

# KOSMICKÉ ROZHLEDY

NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ  
ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV

PŘI

4

P. Příhoda

Mars a Mariny 6 a 7

Naše znalosti o Marsu se značně rozšířily letem poslední dvojice Marinerů : 6 a 7. V červenci a srpnu získaly tyto sondy řadu nových informací, které jistě poskytnou materiál řadě vědeckých prací. Jejich přival je však možné očekávat až po delší době, takže tento článek nemůže být ničím více, než výčetem uveřejněného materiálu, jeho předběžného vyhodnocení a konfrontací s dosavadními představami.

Pro úplnost uvedme technické údaje o obou sondách. Váha po 385 kp. Centrální část tvaru osmibokého hranolu má průměr 138 cm. Obsahuje elektroniku, raketový motor pro korekci dráhy. 4 sluneční panely po 90 x 213 cm s více než 17 000 články obstarávají ve vzdálenosti Marsu výkon 449 W. Spotřeba přístrojů max. 388 W. Směrová disková anténa průměru 102 cm zajišťuje spojení při průletu. Spojení pomocí dvou vysílačů 10, resp. 20 W; 1 přijímač povelů. Údaje se předávají rychlostí 8 1/3 až 16 200 bitů za vteřinu.

Přístroje :

1) TV kamera A o poli 14° x 11°, f/5,2, průměru objektivu 10 mm, snímá střídavě přes červený, zelený, modrý a zelený filtr.

2) TV kamera B o poli 1,4° x 1,1°, f/2,5, průměr 200 mm, optický systém Schmidt - Cassegrain s asférickým korekčním členem. Všechny čtyři kamery - po dvou na každé sondě - pořídily řadu snímků. V článku se budeme zabývat především jejich výsledky.

3) IR spektrometr - obor vlnových délek 1,9 až 14,3 m. Zjišťoval, zda se v nižší atmosféře planety nevyskytují molekuly, svědčící o biochemických reakcích.

4) UV spektrometr na zkoumání vysoké atmosféry

5) IR radiometr pro měření teplot. Míří týmž směrem jako televizní kamery.

Mariner 6 (7) pořídil 50 (93) záběrů celého disku planety při přiblížování ze vzdálenosti přes milion km. Snímky pokryly celý povrch planety celkem třikrát. Materiál není dosud v celém rozsahu dostupný. Při nejtěsnějším přiblížení na vzdálenost 3400 km 31. července 1969 zachytil Mariner 6 74 obrázků povrchu, které pak postupně vysílal k Zemi, Mariner 7 získal 33 snímků 5. srpna. Při průletu již obě kamery zaznamenaly detaily, kamera A několikakilometrové, kamera B řádově stometrové. Mariner 6 zachytil rovníkovou

oblast a jižní šířky v blízkosti rovníku, oblast jižní polární čepičky zaznamenal detailně Mariner 7.

Celkové záběry ukazují, že mezi marsovskými "moři", která budeme raději označovat jako temné oblasti, a mezi světlými oblastmi "pevnin" je neostrá hranice, tak jak to zaznamenával na svých kresbách z počátku století již Antoniadi (a při vší skromnosti později i skupinka pozorovatelů z planetární sekce CAS). Neexistuje tedy ostré rozhraní světlých a temných oblastí, jak jsou zaznamenaný třeba na kresbách Pickeringa, Lowella a jiných.

Prastará otázka kanálů byla znovu vyřešena (pokolikáté už?) a to kladně. Kanály na záběrech jsou, jeví se jako značně široké, nepravidelné, nevýrazné lineární skvrny bez detailů. Jejich podoba se zhruba shoduje s tím, jak je popisuje Antoniadi. Ani stopy po tenkých přímých spojnicích Schiaparelliho. To ovšem není žádné překvapení - potvrzují se jen naše předchozí představy. A rovněž to, co tvrdil autor tohoto článku po letu Marineru 4 (viz Nové o Marsových kanálech, Říše hvězd č 1, 1967, str. 6) : že pořízené snímky nesvědčí o tom, že by kanály neexistovaly alespoň v nevýrazné podobě. Dokonalejší snímky Marineru 6 zachytily například známý Marsův kanál Nilosyrtris - severní tenké pokračování Syrtis Maion. Velmi dobře byly patrný rovněž kanály Agathodæmon, Cerberus a další. Jiné kanály fotografie ukázaly jako řady temných skvrn o různé velikosti a kontrastu. V některých případech se jednotlivé skvrny jeví bez vzájemného vztahu, takže budí dojem, že mnoho kanálů vzniká zcela náhodným seskupením nazdařbůh rozmístěných temných skvrn. Bylo zaznamenáno i rozmanité stínování v některých zřetelných kanálech. Fyzikální podstata tohoto jevu je dosud neznáma.

Jižní polární čepička se jeví jasně bílá. Průlet Marinerů se odehrál v období jara na jižní polokouli, kde polární čepička ustupovala. Podzimní severní polokoule je také korunována polární čepičkou, ta však není na záběrech pozorovatelná jako souvislá jasně bílá skvrna, ale jako mírně světlejší plocha pokrytá množstvím bělavých skvrnek s několika jasnějšími skvrnami při její jižní hranici. Projevuje se tu zřejmý relief pokrytý krátery.

