

SZIMMETRIA, NYELV, IRODALOM

ZÁRÓDOLGOZAT

RÁTZ LÁSZLÓ VÁNDORGYŰLÉS

2017



HALÁSZ ISTVÁN

SZÉKESFEHÉRVÁRI TELEKI BLANKA GIMNÁZIUM ÉS ÁLTALÁNOS ISKOLA

BEVEZETÉS

A Székesfehérvári Teleki Blanka Gimnázium és Általános Iskolában tanítok matematikát, fizikát, irodalmat és magyar nyelvet a 7-12. évfolyamon. Az egyes tanórákon igyekszem – a keretek adta lehetőségek megragadásával – a lehető legtöbbször rámutatni azokra a szempontokra, amelyek villanásszerűen képesek kapcsolatot teremteni az egyes tudományterületek között.

A 2017. évi Rátz László Vándorgyűlésen a csoportelméleti foglalkozásokat vártam a leginkább; az utóbbi hónapokban magamtól is ezen a területen kerestem szabadidőm olvasmányait: WEYL *Szimmetriáját*, GROSSMAN és MAGNUS *Csoportok és gráfjaik* című kötetét; klasszikus összefoglalókat FRIEDTől, FUCHStól, KISS EMILTől; friss ismeretterjesztő írásokat Tony CRILLYTől, John D. BARROW-tól.

A csoportelmélet tehát eleve érdeklődésem homlokterében volt, jóllehet mindennapi matematikatanítási praxisomban nincs alkalmam konkrét csoportelméleti foglalkozások tartására; ám a megfelelő pontokon igyekszem felhívni a diákok figyelmét a majdani fogalomformálásban fontos megállapításokra. Ugyanakkor sem tapasztalataim hiányában, sem a jelen dolgozat megírása során kifejtett erőfeszítéseim közeljövőbeli hasznosulását illetően nem éreztem értelmét, hogy valamilyen „speces” csoportelméleti curriculumot hozzak létre. Ezért úgy gondoltam, a csoportelmélet központi fogalmára, a **szimmetriára** koncentrálni igyekszem annak a fizikában, de főképp a szövegek irodalmiságában, illetve azok nyelvi megformáltságában megtapasztalható vonatkozásait kiemelni.

A fizika, a kémia és a biológia is azt tanúsítja, hogy a szimmetria sérülése is rendkívül fontos; hogyne volna így olyan összetett jelenségnél, mint a nyelv, illetve annak művészi alkalmazásával az irodalomban. Igyekszem ilyen esetekre is példát hozni; a címlapon a szimmetria szinte mindenki számára ismerős irodalmi előfordulása, William BLAKE híres – *A tapasztalás dalai* című kötetéből való – *Tigrise* antiszimmetrikus párversével látható, *Az ártatlanság dalai* kötetben szereplő *A báránnyal*.

A csoportelméleti fogalmak a matematikában legkönnyebben a geometriai transzformációk tárgyalásakor „éreztetetők” meg; kitűnő eszköz, ha van rá mód és idő, a Rubik-kocka alkalmazása; Varga Tamás írásai is segíthetik munkánkat a kocka kapcsán.

FIZIKA ÉS SZIMMETRIA

A fizikai tudományokban közhely, hogy a megmaradási tételekben valamilyen szimmetriaelv működik. Ennek matematikai háttere a Noether-tételben fogalmazódik meg; mélyen absztrakt jellege nyilván nem teszi alkalmassá, hogy középiskolában tárgyaljuk, ugyanakkor fontosnak tartom, hogy megemlítsessék akkor, amikor már szó esett a lendület-, a perdület- és az energiamegmaradásról, különösképp a relativitáselmélet alapelveinek számbavétele után: ezek hátterében a téridő szimmetriái állnak.

Nemcsak dinamikai problémák mennyiségi tárgyalása során, hanem statikai feladatok megoldásakor is gyakran hivatkozhatunk a probléma geometriai megragadásakor a tengelyes vagy a középpontos szimmetria segítő szerepére.

És mi sem alkalmasabb a szimmetria kiemelkedő jelentőségének érzékeltetésére ma érvényes fizikai világképünk megalkotásában, mint a standard modell hátterében álló $SU(3)$ csoport, amely a kvantumszíndinamika ihletője volt.

