

Mr. Senka Bosner

Fakultet za defektologiju
Sveučilišta u Zagrebu

STATISTIKA: ŠTO, ZAŠTO I KAKO?

Početak ovog stoljeća pojavila se nekako neprimjetno i tiho nova nauka: statistika. Razvijala se iz teorije igara i teorije vjerojatnosti. Budući da su se njome uglavnom bavili matematičari smatrana je jednostavno nekim novim hirom tih čudaka.

Budući da je razvoj nauke uvijek uvjetovan i razvojem ljudskog društva, a to je društvo upravo prelazilo u svoj najhumaniji oblik — stvarala se prva socijalistička država, pokazala se izričita potreba, veća nego ikad prije, za kontroliranjem i planiranjem proizvodnje i potreba. Tako, od čudnog hira privilegiranih, statistika postaje neophodna za razvoj i napredak novog društva, koje se i uslijed naglog razvoja tehnike, ne može niti zamisliti bez dalekosežnog i naučno-vjerodostojnog planiranja. Ponosena ovim razvojem nova se nauka naglo razvila, rješavajući sve više i sve složenije zadatke. Takav, da tako kažemo »vertikalni« razvoj, zahtijevao je i »horizontalni«, tj. širenje statistike među stručnjake svih profesija, koji su se začuđeni i zatečeni pitali: — »Pa što će mi ta matematika?« — Takova i slična pitanja čuju se još i danas, kada je već davno prošlo ono »prvo dječje doba« naučne statistike, kada se još borila i tražila svoje mjesto pod suncem.

Istina je doduše, da stručnjaci raznih nematematičkih profila, teško savladavaju statistiku, iako to žele i

uviđaju da im je potrebna. To pogađa i studente, buduće stručnjake, kao i ljude iz prakse, koji naknadno, putem izvanrednog studija ili na neki drugi način, žele da prošire svoje znanje i valoriziraju svoja istraživanja.

Te poteškoće nisu objektivne, već posljedica niza subjektivnih faktora, kao što su na pr. »strah« od matematike, neadekvatni pristup studiju tih metoda i sl.

Radeći više od deset godina na nematematičkim fakultetima stekla sam izvjesno iskustvo, pa želim iznijeti šta bi, po mom mišljenju olakšalo pristup statistici.

Prvo na što želimo ukazati svakome tko želi steći osnovna znanja o statistici i njenoj primjeni je:

Statistika je primjenjena matematika, a njeno osnovno sredstvo istraživanja je broj. Ova činjenica budi odbijajući stav »a priori«, mnogih stručnjaka nematematičkog područja. Ta je predrasuda, a to ona zaista jest, velika kočnica svakom tko želi upoznati naučne statističke metode. Istina je pak, da se u osnovnoj statistici pojavljuju samo četiri osnovne matematičke operacije, kvadriranje i drugi korijen, dekatski logaritmi i procentni račun. Čak i ta jednostavna izračunavanja postaju svakim danom sve manji problem, jer se razna elektronska računala (od onih đepnih do divovskih) sve više šire oslobađajući nas tog tereta izračunavanja.

Svjesni te činjenice moramo iz svoje svijesti ukloniti uvjerenje da je statistika »neka matematika«, koju jedan stručnjak nematematičkog područja, nikada neće moći razumjeti, a kamoli naučiti.

Rješivši se tako ove snažne kočnice učinili smo prvi korak prema uspješnom savladavanju naučne statistike. Dobro je, da to naše uvjerenje osvježimo u svijesti od vremena do vremena onako, kako napredujemo prema težim i kompliciranijim statističkim metodama.

Druga, također veoma raširena predrasuda jest, uvjerenje da nam statistika uopće netreba. Mnogi stručnjaci koji već godinama rade u praksi kategorički tvrde: — »To nama nije potrebno!« — Mnogi koji to olako izjave, zaboravljaju na poznatu činjenicu, da većina ljudi »ne treba« ono što ne pozna, pa prema tome ne zna ni upotrijebiti. To je kao kada dijete kaže za nepoznato jelo — »To ne volim!« —, a da nije ni kušalo ni pomirisalo.

