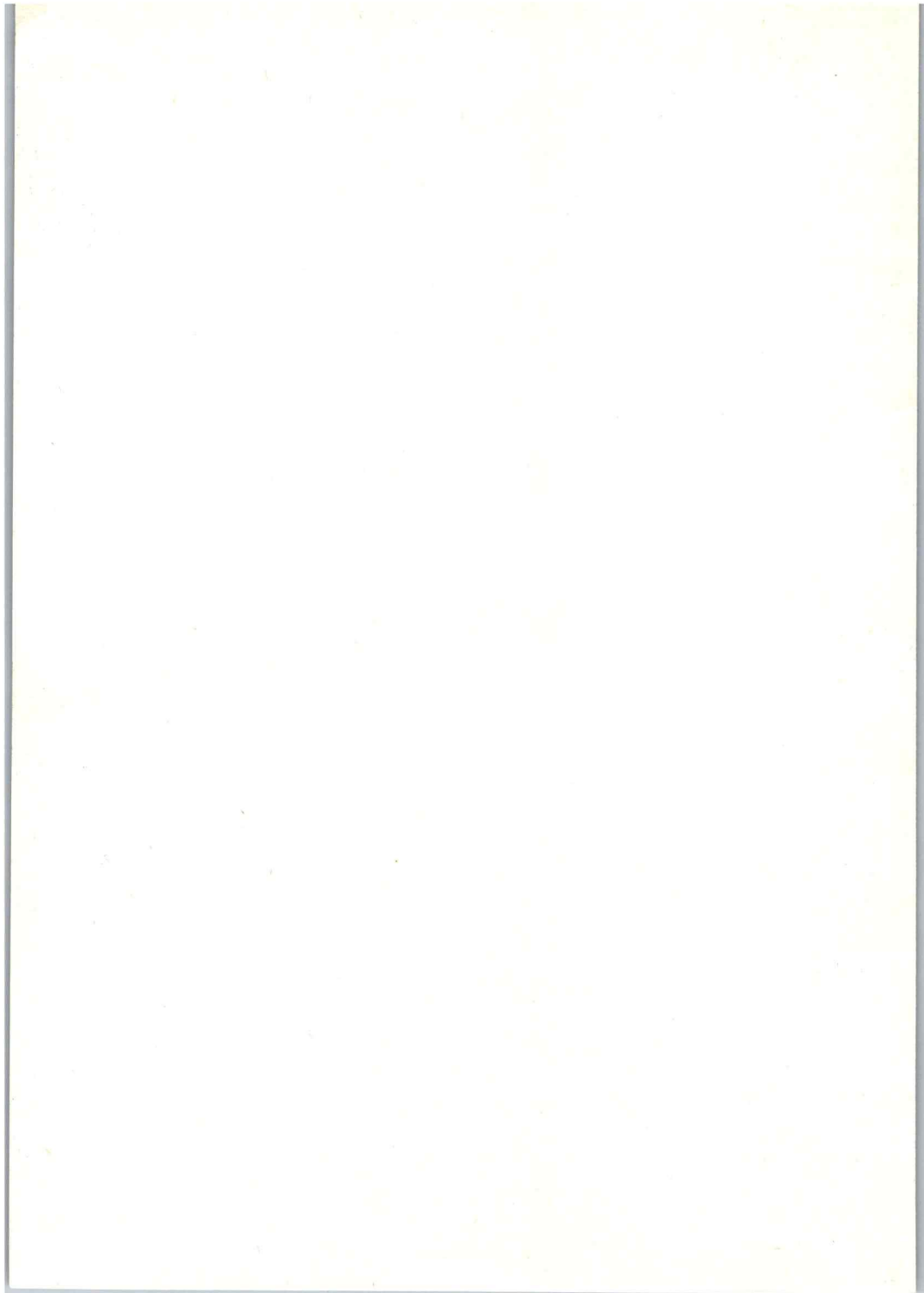




# **KOSMICKÉ ROZHLEDY**

NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV

4/1979



# KOSMICKÉ ROZHLEDY, neperiodický věstník Československé astronomické společnosti při Československé akademii věd

ročník 1979

číslo 4

Desmond G. King-Hele, F.R.S. +/

Tíhové pole Země ++/

## 1. Úvod

Zevrubný popis tíhového pole Země nelze vtěsnat do krátkého článku. Zde je cílem - zhruba přehledně - poskytnout představu o pokroku v určování geopotenciálu a předložit několik fragmentárních odpovědí na otázku "jak přesné jsou hodnoty harmonických koeficientů v nejnovějších geopotenciálních modelech?"

