

Pár slov úvodem

Vážené kolegyně a kolegové,

naše společnost oslaví v příštím roce už druhou desítku let svého trvání. Od samého počátku ji doprovází Informační Bulletin. Za tuto dobu již několikrát změnil svoji tvář, ať už formátem, změnou loga nebo typem písma v názvu. Od počátku mu ale chybělo to, co z ostatních časopisů (a často i mnohem menšího významu a kvality obsahu) dělá časopisy – *vlastní obálka*. Proto jsme již delší dobu uvažovali o změně, která by dodala našemu časopisu důstojnější vzhled, za který bychom se nemuseli stydět. Kolem obálky proběhla řada diskuzí, návrhů a pokusů. Nová obálka samozřejmě znamená zvýšení pracnosti a tím i vyšší náklady na výrobu, kterou nám doposud (a doufáme, že i nadále) laskavě zajišťuje Český statistický úřad. Nicméně, obálka je na světě a počínaje tímto ročníkem bude náš Informační Bulletin mít tento „nový kabát“, který si při svém věku a významu jistě zaslouží. Doufáme že se vám bude líbit, a že se budete ještě více těšit na každé nové číslo.

Na tomto místě nám dovoluňte zopakovat naši starou písničku. Stále máme nedostatek kvalitních příspěvků. Jak jistě víte, náš časopis se udržel v seznamu recenzovaných, i když neimpaktovaných vědeckých časopisů s „nenulovou vědeckou hodnotou“, který vydává Rada pro výzkum a vývoj České republiky. To znamená, že odborné články, uveřejněné v našem časopisu jsou „započítatelné“ jako výstupy vědecké práce pro potřeby hodnocení nejrůznějších projektů a grantů. Tato pozice však není trvalá a bude třeba ji v budoucnu obhajovat. Bez kvalitního obsahu ji však neuhájíme. Proto opakujeme tuto výzvu, především pro naše mladší kolegy: *Pište do Informačního Bulletinu a pomozte nám udržet jeho „dobrou“ kvalitu.*

Vaše redakce

Zpráva o činnosti České statistické společnosti v roce 2008, která byla přednesená, projednaná a schválená na valné hromadě společnosti dne 29. ledna 2009.

1. **Základní údaje o společnosti:** Uplynulý rok byl druhým rokem dvouletého funkčního období výboru České statistické společnosti, který byl zvolen na valné hromadě dne 8. 2. 2007. Předsedou byl doc. RNDr. Gejza Dohnal, CSc. (FS ČVUT v Praze), místopředsedou ing. Jan Fischer, CSc. (ČSÚ) a hospodářem ing. Tomáš Löster (VŠE Praha). K dnešnímu dni má ČStS 228 členů, z toho osm vstoupilo do společnosti v roce 2008. V roce 2008 ukončil jeden člen členství na vlastní žádost, v deseti případech bylo členství ukončeno pro neplacení členských příspěvků od roku 2005. V zahraničí žije celkem čtrnáct členů, z toho sedm na Slovensku (tři jsou studenti, kteří studují v Praze a mají trvalé bydliště na Slovensku). Jediným kolektivním členem je firma StatSoft.

2. Činnost výboru společnosti:

- V průběhu roku se konala tři zasedání výboru České statistické společnosti. O každém z nich byl pořízen zápis, který je všem zájemcům k dispozici. V mezidobí byli členové výboru v kontaktu prostřednictvím e-mailu a diskutovali všechny důležité záležitosti, zejména přípravu akcí a bulletinů. Kromě toho proběhla řada neformálních setkání a porad při jednotlivých akcích.
- Při příležitosti konference ROBUST, která se konala ve Vysokých Tatrách na Slovensku, proběhlo společné jednání členů výborů naší společnosti a Slovenské statistické a demografické společnosti.
- 3. – 5. září 2008 organizoval výbor naší společnosti čtvrté společné zasedání zástupců skupiny V6 (Maďarsko, Rakousko, Česko, Slovensko, Slovinsko a Rumunsko), které bylo poprvé spojeno se studentskou konferencí s názvem *Current trends in statistics in V6 region*. Setkání zástupců proběhlo v budově ČSÚ pod záštitou jeho předsedy ing. Fischera. Hlavním tématem jednání bylo Jak zvýšit prestiž statistiky v současné společnosti. Poutavou přednášku na toto téma, která zaslouženě vzbudila značný ohlas, přednesl bývalý předseda společnosti prof. Antoch. Poté se uskutečnila procházka Prahou se zajímavým výkladem dr. Zichové (KPMS MFF UK) a slavnostní večeře.
- V uplynulém roce byly provedeny změny týkající se vydávání Informačního Bulletinu (IB). Byla sestavena nová osmičlenná re-

dakční rada v čele s prof. Čermákem, doplněny pokyny autorům a upravena část webové stránky věnovaná Informačnímu Bulletinu. Od ledna 2008 musejí být všechny odborné články v IB opatřeny abstraktem v některém světovém jazyce. Tím se náš IB opět zařadil do Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR, který vydává Rada pro výzkum a vývoj.

- V souladu se Stanovami společnosti (kap. 2, odst. 7) výbor v roce 2008 finančně podpořil řadu mladých statistiků v účasti na odborných akcích. Přímou podporu schválil finanční podpora pěti členů společnosti pro jejich aktivní účast na mezinárodních konferencích (2× studentská konference V6, 3× ROBUST). Mimoto byla finančně podpořena i studentská mezinárodní konference Current trends in statistics in V6 region, které se zúčastnilo celkem 24 studentů z pěti zemí regionu V6.

3. Odborná aktivita společnosti

- Výroční schůze se konala v Praze dne 31. ledna 2008 v budově VŠE. Odbornou přednášku na téma Modelování UTB záření v Antarktidě proslavila RNDr. Budíková. Přednáška vyšla v IB 3/2008.
- Společnost se podílela na organizaci konference Centra pro jakost a spolehlivost výroby REQUEST ve dnech 25.–28. června 2008 v budově Vysokého učení technického v Brně. Konference se zúčastnilo 45 účastníků, kteří přednesli 38 referátů rozdělených do čtyř tematických sekcí: řízení jakosti, matematické modelování ve spolehlivosti, statistické metody pro řízení jakosti a odhady jakostních parametrů.
- Tradiční akcí, kterou společnost pravidelně pořádá, jsou statistické dny. V loňském roce se konaly 10.–11. dubna 2008 v Liberci. Program byl věnován především průmyslové statistice, chemometrii a statistickému softwaru pro analýzu průmyslových dat.
- ČStS byla jedním ze spolupořadatelů velké mezinárodní konference ISBIS 2008, která se konala v Praze 1.–5. července 2008. ČStS organizovala jednu z pozvaných sekcí; aktivně se zúčastnilo několik našich členů (členové společnosti měli slevu na vložném).
- Ve dnech 3.–5. září 2008 společnost zorganizovala studentskou mezinárodní konferenci Current trends in statistics in V6 region, která proběhla pod záštitou předsedy ČSÚ ing. Fischera v budově ČSÚ. Konference se zúčastnilo celkem 24 studentů z pěti

zemí (Česko, Slovensko, Maďarsko, Slovinsko a Rumunsko), kteří přednesli 18 příspěvků. Příspěvky z této konference budou vydány v tištěném sborníku a zařazeny na některé z příštích CD vydaných naší společností.

- Česká statistická společnost byla jedním z hlavních pořadatelů mezinárodní konference ROBUST 2008, která se konala v Pribylině ve Vysokých Tatrách na Slovensku ve dnech 8.–12. září 2008. Konference byla organizována spolu se Slovenskou statistickou a demografickou společností a Jednotou českých matematiků a fyziků. Konference se zúčastnilo 125 účastníků a bylo předneseno 93 přednášek. Sborník z této konference je v současné době v tisku. Členové společnosti se na něj mohou též těšit, neboť se objeví v elektronické podobě na některém z nejbližších CD společnosti.
- Česká statistická společnost se stala členem oborového seskupení pro Jakost a spolehlivost v rámci České technologické platformy Strojírenství. V uplynulém roce proběhla schůzka členů tohoto oborového seskupení a pro nás z toho vyplývá úkol podílet se na vytvoření Strategického plánu rozvoje (SRA) oboru, především potom formulace požadavků na budoucí absolventy technických oborů a na jejich přípravu.
- V roce 2008 byla vydána čtyři čísla Informačního Bulletinu.
- ČStS spolupracovala při vydávání časopisu Statistika.
- Internetové stránky společnosti byly pravidelně udržovány a aktualizovány. Výbor společnosti se dohodl na nutnosti změny grafické úpravy těchto stránek, kterou se pokusíme v nastávajícím roce zrealizovat.

4. Plán aktivit pro rok 2009:

- 11. února 2009 se bude pod záštitou společnosti a KPMS MFF UK konat na ČVUT seminář *Quantum Logic*.
- 19. března 2009 (na Josefa) je na KPMS MFF UK naplánován statistický den věnovaný památce kolegy Josefa Machka.
- Na podzim 2009 se uskuteční *Hradecké statistické dny*. Program odborně zajistí prof. Půlpán.
- 10.–12. června 2009 proběhne v Kočovcích na Slovensku společná slovensko-česká konference *PRASTAN 2009*.

