

GÖNCZ LAJOS

Matematikai statisztika pszichológiai, nyelvészeti és biológiai alkalmazásokkal – Vargha András könyvéről
(Pólya Kiadó, Budapest, 2000)

Hajtman Béla *Matematikai statisztika pszichológusok számára* című tankönyvének 1968-as megjelenése után a rákövetkező évtizedben jelentősen emelkedett a magyar pszichológiai empirikus kutatások adatainak kiértékelési színvonala. Erre nemcsak Klein (1983) hivatkozik, amikor Hajtman egy másik kötetét ismerteti, hanem Pléh (1975) és Vargha (1984) tanulmányaiban is találunk rá meggyőző bizonyítékokat. Jelentős szakmai eseményként könyvelhetjük el tehát az említett tankönyv megjelenését.

Igen nagy valószínűséggel állítható, hogy hasonló, esetleg még nagyobb lendületet ad majd a magyar tudományos pszichológiai kutatásoknak Vargha András *Matematikai statisztikája* is. Egy ilyen feltételezést számos tény valószínűsít. Egyrészt, Vargha nemcsak statisztikai tankönyvet jelentetett meg, hanem kötete statisztikai módszertannak is tekinthető, így rendkívül hatékony eszköz lehet egy már képzett kutató kezében. Másrészt az elkövetkező generációk elsajátíthatják belőle azt a fegyelmezettebb, formalizáltabb statisztikai gondolkodásmódot, amely az empirikus tudományokban ma már megkerülhetetlen. Ezenkívül Hajtman (egyébként ma sem elavult) könyvéhez viszonyítva Vargha kötete óriási előrelépést is jelent, mivel teljes mértékben követi azt a hangsúlyeltolódást, amely az empirikus kutatások adatainak feldolgozásában időközben bekövetkezett. Ugyanis a hangsúly ma már nem a „hogyan csináljuk”-on van (mert az adatok időigényes és az állandó tévedésekkel fenyegető kíméserves kézi feldolgozását felváltotta a számítógép használata), hanem a „miért”-en és a „mit jelent”-en. A számítógép terjedésével együtt vált általánossá az a hozzáállás, hogy a nem matematikai képzettségű kutatónak a matematikai statisztika szolgáltatásokat nyújt, amelyeket értelmesen kell megrendelnie, és amelyet Futó (1995) igen szemléletesen így fogalmaz meg: „A kutató nem foglalkozik azzal, amihez nem kell értenie, hanem a körüludvarolt fogyasztó úri pozíciójából rendeli meg a statisztikai szolgáltatást.” Ehhez a felfogáshoz igazodik Vargha is, hangsúlyozva, hogy a nem matematikai beállítottságú kutató számára elsősorban saját területén kell otthonosnak lennie, tudnia kell megfogalmazni a problémát, amelyre kutatásával a választ keresi, és a hipotézist, amelyet empirikusan verifikálni akar, a matematikai statisztiká-

ból pedig azt, hogy esetében milyen statisztikai eljárásokat milyen feltételek mellett alkalmazhat, és számítási eredményeit hogyan kell értelmeznie. Mind a bemutatásra kerülő tartalmak kiválogatásában és bemutatásuk módjában, mind abban, milyen tanulási technikával ajánlatos ezeket elsajátítani, Varghának egészen újszerű a hozzáállása. Szigorúan matematikai jellegű magyarázatokba csak akkor bocsátkozik, ha ez megkerülhetetlen egyes statisztikai fogalmak teljesebb megvilágításához. Azok azonban, akiket csak a felhasználás érdekel, ezeket az apró betűs részeket akár át is ugorhatják anélkül, hogy a fejtegetés fő gondolatmenete megszakadna. Ez azonban semmiképpen sem jelenti azt, hogy a kötet a statisztikai eljárások képleteit pusztán receptszerűen sorolja fel: a módszerek alapgondolatát, lényegét, alkalmazásuk lehetőségeit és korlátait a legteljesebben, de egyben közérthetően ismerteti. Ami pedig a tanulási technikát illeti, a szerző azt ajánlja, hogy az olvasó a mellékelt MINIM statisztikai programcsomaggal az egyes eljárásokat rögtön próbálja is ki. Mivel a MINIM a Vargha által kidolgozott MiniStat programcsomag demonstrációs változata, mindenképpen hasznosabb beszerezni a MiniStatot, és a programhoz írt felhasználói kézikönyv segítségével (Vargha 1999 VarghaCzigler, 1999) végezni a gyakorlást.

