

N. N. Sytinskaja

Soudobé výzkumy atmosféry a povrchu Marsu

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 1 (1956), No. 4, 430--436

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137420>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1956

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>

## Literatura

- V. Petrov, *Televiđenjeje buduščego*, Radio, č. 6 (1956).  
A. A. Šternfeld, *Lety do vesmíru*, Mladá fronta, Praha 1956.  
A. A. Šternfeld, *Problémy kosmického letu*, SOVĚTSKÁ VĚDA - matematika, fyzika, astronomie, č. 2 (1955).  
V. G. Fesenkov, *Problémy astronautiky*, tamtéž, č. 4 (1955).  
VI. astronautický kongres, *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, č. 3 (1956).  
Z. Pírko, K. E. Ciolkovskij (*život a dílo*), SOVĚTSKÁ VĚDA - matematika, fyzika, astronomie, č. 2, 3, 4, 5 (1954).

Prof. N. N. SYTINSKAJA

## SOUDOBÉ VÝZKUMY ATMOSFÉRY A POVRCHU MARSU

*Priroda*, 1956, č. 6, str. 33—41.

Ve výzkumech Marsu je patnácti- až sedmnáctiletá periodičita daná pozorovacími podmínkami. Mars je sice se Zemí v oposici, to jest Zemí »nejblíže«, každé dva roky a dva měsíce, avšak vzdálenost Marsu od Země je vzhledem k velké výstřednosti oběžné dráhy Marsu kolem Slunce silně proměnná; mění se v mezích od 54 milionů kilometrů do 105 milionů kilometrů. Střední vzdálenost Marsu od Země v oposici je 78 milionů kilometrů. Je přirozené, že pozorovací podmínky jsou mnohem lepší, je-li Mars Zemí blíže než 60 milionů kilometrů, než je-li jeho vzdálenost od Země větší. Kromě toho zůstává Mars v této nejmenší vzdálenosti od Země dosti dlouho, což rovněž dává možnost podrobnějšího studia různých sezónních změn na jeho povrchu. Oposice, kdy je Mars vzdálen jen 54 milionů kilometrů, se nazývá »velkou oposicí«.

Poslední taková velká oposice byla v roce 1939. Mars byl tehdy podroben mnoha pozorováním. Velmi významné jsou mezi nimi výsledky tehdejších sovětských pozorování, konaných na charkovské, taškentské a na jiných observatořích. Podáme v dalším přehled dnešních poznatků o Marsu. Takový přehled je o to aktuálnější, že 12. září 1956 nadešla další velká oposice. Zemí byl Mars nejblíže dne 6. září 1956, a to ve vzdálenosti 57 milionů kilometrů. Pro pozorovatele na severní polokouli byla tentokrát situace příznivější, než byla v roce 1939. Tehdy byl Mars 24° jižně od nebeského rovníku, což znamenalo, že i s tak jižně položených observatoří, jako jsou taškentská a stalinabadská, byl vidět velmi nízko nad obzorem. Letos byl Mars jen 8° jižně od nebeského rovníku. Jeho viditelná dráha byla proto mnohem výše na obloze, což dalo mnohem lepší pozorovací podmínky.

### Mars jako planeta

Neozbrojenému oku se jeví Mars v oposici jako velmi jasná hvězda s charakteristickým žlutě oranžovým zabarvením. V dalekohledu je vidět zřetelně kotouč planety o průměru až 25 obloukových vteřin. Z této hodnoty, naměřené buď přímo v zorném poli dalekohledu, nebo na fotografiích, a ze známé vzdálenosti Marsu od Země lze stanovit skutečný průměr planety. Přesnost při měření přímo v zorném poli dalekohledu je  $\pm 5\%$ . Při měření na fotografiích se objevuje zvláštní a těžko vysvětlitelná závislost naměřených hodnot na té části spektra, v jejímž světle byl fotografický snímek pořízen. Nejpravděpodobnější

hodnota průměru Marsu je 6770 km. Povrch Marsu je roven 0,29 povrchu Země, objem 0,15 objemu Země.