V tomto článku budeme "gravitačním polem" a "geopotenciálem" rozumět pole a potenciál vyvolané hmotou Země a atmosféry. "Tíhové pole" se vztahuje k tíži měřené na povrchu Země, t.j. zahrnuje vliv rotace Země.

## 2. Vyjádření geopotenciálu

Gravitační potenciál Země  $U$  ve vnějším bodě  $(r, \theta, \lambda)$  se obvykle vyjadřuje nekonečnou řadou teserálních harmonických

+/ předneseno na zasedání The Royal Society o družicovém dopplerovském sledování a jeho geodetických aplikacích, v Londýně 11.10.1978. Přeloženo a převzato se svolením autora. Pro Kosmické rozhledy bylo nutné původní referát mírně zkrátit a vypustit řadu obrázků (pozn. J. Klokočník).

++/poznámka o autorovi:

Desmond G. King-Hele je zástupcem šéfa vědecké kanceláře oddělení pro kosmický výzkum v RAE, Farnborough, Hants (Anglie) již 12 let. Narodil se 3.10.1927 v Seafordu, vystudoval Epsom Coll., Trinity Coll., titul B.A. získal v r. 1948 a M.A. v r. 1952 v Cambridge. Napsal řadu vědeckých prací a odborných publikací, z knih např. *Satellites and Scientific Research* (1960), *Theory of Satellite Orbits in an Atmosphere* (1964), *Observing Earth Satellites* (1966). Je významným a uznávaným odborníkem v aplikované nebeské mechanice - zejména určování drah umělých družic Země (UDZ), analýza drah pro studium hustoty a rychlosti rotace vysoké atmosféry, předpovědi doby existence UDZ na dráze a jejich zániku v atmosféře a studium rezonančních jevů v dráhách UDZ s konkrétními výsledky určení harmonických koeficientů. O tom, že se neomezuje jen na dráhovou dynamiku družic, svědčí jeho další knihy, jako *E. Darwin* (1963), *The End of 20th Century?* (1970), *Poems and Trixies* (1972). Má rád tenis, turistiku a rád čte. (Pozn. -J.K.)

funkcí ve tvaru

$$(1) U = \frac{GM}{r} \sum_{l=2}^{\infty} \sum_{m=0}^l \left(\frac{R}{r}\right)^l \bar{P}_{lm}(\cos \theta) \cdot (\bar{C}_{lm} \cos m\lambda + \bar{S}_{lm} \sin m\lambda),$$

kde  $r$  je geocentrická vzdálenost družice,  $\theta$  doplněk geocentrické zeměpisné šířky do  $90^\circ$ ,  $\lambda$  je zeměpisná délka (kladná na východ),  $GM$  je geocentrická gravitační konstanta ( $398600 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}$ ),  $R$  je rovníkový zemský poloměr ( $6378,14 \text{ km}$ ),  $\bar{P}_{lm}$  přidružená Legendřeva funkce řádu  $m$  a stupně  $l$  a  $\bar{C}_{lm}$ ,  $\bar{S}_{lm}$  jsou normované tesserální harmonické koeficienty, které je třeba spočítat.

Jsem možná i jiná vyjádření potenciálu, ale toto se osvědčilo jako nejvhodnější ve studiích používajících družice. V praxi bývá řada ukončena při určitém řádu a stupni, za nímž se již statisticky významné hodnoty harmonických koeficientů nepovažují za určitelné (a pokládají revny nule). V posledních letech se končí u řádu 16 - 36, ale v budoucnu mohou být použita rozsáhlejší pole koeficientů.

Rovnicí (1) je dáno vnější gravitační zrychlení způsobené hmotou Země a atmosféry. Je-li skomána tíže na povrchu Země, je třeba k  $U$  přidat odstředivý potenciál  $(1/2) r^2 \omega^2 \sin^2 \theta$ , kde  $\omega$  je úhlová rychlost rotace Země ( $72,92115 \times 10^{-6} \text{ rad/sec}$ );  $U$  by neměl zahrnovat atmosféru.

