

A szimmetria világa – a világ szimmetriája

Szimmetria

Kultúra

Tudomány

Arányosság

Mi a szimmetria?

*– elmélkedett magában Alice,
amikor meglátta Tükörország
kapuja felett a feliratot. Csupaút
erdőben találkozott a diákkal, a
sportolóval és a tudóssal.
Nyomban meg is kérdezte tőlük,
hogyan tudnak róla.*

A diák szerint:

olyan dolgok, melyek különböző nézőpontból tekintve is ugyanúgy néznek ki... egy dologgal valamit teszel, akkor ugyanolyan marad, mint előtte volt...

A tudós véleménye:

A szimmetria – bármily tágra vagy szűkre is értelmezzük – egyike azoknak a fogalmaknak, amelyek segítségével a történelem folyamán az emberek igyekeztek a rendet, szépséget és tökéletességet megérteni és megvalósítani. (H. Weyl)

A szimmetria gyönyörködteti az emberi elmét; mindenki szereti az olyan mintás tárgyakat, amelyek valamilyen módon szimmetrikusak... de ami minket a szimmetriában leginkább érdekel, az az, hogy magukban az alapvető törvényekben is létezik. (R. P. Feynman)

Mit gondolt a sportoló?

Amikor kosárra dobok, tudom, hogy a labda tökéletesen szimmetrikus parabolapályán fog szállni, amit a kosár megtör. Ez olyan jópofa, hogy a kosár mindig megszakítja a szimmetriát. (Michael Jordan)

Ezek után Alice teljesen összezavarodott, de szerencséjére szembejött vele egy igazi Tükörfigura, aki megpróbálta elmagyarázni neki ezt a fogalmat:

A szimmetria szót a mindennapi nyelvben többféle értelemben is használjuk. Az egyik szerint szimmetrikus egy alakzat, ha arányos, kiegyensúlyozott, a szimmetria pedig az a fajta összhang, mely egyes részeket egésszé egyesít. Ily módon a szépség szoros kapcsolatban áll a szimmetriával, ahogy az a harmadik idézetből is kicseng. Második jelentése a szó etimológiájából következik: a συν (azonos) és μετρον (mérték) görög szavakból tevődött össze, és szó szerinti értelmezésben a dolgok közös mértékét jelenti, azt a középutat, melyre

Arisztotelész etikája szerint az erényeseknek törekedniük kell cselekedeteikben. Az eredeti jelentés tehát a legkevésbé sem korlátozódott a geometria területére.

Ezzel ellentétben napjainkban – főleg a diákok – a szimmetria fogalmához inkább matematikai értelmet rendelnek. Tehát a szimmetria egyszerre matematikai és esztétikai fogalom is, mely lehetővé teszi, hogy osztályozzunk és megkülönböztessünk különböző típusú szabályos mintákat. A világban létező dolgok e tulajdonságával nap mint nap találkozhatunk a természetben és az emberi alkotásokban egyaránt.

– Akarod, hogy végigvezesselek Tükörországon? – kérdezte Tükörfigura.

– Milyen hosszú az út? – érdeklődött Alice.

– Mindössze két megyénk van: Mesterséges megye és Természetes megye. De mielőtt elindulunk, vegyünk magunkhoz útravalóként egy kis matematikát.

Alice összerezzent, mert ez a szó kellemetlen emlékeket ébresztett benne...

Mi az arányosság?

Az arány fogalma az emberiség története során fokozatosan alakult ki. Az arányosnak a harmonikussal, egyenletessel megegyező köznapi, általános értelmezése megelőzi annak matematikai, absztrakt fogalmát, jelentésváltozása párhuzamos a számfogalom fejlődésével. A matematikai arányfogalom ezen a fejlődésen keresztül éri el mai értelmét és jelentését.

