

František Fabian; Jaroslav Hájek

K některým základním otázkám matematické statistiky

Časopis pro pěstování matematiky, Vol. 80 (1955), No. 4, 387--399

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/108225>

Terms of use:

© Institute of Mathematics AS CR, 1955

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

ČASOPIS PRO PĚSTOVÁNÍ MATEMATIKY

Vydává Matematický ústav ČSAV

SVAZEK 80 * PRAHA, 5. XI. 1955 * ČÍSLO 4

ČLÁNKY

K NĚKTERÝM ZÁKLADNÍM OTÁZKÁM MATEMATICKÉ STATISTIKY

FRANTIŠEK FABIAN a JAROSLAV HÁJEK, Praha.

(Došlo dne 10. prosince 1954.)

DT 519.2

Zasvěcencům je dobře známo, že matematická statistika (stručně jen statistika) se v tomto století rozvinula a rozvíjí ve velmi nadějnou vědu. Utopisté, jako je H. G. WELLS,¹⁾ předpovídají matematické statistice velkou budoucnost:

„Statistické myšlení bude jednoho dne pro zdatného občana právě tak nezbytné jako je schopnost číst a psát.“

Zasvěcenců je však málo a utopistů ještě méně. Drtivé většině občanů je obsah slov „statistika“ a „statistik“ velmi nejasný a vyvolá v nich nanejvýš určité představy v souvislosti se Státním úřadem statistickým. Vše to je svědectvím, že statistika je věda mladá, teprve vstupující na arénu našeho života. A v takové situaci skutečně neškodí zamyslet se nad dosavadní historií statistiky, všimnout si filosofických souvislostí a načrtnout si některé úkoly.

I.

Moderní období ve vývoji statistiky se počíná pracemi KARLA PEARSONA, STUDENTA a v první řadě R. A. FISHERA. Většina z toho, co tvoří podstatu moderních učebnic statistiky byla objevena až v tomto století. Při tom je velmi poučné, že revoluční převrat nevzešel matematickým zdokonalováním a zobecnováním předešlých výsledků, ale prostřednictvím přímého styku s reálným materiálem. Fisherovy výsledky jsou neoddelitelné od jeho mnohaletého pobytu v Rothamstedské experimentální stanici, kde měl k dispozici velké množství konkrétních pozorování. Metody rozvinuté na biologickém materiálu byly

¹⁾ Citace převzata z článku *S. S. Wilks: Undergraduated Statistical education, Journal Am. Stat. Ass., vol. 46 (1951).*

přeneseny na zkoumání materiálu technického (kontrola jakosti) a na zkoumání společnosti (výběrová šetření). Jak čerpal z díla R. A. Fishera jeden ze zakladatelů kontroly jakosti W. A. SHEWHART,²⁾ je vidět z následujících jeho slov:

„Tak jako mnozí jiní, během více než jedné čtvrtiny století nalézal jsem inspiraci a vodítko v originálních příspěvcích R. A. Fishera. Některé separáty jeho dřívějších prací jsem takřka zničil neustálým používáním...“

Statistika dostala v tomto moderním období řadu nových tváří. První změnu můžeme, i když trochu nepřesně, vyjádřit slovy, že statistika se stala z vědy o průměrech vědou o variacích. R. A. Fisher³⁾ napsal o této věci následující slova:

„Hovořit o statistice jako o vědě o variacích může sloužit také k zdůraznění rozdílu mezi cíli moderních statistiků a jejich předchůdců. Do nedávných dob drtivá většina pracovníků na tomto poli neměla totiž jiného cíle než zjistit souhrnné či průměrné hodnoty. Samy variace nebyly předmětem studia, hledělo se na ně jako na tíživou okolnost, která ubírá na ceně průměrům. Rozdělení průměru normálního výběru bylo známo před sto roky, ale rozdělení standartní odchylky bylo předmětem moderního studia až od r. 1915.“

Snahu, dělat statistiku tak, aby variace nehrály velkou roli, je vidět i v odporu statistiků, soustředěných kolem K. Pearsona k malým výběrům. Velké výběry totiž dovolují předpokládat, že odhady mají normální rozdělení se standartní chybou určenou z výběru. Toto stanovisko se však ukázalo neudržitelným a byly to právě malé výběry, které pozvedly statistiku na vyšší stupeň. Dnes je o těchto věcech v theorii jasno, ale zdaleka ještě ne v praxi. Ještě mnohde prodělává statistika svůj předhistorický stupeň vývoje a průměry jsou alfou a omegou statistických metod.

Úsilí učinit ze statistiky exaktní vědu — jejíž *raison d'être* by nebyl v tom, že existují případy, kdy ze všech špatných prostředků je tím nejlepším, uzákonilo zásadu, že statistika musí pevně spočívat na theorii pravděpodobnosti. Statistika, má-li to být skutečně solidní věda, nemůže být vědou o souborech pozorování definovaných velmi mlhavým způsobem, ale o souborech pozorování náhodných veličin. S tohoto hlediska vyplývá zásada, že ten, kdo přistupuje ke studiu statistiky, musel projít kursem theorie pravděpodobnosti. Prioritní postavení dosáhla theorie pravděpodobnosti především díky vyjasnění základních otázek — axiomů, limitních zákonů a podobně, na němž má hlavní zásluhu sovětská škola theorie pravděpodobnosti. Vznik nových kapitol theorie pravděpodobnosti, zejména vznik theorie stochastických procesů, odkrývá statistice nové vývojové možnosti.

