Učitel matematiky

Renata Sikorová

Joost Bürgi a jeho antilogaritmy

Učitel matematiky, Vol. 11 (2003), No. 3, 136–151

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/150851

JOOST BÜRGI A JEHO ANTILOGARITMY

RENATA SIKOROVÁ

Objevení tabulek logaritmů je obvykle spojováno se jménem JOHNA NAPIERA (1550 – 1617), statkáře z Merchistonu. Ten publikoval své tabulky v roce 1614 v knížce pojmenované *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio* (Popis podivuhodného zákona logaritmování), která obsahovala pouze vlastní tabulky a popis zacházení s nimi. Metody samotného výpočtu tabulek a v menší míře úvahy, na kterých byly založeny, byly shrnuty v *Mirifici Logarithmorum Canonis Constructio* (Výklad konstrukce podivuhodného zákona logaritmování) a publikovány až posmrtně jeho synem v roce 1619.

Problémem zjednodušení výpočtů, hlavně násobení a dělení, se zabývalo mnoho lidí, ale objev velmi efektivního řešení pomocí logaritmů náleží právě Napierovi.

Velice málo je širší matematické veřejnosti známo o vynikajícím švýcarském mechanikovi, hodináři a matematikovi JOOSTU BÜRGIM (1552 – 1632), který nezávisle na Napierovi dospěl k obdobnému objevu. Joost Bürgi působil na dvoře císaře Rudolfa II. a neodmyslitelně patří mezi významné osobnosti rudolfínské Prahy. Protože uběhlo již 450 let od jeho narození, připomeňme si při této příležitosti práci, kterou vykonal na poli astronomie, techniky a matematiky.

Dětství a vzdělání

Joost Bürgi se narodil 28. února 1552 v Lichtensteigu v kantonu St. Gallen ve Švýcarsku. V rodném městě měl jen skromné podmínky pro studium, a tak se mu dostalo pouze základního vzdělání. Vyrůstal u svého děda, který byl kovářem a zámečníkem. Brzy se u něj projevil technický talent, vyučil se hodinářem. Po vyučení odešel do Štrasburku. Od té doby žil a působil v Německu a v Čechách, do své vlasti se již nevrátil.

Ve Štrasburku se v letech 1573 – 74 spolu s bratry Habrechtovými [1] podílel na stavbě astronomických hodin na věži místní katedrály. Hodiny navrhl matematik KONRAD DASYPODIUS (1531 – 1601), od něhož se Bürgi naučil základům vyšší matematiky. Bürgi byl v podstatě samouk, vzdělával se vlastním studiem, poznáním a zkušeností. Je vhodné zdůraznit, že všeho, čemu se naučil, dosáhl bez znalosti latiny.

Kariéra

Ve Štrasburku se Bürgi setkal s vévodou VILÉMEM IV. (1532 – 1592), lankrabětem z Hessu, který byl velkým milovníkem astronomie a na svém zámku v Kasselu vybudoval v roce 1560 první stálou hvězdárnu novověku v Evropě. Spolu s Vilémem na této hvězdárně jistou dobu prováděl pozorování i dánský astronom TYCHO BRAHE (1548 – 1601).

Vilém IV. rozpoznal Bürgiho nevšední talent a vybral si ho za svého mechanika a hodináře. A tak 25. července 1579 nastoupil Bürgi do služeb lankraběte jako dvorní hodinář. Žil v hlavním městě panství Kasselu, které se stalo jeho druhým domovem. V roce 1591 se za práci a služby svému pánovi stal řádným měšťanem Kasselu.

Zde se také oženil, za ženu si vzal Kateřinu, dceru faráře Davida Bramera z Felsbergu (u Kasselu). Po smrti faráře Bramera převzali do pěstounské péče Kateřinina mladšího bratra BENJAMINA BRAMERA (1588 – 1652). Bürgi jej vyučoval matematiku. Benjamin v ní velmi brzy našel zalíbení, zvláště ve spojení s architekturou. Měl velkou zásluhu na uveřejnění Bürgiho díla a v roce 1648 v Praze vydal jeho práci o geometrickém triangulačním přístroji [2].