Az ókori görög kultúra matematika területén elért eredményei az arány fogalmára támaszkodnak. A görög matematikai örökség arányra épülő fejezetei ma is a matematikai alapismeretek szerves részét alkotják. Az élő természet jelenségeinek megfigyelése és rendszerezése a természet törvényeinek matematikai alakban való megfogalmazásához vezetett. E törvények nagy részének leírásában az arány fogalma jelentős szerepet játszik. Arányok segítik az épületek, szobrok és képek alkotóját a valóság megragadásában, művészi törekvései megvalósításában. A zenében a hangok viszonya azok rezgésszámainak arányára vezethető vissza, de aránnyal találkozunk a ritmus, ütem, dallam, harmónia területén csakúgy, mint a teljes zenemű megkomponálásánál. Mind az élő természetben, mind a művészetekben különleges arányokat is találunk. Amíg ezek kialakulásának okait nem ismerték, megjelenésükhöz misztikus jelentés tapadt. Sok esetben éppen ez ihlette az ókor monumentális épületeinek alkotóit, vagy a reneszánsz nagy művészeit remekműveik megalkotásában. Az ókortól napjainkig egyes építményeken, művészi alkotásokon jól ismert, nevezetes arányok figyelhetők meg. Ezeknek az arányoknak régebbi korokban különleges jelentőséget tulajdonítottak, és megjelenésüket isteni eredetűnek tartották. Úgy vélték, hogy mivel ezek földöntúli eredete önmagában is esztétikai öröm forrása, az ezekben való gyönyörködés képessége sem földi eredetű. E tökéletes harmóniába vetett hit táplálta és inspirálta az ősi korok képkészítőit primitív rajzaik elkészítésében és a reneszánsz nagy mestereit csodálatos műveik megalkotásában. Az újabb kori

megfigyelések azt mutatták, hogy ilyen nevezetes arányok az élő természetben is találhatók. E párhuzam a racionálisan gondolkodó embert arra készíti, hogy e különös összeesés okait kutassa, és arra tudományosan magalapozott magyarázatot adjon.

A művészet és a tudomány édestestvérek; közös emlőből, az emberi szellemből táplálkoznak. Míg a művészet a világot az egyén szubjektív élményén átszűrve látja és láttatja, a tudomány a racionális gondolkodás lámpásával igyekszik bevilágítani a képzelet által teremtet sokszor misztikus és homályos bugyrokba.

Az arány fogalmának értelmezése

Az arányszóval kapcsolatban többnyire az aránypár, az egyenes és a fordított arányosság, valamint az ezekkel kapcsolatos iskolai emlékeink elevenednek fel. De mit kezdünk az olyan kifejezésekkel, mint „a gyermek arányosan fejlődik”, „a bíróság egy ügyben aránytalanul enyhe ítéletet hozott”, „a csapat nagy arányú győzelmet aratott”, vagy „egy épület méretei arányosak”? A fenti példák azt mutatják, hogy az arány és arányos fogalmakat azok matematikai jelentésén túl sokkal tágabb értelemben is használjuk. Az arány fogalma matematikai értelemben – minden matematikai fogalomhoz hasonlóan – absztrakció eredménye. De miként magukhoz a számokhoz is absztrakcióval jutunk, elvonatkoztatva attól, hogy három almáról vagy három lóról van szó, arányon matematikai értelemben két szám hányadosát értjük, nem vizsgálva, hogy a számok mire vonatkoznak. Mivel az osztás eredményét számnak tekintjük, ennek megfelelően az arány maga is szám. Az arány fogalmának tágabb és absztrakt, matematikai értelmezését, illetve ezek megkülönböztetését jól tükrözik a latin eredetű proportio és ratio szavak, melyek valamilyen formában a legtöbb nyugati nyelvben ma is megtalálhatók.

Arány és összehasonlítás

Az arány alapja az összehasonlítás. De összehasonlításon alapszik a mérés is: a mérés és az arány között szoros kapcsolat van. Ha két dolog összehasonlításának eredményeként csak azt állapíthatjuk meg, hogy azok valamely szempontból azonos tulajdonságúak, vagy sem, az összehasonlítás eredménye a csoportosítás. Az összehasonlítás ettől eltérő formája annak a megállapítása, hogy két dolog közül az egyik nagyobb vagy kisebb, nehezebb vagy könnyebb, több vagy kevesebb, mint a másik. A dolgok