A könyvet a szerző tömör *Előszava* vezeti be, majd a *Bevezető* után a főszöveg 17 fejezetét az *Utószó*, egy 122 egységet tartalmazó *Irodalomjegyzék* és két *Melléklet* (a MiniStat statisztikai programcsomag ismertetése, valamint 14 statisztikai táblázat), *Szimbólummutató* és *Tárgymutató* zárja.

A kötet egymással több szálon összefüggő statisztikai eljárások együttesét, az ún. *egyváltozós statisztika* építményét, módszereit, logikáját mutatja be. A matematikai statisztika alapjaiba vezeti be a matematikai alapokkal nem rendelkező, legfeljebb a középiskolai matematika anyagára úgy-ahogy emlékező olvasót, feldolgozása így magasabb szintű matematikai tudást nem igényel. A kötet a fejezetek két csoportját tartalmazza. Az elsőbe a statisztikai metodológia alapanyaga, vagyis a leíró és következtetési statisztika szokásos fejezetei sorolhatók. Ezek az eloszlások legfontosabb jellemzőivel (középértékek, szóródási mutatók) és a középértékre vonatkozó hipotézisek vizsgálatával (egymintás t-próba és robusztus változatai, Wilcoxon-próba, előjel-próba) foglalkoznak, valamint két változó ugyanakkorosságának tesztelésével az összetartozó minták segítségével. Ismertetésre kerülnek a két független minta átlagának, mediánjának és varianciájának összehasonlítását szolgáló eljárások (kétmintás t-próba, Welch-féle d-próba, Fisher-féle F-próba, Levene- és O'Brien-próba), és a két populáció sztochasztikus egyenlőségének vizsgálatára kidolgozott eljárások (MannWhitney-próba, valószínűségi fölénny mutatója stb). Részletesen mutatja be a két kvantitatív változó kapcsolatát (lineáris regresszió és korreláció), két változó monoton kapcsolatának elemzését (Spearman-féle rangkorreláció és más monotonitási és rangkorrelációs együtthatók), több független és összetartozó minta átlagának és varianciájának összehasonlítását (egyszempontos varianciaanalízis és ennek összetartozó mintás változata) célzó módszereket, valamint a sztochasztikus ugyanakkorosság vizsgálatával több összetartozó vagy független minta esetén foglalkozó eljárásokat (KruskalWallis-próba és Friedman-próba) is. A kétszempontos varianciaanalízist