Massu Marsu lze spolehlivě určit z pohybů jeho dvou družic. Massa Marsu je 0,108 zemské massy, z čehož vychází střední hustota  $3,96 \text{ g/cm}^3$ . To je mnohem méně, než je střední hustota Země (která činí  $5,5 \text{ g/cm}^3$ ), avšak více než střední hustota Měsíce ( $3,3 \text{ g/cm}^3$ ).

Ze známé hodnoty massy se nakonec určí snadno tíhové zrychlení na povrchu Marsu. Činí  $0,38$  zemského tíhového zrychlení. Tak zvaná úniková rychlost, to jest nejmenší rychlost, která je nutná, aby se těleso (střela, raketa, molekula plynu) mohlo vymanit z gravitačního pole Marsu, je na jeho povrchu  $5 \text{ km/sec}$ . Na zemském povrchu je tato rychlost  $11,2 \text{ km/sec}$ .

Mars se otáčí, podobně jako Země, kolem vlastní osy. Doba jednoho otočení byla nedávno znovu přezkoušena. J. Ashbrook zpracoval pozorování, konaná od roku 1704 do roku 1952, a dostal novou přesnější hodnotu 24 hodin 35 minut 22,669 vteřiny. Chyba nebude patrně větší než  $0,003$  vteřiny. To jest přesnost, která již umožňuje položit otázku, jsou-li nepravidelnosti při rotaci Marsu kolem vlastní osy — podobně jako nedávno objevené nepravidelnosti v zemské rotaci kolem vlastní osy — a jaké jsou tyto nepravidelnosti.

Rok trvá na Marsu 687 pozemských dní, má tedy marsovský rok 669 marsovských dní.

Průběh sezónních změn a nástup těchto změn sám závisí na směru osy rotace planety. Francouzský astronom Camichell zpracoval nedávno řadu snímků Marsu, pořízených za skvělých pozorovacích podmínek na Pic de Midi v Pyrenejích. Pro polohu severního pólu Marsu našel souřadnice  $\alpha = 316^\circ, 81$ ;  $\delta = 52^\circ, 94$  (souhvězdí Cefei). Z toho plyne, že rovníková rovina Marsu je odchýlena od roviny jeho oběžné dráhy kolem Slunce o  $24^\circ, 80$ , což je o málo více než odchylka roviny zemského rovníku od roviny ekliptiky.

### Atmosféra

Stanovit hustotu a složení atmosféry Marsu je obtížný problém. A přesto právě v této otázce dosáhla sovětská věda velkých úspěchů. G. A. Tichov objevil již v roce 1909, že jasnosti světla, rozptýleného v atmosféře Marsu, přibývá směrem od středu kotouče planety k jeho okrajům. Podrobnosti marsovského povrchu, které jsou ve středu kotouče zřetelné, jsou na okrajích zamlženy, neboť zde se díváme na povrch Marsu silnější vrstvou plynu než ve středu kotouče. Efekt přibývání jasnosti nastává také při přechodu od červených paprsků k fialovým. Na snímcích pořízených ve fialovém a ultrafialovém světle je tak silný, že běžné podrobnosti povrchu, vizuálně velmi zřetelně viditelné, jsou zcela nezřetelné.

Gravitace je na Marsu rovna  $0,38$  zemské gravitace. Je proto atmosférický tlak, měřený aneroidem,  $34 \text{ mm Hg}$  neboli  $45$  milibarů. Vzhledem k tomu klesá atmosférický tlak s rostoucí výškou na Marsu pomaleji než na Zemi. Z toho pak vyplývá, že již ve výši  $25 \text{ km}$  nad povrchem Marsu bude atmosférický tlak stejný jako na Zemi v téže výši a ve výškách větších bude tento tlak na Marsu větší než odpovídající atmosférický tlak na Zemi. Je proto možno očekávat, že teorie se v marsovské atmosféře rozzhaví již ve výškách kolem  $290$  až  $250 \text{ km}$ , zatím co na Zemi zazáří teprve  $120$  až  $150 \text{ km}$  nad zemským povrchem.