V létě roku 1592 odjel Bürgi do Prahy k císaři RUDOLFU II. (1552 – 1612), aby mu odevzdal stříbrný hvězdný glóbus (vlastnoručně vyrobené astronomické hodiny s pohyblivými planetami) a kružítko. Císař byl velmi spokojen s jeho prací a chtěl ho mít ve svých službách. Vilém však Bürgimu v odchodu na dvůr svého

[1] ISAAK (1544 – 1620) a JOSIAS (1552 – 1572) HABRECHT DE SCHOFFHAUSE

[2] Druhé vydání vyšlo v Kasselu v roce 1684 [2].

synovce Rudolfa II bránil.

Než Bürgi dostal svolení odejít do stálé služby k císaři, navštívil Prahu oficiálně jako služebník svého pána [3] ještě dvakrát. V roce 1604 nastoupil na místo dvorního hodináře s platem 60 zlatých měsíčně, což bylo na tehdejší dobu poměrně hodně. Od té doby pracoval na dvoře císaře Rudolfa II. a později jeho následníků MATYÁŠE (1557 – 1619) a FERDINANDA II. (1578 – 1637). V Praze se seznámil s vynikajícím astronomem a matematikem JOHANNEM KEPLEREM (1571 – 1630), který působil na dvoře v letech 1600 – 1612. Během spolupráce se sblížili a časem mezi nimi vzniklo trvalé přátelství. Spolu s ním vykonali mnoho na poli techniky, astronomie a matematiky. A protože Kepler stál před úkolem zpracovat velké množství měření, které po sobě zanechal Tycho Brahe, spolupráce s Bürgim přinesla zlaté ovoce. Bürgi Keplerovi pomáhal v pozorování, jelikož Kepler, jak sám napsal, měl „k pozorování chabý zrak". Především mu však prospěl v oblasti matematiky, kde se zasloužil o zjednodušení počtů vynálezem logaritmických tabulek, o nichž se zmíníme později.

Doba odchodu Bürgiho z Prahy není přesně známa. Některé zdroje ([15]) ji kladou do roku 1622. Patrně však Bürgi odešel mnohem později – na sklonku roku 1631. Svědčí o tom např. doklad o výplatě cestovních výloh za cestu z Prahy i Bramerova poznámka v předmluvě k [2]. Bürgi se vrátil zpět do Kasselu, kde 31. ledna 1632 ve věku nedožitých osmdesáti let zemřel.

Zásluhy na poli mechaniky a astronomie

1. Bürgiho hodinové stroje

Po dobu služby na zámku v Kasselu se Bürgi věnoval především pozorování hvězd spolu s Vilémem IV. a dvorním astronomem CHRISTOPHEM ROTHMANNEM (cca 1550 – cca 1605). Ze svých pozorování a měření sestavili katalog hvězd. Z pozorovacích přístrojů používali zejména sextanty k měření úhlových vzdáleností hvězd a kvadranty k měření výšek a azimutů. Bürgi je upravoval podle nejnovějších požadavků Tychona Brahe. K průchodu

[3] Po smrti Viléma IV. v roce 1592 jím byl vévoda MORITZ (1572 – 1632).

hvězd místním poledníkem byly používány hodiny s minutovým ukazatelem. Taková přesnost však nestačila, proto Bürgi v roce 1585 sestrojil observační hodiny opatřené sekundovým ciferníkem. Tyto hodiny později zdokonalil a opatřil zvláštním druhem nepokoje, tzv. křížovým hrotem. Byly to v té době nejpřesnější hodiny, rozcházely se o necelou minutu za jeden den.

Řada starších literárních pramenů připisovala Bürgimu epochální nápad použít kyvadla jako oscilátoru hodin, a to ještě před Galileem a Huygensem. Tento problém objasnil teprve Hans Berthele ve studii uveřejněné v roce 1955, ve které vyvrátil domnělé Bürgiho prvenství [1].

