

# Informační Bulletin



České Statistické Společnosti číslo 1., červen 1997, ročník 8.

---

Motto: Mezi lidmi pahorky jsou

Přečnívají ostatní

Vidí v dálce budoucnost

Lépe nežli v přítomnosti

Přesněji než minulost

[Guillaume APOLLINAIRE - Kaligramy, z básně Pahorky]

Člověk je jediný typ samočinného počítače schopný učit se ze zkušeností, který může být produkován v masovém měřítku nezkušenými pracovníky.

[GORDON TAYLOR]

## Před 125 lety zemřel Charles BABBAGE

*Jan Coufal, Dana Černožorská*

Před jeden a čtvrt stoletím dne 18.10.1871 zemřel téměř ve věku osmdesáti let **Charles Babbage**, který ve svých návrzích na konstrukce počítačích strojů předběhl svou dobu. Člověk, který se stýkal s nejlepšími společenskými a intelektuálními kruhy ve Velké Británii, který byl považován za lva salónů, který byl znám pořádáním sobotních večírků, k jehož přátelům patřili např. princ Albert<sup>1</sup>, vévoda z Wellingtonu<sup>2</sup>, Bessel<sup>3</sup>, Browningová<sup>4</sup>,

---

<sup>1</sup>Princ Albert (\* 26.8.1819 – + 14.12.1862) – manžel královny Viktorie.

<sup>2</sup>Arthur vévoda z Wellingtonu (\* 29.4.1769 – + 14.9.1852), vlastním jménem Wellesley – britský politik a vojevůdce. 1815 bojoval proti Napoleonovi, v letech 1828-30 britský ministerský předseda.

<sup>3</sup>Friedrich Wilhelm Bessel (\* 22.7.1784 – + 17.3.1846) – německý astronom, fyzik a matematik.

<sup>4</sup>Elisabeth Browningová (\* 6.3.1806 – + 29.6.1861) – anglická spisovatelka; autorka milostné lyriky a sociální poezie.

Carlyle<sup>5</sup>, Darwin<sup>6</sup>, Dickens<sup>7</sup>, Fourier<sup>8</sup>, Humboldt<sup>9</sup>, Mill<sup>10</sup>, Thackeray<sup>11</sup>, zatrpkl a stal se ke konci svého života osamělým podivínem. Zástupy lidí, které se dříve tísnilly v jeho salónu, rozptýlil čas, takže při jeho pohřbu v roce 1871 doprovázel smuteční vůz ke hřbitovu Kensal Green v Londýně pouze kočár staré vévodkyně ze Somersetu. Každý nový objev pouze odhaluje a potvrzuje předtuchy jedince, každému činu předcházela za všech dob myšlenka. Dějiny jsou však příliš uspěchané, než aby mohly být spravedlivé, dějiny slouží vždy jen úspěchu. Jen čin je proslaví, slavně dovršený čin, ne smělý pokus, který pronásleduje nevole a nevděk. Historie oslavuje jen dovršitele, ale ne toho, kdo stojí na počátku, jedině vítěze oblévá září, předbojovníky však uvrhne v temnotu. Stále znovu se naplňuje nejstarší barbarský zákon lidstva, kdysi platný v krvi a dnes ještě v duchu, onen neúprosný příkaz, který za všech dob požadoval, aby prvorození byli obětováni.

*Charles Babbage* se narodil 26.12.1791 na venkovském sídle poměrně zámožné rodiny nedaleko Teignmouth v Devonshire. Jeho otec byl jedním ze tří majitelů banky. Charlese do jedenácti let vzdělávala matka. V jedenácti letech byl dán do jedné z londýnských škol, která měla dobrou knihovnu, v ní našel Charles pozoruhodnou knihu – Wardovu učebnici algebry pro mladé matematiky. Naučil se z ní mnoho a získal mimořádný zájem o matematiku. Druhou jeho velkou zálibou byly mechanické hračky. Sám se je také pokoušel vynalézat, např. chtěl chodit po vodě (konstruoval přístroj napodobující pohyb husích nohou ve vodě). V r. 1809 vstoupil do slavné

---

<sup>5</sup>Thomas Carlyle (\* 4.12.1795 – + 4.2.1881) – anglický historik a filosof; zabýval se dějinami Velké francouzské revoluce, dějiny chápal jako příběhy a činy reků.

<sup>6</sup>Charles Robert Darwin (\* 12.2.1809 – + 19.4.1882) – britský přírodovědec, zakladatel evoluční teorie a moderní biologie.

<sup>7</sup>Charles Dickens (\* 7.2.1812 – + 8.6.1870) – anglický spisovatel, představitel kritického realismu.

<sup>8</sup>Jean-Baptiste Joseph Fourier (\* 21.3.1768 – + 16.5.1830) – francouzský matematik, který se převážně věnoval matematické fyzice.

<sup>9</sup>Alexander von Humboldt (\* 14.9.1769 – + 6.5.1859) – německý přírodovědec, zeměpisec a cestovatel.

<sup>10</sup>James Stuart Mill (\* 20.5.1806 – + 8.5.1873) – anglický filosof, logik, ekonom a politolog.

<sup>11</sup>William Makepeace Thackeray (\* 18.7.1811 – + 24.12.1863) – anglický spisovatel, představitel kritického realismu.

Trinity College v Cambridge (zde kdysi působil *Barrow*<sup>12</sup>, studoval *Newton*<sup>13</sup>). Jako vtipný společník se stal organizátorem studentských akcí, hry v šachy, sportu atd. Spřátelil se s mladými matematiky, kteří chtěli obrodit slávu Anglie na poli matematiky, která po Newtonově smrti v r. 1727 upadala do izolace od světového vývoje.

Nutno říci, že ještě dlouho v 19. století považovali směrodatní cambridgeští a oxfordští profesori každý pokus o zlepšení teorie fluxí za bezbožnou revoltu proti svatě památce Newtonově. Výsledkem toho bylo, že newtonovská škola v Anglii a leibnizovská škola na kontinentě se vzájemně tak vzdálily, že Euler ve svém Integrovaném počtu (1768) pokládal sjednocení obou vyjadřovacích metod za neuskutečnitelné.

Dilema newtonovské a leibnizovské školy bylo prolomeno v r. 1812 skupinou mladých matematiků z Cambridge, kteří na podnět staršího *Roberta Woodhouse* (1773 – 1827) založili tzv. *Analytickou společnost*, aby pracovali Leibnizovu diferenciální symboliku (tzv. *d-ismus*). Vůdčími duchy této skupiny byli *George Peacock* (1791 – 1858), *Charles Babbage* a *John F. W. Herschel*<sup>14</sup>. Pokusili se (podle Babbageových slov) sloučit *the principles of pure d-ism as opposed to the dot-age of university*<sup>15</sup>. Členové této

---

<sup>12</sup>Issac Barrow (\* říjen 1630 – + 4.5.1677) – anglický matematik, fyzik, filolog a teolog, učitel Isaaca Newtona. Narodil se v Londýně, studoval v Cambridgi. Mnoho cestoval, žil ve Francii, Itálii, Turecku. Po návratu do Anglie byl Newtonovým předchůdcem ve vedení katedry university v Cambridgi (1663 – 1669). V roce 1669 se vzdal vedení katedry ve prospěch svého geniálního žáka Newtona. Barrow byl jedním z předchůdců Newtona a Leibnize ve výstavbě infinitezimálního počtu.

<sup>13</sup>Isaac Newton (\* 25.12.1642 – + 20.3.1727) – anglický matematik, fyzik, astronom, optik a filozof. V letech 1661–65 studoval právě na slavné Trinity College v Cambridgi, v letech 1669–1701 byl vedoucím katedry na universitě v Cambridgi. Spolu s G. W. Leibnizem položil základy infinitezimálního počtu, přičemž Newtonův přístup byl zcela odlišný od Leibnizova. Dále vybudoval základy klasické mechaniky.

<sup>14</sup>Sir John Frederick William Herschel (\* 7.3.1792 – + 11.5.1871) – britský matematik, fyzik, astronom a filosof. Pozoroval dvojhvězdy, hvězdokupy a mlhoviny též na jižní polokouli. Průkopník fotografie; zavedl názvy pozitiv a negativ. Ve spise *A Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy* (Předběžná rozprava o přírodní filosofii) z r. 1832 ukázal význam induktivní logiky pro objevy v přírodních vědách. Jeho otec sir Frederick William Herschel (\* 15.11.1738 – + 25.8.1822) byl britský astronom, jehož rod pocházel z Heršpic u Slavkova. Vlastním povoláním učitel hudby a kapelník lázeňského orchestru. Konstruoval velké dalekohledy, jimiž objevil v březnu 1781 planetu Uran. Tento úspěch, který mu vynesl i titul královského astronoma a roční příjem 200 \$, ho přiměl k horečnému pátrání po dalších planetách, ale zde se mu nedařilo. Byl skvělý a neúnavný pozorovatel, studoval rotaci planet, dvojhvězdy a mlhoviny.

<sup>15</sup>Tj. „principy čistého *d-ismu* v protikladu k bodovému období university.“ Jde o duchaplnou slovní hříčku, která tkví ve dvojsmyslu výrazů *d-ismus* (Leibnizova diferenciální

společnosti studují spisy z „kontinentu“, diskutují o nich a dokonce své poznatky vydávají tiskem. Toto hnutí zpočátku narazilo na prudkou kritiku, kterou však přemohlo např. zveřejnění anglického překladu Lacroixova díla pod názvem *Elementary Treatise on the Differential and Integral Calculus* (1816). Od té doby se začala nová anglická generace podílet na moderní matematice.