Umjesto odbijanjem, oboružajmo se radije čovjekovom urođenom znatiželjom i željom za novim znanjima. Upoznajmo ovu novu naučnu metodu i potaknimo u sebi radost otkrivanja gdje nam i kako, ona može u našoj struci pomoći da dođemo do novih saznanja i novih rezultata.

Treća nevidljiva kočnica koja nas prijeći u zadovoljavajućem savladavanju statistike, jest veoma rašireno uvjerenje o »statističkoj laži«. Beskrajno se prepričava izreka o »običnoj, diplomatskoj i statističkoj laži«, koja daje naslutiti da je statistika ne samo lažna, nego da je u gradaciji laži baš ona najgora. Ovo uvjerenje služi kao neuništivi oklop protiv bilo kakvog uplitanja statistike u našu svijest, i kao ubojiti mač kojim napadamo svakog, koji bi na bilo koji način ipak pokušao progurati statističke metode, makar i na »mala vrata«.

Tome i takvom stavu, nažalost još uvijek velikog broja stručnjaka raznih profesija, najmanje su krivi upravo ti koji joj nevjeruju. Krivnju za takovo stanje snose, brojni stručnjaci i nestručnjaci, koji se na neodgovoran način bave statistikom. Oni nisu dovoljno upućeni, da je statistika nauka sa složenim zakonima, koji samo ako se ispravno i dosljedno primjenjuju mogu dati naučno-vjerodostojne rezultate. Isto kao što je lijek koristan samo onda kada se primjenjuje u skladu sa strogo naučnim principima, dok u protivnom postaje opasan otrov. Nenaučna i djelomična primjena statističkih zakona dovodi do zloupotrebe, gdje svatko može »statistički« dokazati, tako reći sve što mu se prohtije. To opet, prezentirano preko sredstava javnog komuniciranja, stvara kod većine neupućenih nepovjerenje prema toj novoj nauci, koja eto »dokazuje« nešto što mnogi osjećaju kao netočno. Najbolji način borbe protiv takove zloupotrebe, je solidno znanje što većeg broja radnih ljudi o statistici, njezinim metodama i mogućnosti primjene.

Stvorivši tako pozitivan stav prema statistici možemo početi s njenim izučavanjem. Sada nam nije više stalo da statistiku samo »naučimo«, već nam je stalo da njome ovladamo. Pri tome treba imati na umu, da je jednako važno da znamo neke neposredno dobivene rezultate statistički obraditi, kao i već obrađene podatke pravilno i svestrano pročitati i interpretirati. To bi bilo aktivno i pasivno znanje »na statistički način«. Naravno da te dvije »vrste« znanja ovise neposredno jedna o drugoj, ali ipak učeći statistiku i njene metode ne smijemo niti jednu izgubiti iz vida. Također moramo znati jednom dobivene podatke što bolje i potpunije iskoristiti.

Sam početak učenja statistike, obično je ohrabrujući, sastoji se uglavnom od definiranja i diferenciranja

osnovnih pojmova statističkog proučavanja. Taj dio nema nikakvih brojeva niti formula i lako se slijedi. Ni je dakle baš svaki početak težak. Ipak taj ohrabrujući osjećaj može postati i ozbiljna zamka. Preletjevši lako razumljive definicije, koje su dosta brojne, zaletimo se dalje, a da nismo sve nove pojmove zaista usvojili. Prvi je bio donekle jasan, drugi, izveden pomoću prvog polujan, a treći ili najkasnije četvrti potpuno nejasan. Tada uporno nastojimo oko ovog zadnjeg, čitamo i trudimo se bez uspjeha i na kraju obeshrabreni odustajemo, nedokučivši da je krivnja na onom prvom razumljivom doduše, ali ne sasvim usvojenom pojmu.

