

Ján MELICHER

## VYUŽITIE TAUTOCHRONNÝCH JAVOV A RÁDIOVÝCH ZDROJOV V KOZMICKOM PRIESTORE NA REALIZÁCIU MÁP A REFERENČNÝCH SYSTÉMOV

**Melicher J.:** *Using of Tautochronous Effects and Radio Sources in Universe for Realization of Maps and Reference Systems.* Kartografické listy, 2002, 10, figs., 7 refs.

**Abstract:** Lunar eclipse observations applied for geographic longitude determination. Discussion about two alternatives of difference geographic longitudes determination. Utilization of extragalactic radio sources (quasars and suchlike) for realization Celestial and Terrestrial Reference Systems. The interconnection among Conventional Celestial System, Instantaneous Terrestrial System and Conventional Terrestrial System. Mikovini's message for the present.

**Keywords:** parallactic and tautochronous effects, lunar eclipse, difference of geographic longitudes, extragalactic radio sources, quasars, Celestial and Terrestrial Systems.

### Úvod

V dobe, keď si pripomínáme 240. výročie vzniku vysokého školstva na Slovensku nemôžeme nehovoriť o významných osobnostiach, ktoré boli strojcami a nositeľmi odbornej úrovne vtedajšej doby. Jednou z nich bol aj Samuel Mikovíni (1700–1750), významný učenec 18. storočia. Mikovíni dosiahol významné výsledky ako kartograf, geodet, banský inžinier, meliorant, architekt, cestný inžinier ap. Bol poverený vyhotovením máp určitej časti Slovenska. Vtedajší stav a súčasne svoj postup na splnenie úlohy Mikovíni popisuje [3] v „Liste o spôsobe zostavenia máp Uhorska“ Matejovi Belovi, členovi Berlínskej kráľovskej vedeckej spoločnosti a tiež v jeho „Prihovore k čitateľovi o svojich mapách“. Mikovíni rozdelil mapy na štyri druhy. Citácie z „Prihovoru...“ dávajú najlepší obraz o vtedajšom stave a súčasne dokumentujú Mikovíniho odborný názor.

„Ako prvý druh máp stanovíme totiž také, ktoré sú ďaleké od hocijakej očitej skúsenosti, keď iba na základe rozpravy, popisu alebo výmyslu iných alebo svojho zostavujú sa mapy“. Tento druh máp Mikovíni označil „geografickými snami“.

Druhú skupinu máp, vytvorenú na základe pohľadu, pripúšťal ako-tak používať na znázornenie krajov, keď je nedostatok lepších. Tretí druh máp, ktoré označoval ako mapy geometrické, vznikajúce z geometrických meraní, Mikovíni považoval tiež za nedostatočné. Sú „určené iba na použitie vojenskej alebo hospodárske“.

„Štvrtý, v každom ohľade dokonalý druh máp sú mapy geografické alebo astronomicko-geometrické, ktoré sa zakladajú nielen na geometrických meraniach, ale aj na astronomických pozorovaniach a úplne zodpovedajú a vyhovujú všetkým použitiam vied aj každodenného života“. Tento druh Mikovíni označuje „skoro je bez príkladov“. Na ich vyhotovenie Mikovíni použil štyri základy: astronomický, geometrický, magnetický, hydrografický.

Príspevok poukazuje na to, ako poznanie minulosti napomáha lepšie porozumieť súčasnosti.

<sup>1</sup>Prof. Ing. Ján MELICHER, PhD., Katedra geodetických základov, Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, e-mail: melicher@svf.stuba.sk

## Využitie tautochronných javov

Kľúčová úloha pri astronomicko-geometrických mapách spočívala vo vytvorení siete zemepisných rovnobežiek a poludníkov pomocou astronomicky určenej zemepisnej šírky a dĺžky určitých bodov mapovaného územia. Sieť rovnobežiek a poludníkov tvorila pevný rámec pre meračské práce vykonané za účelom zobrazenia územia. Uvedená podstata platí aj v súčasnosti, presnosť je však podstatne vyššia. Určiť zemepisnú šírku bolo menej náročné ako určenie zemepisnej dĺžky. Svedčí o tom aj pomerne veľa záznamov v Mikovíniho písomnostiach o určení zemepisnej šírky na rôznych miestach a v rôznom období.