A SZIMMETRIA FOGALMÁRÓL

A *szimmetria* szó jelentése jelentősen eltér a hétköznapi és a matematikai-tudományos használatban. A hétköznapiokban lényegében csupán a kétoldali tükörszimmetriát értjük rajta. A művészetek és a tudományok, így a matematika is jóval komplexebb jelentésmezőt alkot a kifejezés köré. A fogalom szemantikai kiterjesztéséhez igen alkalmasnak tartom a matematikai szimmetriáknak és a mögöttük működő transzformációknak, azok egymásutánjának (eltolásoknak, eltolva tükrözéseknek; esetleg forgatásoknak; permutációknak) a pusztán bilateralitáson túlmutató megjelenését az irodalmi szövegekben. A képzőművészetek térbeli-síkbeli jellege magától értetődően kínálkozik a szimmetriafogalom tágítására: úgy gondolom, ez viszonylag ki is aknázott terület a geometriai kapcsolódások révén. Itt rögtön érdemes utalni az aszimmetria jelentőségére, mint látni fogjuk, ahogy a fizika tudományában, úgy a szövegek művészi hatásának érvényesülésében is fontos szerepe lesz a szimmetriasértéseknek; akárcsak építészeti alkotásoknál vagy műtárgyaknál, festmények kompozícióiban.

Véleményem szerint rejtett potenciálra lelhetünk az eredendően akusztikus meghatározottságú zenei és nyelvi műalkotásokban; az előbbieknél még áttekinthető

vizsgálatára sem tartom magam alkalmasnak, csak röviden utalok a zenei hangok fizikairezgs-jellegére, a zenei formák strukturális felépítésére, vagy a zenei ellenpont fogalomkörére. A nyelv elsődlegesen hangzó jellege, immanens időbelisége, illetve a jelentésképzés mentális művelete tovább nehezíti a szöveg megformálását irányító transzformációk, így az ezek révén működő szimmetriák racionális megragadását, ugyanakkor nyilván hozzájárulnak a műalkotás hatásmechanizmusához.

Ha a nyilvánvalóan idegen eredetű szó etimológiáját vizsgáljuk, a következőkre jutunk: előtagja a *szün-* 'együtt', utótagja a *metron* 'mérték' jelentésű görög szóelemek kapcsolata; jelentése ezek alapján 'együtt-mérhetőség', amely tulajdonképpen 'helyes arány'-ként értelmezhető. Herman Weyl *Szimmetriájában* a következőképpen ír: „*a szimmetrikus valami arányos, kiegyensúlyozott, a szimmetria pedig az a fajta összhang, mely egyes részeket egészé egyesít. A szépség kapcsolatban áll a szimmetriával.*” Ő maga említi szinonim fogalomként a *harmóniát* a zenei, hangtani alkalmazásokra utalva. Könyvében aztán szobrokkal, domborművekkel, festményekkel, építészeti megoldásokkal, természeti példákkal él a szimmetriafogalom absztrahálása során; ezeket olvasva ötlött fel bennem, hogy irodalminak tekinthető szövegekben keressem a rokon lehetőségeket.

A szimmetria naiv képzetétől indulva két irányban bővíthetjük annak fogalmát a szövegek vizsgálatával: egyrészt a részekből nyitva a műegész felé, főként a periodicitásban (időbeni eltolásban) megmutatkozó párhuzamok-ellentétek, fokozások megfigyelésével; másrészt a szövegegység ismeretében vizsgálhatjuk az egyes szövegalegységek strukturális beágyazottságát, a szerkezet „geometriai” arányrendjét.

Az irodalmi alkotások vizsgálatánál ugyanakkor nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy alapjuk elsődlegesen természeti jelenség (*beszéd*, a saussure-i terminussal: *parole*); vizsgálatuk során pedig ezeknek elvont rendszerbeli (*nyelv, langue*) reprezentánsaival, az írott szövegekkel találkozunk. A jelenség összetettsége okán nyilvánvaló, hogy a nyelvészeti elemzések is többirányúak kell, hogy legyenek: egy szöveg pragmatikus (nyelvhasználati) vonatkozásai mellett a teljesebb vizsgálatnak mind a szemantikai (jelentéstani), mind a szintaktikai (nyelvtani) szempontokat érvényesítenie kell. És ezeket hatja át a szöveg irodalmiságának egyik alapját képező nyelvi megformáltsága, annak alaptranszformációival: a szóképekkel (trópusok) és az alakzatokkal (szkémák).

