választott felbontása is befolyásol. A bemutatott eljárás ornamens-képzésre is használható, egyfajta mintagenerátorként működik. Ezek után pedig az előállított mintázatok folytonos ismétlésével is figyelemreméltó eredményeket érhetünk el (az alkalmazott színpaletta módosításával pedig újabb mintavariációkat kaphatunk).

Az egymással viszonyba állított sor- és oszlopmátrixok rendszerét egymást átszelő színsávok hálózataként is elképzelhetjük. Ez a gondolat pedig utat nyithat egy olyan vizualizációs módnak, melyben úgyszólván „kompozit jelleggel", mind az összeadandó ábraelemek, mind ezek eredménye egyetlen diagram-szerű ábrában egyesül – ez a lehetőség azonban már túlmutat jelenlegi alfejezetünk keretein.



80. ábra: Mátrixösszeadási táblázat

6.16 Iterált műveleti sorozatok

Az alábbi lapokon most ismételten teljes műveleti rendszerek vagy sorozatok vizsgálatát tűzzük ki célunkként. Sorozatos mátrixműveletek összefűzött, egybekapcsolt rendszerét alkotjuk meg, a mátrixláncolatok esetéhez hasonló módon, ám számos eltéréssel.

Ehelyütt ugyanis azt kívánjuk elérni, hogy ciklikusan egybekapcsolt műveleti soraink minden egyes számítási körben a megelőző ciklustól különböző eredményekre vezessenek. Másképp megfogalmazva, statikus mintasor helyett most egy dinamikus jellegű műveleti láncolatot akarunk felállítani, amely egyetlen betáplált kezdőérték alapján állít elő (mint látni fogjuk ugyan rekurzív jellegű, de mégis változékony) mintasorozatokat.

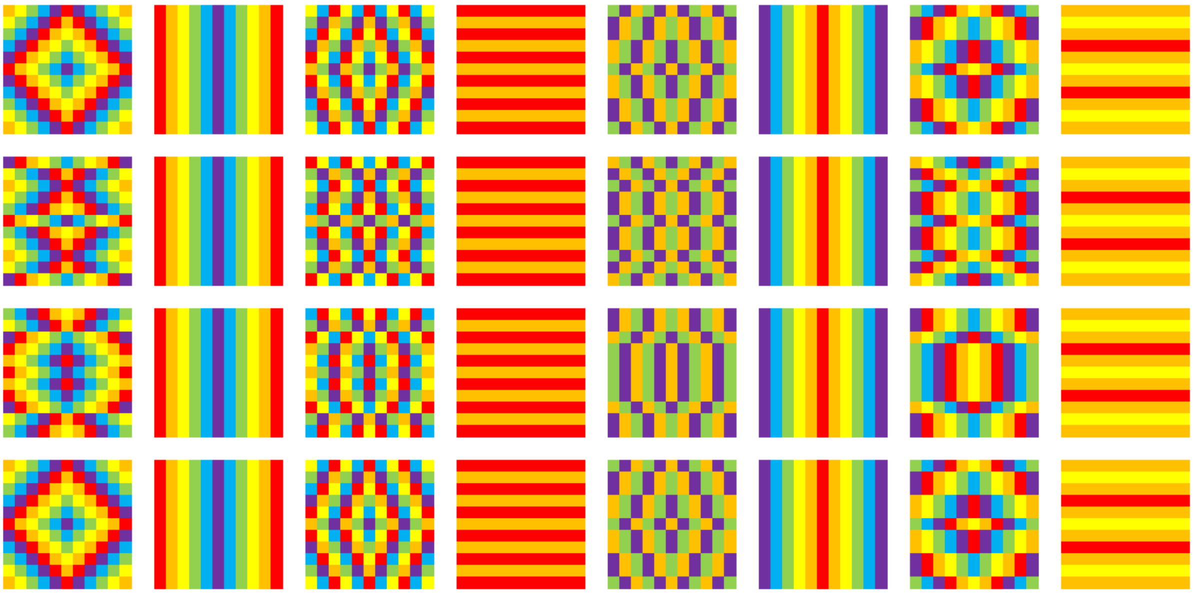
Korábbi mátrixláncolatunk elemei között egyfajta stabil, egyensúlyi jellegű állapotot láthattunk. Itt pedig képletesen szólva folytonosan cikázó értéksorokat akarunk majd elérni. De milyen módon lehetséges mindez? – Olymódon, hogy elemsorunkban lesznek változó és változatlan értékek – a gyakorlatban ez azt jelenti, hogy sorozatunk páratlan sorszámú elemei üresek, meghatározatlanok maradnak, míg a páros sorszámú műveleti tagok (a második, negyedik, hatodik illetve nyolcadik minta) rögzített értékeket tartalmazó úgynevezett fixelemek lesznek.