Z jižní polární čepičky ukazují první záběry Marineru 6 zřetelně její nepravidelný, nikoliv neostrý okraj, na němž je pozorovatelná obruba tvořená světlými oválnými skvrnami. Některé z těchto skvrn jsou jen jakýmsi výběžky souvislé bílé oblasti čepičky, jiné jsou od ní oddělené. Pripomínají vzhledem krátery. Nejmenší na snímku zachycené mají průměry kolem 30 km. Daleko podrobnější záběry této oblasti pořídil Mariner 7 při svém průletu těsně kolem planety 5. srpna. Potvrdil, že oblast jižní polární čepičky je skutečně pokryta značným množstvím kráterů a že okraj čepičky je značně ovlivněn a určen místním reliéfem. Přejechod mezi oblastí pokrytou zmrzlými usazeninami a okolní "holou" oblastí je neostrý - menší než dva šířkové stupně - zhruba 100 km. Záběry z 25° délky a -61° šířky ukazují, že dna některých kráterů jsou zcela pokryta zmrzlou usazeninou - ta musí tvořit natolik silnou vrstvu, že zcela nezmizí během dne ani na svazích obráčených ke Slunci. Přesto však je možno pozorovat i uvnitř čepičky temná místa i krátery s temnými dny. Hrají tu zřejmě roli místní meteorologické faktory - proudění atmosféry, jež je zřejmě ovlivňováno uspořádáním reliéfu, dochází zřejmě k tomu, že některá místa mají teplejší mikroklima a naopak. Jiná část jižní

polární čepičky na šířce  $-59^{\circ}$  ukazují naopak, že jižní svahy kráterů - odvrácené od Slunce - jsou pokryté jinovatkou, severní, sluneční svahy jsou temné - ztuhlé usazeniny zde zřejmě již 'sublimovaly'.

Mariner 6 zaznamenal ještě jeden zajímavý jev. Jižní polární čepička nedosahuje nikde k okraji kotoučku planety. Zdá se, že u ranního terminátoru je tento jev výraznější než pro poledníky s pokročilejší denní dobou, kde je jižní okraj čepičky blíže limbu. Takové okrajové ztemnění ukazuje shodně více záběrů. Jev snad mohl vzniknout absorpcí světla v Marsově atmosféře. Nelze ovšem zatím vyloučit, že by mohl být ryze instrumentální povahy. Mocnost vrstvy tuhých usazenin se předběžně odhaduje na 1000 mm - to je nečekaně vysoký odhad, který patrně dozná změny. Radio - metry Marineru určily průměrnou teplotu jižní polární čepičky na  $-70^{\circ}\text{C}$ , v jednom případě i na  $-123^{\circ}\text{C}$ , což je i bod tuhnutí  $\text{CO}_2$  v podmínkách Marsu. To podporuje představu, že čepičky jsou z tuhého  $\text{CO}_2$  a z ledu, jak předpokládá Pimentel.

Záběry sond zachytily znovu Marsovy krátery. Světla skvrna areografické délky  $130^{\circ}$  a šířky  $+20^{\circ}$ , označovaná jako Mix Olympica, se ukázala být velikým kráterem průměru 480 km. Má jasné valy, temnější dno a jasný střed - patrně centrální vrchol. Není divu, že pozemští pozorovatelé ji vesměs viděli jako jasnější okrouhlou skvrnu. Ještě lépe zaznamenal tento útvar Mariner 7. Na řadě dalších záběrů z větší vzdálenosti je možno zjistit další méně výrazné velké krátery. Velké množství kráterů zaznamenaly především kamery obou Marinerů při průletu kolem planety. Mariner 6 zachytil kamerou A detaily minimálního rozměru asi 3 km, kamera B zaznamenala i třístametrové detaily. Rozlišovací schopnost a brilance záběrů Marineru 7 byla ještě lepší.

K charakteru povrchu planety citujeme slova Roberta Leightona z Kalifornského technologického institutu: "Mars je výrazně podobný Měsíci v počtu, tvaru, uspořádání i velikosti kráterů. Předběžné sčítání identifikovalo v záběru č.21 156 zřetelných kráterů na ploše 625 000  $\text{km}^2$ , jejichž průměry se pohybují od 3 do 240 km. Skutečný počet je nepochybně daleko vyšší. Úzkodhlavé záběry 20 a 22 ukazují část téže plochy; zachycují mnohem více kráterů až do průměru 300 metrů."