- Konference o jakosti a spolehlivosti *REQUEST 2009*.
- Společnost je spolupořadatelem konference EURISBIS, jež se uskuteční na přelomu května a června 2009 na Sardinii.

V Praze 28. ledna 2009

Doc. RNDr. Gejza Dohnal, CSc.
předseda ČStS v letech 2007–2009

FRONTOVÉ PARADOXY RENEWAL THEORY PARADOXES

Gejza Dohnal

Adresa: FS ČVUT, CQR, Karlovo nám. 13, 120 00 Praha 2

E-mail: dohnal@nipax.cz

Abstrakt

Tento článek shrnuje, formou fiktivní diskuse mezi statistkem a jeho klientem, tak zvaný „autobusový paradox“ a některé další paradoxy teorie front.

This paper summarizes in the form of a fictive discussion between the statistician and his client several so called „bus paradoxes“ and the „renewal theory paradoxes“.

M: *Dobrý den, čekáte tu už dlouho?*

G: No, docela ano. Už jsem třikrát změnil frontu, ale vždy když přestoupím do té rychlejší, tato se ihned zpomalí.

M: *To je zřejmě pouze Váš subjektivní dojem, ne?*

G: Také jsem si to myslel, ale poté, co jsem začal porovnávat rychlost výstupu, není to jen můj subjektivní dojem.

M: *Jak si to vysvětlujete?*

G: Nedostatkem trpělivosti. Rychlost fronty kolísá v čase a dokud jsou obě stejně rychlé, nevšímám si toho. Variabilita rychlosti obsluhy (měřeno v délce doby obsluhy jednoho zákazníka) je poměrně velká. Když v průměru obslouží

dva zákazníci za minutu, je pravděpodobnost více než dvojnásobné délky obsluhy (a tedy maximálně poloviční rychlosti) rovna 13,5%, tedy více než přibližně jeden z osmi zákazníků „zdržuje“.

M: *A to Vás znervózní?*

G: Zatímco se tahle fronta celou minutu ani nehne, v sousední frontě obslouží nejméně tři zákazníci s pravděpodobností více než 32% . . . , a to už znervózním a přejdu tam.

M: *Jenže po chvíli zapůsobí zákon velkých čísel a situace se opakuje ve vedlejší frontě, že?*

G: No právě. Nakonec člověk zjistí, že je to všude stejné.

M: *Zřejmě obsluha nestačí.*

G: Provozovatel tvrdí, že když přijdou v dlouhodobém průměru dva zákazníci za minutu a on v průměru dva za minutu obslouží, tak prý by to mělo stačit. Jenže po půl hodině jsou fronty dlouhé kolem 10 zákazníků.

M: *A což teprve za dvě hodiny. . .*

G: To může být fronta dlouhá i 50 zákazníků.

M: *Fronty se chovají nevyzpytatelně.*

G: Tohle se dá ještě jednoduše spočítat a vysvětlit. Když budeme předpokládat, že doby mezi příchody zákazníků jsou nezávislé náhodné veličiny s exponenciálním rozdělením s intenzitou λ a že totéž platí i pro doby obsluhy, jejichž intenzitu označíme μ , potom lze spočítat, že střední délka fronty v takovém systému bude rovna

$$\frac{\mu}{\lambda - \mu}.$$

No a když průměrný počet příchozích za jednotku času se blíží průměrnému počtu obslužených za stejnou dobu, jmenovatel jde k nule a střední délka fronty do nekonečna! V praxi si to lze vysvětlit tak, že zatímco charakteristiky doby obsluhy se v čase nemění, doba strávená zákazníkem v systému se prodlužuje o dobu čekání.

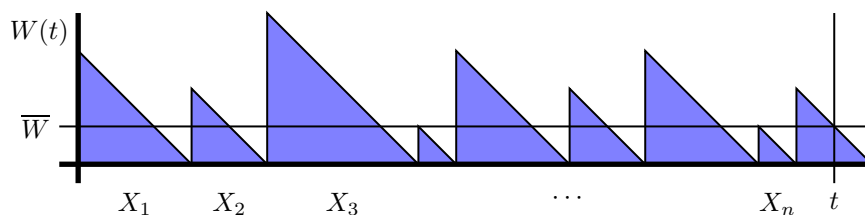
Ale podívejme se na jiný případ. Občas pozoruji z okna autobusovou zastávku. Autobus tam přijíždí přibližně jednou za deset minut. Příjezdy jsou nezávislé, doba mezi nimi má exponenciální rozdělení. Když tam přijde náhodný cestující, jaká bude jeho střední, neboli očekávaná doba čekání, co myslíte?

M: *Vy mne zkoušíte! Když přijde náhodně v čase, nezávisle na tom, kdy odjel předchozí autobus, tak bych řekl, že v průměru při velkém počtu pozorovaných cestujících to bude polovina intervalu, tedy pět minut, ne?*

G: No a vidíte, není to pravda! Střední doba čekání náhodně příchozího na zastávku je také deset minut!

M: *No to mi vysvětlete!*

G: Snadno. Potřebuji k tomu ale papír a tužku. Je to takhle: Když vezmeme jednotlivé intervaly mezi náhodnými příjezdy autobusů X_i , doba čekání $W(t)$ v každém z nich lineárně klesá k nule v okamžiku dalšího příjezdu. Na obrázku to vypadá nějak takhle



Potom průměrnou dobu čekání \bar{W} za dobu t můžeme vyjádřit integrálem

$$\bar{W} = \frac{1}{t} \int_0^t W(\tau) d\tau = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} X_i^2$$

Za dlouhou dobu lze položit $t = n \cdot \bar{X}$ a průměrnou dobu čekání

$$\bar{W} = \frac{1}{n \cdot \bar{X}} \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} X_i^2 = \frac{\overline{X^2}}{2 \cdot \bar{X}} \approx \frac{E(X^2)}{2 \cdot E(X)}.$$

Předpokládáme-li exponenciální rozdělení pravděpodobnosti délky mezi příjezdy autobusu X , potom je, jak známo, $E(X^2) = 2 \cdot E(X)$ a odtud dostáváme $E(W) = E(X)$. V literatuře se tomu říká „autobusový paradox“ a najdete to na webu.¹

M: *Na druhou stranu, my, co jezdíme hromadnou dopravou, to zase za až takový paradox nepovažujeme. Mnozí by ze zkušenosti dokonce hádali i více. Ale vraťme se k naší frontě! Pomohlo by například, kdyby se změnilo rozdělení délky obsluhy? Vy jste říkal, že předpokládáte exponenciální rozdělení.*

G: Na rozdělení doby obsluhy to zase tolik nezávisí. v obecném případě totiž platí takzvaná *Polaczek-Chinčimova* formule

$$E(W) = \frac{\rho}{1-\rho} \cdot \frac{1}{2} \left(E(S) + \frac{\text{Var}(S)}{E(S)} \right),$$

¹<http://www.teamquest.com/resources/gunther/display/2/index.htm>

kde $E(S)$ a $\text{Var}(S)$ jsou střední doba a rozptyl doby obsluhy S , ρ je takzvaná intenzita provozu definovaná jako $\rho = \lambda \cdot E(S)$. Výraz λ zde má stejný význam jako předtím – intenzita příchodů, neboli převrácená hodnota doby mezi příchody zákazníků. Potom ρ je poměr mezi střední dobou obsluhy a střední dobou mezi příchody zákazníků. Zároveň jej lze interpretovat jako pravděpodobnost toho, že doba čekání bude kladná. Vidíte, že pokud se ρ blíží k jedné, střední doba čekání roste nade všechny meze i v tomto případě.

Ale ani když je obsluha rychlejší, není to zárukou „rozumného“ chování.

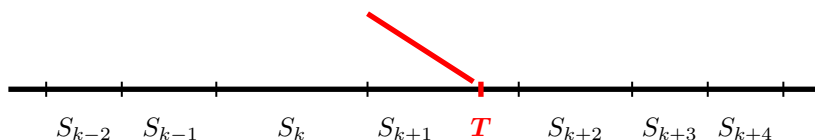
M: *Jak to myslíte?*

G: No asi takhle. Představte si, že zrychlíte obsluhu. . .

M: *Tak se doba čekání samozřejmě zkrátí!*

G: To Vám ihned vyvrátím.

Uvažujme situaci, v níž obsluha probíhá neustále. Prostě proto, že zákazníků je tolik, že fronta není nikdy prázdná. Doby obsluhy S_1, S_2, \dots budeme považovat za nezávislé, stejně rozdělené náhodné veličiny s konečnou střední hodnotou $E(S)$ a konečným rozptylem $\text{Var}(S)$. No a do tohoto procesu, o kterém předpokládáme že už běží dlouho, vstoupíte v nějakém náhodném čase, řekněme T . Podívejme se nejprve na délku právě probíhající obsluhy kterou označíme jako I .