Hodinové stroje montoval Bürgi také do demonstračních přístrojů a pohyblivých glóbů. Jeho glóby a hodiny byly mistrovskými díly. V Praze sestrojil např. planetové hodiny a hodiny z horského křišťálu, které jsou uloženy ve Vídni. První z nich kromě vysoké umělecké úrovně vynikají neobvyklým regulátorem chodu ve tvaru rotujícího větrníku, umístěného v podstavci hodin. Tento větrníkový regulátor, používaný v různých obměnách četnými pozdějšími hodináři, udržoval mechanismus hodin v plynulém pohybu, na rozdíl od klasických kolečkových hodin s pohybem přerušovaným. Neméně zajímavé je řešení astronomické části mechanismu, zobrazujícího snad poprvé v dějinách astronomie Koperníkův heliocentrický planetový systém. Za vrchol mistrovství lze pokládat jeho druhé astronomické hodiny z horského křišťálu, s bohatě vyřezávaným podstavcem a číselníky. Hodiny měly tři číselníky, které sloužily k měření hodinových, minutových a sekundových intervalů; šlo tedy o systém, který byl u astronomických přístrojů zaveden mnohem později – v 18. století. Bürgiho hodiny jsou tedy pravděpodobně nejstaršími známými hodinami se sekundovým měřením času.

Mimo technických novinek jsou Bürgiho hodiny pozoruhodné i neobvyklou schránkou z horského křišťálu s bohatou ornamentální výzdobou. Neobvyklé zpracování zřejmě bezprostředně ovlivnil panovník zajímající se o rytectví a o nový obor rudolfínské éry – broušení a rytí skla.

2. Bürgiho sextant zvaný „Byrganius"

Bürgi zhotovil také sextant, který je dnes ve sbírkách Národního technického muzea v Praze. Přístroj není signován, datován ani označen jménem výrobce. Předpokládalo se o něm, že byl pravděpodobně přenesen do Prahy z Uraniborgu Tychonem Brahe kolem roku 1600. Po bližším prozkoumání se však tento sextant jeví jako práce Joosta Bürgiho, zvláště s ohledem na systém vyztužení těla sextantu, okulárový vizír se třemi štěrbinami či očividná nechuť přístroj zdobit (více o této problematice v [9]).

Jedná se pravděpodobně o přístroj, který byl objednán baronem Hoffmanem a dán k užívání Keplerovi. Ten skutečně v Praze užíval sextant, kterému v době počátku svého pražského pobytu říkal „Hoffmannius". Později, v roce 1628, pozoroval sextantem, kterému říkal „Byrganius". Bürgiho sextant tedy tehdy v Praze nesporně byl a je pravděpodobné, že i zůstal a skončil ve sbírkách tzv. matematického muzea [4]. „Byrganius" a „Hoffmannius" jsou pravděpodobně jeden a týž přístroj, kterému Kepler nejprve z vděčnosti k mecenáši říkal podle objednatele, později, víc než deset let po jeho smrti, podle výrobce, který byl jeho dobrým přítelem.

3. Pumpa bez záklopek

Pro rozvoj astronomie a početních metod mělo však největší význam pracovní setkání s Keplerem. Ve svých pracích se Kepler velmi často a pochvalně zmiňoval o Bürgim jako o velkém pomocníkovi a oddaném příteli. Jejich spolupráce začala na poli techniky. Podle Keplerova návrhu Bürgi sestrojil funkční model pumpy pohánějící malý vodotrysk. Bylo to bezzáklopkové čerpadlo, v němž byl píst se záklopkami nahrazen dvěma ozubenými koly těsně do sebe zapadajícími. Princip takového čerpadla byl znám již LEONARDU DA VINCI (1452 – 1519), jeho realizace však nebyla v jeho době technicky možná.

---

[4] *Musaeum Mathematicum Collegii Clementini*, nejstarší veřejné muzeum v českých zemích a jedno z nejstarších v Evropě. Bylo ustanoveno oficiálně v roce 1722 (i když první písemná zmínka pochází už z roku 1638), bylo součástí klementinské koleje Tovaryšstva Ježíšova.

4. Přístroje pro zeměměřiče

Pro praktické geometry Bürgi sestrojil triangulační přístroj, pomocí něhož bylo možné měření vzdálenosti bodu od místa pozorovatele na základě dvou pozorování z blízkých bodů. V dnešní geodézii se této metodě říká protínání vpřed. K tomuto přístroji vydal samostatnou publikaci a v roce 1602 k němu obdržel císařské privilegium (Na Obr. 1 je mědirytina proponovaná jako titulní list k tomuto spisu. Bürgiho portrét uprostřed byl do něj vyryt až v roce 1619.). Jeho další konstrukcí byl přístroj k perspektivnímu kreslení založený na principu theodolitu, vhodný k mapování terénu. Bürgi také sestrojil redukční kružítko s posuvnou hlavou k měnitelnému poměru, které dostalo jeho jméno. Popis tohoto kružítka byl proveden LEVINEM HULSIEM v roce 1604 ve spisu nazvaném *Der mechanischen Instrumenten.*