Určenie zemepisnej dĺžky, resp. rozdielu zemepisných dĺžok dvoch bodov (miest), je založené na simultánnom určení časov (tzv. miestnych časov) odvodených od rotácie Zeme, ktoré sa vzťahujú k predmetným bodom.

V Mikovíniho dobe, keď neexistovali prenosné hodiny (chronometre), nehovoriac o telegrafii, resp. signáloch vysielaných rádiom, simultánnosť určenia s použitím pozemných komunikačných prostriedkov nebola možná. Východiskom zostali iba javy v kozmickom priestore, ktoré sú dôsledkom geometrického rozloženia kozmických telies predovšetkým Slnka, Zeme a Mesiaca. Sú to javy výnimočné. Rozdeľujeme ich na tautochronné a paralaktické.

Priebeh pozorovania tautochronných javov zo Zeme nie je závislý od polohy stanoviska na povrchu Zeme.

K tautochronným javom patrí aj zatmenie Mesiaca. Jav nastáva vtedy, keď Mesiac na svojej dráhe okolo Zeme vstupuje do tieňa Zeme. Priebeh pozorovania paralaktických javov je závislý od polohy pozorovacieho miesta na povrchu Zeme. Paralaktických javov je podstatne viac a patrí medzi ne aj zatmenie Slnka. Úkaz nastáva vtedy, keď sa Mesiac pri svojom pohybe okolo Zeme dostane medzi Slnko a Zem a jeho kužeľovitý tieň, ktorý vrhá do priestoru, zasiahne povrch Zeme. Mesiac tým zakryje pre pozorovateľa na Zemi na určitý čas slnečný kotúč. V súčasnosti sa paralaktické javy považujú za využiteľné v geodézii, pretože ich pozorovateľnosť je závislá od pozorovacieho miesta na povrchu Zeme a medzi ním a ostatnými telesami je jednoznačný geometrický vzťah.

Význam tautochronných javov sa pre geodéziu v súčasnosti považuje za nulový. V Mikovíniho dobe boli však tautochronné javy jediné, pomocou ktorých sa mohla zabezpečiť vyššie uvedená simultánnosť pozorovaní.

V Mikovíniho písomnostiach nie sú záznamy o určovaní zemepisnej dĺžky. Uvedené sú iba záznamy o pozorovaní zatmenia Mesiaca. Tieto vykonal na viacerých miestach v rozličnej dobe. V tabuľke 1. [3] je záznam pozorovania prechodu tieňa Zeme cez rôzne útvary na Mesiaci pozorované v Banskej Štiavnici 26. marca 1736. Pri väčších útvaroch Mesiaca je zaznamenaný okamih vstupu (immersiones), resp. výstupu (emersiones) ich začiatkom, stredom a koncom.

Ako sme naznačili, určovanie zemepisnej dĺžky bolo v danej dobe veľmi zložitá a náročná. Je to zrejme aj z citácie z Mikovíniho „Listu o spôsobe zostavenia miestopisných máp Uhorska“ Matejovi Belovi: „Čo sa (zemepisných) dĺžok týka, pretože tieto si vyžadujú viacerých pozorovateľov, a to v rôznych krajoch, v tom istom časovom okamihu s najväčšou presnosťou pracujúcich, uvidíme vtedy, keď nejakú našu prácičku budeme môcť porovnať s usilovnosťou iných, čo si jedine prajeme“.

Mikovíni určenie zemepisnej dĺžky predsa len uskutočnil. Dokumentujú to rozdiely medzi zemepisnými dĺžkami rozličných miest, ktoré sú uvedené v Mikovíniho písomnostiach. V tabuľke 2. sú uvedené rozdiely zemepisných dĺžok medzi viedenským, bratislavským, banskoštiavnickým a budapešťským poludníkom.