²⁾ R. A. Fisher: Contributions to Mathematical Statistics, předmluva.

³⁾ R. A. Fisher: Statistical Methods for Research Workers, kapitola I, bod 1.

Výklad statistiky, založený na empirickém rozdělení četností a t. zv. theoretickém rozdělení četností, zavedeném čistě jen jako formálně popisný prostředek, je dnes přežitkem. A přece se stále píší knihy v tomto duchu a přece se stále ještě mnoho lidí z takových knížek učí. Není pak divu, že mezi přírodovědci je tak hluboko zakořeněn názor, že naopak teorie pravděpodobnosti je založena na statistice.

Samo zdokonalování matematických metod a sama změna v pojetí statistiky by bývala nebyla s to učinit z ní exaktní vědu, ledaže by se obor jejich aplikací velmi zúžil. Existuje poměrně málo pozorování, která vznikají živelně a která přesto můžeme považovat za pozorování náhodných veličin. R. A. Fisher při bližším zkoumání experimentů, jejich struktury a provádění došel k názoru diametrálně rozdílnému od názoru K. Pearsona a JEFFREYSE, že ne každý experiment je možno vědecky zpracovat. Ve svém „*The Design of Experiments*“ vyslovil a mistrovsky aplikoval následující dialektickou myšlenku:⁴⁾

„Statistické zpracování a uspořádání experimentu jsou pouze dvě různé stránky téhož celku...“

Jinými slovy, aby bylo možno pozorování vědecky zpracovat, je nutno je vědecky pořídít. Asistence statistikova nezačíná po provedení experimentu, ale před jeho provedením. Statistik z člověka, který jen počítá, se stává inženýrem. Tato inženýrská práce nabývá velkého rozsahu ve všech třech hlavních oborech aplikace matematické statistiky, kterými jsou experimenty, výběrová šetření a aplikace v průmyslové výrobě. Přesto však existují matematictí statistikové, nebo lépe řečeno matematici, zabývající se statistikou, kterým není jasný smysl na př. metody znáhodňování (randomisation), a kteří si myslí, že o statistice lze psát solidní články, ale že až na výjimky ji nelze solidně aplikovat. Povolání statistika v sobě zahrnuje obě tyto stránky — matematickou a inženýrskou — a v obou by měl být cvičen.

Aby mohla být statistika pozvednuta na novou vyšší úroveň, bylo třeba přeměnit na obou pólech poznávacího procesu — na straně materiálu i ducha. Bylo nutno zavést nové myšlenkové principy, z nichž některé, jako je „test významnosti“ a „interval spolehlivosti“, jsou nám dnes již běžné. Tento proces probíhal zvláště těžce a byl doprovázen vznikáním nových odrůd pravděpodobnosti, jako je „inversní pravděpodobnost“, „věrohodnost“ (likelihood), „fiduciální pravděpodobnost“ atd. Těmto pojmům bychom chtěli věnovat nyní trochu více pozornosti.

Inversní pravděpodobnost, zavedená THOMASEM BAYESEM (1763) byla prvním pokusem o využití teorie pravděpodobnosti jako nástroje induktivního myšlení. Pomocí Bayesových vzorců byla z pravděpodobnosti účinku při dané příčině počítána obrácená (inversní) pravděpodobnost příčiny při daném účinku. Zdrojem svízeli tu bylo stanovení t. zv. apriorních pravděpodobností příčin

⁴⁾ R. A. Fisher: *The Design of Experiments*.

(hypotéz), které většinou vůbec nebyly náhodnými jevy, a tam, kde byly, scházel experimentální materiál. Při použití inverzní pravděpodobnosti se totiž vychází z toho, že již před pokusem byl proveden jiný pokus, jehož podmínky jsou nám známy, a jenž skrytě vyústil v tu neb onu příčinu. Jako východ z nouze byl obvykle volen t. zv. Bayesův postulát, podle kterého se předpokládalo, že všechny možné hypotézy mají a priori stejné pravděpodobnosti.*)

Tento postulát vzbuzoval mnoho pochybností a byl příčinou mnoha ostrých výměn názorů. Definitivně se jej však podařilo vytlačit až R. A. Fisherovi, a to ani ne tak tím, že by jeho argumenty byly zvláště výmluvné, jako tím, že naznačil cestu, jak se bez tohoto postulátu obejít. Byly to hlavně myšlenky, které daly vznik celé teorii testování hypotéz a intervalů spolehlivosti. Ovšem, proti použití inverzní pravděpodobnosti tam, kde a priori rozdělení skutečně existuje a je známo, není námitek. Statistická praxe však podala zatím jen velmi málo takových příkladů.