Na chvíli budeme předpokládat, že čas běží v diskrétních jednotkách, například v sekundách. Pravděpodobnost, že právě probíhající obsluha I bude trvat t sekund, můžeme vyjádřit pomocí geometrické představy o pravděpodobnosti jako podíl součtu délek všech obsluh, které trvaly t sekund, ku celkové délce probíhajícího obslužného procesu. Vstoupil-li jste do k -tého obslužného cyklu a do té doby se realizovalo $n(t)$ obsluh o délce t sekund, potom to lze vyjádřit následujícím způsobem:

$$P(I = t) \approx \frac{t \cdot n_t}{\sum_{j=1}^k S_j}$$

Podle zákona velkých čísel a jedné ze základních vět teorie obnovy můžeme po dlouhé době přejít ke střední hodnotě a namísto počtu n_t použít součin $k \cdot P(S = t)$. Tím se dostáváme k výrazu

$$P(I = t) = \frac{k \cdot P(S = t) \cdot t}{k \cdot E(S)} = \frac{t \cdot P(S = t)}{E(S)}.$$

Přechodem ke spojitému času tuto formuli přepíšeme ve tvaru

$$dF_I(t) = \frac{t \cdot dF_S(t)}{E(S)},$$

přičemž symboly $F_I(t)$ a $F_S(t)$ jsme označili distribuční funkce náhodných veličin I a S . Zintegrováním posledního výrazu, jehož obě strany předtím vynásobíme časem t , se dostaneme ke středním hodnotám

$$E(I) = \frac{E(S^2)}{E(S)} = E(S) + \frac{\text{Var}(S)}{E(S)}.$$

Pro dobu Y , která vám zbývá do ukončení právě probíhající obsluhy o délce $I = S_k$ platí

$$E(Y) = \frac{E(I)}{2} = \frac{1}{2} \left(E(S) + \frac{\text{Var}(S)}{E(S)} \right),$$

neboť váš vstup do procesu je náhodný s rovnoměrným rozdělením na intervalu délky I . Souhlasíte?

M: *S malým zpožděním ano. Kde je však ten slíbený paradox?*

G: Tak se podívejte. Především z poslední formule vyplývá takzvaný „paradox teorie obnovy“:

$$E(Y) > \frac{1}{2} \cdot E(S).$$

Ten říká obecněji to, co jsme už zjistili v případě autobusů: střední doba čekání zákazníka, kterého jsme vybrali náhodně v čase, je vždy delší než je polovina střední doby obsluhy. V případě exponenciálně rozdělené doby obsluhy jsou si tyto střední doby dokonce rovny.

M: *Ale vy jste říkal cosi o kratší době čekání při prodloužení doby obsluhy. To byl vtíp?*

G: Ale kdepak! Představte si, že dobu obsluhy prodloužíme o nějaký nenáhodný časový interval u . Například do obsluhy přidáme pět minut na vyplnění dotazníku pro statistický úřad. Po dosazení do výrazu pro $E(Y)$ dostaneme

$$E(Y) = \frac{1}{2} \left(E(S + u) + \frac{\text{Var}(S + u)}{E(S + u)} \right) = \frac{1}{2} \left(E(S) + u + \frac{\text{Var}(S)}{E(S) + u} \right).$$

Funkce $E(Y)$ je konvexní v proměnné u . Tato funkce má své minimum v bodě \hat{u} , v němž musí platit, že první derivace je rovna nule

$$1 - \frac{\text{Var}(S)}{(E(S) + \hat{u})^2} = 0, \quad \text{odkud} \quad \hat{u} = \sqrt{\text{Var}(S)} - E(S).$$

M: Tak teď už chápu, proč některé úřady prodlužují dobu vyřizování. Snaží se vyjít vstříc zákazníkům a hledají tu „vhodnou“ dobu u. Děkuji za rozhovor.
G: Děkuji též.

Reference

- [1] Cooper R. B., Shun-Chen Niu, Srinivasan M. M. (1998) Some reflections on the renewal-theory paradox in queueing theory. *J. Appl. Math. and Stoch. Anal.*, 11(3), 355–368.
- [2] Gunther N. (2001) Of Buses and Bunching: Strangeness in Queue [online]. URL: <http://www.teamquest.com/resources/>

JOSEPH-ÉMILE BARBIER A STEREOLOGIE V 19. STOLETÍ

Anna Kalousová

Adresa: FEL ČVUT, kat. matematiky, Technická 2, 166 27 Praha 6

E-mail: kalous@math.feld.cvut.cz

Klíčová slova: stereologie, geometrická pravděpodobnost, Buffonova úloha o jehle, Todhunter, Barbier.

Abstrakt

Stereology is defined as the science of inference from samples obtained by geometric means. The first techniques were proposed intuitively by M. A. Delesse in 1847 and A. Rosiwal in 1898. The basic formulas of the global stereology appeared already in 1860 in the article of J.-É. Barbier (1839–1889) *Note sur le problème de l'aiguille et le jeu du joint couvert*. Unfortunately, Barbier's results went unnoticed and most formulas were rediscovered as late as in the middle of the 20th century. In the present article we recall the Buffon's needle problem and some of its generalizations and then we analyse the above mentioned Barbier's article. We try to ensure Barbier a proper place in the history of stereology.

Stereologie je statistická inference z geometrických výběrů, jejichž dimenze je obvykle nižší než dimenze zkoumaného objektu. První pravidla intuitivně zavedli M. A. Delesse v roce 1847 a A. Rosiwal v roce 1898. Počátky stereologie jsou většinou kladeny do druhé poloviny 20. století. Základní stereologické vztahy však najdeme již v článku J.-É. Barbiera (1839–1889) *Note sur le problème de l'aiguille et le jeu du*

joint couvert, publikovaném v roce 1860. Barbierovy výsledky zůstaly nepovšimnuty a stereologické vztahy pak byly objeveny znovu až v polovině 20. století. V tomto příspěvku nejprve připomeneme Buffonovu úlohu o jehle a některá její zobecnění a potom rozebereme uvedený Barbierův článek. Naším cílem je ukázat Barbierovo místo v historii stereologie.

1. Úvod

V roce 1961 zorganizoval biolog Hans Elias setkání vědců různých oborů, kteří měli jedno společné – zkoumali vlastnosti 3D objektů proměřováním 2D výběrů z nich. Na tomto setkání byla ustavena nová vědní disciplína – *stereologie*. O rok později se ve Vídni konal první stereologický kongres, na kterém byla založena Mezinárodní stereologická společnost (International Society of Stereology).

V roce 1847 francouzský geolog Achille Delesse (1817–1881) navrhl určovat objemový podíl složek horniny z plochy jejich profilů na rovinném výbrusu. Použil vlastně Cavalieriho princip, který je známý již od 16. století. Jeho postup však byl zdoluhavý a experimentálně náročný; vyžadoval odhad celkového obsahu mnoha nepravidelných plošek. Postupně byl upravován a zjednodušován (August Rosiwal v roce 1898, A. A. Glagolev v roce 1933). Vývoj byl ukončen zjištěním, že objemový podíl (V_V) 3D složky lze odhadnout z jejího plošného podílu (A_A) ve výbrusu, z jejího délkového podílu (L_L) na testovacích čarách i z číselného (bodového) podílu (P_P) bodů bodového systému zasahujících zkoumanou složku. Jinými slovy, při vhodné realizaci experimentu, respektující případnou nehomogenitu rozmístění a přednostní orientaci částic 3D složky, jsou A_A , L_L i P_P nestrannými estimátory objemového podílu V_V . Důkaz tohoto tvrzení je poměrně jednoduchý. Místo termínů objemový, plošný, délkový, bodový podíl se v matematických textech používá termín intenzita zjišťované míry v jednotce odpovídající prostoru.

Obtížnější úlohou je odhad vlastností objektů dimenze nižší, než je dimenze prostoru jejich vnoření, tj. např. obsahu ploch v 3D, délek čar v 3D a 2D. Příslušné stereologické formule jsou známy až od poloviny 20. století ([7], [9]). Ale už v Barbierově článku [1] z roku 1860 najdeme vztahy, ze kterých tyto formule vyplývají.

2. Joseph-Émile Barbier

2.1. Život

Joseph-Émile Barbier se narodil 18. března 1839 v St Hilaire Cottés, malém městečku, které leží v departementu Pas-de-Calais a má dnes kolem 700 obyvatel. Od dětství projevoval nadání pro matematiku, proto po ukončení Collège de St Omer nastoupil do speciálního matematického oddělení pařížského Lycée Henri IV. Po úspěšném složení přijímacích zkoušek začal v roce 1857 studovat na École Normale Supérieure, kde ho matematiku učil Joseph Bertrand (1822–1900). Během studia navštěvoval také přednášky Gabriela Lamé (1795–1870) na Sorbonně. Po ukončení studií v roce 1860 vykonal potřebné zkoušky a nastoupil do svého prvního místa jako profesor matematiky na lyceu v Nice. Pedagogická dráha mu ale příliš nevyhovovala. Nerozuměl svým žákům a oni nerozuměli jemu. Když mu bylo nabídnuto místo v Observatoire de Paris, kde byl ředitelem známý astronom Urbain Le Verrier (1811–1877), rád Nice opustil a vrátil se do Paříže. Několik let pracoval jako asistent-astronom, prováděl různá pozorování a výpočty a dokonce navrhl nový typ teploměru. Věnoval se i matematice; z této doby pocházejí články [2] a [3].

