

Utószó

S ez még nem minden. Messze nem. Az előző fejezetekben sorra vett általános témák a mai matematikának csupán néhány területét érzékeltetik. Nem is említettük, vagy csak futólagosan a kiszámíthatóság elméletét, a bonyolultságelméletet, a numerikus analízist, a káoszelméletet, a végtelen halmazok elméletét, a játékelméletet, a választási rendszerek elméletét, a konfliktuselméletet, az operációkutatást, az optimalizációelméletet, a matematikai közgazdaságtant, a pénzügyek matematikáját, a katasztrófaelméletet vagy az időjárás-előrejelzést. Nem említettük, vagy csak futólag a mérnöki tudományokban, a csillagászatban, a pszichológiában, a biológiában, a kémiában, a közgazdaságtanban vagy a repülőgép-tervezésben alkalmazott matematikát. Mindegyik felsorolt témakör, sőt, olyanok is, amelyek kimaradtak, egy egész fejezetet érdemelne.

Egy könyv írójának azonban válogatnia kell a lehetséges témák között. E könyvben a matematika természetéről akartam áttekintést adni, úgy a mai, modern matematika elemeiről, mint ezen eredmények történetéről. Mégsem akartam a sok-sok különböző téma néhány oldalas, leltárszerű áttekintését az Olvasó fejére zúdíttatni. A számos részterület, a más tudományokkal és az élet különböző területeivel való kapcsolatok ellenére a matematika egységes egész. Egy jelenség matematikai vizsgálata sok hasonlóságot mutat más jelenségek matematikai vizsgálatával. Az első lépés mindig egyfajta egyszerűsítés, amelynek során a kulcsfontosságú fogalmakat azonosítjuk. E fogalmakat azután mélyebb elemzésnek vetjük alá, sorra, és egyre alaposabban felismerjük a vizsgálódás szempontjából lényeges mintázatokat. A következő lépés az axiomatizálás, az absztrakció magasabb szintje. Tételeket fogalmazunk meg és bizonyítunk be. A matematika más területeihez fűződő kapcsolatokat állapítunk – vagy sejtünk – meg. Az elméletet ezután általánosítjuk, melynek során újabb kapcsolatokra derül fény.

Ez tehát a vizsgált területek általános struktúrája. A választott témakörök mindegyike a matematika középponti területe, kisebb-nagyobb mértékben va-

lamennyi a szokásos egyetemi tanrend részét képezi. Ebben az értelemben a szelekció természetesnek mondható. Az igazság azonban az, hogy bármely hét vagy nyolc témakört kiválasztva ugyanezt a történetet mesélhettem volna el. A matematika a mintázatok tudománya, s e mintázatokra mindenütt rábukkanunk, bármerre tekintünk is: a fizikai Univerzumban, az élővilágban vagy akár tulajdon elménkben. S a láthatatlant a matematika jeleníti meg.

Csak még egy pillanat!

A matematika lendületben van. Könyvemet már a nyomdai munkálatokra készítették elő, amikor érkezett a hír, hogy a gömbi elrendezésnek az 5. fejezetben említett problémáját sikerült megoldani. Thomas Hales (University of Michigan) hat évet viaskodott a feladattal, míg bebizonyította: Kepler sejtése helyes: a lapközéppontos kockarácsnál nincs sűrűbb térkitöltés.

Hales bizonyítása a magyar matematikus, Fejes Tóth László 1953-as eredményén alapul, amellyel a probléma visszavezethető egy nagyméretű, sok-sok esetet felölelő számításra. Ezzel lehetőség nyílt arra, hogy a megoldásban számítógépes módszereket alkalmazzanak. 1994-ben Hales a Fejes Tóth által kijelölt utat követve öt lépéses stratégiát dolgozott ki, a részletes megvalósításban egy tanítványa, Samuel Ferguson is segítségére volt. Hales 1998 augusztusában jelentette be, hogy sikerrel járt, s a teljes bizonyítást közzétette a világhálón, a <http://www.math.lsa.umich.edu/~hales/> címen.

A bizonyítás: mintegy 250 oldalnyi szöveg és hozzávetőlegesen 3 gigabájtnyi program. Aki követni akarja Hales gondolatmenetét, annak nem csupán a szövegen kell átrágnia magát, de le kell töltenie és futtatnia kell a programot is.

A Kepler-sejtés Hales-féle bizonyítása a hagyományos matematikai gondolatmenetek és a sok száz speciális eseten végigfutó számítógépes módszerek kombinációja, s mint ilyen, leginkább a négyszín-tétel Kenneth Appel és Wolfgang Haken által megadott bizonyítására emlékeztet.¹¹

¹¹Keith Devlin a fenti sorokat 1998-ban írta. Hales érvelésének helyességét mostanáig (2001. tavasza) sem sikerült maradéktalanul ellenőrizni. Erre utal az a tény, hogy munkája még nem jelent meg szakfolyóiratban. – *A szerk.*