Jak známo, v teorii bodového odhadu hraje důležitou roli Fisherova metoda maximální věrohodnosti (maximum likelihood). První článek o této metodě, jejíž užití lze najít již u Gausse,⁵⁾ napsal Fisher ještě jako stoupenec inverzní pravděpodobnosti. Později toto své stanovisko zavrhl, a aby zdůraznil logickou odlišnost od inverzní pravděpodobnosti, zavedl název „věrohodnost“. Pojmu věrohodnost nelze však přikládat hlubší smysl než jako slovu, které nám ex definitione umožňuje říci „věrohodnost hypotézy a při výsledku x “ místo „pravděpodobnost výsledku x při hypotéze a “. Jak se však zdá, přikládal Fisher pojmu věrohodnost smysl hlubší, patrně pod vlivem skvělých výsledků, které metodou maximální věrohodnosti získal. Podle našeho mínění se může teorie statistiky bez pojmu věrohodnosti docela dobře obejít. U metody maximální věrohodnosti jde v podstatě o to, že pro jakoukoliv hodnotu odhadovaného parametru a má náhodná veličina

$$\frac{\partial}{\partial a} \log f(x, a)$$

střední hodnotu rovnu nule; to znamená, že místo toho, abychom své počínání odůvodňovali maximalisováním věrohodnosti, můžeme vyjít ze statisticky

*) O rehabilitaci Bayesova postulátu se pokusil H. Steinhaus v článku „*Pravděpodobnost, věrohodnost a možnost*“ (Zastosowania Matematyki, t. 1, zeszyt 3 (1953)). O skutečnou rehabilitaci tu však neběží, neboť se mu podařilo dokázat jen to, že v určitých případech použití Bayesova postulátu vede ke stejným výsledkům jako běžné metody a tudíž nezpůsobí žádnou škodu. To, že s určitým předpokladem můžeme dojít ke stejnému výsledku jako bez něho, není jeho obhajobou. Kromě toho se zde nedosahuje žádného zjednodušení, neboť v případech, kdy H. Steinhaus definuje svůj nový pojem „možnost“, je sestavení intervalů spolehlivosti velmi prosté a srozumitelné pro každého přírodovědce. Také nelze souhlasit s názorem H. Steinhausa, že dva způsoby sestavení intervalového odhadu jsou totožné, jakmile vedou ke stejnému numerickému výsledku; rozhodující je zde logická stránka.

Článek H. Steinhausa je zajímavým a originálním příspěvkem k logice statistického myšlení.

⁵⁾ R. A. Fisher: *Statistical Methods for Research Workers*, kapitola I, bod 5.

přirozeného předpokladu, že uvedená náhodná veličina se v pokuse realizovala jako střední hodnota. Právě uvedené statistické odůvodnění, na rozdíl od matematického odůvodnění Fisherova, by možná usnadnilo intuitivní chápání statistických vlastností odhadů, získaných touto metodou.

Pro intervalový odhad vypracoval R. A. Fisher metodu založenou na fiduciálním rozdělení pravděpodobnosti odhadovaných parametrů. Zacházet do logických fines, s nimiž je tato metoda spojována, by bylo velmi obtížné. Na štěstí to však není ani nutné, neboť vše, co tato metoda má v sobě kladného, je zachováno v metodě intervalů spolehlivosti, vypracované J. Neymanem. Soudíme, že lze souhlasit s následujícím Neymanovým zhodnocením fiduciální pravděpodobnosti:⁶⁾

„Přikláním se k myšlence, že literatura o theorii fiduciálního usuzování se zrodila z podobných myšlenek jako theorie intervalů spolehlivosti. Zdá se však, že tyto myšlenky byly příliš vágní, než aby vykristalisovaly v matematickou theorii.“

Vyjmenovali jsme si několik změn, které podle našeho mínění měly zásadní význam při přeměně matematické statistiky v exaktní vědu. Kromě nich tu byla celá řada změn dalších, na př. zřejmá změna ve funkci (matematické) statistiky, která z více méně popisného nástroje se stala nástrojem operativního rozhodování, dále vznik sekvenční theorie, theorie rozhodovacích funkcí, mohutný růst neparametrických metod atd. To je však historie příliš přítomná, než abychom ji mohli dobře zhodnotit.

II.

Přistupme nyní k některým otázkám rázu filosofického.

Je známo, jak mohutně byla filosofie v minulém a nynějším století ovlivněna přírodními vědami, zvláště fyzikou. Na př. vznik pozitivismu (machismu) je bezprostředně spjat s fyzikálními vědami. Autoři tohoto referátu jsou přesvědčeni, že moderní statistika skýtá pro filosofii neméně bohatou látku k přemýšlení, jako moderní fyzika. Záliba ve filosofii je u většiny velkých statistiků naprosto zřetelná. Na př. LENIN ve své známé práci „*Materialismus a empirio-kriticismus*“ mnohokrát cituje vyhraněné filosofické názory statistika K. Pearsona. Záliba filosofů ve statistice je již menší, a to k jejich vlastní škodě.