Všechny Bürgiho přístroje vynikaly neobyčejnou nápaditostí konstrukce i precizností provedení, což mu zajistilo evropskou proslulost. Většinu svých přístrojů zhotovil pro hvězdárnu v Kasselu, celou řadu jich však najdeme v různých vědeckých centrech v Evropě.

Objev logaritmů

Bürgi se zabýval usnadněním matematických výpočtů velmi důležitých pro astronomii, hlavně při řešení úloh sférické trigonometrie. Šlo o zjednodušení výpočtů tabulek hodnot goniometrických funkcí, které byly osmi i vícemístné. Snažil se pomocí něho nahradit násobení a dělení sčítáním a odčítáním, a podobně umocňování a odmocňování násobením a dělením. S prací začal již v roce 1585. Jeho tabulky *Canon Sinuum*, pocházející z 90. let 16. století, využíval Kepler při svých výpočtech právě pro určování hodnot goniometrických funkcí. Kolem roku 1611 byl Bürgi s prací pravděpodobně hotov. S vydáním publikace velmi otálel, a tak patrně přišel o své prvenství. Jeho tabulky *Arithmetische und geometrische Progress Tabulen* (Pokrokové aritmetické a geometrické tabulky) vyšly v Praze až v roce 1620 ([3]). Mezitím ho předstihl John Napier. Napier pracující nezávisle na Bürgim tak

Obr. 1

pojmenoval nový vynález jako logaritmy.

O prioritě Bürgiho výsledků však svědčí zmínka o „metodě na zjednodušení výpočtů" v dopise astronoma jménem REIMARUS URSUS DITHMARUS (1550 – 1600) z roku 1588 a také poznámky Keplera v tzv. Rudolfínských tabulkách (1627, Ulm). Bürgi, „člověk váhavec a strážce svých tajemství opustil plod při porodu a nevychoval jej k veřejnému užitku ... jeho tabulky vznikly mnoho let před Napierovým vydáním" [8] [5].

Bürgiho tabulky využíval především Kepler [6], avšak jinak se příliš nerozšířily. Jednak kvůli pozdní publikaci, jednak proto, že byly uspořádány podle logaritmů a nikoli podle čísel. Byly to tedy jakési tabulky antilogaritmů. Také k nim nebyl návod. Ten Bürgi vypracoval, ale existoval pouze v rukopise a nevešel tudíž ve všeobecnou známost. Rukopis se ztratil a byl objeven až v polovině 19. století a teprve potom vydán tiskem ([6]). Používání tabulek tedy bylo nesnadné i pro odborníky.

Mimo to se Bürgi, podobně jako i John Napier, snažil vyvarovat používání desetinných zlomků, a jeho definice logaritmů byla složitější než bylo nutné. Ukážeme si nyní podrobněji, jak jeho definice logaritmů vypadala.

Logaritmy

Při úpravě výrazů, v nichž se objevují hodnoty goniometrických funkcí, využíval Bürgi metodu tzv. prosthaferéze. Spočívala v hledání formulí, v nichž bylo násobení a dělení nahrazováno sčítáním a odčítáním. Je možné, že se dozvěděl [7] o díle německého matematika MICHAELA STIFELA (1486 – 1567) *Arithmetica Integra* (1544), ve kterém autor přiřazuje členy geometrické posloupnosti k členům posloupnosti aritmetické, jak ukazuje tabulka níže.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	...
1	2	4	8	16	32	64	128	256	...

[5]"... qui ..., Justo Byrgio multis annis ante editionem Neperianam viam praeiverunt ad hos ipsissimos logarithmos. Etsi homo cunctator et secretorum custos foetum in partu destituit, non ad usos publicos educavit."

[6]Kepler si později vytvořil vlastní tabulky (vydané 1624), více viz [7].

