

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Alena Hadravová; Petr Hadrava

Unikátní astronomický přístroj posledních Přemyslovců

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 59 (2014), No. 1, 27--32

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/143736>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2014

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



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

Unikátní astronomický přístroj posledních Přemyslovců

Petr Hadrava, Alena Hadravová, Praha

Literární historik Jaroslav Kolár zaznamenal ve své vzpomínce na Zdeňka Horského zajímavé svědectví o jejich návštěvě knihovny Mikuláše Kusánského v Bernkastel-Kues při příležitosti československo-německé konference o humanismu v českých zemích ve Walberbergu bei Brühl v září 1985: „Součástí knihovny je sbírka Cusanových astronomických přístrojů a pomůcek včetně nejstaršího známého hvězdného glóbu. Zdeněk Horský jej do té doby znal jen z literatury – ale jak znal! Okamžitě improvizoval před vitrínou výklad o glóbu i přístrojích, nastínil způsob, jak by bylo třeba údaje na glóbu proměřit a vědecky zpracovat, nezatajil ani svou hypotézu, že aspoň část Cusanových přístrojů patřila původně pražskému astronomu Janu Šindelovi. Strhl své posluchače a výsledkem improvizace se stal plán na delší Horského studijní pobyt v SRN, aby mohl glóbus i přístroje zpracovat pro vědeckou publikaci“ [8]. K pobytu ani zpracování sbírky přístrojů Mikuláše Kusánského se však Zdeněk Horský do své smrti v květnu 1988 již nedostal a nedochoval se ani žádný nástin jeho představ o postupu měření glóbu.

Od Horského návštěvy v Bernkastel-Kues uplynulo celé čtvrtstoletí, když v listopadu 2010 byl nebeský glóbus spolu se dvěma rukopisy astronomického obsahu a patrně bohemikální proveniencí (Cus 207 a Cus 208) ze sbírky Mikuláše Kusánského (1401–1484) zapůjčen do Prahy na výstavu „Královský sňatek – Eliška Přemyslovna a Jan Lucemburský 1310“. Podle vlastnoručního přípisku¹ totiž Mikuláš Kusánský zakoupil přístroj i rukopisy současně, neznámo kde a z jakého zdroje. Předpokládá se, že však původně patřily do astronomické sbírky posledních Přemyslovců, buď Přemysla Otakara II. nebo jeho syna Václava II., a roku 1420 je císař Zikmund vyvezl do Německa. Ostatně i Lucemburk Václav IV. navázal na sběratelskou tradici astronomických a astrologických rukopisů; bohatě iluminované manuskripty z jeho kolekce jsou dnes ciméliemi vídeňské a mnichovské knihovny. Předměty z majetku Mikuláše Kusánského proto poskytují cenné svědectví o vysoké kulturní úrovni pražského královského dvora ještě z doby před nástupem Lucemburků na český trůn.

Kurátorka výstavy „Královský sňatek“ Klára Benešová z Ústavu dějin umění AV ČR nás při té příležitosti požádala o napsání katalogového hesla o přemyslovském

Tento příspěvek byl určen do čísla PMFA 3/2013, věnovaného památce dr. Zdeňka Horského.

¹„Roku 1444 jsem já, Mikuláš Kusánský, ... koupil velký glóbus, astroláb a torkvétum, (Ptolemaiov) *Almagest* a dalších patnáct knih za 38 rýnských zlatáků“ (rukopis Cus 211, fol. 1r).

Doc. RNDr. PETR HADRAVA, DrSc., Astronomický ústav AV ČR, v. v. i., Boční II/1401, 141 31 Praha 4, e-mail: had@sunstel.asu.cas.cz, PhDr. ALENA HADRAVOVÁ, CSc., Kabinet dějin vědy ÚSD AV ČR, v. v. i., Puškinovo nám. 9, 160 00 Praha 6, e-mail: hadravova@usd.cas.cz