Gnoseologický význam statistiky vyplývá již z toho, že v této vědě, alespoň na poli experimentování, po prvé vůbec byla stanovena objektivní pravidla induktivního usuzování. Deduktivnímu usuzování se dítě učí hlavně na dvou předmětech — matematice a gramatice. Učí se, jak pomocí stran trojúhelníka určit jeho úhly a jak pomocí koncovky podstatného jména určit jeho

⁶⁾ J. Neyman: Fiducial argument and the Theory of confidence interval, *Biometrika* XXXII (1941—42).

skloňování. Induktivnímu usuzování se neučí prozatím v žádném předmětu. Umění „učit se ze zkušeností“ se rozvíjí u každého člověka více méně živelně. Jak velké slabiny má toto umění, je vidět ze životaschopnosti nejrůznějších pověr, víry ve všelijaké tajemné souvislosti, karty, čísla a pod. R. A. Fisher ve svém „*The Design of Experiments*“ o této věci píše:

„Osvobození**) lidského intelektu musí zůstat potud neúplné, pokud bude volný jen ve vyvozování důsledků ze vžitých dogmatických thesís, a bude mu odpírán přístup k neočekávaným pravdám, které může dát jen přímé pozorování. Rozvoj experimentální vědy vykonal tedy mnohem víc, než že jen znásobil technickou kompetenci lidstva...“

Pohyb vědeckého poznání směrem k absolutní pravdě spočívá v nepřetržitém přijímání a zamítání hypotéz. Tvoření nových hypotéz je věcí geniality, kdežto při zamítání hypotéz hraje stále důležitější roli statistika. Nejoblíbenější motto K. MARXE znělo: „*O všem je nutno pochybovat.*“ A statistika nám dává prostředky jak o hypotézách pochybovat skutečně vědecky. Statistika pomáhá našemu poznání tím, že z mnohonásobuje rychlost, s jakou je úroda tvůrčích myšlenek lidstva tříděna na dobré zrno a plevel.

Idealismus, zvláště ve své pozitivistické podobě, našel mezi statistiky mnoho příznivců. Většina západních statistiků a theoretiků pravděpodobnosti nechává ve svých filosofických projevech pozitivismu otevřená vrátka.***)

Relativní úspěch pozitivismu pramení z toho, že je založen na pojmech jako „zkušenost“, „experiment“ a pod., které jsou velmi blízké každému přírodovědci a zvláště statistikovi. V souhlase s materialismem pokládá pozitivismus za jediný pramen našeho poznání počítky, ale na rozdíl od materialismu odmítá jít za tyto počítky. Tvrdí, že jediné, co je nám pozitivně dáno jsou počítky: O hmotě „samé o sobě“ i když snad i existuje, je podle nich neekonomické a metafyzické(!) uvažovat, protože se o ní nikdy nemůže jinak přesvědčit než opět skrze počítky. Touto svou „ekonomií myšlení“ se pozitivisté dostávají do velmi neekonomických zmatků, mají-li mezi sebou rozlišit „Já“ a „Okolí“, představu a skutečnost a mají-li osvětlit existenci světa před člověkem. Konec konců se vždy ukáže, že jádro pozitivismu je idealistické.

Typickou aplikací pozitivismu v teorii pravděpodobnosti je MISESOVA koncepce, který pravděpodobnost (objektivní realitu) chce sestrojít z četností (počítků). Rozšíření u přírodovědců zmíněné již představy, že teorie pravděpodobnosti má svůj základ v matematické statistice a ne naopak, má pozitivistické kořeny. Vliv pozitivismu se jeví i v názvosloví, neboť ještě nedávno se ří-

**) Svobodou lidského ducha se tu rozumí možnost uvažovat nezávisle na autoritách podle objektivních pravidel. Pozn. vl.

***) V předmluvě k ruskému překladu „*An Introduction to Probability Theory and its Applications*“ A. N. KOLMOGOROV zcela oprávněně vytýká W. FELLEROVI, že zásadní filosofické otázky prostě obchází.

kalo rozdělení četností (frequency distribution) tam, kde se nyní správně začíná říkat rozdělení pravděpodobností (probability distribution).

Důsledným machistou byl K. Pearson. Byl přesvědčen o tom, že „vědecké zákony jsou daleko více produkty lidského ducha, než fakty vnějšího světa“. Není potom divu, že ve své tvůrčí práci, která měla vskutku gigantické rozměry, se soustředil na zdokonalování formálně popisného aparátu. Byl to na př. jeho systém křivek a úplná záplava nejrůznějších korelačních koeficientů, o níž si dnes můžeme učinit představu z KENDALLOVY knihy „*The Advanced Theory of Statistics*“ nebo z obdobné záplavy testů významnosti, které se objevily za posledních 10 let. Pro Pearsona sám materiál nebyl podstatný, ale rozhodující bylo teprve to, co z něho člověk vhodným popisem dovede stvořit. Lze si snadno představit, že toto stanovisko často vedlo k přímému znásilňování materiálu. Na př. Pearson ještě s dalšími matematiky použil Bayesových vzorců k odhadu koeficientu korelace tak, že za apriorní rozdělení těchto koeficientů zvolil empirické rozdělení v souboru koeficientů korelace anatomických měření, když byl toto rozdělení zhladil podle jedné ze svých křivek. Tento postup byl R. A. Fisherem ostře odsouzen. Filosofickými názory K. Pearsona lze také vysvětlit to, proč nechal na tak dlouho zapadnout Studentovy výsledky, ačkoliv měly přímo revoluční význam. To nejcenější, co po K. Pearsonovi zůstalo, je χ^2 rozdělení, pro které bude vzpomínán ve všech učebnicích statistiky.