Prebrodivši sretno početak i usvojivši osnovne pojmove ulazimo u svijet statističkih metoda. Druga »opasnost«, koja je zapravo veoma slična onoj prvoj, prati nas sada i dalje. Nikada nećemo učiti neku novu metodu, a da nam nije stalno pred očima čemu služi i kako se može primjeniti specifično na našu struku, bez obzira na primjer koji je naveden u udžbeniku. Nećemo učiti niti jedan novi reprezentant a da nam nije jasna njegova reprezentativna vrijednost općenito, i s obzirom na druge reprezentante. Tako reći iza svake tvrdnje i iza svakog zaključka treba da se upitamo — Zašto? — i naravno nađemo odgovor. Na pr. pročitamo tvrdnju »Aritmetička sredina je mjera centralne tendencije, koja se najčešće upotrebljava«, upamtimo je i — gotovo! Neispravno! Ako nam je, predstavimo, potpuno jasno što je aritmetička sredina, zapitajmo se prvo koje su to mjere centralne tendencije, jer ako tvrdimo da je aritmetička sredina najčešća, moramo znati s čime je uspoređujemo. Usput promislimo što zapravo mjere te »mjere centralne tendencije«? Na kraju usporedimo ih međusobno i odgovorimo zašto se aritmetička sredina upotrebljava češće od ostalih ili za-

što ostale rijeđe od nje. Tek kada smo na sva ta pitanja odgovorili možemo krenuti dalje....

Treba uvijek imati na umu da je statistika nastala za potrebe prakse i da je mi radi toga i učimo tj. radi primjene. Čuvajmo se učenja bilo kakve statističke metode, a da neznamo kako je moramo upotrijebiti. Šta nam koristi da znamo definirati relativne frekvencije, da ih znamo točno izračunati, ali da ne znamo njihovo značenje i primjenu? Što nam koristi jedna precizno nacrtana kumulanta, ako iz tog grafičkog prikaza neznamo ništa pročitati? Odmah moramo utvrditi i kada neku metodu smijemo i trebamo upotrijebiti. Krivo primjenjene dobre statističke metode daju pogrešne zaključke. To su najčešći uzroci »statističkih laži«, pa su baš zato za nestručnjake tako teško uočljive. Na pr, ako su podaci jako nesimetrično raspoređeni, onda će aritmetička sredina naravno ostati prosječna vrijednost, ali neće više biti dobra mjera centralne tendencije. Isto tako primjenjujući hi-kvadrat test na malom uzorku možemo »dokazati« sasvim neprihvatljive činjenice. Izbor samog uzorka veoma je osjetljivo pitanje i suviše opširno za ovaj prikaz, ali uvijek valja imati na umu da najtočnija i najbolja metoda primjenjena na neadekvatnom uzorku, može imati za posljedicu sasvim pogrešne zaključke. Niti jedna statistička metoda nije univerzalna, ali nije teško naučiti ispravno je primjeniti. Ulazeći u njenu problematiku ulazimo i u njenu sadržinu i bit, pa nam način njezine primjene postaje sam po sebi logičan i razumljiv. Budući da je smisao postojanja statistike zapravo, mogućnost primjene, možemo smatrati da smo neku metodu naučili tek onda kada ju znamo primjeniti. Toga principa treba da se držimo veoma dosljedno. Obično je iza svake nove metode naveden i primjer. Iako nam metoda izgleda je-

dnostavna a primjer jasan, nećemo još prijeći na drugu metodu. Svaki primjer treba sam izraditi! To znači da svatko mora nakon što je proučio primjer iz udžbenika uzeti neki primjer iz vlastite prakse (makar ga i izmislili za takovu priliku) i sam ga izraditi. Dobro je držati se pravila da se na kraju svakog izrađenog zadatka, napiše neka vrsta zaključka, u kome će se interpretirati značenje rezultata. Ni najtočniji rezultat nema nikakvu vrijednost, ako neznamo njegovo značenje.

Kada smo u statistici već malo više napredovali, treba da za neki problem iz prakse sami pronađemo odgovarajući statistički postupak (ili postupke) i da na osnovu njih donesemo zaključak! Na taj ćemo način učvrstiti uvjerenje da učimo, nešto što nam je potrebno i korisno, a već sam takav pozitivan stav olakšat će nam učenje. Veoma važnu ulogu u statistici imaju formule. I baš ta prisutnost formula ulijeva nam »strah u kosti«, još prije samog početka učenja. Nešto od tog patološkog straha ili barem odbojnog stava prema formulama donijeli smo još iz školskih klupa i sada se on, dok listamo naš statistički udžbenik, opet probudio. Letimično pregledavši knjigu uzdišem: »Uh, koliko formula!«. Okrenuvši stranicu i ugledavši nekoliko formula spremni smo baš na tom mjestu prekinuti sa učenjem.

