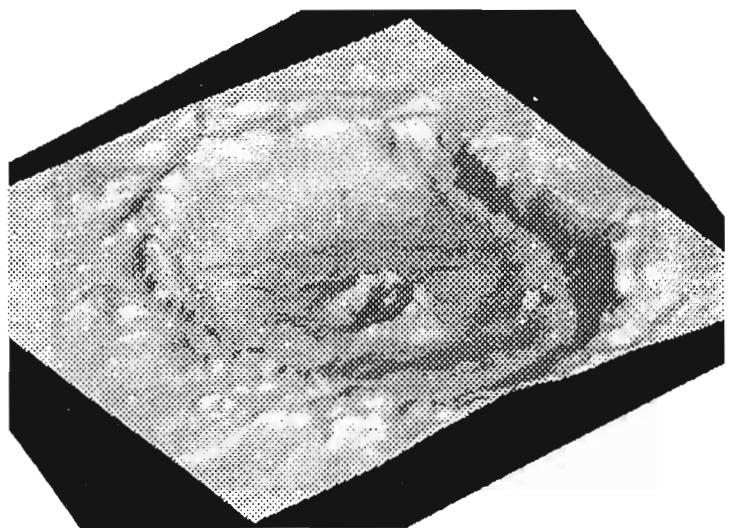


# МАРСОВ КРАТЕР МИЛАНКОВИЋ

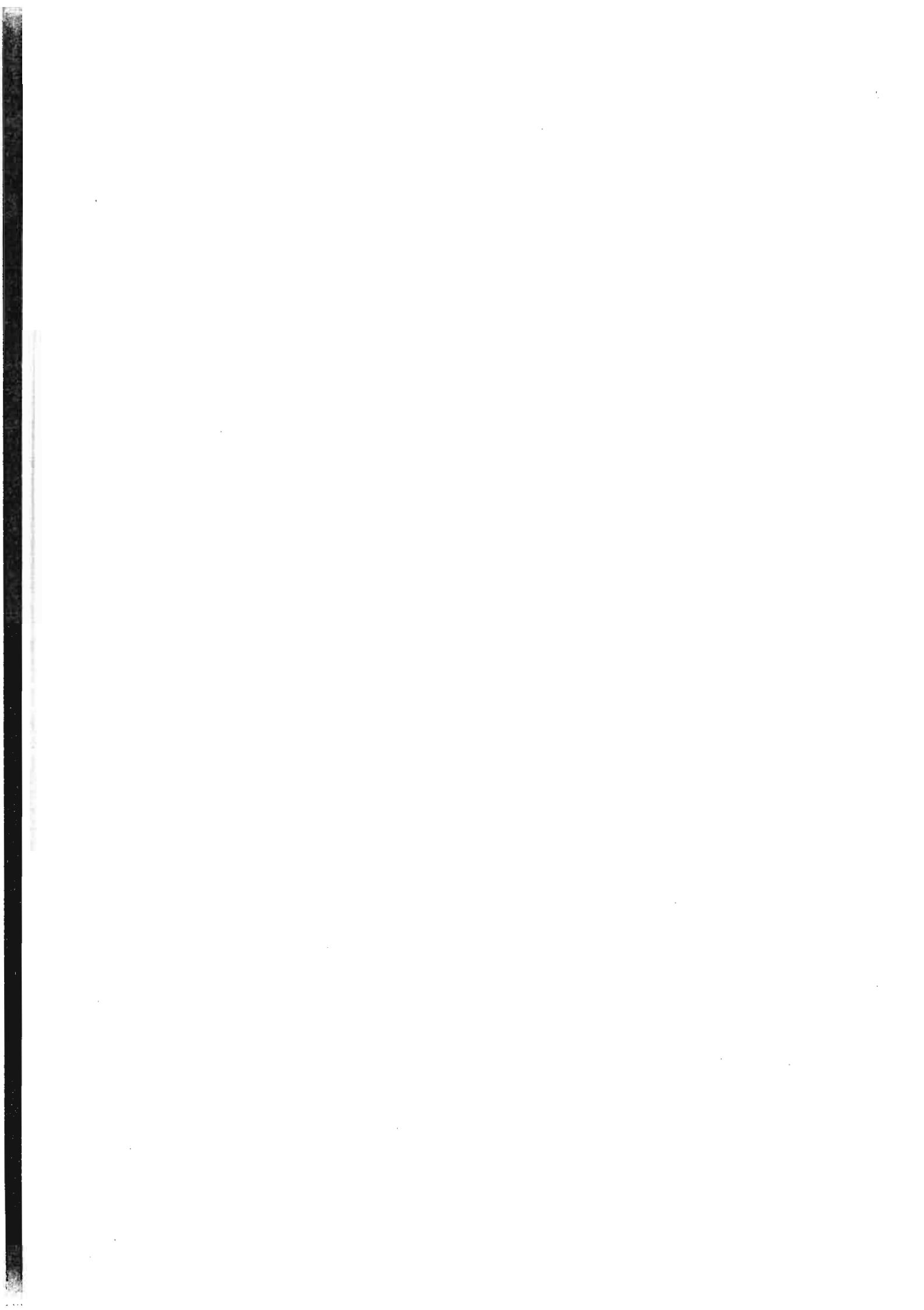
ВЛАДО МИЛИЋЕВИЋ



ВЛАДО МИЛИЋЕВИЋ

МАРСОВ КРАТЕР  
МИЛАНКОВИЋ





ВЛАДО МИЛИЋЕВИЋ

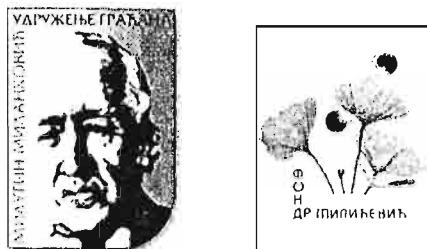
МАРСОВ КРАТЕР  
МИЛАНКОВИЋ

КАЛГАРИ - БЕОГРАД 2011.