Na druhé straně mnohé z Pearsonova díla ztratilo dnes již svou životaschopnost, jako na př. míra šikmosti, založená na rozdílu mezi \bar{x} a modem, a řada jiných koeficientů. Přesto, že je Pearsonovo pojetí statistiky dnes již překonané, vládne ještě v mnoha oborech a objevuje se i v nově vycházejících knihách psaných nestatistiky. Je to tím, že mezi tyto kruhy moderní pojetí statistiky dosud neproniklo, což je především důsledkem nedostatečné spolupráce mezi nimi a matematickými statistiky.

Jedním z nejvýraznějších současných zastánců machismu v theorii pravděpodobnosti a matematické statistice je H. Jeffreys. Jeffreys ve své koncepci zastává názor, že nutno činit důsledný rozdíl mezi metodou a materiálem. Ve svém výkladu drží se Pearsonovy fundamentální these, že⁷⁾

„Jednota všech věd spočívá pouze v její metodě a nikoliv v jejím materiálu. Člověk, který klasifikuje fakta jakéhokoliv druhu, který pochopí jejich vztah a popíše tyto vztahy, aplikuje vědeckou metodu, je člověk vědy... Nejsou to samotná fakta, která tvoří vědu, ale metoda, pomocí které to děláme.“

Tedy ne materiál, ale metody zpracování musí být stejné. Odtud pramení také velmi rozšířená these, že statistickými metodami, bez vnitřního rozboru lze jakákoliv data „vědecky zpracovat“. Toto zpracování nespočívá pak v ničem jiném, než v prostém „pearsonském“ popisu a v provádění závěrů na základě tohoto popisu na výsledky budoucích pokusů, t. j. v rozhodování při

⁷⁾ H. Jeffreys: *The Theory of Probability*.

akcích, bez ohledu na to, zda je popisem vystižen objektivní charakter příslušného pokusu.

Mezi velkými matematickými statistiky lze však najít i takové, jejichž koncepce je namířena proti machismu. Je to na př. R. A. Fisher, v jehož díle jsou některé stránky, které lze označit jako materialistické a dialektické.^{†)} Na rozdíl od K. Pearsona byl přesvědčen, že to, co není dáno v samotném materiálu, není možno z něho získat sebeumělejší zpracováním. Zavedl objektivní kritéria tam, kde dříve vládla subjektivní libovůle. Jeho theorie odhadu rozřála gordický uzel spletený z nejrůznějších měr polohy, rozptylu, šikmosti atd. Svými testy významnosti učinil konec subjektivnímu a neseriosnímu používání Bayesova postulátu. Také jeho pojem informace obsažené ve výběru má materialistický charakter a jeho myšlenka o jednotě fyzikálního průběhu a matematického zpracování materiálu je příkladem dialektiky. Na druhé straně fiduciální pravděpodobnost je odklon od materialistické linie, potvrzovaný nejlépe tím, že idealista Jeffreys, přes Fisherův odpor, se s ním v tomto bodě ztotožňuje.

R. A. Fisherovi je často vytýkána malá rigorosnost v matematických důkazech. Tuto Fisherovu stránku vysvětluje do jisté míry P. C. MAHALANOBIS^{§)} v následujícím odstavci Fisherova životopisu:

„Druhý vliv Cambridgeské university, ke kterému Fisher necítil sympatie byl nedávný přechod v řízení matematického vyučování od dřívější tradice matematických fyziků ke škole čistých matematiků, většinou kontinentálního původu. Explicitní vyslovení rigorosního úsudku ho zajímalo, ale jen za důležité podmínky, že takové explicitní prokázání rigorosnosti bylo nutné. Mechanický dril v technice rigorosní výpovědi se mu přičil z části pro jeho pedantičnost, z části jako překážka aktivního myšlení. Cítil, že bylo mnohem důležitější myslet aktivně, i za cenu občasných chyb, které bystrý duch brzo objeví, než postupovat s naprostou jistotou hlemýždím krokem po vychozených pěšinkách na dokonale sestavovaných mechanických berlách.“

A po pravdě je nutno říci, že několik Fisherových prohřešků proti matematické přesnosti bylo několikanásobně vyváženo originalitou a neočekávaností jeho řešení. Dva příklady za všechny jsou na př. jeho způsob sestavení intervalů spolehlivosti pro poměr dvou středních hodnot a z-transformace pro korelační koeficient.

Materialistické stanovisko se nejuvědoměleji projevuje v sovětské teorii pravděpodobnosti a matematické statistice. Sovětská matematická statistika nedosáhla však dosud takového rozmachu a nehraje ve světovém měřítku takovou vedoucí roli jako sovětská theorie pravděpodobnosti. Jak však ukazuje rozvoj matematické statistiky za poslední léta v SSSR a poslední konference

†) To ovšem nic neříká o jeho politickém přesvědčení. K jakým paradoxům může v tom směru dojít, je vidět na př. z toho, že Hegel přes svou dialektiku byl přívržencem reakčního proušáctví.