Poté Leighton komentuje stupeň zvětrání Marsových kráterů. Soudí, že procesy eroze a přenosu materiálu jsou na Marsu výraznější než na Měsíci. Dodává dále: "V podrobnostech jsou některé Marsovy krátery podobné měsíčním - vykazují seavy, terasovité valy, stejně jako suťové kužely na příkrých vnitřních svazích. Centrální vrcholky, polygonální obrys okolní oblasti pokryté balvany i drobnějšími vyvrženinami jsou stejné, jaké můžeme vidět na Měsíci. Jiné útvary obdobné s měsíčními jsou nepravidelné meandrovité se vinoucí brázdy." ... "Rozdíly mezi měsíčními a Marsovým povrchem spočívají hlavně ve zřetelně plošším reliéfu mnoha Marsových kráterů, jejich plošších dnech, menším procentu centrálních vrcholů, tenčích vrstvách usazené drti, nepřítomnosti sekundárních kráterů a většího množství "duchovitých" kráterů." Jinými slovy - je zde více kráterů erodovaných do velmi plochého reliéfu. Ukázalo se rovněž, že zvláštní skvrnitost temných mořských oblastí, na níž upozorňovali někteří pozorovatelé již před lety, je způsobena právě výskytem kráterů.

Mariner 7 zaznamenal také některé případy rozhraní temných a světlých oblastí. Řekli jsme už, že přechodové zony jsou dosti široké. Přesto byla pozorována i rozhraní ostrá. Jedno z těchto míst je na severním okraji Sabaeus Sinus, kde přechodová oblast mezi "pevninou" a "mořem" je široká jen desítky kilometrů. Z temní oblasti přitom místy vycházejí dlouhé prstovité výběžky. Zajímavý je široký styk temného Hellespontu s rozsáhlou jasnou Hellas. Postupujeme-li od Hellespontu k Hellas, počet kráterů klesá - počet malých přitom klesá rychleji. Dno Hellas, která je zřejmě obrovskou pánví, je zcela bez kráterů s výjimkou okrajové zony. Mizení kráterů ke středu Hellas není zřejmě způsobeno atmosférickým zákalem nad Hellas, ale nejspíše tím, že krátery byly zakryty sypkými usazeninami. Přechod Hellespontus - Hellas je prostoupen stupnovitými příkopy a brázdami. Je to nejčlenitější známý přechod mezi Marsovou temnou a jasnou oblastí.

Vyjimečnou se ukazuje světlá oblast západně Meridiani Sinus o ploše přes 500 000 km<sup>2</sup>. Mariner 6 ukázal, že je dosti proměnlivá. Její teplota je o několik stupňů vyšší než u okolních útvarů. Není vyloučeno, že jde o sesuvnou oblast.

Pokud se týká reliefu Marsu, doplnila výsledky Marinerů další radarová pozorování. Pamätujeme se patrně, že roku 1966 Sagan a Pollack z radarových pozorování stanovili, že temné oblasti Marsu jsou vyvýšeniny a světlé sníženiny - a to zcela v protikladu k předchozím představám. Roku 1969 R. Goldstein z Kalifornského technologického institutu zjistil, že nelze jedno - značně tvrdit, že světlé oblasti mají nižší úroveň. Ukazuje se, že někdy jsou to oblasti nižší a jindy opět vyšší. Temnější oblast Tharsis - kde se pravidelně objevuje ranní či večerní oblačnost - je podstatně vyše než světlejší Amazonie. Maximální zjištěný výškový rozdíl je téměř 13,5 km. Syrtis Maior se neukázala být náhorní rovinou, ale obrovským svahem délky 800 km stoupající západním směrem k jasné oblasti Aeria, která je rozsáhlým plato. Nejvyšší bod Syrtis Maior má relativní výšku 6100 metrů. Temná oblast Trivium Charontis, zachycená také Marinerem 7, je rovněž velmi dlouhý svah.

Marinery 6 a 7 přispěly také k otázce modré vrstvy a modrého vyjasnění. Je známo, že kontrast temných a světlých Marsových oblastí ubývá při přechodu od červené k modré barvě, takže snímky v modrém či ultrafialovém světle ukazují Mars bez povrchových detailů. Tento efekt byl původně vysvětlován jako důsledek atmosférického zákalu nepropustného pro modré paprsky. Výjimku tvoří tak zvané modré vyjasnění. Předpokládalo se, že modrá vrstva při tomto vyjasnění mizí a že proto útvary povrchu jsou viditelné i v modré barvě. Avšak snímky Marineru 6 s použitím modrého filtru ukazují zřetelně krátery na povrchu Marsu. To odporuje existenci určitého druhu atmosférického zákalu, neprůhledného v modrém světle. Mohli bychom namítnout, že na Marsu bylo snad právě modré vyjasnění. Fotografie ze Státní univerzity - sitní observatoře v Novém Mexiku však ukazují, že žádné modré vyjasnění se v té době "nekonalo". Mechanismus odpovídající modrému vyjasnění je dosud neznám, ale zdá se, že to bude po - vrchový úkaz, jak to po jeho objevení někteří vědci předpokládali.