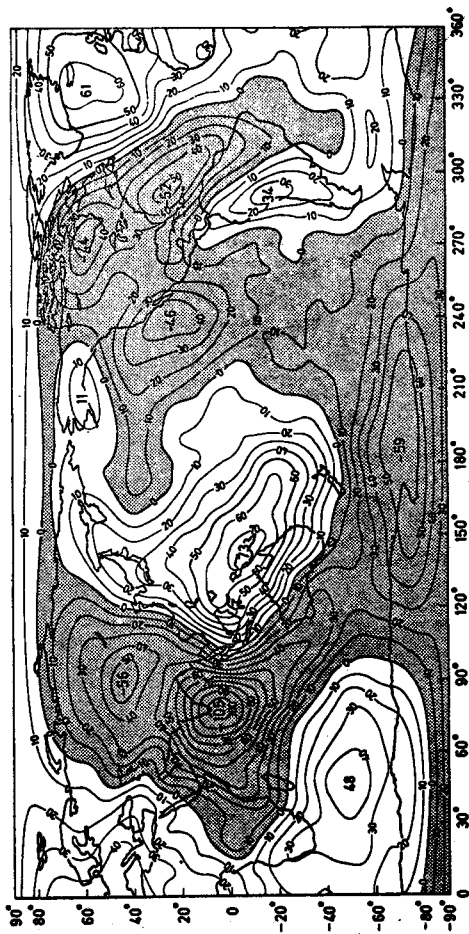
K získání geometrické představy tesserálních harmonických funkcí v rev. (1) je užitečné představit si, že index  $m$  určuje variace od jednoho polodíku (meridián) k druhému. Harmonický člen řádu  $m$  (pro všechny stupně  $l \geq m$ ) vykazuje  $m$  vln při změně délky  $\lambda$  na  $\lambda + 360^\circ$  (pro pevnou šířku). Index  $l$  určuje variace od jedné šířky (latitudo) k druhé. Harmonický člen stupně  $l$  a řádu  $m$  má  $(l - m)$  nul, počítáme od polu k polu podél konstantní délky (vyjmá nul na pólech).

### 3. Smithsonianá Standardní Země II

Některé koeficienty při tesserálních harmonických funkcích zemského gravitačního pole, zejména nízkých řádů, byly úspěšně vypočteny v šedesátých letech, ale první vyhovující souhrnným modelem byla Standardní Země II (SE II), publ. v r. 1970 Smithsonianou astrofyzikální observatoří v Cambridge, Massachusetts.

SE II je založena hlavně na 100 000 optických pozorování družic s kamer Baker-Nunn s pozorovací přesností kolem 10 m. Rozvoj geopotenciálu v řádu (1) byl ukončen u stupně a řádu 16, takže bylo třeba počítat asi 250 jednotlivých koeficientů. Byly vypočteny perucky dráhy takto reprezentovaným geopotenciálem a byly určeny hodnoty harmonických koeficientů a souřadnic stanic tak, aby pozorování (z 30 stanic na 21 družic) dosáhla nejlepšího souhlasu s drahami družic. Dohromady bylo řešeno 200 000 rovnic metodou nejmenších čtverců pro více než 300 neznámých, především harmonických koeficientů a souřadnic komor Baker-Nunn.

Geometrickou interpretaci výsledků lze získat pomocí vrstevnicových mapek, znázorňujících jednu vybranou ekvipotenční plochu ( $U$  z rev. (1) je na ní konstantní a navíc je vybraná dle určitých hodnot  $\bar{R}$  a  $\bar{GM}$ ), totiž  $g e o i d$ , odpovída-



Obr. 1  
 Geoid z modelu GEM 10. Výšky (v metrech) se vzťahujú k ploše rotačného elipsoidu  
 s hlavnými poloosami rovníkové elipsy = 6378139 m a zplášťením  $1/298,255$ .  
 (Vytečkované tmavé oblasti označujú miesta, kde je geoid pod elipsoidem)

jičí povrchu střední hladiny moří, v porovnání s průběhem nějakého referenčního sféroidu (např. rotačního elipseidu) - viz obr. 1 (pro model Země GEM 10). +/

Taková mapa má tu výhodu, že je snadno interpretovatelná; ukazuje například, že kdybyste plavali podél rovníku jižně od Indie, kde je velká deprese geoidu (asi -110 m) na sever Nové Guineje, kde je závih asi +80 m, tak byste na kmeni tohoto maratenu deplavali o zhruba 190 m dál od kmenáče střední Země, aniž byste plavali do kopce. Vrstevnice definují velmi svléstní tvar, který zaujímá mořská hladina v reakci na gravitační působení velice komplikovaného rozdělení hmot uvnitř Země. Vzhledem k tomu, že gravitace působí ve směru kolmém ke střední mořské hladině, dává mapa geoidu pravděpodobně najsrozumitelnější geometrickou představu o tíhovém poli.