Taj je strah od formula toliko jak i opasan, da je bilo pokušaja da se napiše udžbenik statistike bez formula, a kod mnogih se autora primjećuje tendencija »što manje formula«. Iako je početni utisak na većinu čitalaca znatno bolji, nedostatak formula zapravo otežava učenje. Formule nisu izostavljene nego su jednostavno dane »opisno«, a takav opis nije uvijek lako i jednostavno slijediti.

Budući da je za izučavanje statistike izvjestan (i to priličan) broj formula neophodan, potrebno je da

naš prastari odbijajući stav, koji je u većini slučajeva uzrokovan nekim potpuno pogrešnim uvjerenjima, uklonimo ili bar ublažimo.

Te famozne formule zapravo su matematički izrazi, koji nam ne otežavaju, nego naprotiv olakšavaju napredovanje u statistici (ili općenito u nekoj drugoj sličnoj nauci). No da bi one zaista odigrale svoju olakšavajuću ulogu moramo ih pravilno shvatiti. One nisu prva i glavna stvar nešto na čemu se gradi čitava nauka ili bar poglavlje. »Nabubaj formulu, nauči šta ćeš u nju uvrstiti, i — gotovo!« to je najteži i najbeskorisniji način učenja.

Formula je zapravo kruna naših napora da savladamo, neki pojam ili neki postupak. Ona je sažetak svega onoga što smo prethodno naučili i naš jedini pravi pomagač da se brzo i sigurno sjetimo onoga što je bitno kod nekog pojma, a ujedno je i kratki simbolički putokaz za neki postupak.

Shvaćena ovako, formula nam postaje nezamjenjivi pomagač u savladavanju gradiva. Ako smo je na taj način prihvatili, neće nam biti potrebno da je učimo napamet, jer je to jednostavno suvišno, a i brzo se zaboravlja, ali zato će nam biti dovoljan jedan pogled na nju, pa da se podsjetimo svega bitnog o onome na što se formula odnosi.

Tako će nam biti dovoljno da samo pogledamo izraz pomoću kojeg izračunavamo vrijednosti hi-kvadrat

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_e - f_o)^2}{f_o}$$

pa da se odmah podsjetimo kakovu vrst hipoteze, možemo testirati pomoću tog izraza. Iz ove formule vidimo odmah i tok postupka za izračunavanje, te značajnost testa. Jasno se vidi da nas zanimaju razlike među empirijskim i očekivanim frekvencijama neke slučajne varijable u skladu sa postavljenom hipotezom. Također

vidimo da su sve razlike date pozitivno, jer su kvadrirane, a izražene su u jedinicama očekivanih frekvencija što znači da su međusobno usporedive. Razlike između empirijskih i očekivanih frekvencija mogu dakle biti značajne (dovoljno velike) ili slučajne (dovoljno male). Budući da se iz formule vidi da su veličine upravo proporcionalne sa veličinom hi-kvadrat, jasna je i značajnost testa tj. ako je hi-kvadrat veći od vrijednosti koju smo odredili pomoću izabrane granice značajnosti, onda zaključujemo da su i razlike među frekvencijama značajne — i obratno. Eto, sve to znanje koje smo stekli učeći poglavlje o primjeni hi-kvadrat testa sažeto je u ovoj jednostavnoj formuli. Budući da formula simbolički daje i redosljed postupka, možemo i to iz nje »pročitati« kako slijedi:

1. naći razlike između empirijskih i očekivanih frekvencija.
2. kvadrirati te razlike.
3. svaki kvadrat razlike podijeliti sa pripadnom očekivanom frekvencijom.
4. sve te dobivene rezultate zbrojiti. Tako smo iz formule dobili i točan slijed potrebnih računskih operacija.