**Tab. 1 Okamihy prechodu tieňa Zeme cez útvary Mesiaca**

PRO LONGITVDINE

ANNO 1736, die 26. Martii obseruata est

**ECLIPSIS LVNAE**

Totalis, cum mora H. 1. min. 37. Tubo pedum 14. Temporibus ex altitudinibus Fixarum determinatis.

Temp. obs. Luna.	Immersio.	Immersio.
H. 11. 22. 30.	Penumbra sentiebatur.	H. 11. 47. 10. Bullialdus.
28. 30.	Vmbra obseruata.	49. 0. Archimedes incipit.
30. 30.	Grimaldus incipit.	49. 50. - - - medius.
31. 0. - - -	medius.	50. 30. - - - totus.
31. 40. - - -	totus.	54. 0. Plato incipit.
31. 50. Galibius.		54. 30. - - - medius.
36. 0. Arillus incipit.		55. 0. - - - totus.
37. 0. - - -	totus.	55. 50. Tycho incipit.
40. 10. Gallendus incipit.		56. 20. - - - medius.
41. 0. - - -	totus.	57. 0. - - - totus.
42. 50. Rheinholdus.		59. 10. Manilius incipit.
43. 30. Morinus.		H. 12. 0. 0. - - - medius.
44. 30. Copernicus incipit.		0. 30. - - - totus.
45. 30. - - -	medius.	2. 10. Iulius Caesar.
46. 30. - - -	totus.	2. 10. Menelaeus incipit.
47. 30. Pytheas.		3. 0. - - - medius.

H. 12.

**Tab. 2 Rozdiely zemepisných dĺžok medzi poludníkmi**

**DIFFERENTIAS MERIDIANORVM.**

Viennensis &	{	Pofoniensis	0.	50.	30.
		Schemnitziensis	2.	37.	30.
		Budensis	2.	52.	30.
Adeoque Pofoniensis &	{	Schemnitziensis	1.	47.	0.
		Budensis	2.	2.	0.

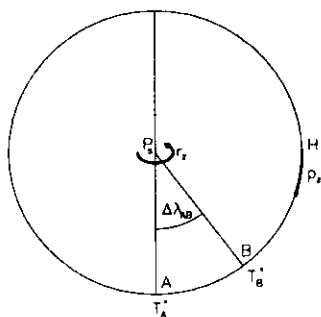
Na základe vyššie uvedeného analyzujeme problematiku určenia rozdielu zemepisných dĺžok z pohľadu vtedajšej doby. Do úvahy prichádzajú s najväčšou pravdepodobnosťou dve alternatívy určenia. Prvá alternatíva predpokladá upozorovanie jednak okamihu  $T_B^*$  prechodu tej istej hviezdy  $H_*$  (obr. 1) cez poludník bodu B a tiež okamihu  $T_A^*$  cez poludník bodu A. Obrázok predstavuje rovníkový rez zemským telesom, kde symboly znamenajú:  $P_s$  – priemet severného pólu do roviny rovníka,  $r_z$  – smer skutočnej rotácie Zeme,  $p_z$  – zdanlivý smer pohybu hviezdy H. Ak by išli oboje hodiny v rovnakom časovom systéme odvodenom od rotácie Zeme, pre rozdiel  $\Delta\lambda_{AB}$  zemepisných dĺžok bodu A a B by platilo

$$\Delta\lambda_{AB} = T_B^* - T_A^* \quad (1)$$

Vo všeobecnosti tomu tak nie je. Ak považujeme čas hodín na bode A za základný, čas hodín na bode B sa od neho líši o korekciu  $K_M$ . Pomocou korekcie  $K_M$  prevedieme odmeraný čas  $T_B^*$  do jednotného systému pomocou vzťahu:

$$T_B^* = T_B^{*'} + K_M \quad (2)$$

Obr. 1 Určenie rozdielu zemepisných dĺžok pomocou korekcie hodín



Uvážením vzťahu (2), prejde rovnica (1) na tvar:

$$\Delta\lambda_{AB} = T_B^{*'} + K_M - T_A^* \quad (3)$$

Na určenie korekcie  $K_M$  v danej dobe bolo možné využiť tautochronný jav - zatmenie Mesiaca. Pretože vstup, resp. výstup tieňa Zeme cez útvary Mesiaca v oboch miestach nastal v jednom okamihu, platí:

$$T_{B_M} + K_M = T_{A_M} \quad (4)$$

z čoho pre korekciu platí

$$K_M = T_{A_M} - T_{B_M} \quad (5)$$

Index M označuje údaje získané pri pozorovaní zatmenia Mesiaca.