Na otázku, je-li atmosféra Marsu plynná, nebo sestává-li z částic (aerosol), odpovídají snímky marsovského povrchu, pořízené v modrém nebo ve světlemodrém světle. Na snímcích, pořízených ve fialovém světle, nejsou podrobnosti mar-

sovského povrchu nikdy viditelné. Ve žlutém světle jsou zase vždy velmi zřetelné. Naproti tomu snímky, pořízené v modrém světle, jsou charakteristické tím, že temná a světlá místa marsovského povrchu jsou hned zřetelně viditelná, hned zase mizí za atmosférickou mlhou. To znamená, že atmosféra Marsu není všude stejná, že atmosférický plyn je hned zakalen nějakými zvláštními částicemi, hned zase průzračný.

Přítomnost tuhých částic v atmosféře Marsu potvrzuje také fotometrická analýsa.

Předpokládáme-li, že částice v marsovské atmosféře jsou, pokud jde o optické vlastnosti, analogické prachu v zemské atmosféře, musí být také prachovité látky na Marsu přibližně stejné jako na Zemi. Vezmeme-li k tomu v úvahu nepatrnou masu marsovské atmosféry, vychází, že hustota této prachovité látky je v marsovské atmosféře osmkrát větší než v zemském ovzduší.

O povaze tohoto vzdušného planktonu se můžeme dodnes jen dohadovat. Mohou to být produkty shořevších meteorů, může to být větrem zviřený prach, mohou to být krystalky zmrzlého kyslíčnicku uhličitého, nebo konečně také krystalky ledu.

### Marsovská oblaka a marsovské mlhy

Oblaka v atmosféře Marsu se dělí na dvě základní skupiny: na oblaka »žlutá«, která jsou dobře viditelná v dalekohledu nebo na snímcích, pořízených v žlutém nebo v červeném světle, a na oblaka »fialová«, viditelná jen na fotografiích, pořízených v modrém, fialovém nebo v ultrafialovém světle.

Žlutá oblaka se pozorují poměrně řídko. Jeví se jako světlé body i jako rozsáhlejší příkrovy, zakrývající povrch Marsu. Jejich zbarvení se popisuje buď jako žlutavé, nebo bělavé.

Velmi zajímavá jsou pozorování pohybů oblaků. V některých případech bylo možno pozorovat oblak v pohybu po několik dnů, což umožnilo zkoumat směr a rychlost atmosférických proudů na Marsu. Rychlosti těchto proudů jsou dosti velké — až 30 km/hod. Jde-li však skutečně o přemístování oblaků, nebo nejde-li o nějaký jiný děj, nelze ještě bezpečně říci. Tato otázka je dosti obtížná.

Oblaka druhého typu jsou součástí souvislého závoje, který na snímcích, pořízených ve fialovém světle, pokrývá celý povrch Marsu. Oblaka se jeví jako zhuštění aerosolu, který tento závoj tvoří. Oblaka zabírají velké oblasti, a třeba je pokládat spíše za ztemnění atmosféry v krátkovlnné části spektra. Tato oblaka souvisí patrně velmi úzce s nízkou teplotou. Světlá místa jsou nejčastěji u okraje kotouče planety. Jsou velmi jasná a ostře ohraničená, takže na snímcích, pořízených v ultrafialovém světle, připomínají polární příkrovy (polární čepičky). Tuto podobnost ještě zvyšuje okolnost, že zachovávají svou polohu vzhledem k okraji marsovského kotouče, nikoli však vzhledem k podrobnostem marsovského povrchu, takže jako by se neúčastnily rotace planety kolem vlastní osy. Je jasné, že tu jde o kondensaci jakýchsi produktů ochlazování, takže průzračnost marsovské atmosféry pro ultrafialové záření má zřetelnou denní periodicitu.

Předmětem diskuse je tak zvaná »fialová vrstva« v atmosféře Marsu, to jest vrstva částic, nacházejících se ve značné výši nad marsovským povrchem a charakteristická silným rozptylováním a pohlcováním fialových a ultrafialových paprsků.