Mintasorunk „szabad” elemeinek változékonyságát eljárásunk iteratív jellege adja (ezalatt pedig eljárásunk végeredményének kezdőértékként történő újbóli és sorozatosan visszatérő alkalmazását értjük). Itt tehát egy körkörös visszacsatolási folyamat (kibernetikai kifejezéssel egy úgynevezett *feedback loop*)[139] eredményeit láthatjuk.

Sorozatunk fixelemei – melyek példánkban az áttekinthetőség kedvéért egymást váltó oszlop- és sormátrixok – lesznek azok az átmenetet jelentő formák, melyek kapcsolatot teremtenek a rendszer kötetlen, dinamikus elemei között. Hozzá kell tennünk azonban, hogy az egyes műveleti tagok közti elvi különbség ellenére azok műveleti szerepe azonos marad, nevezetesen mindannyian egy mátrixösszeadási sorozat tagjai lesznek. És megfordítva, bár a minták mindannyian azonos módon egy összeadási láncolat elemei, elvi értelemben és helyzeti tulajdonságaikra figyelemmel különbséget tehetünk módosító és módosuló vagy

[139] Wiener, Norbert: The human use of human beings: cybernetics and society (1950) *Free Association Books, London, 1989.* 24. o.

meghatározott és meghatározatlan elemek között. Vizsgáljunk meg most egy, a vázolt eljárással előállított mintasort!



81. ábra: Iterált összeadási sorozat

Amellett, hogy meghatároztuk mintasorunk sor- és oszlopmátrixokból álló, rögzített elemeit, a képalkotó eljárást megindító kezdőminta is szerzői mérlegelés eredménye. Az első elem, amiről szó van, a már ismert prizmatikusnak nevezett forma lesz. Ezeken a megkötéseken kívül azonban a felállított automatizmus határozza meg a műveleti sor további elemeit. Ahogy azt már említettük, az egyes mintasorok végéhez érkezve a kapott eredményt újból ugyanazon eljárási láncolatba tápláljuk.

Minden egyes megismételt műveleti sor a mintázatok egy újabb iterációját jelenti. Amit ebben a tekintetben érdemes megjegyeznünk, hogy bizonyos iterációszámon felül a generált mintázatok visszatérnek kezdőértékükhöz, más szóval mintasorunk rekurzívvá válik. Érdekes jelenség még, hogy iterált mintasorunkban a viszonylag „sokszínű” és a kevesebb színértékkel rendelkező mintázatok váltják egymást. Mintasorunkra tekintve ugyanakkor kézenfekvő párhuzamot vonhatunk a népművészeti vagy iparművészeti jellegű ornamentikával is. Mintasorozatunk lineáris elrendezése esetleges jellemző, így az ábrák másféle „topológiai” elrendezése is elképzelhető, azonban ennek vizsgálatától most el kell tekintenünk.

Összegzés

Dolgozatomban a rácsozatosságot elsősorban mint esztétikai jelenséget vizsgáltam, azonban kitértem a rácsozatosság egyéb, társadalmi, kulturális és gazdasági vonatkozásaira is. Nem törekedhettem ugyanakkor a téma teljességének bemutatására, bizonyos – akár spirituálisnak is nevezhető szempontok vizsgálatomon kívül rekedtek, így például a keresztforma kézenfekvő, könyvtárnyi méreteket öltő, teológiai, ikonográfiai aspektusait sem kutattam. Csak érintőlegesen ejtettem szót továbbá a rácsozatosság tradicionálisnak nevezhető aspektusairól, így a rács ornamentikus mintaképzésben betöltött szerepéről sem értekeztem kimerítő jelleggel (és például a szövésminták kérdésére sem tértem ki).