Až moc připomíná tato činnost slova Maxe Plancka: „*Nová vědecká metoda se obvykle neprosazuje tak, že se její odpůrci přesvědčí a prohlásí, že se poučili, nýbrž mnohem častěji tak, že její odpůrci ponenáhlu vymřou a dorůstající generace je už od počátku seznámena s pravdou.*“

Babbage ukončil studia v r. 1817. Už v té době měl zveřejněny tři publikace z teorie funkcí (svou první práci *O nekonečných součinech* napsal již roku 1813, brzy poté napsal dvoudílný *Nástin funkcionálního počtu*). Na řadě dalších spolupracoval s J. Herschelem, který byl jeho přítelem po celý život. Po své přednášce v Royal Society byl už ve svých 24 letech v roce 1816 zvolen členem této starobylé vědecké společnosti. Pro úplnost dodejme, že brzy začal kritizovat její činnost, usilovat o její modernizaci a o demokratizaci jejího vnitřního života, např. v roce 1830 publikuje kritický spis *O úpadku vědy v Anglii*; neuspěl, proto v ní přestal pracovat. Od roku 1820 byl členem Královské astronomické společnosti<sup>16</sup> a od roku 1834 Královské statistické společnosti<sup>17</sup>. Zakládal další vědecké společnosti. Roku 1827 byl jmenován profesorem matematiky v Cambridge, kde působil jedenáct let<sup>18</sup> na místě, které dříve zastával Isaac Newton.

Od r. 1820 se zaměřil<sup>19</sup> na konstrukci počítačícího stroje, který nazýval „diferenční stroj“ (angl. *Difference Engine*). Motivem mu byla snaha provést přesné výpočty hodnot uváděných v tabulkách<sup>20</sup>, navíc si byl vědom obecného zájmu o přesnější výpočty hodnot v astronomických tabulkách, zejména pro mořskou navigaci. Zdlouhavost a pracnost výpočtů užitím logaritmických tabulek jej nutila hledat jednodušší řešení. Seznámil s návrhy

---

symbolika) a dot-age (bodový věk, tj. Newtonova fluxní symbolika), neboť „deismus“ je zároveň označení pro osvícenské náboženství a anglické slovo „dotage“ znamená „sešlost věkem“.

<sup>16</sup>Royal Astronomical Society

<sup>17</sup>Royal Statistical Society

<sup>18</sup>Od roku 1827 do roku 1839.

<sup>19</sup>pro úplnost – první myšlenky jej napadly kolem roku 1812, kdy začal snít o stroji, který by počítal velmi přesné matematické tabulky

<sup>20</sup>Anglické tabulky se lišily od kontinentálních; rok od roku se v nich prováděly opravy funkčních hodnot apod.

francouzského inženýra *G. C. F. M. R. de Pronyho*<sup>21</sup>, který zjednodušil výpočetní úkony do formálních kroků tak, aby mohly být vykonávány pomocnými silami (šlo zřejmě o první program, který se ve výpočetní technice zrodil). Babbage chtěl *automatizovat nejprimitivnější početní operace lidského rozumu*, zaměřil se na diferenční stroj pro výpočet hodnot polynomů pomocí diferencí hodnot polynomů.

Přiřadíme-li přirozeným číslům hodnoty polynomu  $k$ -tého stupně a vytvoříme-li rozdíly za sebou následujících hodnot, získáme posloupnost prvních diferencí (tj.  $\Delta^1 a_n = a_{n+1} - a_n$  pro posloupnost  $(a_n)$ ); opakujeme-li i v této posloupnosti výpočet diferencí, vznikne posloupnost druhých diferencí atd. Pro každý polynom  $k$ -tého stupně je posloupnost  $k$ -tých diferencí konstantní (a posloupnosti všech diferencí vyšších řádů než  $k$ -tého jsou nulové posloupnosti); to umožňuje „rekonstruovat“ z posloupnosti  $k$ -tých diferencí (užitím Hornerova schématu) i předešlé posloupnosti včetně té, kterou tvoří hodnoty polynomu. Např. uvažujme posloupnost  $(a_n) = (n^3)$ . V následující tabulce jsou uvedeny počátky posloupnosti i počátky posloupností diferencí až do čtvrtého řádu.

n	$\Delta^0 a_n =$ $a_n$	$\Delta^1 a_n =$ $a_{n+1} - a_n$	$\Delta^2 a_n =$ $\Delta^1 a_{n+1} - \Delta^1 a_n$	$\Delta^3 a_n =$ $\Delta^2 a_{n+1} - \Delta^2 a_n$	$\Delta^4 a_n =$ $\Delta^3 a_{n+1} - \Delta^3 a_n$
0	0	1	6	6	0
1	1	7	12	6	0
2	8	19	18	6	0
3	27	37	24	6	0
4	64	61	30	6	0
5	125	91	36	6	0

Ze všech početních úkonů se vystačí se sčítáním, což je výhodné pro konstrukci stroje. Babbage použil stejná kolečka s deseti zoubky pro jednotlivé číselné řády jako kdysi v 17. století *Wilhelm Schickard*<sup>22</sup>, *Blaise Pascal*

<sup>21</sup>Francouzský matematik, fyzik a inženýr Gaspard C. F. Marie Riche baron de Prony (1755 – 1839) kromě zjednodušení výpočetních úkonů do formálních kroků, také vynalezl mechanickou brzdu pro měření výkonu strojů (dnes nazývanou Pronyho brzdou).

<sup>22</sup>Wilhelm Schickard (\* 22.4.1592 – + 23.10.1635) – evangelický kněz a profesor biblických jazyků na universitě v Tübingen. Kolem roku 1623 sestrojil počítačový stroj pro astronomické výpočty Johanna Keplera, ale Kepler jej nepoužil, protože stroj shořel (viz [1]).

<sup>23</sup> či *Gottfried Wilhelm Leibniz* <sup>24</sup> u svých počítacích strojů (tj. držel se na škodu věci pevně desítkové soustavy <sup>25</sup>), ale důmyslně šetřil pracovní čas stroje a jeho práci neustále zlepšoval, např. vhodným postupem, při kterém se sčítaly nejprve liché a pak sudé diference, bylo možno snížit počet operací pro libovolný polynom  $k$ -tého stupně na dvě. V diferenčním stroji byly samostatné registry pro  $a_n$  a první až šesté diference  $a_n$ , tzn. bylo v něm možné počítat polynomy stupně  $k = 6$ , které mají konstantní šesté diference. Hodnoty jiných funkcí než polynomů počítal pomocí polynomů odvozených z nekonečných Taylorových řad. Protože při aproximaci logaritmických a goniometrických funkcí bylo třeba aproximovat v určitých intervalech a poté bylo nutno ručně změnit konstantní diferenci, byl stroj vybaven zvonkem, který po dokončení výpočtu programem zvoleného intervalu upozornil na nezbytnou manuální operaci. Jeho stroj dokonce sám tiskl výsledky během výpočtů; ocelové paličky vyrývaly do měděné desky číslice v jednotlivých řádech zápisu výsledku, to umožňovalo pořídit libovolné množství papírových otisků.

Prototyp sestrojil Babbage už v červnu r. 1822; skládal se z 96 ozubených koleček na 24 hřídelích a počítal osmiciferné hodnoty kvadratických trojčlenů. Tento prototyp mu mj. umožnil vydat v r. 1827 osmimístné tabulky logaritmů přirozených čísel 1 až 108 000. V dopise presidentu Royal Society *siru Humpreyi Davymu* <sup>26</sup> v r. 1822 žádal o podporu pro konstrukci většího stroje. Ještě dnes umožňují dokumenty sledovat cestu jeho žádosti po úřadech a parlamentu (viz [2]); výsledkem bylo v r. 1823 přiznání částky 1500 £ pro stavbu stroje schopného tisknout hodnoty funkcí na dvacet platných cifer pomocí polynomů šestého stupně; vláda měla totiž zájem o výpočty hodnot v astronomických tabulkách a v tabulkách pro mořskou navigaci, protože šlo hlavně o potřeby britské admirality.

---

<sup>23</sup>Blaise Pascal (\* 10.6.1623 – + 19.8.1662) – francouzský matematik, fyzik, filosof a teolog. V roce 1641 sestrojil počítací stroj zvaný později PASCALINE pro výpočet daní, stroj uměl sčítat a odčítat (viz [1]).

<sup>24</sup>Gottfried Wilhelm svobodný pán von Leibniz (\* 1.7.1646 – + 14.11.1716) – jeden z posledních polyhistorů (byl filosof, právník, matematik, přírodovědec, geolog, znalec jazyků, diplomat). V Paříži se zájmem sledoval Pascalův počítací stroj. Vynalezl svůj vlastní, který s úspěchem předvedl v roce 1673 v pařížské akademii (viz [1]). Spolu s Isaacem Newtonem položil základy infinitezimálního počtu, přičemž Leibnizův přístup byl přijat obecněji matematickou veřejností pro dokonalost formálního vyjádření.

<sup>25</sup>Teprve jeho následníci přišli na výhody binárního zápisu čísel.