valamilyen tulajdonságára vonatkozó viszony, rangsor felállítása vezet azok adott szempont szerinti rendezéséhez. Ilyen szempont lehet a testmagasság, egy sportág bajnoki táblázatán elért helyezés, vagy akár az iskolai teljesítmény. Minőségileg magasabb szintet jelent az összehasonlítás eredményének számokkal való kifejezése. Ennek során megállapíthatjuk azt, hogy az egyik mennyiség mennyivel különbözik a másiktól, vagy azt, hogy hányszorosa a másiknak. Az összehasonlítás utóbbi formája vezet az arány matematikai fogalmához. Az összehasonlítási művelet sokszor közvetlenül is elvégezhető, a gyakorlat számára azonban hatékonyabb módszert jelent, ha olyan mennyiséget (távolságot, súlyt stb.) keresünk, mely mindkettőre (egész számszor) rámérhető, és ezt egységnek tekintjük. Azt a számot, mely megmutatja, hogy a mérendő dolog az egységül választott mennyiségnek hányszorosa, nevezzük mérőszámnak. A mérőszám maga is arány: az egységhez való viszony. Két, azonos mértékkel mérhető dolog összehasonlításának eredménye a megfelelő mérőszámok aránya, vagy hányadosa. Ily módon az arány egy törtszámmal fejezhető ki, beleértve azt az esetet is, amikor a tört nevezője 1. A számlálás is mérésnek tekinthető, melynek eredménye természetes egész szám. Az ilyen számok aránya, ha az arány második tagja nem zérus – mindig racionális szám. A fentiekből következik, hogy az arány fogalma szigorúan matematikai értelemben véve csak olyan dolgokra értelmezhető, melyek mérőszámai ugyanahhoz a skálához tartoznak (azonos egységgel mérhetők), és a skálának van kezdőpontja.

arány, szimmetria és matematika

A matematika mindennél jobban szereti a szimmetriát. (Maxwell)

Többféle szimmetria létezik, attól függően, hogy milyen geometriai transzformációt végzünk egy alakzaton. Ha az alakzat nem változik egy tengelyes tükrözés hatására, akkor tengelyes szimmetriáról beszélünk. Ha középpontos tükrözést hajtunk végre rajta, és az alakzat képe önmaga, akkor középpontosan szimmetrikus. Ha az alakzat forgatással vihető önmagába, akkor forgási szimmetriával rendelkezik. Természetesen vannak olyan tárgyak, amelyeknek egyszerre többfajta szimmetriájuk is van. Jellegzetes példája a négyzet, ami tengelyesen szimmetrikus a két átlójára és a két oldalfelező egyenesére; középpontosan szimmetrikus az átlók metszéspontjára; és ugyanezen pont körül 90° -kal vagy ennek többszörösével elforgatva is ugyanazt a négyzetet kapjuk.

Az eltolással kicsit más a helyzet, mert az alakzatot nem önmagába viszi, viszont nem is változtatja meg. Ilyen értelemben beszélünk eltolási szimmetriáról.

Platón tökéletes teste is többféle szimmetriájúak. Johannes Kepler 1596-ban „Mysterium Cosmographicum” művében kifejti, hogy a világegyetem a platóni testekből épül fel. A bolygórendszerbeli távolságokat egy kisebb gömb köré, illetve egy nagy gömbbe írt platóni testek elhelyezkedésével képzelte el.

A aranymetszet

Az aranymetszés fogalmát már az ókori görögök is feltehetően nagyon régen ismerték, de Eukleidész Elemek című művében találkozhatunk vele először írásos formában. A II. könyv 11. tétele a következőképp hangzik:

Adott egyenest osszunk fel úgy, hogy az egészből és a részek egyikéből alkotott téglalap egyenlő legyen a másik rész négyzetével.

Ez a görög ősidőkbe visszanyúló feladat, amely lehetséges, hogy a képzőművészetekből ered, azt tűzi ki célul, hogy az adott a távolságot osszuk két olyan x és

$(a-x)$ – szakaszra, amelyekre nézve igaz a következő aránypár: $\frac{a}{x} = \frac{x}{a-x}$

Ha az aranymetszésről beszélünk, általában a következő definíciót szoktuk felidézni:

Ha egy AB szakaszt egy S pont úgy oszt két részre, hogy a kisebbik szakasz úgy aránylik a nagyobbikhoz, mint a nagyobbik az egészhez, akkor az S az AB aranymetsző pontja.