Ennek kapcsán is elmondhatjuk, hogy a rácsról folytatott beszéd nem kapcsolódik szükségszerűen egy kitüntetett esztétikai irányhoz, ennek absztrakt jellege lehetővé teszi, hogy a rácsot a lokalitás kifejeződésének alapjaként szemléljük, ahogy a bolygóméretű vizuális egységesedés mintájaként is tekinthetünk rá. A rácsra ennélfogva egyfajta szinkretikus, általános jellegénél fogva bizonyos ellentéteket felülíró jelenségként gondolok.

A rácsot mint a látványt elkülönült egységekre bontó és azt rendszerező reprezentációs technikaként értelmeztem[140], a nyugati művészet objektivációs szemléleti módjaként vizsgáltam. A rácsozatosság térhasználattal és térértelmezéssel kapcsolatos *egységesítő* hatásáról is szóltam, a szó egyenes és átvitt értelmében egyaránt.

Módszerem egy „közeli olvasat" kinyerésére irányult, amely ugyanakkor tárgyának megfelelően analitikus jellegű, azaz a vizsgált jelenséget elemeire bontja, majd ezeket változékony összefüggésben rekonstruálja, rekontextualizálja, azzal a céllal, hogy témánkról egy általánosnak nevezhető nézőponthoz jussunk.

Fejtegetéseim gyakori eleme volt a témával kapcsolatos kettősségek ütköztetése is. Így pedig olyan ellentétpárok között feszülő ellentmondások feloldására törekedtem, mint a vizsgált jelenségek analóg és a digitális vagy a materiális és immateriális jellemzőinek ellentéte is.

További fontos eszközöm volt – elsősorban gyakorlatinak nevezett munkáim előállítása során – a kísérlet módszere, ami egyszerűen azt jelenti, hogy a kérdéses szabályszerűségeket vagy sejtéseket próbának vetettem alá, és az ezzel kinyert vizuális eredményekből aztán újabb

[140] Siegert, Bernhard: i.m.

jellegzetességekere derült fény. Ez újabb problémákat vetett fel, ezek megválaszolására aztán újabb feladatok megoldása révén tettem kísérletet. Kutatásomat tehát ilyenformán ciklikus vagy iteratív természetűnek is hívhatom. Ennek eredményeként olyan tárgyamra vonatkozó általános kérdések feltárásához kerültem közelebb, mint a szimmetria, az inverzió, a komplementer minták kérdése, a mintasorok pontszerű és hullámszerű természetének tulajdonságai, a minták jelszerűsége, ezek harmonikus kölcsönhatásai, és így tovább.

Elsősorban a tematikai különállás, de időgazdálkodási és „méretgazdaságossági" szempontok is indokolják, hogy bizonyos témák kifejtésére a disszertáció keretei között már nem vállalkozhattam. Ide tartozik többek között az úgynevezett másodlagos rácsok (azaz röviden a rácson belül kijelölt újabb rácsozat) kérdésköre, és az aleatória teljes tárháza is. A véletlennel kapcsolatos kísérletek sorában ugyan megtalálható dolgozatomban egy zajjal kapcsolatos alfejezet, azonban olyan témákat hagytam kifejtetlenül, mint a véletlenmintázatok megképzése és elemzése vagy a dithering másnéven zajmoduláció kérdésköre. A szabálytalan rácsokon zajló kísérletek is váratnak még magukra. Külön figyelmet igényelnének még a mintázatok színpalettájával és felbontásával kapcsolatos kísérletek is.Vaskos mellékszál kutatásomban végül a rácsban zajló játék kérdése. Bízom benne, hogy munkám folytatásának lehetőségei a jövőben is adottak lehetnek.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Szijártó Zsoltnak és Colin Fosternek, hogy a kezdetektől fogva bíztak bennem és messzemenőkig támogatták munkámat. Köszönöm Hegyi Csabának az alapos figyelmet, amivel figyelemmel kísérte munkáim megszületését. Köszönöm Hrubi Attilának, hogy publikációs lehetőséget biztosított számomra a Cirka Folyóirat hasábjain.