<sup>26</sup>Sir Humprey Davy (\* 17.12.1778 – + 29.5.1829) – britský chemik, zakladatel elektrochemie. Vysvětlil elektrolýzu vody, vypracoval teorii kyselin. Vynalezl bezpečnostní důlní lampu, tzv. Davyův kahan.

Vynálezce Ch. Babbage však špatně odhadl obtížnost technické práce, výši nákladů, nároky na personál i čas; několikrát žádal vládu o další finanční podporu. Dlužno poznamenat, že tento svůj stroj nikdy nedokončil. Stejně jako před ním Leibniz ztroskotal Babbage na dodržení přesných mechanických tolerancí svého složitého systému ozubených koleček. I dnešní vyspělejší strojírenská technologie by se s těmito požadavky vyrovnala jen s velkými obtížemi. Zvláštní pozornost věnoval Babbage desítkovému přenosu. Tzv. průběžný přenos používaný Schickardem, Pascalem i Leibnizem se u velkých čísel projevoval velmi nepříznivě na rychlosti výpočtu a způsoboval značné mechanické problémy, proto vyvinul tzv. paralelní mechanický přenos, jehož princip se používá dodnes. Teprve v r. 1833 byl však schopen předvést v chodu část počítačícího stroje (výpočty hodnot kvadratických trojčlenů na pět platných cifer). V té době byl už plně zaměstnán (až do své smrti) novým vynálezem, který nazval „analytický stroj“ (angl. *Analytical Engine*). V r. 1842 náklady na práci na diferenčním stroji více než desetkrát převýšily odhadovanou sumu (asi 17 000 £), přičemž práce měla být ukončena před šestnácti lety. V tu dobu od něj odchází hlavní inženýr odpovědný za stavbu stroje a bere sebou všechny speciální nástroje i odborné pracovníky. Žádná naděje na financování nebyla, ale přesto vynálezce s nemenším úsilím úporně pokračuje ve své práci. „*Má-li někdo alespoň kapku zdravého rozumu, viděl-li diferenční stroj č. 1, se může domnívat, že by šlo udělat tento stroj mnohem jednodušeji,*“ ptá se v r. 1842 Babbage. Anglická vláda projevila mnohem méně nadšení než vynálezce a rozhodla nevložit ani jedinou penci do jeho práce. Dlužno říci, že Babbageovy plány byly nad hranicí technických možností jeho doby.

Babbageův diferenční stroj č. 1 nebyl nikde vystavován, ač o to autor žádal po desetiletí. Teprve v r. 1862 se octl na výstavě v Londýně. V té době šlo však už spíše muzejní exponát, který stál v malé místnosti, kam se nevešli ani tři lidé. Po skončení výstavy se stroj dostal do provinčního muzea.

V tu dobu krátce přerušil práce na analytickém stroji a věnoval se návrhům druhé varianty diferenčního stroje. V roce 1846 definitivně končí konstrukci diferenčního stroje, aby se mohl plně věnovat stroji analytickému, který zahltil jeho intelekt. Není jednoduché pochopit sled Babbageových myšlenek při konstrukci diferenčního stroje č. 2. I když udělal množství skic, které podrobně odhalují konstrukci druhé varianty diferenčního stroje, nepovažoval za nutné uvést na nich rozměry jednotlivých dílů, jakož i materiály, ze kterých mají být vyrobeny. Poznamenejme, že pracovníci Muzea

věd<sup>27</sup> v Londýně, kteří rekonstruovali diferenční stroj č. 2 k dvoustému výročí narození Ch. Babbage, jej sestrojili tak, že měl délku 3 m, výšku 2 m a šířku 0,5 m. Krátce po dvoustém výročí Babbageova narození jej oživil a pracuje dosud.

I slavní spisovatelé se věnují Babbageovi, i když jej považují za snílka. Např. v roce 1845 vydává dnes velmi slavný Babbageův současník americký básník a prozaik *Edgar Allan Poe*<sup>28</sup> ironický příběh *Tisící druhý Šeherezádin příběh*<sup>29</sup>. V něm mj. uvádí (viz [4], s. 293): „Jeden z tohoto národa mocných čarodějů stvořil z mosazi, dřeva a kůže člověka a obdařil ho takovým důvtipem, že by v šachu porazil kohokoli na světě kromě velikého kalifa Hárúna ar-Rašída.“ [Maelzelův mechanický hráč šachu. Pozn. E. A. Poe.] Jiný z těchto mágů sestrojil (z podobných látek) bytost, která zahanbovala i svého geniálního stvořitele; neboť její rozumové schopnosti byly tak obrovské, že ve vteřině prováděla výpočty takového rozsahu, že by na nich muselo pracovat společně padesát tisíc lidí z masa a krve. [Babbageův počítací stroj - pozn. E. A. Poe] . . .

Ironie osudu předvedla Babbageovi, co dovede. Zatímco vynálezce sepisoval žádosti o finanční podporu, 10–12 hodin denně promýšlel a konzultoval technické detaily stroje, jiní autoři popsali podrobně princip jeho vynálezu (třeba jen na základě jediné Babbageovy přednášky), aniž mu ovšem upírali autorství vynálezu. Tak se objevil článek *D. Landnera*, kterým se inspirovala dvojice švédských podnikatelů *G. a E. Scheutzové* (otec a syn). Ti se pustili do stavby diferenčního stroje, prošli stejným „vývojem“ (investice vlastního jmění, úvěr od vlády po složitých jednáních v parlamentu apod.), ale práci v r. 1853 ukončili. Stroj vystavují o dva roky později na světové výstavě v Paříži, získávají za něj zlatou medaili, . . . a Babbageův syn kreslí plakáty k vystavenému exponátu. Babbage se sám domáhá v Royal Society, aby udělila Scheutzům čestnou medaili. V letech 1858 – 59 jeden anglický inženýr pracuje na vládní zakázce – vyrábí kopii stroje Scheutzových pro výpočty tabulek.

Roku 1840 byl Babbage pozván do Turína, kde přednášel o svém analytickém stroji. Jeho zprávu podrobně zachytil mladý vojenský inženýr *Luigi Federico Menabrea* a publikoval ji ve švýcarských odborných časopisech v r. 1842 s názvem *Notions sur la machine analytique de Charles Babbage*<sup>30</sup>.

<sup>27</sup>The Science Museum, které je v areálu The South Kensington Museums v Londýně

<sup>28</sup>Edgar Allan Poe (\* 19.1.1809 Boston – + 7.10.1849 Baltimore).

<sup>29</sup>The Thousand-and-Second Tale of Scheherezade

<sup>30</sup>Poznámky o analytickém stroji Charlese Babbage.



O rok později zprávu přeložila do angličtiny a na Babbageův podnět ji doplnila řadou poznámek vyplývajících z vlastní znalosti problematiky dcera lorda Byrona *Augusta Ada of Lovelace*<sup>31</sup>. Jen málo lidí rozumělo tomu, co Babbage zamýšlí. Komtesa z Lovelace, která zcela jistě zdědila daleko více bystré analytické myšlení své matky než romantickou povahu svého otce, se stala Babbageovou spolupracovnicí, veřejnou obhájkyní, a také jej podporovala hmotně. Poznámky Babbageovy přítelkyně, krásné, moudré a nezávislé Augusty Ady, dvakrát tak dlouhé jako původní článek, se rodily při složité spolupráci s Babbagem. Při těchto diskusích si např. oba uvědomili potřebu zavedení podmíněných příkazů k realizaci cyklů (tj. úseků programu, které je třeba právě několikrát opakovat), ale i další možnosti stroje. Velmi zajímavé je její kritické hodnocení nové myšlenky: „*Analytický stroj neaspíruje na to, vymyslet něco nového. Může jen vykonat cokoli, co mu umíme nařídit, aby vykonal. Dokáže sledovat řešení, ale nemá schopnost akceptovat analytické vztahy nebo turzení. Jeho úkolem je pomáhat realizovat to, co už zatím umíme.*“ Nic výstižnějšího není možné říci ani o současných počítačích. Dále Augusta Ada mj. napsala: „*Mnozí lidé . . . se domnívají, že úkolem stroje (tj. Babbageova analytického stroje) je vydat numerické výsledky, že podstata jeho procesů musí být spíše aritmetická a numerická než algebraická a analytická. To je chyba. Stroj může uspořádat a kombinovat číselné hodnoty přesně tak, jako by šlo o písmena či jiné obecné symboly; skutečně by mohl vydat své výsledky v algebraickém tvaru, to je zajištěno*“<sup>32</sup>. Tato slova Augusty Ady jen ukazují modernost

<sup>31</sup>Augusta Ada Kingová, countness of Lovelace se narodila 10.12.1815 poblíž Londýna v Piccadilly Terrace, Middlessex, jako dcera básníka Georga Gordona Noela, lorda Byrona a Annabelly Milbankové; rodiče měli sňatek 2.1.1815, manželství se nevyvíjelo příznivě, ve snaze svému muži porozumět sestavovala „matematicka“ Annabella písenné dotazníky, na které měl bod po bodu Byron odpovídat. Byron byl zvyklý jednat impulzivně, byl věčná oběť svých střídavých nálad, cítil se stopován, pozorován, takže 2.4.1816 dochází k rozluce manželství. Augustu Adu matematiku vyučoval *Augustus de Morgan* (\* 27.6.1806 – + 18.3.1871), první profesor matematiky na Londýnské universitě. Od roku 1833 se začala zajímat o Babbageovy stroje. 8.6.1835 se provdala za barona Williama Kinga, který byl povýšen v roce 1838 na hraběte z Lovelace. Augusta Ada umírá 29.11.1852 v Marylibone v Londýně.