[7]pouze zprostředkovaně, protože neuměl latinsky, pravděpodobně od matematika SIMONA JACOBA (1510 – 1564)

Z tabulky je patrné, že násobení členů ve druhém řádku (např. $8 \times 32 = 256$) odpovídá sčítání odpovídajících členů v řádku prvním $(3 + 5 = 8)$. [8] Možný postup při zjednodušení násobení je zřejmý. Uvedená množina čísel, které bychom mohli násobit, je sice poněkud řídká, ale princip užití aritmetické a geometrické posloupnosti je z příkladu dobře patrný.

Pokusme se nyní tento jednoduchý příklad zobecnit. Budeme uvažovat aritmetickou posloupnost s prvním členem 0 a diferencí d a geometrickou posloupnost, která bude mít první člen a a kvocient q, viz tabulka níže.

Aritmetická posloupnost	Geometrická posloupnost
0	a
d	aq
$2d$	aq^2
$3d$	aq^3
$\vdots$	$\vdots$
md	aq^m
$\vdots$	$\vdots$
nd	aq^n
$\vdots$	$\vdots$
$(m+n)d$	aq^{m+n}
$\vdots$	$\vdots$

Když x a y jsou dvě čísla, jejichž součin potřebujeme znát, a jsou to členy geometrické posloupnosti, $x = aq^m$ a $y = aq^n$, pak jejich součin dělený číslem a, $xy/a = aq^{m+n}$, se objeví v pravém sloupci naproti členu $(m + n)d$ v levém sloupci. Když číslo a je mocninou 10, pak po vynásobení číslem a, abychom obdrželi $xy = ax^m \cdot ax^n = a(ax^{m+n})$, jednoduše posuneme desetinnou čárku,

[8] Při moderním zápisu mocnin bychom mohli geometrickou posloupnost zapsat jako posloupnost mocnin čísla 2 $(2^0, 2^1, 2^2, \dots)$, aritmetická posloupnost v prvním řádku je pak posloupností exponentů u čísla 2.

sama tabulka tak redukuje problém násobení x a y na sčítání přirozených čísel m a n.

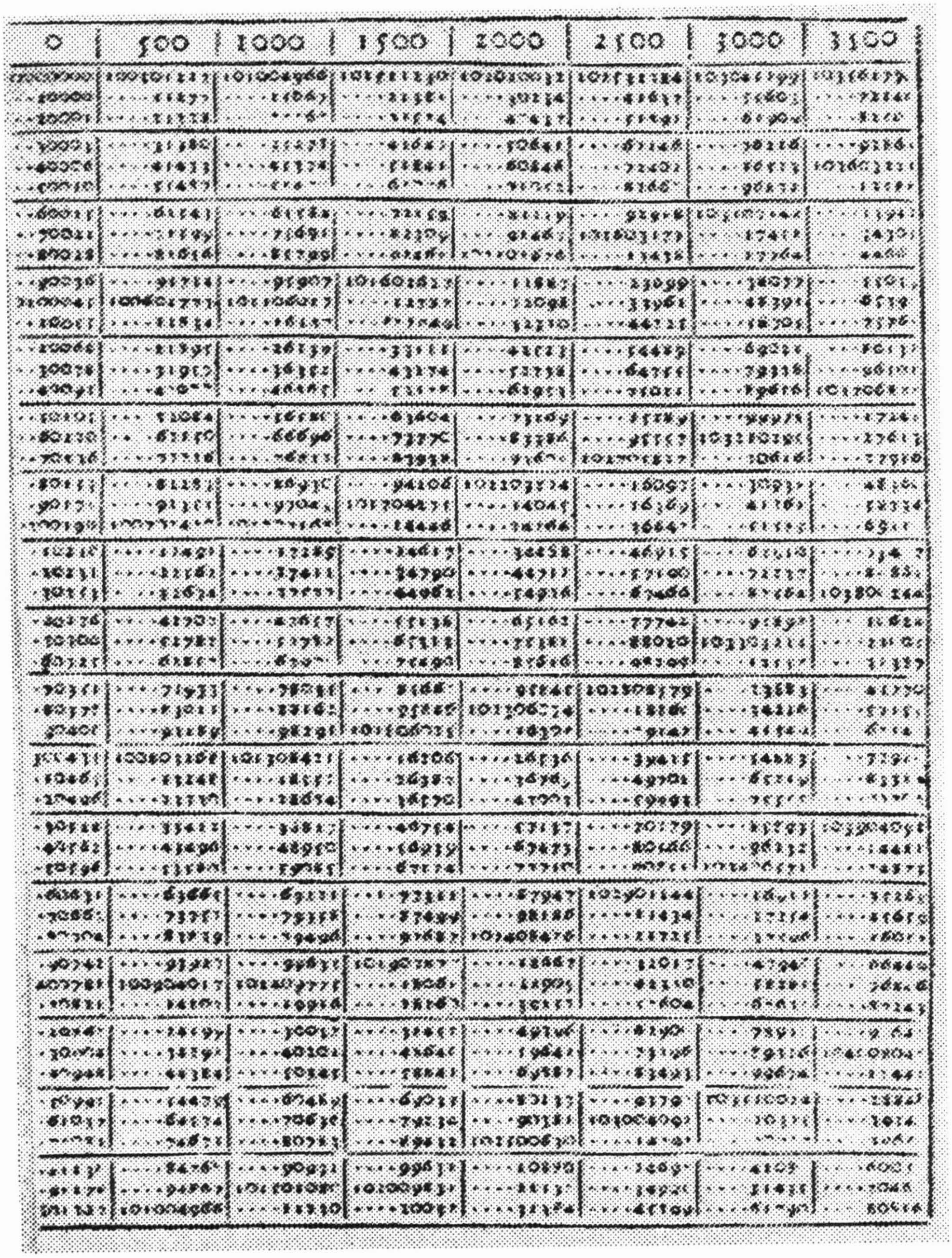
Joost Bürgi sestavil takovou tabulku s $d = 10$, $a = 10^8$, $q = 1 + 10^{-4}$. Hodnota q byla volena velmi blízko jedné, takže položky po sobě následující v pravém sloupci jsou velmi blízko sebe.