Köszönöm Ádám Zoltánnak és Losonczy Istvánnak, hogy gondolatébresztő beszélgetésekkel, megfontolandó szempontokkal segítették munkámat. Köszönöm Somody Péternek, a Doktori Iskola vezetőjének nagyvonalúságát, aki a COVID idején lehetőséget biztosított az egyetemi műterem soronkívüli használatára. Köszönöm Doboviczki Attilának a kiállítási lehetőségeket és a kritikusi munkát. Köszönöm Kovács Balázsnak többek között az óraadói, workshop-, és táborozási lehetőségeket is.

Köszönöm doktorandusz kollégáimnak, többek között Gnándt Ferencnek, Zsin Bencének, Szöllősi Gézának, Tayler Patricknak, Fejős Miklósnak, Budán Miklósnak és Imreh Sándornak a szellemi közösséget. Végül (és legfőképpen) köszönöm feleségemnek Szabó Barbarának, és fiaimnak: Mihálynak és Benedeknek, hogy végtelen türelemmel viselték a könyvtárban és műteremben töltött napokat, heteket és hónapokat is.

Felhasznált szoftverek

Mátrixműveletekkel kapcsolatos feladataimhoz *MS Excel-t* használtam, a mátrixok háromdimenziós vetületének ábrázolásához pedig a *Magica Voxel* nevű szoftvert alkalmaztam. A mátrixpermutációk számítását *Python* programnyelvben hajtottam végre, gráfábrázoláshoz a *yEd* nevű célszoftvert használtam. Sejtautomata-kísérleteimhez a *Golly* nevű alkalmazást vettem igénybe. Általános illusztrációs feladatokhoz *Adobe Photoshop*-ot használtam, végül véletlenértékek meghatározásához a *random.org* oldalon elérhető generátort alkalmaztam.

Ábrajegyzék

Irodalomjegyzék

Aknai, Katalin (szerk.): Ilona Keserü Ilona – Művek 1982-2008. *MODEM, Debrecen, 2009.*

Alberti, Leon Battista: A festészetről (1436). *Balassi Kiadó, Budapest, 1997. ford. Hajnóczi Gábor*

Amidtor, Isaac: The Theory of the Moiré Phenomenon. *Springer, Dordrecht, 2000.*

Andrási, Gábor (szerk.): Türk Péter – Minden nem látszik. *Ludwig Múzeum, Budapest, 2018.*

Augé, Marc: Nem-helyek – Bevezetés a szürmodernitás antropológiájába. *Műcsarnok, Budapest, 2012. ford. Fáber Ágoston*

Barabási, Albert-László: A hálózatok tudománya. *Libri, Budapest, 2017.*

Behrend, Heike: Ham Mukasa csodálkozik. Megjegyzések egy afrikai Angliában tett útjáról (1902). in: Biczó, Gábor (szerk.): Az idegen: variációk Simmeltől Derridáig. *Debrecen, Csokonai Kiadó, 2004. ford. Teller Katalin et al.*

Bentley, W. A.: Snow Crystals (1931) *Dover Publications, New York, 1962.*

Boros, Géza: Leletmentés. Erdély Miklós Fotómozaikjai. *Artmagazin 2014/6.*

Bódi, Kinga (szerk.): Gerhard Richter. Valós Látszat. *Szépművészeti Múzeum – Magyar Nemzeti Galéria, Budapest, 2021.*

Bragdon, Claude: Projective Ornament. *The Manas Press, Rochester, NY, 1915.*

Brennen, Scott et al.: Digitalization and Digitization. *Culture Digitally, 2014. https://culturedigitally.org/2014/09/digitalization-and-digitization/ (2022.07.29.)*

Bung, Stephanie et al.: Migration und Avantgarde. *De Gruyter, Berlin, 2020.*

Burkus, Judit: Rácsok és hálók. *doktori disszertáció, Pécsi Tudományegyetem Művészeti Kar Doktori Iskola, Pécs, 2011.*

Cauchick Miguel, Paulo Augusto: Modularity in product development: a literature review towards a research agenda. *in: Product: Management & Development, 2005/2.*

Clifton, Chuck: Douglas Engelbart. in: Sugár, János (szerk.): Hypertext + Multimédia. *Artpool, Budapest, 1998. ford. Bartha Gabriella et al.*

Corbusier, Le: Modulor I-II. *Harvard University Press, Cambridge, MA, 1980.*

Derrida, Jacques: A struktúra, a jel és a játék az embertudományok diszkurzusában. in: *Helikon, 1994/1–2. ford. Gyimesi Timea*