# Владо Милићевић МАРСОВ КРАТЕР МИЛАНКОВИЋ

Copyright © 2011 by Vlado Milicevic, PhD

Књига је штампана у оквиру научно-популарне едиције  
“Векови и васиона”, а финансирала је компанија  
3VM Geo Ltd. - “Фонд др Милићевић“, бр. 023/11  
у сарадњи са научно-стручним друштвом  
“Удружење Милутин Миланковић”



издавач: аутор

Адреса издавача:

3219 Signal Hill Dr SW,  
Calgary, AB T3H 3T4, Canada

Технички уредник: Вања Врачар

Лектура: Марија Ивановић

Техничка припрема: Војислава Милићевић

Уредио: аутор

Штампа: Caligraph, Београд

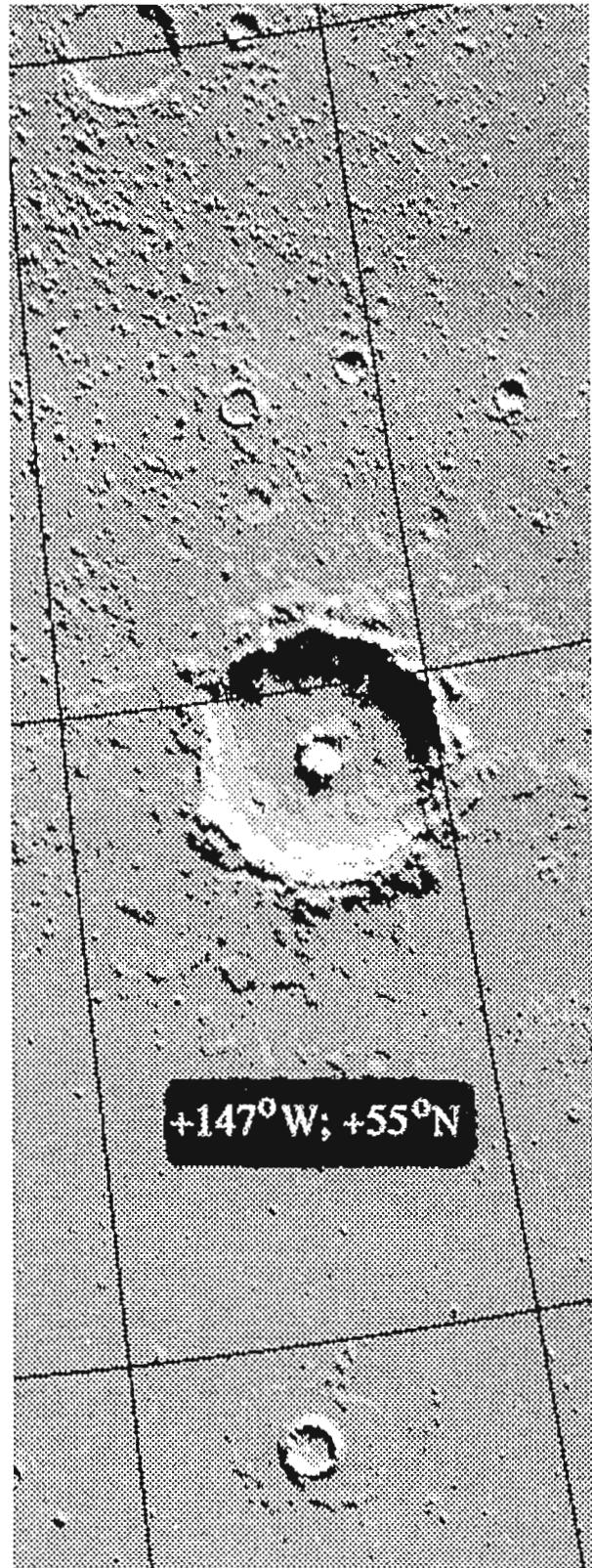
Корице: Сателитски снимак кратера  
Миланковић на Марсу са координатама  
 $+147^{\circ}\text{W}$  и  $+55^{\circ}\text{N}$   
креирао аутор књиге

Сва права задржава издавач

*За све евентуалне грешке одговорност  
искључиво сноси аутор ове књиге.*

Тираж 500 примерака

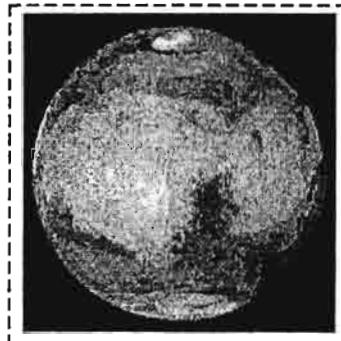
ISBN 978-86-908609-3-7



Сателитски снимак кратера Миланковић на Марсу са координатама.

# МАРС

## ЦРВЕНА ПЛАНЕТА



### физичке карактеристике

Маса	$0,64185 \cdot 10^{24}$ kg
Запремина	$16,318 \cdot 10^{10}$ km <sup>3</sup>
Екваторијални полупречник	3397 km
Поларни полупречник	3375 km
Елиптичност	0,00648
Средња густина	3933 kg/m <sup>3</sup>
Убрзање силе теже	3,71 m/s <sup>2</sup>
Бонд албедо	0,250
Соларна радијација	589,2 W/m <sup>3</sup>
Број природних сателита	2 (Фобос и Деимос)

### орбиталне карактеристике

Сидерични орбитални период	686,980 дана
Тропски србитални период	686,973 дана
Перихел	$206,62 \cdot 10^6$ km
Афел	$249,23 \cdot 10^6$ km
Средња орбитална брзина	24,13 km/s
Ексцентричност	0,0935
Дужина дана	24,6597 сата
Нагиб осе ротације	25,19°

# САДРЖАЈ

	страна
ПРЕДГОВОР .....	9
ПРВИ ДЕО	
ДАЛЕКИ СВЕТОВИ .....	15
КРАТЕР .....	23
ОСТРВО ДЕВОН .....	32
МАРСОВА ТЕМПЕРАТУРА .....	42
ХЕМАТИТ .....	51
АТМОСФЕРА .....	61
ДИМЕНЗИЈЕ КРАТЕРА .....	69
ПУТОВАЊЕ ОД ПОЛА ДО КРАТЕРА .....	76
НАЦРТ МАРСОВЕ КЛИМЕ (по М. Миланковићу, 1916.) .....	90
ДРУГИ ДЕО	
ГОСПОДАР ВЕТАР .....	107
УГЉЕН-ДИОКСИД .....	115
ТЕРМАЛНИ ЕМИСИОНИ СПЕКТРОМЕТАР .....	124
ГЕОЛОШКЕ ИМПЛИКАЦИЈЕ .....	131
АНДЕЗИТИ И БАЗАЛТИ .....	137
ВРЕМЕ НАСТАНКА? .....	142
ПОЛУВЕКОВНО ОСВАЈАЊЕ .....	148
БИГЛ 2 .....	155
ДУХ И ПРИЛИКА .....	160
ЕКВАТОРИЈАЛНА ПРИВЛАЧНОСТ .....	166
ЗАБЛУДЕ И УЗЛЕТИ .....	171
ПОГОВОР	
“ЖИВИ” КРАТЕР .....	181
ДОДАТАК	
ОД ТАЛЕСА ДО МАРСА .....	191
ОДАБРАНА ЛИТЕРАТУРА .....	204
ОБЈАШЊЕЊЕ НЕКИХ ПОЈМОВА .....	209
USGS ЛИСТА (Номенклатура Марсових кратера) .....	221
ИНДЕКС ИМЕНА .....	223
О АУТОРУ .....	225