Postupně se u Barbiera začala projevovat psychická nemoc. V roce 1865 opustil Observatoire de Paris a pokusil se vstoupit do církevního řádu. Zpřetrhal všechny svazky s přáteli a spolupracovníky. Následujících patnáct let o něm nikdo neslyšel. Až v roce 1880 ho v ústavu v Charenton-St-Maurice našel jeho bývalý učitel z ENS Joseph Bertrand, který byl v té době tajemníkem Académie des sciences, přivedl ho do Paříže a zajistil mu nevelký příjem z nadace spravované akademií. Tak mu umožnil strávit další roky života v příjemnějších podmínkách. V následujících letech napsal Barbier asi 13 matematických článků, uveřejněných většinou v *Comptes rendus* pařížské Académie des sciences. Joseph-Émile Barbier zemřel 28. ledna 1889 v St Genest.

2.2. Úloha o jehle

Úlohu o jehle formuloval v roce 1733 Georges-Louis Leclerc, pozdější hrabě de Buffon (1707–1788), v pojednání *Mémoire sur le jeu de franc-carreau*. Toto pojednání bylo v uvedeném roce čteno ve francouzské Académie des sciences, jak o tom máme záznam v [5]. Kromě úlohy o jehle v něm byl také rozbor hry *franc-carreau* oblíbené u francouzských šlechticů. Rozšíření tohoto pojednání z roku 1736 se nedochovalo, ale v roce 1777 bylo začleněno do [4].

Úloha zní takto: Předpokládejme, že v místnosti, jejíž podlaha je rozdělena rovnoběžnými od sebe stejně vzdálenými spárami, je do vzduchu vyhozena tyčka a že jeden hráč sází, že po dopadu neprotne žádnou spáru, kdežto druhý sází, že protne alespoň jednu spáru. Ptáme se na šance těchto dvou hráčů. *Hru je možno hrát také na šachovnici s jehlou nebo špendlíkem bez hlavičky.*¹ (Tato poznámka dala úloze název – *úloha o jehle*.)

Buffon při řešení předpokládá, že jehla je kratší než vzdálenost mezi rovnoběžkami a že tedy jehla nemůže protnout více čar. Zvolme si jednu rovnoběžku. Je zřejmé, že jehla ji protne právě tehdy, když je její střed od této čáry vzdálen o méně, než je polovina délky jehly vynásobená sinem úhlu, který jehla svírá se systémem rovnoběžek. Označíme-li l délku jehly, d vzdálenost rovnoběžek a φ úhel, který svírá jehla se systémem rovnoběžek, je zřejmá pravděpodobnost, že jehla protne nějakou čáru, rovna

$$\frac{\int_0^\pi \frac{l}{2} \cdot \sin \varphi \, d\varphi}{\int_0^\pi \frac{d}{2} \, d\varphi} = \frac{l [-\cos \varphi]_0^\pi}{\pi \cdot d} = \frac{2l}{\pi d}.$$

Buffon dále počítá, jaký musí být vztah mezi délkou jehly a vzdáleností mezi rovnoběžkami, aby hra byla „spravedlivá“, tedy aby pravděpodobnost, že jehla nějakou čáru protne, byla stejná jako pravděpodobnost, že žádnou neprotne. Dospívá k tomu, že délka jehly by měla být rovna přibližně třem čtvrtinám vzdálenosti mezi rovnoběžkami (přesně $\frac{\pi}{4}$ vzdálenosti).

Ve své době tento výsledek neměl žádné praktické využití, i když Pierre-Simon de Laplace (1749–1827) uvádí v [6] tuto hru (aniž by se zmínil o autorovi) a navrhuje, že by se tímto způsobem daly počítat délky křivek a obsahy ploch jimi vymezených. Ukazuje ale jen jediný příklad – obvod jednotkového kruhu. Je však možné, že právě uvedení této hry v matematické knize přispělo k tomu, že se o ni začali zajímat další matematici a navrhovali různá zobecnění.

V Anglii začlenil úlohu o jehle Isaac Todhunter (1820–1884) už do prvního vydání knihy [11]. Uvedl zde také první zobecnění – na podlahu je házen místo tyčky eliptický disk² nebo krychle, a opět je zjišťována pravděpodobnost, že protne nějakou čáru. V prvním případě nás vlastně zajímá pravděpodobnost,

¹Je suppose que dans une chambre, dont le parquet est simplement divisé par les joints parallèles, on jette en l'air une baguette, & que l'un des joueurs parie que la baguette ne croisera aucune des parallèles du parquet, & que l'autre au contraire parie que la baguette croisera quelques-unes de ces parallèles; on demande le sort de ces deux joueurs. *On peut jouer ce jeu sur un damier avec une aiguille à coudre ou une épingle sans tête.*

²Tento příklad je možná i starší, James Joseph Sylvester v [10] píše: “this important step in the development of the theory is, I am informed, currently attributed to the late Mr. Leslie Ellis, of the University of Cambridge.”

že systém rovnoběžných ekvidistantních přímek protne elipsa s hlavní osou kratší než vzdálenost mezi přímkami, ve druhém čtverec s úhlopříčkou kratší než vzdálenost mezi čarami.

Ve Francii zařadil Gabriel Lamé (1795–1870) úlohu o jehle a zobecnění na kruh, elipsu a pravidelný mnohoúhelník do svých přednášek na Sorbonně. Tyto přednášky navštěvoval také Joseph-Émile Barbier. Všiml si, že ve všech uvedených příkladech je pravděpodobnost, že obrazec protne nějakou čáru, stejná, totiž $\frac{L}{\pi d}$, kde L je obvod obrazce a d je vzdálenost mezi čarami, a napadlo ho, že by to mohlo platit obecněji, totiž pro každý konvexní obrazec. V roce 1860, kdy dokončil svá studia na ENS, toto rozšíření publikoval v první části [1]. Jeho úvahy ho vedly k dalším zobecněním, která uvedl v druhé části. Ve třetí popsal některé aplikace svých výsledků. Barbierovy věty zde uvádíme ve volném překladu, značení je upraveno, aby bylo jednotné v celém článku.

Věta: *Mějme konvexní disk libovolného tvaru, který v žádné pozici nemůže protnout více dělicích čar. Jaká je pravděpodobnost, že nějakou protne? Lze dokázat, že je rovna $\frac{L}{\pi d}$, kde L je obvod disku a d je vzdálenost mezi čarami.³*

Zdůvodňování podává Barbier způsobem, který mu poradil jeho učitel Joseph Bertrand a který je, jak píše, obvyklý při analýze náhodných dějů. Nejprve uvažuje pravidelný mnohoúhelník s průměrem⁴ menším než je vzdálenost mezi čarami. Je zřejmé, že pro všechny strany je pravděpodobnost, že protnou nějakou čáru, stejná. Pokud tedy každou stranu vlastní jeden hráč a pokud je to, že strana protne čáru, odměněno nějakou výhrou, jsou šance všech hráčů při každém hodů stejné, rovné (třeba) p . Pokud si některý hráč koupí m stran, je jeho šance na výhru $m \cdot p$. Pravděpodobnost, že mnohoúhelník, jehož strany mají stejnou délku c , protne nějakou čáru, je tedy úměrná počtu jeho stran. Je zřejmé, že se pravděpodobnost nezmění, jestliže mnohoúhelník zdeformujeme tak, že strany zůstanou stejně dlouhé, mnohoúhelník konvexní a průměr menší než vzdálenost mezi čarami. Lamého tvrzení o pravidelných mnohoúhelnících lze proto rozšířit na libovolné mnohoúhelníky se stejnými stranami a dokonce na libovolný konvexní obrazec, protože jej můžeme s libovolnou přesností aproximovat mnohoúhelníkem se stejnými stranami, tak malými, jak je třeba.

Pro všechny konvexní obrazce daného obvodu je tedy pravděpodobnost, že protnou nějakou čáru, stejná. Stačí ji vypočítat pro nejjednodušší případ,

³Soit un disque convexe de forme quelconque qui ne puisse, dans aucune de ses positions sur le plan, rencontrer à la fois plusieurs lignes de division. Qu'elle sera la probabilité de la rencontre? On peut prouver qu'elle est $\frac{l}{\pi a}$, l étant la longueur du contour du disque, en s'appuyant sur diverses considérations.

⁴Průměrem nazýváme maximální šířku obrazce, *šířka* je vzdálenost rovnoběžných operných přímek (resp. rovin v 3D). V technické praxi se šířce říká také *Feretův průměr*.

pro kruh. Ten protne vybranou čáru právě tehdy, když je od ní jeho střed vzdálen nejvýše o poloměr r (na obě strany). Pravděpodobnost průtnutí je

$$P = \frac{2r}{d} = \frac{2\pi r}{\pi d} = \frac{L}{\pi d},$$

kde L je obvod kruhu a d vzdálenost mezi čárami.

Buffonovu úlohu o jehle lze tedy řešit i bez použití integrálního počtu. Už Todhunter v [11] píše, že jehla je vlastně speciální případ elipsy, jejíž vedlejší osa je nulová. Její obvod je $2l$, kde l je délka jehly, a pravděpodobnost, že protne nějakou čáru je (podle předchozího vztahu) rovna $\frac{L}{\pi d} = \frac{2l}{\pi d}$.