Výklad této fialové vrstvy naráží na velké obtíže. Podle některých sovětských badatelů, zejména podle N. P. Barabaševa a V. V. Šaronova, jsou rozdíly v průměrech snímků Marsu, připisované fialové vrstvě, jen zdánlivé, a nutno je přičíst čistě fotografickým příčinám. Pak ovšem by žádné »fialové vrstvy« na Marsu

nebylo. Rozřešení tohoto problému je jednou z důležitých fotometrických a kolorimetrických úloh v pozorování Marsu v roce 1956.

### Chemické složení atmosféry.

Výzkum chemického složení atmosféry Marsu je velmi obtížný. Theoreticky lze tuto otázku zkoumat jednak na podkladě kinetické teorie plynů, jednak fotochemicky.

První cesta umožňuje soudit, jaké plyny se mohou v atmosféře Marsu pravděpodobně udržet, přihlídneme-li k masě planety, k její velikosti a k tepelnému režimu, a které plyny se pravděpodobně udržet nemohou. Ukazuje se, že se nemohou udržet jen nelehčí plyny — vodík a helium; těžší plyny mohou s mechanického hlediska být trvalými složkami atmosféry Marsu.

S chemického hlediska je nepravděpodobné, že by v marsovské atmosféře byly takové plyny jako NO, NO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub>. Jde totiž o plyny, které se snadno rozkládají fotochemickými reakcemi, vyvolávanými ultrafialovým zářením Slunce. Naproti tomu by mohla atmosféra Marsu obsahovat značné množství argonu, který neustále vzniká radioaktivním rozpadem K<sup>40</sup> — za předpokladu ovšem, že v horních Marsu je tohoto prvku stejně jako na Zemi.

To vše jsou jen úvahy theoretické. O tom, jsou-li správné, nebo nikoli, rozhodují spektroskopická pozorování. Tato pozorování byla dlouhou dobu bezvýsledná. Prvým kladným výsledkem byl objev kysličníku uhličitého v atmosféře Marsu. Holandský astronom G. Kuiper, působící na Mc Donaldově observatoři v USA, použil v letech 1947—1948 nové aparatury, která umožňovala automaticky registrovat rozložení energie v infračervené části spektra do vlnové délky až 2,5 μ. Registrogramy prokázaly přítomnost absorpčních čar na vlnách délky 1,6 μ; 1,96 μ; 2,0 μ; 2,01 μ. Na takových vlnových délkách však leží absorpční čáry kysličníku uhličitého. Podrobnější studium potvrdilo, že registrované čáry patří skutečně tomuto plynu a umožnilo dosti dobře odhadnout jeho celkové množství v marsovské atmosféře. Odhad vedl asi k dvojnásobku množství, v jakém se kysličník uhličitý vyskytuje v zemském ovzduší. Kysličník uhličitý je tedy zřejmě nepatrnou příměsí nějakého jiného plynu marsovské atmosféry, jehož povahu se dosud nepodařilo zjistit. Tímto plynem je velmi pravděpodobně dusík, zčásti snad také argon.

Mnoho námahy bylo vynaloženo na to, zjistit v atmosféře Marsu kyslík a vodní páry. Výzkumy v tomto směru neměly podstatných výsledků. Z toho lze soudit (vzhledem k použité metodě — výzkum posuvů telurických spektrálních čar, založený na Dopplerově efektu), že kyslíku nemůže být na Marsu více než nejvýše 0,15% množství kyslíku v zemské atmosféře. Z toho theoreticky vyplývá, že na Marsu nemůže být ani ozon. To se také skutečně potvrdilo. Kuiper ukázal, že množství ozonu na Marsu nemůže převýšit 1/6 množství ozonu na Zemi.

Nezjistila se ani přítomnost vodních par v marsovské atmosféře. Methodika studia tu byla však méně jemná než při zjišťování kyslíku v atmosféře Marsu.

### Teplota marsovského povrchu

Tepelný režim každé planety je určen především její vzdáleností od Slunce. Velká poloosa oběžné dráhy Marsu kolem Slunce je 1,52 astronomických jednotek, je proto intenzita slunečního záření na Marsu menší než poloviční intenzita slunečního záření na Zemi. Výstřednost oběžné dráhy Marsu kolem Slunce je dosti velká; intenzita slunečního záření na Marsu se proto během marsovského roku znatelně mění. V teplotě se to jeví rozdílem 27°.