#### 4. Geoid GEM 10

Od roku 1970 byly publikovány mnoho nových modelů gravitačního pole, včetně Standardních Zemí III a IV, Světového Geodetického Systému 1972 (US Dept. of Defense), evropských modelů GRIM 1 a 2 a série modelů Země Goddarda střediska kosmických letů, které se objevovaly v párech: GEM 1 a 2, GEM 3, 4 atd. až k posledním GEM 10A a 10B. Během sedmdesátých let se podstatně zvětšilo množství pozorování - fotografických pozorování stejně jako dopplerovských měření ze systému navigačních družic a laserových měření vzdálenosti se stále se světšující přemostí, povrchové gravimetrie se stále se světšujícíím rozsahem pokrytu zemského povrchu (včetně oceánů) a nedávne přibyla radarová altimetrie z družice Geos-3 a menší množství jiných dat. Mapy geoidu, odvozené z těchto modelů, vypadají naštětí všechny desti podobně a GEM 10 (1978), který je na obr. 1, je pravděpodobně nejlepší dnes k dispozici (s výjimkou GEM 10B, kde výrazně přispěla družicová altimetrie).

V GEM 10 je použito 840 000 pozorování, včetně 213 000 vzdáleností měřených laserovými dálkoměry, 150 000 optických pozorování a 270 000 dopplerovských měření US Navv. Nejpresnější ze všeho jsou moderní laserová měření. Taktéž je použito seuberu 1654 povrchových tíhových anomálií ( $5 \times 5^\circ$ ), který se rozprostírá po celém světě, ovšem v jižních mořích je nedostačující.

Byly vypočteny 592 harmonických koeficientů a geopotenciál je kompletní do  $l = m = 22$  (v GEM 10B do 36). Přesnost se pravděpodobně blíží k 1-2 m, přijmeme-li nevyhnutelné vyrovnání či vyhlazení jemných detailů, způsobené tím, že poleviční vlnová délka harmonických 22. řádu je  $8^\circ$  neboli 900 km. Deprese jižně od Indie vychází nyní 105 m hluboká oproti 113 m v předchozím, ale ostatní svlnění geoidu jsou si velice podobná - +59 m místo +61 m jižně od Nového Zélandu, 46 m místo 45 u Kalifornie, 73 namísto 81 m u Nové Guineje.

+/ text upraven v zájmu zkrácení, obr. s SE II vynechán (pozn. -JK).

## 5. Přesnost harmonických koeficientů

### 5.1. Test pomocí rezonancí

Ažkeli přesnost vrstevnic geoidu GEM na obr. 1 může být kolem jednoho metru (až na jemný detail), přesnost 592 harmonických koeficientů je stále diskutabilní. Měla by být řešena více než 600 neznámých z více než jedné miliónu rovaic, mohou se vyskytnout některé velmi značné korelace (mezi určovanými hodnotami) neboli rozmanité soubory koeficientů mohou vést ke skoro stejnému geoidu. "Správný" soubor koeficientů potřebujeme nejen pro získání správného modelu gravitačního pole, ale též proto, že by indikoval rozdělení hmoty uvnitř Země a epatřil kritérium pro posouzení existujících teorií o litosféře a svrchním pláští Země.

Na počátku sedmdesátých let nebyly koeficienty řádu vyššího než asi desátého příliš spolehlivě známy, s výjimkou několika mále řádů, kde byly dráhy v nehlubokých rezonancích, ale současně modely vykazují významné zlepšení. Přesnost některých koeficientů vysokých řádů může být nezávisle zkontrolována s použitím výsledků z rozbord drah, které prošly rezonancí se zemským gravitačním polem. "Resonance" nastává, když se po určitém počtu oběhů dráha družice vzhledem k Zemi opakuje. Je-li např. oběžná doba taková, že se Země pootočí přesně o  $24^\circ$  vzhledem k rovině dráhy mezi dvěma následujícími průchedy družice nad rovinu rovaiku, pesune se průmět dráhy na povrch o  $360^\circ$  přesně za 15 oběhů družice a dráha se vzhledem k Zemi bude opakovat. To je rezonance 15tého řádu a když nastane, tak se peruchové vlivy harmonických 15. řádu budou hromadit den po dni, až dojde k docela značné změně některých parametrů dráhy, zvláště jejího sklonu k zemskému rovaiku. Přesné měření změny sklonu dává hodnotu lineární kombinace harmonických 15. řádu lichých stupňů, tzv. lumped koeficientů ("seuhrmných" koeficientů - návrh českého názvu, pozn. JK.).