és a diszkrét változókkal kapcsolatos statisztikai eljárásokat (-próbák, Cochran-féle Q-próba) úgyszintén bemutatja a szerző. Külön figyelmet érdemel a nyolcadik és a tizenötödik fejezet, amelyekben a sztochasztikus egyenlőségről és a sztochasztikus homogenitásról – mint a jelen pszichológiai kutatásokban az ordinális változók segítségével történő összehasonlításoknak egy újfajta módjáról – szerezhethet újdonságzsámba menő ismereteket az olvasó. A fejezetek másik csoportja kiegészíti és elmélyíti az előbbieket, pontosítva a statisztika helyét és szerepét az empirikus tudományok kutatási módszertanában. Az empirikus kutatásokban kezdők és (elsősorban) nem pszichológus képzettségű kutatók szempontjából különösen fontos a két bevezető és a hatodik fejezet. Az első fejezetben (*Az empirikus vizsgálatok néhány alapfogalma*) a megfigyelési egységek, a populáció, a minta és a változók fogalmát határozza meg a szerző annyira szemléletes módon, hogy még a számoktól eleve riadozó olvasót is az anyag további feldolgozására motiválja. A második fejezetben (*A változókról bővebben*) így hasznos információkat szerezhethet a fő pszichometriai skálatípusokról. Ismeretes, hogy a vizsgált jelenségről az információt hordozó ismérvek alapján a változók négy típusba sorolhatók (nominális, intervallum-, ordinális és arányskála), amelyek a mennyiségek mérésének négy különböző szintjét képviselik. Vargha bemutatja, miként határozható meg, hogy az adatok melyik skálatípusba sorolhatók, diszkrét vagy folytonos változót képviselnek-e, de azt is, hogy milyen dilemmák nehezítik e döntést. Ennek alapján azután meghatározhatók az alkalmas statisztikai eljárások. Úgyszintén fontos a statisztikai hipotézisvizsgálatok logikájának, általános gondolatmenetének szentelt 6. fejezet, ezen belül a statisztikai próbák hibáit és erejét tárgyaló rész, mert csak ezek ismeretében vezethető le elfogadható szinten az empirikus kutatás, és értékelhető megfelelően annak eredménye. A maximális közérthetőségre törekedve az elsőfajú és másodfajú hibák logikáját és súlyát a bírósági ítéletekhez hasonlítja a szerző. Ha az igaz nullhipotézist elutasítjuk (elsőfajú hiba), ártatlanul ítélnünk el egy nem vétkest, vagyis a tudomány áramkörébe beengedünk egy hibás állítást, amikor pedig megtartjuk a téves nullhipotézist, ugyanazt tesszük, mint amikor a bírósági tárgyaláson nem ítélnünk el egy bűnöst. Ennek az a negatív következménye, hogy nem tárunk fel egy eddig ismeretlen összefüggést – de felfedezhetjük később, vagy feltárhathja valaki más, ilyen értelemben tehát nagy hiba nem történt.

Már említettük, hogy a könyv szerves egységet képez a szerző által kifejlesztett MiniStat statisztikai programcsomaggal, annak lépéseit követi, és úgy is értelmezhető, mint a MiniStat eljárásainak logikáját és az eredmények értelmezését elősegítő magyarázatok alapos szintézise. A MiniStatnak angol és magyar változata létezik, és mentes a legtöbb ma használatos statisztikai programcsomag (pl. SPSS vagy Statistica) két nagy hiányosságától: nem igényel számítástechnikai jártasságokat, és nem kívánja meg a felhasználótól, hogy pontosan tudja, milyen statisztikai eljárást kíván az adatain elvégezni, és a kiválasztott módszer alkalmazásának feltételei az ő adatai esetében teljesülnek-e. A felhasználónak csak változóinak mérési szintjét (pszichometriai típusát) kell ismernie, és elemzéseinek céljával kell tisztában lennie (pl. változók kapcsolatát kívánja-e vizsgálni, vagy csoportokat összehasonlítani), de

nem szükséges tudnia, hogy ez milyen konkrét próbával végezhető el. Ismeretes, hogy a változók és csoportok összehasonlítását szokásosan paraméteres eljárásokkal végzik (t-próbák, varianciaanalízisek, Pearson-féle korrelációs együttható), ezek alkalmazása azonban megköveteli a függő változók normális eloszlását vagy a szórások egyenlőségét, mert e feltételek sérülése esetén az ilyen hagyományos eljárások érvényessége jelentős mértékben csökkenhet. Ma már tudjuk, hogy a kutatásokban ez igen gyakran fordul elő, és ilyenkor kevesebb megkötéssel járó, robusztus eljárások ajánlatosak. A MiniStat minden esetben végrehajt egy robusztus paraméteres alternatív eljárást, és lehetővé teszi egy nemparaméteres alternatív próba elvégzését is. A kötet tartalmaz minden hagyományos egyváltozós statisztikai eljárást, modern robusztus próbákat, adatszerkesztő programot; 500 különböző változó és 7000 megfigyelési egység adatainak elemzésére képes, de alkalmas a beolvasott változók átalakítására, új változók létrehozására is. A statisztikai kérdések három fő típusára (eloszlásvizsgálati kérdésekre, homogenitásvizsgálatokra és kapcsolatvizsgálati problémákra) adhat választ. A MiniStat és a tankönyv együttes használata vezethet a legjobb eredményhez.