Az eseteket a nyelvi szintek egyre bővülő rendje szerint igyekszem sorra venni; részint a dolog természetéből fakadó kimeríthetetlen gazdagságú jelenségkör, részint e dolgozat szűk korlátai miatt nem törekedhetek teljességre. Első lépésben a szimmetria nyelvi műveletekkel, műveletek egymásutánjával megközelíthető jelenségeire, majd a szimmetriafogalom 'arányosság' értelmében tetten érhető működésére fordítom figyelmemet.

Terjedelmi szempontból kevés esetben élek példák közlésével az említett jelenségek felsorolásakor; a legtöbb sorra vett mintázat mindenki számára ismerős lehet a középiskolai kánon birtokában.

A hangok szintjén első lépésben a magán- és mássalhangzók részalmazait határozza meg a fonetika; a következő lépésben a hangképzés helye, jellege szerint alkotnak részalmazokat/altereket a különböző hangok; e ponton poétikai szempontból az akusztikus hatás atmoszférateremtő jellegére mutathatunk rá: gondoljunk a magas és mély magánhangzók; a nazális mássalhangzók, a likvidák vagy a pergőhangok zenei hatására. Az alliteráció, a szókezdő hangok ismétlődése translációs szimmetriát kölcsönöz a szövegnek.

A szótagok (bár szupraszegmentális elemekként nem a *nyelv (langue)*, hanem a *beszéd (parole)* alakzatai) esetében az egyik lehetőség a szimmetriák megképzésére az időmértékes verselés: szimmetrikus (pirrichiusz, szpondeusz) és aszimmetrikus (trocheusz, jambusz) elemi verslábak, összetettebb sor- és strófaszerkezetek kínálnak kimeríthetetlen terepet. De vegyük a hangsúlyos (magyaros) verselést: itt a hangsúlyos-hangsúlytalan szótagok periodikus rendje adja a szöveg sodrát.

A szóelemek szintjén érdemes a gyermekek beszédfejlődésének repetitív szakaszára utalni, a babanyelvi szavakra: *papa, mama* stb. A legjellemzőbb, a szóelemek eltolási szimmetriájával tárgyalható poétikai eljárás a rímképzés. A szinte végtelen variációs lehetőséget rejtő mintázatképzés néhány jellemző változatát említem csak: legegyszerűbb változata a bokorrím, egyszerű eltolási szimmetriával (*aaaa*); a hasonló – két rímelemű - keresztírím (*abab*); a tükörszimmetriát mutató öllelkező rím (*abba*); az utóbbi kettőből épülnek fel a klasszikus szonettforma első két négysorosának, a kvartinának a rímei; a szonettek két záró sorhármasa vagy eltolást mutat (*cde cde*) vagy reciprocitást (*cdd dce*); avagy az *Isteni színjáték*ban teljességében megmutatkozó, ciklikusság felé tartó tercinarímet (*cdc ded efe ...*) alkalmazza. Az aszimmetria a félrímek (*axax*) és a ráütőrímek (*ababb*) esetén mutatható be

alkalmasan; illetve a hangzók szintjén kelthet sajátos hatást az asszonáncban (pl. „*Ó nő, te drága lengyel, / olyan vagy, mint egy angyal*”, Kosztolányi).

A szavak esetében a számelméleti feladatoknál emlegetett palindromok lehetnek segítségünkre; természetesen itt a palindrom [szó szerkezetek, mondatok](#), sőt [teljes szövegek](#) állhatnak példaként.

A mondatok szintjén utalhatunk Noam CHOMSKY nagy hatású generatív grammatikai rendszerére; itt már elsősorban szemantikai (jelentéstani) vonatkozásban tudunk eltolási szimmetriákat felmutatni, azoknak a tükörszimmetriával kombinált változataira példákat nyújtani: az ószövetségi zsoltárköltészet bevett eszköze a gondolatritmus, a mondatpárhuzam.