Alternatíva predpokladá, že:

- hodiny v bode A, resp. B mali rovnaký chod,
- čas bol odvodený zo zdanlivého pohybu kozmických telies, napr. Slnka v dôsledku rotácie Zeme,
- bol vytýčený miestny poludník na oboch bodoch, cez ktorý sa pozoroval zdanlivý prechod hviezdy.

Posledný predpoklad, ako vyplýva z Mikovíniho písomností bol splnený, pretože táto úloha sa v nich uvádza veľmi často. Výhodou alternatívy je, že meranie okamihov či už zatmenia útvarov Mesiaca, resp. prechodu hviezdy cez miestny poludník, nie je náročný. Nevýhoda je, že prvé dva predpoklady v danej dobe mohli byť splnené veľmi nespoľahlivo, čo predstavovalo veľkú nepresnosť výsledku.

Druhá alternatíva vychádza zo vzťahu [1]

$$\Delta\lambda_{AB} = s_B - s_A \quad (6)$$

kde symbol  $s$  označuje miestny hviezdny čas. Na jeho určenie v oboch bodoch platia vzťahy (obr. 2)

$$s_B = \alpha_k + t_{kB} \quad (7)$$

$$s_A = \alpha_i + t_{iA}$$

kde  $i, k$  znamená hviezdu,  
 $\alpha$  - rektascenzia hviezdy  
 $t$  - hodinový uhol hviezdy.

Na obrázku symbol  $\Upsilon$  označuje jarný bod. Po dosadení (7) do (6) máme:

$$\Delta\lambda_{AB} = \alpha_k - \alpha_i + t_{kB} - t_{iA} \quad (8)$$

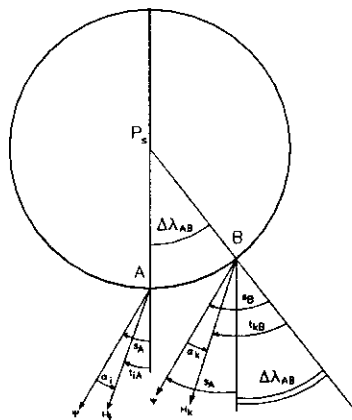
Hodinový uhol môžeme určiť pomocou odmeranej výšky  $h$  hviezdy, pre ktorý vo všeobecnosti platí

$$t = f(h, \varphi, \delta) \quad (9)$$

Zemepisné šírky  $\varphi$  poznali, súradnice (rektascenzia  $\alpha$ , deklinácia  $\delta$ ) niektorých hviezd boli už k dispozícii a výšku hviezdy odmerali. Podmienkou bolo, aby výšky hviezd odmerali na bode A a B v tých istých okamihoch. Tieto okamihy im indikoval prechod tieňa rovnakým útvarom na Mesiaci.

Druhá alternatíva je pravdepodobnejšia. Dôkazom sú jednak okamihy prechodu tieňa Zeme útvarmi Mesiaca uvedené v tabuľke 1, ktoré sú vlastne časmi určenými podľa vzťahu (7) a tiež zmienka vo vyššie uvedenom "Príhovore .....": "okamihy imerzií a emerzií však z výšok hviezd vypočítame". Úloha sa ešte zjednoduší, ak na oboch miestach sa pozoruje výška tej istej hviezdy ( $i = k$ ). Potom vzťah (8) prejde na tvar:

$$\Delta\lambda_{AB} = t_B - t_A \quad (10)$$



Obr. 2 Určenie rozdielu zemepisných dĺžok pomocou meranej výšky hviezdy

Výhodou metódy je, že sa nevyžadujú hodiny, ktoré by splňovali predpoklady uvedené v 1. alternatíve. V skutočnosti ani nie sú treba hodiny, pretože v tejto alternatíve hodiny nahrádza tieň Zeme, ktorý prechádzajúc cez útvary Mesiaca indikuje implicitne miestny čas okamihov vstupu, resp. výstupu.

