

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Petr Mandl

K tradicím a perspektivám teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 31 (1986), No. 5, 260--263

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138961>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1986

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>

K tradicím a perspektivám teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky

Petr Mandl, Praha

Čtyřicet let matematiky v osvobozeném Československu bylo v uplynulém roce podnětem k zamyšlení nad vývojem a budoucností matematických oborů. Měl jsem při té příležitosti možnost hovořit o teorii pravděpodobnosti a matematické statistice z hlediska matematických pracovišť v českých zemích. Ze stejného pohledu je psán i tento příspěvek. Bylo by chybou si neuvědomit neúplnost takového přístupu. Stejně tak jako v době předválečné byli oporou našeho oboru početní aktuárové v pojišťovnách a v matematických odděleních státních úřadů, tvoří i dnes statistikové ve výzkumných pracovištích podniků a resortů základnu, ke které musí být zaměřena celková koncepce rozvoje matematické statistiky.

Začněme historickými poznámkami. V roce 1945 byla opět zahájena výuka pojistné matematiky a matematické statistiky na dvou vysokoškolských pracovištích, na přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy a na Vysoké škole speciálních nauk při Českém vysokém učení technickém. Na obou školách měly tyto obory mnohaletou tradici. Dvouroční kurs pojistné matematiky byl konán na ČVUT od r. 1905. K přednášení aktuárských věd na přírodovědecké fakultě UK byl v r. 1923 jmenován profesorem E. Schoenbaum. Do aktuárských věd se počítaly pojistná matematika, matematická statistika a biometrie. Nejvýznamnějším představitelem naší předválečné teorie pravděpodobnosti byl brněnský B. Hostinský. Zákonem č. 122/1946 Sb. o úpravě statisticko-pojistného studia bylo dvouleté studium přetvořeno na úplný čtyřletý vysokoškolský kurs. Podle zkušebního řádu předkládali na přírodovědecké fakultě UK kandidáti ke druhé státní zkoušce diplomovou práci. Prvním předmětem zkoušky byla matematika, druhým společně pravděpodobnost, matematická statistika, pojistné vědy a ekonometrie. Absolventi univerzitního studia měli titul magistr matematiky, absolventi studia na ČVUT měli titul inženýr. Podle výnosu MŠVU z roku 1951 bylo studium matematické statistiky převáděno na Univerzitu Karlovu, kde od studijního roku 1952–53 začala fungovat sloučená katedra matematické statistiky na matematicko-fyzikální fakultě.

Během války udělala matematická statistika v západních zemích značný pokrok. V souvislosti s dodávkami pro armádu se rozvinula statistická kontrola jakosti a vedla ke vzniku sekvenční analýzy a k orientaci matematické statistiky na rozhodování. Byly zdokonaleny metody britské biometrické školy. Cramérova kniha *Mathematical Methods of Statistics* předznamenala novou úroveň teoretického výkladu statistiky. Po válce bylo u nás nutno zahraniční předstih vyrovnat a zavádět moderní statistické metody. V propagaci biometrických metod je třeba připomenout činnost O. Fischera v Ústředním ústavu matematickém a M. Josífka na katedře matematické statistiky.

Upravený text autorovy přednášky na konferenci „Vývoj matematiky v ČSR v období 1945–1985 a její perspektivy“, konaná ve dnech 3.–4. 10. 1985 v pražském Karolinu.

Neméně důležitým úkolem bylo reagovat na sociální a politické přeměny v našem státě, které ovlivnily význam jednotlivých aktuárských disciplín. Přednáška o pojistné matematice se konala naposled ve studijním roce 1949–50. Probíhaly diskuse o vztahu mezi ekonomickou a matematickou statistikou. Na ČVUT a na tehdejší Vysoké škole politických a hospodářských věd vznikla samostatná pracoviště zabývající se ekonomickou statistikou. V souvislosti s kritikou matematických metod má význam působení J. Bílého, jehož znalosti posloužily v počátcích opětného zavádění matematiky do ekonomie. Nová náplň studia matematické statistiky se zaměřením k vědeckému a technickému výzkumu, k praktickým potřebám průmyslu a zdravotnictví byla koncipována J. Jankem a L. Truksou. V duchu nového zaměření proběhla v r. 1954 První pracovní konference matematických statistiků.