## ОД ИСТОГ АУТОРА

*Милутин Миланковић - живот и дело* (1995),  
биографска књижица, Петничке свеске, бр. 36, стр. 1-32;

*Сјај звезде Миланковић* (1997 и 1998),  
научно-популарна књига и монографија Рударско-геолошког факултета у Београду, стр. 1-206;

*Миланковић - прошлост, садашњост, будућност* (2000, 2006, 2009 и електронско издање), научно-популарна књига, Клуб НТ, Завод за унапређивање образовања и васпитања, Београд, стр. 1-228;

*Миланковић у делима и слици* (2006),  
илюстрована монографија, ауторско издање, Београд, стр. 1-176;

*Милутин Миланковић - путник кроз висиону и векове* (2007 и 2008),  
(са Д. Спасовом, Ђ. Радиновићем и С. Максимовићем),  
илюстрована монографија документарно-едукативног филма “Милутин Миланковић”, Завод за унапређивање образовања и васпитања, Удружење “Милутин Миланковић”, Београд, стр. 1-72;

*Разор обрађених њива (Есеј о Миланковићу)* (2008),  
научно-популарна књига, Удружење “Милутин Миланковић”, Београд и 3VM Geo Ltd., Калгари, стр. 1-270;

*Миланковић, даљски аргонаут* (2008),  
биографска књижица, допуњено издање, Удружење “Милутин Миланковић”, Београд и 3VM Geo Ltd., Калгари, стр. 1-60;

## ПРЕДГОВОР

Тамо где дувају ледени урагани, горе на северу у близини вечно залеђене беле капе и северно од џиновског планетарног горостаса у имену Олимпус Монс (Olympus Mons) налази се једна уснула српска територија или усамљени планетарни објекат под именом кратер Миланковић.

Тaj Марсов пусти крајолик или лако препознатљив облик у рељефу, који доминира над околином, може само да освоји и прекрије црвенкаста прашина настала од оксида гвожђа или да га знатижељном посматрачу са неке удаљене тачке привремено замагле олујни ветрови. Уосталом, ти ветрови, ма какви били, дођу и прођу, али црвена прашина вечно остаје као белег читаве планете, па јој по томе и дадоше друго и препознатљиво име - црвена планета.

Жеља ми је да освојим ту још неосвојену територију.

Жарко бих волео да седнем на њено најузвишеније место, па да се осетим господарем тог велелепног амфитеатра, али не зато да њиме духовно или на било који други начин физички господарим, већ да ми његова вишевековна тишина продре кроз све поре, уђе у душу и срце и да се надахнем именом и славом тог рељефа у тој црвеној планети.

Из свих тих мојих жеља потекле су и странице ове књиге. Иако знам да физички и истински, као ни Миланковић, никада нећу тамо стићи, ипак моје визије, машту и знање ништа не може да заустави на том путу. Други ослонац биће ми чврста рамена небеског горостаса Миланковића на која ћу се попети да сагледам оно што је још несагледано.

Жеља ми је да видим и осетим тај вечни свет тишине, каменчића и прашине, удахнем ледени ветар и прозирну атмосферу ма каква она била и ма колико то било могуће или немогуће осетити - напојим се макар једним од Марсових годишњих доба као што их има и моја рођена Земља. Жеља ми је само једна, велика баш као тај Олимпус Монс, а та је да будем на месту поноса и вечне славе, јер где ћу ако нећу своме и својим коренима одакле повукох тврду жилу да ме вечно веже за родослов српски.

Како замишљам кратер Миланковић?

То је утврђење знања око кога се сакупља безброј умних што дароваše свету погледе изван свог времена. Сада, међутим, бистрину свога духа заменише краткотрајним присуством око кратера и привременим одласком, па све то изгледа као игра пчелица око саћа: час се сакупљају, а час удаљавају од кошнице, али у овом амфитеатру нема нектара, већ нечег што је много слађе и драже. Овде се приноси једно по једно зрице свевременске истине, а она се непрестано умножава, израста из мртвог тла и увећава као што то милионима година чине таложне стене.

Умне главе, ослобођене гравитације или оптерећене тек једном једином трећином Земљине, лагано клизе унаоко-ло, поскакују у том слободном простору, гестикулирају, и одлазе и долазе истовремено, на кратко се задржавају, зачикају једни друге, увесељавају или отпоздрављају, али наизглед не одлазе и све то скупа поприма хаотичан изглед.

То је, међутим, само на први поглед. Они заправо са собом доносе склад Природе и делиће вечне истине, али ни то није самом себи циљ, већ повод да буду ту, на окупу и једном месту које су драге воље избрали, а које ће заувек остати тако - познато као *Марсов кратер Миланковић*.

Ова књига представља идеју која се првобитно зачела у акумулираном знању о великану климе, математици, небеске механике и физици космоса и Земље, а други повод чинило је његово изазовно путовање на Марс што му је даровала математичка теорија климатских промена. Многи су, између осталих, тамо "одлазили" и видели оно што се видети није могло. За разлику од њих, Миланковић је изабрао своју стазу која је

водила чак до Марсових ледених капа. Он другачије стазе и није умео да проналази - увек се шетао по "залеђеним" или клизавим површинама, али никада није по њима ходао, већ је лебдео или их сагледавао са сигурних космичких висина, удаљен, а опет недовољно схваћен, по некима чак мистичан или препун само "свога" знања.

Ех, како је тешко бити геније, а опет ту, са својима и свим њиховим земаљским манама!

Већина је на Марсу видела бујни, па чак интелигентни живот - Миланковић је био много скромнији. Његов универзални апарат му је показао колико је то сурова планета за развој живих бића иако има много сличности са Земљом. Две планете готово идентичног угла ротације, дужине дана и ноћи и годишњих доба не обилазе око Сунца једнако брзо нити имају исте елиптичне путање. У много чему сличне и у много чему различите, напајају се са истог извора топлотне радијације, али је не задржавају подједнако.

Земља је много "штедљивија" од Марса и она је љубоморно чува. Градећи грандиозну кулу небеској механици, Миланковић је јасно сагледао колики је Марс "расипник" и ту је нашао своју чврсту и полазну основу да би разумео климатске особине црвене планете. Другима је дотад све било магловито и нејасно, а њему се напросто разданило и све разоткрило. Зато је и могао да види не само Марсову климу прошлих, садашњих и будућих времена него и оно што је још значајније, а које називамо живот и опстанак живог света на тој планети.