nebeském glóbu [4]. S dostupnou literaturou jsme se tedy seznámili ještě dříve, než jsme měli příležitost spatřit hvězdný glóbus na vlastní oči. V české literatuře byla o přemyslovském glóbu k dispozici jen stručná zmínka Vratislava Vaníčka [10], založená na tradičním předpokladu, že glóbus daroval králi Přemyslu Otakaru II. (1233–1278) jeho bratranec, král Alfons X. Kastilský (1221–1284), zvaný – na počest jeho mecenášství i osobního zapojení v astronomii – Moudrý. Základním a nenahraditelným zdrojem informací o glóbu je německá Hartmannova studie z roku 1919 [7], do níž autor prozřívavě zařadil i osm fotografií detailů glóbu. Právě tyto fotografie nám umožnily prozkoumat glóbus po stránce astrometrické i ikonografické ještě před jeho zapůjčením do Prahy. Po zakončení výstavy a přípravě glóbu k odvozu jsme dostali příležitost fotodokumentaci doplnit, čehož se laskavě ujal fotograf Martin Frouz. Již prosté porovnání pohledu na vystavený glóbus s historickými Hartmannovými fotografiemi však ukázalo smutnou skutečnost, že za poslední necelé století glóbus značně ztratil na své zřetelnosti. Pro většinu návštěvníků výstavy tak tento vzácný poklad zůstal upozaděn, přezářen leskem dalších artefaktů expozice.

Přemyslovský hvězdný glóbus má průměr 27,2 cm, je dutý, vyrobený z březového dřeva, potažený plátnem a vrstvou sádry, do níž jsou vyryty značky poloh hvězd i obrazce souhvězdí. Na glóbu není žádný nápis ani číslo umožňující paleografické datování. Již Hartmann však glóbus datoval do druhé poloviny 13. století podle typu helmy vyobrazené na hlavě postavy Persea. Kolárovou výše citovanou charakteristiku glóbu jako nejstaršího známého předmětu svého druhu je však třeba upřesnit: přemyslovský glóbus je nejstarší dochovaný glóbus pocházející z křesťanské Evropy. Ve světových sbírkách se nachází několik dalších soudobých i o něco starších bronzových islámských hvězdných glóbů a existují také tři (spíše dekorativní) antické glóby, z nichž nejznámější je mramorový glóbus nesený na plecích Atlanta Farnese (římská kopie ztraceného řeckého originálu pocházející z doby kolem roku 150 n. l.) v Národním archeologickém muzeu v Neapoli.

Typově je přemyslovský glóbus unikátní – jde totiž zřejmě o jedinou dochovanou reflexi přesných antických přístrojů, na něž postupně navázala islámská tradice i křesťanská Evropa. Tento závěr vyvozujeme ze dvou skutečností: z ikonografie souhvězdí, která je blízká popisům v antických pojednáních o souhvězdích, a z vlastní konstrukce glóbu. Díky tomu, že již dlouho před zahájením přípravy zmíněné výstavy A. H. dokončovala český překlad textu o souhvězdích Gaia Iulia Hygina z přelomu letopočtu a posuzovala jeho návaznost na starší arátovsko-eratosthenovskou tradici z 3. století př. n. l., bylo z Hartmannových fotografií okamžitě zřejmé, že vyobrazená souhvězdí na přemyslovském glóbu by mohla až na dílčí středověké aktualizace sloužit jako ilustrace k antickým textům; tak vysoká míra shody panuje mezi obrazy na glóbu a starověkými popisy v Arátových *Jevech na nebi (Fainomena)*, Pseudo-Eratosthenových *Zhvězdňeních (Katasterismoi)* a Hyginově *Astronomii (De astronomia)*. Ikonografie přemyslovského glóbu nevykazuje výrazné arabizující prvky [2], [6], jak je známe např. z iluminací as-Súfiho katalogu hvězd v jeho latinském překladu (jeden exemplář skupiny opisů zvané *al-Sufi Latinus* chová i knihovna Královské kanonie premonstrátů na Strahově) nebo z edice alfonsinského katalánsky psaného díla *Libros del saber de astronomía* [9]. Na základě obdobného postřehu zpochybnila alfonsinský původ přemyslovského glóbu také M. Comes [1].