$1 \cdot 10$	$10^8(1 + 10^{-4})$
$2 \cdot 10$	$10^8(1 + 10^{-4})^2$
$3 \cdot 10$	$10^8(1 + 10^{-4})^3$
$\vdots$	$\vdots$
$n \cdot 10$	$10^8(1 + 10^{-4})^n$
$\vdots$	$\vdots$

Hlavní část jeho tabulky byla vytištěna ve dvou barvách: červenou byly tištěny logaritmy a černou samotná čísla. [9] Na Obr. 2 vidíme jednu stránku tabulky: čísla podél horní čáry a levý sloupec jsou červená čísla (odpovídající $10n$ v naší tabulce). Černá čísla, která vyplňují zbytek tabulky, tvoří geometrickou posloupnost, jejíž n-tý člen je $10^8(1 + 10^{-4})^n$. Tedy např. červenému číslu 2620 (10×262) by mělo odpovídat černé číslo 102654489. Výsledek najdeme v 13. řádku, 6. sloupci – je správně.

Na titulní straně této knihy (Obr. 3) je tabulka uspořádaná do soustředných kružnic, která by měla být jakýmsi přehledem jeho tabulek. Obsahuje červená čísla na vnější kružnici počínaje 5000 ($= 10 \times 500$), kterému odpovídá černé číslo (na vnitřní kružnici) 105126407, a v krocích po pěti tisících pokračuje až k číslu 230000. Jako poslední je uvedeno číslo přibližně rovno 230270, které by mělo odpovídat 10^8. Ve skutečnosti 5000 odpovídá číslu 105126847 a 230270 číslu 999999800. Nicméně všechny ostatní výsledky na kružnici jsou buď správné, nebo v několika případech se liší o 1 na posledním místě. Všimněme si na Obr. 3, že je u čísla odpovídajícímu 5000 vložena ručně psaná správná hodnota 84 (místo

[9] Podle tohoto schématu se pravděpodobně později konstruovalo kruhové logaritmické pravítko.



0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500

Obr. 2

40), Bürgi si tedy byl vědom chyby a opravil ji.

Vysvětlující text k tabulce, jak je podán v [6], ukazuje, že Bürgi už měl zápis pro desetinnou čárku. Všimněme si např. čísla $23027\dot{0}022$ ve středu kruhové tabulky: tečka nad 0 označuje jednotky, číslo bychom tedy měli číst jako 230270,022. Tudíž $1.0001^{230270{,}022} = 10^8 \times 10^2$ (s chybou asi 8 v 10^8).