2.3. Stereologické vztahy v Barbierově článku

V druhé části podává Barbier další zobecnění. Uvažuje libovolnou rektifikovatelnou křivku (vlákno) a počítá střední hodnotu počtu průsečíků této křivky se systémem čar. Používá analogické úvahy jako v předchozí části a opět aproximuje křivku délky L posloupností n úseček délky $l < d$. Označíme-li P_i pravděpodobnost, že i -tá úsečka protne nějakou čáru, je očekávaná hodnota počtu průsečíků $\mathbf{E}(N)$ rovna

$$\mathbf{E}(N) = \sum_{i=1}^n P_i = \sum_{i=1}^n \frac{2l}{\pi d} = \frac{2}{\pi d} \cdot n \cdot l = \frac{2L}{\pi d}.$$

Barbier v článku uvádí, že $\mathbf{E}(N) = \frac{L}{\pi d}$. Není jasné, zda jde o tiskovou chybu nebo Barbierův omyl.

Možnost aproximovat libovolnou křivku lomenou čarou vede Barbiera k dalším zobecněním. Co kdyby systém čar, na který je náhodně házen disk nebo vlákno, nebyl tvořen ekvidistantními rovnoběžnými přímkami, ale libovolnými křivkami? Uvědomuje si, že stačí, aby tyto křivky byly v rovině „rovnoměrně“ rozloženy, tedy aby v každém čtverečním metru roviny byl součet délek částí křivek stejný. Pracuje vlastně s *délkovou intenzitou*, jak říkáme dnes.

Podobné úvahy pak Barbier provádí v trojrozměrném prostoru. Počítá střední hodnotu počtu průsečíků vlákna s plochou o známé plošné intenzitě, plochy s vláknem o známé délkové intenzitě a délku průsečnice plochy s plochou o známé plošné intenzitě. Své výsledky shrnul do čtyř následujících vět.

Věta 1: *Rovina obsahuje v každém čtverečním metru flexibilní vlákno délky L metrů, které nabývá libovolný tvar. Na tuto rovinu je náhodně házeno vlákno*

délky l metrů. Střední hodnota počtu průsečíků vláken osciluje, ať je počet pokusů jakýkoli, kolem $\frac{2Ll}{\pi}$.⁵

Budeme-li psát L_A místo L a označíme-li N_L počet průsečíků na jednotku délky druhého vlákna, můžeme tento výraz upravit na 2D stereologickou formuli

$$[L_A] = \frac{\pi}{2} \cdot N_L,$$

tedy $\frac{\pi}{2} \cdot N_L$ je nestranným estimátorem intenzity L_A .

Věta 2: *Uvažujme neomezený prostor, v myslí ho rozdělme na krychle o hraně jeden metr a každá tato krychle ať obsahuje látku o celkové ploše S čtverečních metrů (látko nemusí být rozvinutelná do roviny). Vlákno délky l metrů, které prochází náhodně tímto prostorem, protíná látku v průměru v $\frac{Sl}{2}$ bodech.⁶*

Budeme-li psát S_V místo S a označíme-li N_L počet průsečíků na jednotku délky vlákna, můžeme tento výraz upravit na 3D stereologickou formuli pro plošnou intenzitu S_V

$$[S_V] = 2 \cdot N_L.$$

Věta 3: *Každým kubickým metrem neomezeného prostoru prochází flexibilní vlákno délky L metrů. Látko s plochou s (náhodně umístěná do tohoto prostoru) je vláknem protnuta v průměru v $\frac{Ls}{2}$ bodech.⁷*

Budeme-li psát L_V místo l a označíme-li P_A počet průsečíků na jednotku plochy, můžeme tento výraz upravit na 3D stereologickou formuli pro délkovou intenzitu L_V

$$[L_V] = 2 \cdot P_A.$$

Věta 4: *Předpokládejme konečně, že každý kubický metr neomezeného prostoru obsahuje S metrů čtverečních látky. Střední délka průsečnice této látky s látkou mající plochu s metrů čtverečních, náhodně umístěnou v prostoru, je $\frac{3\pi Ss}{2}$.⁸*

⁵Un plan contient par mètre carré un fil flexible de longueur L mètres, affectant une forme variable, on y jette au hasard un fil flexible de longueur l mètres, la moyenne du nombre des points d'intersection oscille indéfiniment, quel que soit le nombre des épreuves, autour de $2Ll/\pi$.

⁶Supposons un espace indéfini, divisé par la pensée en cubes de 1 mètre de côté, et chacun de ces mètres cubes contenant S mètres carrés d'une étoffe (qui peut n'être pas développable sur un plan); un fil de longueur l , passé au hasard dans cet espace, traverse moyennement l'étoffe en $\frac{Sl}{2}$ points.

⁷Chaque mètre cube d'un espace indéfini est traversé par un fil de L mètres de longueur; une étoffe de s mètres carrés est traversée moyennement en $\frac{Ls}{2}$ points par le fil.

⁸Supposons enfin que chaque mètre cube de l'espace renferme S mètres carrés de surfaces, la longueur moyenne de la courbe d'intersection de ces surfaces, par une surface de s mètres carrés, est $\frac{3\pi Ss}{2}$.

V této formuli je opět drobná chyba v konstantě. Správná hodnota je $\frac{\pi S s}{4}$. Budeme-li psát S_V místo S a označíme-li B_A délku průsečnice na jednotku plochy druhé látky, můžeme opět tento výraz upravit na 3D stereologickou formuli

$$[S_V] = \frac{4}{\pi} \cdot B_A.$$

2.4. Barbierovy závěrečné poznámky

V poslední části Barbier uvádí několik tvrzení, která plynou z předchozích úvah. Některá z nich byla odvozena už dříve jinými prostředky, jiná jsou nová. Ukazuje například, že obvod konvexního obrazce je vždy kratší, než obvod nekonvexních obrazců, jejichž je obalem. Každá přímka protínající nekonvexní obrazec totiž protíná jeho hranici ve dvou nebo více bodech, zatímco hranici konvexního obalu protíná právě ve dvou bodech.

Závěr článku je věnován obrazcům a tělesům, které mají stejnou šířku ve všech směrech. Je zde uvedena věta, dnes nazývaná Barbierova: *Všechny obrazce konstantní šířky (průměru) w mají stejný obvod (délky πw).* Známým příkladem takového obrazce je Reuleauxova křivka. K důkazu Barbier používá svá dříve dokázaná tvrzení. Je totiž zřejmé, že pro každé dva obrazce mající konstantní šířku w je střední hodnota počtu průsečíků se systémem ekvidistantních rovnoběžek stejná. Obrazce tedy musí mít stejný obvod. Ve 3D prostoru podobná věta neplatí. Povrch tělesa je závislý na jeho tvaru; největší je pro kouli.

3. Závěr

Barbierovou hlavní zásluhou je, že jako první nejen odvodil určité formule, ale že jimi explicitně a obecně uvádí do souvislosti míry interagujících objektů s mírami jejich průniku, a to s cílem, aby sledováním náhodného střetu objektů dospěl k poznatku o jednom z nich na základě znalosti objektu druhého. Tím zásadně obrátil dosavadní přístupy, které se vztahovaly k pravděpodobnosti výsledků konkrétní hry s konkrétními objekty s cílem zabezpečit její „spravedlnost“ či naopak zajistit si větší šanci na výhru.

Uvažujme např. v 3D systém rovnoběžných testovacích čar – hran jednoho směru krychlové teselace; jejich intenzita je $L_V = a^{-2}$, kde a je délka hrany krychle. Nechť dále \mathcal{S} je omezená plocha libovolného tvaru a plošného obsahu s . Tvrzení Věty 3 pak můžeme zapsat ve tvaru

$$E\#(\mathcal{L} \cap \mathcal{S}) = \frac{L_V \cdot s}{2}, \quad \text{odkud} \quad s = 2a^2 E\#(\mathcal{L} \cap \mathcal{S}),$$

takže spočtením počtu průsečíků známého testovacího systému \mathcal{L} s neznámou plochou \mathcal{S} dostaneme odhad plošného obsahu S . Anebo naopak máme známou plochu \mathcal{S} o obsahu s a neznámý čárový systém \mathcal{L} . Jeho intenzitu (v oblasti zasažené plochou) pak odhadneme ze vztahu $L_V = \frac{2E\#(\mathcal{L}\cap\mathcal{S})}{s}$. Praktickým příkladem použití je kvantitativní popis polykrystalických struktur, především hranic zrn a subzrn a styků tří zrn, resp. subzrn, který byl popsán v [8].