Az AB szakasz hosszát a -val, a két szakasz hosszát pedig nagyságuknak megfelelően M -mel (major), illetve m -mel (minor) jelölve, az aranymetszést a következőképpen is definiálhatjuk:

S pont az AB szakasz aranymetsző pontja, amennyiben érvényes, hogy $\frac{a}{M} = \frac{M}{m}$, másképpen: $M^2 = a \cdot m$.

ez a megfogalmazás az aranymetszés értékének kiszámítására is alkalmazható. Ugyanez érvényes a következő állításra is:

S pontosan akkor osztja AB szakaszt aranymetszésben, ha fennáll, hogy

$$\frac{M}{m} = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \approx 1,618033988749894848204586 \dots$$

szimmetria és fizika

A mai részecskefizika felismeréseit össze akarjuk egyeztetni valami korábbi filozófiával, akkor az csak Platón filozófiája lehet; a mai fizika részecskéi ugyanis a kvantumelmélet tanítása szerint szimmetriacsoportok ábrázolásai, és ennyiben a platóni tanítás szimmetrikus testeikhez hasonlítanak. (Heisenberg)

Emmy Noether 1918-ban fogalmazta meg azt a róla elnevezett tételt, hogy minden szimmetriatulajdonság egy-egy megmaradási tételhez vezethet. Szimmetria alatt most azt értjük, hogy a törvények matematikai alakja nem változik, ha bizonyos transzformációkat hajtunk végre rajtuk – tehát invariánsak az illető transzformációval szemben. Így például az impulzus (lendület)megmaradás törvénye egyszerűen a tér homogén voltának a következménye. Matematikailag megfogalmazva: a klasszikus mechanika egyenletei invariánsak a koordináta-rendszer párhuzamos eltolásával szemben. Megmutatható, hogy az impulzusnyomaték (perdület) megmaradásának törvénye a tér izotróp voltával kapcsolatos, azaz a természettörvényeknek invariánsoknak kell lenniük a koordináta-rendszer elforgatásával szemben. Az energiamegmaradás viszont az idő homogenitásából következik: a törvényeknek invariánsoknak kell lenniük az idő eltolásával szemben. Albert Einsteint is a természet szimmetriájába vetett hite juttatta el a speciális relativitás elvéhez, amelynek egyik alapposztulátuma, hogy a fizika minden törvényének ugyanaz a matematikai alakja minden inerciarendszerben. A két, egymáshoz képest egyenes vonalú egyenletes mozgást végző koordináta-rendszer koordinátáit a Lorentz-transzformáció kapcsolja össze, és a törvényeknek ezzel szemben kell invariánsoknak lenniük.

Egy kísérlet kimenetele tehát nem függ sem a kísérlet helyétől, sem annak időpontjától, sem a berendezés térbeli orientációjától. De még a sebesség (például a Föld keringése a Nap körül) sem befolyásolja azt, hogy miként működik a természet. Wigner Jenő – aki Nobel-

díját 1963-ban az atommagok és elemi részecskék elméletéhez való hozzájárulásáért kapta, különösképpen az alapvető szimmetriaelvek felfedezése és alkalmazása által – még egy lépéssel továbbment, és azt hangsúlyozta, hogy a jobb és a bal is egyenrangú; a Természet működése tükörszimmetrikus. Ahogy mondta: a szimmetriákban a törvények törvényeit találjuk meg, azokat az alapelveket, amelyek megmagyarázzák, hogy a fizika törvényei miért éppen olyanok, amilyenek. Főművével – Csoportelmélet és annak alkalmazása az atomszínképek kvantummechanikájára – új matematikai eszközt adott a fizikusok kezébe. Szinte ugyanabban az évben (1927) állította fel Dirac híres egyenletét, amelynek nemcsak olyan részecske a megoldása, amelynek adatai az elektronra illenek, hanem egy másik, pozitív töltésű részecske is. A pozitront (=pozitív elektron) hamarosan fel is fedezték a kozmikus sugárzásban. Ma már részecske-antirészecske párokról beszélhetünk, amelyek töltésük előjelében különböznek csak. Ez az elképzelés kedvez a szimmetriaérzékünknek, hiszen így minden részecskének van egy tükörképe.

szimmetria és biológia

Sok organizmus (...) a szimmetriát szexinek találja (...), a durva aszimmetriát pedig a fogyatékoság jelének. (...) A kétoldali szimmetriával rendelkező testek arra tervezték, hogy egyenes vonalban mozogjanak előre. Az okok nyilvánvalóak. Egy aszimmetrikus testtel rendelkező lény körbe-körbe járna, egy aszimmetrikus érzékszervekkel megáldott lény csökönyösen testének csak egyik oldalát figyelné, bár a másik oldalon is történhetnek hasonlóan érdekes dolgok. (Steven Pinker)