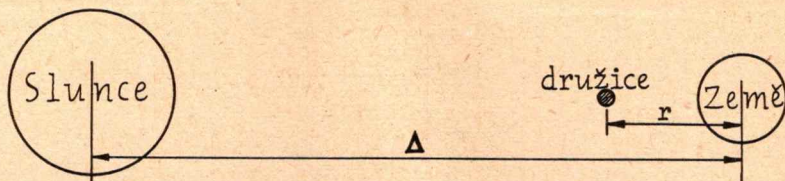
O gravitačních sférách

Vzpomínám si, jak před léty, kdy jsem jako student chodil na petřínskou hvězdárnu, mi připadalo divné, že Měsíc obíhá kolem Země, a ne kolem Slunce, i když k překonání zemské přitažlivosti je zapotřebí rychlost 1 km/s a v druhém případě zhruba 30 km/s. Počítáme-li přitažlivou sílu z gravitačního zákona, zjistíme, že Slunce působí na částku hmoty v oblasti Měsíce téměř 2,5krát větší silou než Země. Úvahy tohoto druhu bychom mohli rozvádět na obě strany a psát třeba o vzdálenější družici Měsíce nebo o oběhu Slunce kolem středu Galaxie. Uvažujeme dále: kdybychom chtěli nakreslit např. dráhu Měsíce kolem středu Galaxie, dostali bychom křivku, na které oběh Měsíce kolem Slunce způsobuje jakési zvlnění a na níž oběh Měsíce kolem Země "ani nepostřehneme". A přece obíhá Měsíc kolem Země, Země kolem Slunce, ..

.....  
Co je tedy určujícím faktorem, abychom mohli odpovědět na otázku, které těleso je rozhodující pro pohyb druhého tělesa? Rozhodující je, jaké změny které těleso způsobuje; řečeno odborně, jaký je spád (gradient) gravitačního pole příslušného tělesa v dané oblasti. Ukažme si to na příkladu Měsíce: síla, kterou gravitační pole Galaxie působí na jeden gram zemské hmoty, je stejná jako síla, již Galaxie působí na 1 g měsíční hmoty nebo na 1 g Plutovy hmoty. Rozměry sluneční soustavy jsou totiž vzhledem k mezihvězdným vzdálenostem zanedbatelně malé. Zrovna tak můžeme říci: "Síla, kterou působí gravitační pole Slunce na 1 g měsíční hmoty, je skoro stejná jako síla, již Slunce působí na 1 g zemské hmoty". V nebeské mechanice zásadně platí relativní hodnocení. Zrovna tak jako o nějakém člověku řekneme, že je velký pouze tenkrát, když je větší než ostatní, stejně pro pohyb Měsíce je rozhodující, o co více nebo méně je přitahován Sluncem než Země. Srovnáme-li tento rozdíl (diferenciální gravitace) se zemskou přitažlivostí v oblasti Měsíce, zjistíme, že vliv naší planety je rozhodující.

Když jsme si takto kvalitativně náš problém objasnili, položíme si poněkud složitější otázku: Představme si, že budeme vypouštět sérii umělých družic, které se pro jednoduchost budou pohybovat po kruhových drahách. Některé družice budou velmi blízko Země (asi tak, jako létali první kosmonauté), jiné budou třeba až v oblasti Měsíce, další ještě vzdálenější. Otázka je, kdy se stane pojem družice Země pouhou fikcí a bude přesnější mluvit o umělé planetce Slunce. Otázka nemá pouze akademický charakter. Družice nebude patřit Zemi tenkrát, když se od naší planety vzdálí do prostoru a nebude už stále v blízkosti Země, jako třeba Měsíc. Otázka se zdá být velmi složitá, ale odpověď na ni lze značně zjednodušit, zavedeme-li tzv. H i l l o v u s f é r u .

Tento pojem můžeme názorně přiblížit takto: Řekli jsme úvodem tohoto článku, že přitažlivost Země je v oblasti Měsíce mnohem větší než diferenciální gravitace Slunce. Vyjádřeme tuto skutečnost kvalitativně. Předpokládejme pro jednoduchost, že Země, Slunce a družice leží na přímce (viz obr.). Potom



diferenciální gravitace Slunce je rovna

$$(1) (DG)_{\odot} = GM_{\odot} \left[ \frac{1}{(\Delta-r)^2} - \frac{1}{\Delta^2} \right] = GM_{\odot} \frac{2\Delta r - r^2}{(\Delta-r)^2 \Delta^2},$$

kde o družici předpokládáme, že má jednotkovou hmotu,  $G$  je gravitační konstanta,  $M_{\odot}$  je hmota Slunce,  $m_{\oplus}$  je hmota Země. Vzhledem k tomu, že  $\Delta \gg r$ , můžeme psát

$$(2) (DG)_{\odot} = \frac{2GM_{\odot}r}{\Delta^3}$$

V jaké vzdálenosti od Země je diferenciální gravitace Slunce stejně velká jako přitažlivost Země? Tato otázka může být přibližně zodpovězena s pomocí (2) a gravitačního zákona:

$$(3) \frac{2GM_{\odot}r_c}{\Delta^3} = \frac{Gm_{\oplus}}{r_c^2}$$

odkud ihned dostáváme

$$(4) r_c = \Delta \left( \frac{m_{\oplus}}{2M_{\odot}} \right)^{1/3}$$

kde  $r_c$  je kritická vzdálenost, ve které nastane rovnost diferenciální gravitace Slunce a přitažlivosti Země. Výpočet, který jsme nyní provedli, měl pouze ilustrativní charakter, protože v nebeské mechanice se dokazuje, že hodnota  $r_c$  je příliš vysoká. Pomocí výpočtů, které přesahují možnosti tohoto článku, lze ukázat, že stabilní družice má že existovat pouze uvnitř Hillovy sféry, jejíž poloměr je dán podobným vztahem

$$(5) r_H = \Delta \left( \frac{m_{\oplus}}{3M_{\odot}} \right)^{1/3}$$

Řečeno odborněji: Je to koule, opsaná kolem Země, která prochází Lagrangeovým libračním centrem  $L_1$ , kde  $L_1$  je bod, nalézající se mezi Sluncem a Zemí (obecně mezi dvěma "velkými" tělesy). Leží-li nějaké těleso v tomto bodě, zůstává poměr mezi jeho vzdáleností ke Slunci konstantní a všechna tři tělesa jsou stále na přímce.

Posadíme-li do (5) numerické hodnoty  $\Delta = 1 \text{ a.j.} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$ ,  $M_{\oplus}/m = 3,3 \cdot 10^3$ , dostaneme, že až do vzdálenosti

$$(6) 1,5 \cdot 10^6 \text{ km}$$

je teoreticky Země schopna si udržet družici. Ve skutečnosti je

však situace daleko méně příznivá, protože vedle Země a Slunce působí na družici ještě zejména Měsíc. Dále je třeba vzít v úvahu excentricitu zemské dráhy kolem Slunce, excentricitu měsíční dráhy kolem Země, smysl oběhu a někdy i excentricitu dráhy družice. Proto je třeba se na (6) dívat jako na horní mez a za daleko přijatelnější považovat polovišňák hodnotu, jak ukázal pro některé případy např. Čebotarev. I v tomto střízlivém případě má Měsíc "dostí velkou rezervu". Porovnáme-li Čebotarevův odhad s velikostí sféry aktivity Země, uvidíme později celkem dobrou shodu.

Daleko častěji než o Hillově sféře se mluví o s f é r e a k t i v i t y. Jestliže u Hillovy sféry jame jako názorný příklad mohli uvést pouze určitou analogii, nyní budeme moci uvádět poměrně víc matematických vztahů i když za určitých zjednodušujících předpokladů. V úvahách kolem sféry aktivity se setkáváme se čtyřmi důležitými veličinami :

$P$  rušící síla, kterou Země působí na družici,  
 $F$  síla, kterou Slunce přitahuje družici,

(7)  $P_1$  rušící síla, kterou působí Slunce na družici,  
 $F_1$  síla, kterou Země přitahuje družici.

Podstata problému je v tom, že srovnáváme dva druhy popisu : V prvním bereme jako centrální těleso Slunce (veličiny bez indexu), ve druhé Zemi (veličiny s indexem 1). Sféra aktivity je definována jako množina bodů, pro které

$$(8) \quad \frac{P}{F} = \frac{P_1}{F_1}$$

Uvnitř sféry aktivity je  $P/F > P_1/F_1$  (rušivý vliv Slunce je relativně menší). Pro jednotlivé veličiny v rovnici (8) můžeme s pomocí obrázku psát přibližné vzorce. Opět předpokládáme  $r \ll \Delta$ . Platí

$$(9) \quad F = GM_{\odot} / \Delta^2 \quad F_1 = P = GM_{\oplus} / r^2,$$

$$P_1 = GM_{\odot} \Delta^{-3} (1 + 3 \cos^2 \varphi)^{1/2} \cdot I,$$

kde  $180^\circ - \varphi$  je úhel, který svírá geocentrický a heliocentrický průvodič družice, přičemž se autor omlouvá čtenáři, že poslední vzorec pouze předkládá k věření. Dosažíme-li (9) do (8), dostaneme po jednoduchých úpravách

$$(10) \quad r_A = \Delta (m_{\oplus} / M_{\odot})^{2/5} (1 + 3 \cos^2 \varphi)^{-1/10},$$

což je rovnice rotační plochy, která se od plochy kulové odlišuje jen velmi málo. Proto plochu (10) nazýváme sféra aktivity. Dosažíme-li do (10) numerické hodnoty pro soustavu Země-Slunce, dostaneme

$$(11) \quad r_A = 9,4 \cdot 10^5 \text{ km.}$$

Z (11) je vidět, že Měsíc se nalézá uvnitř sféry aktivity Země.

Nejjednodušší bude výpočet poloměru s f é r y p ř i t a ž l i v o s t i. Je to množina bodů, pro které je přitažli-



vost Země stejně velká jako přitažlivost Slunce, tj. musí platit

$$H_1 = H$$

neboli

$$(12) \quad r_p = \Delta \left( \frac{m \delta}{M_\odot} \right)^{1/2}$$

Po dosažení numerických hodnot dostáváme

$$(13) \quad r_p = 2,6 \cdot 10^5 \text{ km.}$$

To znamená, že uvnitř koule o poloměru 260 000 km převažuje přitažlivost Země nad gravitací Slunce. Měsíc se tedy nachází vně sféry přitažlivosti Země, což je mezi družicemi planet dosti velká vzácnost. I zde samozřejmě by název sféry měl správněji být v uvozovkách, protože plocha (= "sféra") přitažlivosti má při přesných výpočtech průvodič v rozmezí 256 až 265 tisíc km.