Pod vlivem celkového vývoje matematiky začíná v teoretickém rozvoji našeho oboru počátkem padesátých let období charakterizované důvěrou v účinnost abstraktních matematických metod. Je zásluhou akademika J. Nováka, že se teorie pravděpodobnosti u nás vyrovnala se světovým trendem k abstraktnímu pojetí a udržela si rovnocenné postavení s ostatními matematickými disciplínami. J. Novák se stal v roce 1952 externím vedoucím katedry matematické statistiky*) a vedl oddělení matematické statistiky v Matematickém ústavu ČSAV. Na katedře vznikly v té době hodnotné práce o stochastických aproximacích a o teorii procesů větvení. V oddělení MÚ ČSAV**) měli, ponechání sami sobě, možnost vytvořit svůj vědecký profil mladší pracovníci, z nichž mnozí se později uplatnili jinde. Na tematiku v té době moderní se zaměřila i skupina vedená A. Špačkem nejprve v Ústavu radiotechniky a elektroniky, později v Ústavu teorie informace a automatizace ČSAV, založeném v roce 1959. Skupina***) se zprvu věnovala statistické kontrole jakosti. Přispěla prvními pracemi k základům teorie informace, rozvíjela teorii strategických her a tematiku, kterou nazývali znáhodněná funkcionální analýza. Ve většině prací se projevoval vliv waldovské teorie statistických rozhodovacích funkcí. Dr. Špaček byl neúnavným propagátorem těchto nových směrů a uvědomoval si nutnost kontaktů se světovou vědou k dosažení dobré úrovně u nás. Po jeho předčasně smrti v roce 1961 ztratila skupina mnoho na svém vědeckém elánu. Vliv abstraktní matematiky na teorii pravděpodobnosti nebyl jednoznačně kladný. Obsahem řady disertačních prací se stalo zobecňování pojmů, často pomocí nové definice integrálu. Byl zanedbáván rozvoj analytických metod teorie pravděpodobnosti a nebyla doceněna schopnost inženýrů vytvářet pravděpodobnostní modely.

Přehlédněme zběžně vývoj teorie náhodných procesů do roku 1953. (Mezníkem je vydání Doobovy knihy *Stochastic Processes*.) Kolmogorovova práce *Die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung* vyšla v roce 1933. V letech 1937–40 byl vytvořen pojem martingalu. Korelační teorie stacionárních procesů, navazující na teorii časových

*) Členy katedry v té době byli J. JANKO, L. TRUKSA, J. BÍLÝ, F. FABIAN, M. JOSÍFKO, J. MACHEK, J. SEITZ, aspiranty V. DUPAČ a M. JIŘINA.

**) Největší rozsah mělo oddělení v roce 1957, kdy v něm pracovali V. FABIAN, O. FISCHER, J. HÁJEK, M. JIŘINA, P. MANDL, M. SOVA, Z. STAŇKOVÁ-NEČASOVÁ, Z. ŠIDÁK, J. VONDRÁČEK, F. ZÍTEK.

***) Ve skupině pracovali zejména M. DRIML, O. HANŠ, Z. KOUTSKÝ, J. KŘEPELA, J. NEDOMA, A. PEREZ, L. PROUZA, O. ŠEFL, K. WINKELBAUER.

řad, se rozvíjela za války v okruhu Wienerově a Kolmogorovově. V poválečném období došlo k rozšíření aplikací Markovových procesů se spojitým časem a diskrétními stavy zejména v telekomunikačním inženýrství. Vznikly základy teorie hromadné obsluhy. K. Itô rozvinul teorii stochastických diferenciálních rovnic. Tento vývoj je vystižen v Doobově knize ze stanoviska vycházejícího z Kolmogorovovy axiomatizace pravděpodobnosti na základě teorie míry. Důsledně prosazená axiomatizace umožnila pronikání pravděpodobnostních metod do matematických disciplín, především do teorie potenciálu. Avšak potlačení fyzikální představy o pravděpodobnosti, která je pravděpodobnostní obdobou geometrického názoru, přináší s sebou těžkopádnost bránící mnohdy rychlému postupu k cíli. Zde je dobrým příkladem teorie hromadné obsluhy, jejíž hlavní výsledky spočívají na intuitivní představě markovské vlastnosti.

V Československu se teorie Markovových procesů s diskrétní množinou stavů záhy stala všeobecně známým nástrojem k vytváření matematických modelů hromadné obsluhy, teorie spolehlivosti i modelů biologických a ekonomických. Tradici založily práce prof. Hostinského a zájem prof. Truksy, který znal spojitě metody pojistné matematiky. Od konce padesátých let se počíná rozvíjet teorie Markovových procesů se spojitým časem i stavy. Teoretické práce v oblasti stacionárních procesů mají svůj počátek v podnětech vycházejících od prof. Hájka. První práce o stochastickém programování byly ovlivněny prof. Bílým.

Dospěli jsme v našem výkladu k období let 1964–74, kdy vůdčí osobností naší matematické statistiky byl J. Hájek, který převzal po prof. Jankovi vedení katedry. Ve světě je to doba rozkvětu koncepce představované časopisem *Annals of Mathematical Statistics*. Koncepce je produktem matematizace statistiky. Je aplikacím blíže než obecné modely statistického rozhodování navazující na Walda. Často však odrazuje praktického statistika neúměrností matematického aparátu. Hájek je významným představitelem směru *Annals of Mathematical Statistics*. Vybuďoval z velké části asymptotickou teorii pořadových testů. Jeho tvrzení o lokálním asymptotickém minimaxovém riziku je dodnes zdrojem vědecké inspirace. Závažné jsou Hájkovy výsledky ze statistiky v náhodných procesech a z teorie výběrových šetření. Vědecky ovlivnil řadu mladších spolupracovníků a aspirantů. *) Díky základům, které položil Hájek, tvoří dnes teorie robustních statistických metod významnou složku našeho výzkumu.