Kao posebnu kategoriju treba promatrati transformirane formule, koje su u novom obliku doduše nepregledne, ali povoljne za izračunavanje određenih vrijednosti. Njih nikako nismo smijemo promatrati kao zasebne samostalne formule, nego kao spretnu transformaciju poznate formule, načinjenu da bi nam bilo lakše doći do rezultata. Tako je na pr. formula za standardnu devijaciju

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1 (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

zapravo ona koja nam definira sadržaj i svojstva, te primjenu standardne devijacije, a transformacije te formule, kao što su

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1 x_i^2}{N} - \bar{x}^2}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1 f x^2}{N} - \bar{x}^2}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1 f_i d_i^2}{n} - \left(\frac{\sum_1 f_i d_i}{n}\right)^2}$$

itd.

nisu nikakve »nove formule« nego potpuno isti matematički izraz, dat na drugi način da nam olakša izračunavanje. Dakle ne postoji »puno« formula za isti parametar (i to po mogućnosti u svakoj knjizi drugi) nego je to jedan te isti izraz izražen na različite načine. Treba takovu pojavu još jednog oblika matematičkog izraza za isti parametar primiti sa olakšanjem, jer je on izveden i napisan baš da nam olakša posao.

Osim potpuno neopravdanog odbojnog stava, koji pobuđuje i sama pojava bilo kakove formule, ima i jedan istinski problem, koji će, pogotovo početniku, zadati dosta neperilika. Ovdje se radi o matematičkim simbolima, koji u formulama simboliziraju statističke pojmove. Što se tiče simbola možemo slobodno reći da ovdje vlada priličan nered. Svaki stručnjak ili što je još gore, svaki pisac udžbenika, priručnika ili sl., ima neki svoj »sistem simbola«. Svi ti simboli nisu obavezno sasvim različiti, ali nisu niti isti. Svaki stručnjak ima svoju, obično dosta opravdanu logiku, kao pozadinu sistema simbola koji upotrebljava, ali ostaje činjenica da će onaj koji želi naučiti statistiku, za jedan te isti pojam naći u različitim knjigama i različite simbole.

Ipak ni taj problem, iako za početnika zbunjujući, nije velik. Reći ćemo dapače, da nam na neki način

	Serdar	Pavlič	Gilford	Haseloff Hoffmann
aritmetička sredina	\bar{X}	\bar{x}	M	\bar{x}
provizorna aritmetička sredina	a	x_0	X_0	m
standardna devijacija	σ	σ	σ	s
varijanca	σ^2	σ^2	V	s^2
veličina razreda	i	c	i	i
standardizirana varijabla	z	u	z	z
standardna pogreška arit. sred.	$se(\bar{x})$	$\frac{\sigma}{\sqrt{x}}$	$\frac{\sigma}{M}$	$\frac{\sigma}{\sqrt{x}}$

može čak i pomoći. Ta »nepouzdanost« simbola prisilit će nas neposredno, da svoje znanje ne vezemo na simbol, nego na njegovo pravo značenje. Tako ćemo znati da nije dovoljno, ako na pr. spomenemo varijancu, samo pomisliti: »Aha, to je ono σ^2 !« nego ćemo morati dozvati u svijest njezino pravo značenje tj. »prosječno kvadratno odstupanje rezultata od aritmetičke sredine«. Ako na taj način naučimo statističke pojmove, ubrzo ćemo primjetiti da nam postaje svejedno kojim je simbolom neki pojam označen. Sada tek možemo smatrati neki statistički pojam zaista usvojenim.

Evo nekoliko primjera i to samo za najpoznatije parametre :

Krajnji cilj našeg učenja statistike je naravno želja da možemo sami sastaviti statističku tabelu, nacrtati grafikon, izračunati parametre ili riješiti neki drugi statistički problem. Dakle, ne samo da moramo znati kako ćemo neki problem riješiti, nego ga mi zaista i moramo riješiti tj. jednostavno rečeno izračunati. Iako je na-

še teoretsko znanje o problemu zadovoljavajuće, ipak i na ovoj zadnjoj, tako reći banalnoj, prepreci možemo »posrnuti«. U prvom redu moramo se čvrsto držati pravila, da svaku teoretsku jedinicu odmah primjenimo u praksi tj. odmah riješimo (izračunamo) jedan ili više zadataka. O tome je već bilo govora u ovom članku.

Osnovni zahtjev za ovaj dio našeg posla jest, da ono što računamo, moramo na kraju zaista i izračunati tj. dobiti točan rezultat. Kada nam ispadne netočan, loš rezultat ne zavaravajmo se isprikama, kao što je: »Postupak je točan, samo sam se zabunio u izračunavanju.« Nije naš cilj da naučimo samo postupak, mi moramo pomoću tog postupka dobiti točan rezultat.