Podle francouzského astronoma Vaucouleursea je nejpravděpodobnější složení marsovské atmosféry toto (v tabulce je srovnání se zemskou atmosférou):

Plyn	Mars		Země	
	Tloušťka homogenní vrstvy (v metrech)	% množství veškeré atmosféry	Tloušťka homogenní vrstvy (v metrech)	% množství veškeré atmosféry
N <sub>2</sub>	1800	98,5	6080	78,08
O <sub>2</sub>	méně než 2	méně než 0,1	1815	20,94
Ar	22	1,2	97	0,94
CO <sub>2</sub>	4,4	0,25	2,2	0,06

Periheliem prochází Mars na své dráze kolem Slunce, když je na jeho severní polokouli zima. Léto je proto na této polokouli dlouhé, avšak studené. Naproti tomu na jižní polokouli Marsu je léto krátké a horké. Tento rozdíl se zřetelně ukazuje na táni polárních příkrovů Marsu.

Theoretické formule klimatologie, které dosti dobře platí pro Zemi, umožňují některé výpočty, pokud jde o tepelný režim pro zjednodušený model planety s podmínkami, jaké jsou asi na Marsu.

Na Zemi není zpravidla rozdíl teplot půdy a dolní vzduchové vrstvy příliš velký. Jinak je tomu na Marsu. Vzhledem k malé hustotě marsovské atmosféry musí být teplota její nejspodnější vrstvy asi o 30° nižší než je teplota povrchu Marsu. Musí být proto — možno-li tak soudit z theoretických podkladů — všude pod bodem mrazu, i když teplota půdy na Marsu často vystoupí nad tuto mez.

Theoretické úvahy je ovšem nutno ověřit prakticky. To se provádí radiometrickým měřením (pomocí thermoelementu nebo bolometru) toku zářivé energie, vycházející z různých částí marsovského povrchu. Měření jsou velmi obtížná.

Podle Coblenze (Lovellova observatoř v USA) je průměrná teplota Marsova kotouče, zjištěná měřením pomocí thermoelementu, rovna -28° C, podle H. B. Pettitové a S. B. Nicholsona (observatoř Mount Wilson v USA) -33° C. Tyto hodnoty souhlasí, jak je vidět, dobře s theoretickou hodnotou -30° C.

V nejteplejší části povrchu Marsu je průměrná teplota +10° C s pravděpodobnou chybou ±5° C. V některých případech se naměřily teploty vyšší, až +20° C. Mezi temnými (Mare Serenum, Syrtis Major) a světlými (Memnonia) oblastmi povrchu byl zjištěn teplotní rozdíl 10—13° C. Denní průběh teploty na rovníku se ukázal blízkým theoretickým výpočtům. Je charakteristický tím, že při západu Slunce klesne teplota na bod mrazu, do východu Slunce pak až na -45° C. Krajiní teploty byly dobře stanoveny pro jižní polární oblast. Jsou -70° C a +15° C. Na severní polokouli je teplota stále kolem -70° C.

### Polární čepičky

Bílé polární příkrovy Marsu, zvané »polární čepičky«, jsou nesporně jedním z nejzajímavějších útvarů marsovského povrchu. Tvoří velké bílé segmenty. Vznikají v období chladu, mizí v teplém období. Tyto útvary byly předmětem usilovných pozorování po dvě století. Byl shromážděn bohatý materiál o rozloze, o rychlosti, s jakou postupují jejich okraje při »tání« a j.