Numerické hodnoty, které jsme dosud uváděli, platily pro soustavu Země-Slunce. Podobně ale můžeme definovat gravitační sféry pro soustavu libovolná planeta - Slunce - Země - Měsíc a pod. Pro planety a Slunce nám numerické hodnoty v miliónech kilometrů uvádí následující tabulka převzatá z Čebotareva.

	Sféra přitaž.		Sféra akt.		Hillova sf.
	$r_{\min}$	$r_{\max}$	$r_{\min}$	$r_{\max}$	$r$
Merkur	0,011	0,029	0,090	0,136	0,221
Venuše	0,168	0,171	0,612	0,621	1,008
Země	0,256	0,265	0,913	0,944	1,497
Mars	0,117	0,142	0,524	0,631	1,083
Jupiter	22,89	25,22	45,87	50,54	51,91
Saturn	22,77	25,46	51,50	57,58	64,15
Uran	18,09	19,88	49,35	54,25	69,56
Neptun	32,09	32,65	86,10	87,59	115,24
Pluto	7,42	12,29	26,67	44,17	57,43

Že numerické výsledky nejsou vždy např. ve shodě s (10), podle níž  $r_{\max}/r_{\min} = 1,15$ , je důsledkem skutečnosti, že dráhy planet mají nenulovou excentricitu, čímž se příslušné vzorce značně komplikují. Z tabulky je vidět, že pro libovolnou planetu sluneční soustavy a Slunce je splněna nerovnost  $r_p < r_A < r_H$ . Tato nerovnost nemá obecnou platnost. Vezmeme-li např. dvojici Země-Měsíc, můžeme nalézt tyto hodnoty (měřené od středu Měsíce):  $r_p = 45\,000$  km,  $r_A = 70\,000$  km,  $r_H = 58\,000$  km, ale pro dvojici Měsíc - Slunce je opět "všechno v pořádku", neboť

$$r_p = 29\,000 \text{ km} < r_A = 160\,000 \text{ km} < r_H = 350\,000 \text{ km.}$$

Leží tedy všechny gravitační sféry Měsíce uvnitř sféry aktivity Země (vůči Slunci). Z toho nejlépe vidíme, jak schematické je zavádění gravitačních sfér. Máme-li dvě "velká" tělesa, např.

Slunce a planeta, a v jejich gravitačním poli se pohybuje částečka nepatrné hmoty, např. kosmická sonda, pak jsou gravitační sféry dobrým modelem a největší potíže činí hraniční oblasti. Máme-li však tři a více "velkých" těles nalézajících se ne příliš daleko od naší částečky, potom nám gravitační sféry často nejsou moc platné a musíme vycházet z problému více těles, což je velmi složitá a v obecném případě dosud uspokojivě neřešená úloha nebeské mechaniky.

Gravitační sféry však mohou být užitečné i mimo sluneční soustavu. Předpokládejme nejschematičtější model Galaxie, v němž je převážná část hmoty soustředěna v centru a kolem obíhají hvězdy. Potom pro hmotu  $M_{gal} = 1,3 \cdot 10^{11} M_{\odot}$  a vzdálenost Slunce od středu  $\Delta^* = 8 \cdot 10^3$  parsec,  $1 \text{ parsec} = 2,16 \cdot 10^5 \text{ a.j.}$ , dostaneme  $r_p = 4,5 \cdot 10^3 \text{ a.j.}$ ,  $r_A = 6,0 \cdot 10^4 \text{ a.j.}$ ,  $r_H = 2,3 \cdot 10^5 \text{ a.j.}$

Tyto "sféry" jsou značně deformované v důsledku gravitačního pole okolních hvězd, jak ukázal např. Sekanina. Uvážíme-li však, že Pluto obíhá v průměrné vzdálenosti 40 a.j., vidíme ihned, že autoři science fictionů mají pro další planety víc než dost místa.

A. Tlamicha

#### XVI. zasedání Mezinárodní radiotechnické unie v Ottawě.

Ve dnech 18.-28. srpna 1969 se konalo XVI. Valné shromáždění Mezinárodní vědecké radiotechnické unie - URSI. (International Union of Radio Science) v Ottawě v Kanadě. Valného shromáždění se zúčastnilo sedm delegátů z Československa z toho tři pracovníci z oboru rádiopozemské astronomie z Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejově.

URSI je jedna z nejstarších mezinárodních Uníí. Vznikla v r. 1913 a dnes je jednou ze šestnácti mezinárodních vědeckých Uníí ICSU (International Council of Scientific Unions). URSI má 37 členských států, mezi kterými je také Československo. Unie má osm komisí :

- I. Radiové normály a měření
- II. Radiové vlny v neionizovaném prostředí
- III. Ionosféra
- IV. Magnetosféra
- V. Radioastronomie
- VI. Radiové vlny a obvody
- VII. Radioelektronika
- VIII. Radiový šum pozemského původu

Komise V má pracovní komisi pro absolutní měření radiové emise Slunce. Vzhledem k náplni tohoto časopisu bude podána pouze zpráva za komisí V.