Kako doći do točnog rezultata? Zapravo, samo na jedan način: da ne pogriješimo!

Problem pogrešaka prilično je složen. Radi nesavršenosti statističkih metoda, pojavljuju se neka odstupanja od »istinitih« rezultata koja na-

zivamo pogreške. Te pogreške ne mogu bitno smanjiti korisnost i upotrebljivost statističkih metoda, jer su i karakter i veličina tih pogrešaka u pravilu poznati, pa se one mogu ili ukloniti ili u zaključku uzeti u obzir. Prema tome o njima nećemo ovdje govoriti.

Mnogo su opasnije, pogreške, koje možemo učiniti u postupku računanja. One su opasne radi toga što im se ne može odrediti veličina, a često se ne mogu niti otkriti. Ako ih dakle, već ne možemo sasvim izbjeći, moramo ih bar svesti na minimum.

Svaki čovjek, izračunavajući bilo što, ima neku vjerojatnost da će učiniti pogrešku. Protiv takvih pogrešaka »borimo« se na dva načina. Prvi: da smanjimo vjerojatnost njihovog nastanka, i drugi: da ih otkrijemo, ako su već nastale.

Vjerojatnost nastanka pogreške možemo smanjiti subjektivno, većom koncentracijom i vježbom, i objektivno primjenjujući praktične algoritme tj. načine izračunavanja. U toku samog učenja statistike primjetit ćemo da su takovi algoritmi već načinjeni, (na pr. izračunavanje aritmetičke sredine pomoću provizorne sredine, izračunavanje Pearsonovog koeficijenta korelacije iz podataka raspoređenih u razrede itd.), a i formule su posebno prilagođene jednostavnijem izračunavanju.

Provodeći makar i sa najvećom pažnjom ove subjektivne i objektivne mjere kontrole mi možemo znatno smanjiti broj pogrešaka, ali ih nikada ne možemo sasvim isključiti. Drugi problem je dakle, kako uočiti grešku koja je ipak nastala? Tako nastale pogreške mogu biti grube pogreške ili sitne pogreške. Odmah treba napomenuti da uobičajeni »sistem kontrole« po pravilu »računaj još jednom«, nije za preporučiti, jer oduzima mnogo vremena, a i njegova je efikasnost vrlo problematična, jer će većina ljudi

računajući ponovo, načiniti istu pogrešku kao i prvi put (a često još i koju dodatnu). Ponovno računanje nekim drugim načinom, je mnogo efikasniji način kontrole, ali uzima vrlo mnogo vremena.

Treba nam dakle, brz i efikasan način kontrole. Takav je način vrlo jednostavan. Kada dobijemo neki rezultat moramo se samo upitati: »Da li je rezultat moguć? Ako možemo, dati potvrđan odgovor onda znamo da nismo učinili grubu (veliku) pogrešku. Ovaj nas sistem, doduše ne štiti od sitnih pogrešaka, ali njih u većini slučajeva možemo zanemariti.

Da bismo efikasno provodili ovaj sistem kontrole, moramo znati kakav rezultat približno očekujemo. To opet možemo sasvim grubo procijeniti iz samog zadatka. Na pr. aritmetička sredina, u slučaju simetrične raspodjele, mora biti otprilike u polovici raspona, a standardna devijacija ne smije biti veća od $\frac{1}{4}$ raspona, a niti manja od $\frac{1}{6}$ raspona; ovo »pravilo« direktno slijedi iz poznate činjenice da se unutar intervala $\bar{x} \pm 2\sigma$ nalazi 95% rezultata, a unutar intervala $\bar{x} \pm 3\sigma$ gotovo svi. Da li postoji gruba asimetrija raspodjele vidi se na skici poligona frekvencija. Isto tako ćemo naravno unaprijed znati da li očekujemo pozitivnu ili negativnu korelaciju među varijablama, pa ćemo znati da li koeficijent korelacije mora biti pozitivan ili negativan. Naravno da znamo da koeficijent korelacije, mora biti po apsolutnoj vrijednosti veći od 0 a manji (ili najviše jednak) 1, a dijagram rasipanja nagovijestit će nam i to, da li očekujemo koeficijent korelacije bliži jedinici ili nuli. Svojsva i značenje svake statističke vrijednosti uvijek možemo primijeniti u svrhu ovakove kontrole.