### Využitie prirodzených zdrojov v súčasnosti

Približne o dva a pol storočia neskôršie vyvstal pred geodéziou a kartografiou analogický problém ako v Mikovíniho dobe, pochopiteľne na vyššej úrovni. Pokiaľ v Mikovíniho dobe išlo o vytvorenie pevného rámca z oporných bodov (dnešných geodetických sietí) pre tvorbu máp, vedecký a technický vývoj v poslednej tretine 20. storočia si vyžiadala vytvoriť celosvetové súradnicové systémy, ktorými by bolo možné v jednotnom súradnicovom systéme určiť polohu kdekoľvek na povrchu Zeme a tiež v kozmickom priestore. Tým do popredia vstúpila problematika nebeských a terestrických súradnicových systémov, ktorá sa vzhľadom na jej zložitú a poslanie rieši v rámci medzinárodnej spolupráce.

Charakteristickým znakom nebeských súradnicových systémov je, že ich základné roviny a smery sú v zásade orientované na útvary v priestore, ktoré sú nehybné alebo sa rovnomerne pohybujú, pričom ich pohyb je veľmi malý. Vyjadrujeme nimi polohu kozmických telies v priestore. Základné roviny a smery terestrických súradnicových systémov sú zase spojené so zemským telesom a spolu s ním rotujú. Slúžia predovšetkým na určenie polohy bodu na povrchu Zeme. Základné smery, resp. roviny, ktorými sú realizované smery osí súradnicových systémov, či už nebeských alebo terestrických, neustále menia svoju polohu. V Mikovíniho dobe stanoviť relatívne pevnú polohu zemepisných rovnobežiek a poludníkov umožnili astronomické merania na kozmické telesá našej slnečnej sústavy, resp. galaxie. V dnešnej dobe, vzhľadom na požadovanú presnosť a stálosť osí bolo treba opäť využiť kozmické objekty – tento raz však mimogalaktické, akými sú sú kvazary, galaktické jadrá, pulzary a iné, ktoré sú zdrojom rádiového žiarenia.

Kvazary – kvázihviezdne rádiové zdroje (quasistellar radio sources) sa vyznačujú viacerými mimoriadnymi vlastnosťami. Jednou z nich je, že sú silnými rádiovými zdrojmi. Inou je, že sú vzdialené od Zeme približne 4,5 mld. svetelných rokov [4]. Je to tak veľká vzdialenosť, že na jej prekonanie vyžadujú fotóny pohybujúce sa rýchlosťou svetla až 9/10 z celkového času od začiatku expanzie vesmíru [5]. Na svojej ceste od kvazaru ku d'alekohľadu na Zemi (obr. 3), vyžiarené vlnenie prechádza mrakmi prvopočiatočnej hmoty nachádzajúcej sa náhodne pozdĺž dráhy lúča. Táto hmota je tak ďaleko, že ju nemožno priamo pozorovať, ale zanecháva význačné stopy v spektre kvazarov vo forme úzkych diskretných absorbčných čiar. Tak sa kvazary stávajú skutočným kozmickým „majákom“ umožňujúci výnimočný pohľad do počiatočných čias vesmíru. Z nášho hľa-

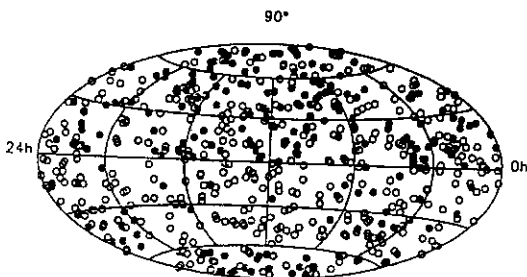
diska je dôležitá ich úžasná vzdialenosť, dôsledkom ktorej sú pre nás „pevnými“ bodmi v priestore. Túto vlastnosť využívajú konvenčné súradnicové systémy či už nebeské alebo terestrické.