Као и све претходне и ова књига је написана у славу великана климатских промена и климатског моделирања. Жеља аутора овог дела је да се што више расветле нерасветљени делови његове богате заоставштине, а, пре свега, знање које је мањи број његових савременика и следбеника касније, уколико их је уопште и било, разумело. То је био круцијални разлог зашто сам своје радознале погледе упро у то нама и даље непознато и изазовно небеско тело.

Кратер Миланковић је усамљен Марсов објекат, али баш зато лако препознатљив на Марсовој површини. Уосталом, такав је био и човек по коме се он назива.

То је удаљен свет, а срцу опет близак, јер је наш. Хладног изгледа, али опет драг. Горд и непоновљив. Хиљаде и хиљаде кратера разасуто је по већини планета Сунчевог система, али је Марсов кратер Миланковић ипак само један и једини. Зато му у походе и полазим са топлином око срца, па позивам и тебе, драги читаоче, да заједно доживимо свет који нам је и даље тајновит, скоро у потпуности стран. Отворимо, дакле, та врата космоса и завиримо у једно од његових многоbrojnih скривених места.

Разоткријмо кратер Миланковић, понос нашег оштром умља и визионарства.

Започето у Калгарију (Канада)  
септембра 2003. године.

Писано пуних осам година -  
упорно, стрпљиво, једном речју,  
доследно миланковићевски.

Завршено у истом граду маја 2011. године,  
равно 300 године по рођењу великана у имениу  
Руђер Бошковић (1711-1787).

Штампано исте године упркос свим  
тенденциозно пројектованим планетарним  
апокалиптичним слутњама 2012. године.

# П Р В И І Д Е О





## ДАЛЕКИ СВЕТОВИ

Природа и Живот дарују најневероватније појаве и догађаје. Колико је то истинито могу да послуже бројни случајеви из савременог света, а још више они из прошлости, па зато и није тешко одабрати један или више њих да би послужили као маркантни примери или докази. У том шареном и богатом избору задржимо се само на два да бисмо разоткрили тек малене бисере у неизмерном богатству које једноставним именом можемо назвати Истина.

Север планете или поларни круг обично доживљавамо као нешто страно или екстремно негостољубиво када га посматрамо са аспекта могућности развоја или одржања било каквог облика живота. Поларни круг је у тој мери пуст и сиромашан животом да није никакво чудо што се поједини предели често користе као референце за поређење са мртвим планетама Сунчевог система или као полигони за будућа освајања суседних небеских тела. Такав је, рецимо, случај са острвом Девон у канадском поларном архипелагу.

Ипак, није све баш тако и многе наше погрешне представе резултат су, пре свега, недовољног познавања или, још чешће, потпуног непознавања стварне истине. Поларни круг није само непрегледни и пусти еко систем у коме царују ледени ветрови, вејавице, бели медвед или орка кит као доминантни предатори. У ту истину уверило нас је једно изненадно откриће подземног поларног средњоокеанског гребена, његови бројни активни вулкани и прегрејане термалне зоне.

Том, за нас новом и непознатом гребену, дато је митолошко име Гакел (Gakkel).

Средњоокеански гребен, као маркантна геолошка појава, остао би у тој сфери трајно и био би занимљив искључиво за тектонику плоча или планетарну геодинамику да се није д догодило још нешто. Његовим постојањем активирани су бројни вулкани, а са њима и неминовни пратиоци у имену хидротермални процеси и хидротермалне појаве. То је представљало суштинску основу за развој живота!

Када су на дно Северног леденог океана 2001. године спуштени каблови са различитим инструментима за снимање (ехо сонде, батиметријски мултибим, сонар за бочно скенирање и бројна логистичка подршка), пред истраживачима се изненадно разоткрио један потпуно нови свет. За разлику од пусте површине прекривене вечним снегом и ледом, подводни је обиловао потпуно оригиналним облицима живота, до



Средњоокеански гребен Гакел (означен стрелицама). дугачак око 1800 km, има веома малу брзину ширења. Налази се испод вечно залеђеног Северног леденог океана и северног пола (СП, означен белом тачком).

---

тада незамислив човеку. Био је то далеки, непознат и недодирнут еко систем.

Средњоокеански гребен Гакел понудио је истовремено два различита света. Један живи, а други неживи. Живим ће се још дуги низ година бавити биолози и космолози, а неживим геолози и вулканолози.

Застанимо само на кратко код неживог света, јер је он био претходница живог и она прва искра која је запалила племен живота у овом подводном царству.

У зони Гакела пронађено је око 20 активних вулкана, али се претпоставља да их има и више. То су итекако значајни “канали” који повезују Земљину унутрашњост и њену спољашњост. Таква места омогућавају истраживачима да на најдиректнији начин проуче састав и улогу стена које доспевају са великих дубина. Тек ту почињемо истински да схватамо “поруке” које са собом носе средине “белог усијања”, често пута помешане са магмом.

Гакел гребен је истовремено и слика цикличне промене. Убудуће нећемо само размишљати о томе шта нам долази одоздо, већ и шта иде на доле, затварајући тако кружни стенски ток тектонике плоча и геохемијских процеса.

Као други пример може да послужи случај човека који је истински преокренуо свет и његово поимање планете на којој живимо. Да би се то објаснило потребно је вратити се пет векова и посетити личност чије је име за сва времена остало упамћено као преображитељско. То је на далеко чувени Никола Коперник (Nicolaus Copernicus, 1473-1543).

Коперник, пољски научник и филозоф, дефинитивно је одбацио дотад владајући геоцентрични систем света и трајно вратио хелиоцентрични. Сунцу је припало централно место, које му је грамзиви човеков его неправедно одuzeо, а Земља је заузела много скромније - постала је само трећа планета Сунчевог система и ништа више од тога.

Ово, међутим, није била само Коперникова победа. Био је то истовремено истински тријумф и трајни доказ вредности грчке филозофије и њених мислилаца. Један од њих је васкрсао као феникс - био је то Аристарх са острва Самос (Αριστάρχος или Aristarchus, 310-230 пре н.е.), грчки матема-

тичар и астроном који је начинио прве вредне планетарне кораке да би се схватиле димензије једног дела космоса - рас тојање Земље од Сунца и до Месеца. Његови су погледи, међутим, дуги низ година неправедно били одбачени као јерес и скоро (какве ли ироније!) заборављени.

Аристарх је (веома дрско за своје време) Сунце поставио у центар система, али су његове математичке прорачуне прекрили Еудоксове погрешне тврдње и увек присутна људска заборавност и немарност, помешани са неким или нечијим скривеним интересима. Та тврда тама прекривала је истину чак више од једног и по миленијума и изгледало је као да никада неће доспети на светлост дана. На сву срећу, само је тако изгледало.