Jako nejpravděpodobnější se jeví hypotéza, že vznik přemyslovského glóbu je něja-



Obr. 1. Přemyslovský nebeský glóbus z Bernkastel-Kues na lucemburské výstavě v Praze, v domě U Kamenného zvonu (9. února 2011)

kým způsobem spjat se sicilských dvorem císaře Fridricha II. Hohenštaufského (1194–1250) a že navazuje přímo na řecké tradice udržované v jižní Itálii a na Sicílii a podporované Fridrichem II. Právě na císařově dvoře a na jeho žádost sepsal kolem roku 1220 své pojednání o souhvězdích, navazující na zmíněné antické vzory (zejména Hygina), Michael Scotus, Fridrichův dvorní astrolog. Autograf pojednání se nedochoval, není však jistě náhoda, že vedle silné skupiny severoitalských opisů práce tvoří druhou nejvýraznější rodinu opisů české provenience. Podle Fridrichova vzoru usiloval o císařský titul a lesk svého dvora, projevující se mj. podporou vědy a vzdělanosti, nejen Alfons X., ale také Přemysl Otakar II., kteří byli syny Fridrichových sestřenic, sester Alžběty Švábské a Kunhuty Štaufské.

Z astronomického hlediska se přemyslovský glóbus liší od všech nám známých glóbů libovolné doby i místa vzniku tím, že je konstruován jako univerzální precesní glóbus.

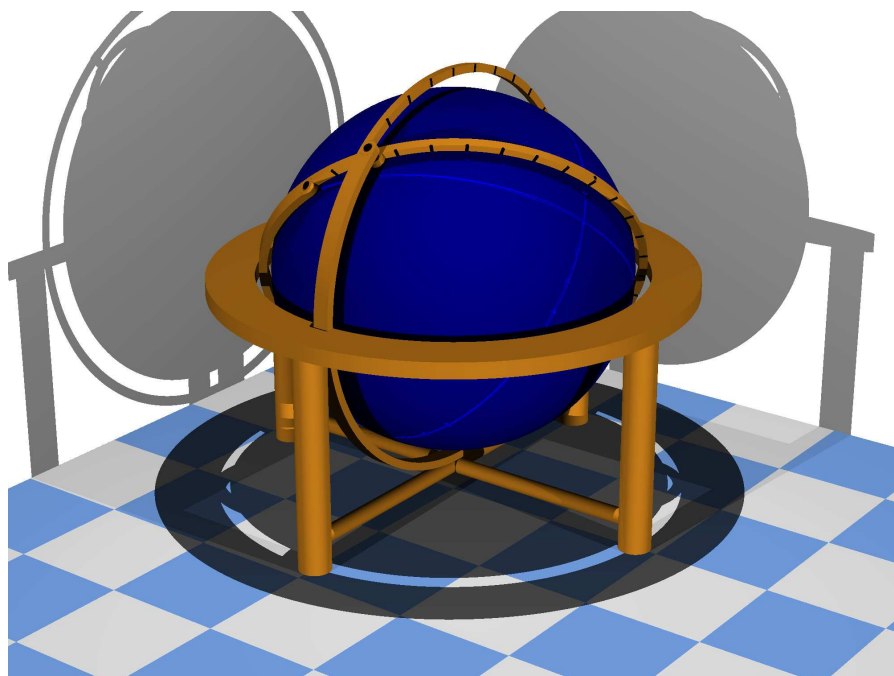
Jak je známo z astronomie, zemská osa vlivem momentu slapových sil způsobovaných hlavně Sluncem a Měsícem opisuje mezi hvězdami kolem pólu ekliptiky precesní kužel s periodou přibližně 26 000 let. Rovníkové souřadnice hvězd uváděné v katalogích nebo vynášené na běžných hvězdných glóbech se proto pomalu mění a musejí být přepočítávány k příslušnému historickému období, v němž mají být užívány. Ptolemaios však tento problém vyřešil alespoň přibližně na jemu dostupné úrovni přesnosti tím, že ve svém katalogu hvězd v *Almagestu* uvedl ekliptikální souřadnice, v nichž šířka zůstává konstantní a délka roste rovnoměrně s časem. Toto přiblížení pak modeluje také konstrukce univerzálního precesního glóbu, kterou popsal v *Almagestu*. Polohy hvězd a ekliptiky jsou na přístroji vyneseny v ekliptikálních souřadnicích. Glóbus je otočný kolem pólů ekliptiky vůči vnitřnímu prstenci, nesoucímu stupnici ekliptikálních šířek. Ve vzdálenosti rovné sklonu rovníku k ekliptice (přibližně $23,5^\circ$) od osy procházející póly ekliptiky jsou na prstenci čepy odpovídající zemské ose, kterou tak lze nastavit pro libovolnou epochu. Kolem těchto čepů se pak vnitřní prstenec i s vlastním glóbem otáčí ve vnějším prstenci, znázorňujícím místní poledník. Ten je možné natočit vůči lůžku představujícímu místní horizont do volitelné výšky pólu nad obzorem. Glóbus tak umožňuje modelovat východy a západy hvězd a bodů ekliptiky pro libovolnou zeměpisnou šířku a libovolnou epochu. Na přemyslovském glóbu se dochoval vnitřní prstenec, vnější byl doplněn při nedávném restaurování. Celý glóbus však je v současnosti uchycen sice bytelně, z funkčního hlediska však naprosto nesmyslně do plexisklové konstrukce odpovídající spíše zemskému glóbu, a to navíc jižním pólem nahoru.