§) R. A. Fisher: Contributions to Mathematical Statistics, životopis.

matematických statistiků v Kijevě,⁹⁾ jsou sovětští vědci odhodláni tento stav věci rázně změnit. Přípravuje se plánovitě znásobení vědeckých kádrů a vydávání monografií a učebnic. Kromě toho je plánováno značné rozšíření výuky theorie pravděpodobnosti a matematické statistiky na sovětských vysokých školách všech přírodovědeckých a technických zaměření.

Přejdeme nyní k otázce theorie a praxe. Marxistický názor na spojení theorie a praxe vystihuje krásně toto starobylé motto:

„Každá myšlenka je planá, když nezrá nakonec ve skutek,
podobně každý čin — vyrůstaje v myšlenku zas!“

Theorie musí čerpat z praktických problémů, ale musí se umět odpoutat od praktických představ. Theorie musí praxi štědře rozdávat své výsledky a přesto jí musí ještě mnoho myšlenek zůstat. Poměr mezi teorií a praxí má protikladný charakter a správný vývoj obou stránek může být zaručen jen v otevřeném střetání se názorů. U vynikajících statistiků se setkáváme s nejrůznějším poměrem k praxi. Na př. proti Studentovi a R. A. Fisherovi stojí A. WALD o němž WOLFOWITZ píše, že byl vždy ochoten bavit se o matematice, ale popularisace a speciální aplikace ho nezajímaly. Wolfowitz¹⁰⁾ píše:

„Byl prakticky založen v tom smyslu, že vždy měl při vypracovávání statistické theorie na zřeteli její statistický účel. Když tato theorie byla završena k jeho spokojenosti, nezajímal se o její speciální aplikaci na praktický problém.“

Myslíme, že se tento poměr obrazil ve Waldově díle tendencí tvořit takové principy, které by nám umožňovaly rozhodovat o věcech na základě minimálních znalostí o nich.

Idealistické a materialistické proudy v matematické statistice jako v každé vědě mají své kořeny. Domníváme se, že zatím co ve společenských vědách je boj idealismu a materialismu odrazem třídního boje, ve vědách přírodních je ve velké míře odrazem dvojstranného charakteru samotného procesu poznání. Harmonický vývoj obou stránek poznání, ať jim říkáme bytí a vědomí, či objekt a subjekt, či theorie a praxe, může se uskutečňovat pouze v boji názorů. Víme, jak plodné bylo střetnutí názorů K. Pearsona, R. A. Fishera a J. Neymana. Jsou období, kdy poznání roste především tím, že jsou hromaděna nová zkušební fakta a jsou období, kdy rozhodující roli hraje rozvoj forem myšlení. Lenin ve fragmentu „*K otázce o dialektice*“ se zřejmou sympatií uvádí představu o poznání jako o řadě kruhů. V rámečku uvádí některé „kruhy“, v nichž se materialisté střídají s idealisty a s dialektickými spojením obou.

„Kruhy ve filosofii: (jest nutna chronologie osob?) Nikoli!

Antický: Od Demokrita k Platonovi a k dialektice Herakleitově.

⁹⁾ Viz časopis: *Matematika — Fysika — Astronomie, Sovětská věda*, č. 5, 1954, ČSI.

¹⁰⁾ *J. Wolfowitz: Abraham Wald (1902—1950), Ann. Math. Stat., 23 (1952).*

Renaissance: Descartes versus Gassendi (Spinoza?).

Nový: Holbach — Hegel (přes Berkeleye, Humea a Kanta).

Hegel — Feuerbach — Marx.“

Hlavní chybou starého nazíráního materialismu bylo, že na poznání hleděl jako na pouhé pasivní odrážení objektivní reality. Činnou, aktivní účast lidského ducha na poznávacím procesu rozpracoval idealismus, ovšem tak, že ji zabsolutněl a odtrhl myšlení od reálné skutečnosti. Jak již zdůraznil Marx, je nutno idealismu tuto činnou složku odejmout, a dát jí náležité místo v rámci dialektického materialismu.

Autoři tohoto referátu mohou s jistotou o sobě tvrdit, že jsou materialisté, avšak býti dialektickými materialisty se mohou jen snažit. Přítomná doba dává konkrétní příklady, kdy taková snaha nemusí skončit úspěšně. Jazykozpytec N. J. MARR upadl do vulgárního materialismu, aniž by se toho byl nadál. Někteří sovětsí ekonomové, chtějící ekonomické zákony socialistické společnosti ne poznávat, ale sami je tvořit, upadli do subjektivního idealismu, aniž by si to také uvědomili. Být dialektickým materialistou na jisto může být člověk jen ve věcech probojovaných a vyřešených. Avšak takové opatrnické stanovisko vede k úpadku tvůrčí práce, jak je toho důkazem naše soudobá filosofie a společenské vědy vůbec. Je třeba se co nejvíce učit od klasiků marxismu-leninismu, ale nabyté vědomosti uplatňovat tvůrčím způsobem. Cesta ku pravdě vede skrze omyly, a proto vždy vyžadovala a bude vyžadovat odvážných srdcí.