*Аристарх (лево), идејни творац хелиоцентричног система и Никола Коперник (десно), обновитељ старе грчке мисли.*

Коперник је све вратио у склад и на своје место. После његових прорачуна и резултата Земља више никада није имала статус центра света, већ једне обичне планете у гравитационој моћи Сунца. Коперниково дело *De Revolutionibus Orbitum Caelestium* (Револуције небеских тела) постало је бессмртно, а први примерак те књиге, саопштавају многи историчари науке, уручен му је у болесничком кревету непосредно пред саму смрт 1543. године.

Са блаженим осмехом на лицу и бескрајним задовољством, Коперник је и физички напустио свет, а живот и ново сазнање за длаку су победили смрт. Тако је наука, а посебно математика, астрономија и физика, пустиле жилаве корене из којег је даље могло да расте младо стабло знања и рационалног разумевања Природе.

Два наведена примера, Гакел средњоокеански гребен и Коперникова победа хелиоцентричног система, наизглед немају никаквих заједничких додирних тачака. Удаљени временски пет векова и стварани у срединама које немају ничег сличног, представљају два неспојива и међусобно потпуно независна света.

Да ли је баш тако?

Поставимо ипак и следеће питање: да ли догађај из шеснаестог и откриће из двадесетпрвог века може нешто да повеже? Да ли коперникум или велики обрт света, удаљен скоро пола миленијума, има додирних тачака са хидротермалним вентилима са дна Северног леденог океана?

Наизглед, једно са другим је тешко спојиво. Коперник је размишљао о положају Земље и њеном односу према Сунцу, а Гакел гребен је јединствена планетарна структура занимљива са више научних аспектата, алиовољно просторно и временски удаљена од света ране ренесансе. Према томе, где пронаћи оне фине споне или танке нити које спајају тако удаљене векове и светове?

Ко је, наслеђујући мудре мисли и епохална открића античких мислилаца, а, пре свега, Демокрита ( $\Delta\eta\mu\kappa\rho\tau\iota\sigma$  или Democritus, 460-370 пре н.е.) и Аристарха, па преко научника као што су Никола Коперник, Тихо Брахе (Tycho Brahe, 1546-1601), Јохан Кеплер (Johan Kepler, 1571-1630) и Исак Њутн (Isaac Newton, 1643-1727) саградио небески дворац небеској механици чији су темеље постављени на Сунцу, а врхови на Земљи и другим планетама у Сунчевом систему?

Ко је спиралну путању сазнања спустио на Земљину површину и одгонетао не само тајну ледених доба, већ и дубоких структура унутар планете?

Ко је тако добро разумео и друге планете у Сунчевом систему, а посебно Марс који је остао вечни изазов и инспирација многим претходним, али и будућим генерацијама?

Сва наша сазнања и открића првобитно се чврсто ослањају на претходна, па их тек онда надограђујемо новим да би та нова касније прерасла у још чвршћи ослонац за наредна знања. Тако се развија спирала сазнања или циклична путања људске мисли која нема свој крај и по свим својим особинама

неодољиво подсећа на геолошку временску скалу, њене периоде, епохе и мање временске јединице, а тиме и на спирални развој живих бића, њихов марш кроз минуле еоне, настајања, нестајања, нова узрастања...

Уколико се, дакле, осврнемо на ту спиралу сазнања и у њену жижу поставимо сво знање о интеракцији Сунца и Земље, тада ћемо уочити да се на врху те духовне и вишевековне грађевине налази једно име које је наследило сво интелектуално богатство својих претходника и још га више подигло на трон науке. То име је Милутин Миланковић (1879-1958).



*Знање о односу и интеракцији између Сунца и Земље развијало се током времена у спиралном облику, непрестано нарастајући, што је веома слично геолошкој временској скали и развоју живих бића на планети.*

Са темеља астрономских елемената Миланковић је као тигар “одскочио” и “заронио” у универзални планетарни систем, па је тако, објашњавајући и прошле и будуће климатске промене, повезао наизглед неповезано и спојио времена удаљена и замагљена погледима и сећањима. Из тих тако далеких светова, временски независних и наизглед неспојивих, различитих научних грана, само привидно јако удаљених од основног стабла и скривени бројним крошњама акумулиралих сумњи, разгрнуо је копрену мрака и мистике, сврстао у математички ред и законитост и логички објаснио цикличне промене у квартарној периоди или развоју планете и живота у последњих милион година њеног постојања.

Удаљени светови, посматрали ма који део времена и на Сунцу и на Земљи, само су привидно удаљени. Њихово понашање је тако као да једни за друге не знају. Сво је то, међутим, само наизглед прошло и нестало нетрагом. Ипак, није баш тако: отишло је истински, али у једну општу меморију, тамо се измешало и због тога ти удаљени светови могу одатле да вакрсавају збрдимљени и лако препознатљиви. Зато и није изненађујуће најновије откриће да је већина планета Сунчевог система млађа од звезде којој припадају тек за неких стотинак милиона година! Све се, ипак, изродило брзо, рекли бисмо скоро истовремено.

Пажљивом читаоцу Миланковићевих дела није тешко да разуме његове поруке о складу и тесној повезаности Природе и Времена. Ту дубоку логику и повезаност привидно неповезаних догађаја или појава разумео је онај који је био тесно “припијен” уз Време или онај који се никада од њега није ни одвајао.

За данашње време са правом се каже да је компјутерско. Без сумње, компјутер је најсavrшеније средство за рад, али и даље у тесној вези са временом када је човек користио иглу као највећи изум ондашњег времена или у чврстом споју са временом у коме ће наши потомци употребљавати само сопствене мисли да би комуницирали са својим рођацима или сународницима на суседним планетама. Те временске спојеве никакве силе неће моћи да раскину, чак ни оне које називамо деструктивним или катализматичним.

Сви ти далеки светови, просторно, и све те далеке појаве, временски, чине једну заједничку целину коју општим именом можемо назвати Живот. Све то на задивљујуће једнотаван и складан начин повезује Природу. Онај ко разуме појаве и догађаје које граде Природа и Живот, истовремено схвата и основни смисао постојања, а ко повезује удаљене светове, постаје бесмртан.

Природа и Живот Миланковићу нису били удаљени - ни просторно ни временски. Разумео је поруке прошлости, био визионар времена које долази. Био је на многим просторима, и пре и после.

Сада је трајно настањен на једном сателиту, једном планетоиду и једној планети. Све у Сунчевом систему.