<sup>32</sup>Augusta Ada v originále napsala: „*Many persons . . . imagine that the business of the engine is to give results in numerical notation, the nature of its processes must consequently be arithmetical and numerical rather than algebraical and analytical. This is error. The engine can arrange and combine its numerical quantities exactly as if they were letter or other general symbols; and in fact it might bring out its results in algebraical notation were provisions made accordingly.*“ [např. v A.C.Hearn, Ann Boyle and B.F.Caviness: *Future Directions for Research in Symbolic Computation*; Siam Reports on Issues in the Mathematical Sciences, Philadelphia, 1990, p. 10]

koncepte Babbageova analytického stroje. To byly vlastně jediné publikované zprávy o Babbageových projektech za jeho života. Mělo jít o univerzální počítač stroj se čtyřmi základními aritmetickými operacemi. Měl být mechanický a řízený děrnými štítky (principem uplatňujícím se úspěšně u tkalcovských stavů již od r. 1728, který hraje zejména u Jacquardova<sup>33</sup> tkalcovského stavu z počátku 19. stol. velkou roli). Augusta Ada se o roli děrných štítků při řízení analytického stroje v článku poeticky vyjádřila těmito slovy: „*Analytický stroj tká algebraické vzory tak, jako Jacquardův tkalcovský stav tká květinové vzory, pak zapomíná.*“ Algebraické vzory měla navrhovat Augusta Ada, která se tak stala první programátorkou na světě.

Babbagem navržená koncepce obsahovala již všechny podstatné základní části dnešních počítačů<sup>34</sup>:

- aritmetickou jednotku nazývanou Babbagem *mill*, tj. mlýn, v níž se prováděly vlastní operace;
- paměť dat nazývanou Babbagem *store*, tj. sýpka, kde využíval rotační kotouče známé z tehdejších hracích automatů;
- řídicí jednotku pro řízení průběhu celého programu včetně početních operací vstupu/výstupu; tj. nejdůležitější část stroje, protože toto zařízení bylo programovatelné;
- zařízení pro vstup a výstup dat spojené s tiskárnou.

Pro výpočty a uchování dat chtěl Babbage použít dekadická počítač kolečka svého diferenčního stroje. Plánoval přitom již značnou kapacitu této paměti – 1000 padesátimístných čísel. Babbage již počítal s podmíněným větvením programu podle výsledku předchozího kroku. Pro výstup byl plánován děrovač a výstupní tiskárna (o zvláštním zařízení pro vstup dat neuvažoval, ta se měla nastavovat na počítačích kolečkách). Také o době trvání výpočtu měl Babbage velmi jasnou představu. Sčítání a odčítání dvou padesátimístných čísel mělo trvat jednu sekundu, násobení dvou padesátimístných čísel jednu minutu a dělení stomístného čísla padesátimístným rovněž jednu minutu. Vstup číselných dat i operací v mezivýpočtech byl zadán děrnými štítky, přičemž každý číselný údaj i každá operace byly zadány na vlastním štítku.

---

<sup>33</sup>Joseph Marie Jacquard (\* 7.7.1752 – + 7.8.1834) – francouzský textilní průmyslník a vynálezce. V roce 1815 vynalezl (později po něm nazvaný) stroj na tkání složitých vzorů, pro který použil Vaucansonovu myšlenku, totiž šablonu z tuhého papíru, tedy šlo o to, co dnes nazýváme děrný štítek.

<sup>34</sup>tj. odpovídá von Neumannově architektuře počítače

Babbage připravil třicet modifikací stroje s projektovou dokumentací a konstrukcí jejich uzlů. V každé verzi se objevily nové konstrukční motivy. Vcelku je ve výkresech zpracováno na padesát tisíc technických detailů. I tato skutečnost znemožňuje rozhodnout o optimální variantě stroje. Babbage chtěl, aby ve stroji bylo možno provádět aritmetické operace bez ohledu na velikost číselných hodnot, s nimiž se operovalo. Dále požadoval, aby bylo možno provádět všechny kombinace algebraických operací bez ohledu na jejich množství.

Analytický stroj nemohl být při technických podmínkách poloviny devatenáctého století zkonstruován, protože by zabíral plochu fotbalového hřiště, nemluvě o energetické náročnosti. Pro úplnost dodejme, že v r. 1874 se k projektu svého otce vrátil generál *Henry P. Babbage* (1824 – 1918), v r. 1910 se mu podařilo dokončit jednu verzi analytického stroje. V r. 1888 napsal mj.: „*Jsem úplně přesvědčen, že přijde čas, kdy podobný stroj bude zkonstruován a stane se silným prostředkem k rozšíření nejen čisté matematické vědy, ale i ostatních oblastí vědění. A já chci . . . uspíšit příchod této doby a dopomoci všeobecnému uznání práce svého otce, . . .*“

Babbage už neměl vlastní prostředky na konstrukci stroje, vstupuje do dalších desetiletí „soubojů“ s ministry financí, které však nedávají výsledek. Píše dopisy na různé strany, aby získal prostředky pro vývoj svých početních automatů (viz [2]). Pošetilé snahy získat peníze sázkami na dostizích, psaním románů, prodejem hracích automatů apod. jsou jen hořkými epizodami se stejným koncem. To např. dokresluje – když vláda nedala prostředky na analytický stroj, tak Augusta Ada of Lovelace a Charles Babbage vymysleli důmyslný sázkový systém s kompenzacemi, ale prodělali na něm tisíce liber.

Charles Babbage během svého života neuskutečnil vlastní návrhy na počítačí stroje, ale uskutečnil řadu objevů a vynálezů v jiných oblastech techniky, fyziky i aplikované matematiky. Věnoval se ekonomii, statistice, kryptografii, logistice, geologii a paleontologii. Části jeho prací jsou obsaženy v Marxově Kapitálu a v Darwinově knize Původ člověka a pohlavní výběr (1871). Byl autorem prvních reálných úmrtnostních tabulek. Chtěl napsat univerzální encyklopedii a matematicky vysvětlit pravděpodobnost biblických zázraků. Jeho kniha *Ekonomie strojů a výroby* z r. 1832 obsahuje ideje pozdější systémové analýzy, operačního výzkumu, kontroly jakosti, řízení výroby apod. Babbage považoval za největší pochvalu slova prostého dělníka z Leedsu: „*Sire, tato kniha mě naučila přemýšlet!*“ Tuto epizodu komentoval: „*Přinutit člověka myslet, to znamená udělat pro něho více než vybavit ho určitým počtem instrukcí . . .*“

Touha sestrojít počítačí stroj přiměla Babbage ke studiu základů techniky, částí strojů a jejich mechanických vlastností. Poznal přitom, že standardní součástky nespĺňují požadavky, které na ně kladou jeho plány. Pustil se do vynalézání nejen nových součástek, ale i obráběcích strojů, které by je mohly vyrábět. Revolverový soustruh, bezpočet lisovacích forem, řezné nástroje, výroba ozubených kol litím pod tlakem, „lapač krav“ pro lokomotivy<sup>35</sup>, barevná světla pro divadla, maják, tachometr, přístroj pro pohled na oční pozadí – jsou některé ukázky jeho vynálezeckého umu v technické oblasti.

Dlouhé řetězce nezdarů – vyplývání většiny rodinného jmění, vyčerpání vládních dotací, úmrtí ženy a pěti dětí v mladém věku, postupná ztráta tvůrčích sil – učinily postupně z Charlese Babbage mrzutého a nesnášenlivého pedanta až misantropa, stal se z něj zahořklý stařec. Svým bojem za ticho v ulicích Londýna, naměřeným proti vyvolávání prodavačů, produkcím pouličních zpěváků a hudebníků, se stal terčem jejich odplat v nočních hodinách. Podivínský člověk byl i středem invektiv denního tisku. Dokonce londýnské Times napsaly i v nekrologu, že se dožil téměř 80 let, přestože byl pronásledován pouličními muzikanty.

Charles Babbage zemřel 18.10.1871. Jak říkali jeho přátelé – *přestal konstruovat, přestal žít*. Na Babbageovy myšlenky navázal v roce 1920 španělský technik *Quevedo Leonardo Torres*<sup>36</sup>, ale ani on nežil v prostředí a v době, které by byly nakloněny realizaci takových myšlenek. Rozpracoval mj. Babbageovu ideu podmíněného příkazu, bez kterého není možné realizovat složitější výpočty (např. je potřebný už při řešení kvadratických rovnic).

Babbageovy sny o univerzálním počítači se splnily teprve zhruba za sto let. Stalo se tak nezávisle v Německu a v USA. Vynálezce jednoho z prvních fungujících počítačů *Howard H. Aiken*<sup>37</sup> se seznámil s Babbageovými

<sup>35</sup>Slo tedy zařízení, které odstraňovalo krávy z železniční trati.