Na zasedání komise V byly předneseny nové objevy v radioastronomii za období tří let od posledního Valného shromáždění v Mnichově. Jednání se soustředila na následující problémy :

- I. Pulsary.

- II. Měření pomocí interferometrů s velkou základnou - mezikontinentální interferometry dvou i tříprvkové.
- III. Mapování Slunce.
- IV. Absolutní měření rádiové emise Slunce.
- V. Novinky v rádioastronomii.

I. Úvodní referát přednesl jeden z objevitelů pulsarů Dr. A. Hewish, Department of Physics University of Cambridge, Cambridge, U.K.

Objevení pulsarů v r.1967 přineslo nové pole bádání v rádioastronomii a v astrofyzice. Trvání jednotlivých pulsů ukazuje, že pulsary musí být velikosti planet nebo menší, zatímco vzdálenost odhadnutá na základě disperse pulsů, na absorpci na 21 cm a soustředění pulsarů ke galaktické rovině ukazují, že pulsary leží několik tisíc parsec od Slunce. Evidence pulsarů, založená na frekvenci pulsů a jejich variace s časem, vedou k tomu, že pulsary mohou být identifikovány s rychle rotujícími neutronovými hvězdami.

Dosud nebylo nalezeno vysvětlení mechanismu vzniku záření. Měření polarizace ukazuje přítomnost magnetického pole v prostředí. Současné teorie vedou zatím k závěru, že pulsy vznikají interakcí mezi ionisovaným prostředím (plasma) a magnetickým polem, kteréžto prostředí se nachází právě v okolí neutronových hvězd.

K pozorování pulsarů je zapotřebí antén s velkou aperturou jako je parabolické zrcadlo o průměru 300 m v Puerto Rico a nebo použijeme velkých interferometrů s velkou rozlišovací schopností.

- II. Interferometry s velkou základnou - mezikontinentální interferometry.

Tato zařízení se začala s úspěchem používat v r.1967-1968. Princip měření spočívá v tom, že se měří rádiový zdroj pomocí dvou velkých parabolických antén o průměru 20 - 50 m i více, vzdálených několik tisíc až milionů vlnových délek. Signály se zaznamenávají na video-magnetický záznam. Obě stanice jsou kontrolovány atomovými časovými normály, které jsou umístěny na obou stanicích. Oba video záznamy jsou korelovány pomocí počítačícího stroje. Dosahuje se rozlišovací schopnosti (HPBW) až několik desetitisícin obloukových vteřin. Dosavadní měření byla uskutečněna mezi USA a Švédskem. Nyní se pracuje na pokusu mezi USA a SSSR. Kromě toho byla provedena řada pokusů v USA, mezi Kalifornií a Virginií, Východní a Západní Kanadou. V současné době probíhá pokus mezi Kalifornií, Virginií a Massachusetts pomocí tří parabolických zrcadel.

Dosavadní měření byla prováděna na kmitočtech 610 MHz, 1667 MHz, 2300 MHz a 5100 MHz na základnách v rozsahu 200 km až 12 000 km.

Bylo nalezeno, že velké procento rádiových zdrojů dosud naměřených ukazuje strukturu řádově tisícín obloukových vteřin. Například více než 35 rádiových zdrojů ukazuje zjištěitelné interferometrické svazky o základně 80 milionů vlnových délek na kmitočtu 2300 MHz. Tyto zdroje nezahrnují

pouze známé proměnné zdroje, ale i takové objekty, které jsou v malé oblasti 3C 274. Pomocí interferometrických měření a dosavadních spekter bylo určeno magnetické pole v rádiových zdrojích. Magnetické pole se pohybuje v rozsahu  $10^{-4} - 10^{-2}$  Gaussů.

Ze současných výsledků vyplývá, že tento typ interferometrů se stane standartní pomůckou radioastronomů. Očekává se, že interferometry se základnou mnoha milionů vlnových délek jsou pouze otázkou času.

### III. Mapování Slunce

V tomto oboru se diskutovala současná technika mapování Slunce pomocí interferometrů a pomocí parabolických zrcadel v rozsahu vlnových délek 2 mm - 3,75 m. Delegát z Austrálie promítl film, který zachycoval obraz Slunce na vlnové délce 3,75 m pomocí kruhového interferometru s rozlišovací schopností (HPBW) 3,75 obloukové minuty. Zařízení se nazývá rádiový heliograf a je umístěno v Austrálii. Z filmového záznamu byly zřetelné vidět pohyby zdrojů během eruptivní činnosti na Slunci. Toto zařízení je v denním provozu již 18 měsíců a umožnilo získat za tuto dobu řadu cenných informací o sluneční činnosti.