Teljes szövegek esetében is érvényes megállapításokhoz vezethetnek szimmetria- és arányvizsgálataink. Erre a későbbiekben igyekszem néhány konkrétabb példát mutatni, mivel a szimmetria hagyományosabb, tükrözési-eltolási invarianciái problematikusabbak egyetlen előrehaladó, lezárt szöveg esetén. Előtte inkább az irodalmiság egy újabb alapdimenziójában, a szövegköztségben (intertextualitásban) igyekszem felmutatni a megfeleltethetőséget.

Az európai kultúra egyik bázisa a judeo-keresztény hagyomány; ennek foglalatosa, a Biblia kapcsán mutatok rá - Northrop FRYE kifejezésével – annak kettőstükör-szerkezetére. A kánonképzés során az *Ó-* és *Újszövetség* egyes szentírási szakaszai mintegy eltolással feleltethetők meg egymásnak: így a mózesi *Ötkönyv* az újszövetségi evangéliumoknak, az Ószövetség történeti könyvei az *Apostolok cselekedeteinek*; a tanító könyvek az apostoli leveleknek, végül a prófétai könyvek *János apokalipszisének*. És ne feledjük, hogy teológiai értelemben az inverz transzformáció is indokolt: az újszövetségi könyvek hitelességüket épp az ószövetségi jövendölésekre való visszautalásukkal igyekeznek megteremteni; innen a kettős tükör képzete.

Álljon egy példa korszakos jelentőségű irodalmi alkotások tükörszimmetriájára európai kultúránk másik bölcsőjéből, a görög-római hagyományból. Köztudott, hogy az *Iliász* Akhilleusz alakjával a középpontban a trójai háború történetét, míg az *Odüsszeia* főhősének hazatérését és uralmának visszaállítását írja meg. Az ugyanakkor revelatív észrevétel lehet, hogy az *Aeneis* 12 éneke ezeket fordított sorrendben, tükrözve alkalmazza; az első hat énekben a főhős bolyongástörténetével, míg a második hatban az Iliász harcaival létesít párhuzamot; a szimmetriát sérti, hogy itt egyetlen hős áll a középpontban. Azt, hogy ez VERGILIUS tudatos szerkesztési elve volt, a két rész motívumainak szinte kimeríthetetlen

párképzésével támasztható alá. E hídszerkezet már-már homomorfikus kapcsolatot teremt a homéroszi eposzhagyománnyal. Még egy, az irodalmiságról alkotott fogalmunkban kiemelkedő fontosságú szempontot szeretnék jobban exponálni: a történetiség jelentőségét. Az antik görög-latin viszonylatnál is nagyobb tágasságú példát szolgáltat James JOYCE *Ulysses*-e: a regény a modern világ-, lét- és tudatállapot megragadására egyetlen dublini hétköznapi külső és belső történéseinek megalkotásával tesz kísérletet, Odüsszeusz bő tíz éves kalandjának 1904. június 16-jába „hasonításával”.

Egyes művek esetében termékenyebb szempont a szimmetria ’helyes arány’ értelmű megközelítése. E tekintetben megfigyeléseim szerint az irodalmi alkotásokban is sokszor megmutatkozik – a természetben és a képzőművészetekben oly sokszor emlegetett – aranymetszés jelentősége. Csupán három példával élek, a szokásos műnemi rendszerből egyet-egyet választva; jóllehet számolatlanul bukkanhatunk a középiskolai kánonban is alkalmas alkotásra.

A lírában BALASSI kompozíciós elveinek alakulását is jól példázza, ahogy a reneszánsz kiegyensúlyozott hárompillérű (szabályos eltolás, akárcsak a reneszánsz épülethomlokzatok esetében megfigyelhetjük) versszerkezete (pl. *Egy katonaének*) egyre inkább átadja helyét a zaklatottabb manierizmus aranymetszetes struktúrájának (pl. *Ó, nagy kerek kék ég...*).