Reference

- [1] Barbier J.-É. (1860) *Note sur le problème de l'aiguille et le jeu du joint couvert*. Journal de mathématiques pures et appliquées **5**, 273–286.
- [2] Barbier J.-É. (1865) *Problème du cercle tangent à trois cercles donnés, et de la sphère tangente à quatre sphères données*. Comptes rendus **60**, 1076–1079.
- [3] Barbier J.-É. (1865) *Construction donnant à la fois les quatre points de contact d'une sphère tangente à quatre sphères données*. Comptes rendus **60**, 1151–1152.
- [4] Buffon G.-L. Leclerc de (1777) *Essai d'arithmétique morale*. Histoire naturelle, générale et particulière, servant de suite à l'Histoire naturelle de l'Homme, Supplément, tome IV. Imprimerie Royale, Paris, 46–148.
- [5] Fontenelle B. le B. de (1735), Histoire de l'Académie royale des sciences, en 1733. Imprimerie Royale, Paris, 43–45.
- [6] Laplace P.-S. de (1812) *Théorie analytique des probabilités*. Imprimerie Royale, Paris.
- [7] Saltykov S. A. (1946) *The method of intersections in metallography*. Zavodskaya laboratoriya **12**, 816–825.
- [8] Saxl I., Ilucová L., Sklenička V., Svoboda M., Král P. (2006) *Problems in estimating structure of nanomaterials*. In: J. Antoch, G. Dohnal (eds.): Sborník prací 14. zimní školy JČMF ROBUST 2006. JČMF, Praha, 287–296.
- [9] Smith C. S., Guttman L. (1953) *Measurement of internal boundaries in three-dimensional structures by random sectioning*. Trans AIME **197**, 81–87.
- [10] Sylvester J. J. (1890–1891) *On a funicular solution of Buffon's "Problem of the needle" in its most general form*. Acta Mathematica **14**, 185–205.
- [11] Todhunter I. (1857) *Treatise on the integral calculus and its applications with numerous examples*, MacMillan and Co., Cambridge and London.

LZE ŘÍDIT VĚDU?

Pavel Drábek

Adresa: FAV ZČ, KM, Plzeň

E-mail: pdrabek@kma.zcu.cz

Abstrakt

This paper is an essay about the problems connected with the management of the science in Czech Republic.

Článek je zamýšlením nad problémy spojenými s řízením vědy v České republice v dnešní době.

V období mimořádného rozmachu vědy a vývoje moderních technologií se může zdát, že položená otázka buď nemá smysl nebo, že odpověď na ní je zřejmá. Po mnoha letech aktivní práce v základním výzkumu (v matematice), působení v nejrůznějších hodnotících komisích a grémiích a v neposlední řadě také po mnohaleté odpovědnosti za řešení nejrůznějších projektů, jsem však přesvědčen o tom, že odpověď na položenou otázku zřejmá není. Důvodů pro svoje přesvědčení mám několik a v následujících odstavcích se je pokusím zformulovat.

Po období tuhého centralismu při rozdělování peněz na vědu došlo na počátku devadesátých let k uvolnění finančních prostředků formou různých soutěží. Po vzoru našich západních sousedů vznikla řada grantových agentur na nejrůznějších úrovních – od celostátní úrovně až po agentury, zahrnující pouze jednu organizaci. Postupem času se začaly otevírat i další možnosti na úrovni mezinárodní. Tento jev hodnotím velmi pozitivně a před deseti až patnácti lety se nám tak otevřely předtím netušené možnosti. Sám jsem jich hojně využil a snad tak i přispěl k tomu, že pár mladých lidí, které jsem díky tomuto systému mohl pro matematiku získat, spojilo svoji profesní dráhu s vědeckým výzkumem a bádáním. Systém, kterým jsem byl zpočátku tak nadšen, však časem prošel vývojem, který spočíval mimo jiné v tom, že se rok od roku postupně „zdokonalovalo“ výkaznictví všeho druhu a toky financí začaly být svazovány nejrůznějšími pravidly, z nichž si v horším případě některá vzájemně odporovala, v lepším případě pak měla za důsledek to, že vyhovět všem těmto pravidlům bylo pomalu obtížnější než vyřešit příslušný vědecký projekt! V grantových agenturách a v organizacích zabývajících se výzkumem začalo přibývat administrativních pracovníků, jejichž úkolem bylo organizačně zajišťovat hodnocení končících projektů a rozdělovat prostředky na projekty zahajované. Aby byl nárůst byrokratického aparátu dostatečně

zdůvodněn, začaly přibývat nové formuláře a často i nesmyslné otázky a požadavky na řešitele. S jistou nadsázkou lze říci, že kdyby měl dnes řešitel při podání projektu poctivě odpovědět na všechny dotazy na něj kladené, musel by mít výsledky svého bádání dávno připravené někde v šuplíku. Taková situace je však absurdní! Věřím, že výše uvedené „zdokonalování“ bylo vyvoláno upřímnou snahou o maximální objektivitu a korektnost. Nikdo se však neptal a neanalyzoval to, zda každá nová kolonka ve formuláři dává rozumný smysl, nebo co každý další formulář znamená pro čas vědce, jehož hlavním cílem není vyplňování dotazníků a „papírování“, nýbrž vědecká práce. Připočeteli k tomu skutečnost, že se v posledních letech na jedné straně potýkáme s nedostatkem institucionálních finančních prostředků, které by mohly zabezpečit alespoň základní stabilitu naší vědecké základny a „podržet mladé mozky na domácím hřišti“, a na straně druhé jsou vypisovány nové a nové programy, aniž by se ty staré v klidu a včas zhodnotily, dospěli jsme do stadia, které není pro rozvoj a pěstování vědy příznivé.

Řada mladých (ale nejen mladých) vědců to velmi dobře cítí a využívá příležitostí působit v zahraničí. O svém brzkém návratu neuvažuje, protože nemá chuť ztrácet drahocenný čas bojem s lokální byrokracií a omezeností některých pracovníků zodpovědných za rozdělování peněz na vědu. Výsledkem nepromyšleného a nezodpovědného systému je – mimo jiné – značně pokřivený žebříček hodnot. Vždyť „úspěšným vědcem“ je dnes ten, kdo získá více finančních prostředků, kdo umí včas zareagovat na vypsání nového programu. Netrápí se tím, že nemůže svůj čas věnovat vědeckému bádání, a raději trefně vyplňuje příslušné kolonky formulářů. Příliš ho nezajímá, zda jeho výsledky jsou přínosem pro rozvoj vědy, neboť ví, že za jistý čas požádá o peníze v rámci jiného programu, vyplní nové formuláře. . . „a jede se dál“! Rozměňování finančních prostředků do různých nových programů a grantů vede k taktizování a „vytěžování“ peněz na vědu bez tak potřebného efektu pro rozvoj vědy samotné.

Současný systém hodnocení výsledků vědecké práce není dobře nastaven. Souvisí to bohužel s tím, že mnozí lidé, kteří rozhodují o rozdělování financí na vědu, nemají sami jasno v tom, co to věda je a jaké je její poslání. Často mívám pocit, že žijeme v době temna. V hlubokém středověku mohli být totiž mnozí vědci financováni pouze proto, aby vyrobili zlato nebo elixír života s minimálními náklady, případně proto, aby sestrojili perpetuum mobile, které by vykonalo veškerou práci zadarmo. Nezbyvalo jim často nic jiného, než navenek vykazovat práci na těchto nesmyslných zakázkách. Jiní zase byli nuceni bojovat s předsudky církve a svoji vědeckou pravdu šířit navzdory oficiální politice mocných. Vědecký pokrok se tak prosazoval velmi těžko. Přesto se však při práci na výše uvedených „nesplnitelných zakázkách“

dosáhlo mnoha dílčích i zásadních objevů, které byly v budoucnosti zhodnoceny, a to často mnohem více, než jak předpokládaly původní nerealizovatelné záměry. Na druhou stranu, byli i „osvícení“ panovníci a mecenáši vědy, díky kterým dosáhl vědecký pokrok nebývalého rozmachu. Mnozí však ve své době z něho neměli okamžitý užitek (a ani jej neočekávali) a svoje aktivity chápali spíše jako vklad pro budoucí generace. I když se to zdá neuvěřitelné, dnešní doba se té minulé velmi podobá. Vždyť ve sdělovacích prostředcích můžeme často slyšet názory, že podpora vědy je nutná, ale že je třeba podpořit jen takovou vědu, která přinese okamžité aplikace a finanční efekty. Představa mnoha mocných dnešního světa o přínosu vědy spočívá především v tom, že se prostředky vynaložené na vědu musí co nejrychleji vrátit ve formě nového vynálezu nebo nové technologie. A ty by pak měly, opět ve velmi krátké době, uspořit mnohonásobně více peněz, než kolik jich bylo na počátku do vědy vloženo. Dnešní politikové by navíc byli nejraději, kdyby tento cyklus proběhl v časovém intervalu jednoho volebního období, aby byla jejich teplá místička zajištěna i pro časy budoucí. Tak to ovšem nefunguje a nikdy fungovat nebude!

Politikové a byrokrati se rádi zaštiťují frází, že „daňoví poplatníci mají právo se ptát, na základě jakých kritérií a jak jejich peníze do vědy putují“. To je samozřejmé a proti tomu nelze nic namítat. Nikoho to však neopravňuje prosazovat zjednodušená kritéria, která nerespektují základní pravidla fungování vědy.