Byla pozorována řada pohybujících se vzplanutí typů IV. Bylo zjištěno, že tyto typy jsou mnohem složitější než bylo naměřeno pomocí jednoduchých přístrojů.

Různý stupeň polarizace v různých složkách typu IV vede k závěru, že během rádiového vzplanutí typu IV může pracovat několik procesů emise.

Dále byla studována rádiová vzplanutí typu I, II, III a V, výsledky byly většinou již publikovány v r.1968 a v r.1969.

Mapování Slunce na decimetrových vlnách a centimetrových vlnách se stále uskutečňuje pomocí interferometrických křížů (Nancay, Toyokawa, Ottawa, Algonquin, Clarke Lake, Fleurs, Nobeyama, Stanford aj.) Tyto přístroje pracují většinou jako denní služba.

Zvláštností byla zpráva o mapování Slunce pomocí velkých zrcadel na velmi krátkých vlnách od vlnové délky 2 mm - 3 cm. Na některých stanicích se toto měření provádí denně, USA : Aerospace 3,3 mm, na jiných jen příležitostně. To je způsobeno tím, že je zatím nedostatek velkých zrcadel s velkou přesností povrchu pro velmi krátké vlny a pro použití ke slunečním výzkumům. Taková krátkodobá mapování Slunce na milimetrových vlnách byla prováděna na stanicích v USA Kitt Peak, Haystack, Mc Donald Observatory Texas, v SSSR na Krymu.

Největší rozlišovací schopnosti 1,2 obl.min. na vlnové délce 3,5 mm bylo dosaženo pomocí parab.zrcadla o průměru 11 m na Observatoři Kitt Peak v Arizoně.

Byla získána velmi detailní struktura aktivních zdrojů na Slunci. V této práci je také zapojen jeden z čl.delegátů A.Tlamicha.

Z dosažených výsledků mapování Slunce na milimetrových vlnách vyplývá, že teplota aktivních center na Slunci je zvýšena jen o několik procent průměrné teploty "klidného

Slunce". V místě absorpčního filamentu na slunečním disku je teplota o několik procent nižší než průměrná teplota "klidného Slunce". Na vlnové délce 3,5 mm je jasová teplota "klidného Slunce"  $6.400^{\circ}\text{K} \pm 300\text{K}$  a rozdílů na zvýšení teploty v místě aktivního centra činí 100 - 400° K, zatímco chladnější místa v místě absorpčního filamentu odpovídají snížení průměrné jasové teploty o 100 - 200° K.

Pro stanovení modelu aktivních center na Slunci pomocí radiových měření stále chybí přístroje s velkou rozlišovací schopností a se stejnou rozlišovací schopností na různých vlnových délkách.

#### IV. Absolutní měření rádiové emise Slunce.

Pracovní komise, která má za sebou již 6 let úspěšné práce, byla rozšířena o dva nové členy. Nynější členové komise: Castelli (USA), Covington (Kanada), Croom (Vel. Británie), Daene (NDR), Fokker (Holandsko), Hagen (USA), Moltchanov (SSSR), Mullaly (Austrálie), Tanaka (Japonsko), Tlamicha (Československo).

Zprávu o činnosti komise přednesl předseda prof. H. Tanaka z Toyokawa Observatorij, Japonsko. Z dosažených výsledků absolutní kalibrace rádiové emise Slunce ve frekvenčním oboru 536 MHz - 9400 MHz vyplynulo, že problém absolutní kalibrace rádiové emise Slunce by měl být vyřešen do příštího zasedání URSI, to je do tří let.

Pro kalibraci zařízení na decimetrových a metrových vlnových délkách byl doporučen opět rádiový zdroj v souhvězdí Kasiopeja (CAS A). Skupinou pracovníků na observatoři Green Bank (USA) byl nalezen nový silný zdroj v oblasti H II, DR-21 (Downes and Reinhart), který je malý, relativně silný a konstantní na krátkých vlnových délkách. Velká část zasedání této pracovní komise byla věnována diskusím kalibrace velkých antén, přijímacího zařízení pomocí anténních trychtýřů, argonových výbojek, řešení přijímací cesty rádioteleskopu. Komise navštívila radioastronomickou observatoř v Ottawě, která se zabývá absolutní kalibrací rádiové emise Slunce, a diskutovala otázky absolutní kalibrace ve spojení s praktickým měřením.

Na zasedání komise V přednesl prof. H. Tanaka zprávu ze zasedání pracovní komise o absolutní kalibraci rádiové emise Slunce a tuto zprávu rozšířil o problémy spojené s kalibrací rádiové emise galaktických zdrojů.

#### V. Novinky v radioastronomii.

Na tomto zasedání byly předneseny zprávy, které informovaly o výstavbě nových přístrojů pro radioastronomii.

- a) NSR : Výstavba nového, plně automatizovaného rádiového teleskopu o průměru 100 m. Rádioteleskop je vhodný až do vlnové délky 3 cm. Řízení rádiového teleskopu je pomocí počítače. Cena je asi 5 mil. US dolarů. Rádiový teleskop je umístěn 30 km jižně od Bonnu. Stavba bude ukončena v dubnu 1970.