Konvenčnými sa nazývajú preto, lebo základné parametre systému, ako začiatok, smer osí, mierka ap. sú stanovené dohodou. Konvenčné referenčné systémy musia spĺňať viaceré kritéria s cieľom definovať také systémy, ktoré by v prípade konvenčných nebeských referenčných systémov boli pevne spojené s relatívne nehybnými objektmi v kozmickom priestore a v prípade konvenčných terestrických referenčných systémov so zemským telesom. Oba druhy systémov sú realizované pomocou príslušnej siete oporných bodov, ktoré sa nazývajú rámcami.

V súčasnosti najdokonalejším nebeským systémom je Medzinárodný nebeský referenčný systém ICRS (International Celestial Reference System). Je budovaný na kinematickom základe v zmysle požiadavky Medzinárodnej astronomickej únie (IAU) z roku 1991. ICRS je barycentrický systém. Smery osí pravouhlého súradnicového systému sú vzťah-

hnuté k extragalaktickým rádiovým zdrojom (kvazary a iné). Na obr. 4, ktorý predstavuje pohľad na nebeskú sféru, je rozmiestnenie 610 rádiových zdrojov. Z nich 212 (plné krúžky) tvorilo v roku 1995 Medzinárodný nebeský referenčný rámec, ktorým je realizovaný ICRS [6].

Realizácia ICRS sa zabezpečuje výlučne technológiou rádiointerferometrie z veľmi dlhej základnice (VLBI). Princíp VLBI spočíva vo využití odmeraného časového rozdielu medzi príjmom identického pozorovaného signálu rádiového žiarenia frekvencie až 22 GHz prichádzajúceho z extragalaktického zdroja v dvoch pozorovacích miestach vzdialených od seba teoreticky až na priemer Zeme. Okrem realizácie nebeských a terestrických referenčných systémov, VLBI má široké uplatnenie v rôznych vedných odboroch.



Obr. 4 Rozmiestnenie 610 extragalaktických rádiových zdrojov vo vesmíre [6]

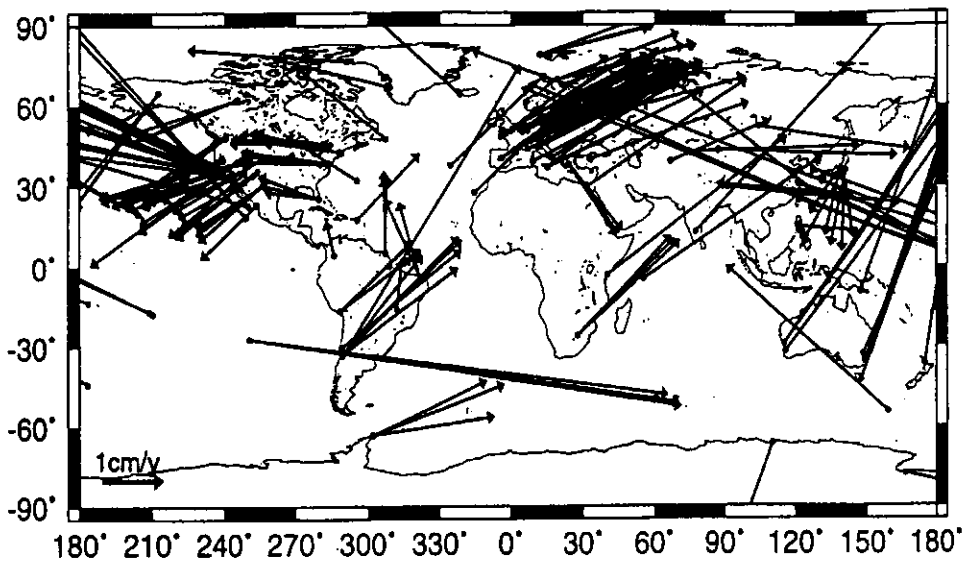
Konvenčný terestrický referenčný systém, ktorý od roku 1988 monitoruje Medzinárodná služba rotácie Zeme (IERS) sa nazýva Medzinárodný terestrický referenčný systém (ITRS). Je špecifikovaný rezolúciou Medzinárodnej geodetickej a geofyzikálnej únie (IUGG) z roku 1991. Súradnicový systém je definovaný ako lokálny v relativistickom zmysle. Je rotujúci a nemá žiadne reziduálne rotácie vzhľadom k zemskej kôre. Realizuje sa prostredníctvom súradníc a ich rýchlostí súboru staníc Medzinárodného terestrického referenčného rámca (ITRF), na ktorých sa vykonávajú merania pomocou kozmických techník ako sú: VLBI, SLR (laserová lokácia družíc), GPS (globálny systém na určenie úpolohy), DORIS (dopplerovské určovanie dráhy a polohy integrovaným systémom na družici).