<sup>36</sup>Quevedo Leonardo Torres (\* 28.12.1852 – + 18.12.1936) – španělský technik. Navrhl říditelnou vzducholod, princip radiového dálkového ovládní. V letech 1914 – 16 postavil lanovku přes Niagarské vodopády v Americe. Torres by byl schopný dotáhnout do konce i sestavení počítače, kdyby žil v prostředí, které by této myšlence přálo a finančně ji podpořilo. Takto zůstalo jen při plánech a polotovarech. Vlastně byl z tohoto hlediska v podobné situaci jako Babbage. Torres myšlenky využil alespoň při stavbě prvního plně automatického šachového stroje s mechanickou rukou (na posouvání figur po šachovnici). Tento stroj dokázal hrát koncovku král s věží proti králi.

<sup>37</sup>Howard Hathaway Aiken (\* 9.3.1900 – + 14.3.1973) byl americký matematik, od roku 1939 profesor Harvardské university. Pracoval v aplikované matematice, matematické fyzice a výpočetní technice (teorie spínacích obvodů, automatické zpracování dat).

pracemi až tři roky po zahájení práce na počítači Mark I. S obdivem k jeho koncepci řekl: „*Kdyby žil Babbage o 75 let později, byl bych bez práce.*“

Co říci závěrem? Člověk, který celý život pije pivo, si ve zralém věku uvědomí, jak podstatnou roli hraje pramenitá voda v jeho kvalitě. Domníváme se, že i Babbageovy myšlenky hrají roli pramenité vody v konstrukci současných počítačů.

Dejme ještě slovo italskému spisovateli Umberto Ecoli (viz [3], s. 515):

*Jak Kirchner, tak jeho žák Schott se proto vrhli na vymýšlení mechanických kolovrátků, přístrojů založených na jakýchsi děrných štítcích, computerů ante literam, založených na binárním výpočtu. Zkrátka kabala aplikovaná na moderní mechaniku.*

*IBM: Iesus Babbage Mundi, Iesum Binarium Magnificamur. AMDG: Ad Maiorem Dei Gloriam? Spiš asi Ars Magna, Digitale Gaudium! IHS: Iesus Hardware & Software!*

### Literatura

- [1] Jan Coufal, Jindřich Klůfa: *Některá výročí ve výpočetní technice*. Informační bulletin České statistické společnosti, č.1, ročník 4, Praha 1996.
- [2] Bernhard Dotzler: „*Babbages Rechen–Automate*“. *Ausgewälte Schriften*. Springer Verlag, Wien, New York (1996)
- [3] Umberto Eco: *Foucaultovo kyvadlo*. Odeon Praha (1991)
- [4] Edgar Allan Poe: *Jáma a kyvadlo*. Odeon Praha (1978)
- [5] Dirk J. Struik: *Dějiny matematiky*. Orbis Praha (1963)

V roce 1939 se začal zajímat o počítače. Jeho zájem o počítače vyplýval z potřeby řešit fyzikální problémy popisované diferenciálními rovnicemi. O pomoc při financování svého projektu požádal Thomase Johna Watsona, tehdejšího dlouholetého presidentu firmy IBM, a armádu. V roce 1943 dokončil první verzi počítače, nazývaného Mark I. Zdá se, že Aiken neznal práce Charlese Babbage, protože tento model neměl ještě podmíněné příkazy. Měla je již další verze z roku 1944. Tento výpočetní systém (podobně jako jeho předchůdce) byl složen ze standardních součástí děrnoštítkových strojů firmy IBM. Pojmenoval svůj stroj *ASCC (Automatic Sequence Controlled Computer)*; tento stroj je více znám pod jménem *Mark I*. či *Harvard Mark I*. Formálně byl předán do provozu 7.8.1944. Mark I. pracoval po svém uvedení do chodu ještě dlouhou dobu na více směn. Jeho rychlost byla sice nízká a kapacita paměti malá, ale byl to první fungující výpočetní automat na americkém kontinentu. Nutno říci, že Howard H. Aiken získal za svou práci široké mezinárodní uznání. V roce 1947 sestrojil H. Aiken stroj Mark II. Je také autorem tzv. „Aikenova kódu“, což je jeden z dekadicko-binárních kódů, který se používá v počítačích.

[6] Doron Swade: *Charles Babbage and his Computing Engines*. Science Museum London (1991)

[7] Štefan Známa a kolektiv: *Pohľad do dejín matematiky*. Alfa Bratislava (1986)

## Odhad tranzitních matic ekologickou indukcí

*Erika Fule*

*Katedra statistiky, Universita Lund, Švédsko*

Tranzitní matice markovovského typu poskytují informace o vývoji struktury různých společenských jevů. Známým typem je např. matice vyjadřující vývoj preferencí v spotřebě různých druhů zboží (angl. brand switching problem), nebo také vývoj volebních preferencí. Poslední jmenovaný problém je středobodem zájmu politiků, politologů ale i široké veřejnosti ve většině parlamentních demokracií. Po každých volbách se v tisku spekuluje s otázkou: kterým směrem se mobilizovali voliči z předcházejících voleb? Zůstali věrni své straně, nebo přešli k nějaké jiné? Názorně je možné vyjádřit takovou matici za určitou oblast  $h$  následovně:

Následující tabulka obsahuje výsledky parlamentních voleb (počty hlasů) ve dvou po sobě následujících obdobích:

1. volby	2. volby			suma
	strana 1	strana $j$	strana $q$	
strana 1	...	...	...	$N_{1.}^{(h)}$
...				...
strana $i$	$\vdots$	$N_{ij}^{(h)}$	$\vdots$	$N_{i.}^{(h)}$
...				...
strana $p$	...	...	...	$N_{p.}^{(h)}$
suma	$N_{.1}^{(h)}$	$N_{.j}^{(h)}$	$N_{.q}^{(h)}$	$N^{(h)}$

Jelikož samotný volební akt je tajný, jsou známy jen marginální součty  $N_{.j}$  a  $N_{i.}$ , kdežto pole tabulky je neznámé. Jedinou informací o přechodech, t.j. o  $N_{ij}$ , bývají různá statistická výběrová šetření a průzkumy.

Opomineme-li problémy se sestavováním „dobrých“ průzkumů, i ten nejlepší průzkum je často zatížen systematickou chybou. Je všeobecně známo, že respondenti mají tendenci lhát, když se jedná o otázky politických postojů. Dalším problémem statistických průzkumů je jejich vysoká agregace. Průzkumy se vykonávají pro větší územní celky, většinou pro celý stát a vzhledem k vysokým nákladům spojeným s jejich porízením se zřídka provádějí na regionální úrovni.

Jako alternativní řešení problému, tedy bez využití informací z výběrových šetření, se uvažují různé pravděpodobnostní modely jako např. odhad  $N_{ij}$  pomocí multinomického logit rozdělení, s parametry, které mají Dirichletovo rozdělení (Brown & Payne [1986]), nebo odhad za použití EM-algoritmu (E-expectation, M-maximization), kdy neznámé četnosti  $N_{ij}$  se považují za „missing data“ (Firth [1982]).

Další skupinu alternativních přístupů k řešení odhadu neznámých četností  $N_{ij}$  tvoří metody ekologické indukce. Tady se vychází z napozorovaných skupinových, agregovaných údajů přičemž se používají klasické metody lineární regrese a korelace. Termínem *ekologická data* se označují data shromážděná za skupiny statistických jednotek, většinou za skupiny osob. Postup, pomocí kterého se usuzuje, odhaduje chování průměrného individua na základě agregovaných údajů, pak označujeme jako *ekologickou indukci* (angl. ecological inference). Problémem se poprvé zabýval Robinson [1950], který upozornil na úskalí a možné nelogičnosti, které mohou vzniknout při nekritické aplikaci lineární korelace na skupinová data. Dánský sociolog Thomsen [1987] navrhl zase techniku vycházející ze skrytých, latentních proměnných, měřených na logitové stupnici, přičemž korelace těchto proměnných generují neznáme četnosti  $N_{ij}$ .

Za určitých předpokladů se ukázalo, že je možné využít také techniky lineární regrese pro porízení odhadů pravděpodobnosti přechodu výlučně z agregovaných, ekologických dat. Techniku ekologické regrese diskutoval jako první Goodman [1959] a poukázal na to, že pokud jsou známy marginální součty  $N_{i.}$  a  $N_{.j}$ , není to dostačující pro porízení odhadů  $N_{ij}$ . Ovšem pokud marginální součty jsou známy za dostatečně velký počet jednotek, je možné jejich pomocí odhadnout průměrné četnosti  $N_{ij}$  za všechny jednotky. Pro popis techniky ekologické regrese uvažujme jednoduchý příklad volebního systému s dvěma stranami:

1. volby	2. volby		celkem	=	1. volby	2. volby		celkem
	Konz	Soc				Konz	Soc	
Konz	$a$	$c$	$a + c$		Konz	$\beta_1 x_1$	$(1 - \beta_1)x_1$	$x_1$
Soc	$b$	$d$	$b + d$		Soc	$\beta_2 x_2$	$(1 - \beta_2)x_2$	$x_2$
celkem	$a + b$	$c + d$	$N$		celkem	$y_1$	$y_2$	1

V první tabulce vystupují absolutní četnosti a v druhé tabulce podíly. Podíly  $x_1$  a  $y_1$  jsou napozorované podíly voličů, kteří volili konzervativce v prvních a v druhých volbách:

$$y_1 = \frac{a + b}{N} \quad x_1 = \frac{a + c}{N}.$$

Podíl  $\beta_1$  pak vyjadřuje podíl "věrných" konzervativců, zatímco  $\beta_2$  vyjadřuje podíl těch socialistů, kteří přešli ke konzervativcům:

$$\beta_1 = \frac{a}{a + c} \quad \beta_2 = \frac{b}{b + d}.$$

Vztah mezi jednotlivými podíly je možné vyjádřit následovně:

$$y_1 = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 = \beta_2 + (\beta_1 - \beta_2)x_1 = \alpha + \beta x_1.$$

Pokud uvažujeme  $h = 1, \dots, n$  volebních obvodů (ekologických jednotek),  $\beta_1$  a  $\beta_2$  nebudou konstantní, avšak můžeme předpokládat, že alespoň jejich očekávané hodnoty  $E(\beta_1 | x_1)$  a  $E(\beta_2 | x_1)$  budou konstantní. Pokud  $\alpha = E(\beta_2 | x_1)$  a  $\beta = E(\beta_1 | x_1) - E(\beta_2 | x_1)$ , potom může platit základní předpoklad lineárního regresního modelu  $E(y_1 | x_1) = \alpha + \beta x_1$ .