Během třicetiletého období, které jsme ve zkratce nastínili, měl náš základní výzkum teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky dobrou úroveň, oceňovanou i v zahraničí. V aplikovaném výzkumu v tom čase nastala významná přeměna. Praktický statistik se stal pracovníkem majícím k dispozici účinnou výpočetní techniku. K přednímu aplikačnímu pracovišti, skupině statistiků ve Výzkumném ústavu tepelné techniky**), později ve Státním výzkumném ústavu stavby strojů, přibýly skupiny ve Výzkumném ústavu Tesla Opočíněk, v Institutu hygieny a epidemiologie, v Matematickém středisku biologických ústavů a řada dalších.

*) V roce 1974 byli členy katedry J. ANDĚL, V. DUPAČ, J. DUPAČOVÁ, F. FABIAN, J. HURT, M. HUŠKOVÁ, J. JUREČKOVÁ, J. MACHEK, J. SEITZ, V. STRNAD, J. ŠTĚPÁN, Z. VÍZKOVÁ-PRÁŠKOVÁ, D. VORLÍČKOVÁ, K. ZVÁRA.

**) Ve skupině pracovali zejména V. HORÁLEK, V. KLEGA, L. PARDUBSKÝ, J. SEDLÁČEK, A. ŽALUDOVÁ.

Věnujme nyní několik myšlenek perspektivám našeho oboru. Některé anachronismy v současné světové matematice si řada z nás uvědomuje. Často se za vrcholnou úroveň disciplíny považují výsledky, které jsou předmětem výměny názorů úzkého kruhu specialistů. Hlavním kritériem hodnoty výzkumu je však rozsah působení jeho výsledků. Jak bylo již vzpomenuo v úvodu, musíme si cenit metody skutečně užívané aplikovanými statistiky. O takových metodách si můžeme učinit představu prohlédnutím obsahů programových systémů nabízených zahraničními firmami. Zjistíme, že z oblasti náhodných procesů jsou v systémech v přiměřeném rozsahu zastoupeny metody analýzy stacionárních procesů, zatímco s tím, co čteme v učebnicích Markovových procesů se v programech setkáváme jen poskrovnu. Zastoupení Markovových procesů se jeví poněkud příznivěji, uvědomíme-li si, že stavové modely lineárních soustav jsou markovskými modely. Metody pro stavové modely lineárních soustav jsou obsaženy ve větších statistických programových systémech a v systémech pro inženýrské úlohy automatické regulace. Metoda vloženého Markovova řetězce se uplatňuje v řadě nemarkovských modelů, mezi něž patří modely spolehlivosti, soustavy hromadné obsluhy i modely přežívání, zastoupené v systémech hlavně Coxovým regresním modelem. Je vhodné ve výuce Markovových procesů klást důraz právě na tyto složky a ve výuce stacionárních procesů ozřejmovat i význam stavových modelů. Profilace výzkumu u nás je v současné době velmi blízká tomuto hodnocení součástí teorie náhodných procesů*). Celosvětovým problémem je aplikační využití modelů popsaných stochastickými diferenciálními rovnicemi. Za příklad mohou sloužit obdiv vzbuzující matematické metody pro nelineární filtraci, které se dosud jen ve skromné míře uplatňují v praxi.**)

Statistické práce klasického období se vyznačovaly objevy jednoduchých principů. I robustní statistické postupy, rozvíjené v současnosti, obsahují názorné myšlenky. Ty se uplatňují v metodách vhodných k praktickému využití. Teoretický směr výzkumu robustních postupů a asymptotických metod statistiky pokračuje v orientaci, kterou jsme označili jménem časopisu *Annals of Mathematical Statistics*. Podstatné je správné rozvržení pracovního úsilí mezi oba směry.***) Robustní metody jsou vhodné pro přímou analýzu statistických souborů počítačem.

Setkáváme se s názorem, že teorie pravděpodobnosti je zvláštním případem teorie míry. Moji učitelé, zejména prof. Truksa, který měl za sebou celoživotní dráhu šéfmatematika Všeobecného pensijního ústavu, viděli v pravděpodobnosti vlastnost vnějšího světa. Přehodnocení teorie pravděpodobnosti i teorie náhodných procesů podle závažnosti pro poznání skutečnosti bude zanedlouho způsobeno rozvojem přírodovědných a inženýrských oborů, v nichž se uplatňuje náhodnost. Měli bychom tomu vycházet vstříc zaměřením výuky a výzkumu.

*) J. ANDĚL, T. CIPRA, V. LÁNSKÁ, A. LEŠANOVSKÝ, P. MANDL a další.

**) V. E. BENEŠ (USA) na konferenci Stochastické diferenciální systémy, Bad Honnef, 3.—7. června 1985.

***) J. ANTOCH, T. HAVRÁNEK, M. HUŠKOVÁ, J. JUREČKOVÁ, I. VAJDA, J. A. VÍŠEK a další.