Univerzální konstrukce glóbu neposkytuje přímé datování, jaké je obvyklé např. u arabských glóbů vyneseny v rovníkových souřadnicích (rektascenzi a deklinaci) a uchycených zpravidla na svislé ose odpovídající zemské ose k určitému roku hidžry, napsanému přímo na glóbu. Pro úplnost lze dodat, že dva z dochovaných antických glóbů mají ekliptiku i základní kružnice rovníkových souřadnic naznačené dost nepřesně, třetí nemá souřadnicové kružnice vůbec žádné.

Hartmannovy a poté i Frouzovy fotografie umožnily, aby P. H. proměřil přesnost vzájemných poloh hvězd na přemyslovském glóbu metodou podobnou metodám užívaným v astrometrii [3]. Po identifikování několika hvězd a změření jejich kartézských souřadnic v rovině fotografie lze metodou nejmenších čtverců odchylek od katalogových poloh těchto hvězd vypočítat hodnoty volných parametrů zobrazení nebeské sféry do roviny fotografie. Pomocí takto vypočtených parametrů pak můžeme odhadnout polohy dalších hvězd, a pokud se je podaří na fotografiích identifikovat, změřit jejich skutečné polohy a spočítat chybu jejich vnesení na glóbu. Měření rovinných souřadnic jednotlivých hvězd se přitom provádí výpočtem vážené střední hodnoty uvnitř malého okolí hvězdy (pokud možno oddělujícího ji od okolních hvězd, čar vykreslujících souhvězdí a poruch povrchu glóbu) s váhou úměrnou zčernání fotografie oproti pozadí. Katalogové souřadnice jsme přitom brali z katalogu hvězd v Ptolemaiově *Almagestu*, který byl jako jediný užíván až do raného novověku. Tato metoda má svá omezení přesnosti vyplývající na jedné straně z nerovností povrchu glóbu, na němž je několik prasklin s malými distorzemi, na druhé straně metoda sama eliminuje možná velkorozměrová posunutí. Velikost první chyby můžeme odhadnout z rozptylu výsledků v překryvech různých fotografií téže oblasti glóbu. Odstranění nebo určení druhé chyby by vyžadovalo třídimenzionální sken glóbu, který zatím není k dispozici.

Touto metodou jsme doposud zpracovali všech osm zachovaných Hartmanno-

vých fotografií a osm Frouzových fotografií. Identifikovali jsme na nich celkem 640 z 1027 hvězd Ptolemaiova katalogu. Výsledky těchto měření již ukázaly překvapivý závěr, že přemyslovský glóbus představuje na svou dobu skutečně velmi přesný přístroj: většina zakreslených hvězd má vůči Ptolemaiovu katalogu střední kvadratickou chybu kolem $0,4^\circ$, což odpovídá přibližně 1 mm na povrchu glóbu, tedy hodnotě srovnatelné s velikostí značek hvězd. Některé hvězdy, jejichž počet přesahuje náhodné gaussovske rozdelení, mají sice chyby několikanásobně větší, u těch je však nejistá identifikace, protože na glóbu jsou viditelné i dírky, které neodpovídají žádným hvězdám a mohly vzniknout nešetrným zacházením např. při odměřování odpichovátkem.