V případě obecního volebního systému s  $p$  politickými stranami v prvních volbách, s  $q$  stranami v druhých a s celkově  $h = 1, \dots, n$  volebními obvody, můžeme sestavit  $q$  lineárních regresních rovnic

$$\begin{aligned} y_{1h} &= \beta_{11}x_{1h} + \dots + \beta_{p1}x_{ph} + e_{1h} \\ y_{2h} &= \beta_{12}x_{1h} + \dots + \beta_{p2}x_{ph} + e_{2h} \\ &\vdots \\ y_{qh} &= \beta_{1q}x_{1h} + \dots + \beta_{pq}x_{ph} + e_{qh}, \end{aligned}$$

nebo v maticovém zápisu  $\mathbf{Y} = \mathbf{XB} + \mathcal{E}$ , kde matice  $\mathbf{Y}$  je  $(n \times q)$ ,  $\mathbf{X}$  je  $(n \times p)$  a  $\mathbf{B} = \{\beta_{ij}\}$  je  $(p \times q)$  matice neznámých parametrů vyjadřující pravděpodobnost přechodu mezi dvěma volbami, tedy s řádkovými součty rovnými jedné. Matice náhodných chyb  $\mathcal{E} = (e_1, \dots, e_q)$  je taková, že platí:  $E(e_j) = 0$ ,  $E(e_j e_l') = \sigma_{jl}^2 I_n$ ,  $j, l = 1, \dots, q$ . Základním předpokladem modelu je stabilita tranzitních parametrů  $\beta_{ij}$  přes všechny ekologické jednotky (volební obvody, nebo okrsky), s výskytem jen náhodných odchylek. Pokud je tento předpoklad narušen, podíly  $\beta_{ij}$  nejsou dostatečně stabilní, získáme



při použití jednoduché metody nejmenších čtverců (OLS) nesmyslné odhady tranzitních pravděpodobností, odhady mimo interval  $(0,1)$ . Příčina tohoto jevu je nasnadě: jako statistické jednotky nevystupují zde nahodilá pozorování, nýbrž uměle, administrativně vytvořená geografická seskupení jednotlivců. Je známo, že lidé mají tendenci usídlvat se v místě, které je jim sociálně blízké. Tím se vytvářejí oblasti s převahou levicových, nebo naopak pravicových voličů, do agregace zasahuje systematický faktor a tím dochází k systematické chybě. Porušení základních předpokladů lineárního regresního modelu, s následky ne nepodobnými těm které se označují pojmem multikolinearita, si tedy vyžaduje jiný způsob odhadu matice  $\mathcal{B}$ , t.j. použití zkrácených odhadů.

Námi navrhovaný tvar tzv. modifikovaného zobecněného hřebenového odhadu (angl. modified generalized ridge estimator – MGR) umožňuje řešení problému s dobrými praktickými výsledky (viz Fule [1995]). Zde uvažujeme model ve tvaru  $y = Z\beta + e$ , kde výše uvedená matice  $\mathbf{Y}$  byla transformována, prodloužena v  $(qn \times 1)$  vektor  $y$  a kde  $q(n \times p)$  bloková matice  $Z$  obsahuje původní matice  $\mathbf{X}$  na diagonále, t.j.  $Z = I_q \otimes X_j$ . Neznámé parametry  $\beta$  formují  $(pq \times 1)$  vektor a náhodné chyby  $e$  byly vytvořeny prodloužením matice  $\mathcal{E}$ . Odhad vektoru parametrů se získá jako:

$$\hat{\beta}_{MGR} = (Z'Z + K)^{-1}(Z'y + K\beta_0),$$

kde  $K$  a  $\beta_0$  jsou subjektivní volené parametry,  $K$  vyjadřuje intenzitu „zkracování“ a  $\beta_0$  jeho směr, t.j. vůči kterým hodnotám jsou odhady pořízené OLS metodou zkráceny. Při praktickém řešení problémů je možné odhadnout veličiny  $K = \text{diag}\{k_l\}$ ,  $l = 1, \dots, pq$ , z napozorovaných dat jako  $\hat{k}_l = pq\hat{\sigma}^2(\hat{\beta}_{OLS(l)} - \beta_{0(l)})^{-2}$ . Problémem zůstává vhodná volba veličin  $\beta_0$ . Zde je možné využít skutečnosti, že odhad  $\hat{\beta}_{MGR}$  nabývá tvaru tzv. mixovaných odhadů a tedy umožňuje testování hypotézy  $H_0 : \beta = \beta_0$  v modelu  $[y, Z\beta, \sigma^2V]$ ,  $V = I_{n \times q} + 2ZK^{-1}Z'$ . Jako testové kritérium je možné použít:

$$F = \frac{(\hat{\beta}_{OLS} - \beta_0)'[(Z'Z)^{-1} + 2K^{-1}]^{-1}(\hat{\beta}_{OLS} - \beta_0)/pq}{(y - Z\hat{\beta}_{OLS})'(y - Z\hat{\beta}_{OLS})/q(n - p)},$$

s necentrálním  $F$ -rozdělením a  $pq$ , resp.  $q(n - p)$  stupni volnosti. Zde testujeme zda volba  $K$  a  $\beta_0$  vede k lepšímu odhadu než OLS odhad ve smyslu menší střední čtvercové chyby.

Na závěr zůstává jeden problém a sice, že takto získané odhady parametrů  $\beta$ , po zpětném „naaranžování“ do tvaru tranzitní matice, nesplňují požadavek, aby řádkové součty se rovnaly jedné. To znamená, že je nutno

uvažovat lineární omezení parametrů ve tvaru  $R\beta = r$ , kde  $r$  je  $(p \times 1)$  vektor obsahující jedničky a  $(p \times pq)$  matice  $R$  určuje polohu řádkových součtů. Konečně tvar odhadu, pomocí kterého získáme odhad tranzitní matice je:

$$\hat{\beta}_{MGR}^{(r)} = \hat{\beta}_{MGR} + (Z'Z + K)^{-1}R'[R(Z'Z + K)^{-1}R']^{-1}(r - R\hat{\beta}_{MGR}).$$

Jako ilustraci uvádíme odhady získané výše uvedeným způsobem v případě dvojích posledních voleb do poslanecké sněmovny parlamentu ČR. Napozorované údaje byly získány za 88 volebních obvodů ČR (tedy okresů). OLS odhady jsou zjevně nepoužitelné:

*OLS odhad průměrných pravděpodobností přechodu (v %)*

1992	1996								celkem
	ODS	ODA	KDU	ČSSD	KSČM	SPR	ost	abst	
ODS	70.2	14.8	5.5	-13.7	-2.2	-8.6	-1.7	35.6	100
ODA	56.1	17.8	2.8	0.9	-7.4	-1.2	30.6	0.5	100
KDU	7.1	14.8	91.0	8.8	2.9	-10.4	2.3	-16.5	100
ČSSD	-18.8	-28.8	9.1	71.6	7.2	39.9	33.3	-13.6	100
KSČM	3.4	-5.1	-12.8	25.8	65.6	8.0	-0.6	15.7	100
SPR	-37.3	12.2	6.0	44.0	4.6	57.0	0.0	13.5	100
ost.	12.3	2.1	4.6	40.0	3.4	9.5	22.8	5.2	100
abst.	9.4	3.5	-2.3	17.1	-1.5	2.5	-0.2	71.5	100

Při použití MGR odhadu, kdy  $\beta_0$  bylo voleno tak, aby vyhovovalo  $F$ -testu, jsme obdrželi celkem realistické výsledky:

*Průměrné pravděpodobnosti přechodu mezi volbami do poslanecké sněmovny (v %)*

1992	1996								celkem
	ODS	ODA	KDU	ČSSD	KSČM	SPR	ost.	abst.	
ODS	64.3	6.0	0.7	0.2	0.4	0.1	2.0	26.4	100
ODA	59.3	9.2	2.6	1.4	2.4	1.6	19.8	3.7	100
KDU	3.4	5.0	79.0	3.0	1.8	2.6	1.8	3.5	100
ČSSD	4.7	7.4	2.5	45.4	2.1	18.4	14.8	4.7	100
KSČM	2.5	2.7	4.1	17.8	56.4	5.4	3.7	7.5	100
SPR	7.1	3.8	2.2	32.4	2.4	45.3	1.6	5.1	100
ost.	8.1	4.2	4.5	45.3	4.1	6.7	21.0	6.1	100
abst.	5.1	3.6	0.1	8.8	0.5	2.0	2.3	77.6	100

## Literatura

- [1] Brown, P. - Payne, C.: *Aggregate Data, Ecological Regression and Voting Transitions*. Journal of the American Statistical Association, 81, 1986, pp. 452-461.
- [2] Goodman, L. A.: *Some Alternatives to Ecological Correlation*. American Journal of Sociology, 70, 1965, pp. 564-585.
- [3] Firth, D.: *Estimation of Voter Transition Matrices from Election Data*. Technical Report, Department of Mathematics, Imperial College (London SW7), 1982.
- [4] Fule, E.: *On Ecological Regression and Ridge Estimation*. Communications in Statistics - Simulation and Computation. 24:2, 1995, pp. 385-398.
- [5] Robinson, W. W.: *Ecological Correlations and the Behaviour of Individuals*. American Sociological Review, XV, 1950, pp. 351-357.
- [6] Thomsen, S. R.: *Danish Elections 1920-79. A Logit Approach to Ecological Analysis and Inference*. Politica. Aarhus 1987.