Derrida, Jacques: Az idő adománya. *Gond-Palatinus, Budapest, 2003. ford. Kicsák Lóránt*

Descartes, René: Értekezés a módszerről. *IKON Kiadó, Budapest, 1993. ford. Boros Gábor*

Didi-Huberman, Georges: Hasonlóság és érintkezés – A lenyomat archeológiája, anakronizmusa és modernsége. *Budapesti Kommunikációs és Üzleti Főiskola, Budapest, 2014. ford. Házas Nikoletta et al.*

Doboviczki, Attila et al.: Párhuzamos avantgárd: Pécsi Műhely, 1968-1980. *Ludwig Múzeum, Budapest, 2017.*

Dünne, Jörg: Geographie und Kartographie. in: Mainberger, Sabine (szerk.): Linienwissen und Liniendenken, *De Gruyter, Berlin, 2017.*

Eco, Umberto: A lista mámora. *Európa Könyvkiadó, Budapest, 2009. ford. Sajó Tamás*

Eco, Umberto: Művészet és szépség a középkori esztétikában. *Európa Könyvkiadó, Budapest, 2007. ford. Halasy-Nagy József*

Ernst, Wolfgang: Médiumok, amelyek kijátsszák az archívumot. in: *Palkó, Gábor (szerk.): Az archívumok elméletei. Helikon 2014/3. ford. Szabó Csaba*

Faludi, Gábor et al.: Magyar polgári jog – Szerzői jog és iparjogvédelem. *Eötvös József Könyvkiadó, Budapest, 2012.*

Feenberg, Andrew: Demokratikus racionalizáció: technika, hatalom és szabadság. (1991) *ford. Király Gábor http://www.sfu.ca/~andrewf/demrathungarian.htm (2018.07.05.)*

Flusser, Vilém: A fotográfia filozófiája. *Tartóshullám – Belvedere – ELTE BTK, Budapest, 1990., ford. Veress Panka et al.*

Fodor, Pál: Kettő és fél dimenzió – A térábrázolás paradox jelenségei a képzőművészetben. *doktori disszertáció, Pécsi Tudományegyetem Művészeti Kar Doktori Iskola, Pécs, 2011.*

Foucault, Michel: Felügyelet és büntetés. A börtön története. *Gondolat, Budapest, 1990. ford. Fázsy Anikó et al.*

Frame, Michael et al.: Fractal Worlds – Grown, Built, and Imagined. *Yale University Press, New Haven-London, 2016.*

Gerstner, Karl: Programme entwerfen. *Verlag Arthur Niggli, Teufen, 1964.*

Grami, Ali: Introduction to Digital Communications. *Academic Press, London, 2016.*

Guattari, Felix et al.: Nomád háborúgép. in: *Kommentár, 2019/3. ford. Romhányi-Török Gábor*

Gyenes, Zsolt: Vizuális zene (2018) *http://vizualzene.hu/gyenes_cikk_vizualzene.pdf (2022.08.07.)*

Győrffy Ákos: Ne gondoljuk, hogy mi vagyunk a világ közepe! – interjú Barits Attilával. *Mandiner, 2019. https://mandiner.hu/cikk/20191103_bartis_attila_a_mandinernek (2022.07.29.)*

György, Péter: A sorozat, a rács és a hálózat. *Jelenkor 2006/7-8.*

Halbreich, Kathy et al. (szerk.): Alibis: Sigmar Polke 1963-2010. *Museum of Modern Art, New York, 2014.*

Hamvas, Endre Ádám (szerk.): Hermész Triszmegisztosz bölcsessége – Corpus Hermeticum, Liber Hermetis, Asclepius. *Helikon Kiadó, Budapest, 2020. ford. Hamvas Endre Ádám et al.*

Han, Jiawei et al.: Adatbányászat. Koncepciók és technikák. *Panem Könyvkiadó, Budapest, 2004. ford. Buza Antal et al.*

Harwood, Graham: Pixel. in: Fuller, Matthew (szerk.): Software Studies – A Lexicon. *MIT Press, Cambridge, MA, 2008.*