Obr. 2. Virtuální rekonstrukce univerzálního glóbu podle Ptolemaiova *Almagestu*

Vypočtené hodnoty parametrů transformací jednotlivých fotografií umožňují transformovat fotografie do jiných potřebných projekcí, např. stereografických projekcí středovaných na polohy jednotlivých souhvězdí, a skládat fotografie dohromady. Podobnou metodou, jakou měříme polohy jednotlivých hvězd, můžeme proměřovat i polohy čar vykreslených na glóbu a vytvořit orientační náčrt kreseb souhvězdí a jejich rozmístění.

Přemyslovský glóbus z Bernkastel-Kues je bezpochyby jedinečnou památkou patřící do světových dějin astronomie. Je svědectvím přímé návaznosti na antickou tradici, jen velmi málo ovlivněnou arabským prostřednictvím.

Výsledky našeho studia přemyslovského nebeského glóbu budou podrobně vloženy jako součást připravované tetralogie, věnované počátkům a tradicím antické vědy, pojednávající o „osmé sféře“ stálic. Vyšla v roce 2013 v koprodukcí nakladatelství Arctefactum a Academia. První svazek bude obsahovat český překlad Pseudo-Hyginových *Bájí*, druhý svazek překlady základních antických děl o souhvězdích (Hyginus, Pseudo-

-Eratosthenés, Arátos). Třetí svazek přinese jednak edici a překlad anonymního středověkého traktátu (rukopis Praha, Národní knihovna XXVI A 3), navazujícího na pojednání Michaela Scota a v hlubší historii na zmíněné antické vzory, jednak poznámky k ikonografii souhvězdí a planet (srov. [5]), a konečně čtvrtý svazek se bude věnovat přemyslovskému glóbu a výsledkům jeho měření; tento svazek doplní též překlad as-Súfího *Katalogu stálic* (*Catalogus stellarum fixarum*), připravený podle strahovského opisu.

Poděkování. Tato práce vznikla s podporou grantu GA ČR 405/11/0034.

L i t e r a t u r a

- [1] COMES, M.: *Sobre la procedencia Alfonsi de un globo celeste*. In: De astronomia Alphonsi regis, M. Comes, R. Puig, J. Samsó (eds.), Universidad de Barcelona, Barcelona, 1987, 139–152.
- [2] HADRAVA, P., HADRAVOVÁ, A.: *Ancient Greek tradition in Arabic and Christian celestial globes*. In: Proceedings of the Third Conference on Cultural Astronomy, E. Badolati (ed.), University of Molise, Campobasso, 2012, 77–85.
- [3] HADRAVA P., HADRAVOVÁ A.: *On the astronomical collection of the Premyslid royal court 2. A digital facsimile of the Bernkastel-Kues Celestial Globe*. In: Johannes von Gmunden zwischen Astronomie und Astrologie, Studia Mediaevalia Septentrionalia 22, R. Simek, M. Klein (eds.), Fassbaender, Wien, 2012, 123–130.
- [4] HADRAVOVÁ, A., HADRAVA, P.: *Hvězdný glóbus z Bernkastel-Kues*. In: Královský sňatek, Eliška Přemyslovna a Jan Lucemburský – 1310, K. Benešová (ed.), Gallery, Praha, 2010, 346–351.
- [5] HADRAVOVÁ A., HADRAVA P.: *Literary and cultural tradition of the Ptolemaic constellations*. In: Proceedings of the Third Conference on Cultural Astronomy, E. Badolati (ed.), University of Molise, Campobasso, 2012, 87–99.
- [6] HADRAVOVÁ, A., HADRAVA, P.: *On the astronomical collection of the Premyslid royal court 1. The Celestial Globe now in Bernkastel-Kues*. In: Johannes von Gmunden zwischen Astronomie und Astrologie, Studia Mediaevalia Septentrionalia 22, R. Simek, M. Klein (eds.), Fassbaender, Wien, 2012, 111–121.
- [7] HARTMANN, J.: *Die astronomischen Instrumente des Kardinals Nikolaus Cusanus*. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin, 1919.
- [8] KOLÁR, J.: *Vědec a přítel Zdeněk Horský*. Dějiny věd a techniky 44 (2) (2011), 117–122.
- [9] RICO Y SINOBAS, M.: *Libros del saber de astronomia del Rey D. Alfonso X de Castilla I–V*. Madrid, 1863–1867.
- [10] VANÍČEK, V.: *Velké dějiny zemí Koruny české III. 1250–1310*. Paseka, Praha, Litomyšl, 2002, 344–345.