## STATGRAPHICS – studnice poznání.

*Igor Kárník, Karel Svoboda.*

V jedné ze společných prací jsme potřebovali vygenerovat značné množství náhodných výběrů z různých rozdělení, resp. směsí rozdělení. Za nejspokladnější cestu jsme bláhově považovali možnost využití již existujícího generátoru náhodných čísel ve STATGRAPHICSu verze 7 PLUS. Samozřejmě jsme si oba byli vědomi toho, že STATGRAPHICS může překvapit (jeden z autorů byl nucen pracovat se STATGRAPHICSem snad již verze 1.1, kdy aritmetický výraz „1 + 2“ bylo nutno v EXECu zapsat jako „1 PLUS 2“. Druhý autor měl s tímto softwarovým produktem také svoje zkušenosti). Nicméně jsme přesto netušili co nás čeká.

Původně jsme předpokládali, že prostě vytvoříme klávesové makro, v jehož rámci vygenerujeme náhodný výběr, vypočítáme charakteristiky, které nás zajímají a v rámci cyklu daný postup zopakujeme tolikrát kolikrát budeme chtít.

O psaní poněkud rozsáhlejších klávesových maker ve STATGRAPHICSu plně platí slova Ke Chunga (asi 280 – 340 n.l.): „*Jestliže po vykonání jedenáctiset devadesáti devíti dobrých kroků spáchá dotyčný jediný špatný krok, všechny předchozí jsou ztraceny a musí začít nanovo.*“ (slova v citátu psaná standardním písmem doplnili autoři, slova psaná kurzívou jsou skutečná slova přičítaná Ke Chungovi). Nemožnost editace je vskuku velkou slabinou a v podstatě je tím vyloučena možnost napsání klávesového makra jednou osobou. Musí prostě existovat ještě jeden člověk, který kontroluje a schvaluje jakáže to klávesa má být stisknuta.

Výše uvedený fakt, však není celkem ničím proti následujícímu. Pro zkoušku jsme si napsali makro, v němž jsme chtěli vygenerovat náhodný výběr z normálního rozdělení a v EXECu vypočítat testová kritéria založená na funkcích třetího a čtvrtého výběrového momentu pro d'Agostiniho testy normality (viz. např. citovaná práce (1)). Jaké bylo naše překvapení, že jsme neobdrželi žádný výsledek. Později se ukázalo, že *v rámci makra přestávají fungovat některé funkce STATGRAPHICSU. Stejně tak jsme později zjistili, že chyby, které byly typické pro verze nižší než STATGRAPHICS 6, nejsou plně odstraněny. Konkrétně máme na mysli možné chyby při vyhodnocování složitějších aritmetických výrazů. To je opravdová záludnost STATGRAPHICSu. Není totiž vůbec jasné „kdy se mu zatočí hlava“ a začne chyby dělat. Některé výrazy, které lze skutečně považovat za složitě, vyhodnotí kupodivu dobře, a u jiných (daleko jednodušších) udělá*

chybu. Není jiná možnost, než postupovat „per partes“, rozdělit celý výraz na elementárnější celky a teprve potom dopočítat konečný výsledek. Zde bychom opět chtěli upozornit na fakt, že chyby, jichž se STATGRAPHICS dopouští v rámci klávesových maker, jsou daleko četnější, než v „přímém režimu“.

Musíme přiznat, že než jsme se vypořádali s výše uvedenými záludnostmi tak uplynula pěkná řádka hodin a pouze tvrdohlavost a snaha porazit STATGRAPHICS na jeho domácí půdě nám zabránila v napsání a odladění vlastního programu.

Je nasnadě, že zanedlouho se objevil i problém *jak provádět ve STATGRAPHICSU zadání cyklu*, protože jsme celkem potřebovali generovat kolem 10000 náhodných výběrů. Kupodivu tento problém jsme vyřešili poměrně rychle. Samozřejmě ne softwarově, ale hardwarově, téměř ve stylu staršího mezolitu počítačové éry. Klávesy nutné ke spuštění daného makra jsme zatížili hrdly prázdných lahví od CocaColy, resp. Pepsicoly, a cyklus byl na světě. Překvapením však stále ještě nebyl konec. Po vygenerování náhodného výběru o rozsahu  $n$  jsme vypočítali statistiky  $Z-3$  a  $Z-4$  nutné pro provedení d'Agostiniho testu normality, které jsme uložili na paměťové médium. Daný postup jsme v cyklu zopakovali celkem tisíckrát. Výsledkem bylo tedy 2000 reálných čísel, která si měl počítač zapamatovat. Skutečným šokem bylo, že těchto 2000 čísel se nevešlo na běžnou disketu s kapacitou 1,44 MB. Velikost výše uvedeného souboru totiž byla větší než 8 MB !!! Zajímalo by nás čím si tento fakt vysvětlit. My se domníváme, že je to způsobeno tím, že STATGRAPHICS si při vykonávání daného makra z nějakých důvodů vyčleňuje v paměti i místo pro „zapamatování si“ obrazovek panelů, které při své činnosti potřebuje. Pokud totiž převedeme tento datový statistický soubor např. do Lotusu, tak nabude opět předpokládaného rozsahu.

Závěrem konstatujme, že snad verze 2 STATGRAPHICSu pro Windows'95 těmito neduhy trpět nebude.

#### Literatura:

- [1] Anděl, J.: *Statistické metody*. Matfyzpress, Praha 1993.

## Ad česká statistická terminologie

*Eva Jarošová*

V souvislosti s probíhající (nebo již probněhnuvší?) diskusí o terminologii ve statistice bych ráda upozornila na existenci normy ČSN ISO 3534 STATISTIKA – SLOVNÍK A ZNAČKY, která se skládá ze tří částí:

ČSN ISO 3534-1 Pravděpodobnost a obecné termíny,

ČSN ISO 3534-2 Statistické řízení jakosti,

ČSN ISO 3534-3 Navrhování experimentů.

Části 1 a 2 nahrazují starší normy ČSN 01 104 z r.1988 a ČSN 01 0215, část 3 se týká oblasti matematické statistiky, která dosud nebyla v systému ČSN pokryta.

Norma ČSN ISO 3534 vznikla překladem mezinárodní normy ISO 3534 z r.1993. Je česko – anglická a navíc obsahuje abecední seznam francouzských termínů. Část 3, „Navrhování experimentů“, která byla vydána první (červen 1993), obsahuje rovněž slovenskou verzi.

Část 1, „Pravděpodobnost a obecné statistické termíny“ z prosince 1994 je rozdělena do čtyř hlavních oddílů:

- – Termíny používané v teorii pravděpodobnosti,
- – Obecné statistické termíny,
- – Obecné termíny vztahující se k pozorováním a výsledkům zkoušek,
- – Obecné termíny vztahující se k metodám vzorkování (tvorby výběru).

Pro zajímavost vybírám z normy některé termíny a označení užívané v české literatuře ve více (nebo mnoha?) podobách: *rozdělení* pravděpodobnosti, *vícerozměrné* rozdělení, *střední* i *očekávaná* hodnota, *strannost* odhadu i *vychýlení*, *operativní* charakteristika. Distribuční funkce je v normě definována vztahem  $F(x) = P(X \leq x)$ . Střední hodnota náhodné veličiny  $X$  se značí  $E(X)$  (s poznámkou, že někdy se užívá označení  $m$ ), rozptyl  $s^2$  nebo  $V(X)$ , výběrový rozptyl  $s^2$  ( $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2$ ).

Pro normovanou náhodnou veličinu se uvádí značka  $U$  nebo  $V$ , pro její hodnotu  $u$  nebo  $v$ , často užívané  $Z(z)$  v normě není. U rozdělení  $F$ ,  $t$  a  $\chi^2$  označuje příslušné písmeno jak náhodnou veličinu, tak její určitou nebo pozorovanou hodnotu.

Protože od začátku r. 1995 jsou i u nás technické normy vytvářeny na principu nezávaznosti, jak je to běžné ve světě s tržní ekonomikou a volným pohybem zboží, má norma ČSN ISO 3534 pouze formu doporučení.