Nebeské a terestrické systémy úzko súvisia. V záujme aspoň rámcového doplnenia problému zaoberajme sa veľmi stručne ich prepojením. Problém spočíva v tom, že zemské teleso, na ktorom sa vykonávajú merania je nehomogénne, ktoré rotuje a pohybuje sa v kozmickom priestore. Dôsledkom je nerovnomerná rýchlosť rotácie Zeme, neustála zmena polohy rotačnej osi, zemského pólu a rovníka. Tieto polohy sa nazývajú okamžité. Súradnicový systém, ktorý uvedené smery a roviny tvoria sa nazýva okamžitý terestrický systém (ITS). Vyššie opísané systémy sú však konvenčné, kde smery osí sú stanovené konvenciou.

Vzájomné prepojenie medzi uvedenými systémami zabezpečujú nasledujúce parametre orientácie Zeme, ktorých určenie zabezpečuje IERS:

- súradnice  $x$ ,  $y$  nebeského efemeridového pólu (CEP) vzhľadom na referenčný pól Medzinárodnej služby rotácie Zeme (IRP),
- odchýlky  $d\psi$ ,  $d\epsilon$  v ekliptikálnej dĺžke, resp. v sklone ekliptiky skutočnej polohy nebeského pólu od polohy konvenčného nebeského pólu,
- rozdiely medzi svetovým časom UT1 a medzinárodným atómovým časom TAI, resp. koordinovanou časovou sústavou UTC, ktoré dávajú prostredníctvom greenwichského hviezdneho času S prístup k smeru referenčného meridiánu IERS (IRM).

Odchýlky  $d\psi$ ,  $d\epsilon$  prostredníctvom nutačnej matice a hviezdneho času umožňujú prepojenie medzi konvenčným nebeským (inerciálnym) systémom (CIS) a okamžitým terestrickým systémom (ITS). Súradnice  $x$ ,  $y$  zase spojenie medzi okamžitým terestrickým systémom konvenčným terestrickým systémom (CTS). Matematický vzťah sa uvádza napr. v [1, 2]. Využitie kozmických telies a zdrojov, predovšetkým kvazarov, dalo základ pre prevratné zmeny riešenia úloh v geodézii pomocou rôznych kozmických techník. Jednou z takýchto úloh je napr. určenie horizontálnych rýchlostí litosféry (obr. 5) z kombinovaného spracovania výsledkov kozmických techník VLBI, GPS, SLR a DORIS. Konvenčné terestrické referenčné systémy umožňujú tiež zjednotiť rôznorodé mapové a geodetické materiály spracované v lokálnych (národných, regionálnych a pod.) geodetických systémoch v jednotnom celosvetovom systéme a tak pretransformovať minulosť do súčasnosti.



Obr. 5 Určenie horizontálnych rýchlostí litosféry pomocou kozmických techník [7]

### Záver

V prvej kapitole sme sa zaoberali alternatívami, ktoré v Mikovíniho dobe mohli použiť na určenie rozdielu zemepisných dĺžok. V skutočnosti ani nie je dôležité, ktorá alternatíva sa použila. Dôležité je, že vtedajší stupeň poznania, ako vyplýva z písomností Mikovíniho, bol na úrovni Parížskej kráľovskej vedeckej akadémie a popredných anglických a holandských vedcov (Nordwood,

Snellius). Aj v tomto spočíva pozadie, ktoré tvorilo základ pre vznik ustanovizne najvyššieho vzdelania na Slovensku, ktorej významné výročie si dnes pripomíname.