На далеком свету Марса налази се кратер Миланковић. То је одредница којој путујемо. Идемо ка планетраној депрецији или дефициту масе, како то физичари или геофизичари који изучавају гравитационо поље воле да кажу. То удубљење које је некада давно створио метеорит, комета или астероид - сасвим свеједно - толико је темељна, марканта и упечатљива појава да га ни прохујало време, а ни силни Марсови ветрови не могаше избрисати са лица планете.

Званично, од 1973. године кратер је Миланковићево трајно власништво и ко икада стане ногом на то тло, мораће да има на уму чију је својину походио.

## КРАТЕР

Од Миланковићеве смрти 1958. године није протекло ни деценија и по, а већ је озваничено да ће један кратер на Марсу од тада па на даље носити његово име. Та праведна одлука донета је на 15. генералној скупштини Међународне астрономске уније у Сиднеју (Аустралија) 1973. године.

У граду што га запљускују таласи Тасмановог мора, познатом по велелепној грађевини “Опера” и месту где су одржане 27. летње Олимпијске игре модерног доба јубиларне 2000. године, Миланковићу у част додељена је елиптична територија на Марсу настала у судару два небеска тела. Једно је било лутајуће, а друго са путањом која ни у афелу није превазилазила растојање веће од 1,65 астрономских јединица или 250 милиона километара од сопственог извора топлотне радијације.

У истом том Сиднеју, само тридесет година касније или 2003., одржана је и 25. Генерална скупштина исте асоцијације, али овога пута са другим темама и огромно акумулираним знањем из астрономске науке у те протекле три деценије. Да је којим случајем Миланковић могао да чује о чему се све говорило на наведеном скупу не само да би био изненађен и поносан на науку коју је тако високо уздигао, већ би самом себи морао да призна да се она грана у хиљаде најразличитих праваца и креће корацима од седам миља које само виспремни и надарени могу успешно да прате. Невероватан је то био замах за само три деценије.

На наведеном скупу појавиле су се карте космоса различитих резолуција, структурних еволуција и микроталасних позадина. Било је тема као што су кружни ток или обнова интергалактичке и интерстеларне материје, резултати проучавања младих неутронских звезда и њихових средина, а у оквиру тога радио пулсари, супернове, аномалије Х-зрака пулсара, гама зрака и магнетара, термалне емисије са пулсара и неutron звезда итд. Могле су се, исто тако, пронаћи и теме као што су звезде као сунца и све о њиховим активностима, затим теорије о еволуцији и њиховим планетама, онда теме о тамној материји у галаксијама, звезданим формацијама у високо угловним резолуцијама и један велики радни део који је предвиђао разматрања о екстрагалактичким бинарима и кластерима, великим телескопским и виртуалним опсерваторијама, астрохемији спољне галаксије и многим другим и разноврсним темама.

Уколико бисмо упоредили теме и предавања из 1973. године и ове из 2003., тада бисмо могли рећи следеће: за само 30 година развоја астрономије, презентације са почетка двадесетпрвог века изгледале су као нешто из бајке или најоптимистичкијих филмова научне-фантастике у коме се човек, нова технологија и космос спајају у јединствену целину, па се оправдано стицао утисак да једно из другог извире и да једно без другог не може да опстане.

Због свега тога логично је и поставити следеће питање: шта ће се дјегодити и колико ће наша сазнања нарасти за наредних тридесет година? Можемо ли да замислимо то будуће време?

По неким, исто тако оптимистичким предвиђањима, и пре 2040. године човек ће кроћити на тло Марса, а тиме ће се уједно остварити његова најстарија жеља, јер од како је почeo да уpire прве погледе ван матичне планете, Марс је представља први и највећи изазов.

Кренимо, dakле, тамо и превалимо пут дуг нешто мало више од 55 милиона километара и замислимо да смо то учили 27. августа 2003. године када је Марс био у опозицији или најближи Земљи. Уштедели бисмо нешто више од 300 хиљада километара што је итекако значајно. Усмеримо нашу

замишњену летелицу ка северу планете, равно ка кратеру Миланковић.

Као прво, ред је да представимо главног јунака.

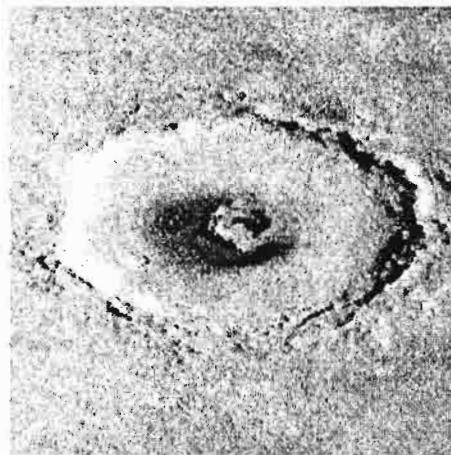
Кратер Миланковић се налази на северној Марсовој хемисфери на координатама  $+147^{\circ}$  западно и  $+55^{\circ}$  степени северно. Његов положај је јужно од вечно залеђене северне Марсовае поларне капе и тамног прстена дина који опасује ову зону и прекрива површину од око 70 километара квадратних. Када бисмо ову бројку превели у земаљске размере, тада бисмо могли рећи да је то слично територији Ирске, а скоро двоструко веће од Швајцарске или Холандије.

Кратер је северније од циновског вулканског центра Олимпус Монс. Како је Олимпус Монс не само планетарни већ и међупланетарни феномен, посматрано по димензијама, ред је да и њега представимо.

Дакле, у читавом Сунчевом систему нема тако великог вулкана као што је Олимпус Монс. У свој својој моћи овај колос се издиже чак 21 километар изнад околне средине! У поређењу са највећом вулканском купом на Земљи Мауна Loом на Хавајима, која је приближно 9 километара, виши је скоро 2,5 пута. Када се узме у обзир да и даље не познајемо стварну референтну раван Олимпус Монса, тада је оправдана претпоставка да је наведени однос можда још израженији.

Претпоставља се да је Олимпус Монс, као уосталом и други вулкански центри на Марсу, тако моћан и грандиозан због тога што на црвеној планети нема кретања плоча као што их има на Земљи. Магма у унутрашњости Марса, а потом лава на површини терена, остају трајно и дуговечно нетакнути изнад свог магматског огњишта.

Са друге стране, утицаји егзогених сила, сем еолске ерозије и ураганских ветрова, нису толико изражени да би дошло



Кратер Миланковић лоциран на северној Марсовој хемисфери са координатама  $+147^{\circ} W$  и  $+55^{\circ} N$ .

до изражене редукције рељефа током времена или денивелације тако новонастале и истакнуте структуре у терену као што се то редовно догађа на Земљи.