Nakonec se zamysleme nad tou skutečností, že theorie pravděpodobnosti a matematická statistika pronikají postupně skoro do všech oblastí lidského bádání, jakmile tyto dosáhnou určitého stupně ve svém vývoji. Matematická statistika a theorie pravděpodobnosti tvoří tak protiklad vůči všem ostatním vědám v souhlase s tím, jak náhodný pohyb tvoří dialektický protiklad nejrůznějším formám pohybu nutného, respektive, jak nezávislost tvoří dialektický protiklad nejrůznějším formám závislosti.

Protiklad statistických a nestatistických metod zkoumání má své objektivní příčiny. Zastavme se však nejdříve krátce u otázky objektivity vědeckých zákonů vůbec. To, že jsou dosud vědci, neuznávající objektivitu zákonů reálného světa, vidíme u Jeffreyse, který říká:¹¹⁾

„Máme vskutku nekonečně mnoho pravidel, kterým experimentální materiál vyhovuje, avšak která patrně nemusí být splněna na některém pokusu budoucím...“

Podle Jeffreyse může platit pro ten který jev tolik zákonů, kolik chceme — a je prý úkolem vědy nalézt ten nejjednodušší. A nalézt ten nejjednodušší, to je věcí ekonomie popisu a nemá nic společného se získáním objektivního zákona.

¹¹⁾ Viz ?).

Jeffreys bere v ochranu ty, kteří tvrdí, že nalezení nejjednoduššího zákona spočívá ve zvláštnosti lidské psychologie(!).

A jsou to především zákonitosti statistické, jimž ještě dnes mnozí, a nikoliv nevýznamní vědci, přisuzují naprosto subjektivistický charakter, považující je za náhražku našich neznalostí, po případě nedostatku znalostí. Kde toho málo víš, používej statistiku — to je patrně kriteriem těchto vědců. To, že statistické zákonitosti vedle t. zv. dynamických zákonitostí mají právě tak objektivní charakter jako všudypřítomná náhodnost vedle nutnosti (jakožto dialektické protiklady jedné objektivní zákonitosti reálného světa) se přiči jejich myšlení.

Podle GIBBSE, jednoho ze zakladatelů statistické mechaniky, a jeho dnešních následovníků, nutnost užívání pravděpodobnosti a matematické statistiky vyplývá z nedokonalosti našich schopností. Subjektivismus Gibbsův vysvitne, slyšíme-li jeho slova o tom, že kdybychom mohli zjistit chování jednotlivých molekul, pak zákony thermodynamiky se dají nahradit zákony mechaniky. Tak tedy zákony thermodynamiky jsou náhražkou zákonů mechaniky. Zde je především nutno upozornit na to, že zákony thermodynamiky odrážejí chování systému v celku a ne jednotlivých částic. Systém jako celek se kvalitativně liší od „součtu“ skládajících jej částic. Pohyb jednotlivých částic může být skutečně popsán v termínech mechaniky. Avšak v důsledku velkého počtu částic chaotický pohyb atomů a molekul přechází v novou kvalitu. Růst počtu částic v systému vede k projevení se úplně nového typu pohybu, který může být vyjádřen jedině zákony statistickými.

Znalost jednotlivých elementárních procesů na objektivitě statistických zákonitostí nic nemění. Oba typy zákonitosti existují v přírodě vedle sebe v dialektickém protikladu a jednotě současně. Tak na př. pohyb brownovské částice v celku ukazuje na čistě statistickou zákonitost. Víme sice, že trajektorie pohybu této částice se skládá z nesmírného množství přímočarých posuvů, avšak znalost všech těchto posuvů vzatých odděleně neřekne nám nic o zákonitostech Brownova pohybu v celku.

Podobně známý zákon, podle kterého tlak plynu na stěnu nádoby jakéhokoliv tvaru je stálý jak v čase tak na různých místech nádoby, platí nikoliv přes to, že vzájemný pohyb molekul je náhodný, ale právě proto.

Pojem dynamické zákonitosti vznikl v důsledku rozvoje mechaniky. Je známo, že snahy mechanistů, nahradit fyziku mechanikou, skončily nezdarem. Zrovna tak se nezdaří každá snaha mechanického supponování jedné zákonitosti druhými i v ostatních případech. Obecně řečeno dynamická zákonitost spočívá v tom, že za daných vnějších podmínek počáteční stav jednoznačně předurčuje všechny další pohyby systému. Odtud plyne, že uznáme-li dynamickou formu zákonitosti jako nadřazenou ostatním, dopustíme se naprosto nepodstatného zabsolutnění částečné formy zákonitosti.

V protikladu k dynamickým zákonitostem, vyjadřuje statistická zákonitost spojení mezi komplexem podmínek a existencí stability relativní četnosti da-

ného jevu; pojem statistické zákonitosti odráží v abstraktní formě určité typy vztahů mezi jevy či procesy. Podle CHINČINA¹²⁾ jsou to ty typy vztahů, „které ve svých základních znacích jsou podmíněny především hromadným charakterem těchto jevů či procesů (t. j. existencí v nich velkého počtu v té nebo oné míře rovnomocných jevů, veličin atd.) tak, že individuální vlastnosti jednotlivých ingredientů do jisté míry jsou zatlačeny.“

Všechny právě zde uvedené vztahy nevztahují se pouze na zákonitosti fyzikální. Vztahují se především na jiné přírodní vědy, jako astronomii, agrobiologii, klimatologii, hydrologii, dále na technické vědy atd. Všude zde vystupují statistické zákonitosti vedle dynamických (nestatistických) stejně objektivně a jedno na druhé nelze převést.