Cesta poznania je nekonečná, hoci sú na nej šumy, poruchy ba aj katastrofy. Bolo tomu tak aj v dobe Mikovíniho. V „Prihovore k čitateľovi o svojich mapách“ Mikovíni píše: „*Kým totiž u dobrých a rozumných mužov najväčší osov vedy a umenia je samo umenie a veda, dav v špine zrodený, hoci učený, svojim naničhodným lakomstvom strháva sa na protivnú stranu a nakoľko v pred-savzati má nie verejný, ale súkromný osov, tak pôsobí vo vedách a umeniach, že len pre slávu u ľudu, alebo zo ziskuchtivosti pracuje*“. Tieto slová sú aktuálne i dnes. Napĺňanie vzdelania ako najväčšieho zdroja bohatstva spoločnosti musí byť v popredí jednak tých, čo vedú spoločnosť a tiež tých, ktorých hoci neoslavujú na námestiach a nevítajú ako hrdinov, ale pre ktorých je úloha vzdelávať povolaním.

### Literatúra

- [ 1 ] MELICHER, J.: Geodetická astronómia II a základy kozmickej geodézie. Bratislava, ES SVŠT 1989.
- [ 2 ] MELICHER, J. - HUSÁR, L.: Geodetická astronómia II a kozmická geodézia. Bratislava, Vydavateľstvo STU 1999.
- [ 3 ] PURGINA, J.: Samuel Mikovíni. Život a dielo. (Edícia Monumenta Slovaciae cartographica I.). Bratislava, Správa geodézie a kartografie na Slovensku 1958.
- [ 4 ] HAJDUK, A. a kol.: Encyklopédia astronómie. Bratislava, Vydavateľstvo OBZOR 1987
- [ 5 ] PETTINI, M. - BOKSENBERG, A. : From here to quasars. Royal Greenwich observatory 1985
- [ 6 ] 1995 IERS Annual Report. Paris, Observatoire de Paris 1996
- [ 7 ] 1996 IERS Annual Report. Paris, Observatoire de Paris 1997

**Pod'akovanie:** *Autor je vďačný Vedeckej grantovej agentúre Ministerstva školstva SR a Slovenskej akadémie vied za čiastočnú podporu tejto práce (grantová úloha č.: 1/8252/01).*

### S u m m a r y

#### Using of Tautochronous Effects and Radio Sources in Universe for Realization of Maps and Reference Systems

Paper is dedicated to memory of Samuel Mikovini (1700–1750), who was one of the greatest Slovak scientist in a first half of the 18th century. It is focused on exceptional natural effects and sources in universe, which have been used for realization maps and reference systems.

The first part of the paper discusses the lunar eclipse, which was used for longitudes determination by Mikovini. Astronomical longitudes together with latitudes created a regular geographical net of parallels and meridians. This net served as a frame for astro- geometrical maps created by Mikovini. Two alternatives are discussed. Based on analysis and indications in the Mikovini documents it appears that the second alternative is more probable. According to this alternative, the local times were determined using the altitudes of stars measured at the moment when the Earth shadow passed certain lunar object.

The second part of the paper deals with realization of the Celestial and Terrestrial reference systems at the end of the 20th century. Here the frame is again based on celestial objects, but in this case extragalactic radio sources e. g. quasars. This part includes a brief discussion about the reference systems, their interconnection and practical importance. Reference systems enable to joint the various maps and geodetic sources into one global system and thus to transform the past into the presence. The paper is concluded by Mikovini's message for us, that education is the biggest source of wealth for the society.

Tab. 1 Moments of the Earth shadow passes through the lunar objects.

Tab. 2 The longitude differences between the meridians.

Fig. 1 The determination of longitude differences using the clock time corrections.

Fig. 2 The determination of longitude differences using the altitudes of stars.

Fig. 3 Influence of intergalactic primordial material on the quasar spectrum [5].

Fig. 4 Sky distribution of the 610 radio sources [6].

Fig. 5 The determination of horizontal velocities of the lithosphere using different space techniques [7].

Lektoroval

Doc. Ján HEFTY, PhD.,

Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity, Bratislava