Najbolje je da sa ovim odlučnim pitanjem: »Da li je to moguće?« ne čekamo do krajnjeg rezultata, nego ga postavimo i potražimo odgovor nakon svake obavljene računске ope-

racije, procjenjujući grubo očekivani rezultat. Na pr.

$$\sqrt[3]{0,004} = 0,002$$

ova se greška može potkrasti, no rezultat je nemoguć, jer znamo da je korjen iz broja manjeg od jedan uvijek veći od njega samog. Pa ispravni rezultat glasi

$$\sqrt[3]{0,004} = 0,063$$

Ili na pr.

$$\sqrt[3]{490} = 70$$

ovo je također nemoguć rezultat jer znamo napamet da je

$$\sqrt[3]{400} = 20$$

a $\sqrt[3]{625} = 25$, pa je pravilan rezultat

$$\sqrt[3]{490} = 22$$

Kontrolirajući na taj način kontinuirano svoje računске operacije i međurezultate, uočiti ćemo svaku grublju pogrešku i lako je ispraviti.

Naravno da ne smijemo za vrijeme ovog pomalo banalnog dijela posla izračunavanja, ni jednog trena izgubiti iz vida što i zašto izračunavamo.

Na kraju dobro obavljenog posla, kada vidimo da se rezultati lijepo uklapaju u svoje moguće okvire, da se jednadžba pravca regresije dobro poklapa sa našom skicom na dijagramu rasipanja ili makar da nam suma relativnih frekvencija zaista iznosi 1, dopustimo sebi »malu životnu radost« i radujemo se postignutom dobrom rezultatu i svim budućim rezultatima, koje ćemo još postići pomoću novog znanja koje smo na taj način uspješno usvojili.

Svim ovim naprijed navedenim željela sam utjecati da stav prema statistici bude pozitivniji, da se što lakše i brže usvoji kao naučna metoda obrade i valorizacije postignutih rezultata ispitivanja, bez obzira o kojem se naučnom području radi. Bila mi je također želja, da pojedincu olakšam pristup statistici i njenim metodama. Svjesna sam da nisam navela sve puteve, koji taj pristup olakšavaju ali se nadam da će i ovo biti od koristi da se lakše ovlada materijom, koju treba svladati studirajući naučne statističke metode.

LITERATURA

1. E. Billeter: Grundlagen der Elementarstatistik, Wien, 1970.
2. L. Gotkin, L. Goldstein: Grundkurs in Statistik, I, II, Wien, 1971.
3. J. P. Guilford: Osnovi psihološke i pedagoške statistike, Beograd, 1968.
4. O. Hasseloff, H. Hoffmann: Kleines Lehrbuch der Statistik, Berlin, 1970.
5. I. Pavlić: Statistička teorija i primjena, Zagreb, 1971.
6. B. Petz: Osnovne statističke metode, Zagreb, 1970.
7. V. Serdar: Udžbenik statistike, Zagreb, 1973.
8. V. Vranić: Vjerojatnost i statistika: Zagreb, 1958.

Mr Senka Bosner

Faculty of Defectology, Zagreb University

STATISTICS—WHAT—WHY—HOW?

Summary

The general development of science calls for the application of statistical methods in the elaboration, valuation, and analyzation of the given results.

Students and experts from various fields of science often meet with considerable difficulties in mastering the statistical methods. Sometimes, this may lead to a further resistance to applying the statistical methods in general.

During my ten years' fellowship at the Faculty of Defectology and at the Faculty of Pharmacology and Biology, I have found out that the mentioned difficulties and oppositions are mainly personal. One may be afraid of mathematics, formulas, calculation etc.

The ununiformity of symbols and different manuals, the unadequate system of studying, and acquireing the statistical methods, and the difficulties in their direct use, are also present.

In my report, I worked out every problem in detail. I also tried to suggest how to avoid prejudices and the resistance against the statistical methods on the whole. I tried to point out at the correct approach to the material, in order to facilitate the process of acquireing the knowledge, and at the best and most reliable means of coming up to the wanted results.