## Konference

---

### Environmental Statistics and Earth Science (ESES Brno'96)

Ve dnech 20. – 24. 8. 1996 se v Brně konala Mezinárodní konference věnovaná statistice životního prostředí, nazvaná „Environmental Statistics and Earth Science“. Konferenci uspořádaly Přírodovědecká fakulta MU Brno, Matematicko-fyzikální fakulta UK a Český statistický úřad za sponzorské podpory řady firem (JAK R Ecologic Monitoring, ECO – management Brno, AutoCont Brno, GEOGAS Brno, MERITO, AQ – test Ostrava, Koryna Koryčany, ENVitech Bohemia Praha).

Konference v Brně byla satelitní konferencí ke 4. Světovému kongresu Bernoulliho společnosti pro matematickou statistiku a pravděpodobnost, který se konal ve Vídni od 26. do 31.8.1996. Bernoulliho společnost nám doporučila právě statistiku životního prostředí jako téma důležité právě pro země střední Evropy. O tomto významu svědčí i fakt, že slavnostního zahájení konference se zúčastnili ing. E. Outrata (předseda ČSÚ), ing. M. Šimonovský (zástupce primátorky Brna), ing. L. Nondek, CSc. ředitel oddělení strategií a environmentální statistiky Ministerstva životního prostředí ČR a jeho kolegové ing. M. Lízner a ing. E. Lippert, CSc.; ing. J. Fischer, CSc. (náměstek předsedy ČSÚ); RNDr. M. Volek, CSc. a ing. J. Kubát (zástupci ředitele hydrometeorologického ústavu pro meteorologii a klimatologii a pro hydrologii); prof. RNDr. J. Zlatuška, CSc. (děkan fakulty informatiky MU Brno) a doc. RNDr. J. Musilová, CSc. (proděkanka přírodovědecké fakulty MU Brno).

Konference se zúčastnilo 95 účastníků z 25 zemí, z toho 30 Čechů a Slováků. Byli to odborníci jak v matematické statistice, tak v hydrologii a dalších vědách. Tato skladba účastníků umožnila zajímavé diskuse a pro mnohé byla konference zajímavou zkušeností.

Úvodní přednášku proslavil prof. T. Polfeldt (Statistický úřad Stockholm a Universita Stockholm): „Quality aspects of official environment statistics“. RNDr. J. Pretel, CSc. (Český hydrometeorologický ústav) uspořádal panelovou diskusi na téma: „Enhanced greenhouse effect nad climate change“. Dále vystoupili jako zvaní řečníci následující význační odborníci:

V. Beneš (ČVUT Praha):

Length Estimation of Earthworm Burrow Systems on Soil  
(spolu s J. Chadoeuf a A. Kratzschmerem, INRA Montfavet, Francie).

S.N. Lahiri (Iowa State University):

Prediction of Spatial Cumulative Distribution Function and Prediction Bands Based on the Subsampling method  
(spolu s N.A.C. Cressiem a M.S. Kaiserem).

M. Dubrovský (AVČR):

Creating Weather Time Series for Changed Time Conditions

H.G. Feichtinger (Univerzita Vídeň):

Statistical View Towards a Family of New Scattered Data Algorithms

H. Pavlopoulos (Athens University of Economics):

Stochastic Budget of Moisture and Rainfall Estimates  
(spolu s M. Freidlinem, College Park, MO, USA).

J.L. Gastwirth (The George Washington University, Washington, D.C.):

Statistical Issues Arising in Environmental Litigation: A Case Study  
(spolu s B. Tomanovou).

L. Horváth (University of Utah):

Detection of Change in Dependent Sequences

D. Jarušková (ČVUT Praha):

Change Point Detection and Environmental Data

I.B. McNeill (The University of Western Ontario, Canada):

Monitoring Environmental Time Series and Spatial Data

A.H. El-Shaarawi (Nat. Water Res. Inst., Burlington, Canada):

Ecological Impact Assessment

R. Sneyers (Institut Royal Météorologique, Bruxelles):



Climate Chaotic Instability Determination. Statistical Principles

J. Stadlober and H. Friedl (Univerzita Štýrský Hradec, Rakousko):

General Linear Models with Resampling Strategies in Environmetrics

R. Viertl (Technická Univerzita Vídeň):

Statistical Methods for Non-Precise Data

Většina zvaných přednášek bude publikována ve speciálním čísle časopisu *Environmetrics* (J. Willey), jehož dva editoři (El-Shaarawi a McNeill) byli rovněž přítomni.

Kromě toho byl publikován sborník o 220 stranách (editoři I. Horová, J. Jurečková a J. Vosmanský), obsahující abstrakta referátů a krátké sdělení účastníků.

Konference se těší dobrému ohlasu a lze ji považovat za úspěšnou.

Programový výbor: J. Jurečková (MFF UK) - předsedkyně, R. Brázdil (MU Brno), G. Dohnal (ČVUT), I. Holoubek (MU Brno), M. Hušková (MFF UK), J. Kalvová (MFF UK), J. Michálek (MU Brno), E. Waymire (Oregon State University, USA).

Lokální organizační výbor: L. Bauer, I. Horová, J. Hřebíček, J. Michálek, V. Veselý a J. Vosmanský.

*Prof. RNDr. Jana Jurečková, DrSc., předsedkyně programového výboru*

## Valné shromáždění České statistické společnosti

Dne 30. 1. 1997 se konalo Valné shromáždění České statistické společnosti. Kromě zpráv o činnosti a hospodaření a odborného referátu Mgr. Mazánkové byly na programu volby předsedy a výboru České statistické společnosti.

Předsedou ČStS byl zvolen Ing. Zdeněk Roth, CSc.

Jako další členové výboru byli zvoleni (řazeno abecedně):

RNDr. Jaromír Antoch, CSc.,

Doc. Ing. Dagmar Blatná, CSc.,

Prof. Ing. Václav Čermák, DrSc.,

Doc. RNDr. Gejza Dohnal, CSc.,

Ing. Jan Friedlaender, CSc.,

Doc. Ing. Richard Hindls, CSc.,

Doc. RNDr. Daniela Jarušková, CSc.,

RNDr. Marek Malý, CSc.,

Mgr. Vlasta Mazánková,

Prof. Ing. Jiří Militký, CSc.,

Doc. Ing. Hana Řezanková, CSc.,

Ing. Josef Tvrdlík, CSc.,

Doc. RNDr. Karel Zvára, CSc.,

tj. 13 členů (vzhledem ke stejnému počtu hlasů u třech kandidátů Valné shromáždění schválilo, aby výjimečně pro toto funkční období byl výbor ČStS čtrnáctičlenný).

Valné shromáždění dále schválilo, aby předseda ČSÚ byl členem výboru ČStS ex offu.

Další tři kandidáti v pořadí se stávají členy revizní komise. Jsou to (abecedně):

RNDr. Vladimír Albrecht, CSc., Prof. Ing. Otakar Macháček, CSc., doc.  
RNDr. Jan Ámos Víšek, CSc.

*Dle zprávy volební komise zapsala H. Řezanková.*

— ♡ ♡ ♡ —

Všechny, kteří mají přístup k síťovým informacím upozorňujeme, že Česká statistická společnost má svoji WWW-stránku na adrese

<http://nb.vse.cz/kstp/win/css/css.htm>

Najdete zde nejen zprávu o založení naší společnosti a stanov, ale například také seznam e-mailových adres členů společnosti a některé články z našeho Informačního Bulletinu.

— (-:≡:-) —

V rámci konference o analýze dat uspořádá Česká statistická společnost seminář „Počítačové intenzivní metody“. Na semináři, který se bude konat 4. listopadu 1997 od 10 hodin v Pardubicích, vystoupí doc. dr. Z. Prášková, CSc. a dr. J. Antoch, CSc. Bližší informace přineseme v dalším čísle *IB* a budou zveřejněny i na výše uvedené webovské stránce ČStS.

— \$ \$ \$ —

K tomuto číslu *IB* je přiložena složenka určená k zaplacení členského příspěvku České statistické společnosti na rok 1997. Dovolujeme si připomenout, že stávající výše (či snad „níže“?) členského příspěvku je alespoň 60,- Kč na rok.

<i>Jan Coufal, Dana Černohorská, Před 125 lety zemřel</i>	
<i>Charles BABBAGE</i> .....	1
<i>Erika Fule, Odhad tranzitních matic ekologickou indukcí</i> .....	14
<i>Igor Kárník, Karel Svoboda, STATGRAPHICS – studnice poznání.</i> ...	20
<i>Eva Jarošová, Ad česká statistická terminologie</i> .....	22
<i>Jana Jurečková, ESES Brno'96)</i> .....	23
<i>Valné shromáždění ČStS</i> .....	26

---

**Informační Bulletin** České statistické společnosti vychází čtyřikrát do roka v českém vydání a jednou v roce v anglické verzi. Předseda společnosti: Ing. Zdeněk Roth, CSc, SZÚ Praha, MSP, Šrobárova 48, 100 42 Praha 10, E-mail: roth@szu.cz. ISSN 1210-8022

Redakce: Dr. Gejza Dohnal, Jeronýmova 7, 130 00 Praha 3, E-mail: dohnal@fsik.cvut.cz.