Hodnocení základního výzkumu, jehož skutečný přínos ani nelze v krátkém časovém horizontu seriózně posoudit, se většinou redukuje na publikace v časopisech či knihách. Zde však v drtivé většině rozhoduje pouze jejich počet, případně impaktní faktor časopisu, kde byl příslušný článek publikován. Nikdo se již neptá na kvalitu, nikdo se neptá, jakou roli hraje impaktní faktor časopisu v dané vědecké disciplíně. Byl jsem často svědkem toho, že navrhované (a někdy i realizované) systémy hodnocení tak sčítaly „jablka a hrušky“, a zdá se, že řadě odpovědných lidí to buď vůbec nevadilo, nebo si to neuvědomovali. Vzájemné poměrování různých vědeckých disciplín podle impaktního faktoru má stejný smysl, jako kdybychom například při šestimetrovém skoku na olympiádě konstatovali, že jde o průměrný výkon, aniž bychom se ptali, zda jde o skok do výšky, skok o tyči, trojskok, nebo snad o skok do dálky! Zde je jistě každému naprosto jasné, že kvantitativní kritérium je nutné doplnit kritériem kvalitativním. Podobný systém hodnocení vědy však není jenom naším specifickým problémem, jde bohužel o obecný jev, vyskytující se hojně i v zahraničí. Smutné na tom je, že my, místo abychom se ze špatných příkladů poučili, s nadšením vše přebíráme s bláhovou nadějí, jak naši vědu zdokonalíme.

Kdybych měl shrnout, jaké jsou hlavní poznatky, které přinášejí některé hodnotící systémy, používané v zahraničí a zaváděné i u nás, pak jde především o následující nežádoucí efekty:

- Publikování jednoho výsledku v několika různých publikacích, jejichž cílem je zajistit autorovi (autorům) co nejvíce „čárek“ (tzv. výstupů),
- Obrovské množství publikací, jejichž vědecký přínos je nulový a jejichž jediným cílem je to, aby byly publikovány (publish or perish!); to, že je nikdo nečte, nikoho nezajímá.
- Vědečtí pracovníci mnohem více píšou než čtou.
- Vědečtí pracovníci mezi sebou závodí o to, kdo více vyprodukuje, aniž by mezi sebou komunikovali.
- Na velkých konferencích je příliš mnoho přednášek, které nikdo neposlouchá a jejichž jediným cílem je to, aby byly prosloveny.

Myslím, že snahou každého rozumného hodnotícího systému, kterému jde o skutečný rozvoj vědy a ze kterého by pak měla vycházet pravidla pro rozdělování finančních prostředků, by však podle mne mělo být poněkud něco jiného:

- Vědecký výsledek publikovat „úsporně“ v co nejmenším počtu publikací.
- Publikovat pouze výsledky, které jsou přínosem pro rozvoj oboru a které budou zajímat ostatní.
- Vědečtí pracovníci by měli více číst než psát.
- Vědečtí pracovníci by neměli závodit o to, kdo více vyprodukuje; měli by více mezi sebou komunikovat.
- Organizovat méně konferencí s méně přednáškami (případně specializované „workshopy“), které však ostatní poslouchají a jsou pro ně přínosem.

Mám bohužel pocit, že tyto zásady dnes málokoho kompetentního zajímají. Představa, že najdeme průhledná kritéria vědecké výkonnosti, která může mechanicky používat i úředník, je lichá a znamená hledání jednoduché pravdy tam, kde taková pravda neexistuje. Hrozím se toho, k čemu podle mého názoru spěje připravovaný systém hodnocení vědy a výzkumu: všechny informace o univerzitách a ústavech budou v databázích (seznamy publikací oznámkované impaktním faktorem, seznamy citací, apod.) a úředník „přímo od klávesnice“ bude rozhodovat o přidělování finančních prostředků a potažmo také o útlumu určitých vědních disciplín, o personálních otázkách, o potřebnosti toho kterého oboru atd. Na navrhovaném systému hodnocení vědy

a výzkumu mi velmi vadí také to, že o výběru časopisu, ve kterém budu chtít publikovat svoje výsledky, nebude v budoucnosti rozhodovat jeho prestiž v mezinárodní matematické komunitě, ale jen seznamy „posvěcené“ poměrně úzkou skupinou lidí, která bude (neprávem) rozhodovat o tom, co je či není kvalitní.

Obecně je třeba trvat na tom, že vědecká práce může být řádně zhodnocena jen podle svého obsahu. Kvantitativní kritéria mohou cosi indikovat a někdy i skutečně indikují. Hrají však jen a jen pomocnou úlohu a tak je třeba se na to vždy dívat! Tři příklady, kdy značný ohlas práce nijak nesvědčí o jejím vědeckém přínosu, jsou následující:

- Práce obsahuje chybný výsledek.
- V daném oboru je vytvořen „citační klan“, který zajistí svým členům dostatek ohlasů.
- Práce je referativní a přehledová, v krajním případě neobsahuje žádný původní výsledek autora.

Je zřejmé, že přínosy prací v prvních dvou případech jsou přinejmenším diskutabilní, přínos práce ve třetím případě může být podstatný, má však jiný charakter.

Zavádění kvantitativních kritérií do hodnocení výsledků vědecké práce, ke kterému v posledních letech v řadě zemí došlo, vede k tomu, že cílem přestává být bádání jako takové, ale (z pochopitelných důvodů) snaha o co největší počet výstupů v co nejkratším čase.

Chtěl bych se nyní vrátit k otázce položené v nadpisu tohoto článku. Podle mého názoru „řídít vědu“ nelze a pokud tento výraz někdo používá, pak je to buď z důvodu „arogance moci“ (na tom není nic divného, neboť moc si osobuje právo řídit cokoli) nebo z důvodu neznalosti toho, co věda je a jak se historicky vyvíjela. Je třeba umět rozlišovat mezi tím, co je věda (ve smyslu základního výzkumu) a co je vývoj (ve smyslu aplikovaného výzkumu). Přestože jde o věci, které spolu velmi úzce souvisejí, jejich zaměňování pak může vést k deformacím. Výsledky badatelského výzkumu nelze dost dobře naplánovat dopředu, a proto v této souvislosti nelze hovořit o jakémkoli řízení. Je možné pouze citlivě a moudře rozdělovat finanční prostředky podle kritérií, která nejsou založena na sepisování líbivých slohových cvičení, která nejsou výsledkem statistik „vyšperkovaných“ slovy jako je „impaktní faktor“, ale jsou dlouhodobá a vycházejí z prokazatelných výsledků dosažených „uchažečem“ v minulosti. Protože čas potřebný k přijetí publikace do tisku, její následné publikování a zejména pak citace na publikované práce jsou, například v matematice, všechno otázky několika let, pouze hodnocení založené na dlouhodobém sledování badatelských aktivit se může blížit objektivní pravdě.

Cílený výzkum a vývoj mají jiný charakter a jiné poslání než výzkum základní. Zde je možné zadat konkrétní cíle, konkrétní zakázku, a poměrně snadno kontrolovat, zda zadání bylo či nebylo splněno. Každému rozumnému člověku je jasné, že cílený výzkum bez výzkumu základního nemůže dlouho smysluplně existovat. Na druhou stranu je třeba vyvrátit některé zjednodušené představy o tom, že každý tým by měl obsáhnout vše, od výzkumu badatelského až po špičkové aplikace. To v dnešní době není možné a je třeba pečlivě vážit v jaké oblasti je ten který vědecký tým dobrý a proč si podporu zaslouží. Je třeba též respektovat správné proporce mezi základním a aplikovaným výzkumem. Podpora cíleného výzkumu je nezbytná, neboť jeho rozvoj pomáhá i rozvoji celého hospodářství. Z posledního vývoje mám však bohužel dojem, že řada lidí, kteří vládnu penězi na vědu a výzkum, vidí spásu ve větším financování aplikovaného výzkumu na úkor výzkumu základního. To pokládám za velmi krátkozraké a pokud k tomu skutečně dojde, nemohu se ubránit následujícím otázkám:

1. Jak budou vysoké školy vychovávat mladé odborníky vybavené posledními poznatky světové vědy?
2. Jak budeme přebírat nové poznatky základního výzkumu ze zahraničí, když na to nebudeme mít vychované lidi?
3. Kdo bude pracovat na cílených projektech, které, pokud mají mít nějaký efekt, musí vycházet z hlubokých poznatků základní vědy?

V posledním bodě se možná můžeme spolehnout na vědecké pracovníky z „východu“. Nejsem si s tím však docela jistý a ptám se také, na jak dlouho? Brzy bychom se pro ně stali jen přestupní stanicí na jejich cestě do nějaké „civilizovanější“ země.

Velice mne zklamal vývoj zejména v roce 2004. Tento rok byl posledním rokem nejen pro výzkumné záměry, ale také pro výzkumná centra. Téměř paralelně došlo k novým soutěžím o nové výzkumné záměry a nová výzkumná centra. Ocitli jsme se v situaci, kdy mnoha mladým a nadějným lidem, kteří spojili svůj osud s výzkumem (a dosáhli v něm již prokazatelných výsledků), končily pracovní smlouvy a ještě měsíc před jejich vypršením nebylo rozhodnuto o tom, zda budou finance na jejich platy pro příští období. Jak mohou tito lidé plánovat svůj další život, jak mohou žádat o hypotéky a půjčky? Jak je možné na jedné straně hovořit o podpoře vědy a výzkumu a na straně druhé se takto chovat k lidem, kteří jsou „budoucností“ vědy a výzkumu u nás? Považuji současný stav za trestuhodný, ale bohužel, jak je u nás „dobrým zvykem“, nikdo za něj není zodpovědný! Myslím, že cílená sabotáž by neměla „větší úspěch“.