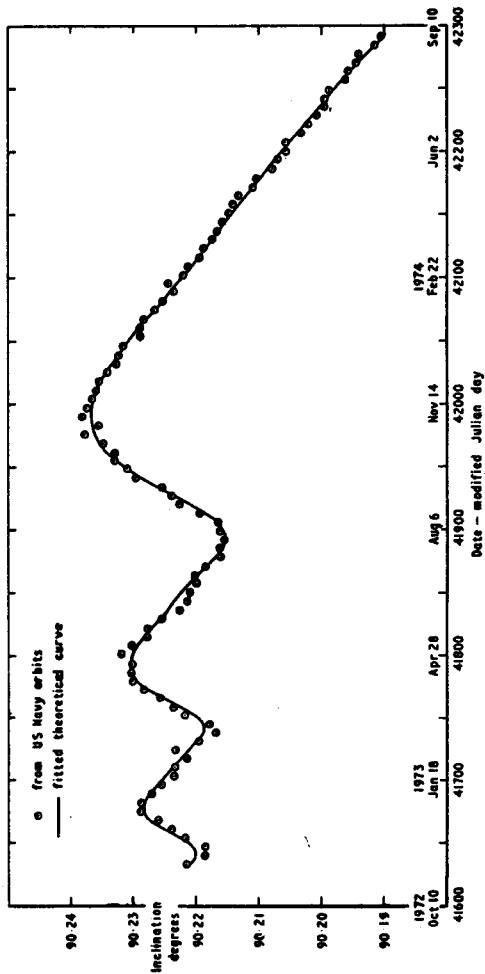
Rezonanční jevy nastávají při pozvelné kontrakci drah vlivem odporu atmosféry a je-li proces kontrakce dostatečně pomalý, je změna sklonu velmi přesně nahraditelná vhodnou teoretickou křivkou. Obr. 2 ukazuje variace družice 1971-54A v období rezonance 15. řádu mezi listopadem 1972 a zářím 1974. Sklon dráhy poklesl asi o  $0,04^\circ$ , což odpovídá 5 km při průmětu na zemský povrch; měření tohoto efektu umožňuje přesné určení seuhrmných koeficientů 15. řádu.

Rozeborem řady rezonančních drah tohoto typu (hluboké resonance) s různými sklony drah byly získány jednotlivé harmonické koeficienty 15. a 14. řádu (1975, 1978). Harmonické koeficienty těchto řádů uvedené v moderních modelech geopotenciálu budou nyní s téměř nezávislými výsledky porovnány.

### 5.2. Koeficienty 14. řádu +/

King-Hale, Walkerová a Gooding určili tento soubor harmonických koeficientů 14. řádu (1978):

+/ skráčeno a upraveno, podobně kap. 5.3 (pozn. -JK).



Obr. 2

Variace sklonu dráhy družice 197L-54A před rezonancí 15. řádu.  
 (Ukáška světlení běžných periodických poruch ve stavu dráhové rezonance;  
 teoretická křivka proložená pozorovacími daty (sklony dráhy podle US Navy)  
 je vypočtena podle souhrnných koeficientů 15. řádu nejlépe vystihujících  
 rezonanční změny sklonu).



$l$	$10^9 \bar{c}_{1,14}$	$10^9 \bar{s}_{1,14}$
14	$-38,5 \pm 2,9$	$-7,8 \pm 2,2$
15	4,5 1,1	-23,8 0,3
16	-22,3 3,6	-36,0 3,8
17	-15,0 2,6	16,8 1,2
18	-24,0 4,9	-3,2 3,7
19	-1,6 2,8	-7,6 1,0
20	8,8 5,8	-15,4 4,6
21	18,2 3,6	-10,6 1,9
22	-14,5 8,1	9,9 6,4

Přesné číselné porovnání, které lze realizovat jednoduchou grafickou formou, ukazuje velmi dobrou shodu těchto hodnot s hodnotami těchto koeficientů z modelů Země. Při porovnání s GEM 10B velmi dobře souhlasí zejména koeficienty pro  $l = 14, 15$  a  $16$ , výrazný neseuhlas je jen pro  $l = 21$ . Shoda se Standardní Zemí IV.3 je velmi dobrá pro liché  $l = 15$  a  $17$ , avšak u sudých stupňů je méně vyhovující.

Není samozřejmě nikde záruka, že rezonanční výsledky jsou zcela spolehlivé. Avšak pro  $l$ , pro která se modely Země GRIM2, GEM 10 a SBIIV shodují v hodnotě  $\bar{c}_{1,14}$ , existuje shoda i s výsledky z dráhových rezonancí, takže je velmi pravděpodobné, že hodnoty z rezonancí jsou u spolehlivé (ačkoliv je samozřejmě třeba jejich přesnost dále zvyšovat analýzami dalších drah).

Přilíší nendivuje, že koeficienty 14. řádu souhrnných řešení geopotenciálu (modelů Země) jsou značně přesné, neboť všechna tato řešení zahrnují v sobě rezonanční výsledky. Provedené porovnání pak ovšem není zcela nezávislé. Pro 15. řád je test průkaznější, jak dále uvidíme.