Heidegger, Martin: Kérdés a technika nyomán. in: Tillmann J. A. (szerk.): A késõújkor józansága II. *Göncöl Kiadó, Budapest, 2004. ford. Geréby György*

Henderson, H. F.: Understanding Molecular Typography. *Ugly Duckling Presse, Brooklyn, NY, 2019.*

Higgins, Hannah B.: The Grid Book. *MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2009.*

Honnef, Klaus: Warhol. *Taschen/Vince Kiadó, Köln-Budapest, 2007. ford. Hernádi Miklós*

Hoy, Meredith: From Point to Pixel – A Genealogy of Digital Aesthetics. *Dartmouth College Press, Lebanon, New Hampshire, 2017.*

Jay, Martin: Scopic Regimes of Modernity. in: Foster, Hal (szerk.): Vision and Visuality, *Bay Press, Seattle, 1988.*

Kandinsky, Wassily: Punkt und Linie zu Fläche. *Verlag Albert Langen, München, 1926.*

Karginov, German (szerk.): VHUTEMASZ: Tanulmánygyűjtemény. *Magyar Iparművészeti Főiskola Vizuális Nevelési Központ, Budapest, 1989. ford Bakos Katalin et al.*

Kiss, Lajos András: Alexandr Dugin politika- és államelmélete – egy multipoláris világrend víziója. *in: Pro Publico Bono – Magyar Közigazgatás 2018/3*

Klee, Paul: Pedagógiai vázlatkönyv. *Corvina, Budapest, 1980. ford. Karátson Gábor,*

Klein, Julian: Was ist künstlerische Forschung? in: *kunsttexte.de/Auditive Perspektiven, Nr. 2, 2011.*

Kracauer, Siegfried: Das Ornament der Masse. *Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1977.*

Kraus, Rosalind: Grids. *October Vol. 9, 1979.*

Krief, Pascale: Alain Jacquet "Jeux de Jacquet" Galerie Perrotin / Paris. *Flash Art, 335 Summer 2021.https://flash---art.com/article/alain-jacquet-galerie-perrotin/ (2022.08.03.)*

Kurashima, Takahiro: Moirémotion. *Lars Müller Publishers, Zürich, 2020.*

Kürti, Emese (szerk.): Művészet mint kutatás. *Semmelweis Kiadó és Multimédia Stúdió, Budapest, 2007.*

Lantos, Ferenc: Képekben a világ. *Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.*

LeWitt, Sol: Paragraphs on Conceptual Art. *Artforum 1967/6.*

Lopes, Dominic: A philosophy of Computer Art. *Routledge, New York, NY, 2009.*

Lorenz, Martin: Flexible Visual Systems. *Slanted Publishers, Karlsruhe, 2021.*

Lukács, György: Művészet és társadalom. *Gondolat, Budapest, 1969.*

Lyotard, Jean François: A posztmodern állapot. in: Bujalos István (szerk.): Habermas, Lyotard, Rorty: A posztmodern állapot, *Századvég Kiadó – Gond, Budapest, 1993. Ford. Bujalos István et al.*

Manovich, Lev: Az adatbázis mint szimbolikus forma. in: *Apertúra, V. évf. 1. szám, 2009. ford. Kiss Julianna*

Manovich, Lev: The Language of New Media. *MIT Press, Cambridge, MA, 2001.*

March, Lionel et al.: Geometria az építészetben. *Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975. ford. Sztrókay Kálmán*

Maroscheck, Jannis: Shape Grammars. *Slanted Publishers, Karlsruhe, 2020.*

Martens, Karel: Patterns. *Roma Publications, Amsterdam, 2021.*

Meggyesi, Tamás: A 20. század urbanisztikájának útvesztői. *TERC, Budapest, 2005.*

Sonka, Milan et al.: Image Processing, Analysis, and Machine Vision. *Cengage, Boston, 2015.*

Molnár V., József: Világ-virág. *Őskép Kiadó, Budapest, 2010.*

Mumford, Lewis: A gép mítosza. *Európa Kiadó, Budapest, 2000. ford. Csillag Veronika et al.*

Munster, Anna: Materializing New Media – Embodiment in Information Aesthetics. *Dartmouth College Press, Lebanon, NH, 2006.*

Müller-Brockmann, Josef: Raster systeme für die visuelle Gestaltung. *Niggli Verlag, Salenstein, 1981.*