Az epika műneméből KOSZTOLÁNYI novellái közül érdemes megfigyelni a *Házi dolgozatot*: a nyelvileg legintenzívebb, ugyanakkor az elbeszélő belső beszédének megjelenítésével prózapoétikailag is exponált, valamint a cselekmény szempontjából is fordulatos jelentős részlete (*Ezt gondolom. / "Mit írtam volna én tizenkét éves koromban édesapámról? Hegyláncnak láttam őt, sötét őserdőnek. Hangja mennydörgött. Reszketve imádtam, s kétségbeesve, dühöngve keltem föl az asztaltól, mikor észrevettem, hogy modoros szokása szerint kissé megszagolja a húst, a másik szobába menekültem, s ott hangosan ordítottam, hogy ne halljam rémes gondolataimat. Néha félttem, hogy föbe lövi magát. Ilyesmik azonban nem férnek bele egy iskolai dolgozat keretébe."*) éppen a teljes szöveg terjedelmi aranymetszetében helyezkedik el.

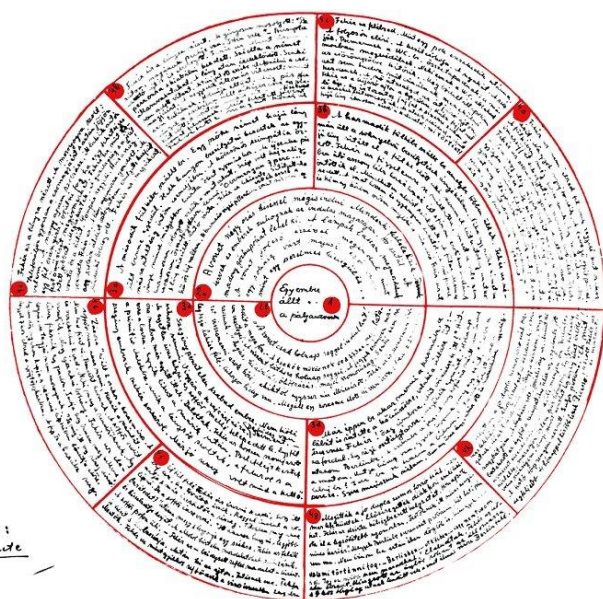
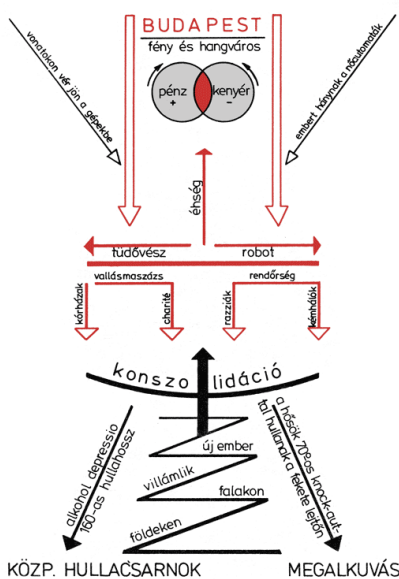
Az ember tragédiájában a történeti (ill. jövő-) színek között egyetlen van, amely kétszer szerepel: Prága. Párizs előtt és után, hiszen Kepler – azaz az Ádám álmodta Kepler – álma a párizsi szín. Így a dramaturgiai és koncepcionális fókuszszerepű prágai szín elhelyezkedését is érdemes megvizsgálni. Azt tapasztaljuk, hogy jó pontossággal a 15 szín

aranymetszetében találjuk, hiszen ez a kilencedik; illetve csak a történeti színeket tekintve (4-14.) éppen a tengelymetszetben helyezkedik el.

A drámai szerkezetnél – és általában az epikus művek cselekményszerkezetében – megfigyelhető a feszültség aszimmetriája: a tetőpont (klimax) nem a narratív szerkezet tengelyében, hanem a végkifejlethez közelebb helyezkedik el.