### 5.3. Koeficienty 15. řádu

King-Hale, Walkerová a Gooding určili tento soubor harmonických koeficientů 15. řádu (1975):

$l$ (liché)	$10^9 \bar{c}_{1,15}$	$10^9 \bar{s}_{1,15}$	$l$ (sudá)	$10^9 \bar{c}_{1,15}$	$10^9 \bar{s}_{1,15}$
15	$-23,5 \pm 0,8$	$-7,7 \pm 0,8$	16	$-13,7 \pm 1,3$	$-18,5 \pm 2,7$
17	6,3 1,5	5,6 1,5	18	-42,3 1,8	-34,7 3,4
19	-25,1 2,5	-7,3 2,3	20	10,5 3,1	29,8 5,2
21	27,8 3,6	-0,7 3,4	22	-8,6 3,8	-20,2 7,4
23	17,1 4,1	13,9 4,8			
25	-1,1 3,0	8,5 4,2			
27	10,0 3,3	6,7 2,7			

29	- 9,4 3,5	0,1 4,7
31	10,1 5,4	3,8 5,6
33	1,1 5,7	3,1 5,8

Výsledky pro liché stupně jsou věrohodnější než pro sudé (neboť jsou získány rozberem sklonu dráh, kde rezonanční efekt bývá markantní a "nerезonanční" poruchy dráhy malé).

Hodnoty souhlasí dobře s GEM 10B. Souhlas je nejlepší pro  $l = 15$  a  $17$  a kupedivu i pro  $l = 31$  a  $33$ . Nejnovější modely GEM jsou v mnohem lepším souhlase s výsledky z rezonancí než modely platné v r. 1975, kdy byly rezonanční rozborů publikovány. V GEMu 10B jsou koeficienty  $l, m \geq 30$  určeny výhradně s altimetrických dat; to je důvod, proč  $l = 31$  a  $33$  tak dobře souhlasí s výsledky z dráhových rezonancí.

Lze říci, že většina koeficientů v modelu Země GEM 10B až do řádu 15 (a možná vyš) je známa s přesností  $\approx 5 \cdot 10^{-9}$  (v plně normované formě zde uvedené).

#### 5.4. Koeficienty vyšších řádů

Model Země GEM 10B obsahuje harmonické až do stupně a řádu 36: je možné testovat přesnost (spolehlivost) koeficientů kteréhokoliv z vyšších řádů pomocí výsledků z analýz rezonančních jevů? V principu ano. Šlo by odhadnout přesnost 29. a 31. řádu s pomocí rezonancí 29:2 a 31:2  $\frac{1}{2}$ . Rezonanci 29:2 poprvé analyzovala Doreen M.C. Walkerová, která získala souhrnné koeficienty 29. řádu rozberem dráhy družice Ariel 1 (1962  $\sigma$  1). Bohužel, pro účely našeho porovnání nelze vypočítat odpovídající souhrnné koeficienty z GEM 10B, neboť do jejich hodnot zasahují harmonické koeficienty 29. řádu vysokých stupňů ( $l = 45$  a výše), které už v GEMu 10 nejsou.

Rozbor rezonance 31:2 je obtížnější, neboť v příslušných výškách dráhy nevyhnutelně existuje enormní odpor atmosféry (a ten rezonanční efekt přehlušuje). První souhrnné koeficienty získali Hiller a King-Hele (1976) z Protonu 4 a lepší výsledky v dosud nepublikované práci King-Hele (1979) z rakety Skylabu 1 (1973-27B). Např. pro  $S$  koeficienty získal:

$$0,011\bar{S}_{32,31} - 0,083\bar{S}_{34,31} + 0,310\bar{S}_{36,31} - 0,701\bar{S}_{38,31} + \bar{S}_{40,31} - \\ - 0,799\bar{S}_{42,31} + 0,084\bar{S}_{44,31} + 0,508\bar{S}_{46,31} - 0,372\bar{S}_{48,31} - 0,192\bar{S}_{50,31} \dots = \\ = (-13,6 \pm 2,2) \times 10^{-9}$$

Porovnání s GEM 10B by opět nebylo objektivní, neboť nejméně do stupně 50 koeficienty přispívají do hodnoty uvedeného souhrnného koeficientu  $S_{31}$ .