Naumann, Francis M. et al.: Marcel Duchamp: The Art of Chess. *Readymade Press, New Haven, CT, 2009.*

Neumann, John von: Theory of Self-Reproducing Automata. *Universtiy of Illinois Press, Urbana and London, 1966.*

Nierhoff, Barbara: Vera Molnar. *Vintage Galéria, Budapest, 2018. ford. Adamik Lajos*

Norm: Dimension of Two. *szerzői kiadás, Zürich, 2020.*

Parikka, Jussi: Az archívumok dinamikája: szoftverkultúra és digitális örökség. in: Palkó, Gábor (szerk.): Az archívumok elméletei. *Helikon 2014/3 ford. Vásári Melinda*

Robinson, Derek: Analog. in: Fuller, Matthew (szerk.): Software Studies – A Lexicon. *MIT Press, Cambridge, MA, 2008.*

Rózsa, Pál: Bevezetés a mátrixelméletbe. *Typotex Kiadó, Budapest, 2009.*

Schmitt, Carl: Der Nomos der Erde im Völkerrecht des Jus Publicum Europaeum. *Duncker & Humblot, Berlin, 2011.*

Schröter, Jens: Analóg/digitális. Referencialitás és intermedialitás. in: *Apertúra 2012. tavasz, ford. Nagy Ambrus*

Seregi, Tamás: Virtuality versus Simulacrum, *é. n. https://www.academia.edu/39359003/Virtuality_versus_Simulacrum (2022.08.28.)*

Siegert, Bernhard: Cultural Techniques: Grids, Filters, Doors, and Other Articulations of the Real. *Fordham University Press, New York, 2015. ford. Geoffrey Winthrop-Young*

Soós, Sándor: Leibniz és a Változások Könyve. *Magyar Filozófiai Szemle 2016/10.*

Storr, Robert: Chuck Close. *The Museum of Modern Art, New York, 1998. https://www.moma.org/documents/moma_catalogue_202_300149880.pdf (2022.08.28.)*

Szegedy-Maszák, Zoltán: Variációk Steganográfiára (1999) *https://artpool.hu/intermedia/induktiv/szegedyhu.html (2022.08.03.)*

Szegő, György: Hosszú paradigmaváltás | A képtől – a fotón át – az új képig. in: Götz Eszter et al. (szerk.): Képek és pixelek. *Műcsarnok, Budapest, 2016.*

Székely, András: Kandinszkij. *Gondolat, Budapest 1979.*

Szijártó, Zsolt: A kommunikációs-mediális tér átalakulása: a képek jelentőségéről. in: Götz Eszter et al (szerk.): Képek és pixelek. *Műcsarnok, Budapest, 2016.*

Tully, Judd: Oral history interview with Chuck Close, 1987 May 14-September 30. *Smithsonian Archives of American Art. https://www.aaa.si.edu/collections/interviews/oral-history-interview-chuck-close-13141 (2022.08.01.)*

Virilio, Paul: War and Cinema: The Logistics of Perception. *Verso Books, London, 1989.*

Waldman, Diane: Carl Andre. *The Solomon R. Guggenheim Foundation, New York, 1970. https://ia601606.us.archive.org/28/items/carlandre00wald/carlandre00wald.pdf (2022.08.03.)*

Waldman, Diane: Roy Lichtenstein. *The Solomon R. Guggenheim Foundation, New York, 1993. https://ia802801.us.archive.org/15/items/roylich00wald/roylich00wald.pdf (2022.08.03.)*

Wiener, Norbert: The human use of human beings: cybernetics and society (1950) *Free Association Books, London, 1989.*

Wilhelm, Richard (szerk.): Ji King 1-2. *Helikon Kiadó, 2016. ford. Pressing Lajos*

Wolfram, Stephen: A New Kind of Science. *Wolfram Media, Champaign, 2002.*

Zheng, J. et al.: NIST/Library of Congress Optical Disc Longevity Study: Final Report. *2007. https://www.loc.gov/preservation/resources/rt/NIST_LC_OpticalDiscLongevity.pdf (2022.07.29.)*

Zsikla, Mónika (szerk.): Rákóczy Gizella – Transzparens labirintus. *Új Budapest Galéria, Budapest, 2018.*