V [6] také nalezneme způsob, jak Bürgi s tabulkami zacházel. Uvažujme jeho příklad nalezení čtvrté úměrné k číslům $A = 945919848$, $B = 100160120$, $C = 880122800$, tj. čísla D, které splňuje rovnici $A/B = C/D$ [10]. Jejich červená čísla jsou postupně $\alpha = 22471\dot{0}$, $\beta = 16\dot{0}$, $\gamma = 21750\dot{0}$. Bürgi si vyjádřil $D = (BC)/A$ a všiml si, že $\beta + \gamma < \alpha$. Aby mohl pro výpočet použít své tabulky, vytvořil $\delta' = \beta + \gamma - \alpha + \varepsilon$, kde $\varepsilon = 23027\dot{0}022$ je červené číslo k 10^8. Tak obdržel $\delta' = 22322\dot{0}022$, což odpovídá 931931024. Tedy čtvrtá úměrná je 93193102,4.

Z uvedeného příkladu je zřejmé, že si Bürgi vystačil s 23027 položkami v tabulce, protože $(1 + 10^{-4})^{23027} \cong 10$. K počítání s jinými čísly lze jednoduše využít posunu desetinné čárky.

Aproximace přirozených logaritmů

Vhodným posunutím desetinné čárky lze také v Bürgiho tabulce aproximovat přirozené logaritmy, jejichž základ tvoří Eulerovo číslo e. Například napišme

$$\mathrm{Bog}\, x = n \times 10^{-4}, \quad \text{když } x = (1 + 10^{-4})^n,$$

a uvažujme následující variantu Bürgiho tabulky.

$\mathrm{Bog}\, x$	x
1×10^{-4}	$(1 + 10^{-4})^1$
2×10^{-4}	$(1 + 10^{-4})^2$
$\vdots$	$\vdots$
$n \times 10^{-4}$	$(1 + 10^{-4})^n$
$\vdots$	$\vdots$

[10] Pro nás je tento příklad typickým příkladem na tzv. „trojčlenku“.

Aritmetische vnd Geometrische Progress
Tabulen/sambt gründlichem vnterricht/wie solche nützlich
in allerley Rechnungen zugebrauchen/vnd verstanden werden sol.

Die gantze Rote Zahl
230270022.

Die gantze Schwartze Zahl
1000000000.

Gedruckt/ In der Alten Stadt Prag/ bey Paul
Sessen/der Löblichen Universitet Buchdruckern/ Im Jahr 1620.

Obr. 3

Abychom věděli, co „Bog" ve skutečnosti znamená, napišme

$$x = (1 + 10^{-4})^n = [(1 + 10^{-4})^{10^4}]^{n \times 10^{-4}},$$

tedy

$$\operatorname{Bog} x = log_{[(1+10^{-4})^{10^4}]}\, x.$$

Ale $(1 + 10^{-4})^{10^4} = 2,7184593 \cong e$ na 4 platné cifry, takže upravený Bürgiho logaritmus $\operatorname{Bog} x$ je „skoro" *přirozený* logaritmus x.

Dříve se u nás používal název „přirozené logaritmy" pro logaritmy Napierovy. Kdybychom ale podobně uvažovali o Napierových logaritmech, dospějeme k tomu, že jejich základ je přibližně roven $1/e$. Navíc tyto logaritmy ještě nesplňovaly základní funkcionální rovnici pro logaritmy (více viz [5]). Bürgiho logaritmy ve tvaru, v jakém jsme je výše definovali, zákony logaritmování splňují:

$$\begin{array}{lll} \forall x, y \in \mathbb{R} & (x > 0 \wedge y > 0) & \operatorname{Bog} xy = \operatorname{Bog} x + \operatorname{Bog} y, \\ \forall x, a \in \mathbb{R} & (x > 0) & \operatorname{Bog} x^a = a\operatorname{Bog} x. \end{array}$$

Napierovy tabulky přepracoval na tabulky logaritmů o základu 10 (dekadických) anglický profesor matematiky HENRY BRIGGS (1561 – 1631). Ten Napiera nejprve navštívil v jeho sídle ve Skotsku a předložil mu návrh na zjednodušení jeho tabulek. Napier už však byl v pokročilém věku neměl sílu tabulky přepracovat. Briggs se tedy ujal tohoto úkolu a v roce 1624 publikoval své výsledky pod názvem *Logarithmica arithmetica.* Dekadické logaritmy byly pro výpočty nejvhodnější. Zacházení s logaritmickými tabulkami a pravítky bylo dlouho (ještě v druhé polovině minulého století) v látce matematiky na střední škole (včetně interpolace apod.).