A természetben a szimmetriát és az aszimmetriát egyaránt fellelhetjük. Hogy melyik hol fordul elő, azt mindig az adott körülmények figyelembevételével tudjuk megmagyarázni. Az élőlények az élettelen dolgokkal szemben szembeszökően szimmetrikusak. Külső megjelenésükben a szimmetriaajták (kétoldali, henger, gömb, forgási) közül a kétoldali szimmetria a leggyakoribb, melynek előnyei legjobban a mozgásnál mutatkoznak meg. Függőleges irányban azonban hiányzik a szimmetria, mivel az élő szervezetek alkalmazkodtak a függőleges irányú gravitációs erőhöz, így tudják ugyanis megőrizni egyensúlyukat a kisebb zavaró hatásokkal szemben.

A növényvilágban szinte az összes virágnak van szimmetriája, mely csodálatos szépségükért felelős. Sok virágnak egyetlen szimmetriasíkja van, és tükörképi párok módjára jobb és bal félre osztható. Sok növény kúpszimmetrikus, vagyis sugaras szimmetriájú. Ez a szimmetria a virágoknál is megmarad, feltéve, hogy azok függőlegesen nőnek. A bonyolultabb felépítésű virágoknál szimmetriatengely értékről beszélhetünk, mely azt jelenti, hogy egy adott tengely körül körbeforgatva a testet, az egy teljes körülforgás alatt hányszor hozható fedésbe önmagával. Az alma virágjának szimmetriáját nagyon szépen követi a magház is. A termések, gyümölcsök gyakran gömbszimmetrikusak.

Külsőleg a mi testünk is kifejezetten kétoldali szimmetriájú. Az emberi testtel először Leonardo da Vinci foglalkozott behatóan, ismert rajza is a szimmetriára hívja fel a figyelmet. Albrecht Dürer „De symmetria partium és Della Simmetria dei Corpi Humani” című tanulmánykönyvei, melyek 1528-ban jelentek meg. Utóbbi könyvének rajzai az emberi test egyes részeinek egymáshoz, az egész emberi test egészéhez, a különböző testek egymáshoz kapcsolódó arányosságait, arányos kapcsolódásait, összefüggéseit és szimmetriáját vizsgálta.

Ha jobban szemügyre veszed magadat, igen sok apró különbséget vehetsz észre jobb és bal feled között, mintha az aszimmetrikus valahogyan beépült volna a szimmetrikusba. Arcod két fele a valóságban sohasem tökéletesen szimmetrikus.

szimmetria és kémia

A sztereoizomer molekulákra az jellemző, hogy összegképletük megegyezik, de térszerkezetükben eltérnek, még hozzá úgy, hogy egymás tükörképei. Mivel tulajdonságaik is megegyeznek, nehéz őket megkülönböztetni egymástól. Pasteur fedezte fel a kapcsolatot az optikai aktivitás és a sztereoizomer szerkezet között: ezek az anyagok a poláros fény polarizációs síkját elforgatják, mégpedig az egyik változat jobbra, a másik balra.

A fehérjéket felépítő aminosavakat gyártó enzimek csak balra forgató aminosavakat állítanak elő, s a fehérjeszintetizáló enzim is csak balra forgató aminosavakat használ fel. Ez vonatkozik a legfontosabb energiaforrásunkra, a cukorra is, melyek közül csak jobbra forgatót gyárt és használ fel az élő szervezet.

Fontos molekuláris szimmetria számos enzim teljes szimmetriája. Itt az egyes polipeptid láncok magukban rendszerint nem szimmetrikusak, de a sok enzim szerkezete mégis igen tökéletes szimmetriát mutat: ugyanis több polipeptidláncból áll, és ezek között páros számú egyforma van, amelyek különféle tükörképi komplexumokat alkotnak.

arány, szimmetria és irodalom

*A rend szeretete a létezés fele, így
hát a rend szeretete a szimmetria
szeretete, a szimmetria szeretete
pedig emlékezés az
örökkévalóságra. (Krasznahorkai
László)*

Az irodalom területén számtalan helyen területen találkozhatunk a szimmetria és arányosság megjelenésével, a harmónia és rendezettség kialakításának gyakori eszközei ezek.