Nepatřím k lidem, kteří se vyhýbají otevřené diskuzi nebo odmítají svůj díl odpovědnosti za současný stav. Působil jsem v komisi Grantové agentury České republiky, v odborné komisi Rady pro výzkum a vývoj, ... Často však cítím bezmocnost a marnost snah o změnu systému. A tento pocit je nanejvýš frustrující! Chtěl bych proto touto cestou vzkázat mladší generaci, která bude postupně přebírat zodpovědnost za další vývoj vědy, aby dobře vážila to, komu dovolí, aby jejím jménem tento vývoj ovlivňoval. Tvůrčí vědci se příliš nehrnou do působení v komisích a v radách. O to větší nebezpečí je v tom, že o osudu tvůrčích vědců budou rozhodovat diletanti – „pseudovědci“ a pochybní „manažeři vědy“, kteří ochotně převezmou vůdčí roli v týmech, ochotně zasednou v komisích a grémiích a formou rozdělování finančních prostředků pak další vývoj vědy budou diktovat. Vybudovat dobrý vědecký tým, který se stane uznávaným jinými vědeckými pracovišti, je záležitost namáhavá a dlouhodobá. Vyžaduje nejen značnou dávku trpělivosti, ale i štěstí. Zničit takový tým je však velmi snadné a může k tomu dojít poměrně rychle! Jak rozeznat tvůrčího vědce od pseudovědce? Existují některá kritéria, která není tak těžké prověřit. Tvůrčí vědec má za sebou výsledky, a pokud se dostanete do některé z bibliografických databází, pak jeho seznam publikací je obvykle několikanásobně kratší než je seznam jeho citací. Pseudovědec za sebou žádné zásadní výsledky nemá a jeho seznam publikací (který může být v jeho životopisu poměrně dlouhý, publikace jsou však v pochybných časopisech a sbornících) je mnohonásobně delší než je jeho seznam citací (který nemusí v těchto databázích obsahovat vůbec žádnou položku). Tvůrčímu vědci jde především o radost z poznání a zahájené projekty se snaží vždy dotáhnout do konce. Pseudovědec se soustřeďuje především na „čárky“ a neustále zakládá nové řešitelské týmy a zahajuje nové projekty. Tvůrčímu vědci je obvykle dobře rozumět, když mluví a dokáže výsledky svého výzkumu srozumitelně sdělit i nezavěšenému posluchači. Když však mluví pseudovědec, není mu často vůbec rozumět. Používá mnoho cizích slov, která mají vyvolat zdání učenosti a zakrýt skutečnost, že nemá žádné výsledky, které by mohl posluchači sdělit.

Jsem přesvědčen o tom, že řídit vědu (ve smyslu badatelského výzkumu) nelze. Lze jenom moudře podporovat její rozvoj a přitom otevřeně sdělit daňovému poplatníkovi, jak a za jakým účelem byly jeho peníze použity. Věřím také tomu, že tento rozvoj nelze zastavit. Historie to jasně prokázala. Zásadní otázkou však je, zda tomu tak bude „navzdory“ anebo „díky“ jednání orgánů zodpovědných za rozdělování finančních prostředků.

RECENZE KNIHY

Tomáš Cipra, Finanční ekonometrie, Ekopress, Praha 2008, 538 stran

Cílem této rozsáhlé publikace je představit současné metody a postupy pro kvantitativní analýzu ekonomických a finančních dat. Kniha je určena především studentům vysokých škol ekonomického a matematického zaměření, předpokládá tedy základní znalosti teorie pravděpodobnosti, matematické statistiky a finanční matematiky; kromě nezbytného teoretického výkladu, který však nezabíhá do přílišných detailů, přináší také úplné návody na praktické použití jednotlivých metod a může tak sloužit i zájemcům z ekonomické a finanční praxe.

Po úvodních dvou kapitolách, ve kterých je vymezen předmět finanční ekonometrie, popsán algoritmus konstrukce ekonometrického modelu a podána základní klasifikace ekonometrických dat, se přistupuje k popisu a výkladu jednotlivých metod. Ve třetí kapitole jsou shrnuty základní výsledky týkající se klasického modelu lineární regrese založené na metodě nejmenších čtverců, včetně výsledků nutných pro testování hypotéz a konstrukci předpovědí. Ve čtvrté kapitole se uvažuje zobecněný model lineární regrese, který zohledňuje heteroskedasticitu chyb, autor se zde dále zabývá autokorelovanými residui a obecně dynamikou v regresních modelech. Pozornost je věnována multikolinearitě, informačním kritériím pro výběr modelu a testování stability modelu. Pátá kapitola se zabývá dalšími regresními problémy v ekonometrii, nevnořenými hypotézami, řešením úloh nelineární regrese a dále též principem maximální věrohodnosti a jeho použitím při odhadování parametrů a testování hypotéz. V 6. kapitole jsou studovány regresní modely s diskrétními proměnnými, zejména probitové a logitové, modely s ordinálními, cenzorovanými a useknutými proměnnými. Sedmá kapitola se zabývá simultánními soustavami ekonometrických rovnic, tzv. SUR soustavami (zdánlivě nepropojená regrese), dále panelovými daty s pevnými i náhodnými efekty, dynamickými soustavami, odhady parametrů a problémem identifikovatelnosti v takových soustavách.

Druhá polovina knihy je věnována modelování a metodám zpracování časových dat v ekonometrii a financích. Obecné metodologické problémy analýzy časových řad a základní typy náhodných procesů jsou uvedeny v osmé kapitole. Devátá kapitola se zabývá dekompozičními metodami časových řad jako je eliminace trendu, jednoduché a dvojité exponenciální vyrovnávání, sezónní vyrovnávání, rovněž jsou uvedeny testy náhodnosti, periodicity a další postupy. Desátá kapitola je věnována výkladu dnes již klasické Boxovy a Jenkinsonovy metodologie pro modelování časových řad typu ARMA, ARIMA,

SARIMA, od identifikace přes odhadovací procedury a diagnostiku ke konstrukci předpovědí. V souvislosti s problémem stacionarity jsou zde uvedeny i testy na přítomnost jednotkového kořene v autoregresních polynomech. Jedenáctá kapitola se zabývá finančními časovými řadami a modelováním volatilit. Jsou zde vysvětleny vlastnosti v současné době velmi oblíbených modelů typu ARCH a GARCH a jejich modifikací, uvažují se modely se stochastickou volatilitou, modely durace, pozornost je však věnována i bilineárním modelům a dalším nelineárním modelům pro finanční časové řady. V kapitole dvanácté jsou studovány vícerozměrné časové řady, zejména vektorové autoregresní modely (VAR), modely VARMA i vícerozměrné verze modelů GARCH. Dalším důležitým a aktuálním tématem je zde kointegrace a analýza kointegračních vztahů. Konečně jsou v této kapitole zmíněny stavové dynamické modely a vysvětlen Kalmanův filtr a jeho použití. Třináctá kapitola se zabývá modelováním vývoje finančních aktiv ve spojitém čase. Srozumitelným způsobem, bez zabíhání do hlubší teorie, jsou zde vysvětleny základy stochastického kalkulu, nezbytné pro odvození Blackovy-Scholesovy diferenciální rovnice pro oceňování finančních derivátů a modelování časové struktury úrokových měr. Poslední, čtrnáctá kapitola se zabývá finančními riziky. Je zde zejména vysvětlena metodika výpočtu VaR (Value at Risk, hodnota v riziku) a přístupy k hodnocení kreditního rizika.

Výklad všech pojmů a metod je průběžně ilustrován na příkladech a reálných datech z finanční praxe, doplněný o diskusi a interpretaci výsledků. K českým odborným termínům je uváděn jejich ekvivalent v angličtině. Téměř všechny kapitoly jsou zakončeny úlohami k samostatnému procvičení vyložených metod (většinou se vyžaduje práce se softwarem, v tomto případě se předpokládá užití softwarového produktu EViews) a provedení samostatných analýz.

Podle mého názoru jde o titul, který přináší komplexní pohled na řešení problémů současné finanční ekonometrie a který na českém trhu odborné literatury dosud chyběl. Knihu, ve které její autor zúročil své dlouholeté zkušenosti pedagogické, výzkumné i publikační, lze jednoznačně doporučit odborné veřejnosti.

Zuzana Prášková, MFF UK v Praze

Pozvánka na akce společnosti

Vážené kolegyně, vážení kolegové,

výbor společnosti si Vás dovoluje pozvat na kolokvium věnované památce ing. Josefa Machka, které se uskuteční ve čtvrtek 19. března 2009 od 13.00 na MFF UK v Praze 8, Sokolovská 83, metro B Křižíkova. S přednáškami vystoupí nejbližší kolegové Josefa Machka.

Upozorňujeme členy, že ve dnech 10. – 12. června 2009 proběhne v Kočovcích na Slovensku společná slovensko-česká konference *PRASTAN 2009*. Více informací lze nalézt na <http://matika.elf.stuba.sk/KMAT/PRASTAN09>