Slovo závěrem

Joost Bürgi patřil k významným osobnostem vědy a techniky doby renesance, rozsah jeho práce byl vskutku obdivuhodný. Jeho přístup k vědeckému bádání byl univerzální, dokázal přístroj vymyslet, prakticky zkonstruovat, použít jej k pozorování a vyhodnotit výsledky. Patřil ke geniálním hodinářům a konstruktérům přístrojů. Vynikající byly i jeho matematické výzkumy. Brahe jej nazval „druhým Archimédem" a podle Keplera byl „tvůrcem automatů".

To hlavní, co bych chtěla podtrhnout, byl objev nádherného algoritmu, který umožňoval naprosto mechanicky převádět složité výpočty výrazů, které se tehdy jinými způsoby snad ani počítat nedaly. Neboť jak by se byl do té doby jinými způsoby vypočetl výsledek umocnění čísla 3,158 číslem 2,853? Avšak pomocí logaritmů je to docela jednoduché, protože se celý výpočet převede na násobení dvou čísel. Pravda, nauka o logaritmech potřebovala ještě doplnění, zejména pokud jde o vztah mezi oběma operacemi. Potřebovaly se také lépe propracovat vzájemné vztahy mezi logaritmy o různých základech. To všechno provedl teprve veliký švýcarský matematik LEONHARD EULER (1707 – 1783) v 18. století. Avšak základní algoritmus tu již byl a to ostatní, zejména důležitost Eulerova čísla jakožto základu tzv. přirozených logaritmů a přechod k funkčnímu chápání logaritmů (což byl velký krok oproti chápání tabulkovému), nedalo na sebe již dlouho čekat.

Literatura

[1] Hans Berthele, *Jost Burgis Beitrag zur Formenentwicklung der Uhren*, Jahrbuch der kunsthistorischen Sammlungen, Wien, 1955

[2] Benjamin Bramer, *Apollonius Cattus*, Kassel, 1684

[3] Joost Bürgi, *Arithmetische und geometrische Progress Tabulen, sambt grünndlichem unterricht wie solche nützlich in allerley Rechnungen zugerbrauchen und verstanden werden sol*, Löblichen Universitet Buchdruckern, Praha, 1620

[4] Moritz Cantor, *Vorlesungen über Geshichte der Mathematik, Band II (1200 – 1668)*, B.G. Teubner, Leipzig, 1892

[5] C. H. Edwards, *The historical development of the calculus*, Springer, New York, 1979

[6] Gieswald, *Justus Byrg als Mathematiker und dessen Einleitung in seine Logarithmen*, Gdańsk, 1856

[7] Herman H. Goldstine, *A history of numerical analysis from the 16th through the 19th century*, Springer Ver., New York, 1977

[8] Zdeněk Horský, *Kepler v Praze*, Mladá fronta, Praha, 1980

[9] Zdeněk Horský, *Sextant Joosta Bürgiho*, *Sborník Národního technického muzea* **5**(1968) Praha,

[10] Zdeněk Horský, *Astronomy Gnomonics*, Národní technické muzeum, Praha, 1968

[11] František Jáchim, *Tycho Brahe, Hvězdářova Odysea z Dánska do Čech*, Eminent, Praha, 2000

[12] Eli Maor, *The Story of a Number*, Princeton University Press, Princeton, 1994

[13] S. Michal, *Hodiny – Od gnómonu k atomovým hodinám*, SNTL, Praha, 1980

[14] Antonín Švejda, *Jost Bürgi – 450 let od narození*, *Věda a technika mládeži* 5 **3**(2002)

[15] Zikmund Winter, *Řemeslnictvo a živnosti 16. věku v Čechách*, Česká akademie císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění, Praha, 1909

Mgr. Renata Sikorová
doktorandka MFF UK Praha
Sokolovská 83
186 00 Praha 8
e-mail: sikorova@provys.com