Palindrómák

A szimmetria gyakran megjelenik szójátékokban. Tipikus példák erre azok a jól ismertek mondatok, néha hosszabb szövegek, melyek visszafele olvasva is ugyanazokat a betűket tartalmazzák, mint az eredeti. Ki ne ismerné a „Géza kék az ég”, vagy az „Indul a görög aludni” mondatokat? Ezek a palindromok vagy kicsit régiesebb néven palindrómák. Az elnevezés görög eredetű: a $\pi\alpha\lambda\iota$ <páli> = ismét, megint, újra + $\delta\rho\omicron\mu\omicron\varsigma$ <dromosz> = út, utca szavak összetételéből alakult ki.

Bár leggyakrabban ezek a szövegek inkább csak nyelvi zsonglőrködés, néha hangzásukkal, ritmusukkal, nyelvtörő szerű ismétlődéseikkel (például: Kosarasok kosara sok) esztétikai élményt is nyújtanak, s ha a formai egységet valamilyen gondolati mélység is kíséri, akkor akár egy soros kis irodalmi alkotásokhoz is juthatunk: Keresik a tavat a kis erek... Vagy akár egy szavashoz: Létkoktél.

Arány és szimmetria a kompozícióban

Irodalomban elsősorban a költészetben használatos eszköz a szimmetria, leggyakrabban a művek szerkezetében fedezhetjük fel. A legegyszerűbb eset, mikor a központi mondanivaló egy páratlan versszakszámú vers középső versszakába kerül. Előfordul, hogy ez a központ úgy működik, mint egy szimmetriatengely, és az őt megelőző és követő versszakok párosával tükrözik egymást, összecsengenek. Ilyen vers pl. Arany Jánostól a Letésem a lantot.

Előfordul az is, hogy a központi gondolat az arany metszési pontban van, például Balassi Bálint: Adj már csendességet című 16 soros versének 5. versszakában, a 9-10. sorban szakítja meg a

kijelentések és felszólítások sorát a kérdés, a kétely; illetve ide sorolhatjuk az úgynevezett hárompilléres versszerkezetet is, melyben az első, középső és utolsó versszak különösen fontos.

Különleges arányokat is találunk az irodalomban, mint a triptichon-szerkezet (itt az arány a szerkezetben 2:4:2.), vagy a szonett.

Érdekes a szimmetrikus elrendezés a versciklusokban is.

Képversek

A képvers vagy kaligram olyan vers, amely sajátos elrendezésével képi hatást is kelt, s ezzel a tartalmi mondanivalót hangsúlyozza vagy ellenpontoszza a szerző. Ezzel a megoldással a vizuális művészetek és az irodalom határterületére kerülünk, kicsit mindkettőből merítve.

```
          -hatalmas-  
      -kör a-----világ-  
    -annak-----minden-  
  -pontja-----valaminek-  
-kezdete-----és vége-  
-e körnek-----vagy-  
-te is-----része-  
-mit-----elkezdtél-  
-lesz-----vége is-  
  -mi-----egyben-  
    -valami-----újnak  
      -az eleje-
```

szimmetria és építészet

A görög művészet számára a szimmetria, vagyis a harmónia, az arányosság, a ritmus megtestesítői voltak szobraik, az arany metszés arányait – eleinte csak ösztönösen – követő épületeik, vázáik, tálaik, épületeik díszítő elemei, képei, zenéjük, drámáik, verseik ritmusa.

A görög istenségeknek emelt templomok, sőt azok oszlopfőinek (jón, dór) kialakítása is hordozott szimmetriát. Épületeiken, edényeiken szeretettel alkalmazták az eltolási szimmetriát, sormintákat képezve. A görög szobrászatra jellemző, hogy a megformált arcot mesterségesen tették szimmetrikussá, mely esztétikai célokat szolgált.

Ezen díszítőelemek előállítására 4 alaplévelet ismétlése áll rendelkezésre. A különböző transzformációkkal létrehozható frízekben, díszítőelemekben, mozaikokban, csempékben is a szimmetria és a tükröképek uralkodnak. Ezt eltolási szimmetriának nevezzük. Az első egyszerű ismétlés: ekkor ugyanaz a minta ismétlődik az egész szegély mentén. A második művelet a tükrözés függőleges vagy vízszintes tengely mentén. A harmadik az elforgatás, amely 180°-kal történik egy rögzített pont körül. A negyedik művelet a csúsztatott tükrözés, itt előrefelé ismétlődik a minta, miközben a tükröképet is előállítják az ismétlés irányával párhuzamos egyenes mentén, majd e tükröképeket enyhén elcsúsztatják, hogy végeik nem érintkeznek az eredeti mintával.