Az irodalmiság megragadásában manapság mérvadó szempontok közül igyekeztem kimutatni a szimmetriarokon jelenségeket a *nyelvi megformáltságban*, a *történetiségben*, illetve az említettek között szép számmal szerepeltek a *szövegköztiség* tekintetében megfeleltethető szövegek, szövegszervező eljárások. Mai irodalomértésünk és -szemléletünk szerint azonban minden szépirodalmi szövegnek alapkaraktere a *fiktionalitás* és a *totalitás* is: olyan önálló, csupán másodlagosan referens (szöveg)világot teremt, amely legfeljebb absztrakt leképezése a realitásnak. A maga megteremtette alakokkal, motívumokkal, kölcsönhatásokkal–törvényszerűségekkkel új struktúrát teremt. Ez a matematikai fogalmakban jártasak számára joggal idézi a homomorfizmus fogalmát. A *teljesség* pedig joggal tekinthető a zártság analógiájának. Természetesen hiábavaló elvárás volna a szigorú definíciós megfeleltethetőség teljesülése; ám tudjuk, a szimmetriasértés már csak sajátja világunknak.

Érdeemes kitérnünk a képversekre. Ezek sajátos nyelvi-elm-elrendezésükkel a geometriai szempontú vizsgálatoknak is teret adhatnak. Néhány gondolatébresztő darabot közlök csupán, magyar szerzőktől: egyikük TAMKÓ SIRATÓ Károly a 20., másikuk SZENCZI MOLNÁR Albert a 17. századból.



Légyene férfierőnégyzeteképetiéd
 éLégyene férfierőnégyzeteképetiéd
 géLégyene férfierőnégyzeteképeti
 ygéLégyene férfierőnégyzeteképet
 eygéLégyene férfierőnégyzeteképe
 neygeLégyene férfierőnégyzetekép
 eneygeLégyene férfierőnégyzeteké
 feneygeLégyene férfierőnégyzetek
 éfeneygeLégyene férfierőnégyzete
 réfeneygeLégyene férfierőnégyzet
 fréfeneygeLégyene férfierőnégyze
 ifréfeneygeLégyene férfierőnégyz
 eifréfeneygeLégyene férfierőnégy
 reifréfeneygeLégyene férfierőnég
 őreifréfeneygeLégyene férfierőné
 nőreifréfeneygeLégyene férfierőn
 énaireifréfeneygeLégyene férfierő
 génőreifréfeneygeLégyene férfier
 ygénőreifréfeneygeLégyene férfie
 zygénőreifréfeneygeLégyene férfi
 ezygénőreifréfeneygeLégyene férfi
 etezygénőreifréfeneygeLégyene fé
 ketezygénőreifréfeneygeLégyene f
 éketezygénőreifréfeneygeLégyene
 péketezygénőreifréfeneygeLégyen
 epéketezygénőreifréfeneygeLégye
 tepéketezygénőreifréfeneygeLégy
 itepéketezygénőreifréfeneygeLég
 éitepéketezygénőreifréfeneygeLé
 déitepéketezygénőreifréfeneygeL

Szenci Molnár Albert nevezetes cubusa: a négyzet forma a következettség jelképe.
 Magyarra Tandori Dezső fordította.

Végül egy vers kapcsán szeretném részletesebben bemutatni, miképp alkalmazhatók a matematikai fogalmak irodalomórán, avagy egy vers matematikaórán. A választott darab WEÖRES Sándor *Ének a határtalanról* (1980) című kötetének egyik permutációs verse, a *Kockajáték*.

KOCKAJÁTÉK

elkallódni megkerülni
ez volt teljes életem
jó volt tengerparton ülni
habok játszottak velem

ez volt teljes életem
elkallódni megkerülni
habok játszottak velem
jó volt tengerparton ülni

habok játszottak velem
jó volt tengerparton ülni
elkallódni megkerülni
ez volt teljes életem

jó volt tengerparton ülni
habok játszottak velem
ez volt teljes életem
elkallódni megkerülni

Számunkra itt és most, matematikai szempontból a legfontosabb a repetitív verssorokból épülő versszakok permutációs rendjének vizsgálata. Amennyiben a nyitóversszak sorsorrendjét tekintjük kiindulásnak, azaz $S_1 = (1, 2, 3, 4)$, a rákövetkező versszakok a következőképpen generálhatók leképezésekkel: $\pi_1(S_1) = S_2, \pi_2(S_2) = S_3, \pi_3(S_3) = S_4$; ahol $\pi_1 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \end{pmatrix}, \pi_2 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \pi_3 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \end{pmatrix}$.