Ažkoli koeficienty 29. a 31. řádu takto porovnány být nemohou, 30. řád zkusit lze. Z rozboru dráhové rezonance 15. řádu bylo totiž možné vypočítat solidní hodnoty souhrnných koeficientů 30. řádu (ze čtyř družic). Např. pro družici 1971-54A (viz obr. 2):

+ / 29 resp. 31 nodálních oběhů kolem Země za dva hvězdné dny

$$\bar{S}_{30}^{0,2} = \bar{S}_{30,30} + 0,428\bar{S}_{32,30} + 0,211\bar{S}_{34,30} + 0,097\bar{S}_{36,30} + 0(0,38\bar{S}_{38,30}) =$$

$$= (15,3 \pm 1,3) \times 10^{-9},$$

tzn., že koeficienty nad stupněm 38 přispívají k celkové hodnotě souhrnného koeficientu  $\bar{S}_{30}^{0,2}$  nepatrně a porovnání s GEM10B má smysl. Dostaneme:

	<u>z rezonance 1971-54A</u>	<u>s GEM10B pro sklen 1971-54A</u>
$10^9 \bar{S}_{30}^{0,2}$	$-10,3 \pm 1,5$	$-8,4 \pm ?^+ /$
$\bar{S}_{30}^{0,2}$	$15,3 \quad 1,3$	$11,2 \pm ?$

Jak je vidět, číselná shoda je na 25%. Koeficienty 30. řádu v modelu GEM 10B mohou být docela realistické, nejde-li ovšem o náhodnou shodu (což vyvrátí či prokáží jedině další výzkumy).<sup>++/</sup>

### 5.5. Závěry

V posledních letech přesnost modelů geopotenciálu značně vzrostla. Počátkem sedmdesátých let byly hodnoty mnohých harmonických koeficientů řádu většího než 10 velmi fiktivní a koeficienty 15. řádu určené z rezonancí se od nich znatelně lišily. Avšak nyní existuje dobrá shoda mezi moderním modelem GEM 10B a rezonančními výsledky pro 14. a 15. řád a lze učinit závěr, že koeficienty v GEM 10B jsou přesné asi na  $\pm 5 \cdot 10^{-9}$  (odpovídá  $\pm 20\%$  pro  $m=15$ ) do stupně a řádu 15 a snad i do  $m=30$ .

### 6. Hodnota geocentrické gravitační konstanty GM

Spolu s harmonickými koeficienty je třeba vypočítat hodnotu GM v rovníci (1). Je blízka  $398600 \text{ km}^3/\text{s}^2$  a dosud nejlepší metodou pro její měření bylo studium drah kosmických sond. Z Marineru 9, 10, Vikingů 1 a 2 byla získána tato hodnota (nevážený průměr ze čtyř výsledků) ...  $398600,53 \pm 0,20 \text{ km}^3/\text{s}^2$ . Výsledek z laserových měření na Měsíc je  $398600,48 \pm 0,10$  resp.  $398600,52 \pm 0,03$  (Williams 1974, King a kol. 1976). Nejnovější a asi nejpresnější je hodnota známá z laserové lokace blízkých družic Země, svláště Lageosu (1976-39A), a to  $398600,44 \pm 0,02 \text{ km}^3/\text{s}^2$  (Lerch a kol., bude publ.). (Uvedené hodnoty platí pro rychlost světla ve vakuu  $c = 299\,792,458 \text{ km/s}$ ).

### 7. Směry budoucího vývoje

Během sedmdesátých let přesnost modelů Země stále rostla, hlavně díky zvětšující se přesnosti měření laserových dálkoměrů

<sup>+/</sup> střední chyby harmonických koeficientů nejsou v modelu Země uvedeny

<sup>++/</sup> výsledky z Interkosmu 10 a 11 budou s GEM 10B porovnány. (poznámky - JK)

ppo sledování UZD a nyní je doplněna altimetrickými údaji.  
V r. 1970 byl geoid znám s přesností 5 - 10 m, nyní se blížíme  
k 1 m.

Pokrok v geodézii je trvalý. Existuje řada nových měřicích metod, které k tomu mohou pomoci, např. dopplerovské sledování družice z družice. Bez nich by byl pokrok stěží možný, hromadění většího počtu přesnějších se měření by nestačilo. V budoucích modelech Země GEM budou patrně vypočteny harmonické koeficienty do stupně a řádu 180 čili bude třeba určit 30 000 koeficientů a to z milionu pozorovacích dat. Takové pole koeficientů 180x180 v řádech vyšších než asi 30 bude určováno především z altimetrie. Model Země kompletní do stupně a řádu 180 se může jevit jako chroustící, ale budeme ho stejně potřebovat, neboť dokonce i nejvyšší harmonické 180. řádu mají (představene na Zemi) vlnovou délku 200 km a altimetrická data ukazují na mnohem jemnější detaily. Budoucnost tudíž slibuje přesnější a detailnější mapy geoidu a mnohem obsáhlejší pole harmonických koeficientů geopotenciálu větší přesností.