O povaze těchto polárních příkrovů bylo vysloveno několik hypotéz. Ještě do nedávna se v zahraničí vycházelo z teorie, že polární čepičky Marsu jsou tuhý kyslíčník uhlíčitý, což odpovídalo spektroskopickým výzkumům, podle nichž je

v atmosféře Marsu kysličník uhličitý a není v ní vodních par. Touto teorií vážně otrásl Kuiperovy výzkumy. Získal novou metodou data o odrazové schopnosti různých částí marsovského povrchu v infračervené oblasti spektra v zóně 2,5 až 3,0  $\mu$ . Ukázalo se, že tuhý kysličník uhličitý má v této vlnové oblasti vysokou odrazovou schopnost, to jest je v této části spektra stejně bílý, jako ve viditelné části spektra. Naproti tomu voda v pevném skupenství vykazuje v infračervené oblasti spektra stejnou absorpci jako voda ve stavu kapalném. Polární čepičky Marsu se ukázaly v infračervené části spektra podle Kuipera temnými, což by odpovídalo tomu, že jsou vodní povahy. Pozorování Kuipera jsou ovšem jen předběžná a mají charakter čistě kvalitativních odhadů. Přesto se theorie, že polární čepičky Marsu jsou tuhý kysličník uhličitý, stala nejistou, tím spíše ještě, že je v rozporu s teplotními daty a s poznatky o množství kysličníku uhličitého v atmosféře Marsu.

Velmi rozšířená je hypotéza, že polární čepičky Marsu jsou oblačné nebo mlhové příkrovy. Tato hypotéza se snaží vysvětlit zejména různé rozměry polárních čepiček na fotografiích, pořízených v červených a fialových paprscích. Podle této hypotézy sestává střední část polárních čepiček z hustých bílých vrstev, které odrážejí sluneční světlo více méně neutrálně (podobně jako oblaka na Zemi), kdežto okraje jsou tenké vrstvy poloprůzračného aerosolu, analogické fialovým oblakům. Tyto okraje mohou být při vizuálním pozorování neviditelné, jsou však velmi zřetelné ve fialovém světle.

Nejrozšířenější je hypotéza, že marsovské polární čepičky jsou ledovým příkrovem. Mluví proti ní však fakt, objevený v roce 1909 G. A. Tichovem, že látka, z níž sestávají polární čepičky Marsu, není bílá, nýbrž že odráží světlo selektivně. Polární čepičky se jeví jak známo tím jasněji, čím menší je vlnová délka světla, v němž se pozorují. Zčásti závisí tento efekt na kontrastu s povrchem pevnin, které odrážejí světlo selektivně — pevniny jsou temné ve fialovém a světlé v červeném světle. Avšak absolutní měření odrazové schopnosti polárních čepiček, vykonaná autorkou v roce 1939, ukázala, že odrazový koeficient látky, tvořící polární čepičky Marsu, skutečně monotonně roste s klesající vlnovou délkou ve viditelné části spektra. S konečnou platností otázka zodpovězena dosud není.

Nesporné je, že marsovské polární příkrovy velmi málo připomínají sníh nebo jiní. G. A. Tichov předpokládá, že by mohly být z ledu. Vychází přitom ze spektrální podobnosti polárních čepiček s bloky čistého ledu. Obtíž je však v tom, že ledové útvary, s nimiž by bylo možno konat srovnávací pozorování, je třeba vytvářet uměle. Přírodní ledový příkrov, který by v přirozeném stavu dával barevnou shodu s marsovskými polárními příkrovy, se dosud nepodařilo najít. Nová data mohou poskytnout podrobná studia Arktidy a Antarktidy. Nesmí se však zapomenout, že výpočty tepelné, dosud nijak nepopírané, dávají pro tloušťku polárních čepiček Marsu, kdyby tyto byly z ledu, nepatrnou hodnotu 2—3 cm. Sněhová nebo jinovatková vrstva této tloušťky by mohla být bílá; těžko si však představit, že by průzračný led v tak tenké vrstvě vykazoval takové zbarvení.

Otázka polárních čepiček Marsu zůstává proto stále ještě velmi nejasnou.