Олимпус Mons је недвосмислено величанствени природни објекат у Сунчевом систему. Иако јединствен у својој моћи у овом делу космоса, ипак има једног достојног супарника у имену Валес Маринерис (Valles Marineris), кањону дубоком око 6,5 километара који, такође, нема равноправног такмаца у својој категорији. Једноставно речено, оба доминирају у Сунчевом систему и оба припадају Марсу.

Вратимо се, ипак, на кратер Миланковић и покушајмо да анализирамо његову генезу.

Како је већ речено, кратер је настао ударом неког лутајућег небеског тела о Марсову површину. Тада моћни пројектил успео је да продре кроз Марсову атмосферу при чему није сагорео, какав је случај са већином сличних пројектила који доспеју у Земљин ваздушни омотач.

За разлог овог случаја треба трагати само у једном, а тај је хемијски састав средине. Марсова је “истањена” и садржи 95,3% угљен-диоксида, 2,7% азота, 1,6% аргона и само 0,13% кисеоника. Очигледно да последње наведено процентуално учешће гаса кисеоника није било довољно да то страно тело, које је доспело у Марсову атмосферу, сагори у њој.

Када је већ тако, размотримо онда како настаје један кратер.

Било да је пало на Земљу, Марс, Меркур, Месец или неку планету или сателит у Сунчевом систему, небеско тело оставља свуда исте трагове. Да бисмо дали правилно објашњење, узећемо најједноставнији пример за разматрање.

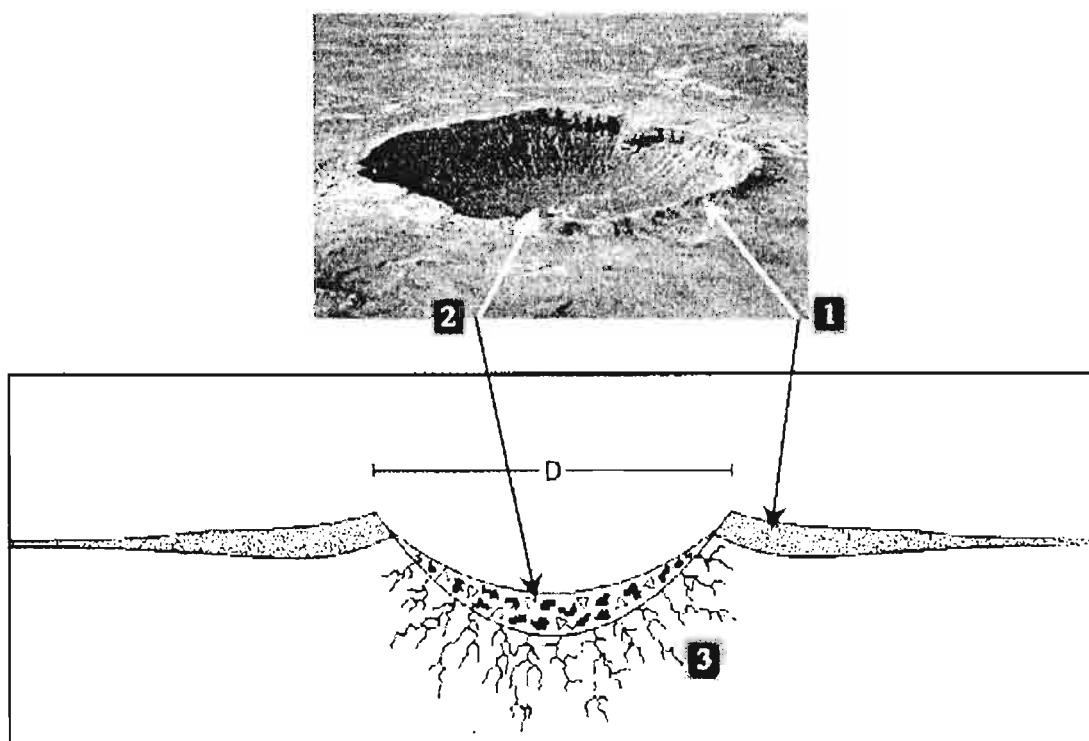
Оног тренутка када лутајуће небеско тело доспе до површине другог небеског тела, настаје удар, а као даљи резултат те колизије ствара се удубљење чије димензије, дубина и остала физичке карактеристике зависе од величине новоприселог тела, његове брзине иугла под којим је оно пало. Наравно, велику улогу при том игра и средина која трпи тај удар, па и њена сопствена отпорност. Уколико је чврстна већа, тада је и кратер мањих и димензија и дубине. Мекане стене, према томе, трпе највеће деформације.

Опсежна и детаљна проучавања кратера на Земљи, а посебно на ванземаљским небеским телима показала су да у суштини постоје два типа кратера: прости и сложени. Размотримо сваки понаособ.

Прости кратери садрже само овално удубљење, а на њиховим ободима најчешће се налази избачен материјал који је створен приликом удара. Бречести или изражено оштроугласти материјал задржава се том приликом на дну кратера. Фрактурни облици као што су пукотине или прслине јављају се, такође, при дну кратера, непосредно испод самог слоја бречастог материјала.

Димензије простог кратера су обично у распону од 1:5 до 1:7 (однос дубина/пречник) са удубљењем које је најчешће правилног и углаченог полулоптастог облика. Класичан пример је Метеор кратер у Аризони (САД).

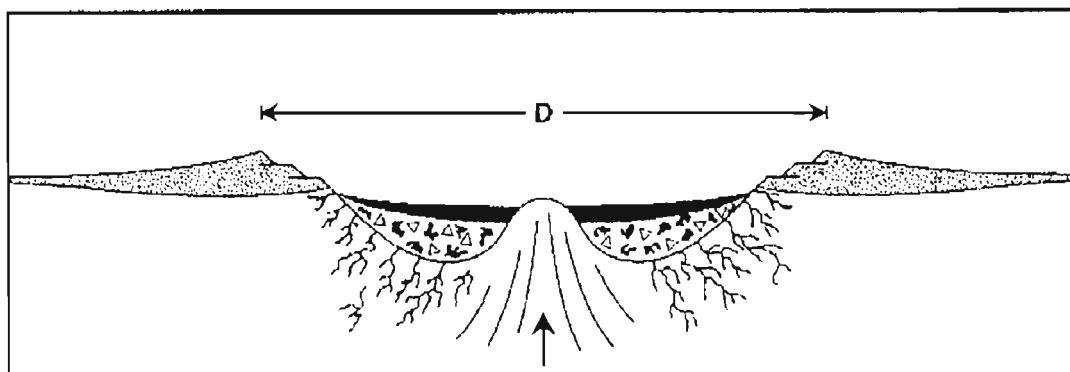
Кратер Миланковић на Марсу, међутим, припада комплексном типу кратера. Размотримо како настаје такав тип и које су његове основне карактеристике.