Vargha több mint 25 éve foglalkozik a matematikai statisztika tudományával és alkalmazásaival, így könyvét nagy kutatói, oktatói és tanácsadói tapasztalat birtokában írta. Kutatói munkásságának eredményei jól követhetők a különböző folyóiratokban az utóbbi néhány évben közölt cikkeiből (Vargha 1996 VarghaDelaney 1998 Vargha 1999a, 1999b Vargha 2000 VarghaDelaney 2000 Vargha 2001). Ezekből látható, hogy a matematikai statisztika mely elméleti kérdéseivel foglalkozik, és milyen új módszereket dolgozott ki. Az utóbbiak kifejlesztésében együttműködik az Albuquerque-i University of New Mexico egyetem pszichológiai tanszékén dolgozó H. D. Delaney professzorral. Kutatásának eredményeit tankönyvébe is beépítette, különösen a nemparaméteres eljárásokkal foglalkozó fejezetekbe.

Tevékenységének két másik nagy területe a matematikai statisztika oktatása és alkalmazása a statisztikai tanácsadásban. Az ELTE bölcsészkarán a pszichológia módszertanának keretein belül tanít pszichológiai statisztikát (számos egyetemi jegyzet tanúskodik erről), de más szakmákban dolgozó kutatók számára is folytat statisztikai tanácsadást, így jártas a biostatisztikában vagy biometriában, a lingometriában (nyelvészeti statisztika) és a szociológiai statisztikában is. Ezt tükrözi a könyv példaanyaga, a valós kutatásokból merített illusztrációk és a könyv címében is feltüntetett lehetséges alkalmazási területek. A tárgyalt módszerek azonban általános jellegük miatt sok más területen is alkalmazhatók. Könyvét ilyen tapasztalatok birtokában írta, hallgatóinak és kollégáinak, tehát nem olyan matematikusoknak, akik a matematikai statisztika módszereit kidolgozták, hanem a matematikai statisztika alkalmazóinak.

Közhelynek számít, hogy az empirikus ihletésű tudományok művelői ma már csak a modern statisztika módszertani és fogalmi eszköztárával felvértezve tarthatnak lépést tudományuk fejlődésével. A szakirodalom követése, egy konkrét kutatás adatainak leírása és elemzése, általános érvényű következtetések levonása a kapott eredményekből (vagyis annak meghatározása, mekkora bizonyossággal állítható egy ku-

tatás eredményeiről, hogy azok úgy „általában” és érvényesek), kísérleti tervezetek kidolgozása statisztikai ismeretek nélkül nem lehetséges. A statisztika azonban – mint az empirikus kutatások tudományközi és nemzetközi nyelve – csak az adatok feldolgozásának eszköze, amellyel vissza is lehet élni. (Néha szándékosan használják a nyilvánosság megtévesztésére. Ezért azonban nem a statisztikát kell okolni, hanem a tettetést: ha valaki egy sebészkéssel bűntényt követ el, azért nem a kés a felelős.) Aki figyelmesen áttanulmányozza ezt a könyvet, az megérti a matematikai statisztika alapjait, és örökös védettségre tesz szert a szakszerűtlenül alkalmazott statisztikával, a számokkal való felszínes bűvészkedéssel szemben, és megtanulja tisztelni az adatok erejét.

Vargha könyvével bizonyította, hogy a matematikai statisztikát, illetve a statisztikai módszertant lehet úgy is művelni, hogy a nem szakmabeli olvasókat vagy felhasználókat ne csak a rossz emlékű középiskolai matekórákra emlékeztesse, hanem lebilincselően izgalmas olvasmány legyen, miközben válaszokat kapnak adataik feldolgozásával kapcsolatos fontos kérdésekre. Végleg demisztifikálta a matematikai statisztikát, mindennapos szolgáltatásként mutatva be azt, amelynek ugyan komoly elméleti háttere van, mivel egzakt alapokon nyugvó ága a matematikának, de annak elmélyült ismerete a más tudományok művelői számára nem kötelező ahhoz, hogy eredményeit sikerrel alkalmazsák.