### Povrch Marsu

Otázka, jakou povahu má povrch pevnin na Marsu, se zdála do nedávna definitivně vysvětlenou. Zhodnocení zbarvení při vizuálních pozorováních, fotometrické výzkumy N. P. Barabaševa v Charkově, spektrofotometrická pozorování

J. L. Krinova, vše to ukazovalo na úplný barevný souhlas s písky a hlinami, jež jsou charakteristické pro pozemské pouště. Marsovské pevniny se pokládaly za písčito-hlinité pouště, zbarvené sloučeninami kyslíčnicku železitého. Touto jistotou trochu otrásla Kuiperova pozorování v infračervené části spektra. Ukázala, že odrazová schopnost marsovského povrchu v infračervených paprscích klesá, zatím co zároveň pro kyslíčnickem železitým červeně zbarvené písky monotonné roste alespoň do vlnové délky  $2 \mu$ . Kuiper z toho vyvozuje, že marsovské pevniny jsou povrchy holých magmatických hornin. Těžko si však představit, že by na povrchu Marsu byly obnažené horniny vůbec. Mars má atmosféru, předpokládá se, že je na Marsu také voda, musí proto docházet také k větrání hornin. Je proto nejpravděpodobnější, že povrch marsovských pevnin je tvořen produkty rozrušování hornin, způsobeného atmosférickými plyny, vodou a slunečním zářením. Přesto napomínají Kuiperovy výsledky, že otázku, jaká je povaha marsovského povrchu, nutno dále zkoumat.

Povrch Marsu se vyznačuje jednou překvapující zvláštností: je naprosto hladký. Ani dlouhá a pečlivá pozorování okraje Marsova kotouče neukázala žádných výstupků nebo horských vrcholků. Přitom se Mars při pětisetnásobném zvětšení jeví tak velký jako Měsíc při šestinásobném zvětšení, a na Měsíci jsou při tomto zvětšení horské útvary velmi zřetelné.

Fotometrické studie ukazují, že na Marsu není nejen horstev, ale ani významnějších proláklín. Jasnost kotouče Marsu je v jeho středu větší než na okrajích, což je zcela přirozené vzhledem k tomu, že na okrajích dopadají světelné paprsky pod větším úhlem. Povrch Marsu se tu proto s ohledem na odraz světla jeví jako zcela hladká matová deska. Marsovské pevniny takto představují hladkou rovinu. Jsou-li na ní vyvýšeniny — a jejich existenci lze předpokládat podle jistých příznaků, objevujících se při tání polárních špiček — mají velmi povlnné svahy, takže nevrhají stínů. Není ani mikroreliefu na těchto rovinách a svazích.

Záhadou jsou stále temné oblasti Marsu, zvané »moře«. Pozoruhodnou jejich vlastností je, že periodicky mění zbarvení. Začátkem léta se stávají temnějšími. koncem léta opět světlejšími. Existuje mnoho hypotéz, jež se snaží objasnit povahu marsovských »moří«, zejména pak zmíněné sezónní změny.

Jedna z těchto hypotéz mluví o sezónním vlnutí. To je ovšem těžko představitelné při suchosti marsovského povrchu, na kterou ukazují jiná měření.

Jiná hypotéza mluví o působení atmosférických proudů, které pravidelně odnášejí a zase přinášejí písek a prach. Sem patří také dnes velmi popularisovaná fantastická hypotéza Mc Langhlinova, podle níž jsou marsovská »moře« oblasti pokryté temným popelem velkého množství činných sopek. Takové výklady jsou však velmi umělé.

Nejpravděpodobnější se zdá hypotéza, že sezónní změny marsovských »moří« jsou způsobovány rostlinstvem, které se v teplém období rozvíjí a dává tak »mořím« temné zbarvení.

Zde se dostáváme k velkému a komplikovanému problému, je-li na Marsu život nebo nikoli.\*) Tento problém musí ovšem řešit biologové. Úkolem astronomie je poskytnout fakta o teplotních podmínkách, o povaze atmosféry a o stavu povrchu planety. Pozorování, jež byla konána za velké opozice v roce 1956, jistě přispějí k našim dosavadním znalostem v tomto směru.

*Volně přeložil Josef Veselka*

\*) O této otázce viz dva velmi zajímavé diskusní články: V. G. Fesenkov, *O fyzikálních podmínkách a o možnosti života na Marsu*, SOVĚTSKÁ VĚDA — matematika, fyzika, astronomie, sv. IV (1954), č. 6 a G. A. Tichov, *O možnosti života na Marsu*, tamtéž, sv. V (1955), č. 4. — *Pozn. překl.*