Ezek mindössze hétféleképpen elegyíthetők úgy, hogy ismétlődő mintákat hozzanak létre. E hét lehetséges szegélyminta-változat példáit láthatjuk a korai kultúrákban és végig a művészet történetében.

A középkor embere a szimmetriát, mely nyugalmat, rendet, törvényt, kiegyensúlyozottságot jelentett, előnyben részesítette az aszimmetriával szemben, mely mozgást, véletlen, kiszámíthatatlan dolgokat, tehát negatív dolgot jelentett.

Mintegy másfél évezreden keresztül, amíg a reneszánsz újra fel nem fedezte Vitruvius 10 könyvét az építészetéről, a szimmetria elsősorban nem geometriai

tartalmat hordozott, hanem a görögök által már használt arányosságot, harmóniát, ritmust. A görög kultúra aranykora mellett a reneszánsz idején virágzott fel egyidejűleg a művészet és a tudomány. A szimmetria harmónia, arányosság jelentései a művészet kategóriájává, míg az egzaktabb, geometriai jelentések a tudomány sajátjaivá váltak. A reneszánsz művészet szimmetriaallegóriái korántsem korlátozódtak a geometriai idomok ábrázolására. Gondoljunk csak Leonardo rajzaira vagy Dürer tanulmánykönyveire, amelyek a reneszánsz sokoldalúság ragyogó bizonyítékai. Másrészt a reneszánszban érdekes változásokat hozott Dante Isteni színjátékának szimmetrikus, 3-ra épülő felépítése, ami éppoly érdekes, mint az olasz csillag alaprajzú városok kitalálása és létrehozása.

szimmetria és zene

*„Ügyelj az értelemre, a hangok
majd vigyáznak saját magukra.”
(Lewis Carroll)*

A zenében megtalálható szimmetria szerepe az, hogy széteszt, így világos tagoltságot tesz lehetővé, melynek jelenléte a mű áttekinthetőségét eredményezi. A szimmetria sorokra, rímekre, versszakokra tagolja az anyagot. A szimmetriának, mégpedig a hangnemi tükörszimmetriának szép példájával találkozunk Bartók Cantata profanájában. A mű kezdetének, valamint befejezésének hangsora – a d központú hanghoz képest – pontos tükörképe egymásnak.

Különösen érvényre jut a szimmetria, ha zongorán játszunk el a fenti példát: így még a fekete és fehér billentyűk is pontosan megfelelnek egymásnak. A szimmetria keretébe tartozik a zeneszerzés-technika egyik jellegzetes sajátága: a témák többféle megfordítási lehetősége. Erre példa J. S. Bachtól, a Goldberg-variációk első 8 basszus hangjára írt kánon.

- alaphelyzetben
- tükörfordításban (a felfelé-lefelé irányok felcserélésével)
- rákfordításban (visszafelé olvasva)
- tükörrák-fordításban

Hangjegyírásunk vagy billentyűs hangszereink egyaránt arra utalnak, hogy a centrumot a két fekete billentyű középső hangja alkotja, amelytől felfelé és lefelé minden hangnak szimmetrikus tükörképe van. A szimmetriatengely lehet vízszintes a tengelyre, de lehet függőleges is. De az is előfordulhat, hogy a tükrözés mind a vízszintes, mind a függőleges tengelyen egyszerre megfigyelhető. A dallam tükrözésénél nem fontos, hogy a ritmus is tükörkép legyen. Ezekre Bartók Béla Mikrokozmosza és Johann Sebastian Bach Contrapunctusa a legjobb példa.

Források:

Hámori Miklós: Arányok és talányok
<http://mek.oszk.hu/00800/00853/00853.pdf>

Fekete Soma: A szimmetria világa – a világ szimmetriája

<http://www.termeszetvilaga.hu/tv2002/tv0207/szimmetria.html>

Wikipedia – Képvers, Szimmetria, Aranymetszés

<http://hu.wikipedia.org/>