Vargha eddigi munkásságával is meghatározó módon befolyásolta a matematikai statisztika tudományának és alkalmazásainak fejlődését. Ezért kíváncsian várjuk a folytatást: azoknak a magasabb szintű statisztikai módszereknek az ismertetését, amelyekre jelen tankönyvében nem térhetett ki. Ezekhez tartoznak az utószóban is tájékoztató jelleggel összefoglalt intenzív számolásigényes statisztikai eljárások (jackknife és a bootstrap eljárások), a kísérlettervezés és kiértékelés statisztikája (pl. többszempontos varianciaanalízis), skálaszerkesztéssel és ellenőrzéssel kapcsolatos eljárások (reliabilitás- és validitásvizsgálatok) és főleg a már széles körben használatos többváltozós statisztikához sorolt módszercsalád (többszörös lineáris regresszió, útelemzés, diszkriminanciaanalízis, loglineáris elemzés, időscorelemzés, klaszteranalízis és a faktoranalízis módszercsaládja). Az utóbbiak nélkül ma igényes kutatások – főleg a személyiség-lélektan területén – nem folytathatók. Nagy jelentősége lenne, ha Vargha vállalkozna arra is, hogy ezekhez olyan kiváló tulajdonságokkal rendelkező, könnyen kezelhető szoftvert is kidolgozna, mint amilyen a MiniStat egyváltozós statisztikai programcsomag.

És végül egy szubjektív észrevétel. A borító grafikai megoldását, tekintettel a lehetséges felhasználókra, nem tartom a legszerencsésebbnek. A fehér patkány hátának ívelése, amely a Gauss-féle haranggörbét, vagyis a normális eloszlást mint a matematikai statisztika egyik kulcsfogalmát hivatott jelképezni, lehet, hogy a biológusoknál és sok pszichológusnál (lévén szó a XX. századi kísérleti pszichológia kedvenc vizsgálati anyjáról) pozitív asszociációkat ébreszt, valószínű azonban, hogy egyes nyelvészeknél és más képzettségű kutatóknál (tanuláspszichológiai fogalmakra alapozó hasonlattal élve) közelítő reakciók helyett menekülő vagy elkerülő reakciókat is előhívhat.

A kézirat elfogadva: 2001. április

Irodalom

- FUTÓ Péter (1995): Mumus vagy szolgáltatás a statisztika oktatása?, *Magyar Pszichológiai Szemle*, LI. (35.), 34, 256–265.
- KLEIN Sándor, HAJTMAN Béla (1983): Matematika orvosok és gyógyszerészek részére, *Magyar Pszichológiai Szemle*, XL. 4, 102–104.
- PLÉH Csaba (1979): A magyar pszichológia fejlődésének néhány jellemzője a publikációk mennyiségi elemzésének tükrében, *MTA II. Oszt. Közl.*, 28, 209–231.
- VARGHA András (1984): A pszichológia és a matematika kapcsolata pszichológiai nézőpontból, *Magyar Pszichológiai Szemle*, XLI. 6, 457–476.
- VARGHA András (1996): Az egymintás t-próba érvényessége és javíthatósága, *Magyar Pszichológiai Szemle*, LII. (36), 4–6, 317–345.
- VARGHA András, DELANEY, H. D. (1998): The Kruskal-Wallis test and stochastic homogeneity, *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 23, 170–192.
- VARGHA András (1999a): Két csoport összehasonlítása nemparaméteres statisztikai eljárások segítségével, *Magyar Pszichológiai Szemle*, LIV., 4, 567–589.
- VARGHA András (1999b): *MiniStat 3.1 verzió. Felhasználói kézikönyv*, Pólya Kiadó, Budapest.
- VARGHA András, CZIGLER Balázs (1999): *MiniStat statisztikai programcsomag 3.2 verzió*, Pólya Kiadó, Budapest.
- VARGHA András (2000): Két pszichológiai populáció sztochasztikus egyenlőségének ellenőrzésére alkalmas statisztikai próbák összehasonlító vizsgálata, *Magyar Pszichológiai Szemle*, 55, 253–281.
- VARGHA András, DELANEY, H. D. (1999): A critique and improvement of the CL common language effect size statistic of McGrow and Wong, *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 25, 101–132.
- VARGHA András (2001): Érvényes-e a kétmintás t-próba nem normális eloszlások esetén?, *Pszichológia*, 21, 83–105.