Velný překlad J. Klečeňák

## KOSMICKÉ ROZHLEDY BLAHOPŘEJÍ

Blahopřejeme členům Československé astronomické společnosti, kteří se v první polovině roku 1980 dožívají významného životního jubilea. Jsou to:

### 50 let

Vladimír Mazanec	21.1.
Jaroslav Čechák	25.3.
Jaroslav Kabátník	20.4.
Ing. Antonín Tlamicha	28.4.
František Navrátil	11.5.

### 60 let

Bohumír Holotík	3.2.
Vladimír Mlejnek	12.2.
Marie Šimáková	25.3.
Bohuslav Kubálek	16.6.

### 65 let

Rudolf Reif	3.4.
Josef Kučera	20.5.

### 70 let

Dr. Rostislav Rajchl	1.1.
Josef Kodýtek	20.1.
Jan Zajíc	29.1.
Ing. Oldřich Růžička	3.5.
Karel Skřivan	31.5.
Roland Neumann	26.6.

### 75 let

Prof. Dr. Vladimír Guth, DrSc.,	
člen korespondent ČSAV a SAV	3.2.
František Pešta	3.3.
JUDr. Karel Otavský	14.3.
Jaroslav Bartoš	15.3.
Václav Anft	31.3.
Prof. Ing. Dr. Rudolf Pešek,	
člen korespondent ČSAV	7.4.
JUDr. Václav Holub	18.5.

### 80 let

Rudolf Holdík	30.1.
Antonín Jančík	17.3.
Josef Vitovský	25.5.



Akademik J. Košeňník, předseda ČSAV, předal členu korespondentu ČSAV L. Perkevi státní vyznamenání "Za obětavou práci pro socialismus", které mu propůjčil prezident republiky u příležitosti jeho šedesátin.

Akademik V. Pekorný, místopředseda ČSAV, předal Ing. M. Burňkovi, DrSc. stříbrnou čestnou oborovou plaketu ČSAV "Za zásluhy o rozvoj ve fyzikálních vědách", kterou mu udělilo presidium ČSAV u příležitosti jeho padesátin.

Redakce KR srdečně blahopřeje.

## Z NAŠICH A ZAHRANIČNÍCH PRACOVÍŠŤ

### VII. Valné shromáždění Mezinárodní astronomické unie

Montreal - město známé světovou výstavou a olympiádou - pohostinně přijalo ve dnech 14. až 23. srpna 1979 více než 2000 astronomů z celého světa, kteří se zúčastnili již sedmáctého shromáždění Mezinárodní astronomické unie (IAU). Většina jednání probíhala v jedné z moderně řešených budov university v Montrealu. Jako obvykle byl prvý a poslední den věnován společnému shromáždění všech účastníků, na kterém byly projednávány především otázky administrativního rázu. Za nového členu IAU byla přijata Indonézie. O členství v IAU se rovněž ucházela Čína, ale přijetí bylo odloženo do té doby, než budou vyřešeny některé sporné otázky formálního rázu. Byla rovněž přijata řada nových individuálních členů IAU. V současné době je 55 astronomů z Československa členy IAU. Pro následující funkční období byl za nového prezidenta IAU zvolen prof. M.K.V. Bappu z Indie, za generálního sekretáře prof. P.A. Wayman z Irsku. Je patřičné, že za jednoho z viceprezidentů IAU byl zvolen člen koresp. SAV L. Kresák. Člen koresp. ČSAV V. Bumba byl zvolen prezidentem 10. komise IAU "Sluneční aktivita". Až dosud sekretariát IAU sídlil vždy v té zemi, ze které pocházel generální sekretář. Od letošního roku nastala změna a byl zřízen stálý sekretariát IAU v Paříži.

Od 15. do 22. srpna probíhala odborná i organizační jednání 38 komisí IAU. Zvláště důležitým problémům byly věnovány tyto společné diskuse: I. Rychlostní pole velkých rozměrů na Slunci; II. Výzkum slunečního systému; III. Jádra normálních galaxií; IV. Ultrafialová astronomie - výsledky posledních mimozemských experimentů; V. Velmi horká plazma v okolí hvězd, mezihvězdném a mezigalaktickém prostoru; VI. Hvězdné nestability; VII. Fyzika komplexu chromosféra-korona-větr a ztráta hmoty z hvězdných atmosfér; VIII. Extragalaktická astrofyzika vysokých energií. Na programu společných diskusí se vždy podílelo několik komisí. Ve večerních hodinách byly uspořádány tři slavnostní přehledové přednášky předních světových astronomů: G. Herzberg (Kanada): Molekulární spektroskopie a astronomie; S. Chandrasekhar (USA): Úloha obecné relativity v astronomii; B. Paczynski (Polsko): Hvězdný vývoj a těsné dvojhvězdy.