Filosofickou část našeho referátu zakončíme tedy tvrzením, že nutnost rozsáhlého užívání teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky ve všech těchto vědách je dána ne subjektivními, ale objektivními příčinami.

III.

V této závěrečné části našeho referátu se pokusíme učinit některé závěry pro budoucnost. V první řadě je třeba, aby bylo skoncováno s šířením a užíváním zastaralé koncepce matematické statistiky a aby byla uvedena ve známost moderní matematická statistika. Za tím účelem třeba psát vhodné knížky a brožury a vyškolit ve statistice některé aspiranty přírodních a technických věd. Bylo by záhodno zajistit dostatečnou širokou a hlubokou výuku teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky na přírodovědných a technických oborech.

Je třeba ve všech oborech, používajících matematickou statistiku, napsat knížky, v nichž by se vyšší statistické metody od nižších nelišily tím, že místo samotného mediánu jsou tam kvartily a decily, místo jedné míry šikmosti tři míry šikmosti a pod. Pozorování by tu měla být důsledně považována za realizace náhodných veličin a počítané statistiky by měly být při nejmenším doprovázeny výběrovými chybami. Pravděpodobnost by v nich měla být jasně odlišena od relativní četnosti a ze statistického myšlení by měly být vyloženy alespoň testy významnosti a intervaly spolehlivosti.

Zběžný pohled na program nastávající konference ukazuje, že většina našich statistiků čerpá a řeší problémy na poli průmyslové výroby, kde také byly vybudovány dva velké výzkumné ústavy. Statistika v průmyslové výrobě je jistě velmi důležitá a osvědčená a věnovali ji svou energii desítky tvůrčích pracovníků. Nesmíme však zanedbávat ani jiné obory aplikací, z nichž mnohé mají velký národohospodářský význam.

Domníváme se na př., že kdyby do statistické evidence byly široce zavedeny

¹²⁾ A. C. Samojlovič: Termodinamika i statističeskaja fizika, Gostechizdat, 1953, Moskva, str. 175.

výběrové metody, znamenalo by to zrovna takové úspory jako v hromadné výrobě. Vždyť výroba vyplněných dotazníků je dnes tou nejhromadnější ze všech hromadných výrob. Nelze nevidět, že na jedné straně je administrativní aparát zcela přetížen evidencí, takže stačí ji jen provádět, ale ne již dostatečně využívat; na druhé straně o řadě důležitých věcí zpráv nemáme.

Také aplikace v biologii, zvláště v agrobiologii nejsou rozvinuty v dostatečné míře, ačkoliv právě tento obor byl lůnem, ve kterém se moderní statistika zrodila. Prověřování agrobiologických hypotéz, jak v rostlinné, tak živočišné výrobě, pomocí analýsy rozptylu by se mělo stát běžnou věcí.

Uvést ve skutek direktivy X. sjezdu KSČ¹³⁾ o zemědělském výzkumu, znamená provést stovky experimentů. A každý z těchto experimentů, bude-li nedbale proveden a vyhodnocen, může vést k falešným rozhodnutím a tím i k hospodářským a politickým ztrátám.

Kromě toho začíná statistika pronikat do řady nových oborů, jako je stavebnictví, hydrologie, klimatologie, astronomie atd. Tyto obory slibují dát pro statistickou práci bohatou inspiraci a samy používáním statistiky mohou hodně získat.

Není sporu o tom, že u nás jsou dobré předpoklady pro úspěšný rozvoj jak aplikací, tak i teorie matematické statistiky. Proto je skoro nepochopitelné, proč vychází tak málo publikací. Možná, že je tomu tak proto, že mnozí pracovníci se obávají, že u jejich prací bude hodnoceno spíše než cena pro lidské poznání a užitečnost to, zda jejich matematická forma odpovídá soudobému vkusu. Také si myslíme, že naše národní ctižádost nemůže být uspokojena tím, že zobecníme některé věty, či zjednodušíme některé důkazy.

Proto končíme tento svůj referát vyslovením naděje, že tato konference přispěje k velkému rozkvětu matematické statistiky u nás. Jistě se to podaří, skloubíme-li dohromady theoreticko-pravděpodobnostní tradici sovětskou a „statistickou“ tradici Fisherovskou.

Referát přednesený na první pracovní konferenci českosl. matematických statistiků v Praze, konané ve dnech 27. — 30. VI. 1954.

¹³⁾ Uvedme následující místo z referátu s. ŠIROKÉHO:

„Dále je třeba věnovat mnohem větší péči správnému dávkování umělých hnojiv, a to se zřetelem na strukturu půdy, na předplodiny, jakož i na množství vláhy.“

„Pro jednotlivé kraje nejsou vypěstovány nejvhodnější odrůdy. V tomto směru výzkumná práce vážně zaostává. Nejvážnější nedostatky jsou u polních krmovin a technických plodin.“