A matematikai formalizmus plasztikusan emeli ki, hogy a három transzformáció közül az első és az utolsó megegyezik: $\pi_1 = \pi_3$, ráadásul érdemes megfigyelni, hogy $\pi_1^2 = \pi_2^2 = 1 = \pi_1 * \pi_3$, vagyis egyúttal egymás inverzei is.

Vegyük észre tehát, hogy a két középső versszak transzformációja mintegy tengelyt képez, ráadásul működésével a két centrumversszakokban is megképzeli azt a formai lezártsgot, amit a teljes költemény nyer az első és utolsó verssorok keretképző azonossága révén.

Továbbá nem hagyhatjuk említetlenül Weöres zseniális (nyilván intuitív) címadását sem: tudjuk, hogy az itt mozgósított négyelemű szimmetrikus csoport (S_4) a lehető legszorosabb kapcsolatban áll a kockát önmagába vivő kongruenciamozgások halmazával.

A formai megfontolások mellett a jelentéstani-tartalmi szimmetriák-ellentétek is kiemelhetők: *elkallódni-megkerülni*; a vershelyzet tengerpartja tükörként „feszül” szárazföld és tengert közé, lét és nemlét egymásba villódzásának tengelyeként. S a *hab* etimológiájából tudhatjuk, hogy korábbi jelentése ’hullám’ értelmű volt (vö. *himnusz*beli előfordulásával), vagyis mind tér-, mind időbeli eltolásra (kvázi)invariáns alakzat.

ÖSSZEGZÉS

Dolgozatomban a matematika – a hétköznapiánál jelentősen gazdagabb – szimmetriafogalmát, illetve annak alkalmazhatóságát igyekeztem vizsgálni egy olyan területen, amely eddig talán nem kapta meg az oktatásban azt a figyelmet, amely megilletheti: az irodalmi szövegek és általában a nyelv világában.

A tárgyalás során mind a nyelvészet, mind az irodalom ma érvényesnek tartott legfontosabb szempontjai szerint igyekeztem kiemelni az invarianciát vagy a karakteres-jelentéses invarianciasértést mutató jelenségeket. Nyilván sok munkát igényelne e taxonómia teljesebb és alaposabb kidolgozása, de a fent leírtak talán segíthetik a további vizsgálódásokat.

Egy vers esetében mutattam fel a matematikai gondolkodás és formalizmus lehetőségeit a jelentésképzés folyamatában; úgy gondolom, több alkotás megközelítésének egy lehetséges és érvényes mintáját adva.

Ám a legfontosabb talán az, hogy a szokásos előítéleteink szerint egymástól távol álló területek között teremthetünk, s remélem, teremthetünk a jövőben is kapcsolatot.

FELHASZNÁLT IRODALOM

BARROW, JOHN D. *A művészi világegyetem*. Vince Kiadó, 2000

CRILLY, TONY *50 fogalom, amit ismerni kell. Matematika*. Ventus Libro Kiadó, 2010

FRIED ERVIN *Absztrakt algebra elemi úton*. Műszaki könyvkiadó, Bp., 1975

FUCHS LÁSZLÓ *Algebra*. Kézirat, ELTE TTK, 1994

GROSSMANN-MAGNUS *Csoportok és gráfjaik*. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1972

HARGITTAI ISTVÁN – HARGITTAI MAGDOLNA *Szimmetriák a felfedezésben*. Vince Kiadó, 2003

HARGITTAI ISTVÁN – HARGITTAI MAGDOLNA *Képes szimmetria*. Galenus Gyógyszerészeti Lap-és Könyvkiadó, 2005

KISS EMIL *Bevezetés az algebrába*. Typotex, 2007

PAVLOVIC-TRINAJSTIC *On symmetry and asymmetry in literature*. Comp. & Maths. with Appls. Vol. 12B, Nos. 1/2, pp. 197-227, 1986

RUBIK ERNŐ *A bűvös kocka*. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1981

WEYL, HERMANN *Szimmetria*. Gondolat, Bp. 1982

WEÖRES SÁNDOR *Ének a határtalanról*. Magvető, Bp. 1980