Спољни изглед простог кратера (горе) и његови основни елементи (доле у профилу): 1 - избачени материјал при судару два тела, 2 - бречоидни комади стена и 3 - фрактурни облици на дну кратера (пукотине и прслине). За пример је узет Метеор кратер у Аризони (САД).

Комплексни кратер, за разлику од простог, има димензије 1:10 до 1:20 (такође, однос дубина/пречник), а понекад чак и веће. Централни део кратера је увек издигнут, тако да комплексни кратер гради најмање две целине или два проста кратера. Тај издигнути централи део настаје услед наглог удара страног тела и тежње средине која је тим ударом погођена да се врати у пређашње равнотежно стање. Та тежња другачије се назива релаксација или еластицитет средине.

Размотримо понашање релаксације или еластицитета нешто пажљивије, јер оно има универзални карактер и не подлеже утицају средине, већ ефекту дејства (судару два тела) и тренутно достигнутој температури. Да бисмо то у потпуности схватили искористићемо реолошке моделе у оквиру којих морамо да разматрамо различите типове деформација, а посебно еластичне, пластичне и крутовискозне.



*Попречни пресек комплексног типа кратера у чијем центру се појављује издигнути део услед релаксације (еластицитета) терена.*

Под условом да прихватимо садашње стање на Марсу као више милионско, тада за већину кратера можемо да претпоставимо да су створени у срединама са ниским температурома, ниским притисцима и врло високим стресом. О температурама ћемо касније детаљније говорити, јер нас на то обавезују Миланковићеви прорачуни са почетка двадесетог века као и светска слава коју је стекао баш на основу тих својих оригиналних радова.

Ниски притисци, које поменујмо, издавајамо из контекста већих Марсових дубина где, као на Земљи, морају постојати знатно већи. Остаје нам, дакле, изражени стрес у виду

удара ванпланетарног тела и реакције средине која је тим ударом (стресом) погођена. Марсова површина не може да реагује као идеално еластично тело, али делимично има те особине. Некада давно, у својој раној фази развоја, када је Марсова површина била у течно вискозном стању, судари са страним телима завршавали би се као у каквом блатишту. У ужареној маси оцртали би се идеални концентрични кругови, задржали извесно време, а затим нестали као и тело које је приспело ниоткуда.

Немамо, исто тако, доказа да је у Марсовој прошлости било периода глацијације. Да се одиграло супротно, сателитски снимци би показали углачење површине, а ако их је било, тада можемо себи да претпоставимо два изгледна решења:

- а) били су краткотрајни и
- б) у великој мери прекривени растреситим материјалом који је навејао Марсов ветар.

На основу свега досад познатог о већини кратера у Сунчевом систему, један поуздан закључак намеће се као аксиом: никада се неће остварити потпуни повратак средине која је погођена ванпланетарним телом. Разлог томе је веома једноставан: једна количина материјала трајно је одбачена из аутохтоне средине, друга је смрвљена у тзв. ударне брече и угласте комаде, трећа у тзв. неударне брече, четврта је покренута са првобитног места и потекла као ударни растоп итд.

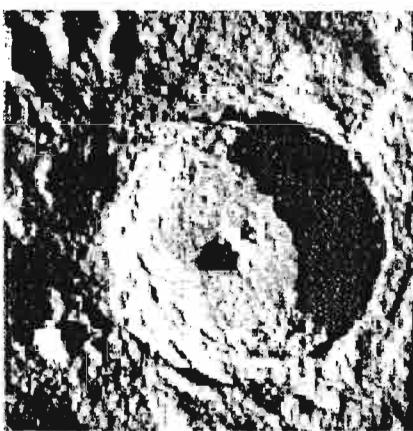
Како се ствара ударни растоп?

Приликом удара лутајућег небеског тела о површину било које чврсте средине нагло се развија веома висока температура. Експерименти и прорачуни су показали да се за мање од једног минута температура попне чак на хиљаду степени Целзијуса! Ово превазилази тачку топљења свих врста стена, тако да после удара неминовно долази до течења једног танког површинског стенског слоја и његове метаморфозе услед нагле термалне агитације. То је, дакле, тај ударни растоп или течно вискозни слој.

Обратимо пажњу на још нешто. Сличан процес већ се одиграо више пута на Земљи и назива се метаморфизам. Настаје увек услед високих притисака и температуре при чemu се постојеће средине мењају и трансформишу у нове. Тако

постају метаморфне стене којих на нашој планети има око 1%, што није ни мало занемарљиво.

Ако бацимо летимичан поглед на карту Марса, запазићемо да је на његовој површини изузетно велики број кратера. Ово је веома широко заступљен процес, јер је Марс одавно изгубио своју природну самоодбрану у виду сопствене атмосфере и тако оголјен представља веома лаку и незаштићену космичку мету. Марсови кратери су веома слични онима на Месецу или Меркуру, неки чак толико идентични да се чини као да су рођена браћа. Можда би зато комплексни кратер какав је Тихо на Месецу по својим карактеристикама могао бити угледни пример за све кратере унутрашњих планета и њихових сателита?



*Комплексни кратер Тихо на Месецу са пречником од око 85 km (снимак Лунар Орбитера 4).*

љива сила сва та лутајућа тела што су падала на Марсово тло усмеравала ка југу, а само једно једино пропустило да падне на северно пешчано пустињско тло и трајно обележи знаменити објекат.

Кратер Миланковић је као корен свога имена - усамљен, постојан и достојанствен, горд и недокучив. У читавој тој немој околини само га је Олимпус Монс наткрилио са југа. Такво стање као да асоцира на великану у имену Исаак Њутн, који је слично овој природној Марсовој географији, наткрилио своје претходно знање, како је то Миланковић сликовито умео да тумачи.

Марсов кратер Миланковић је некако поприлично усамљен на северу црвене планете, како то радије рекосмо. Ретки су слични природни објекти у његовој широј околини, боље речено, уопште их и нема, па је зато нестваран контраст када се његова област пореди са зонама Арабија Тера (Arabia Terra), Тера Сабака (Terra Sabaca) или Ноахис Тера (Noachis Terra), које су лоциране око Марсовог екватора и у којима су кратери начицани као зрна у грозду. Као да је нека невидљива сила сва та лутајућа тела што су падала на Марсово тло усмеравала ка југу, а само једно једино пропустило да падне на северно пешчано пустињско тло и трајно обележи знаменити објекат.

На кратер Миланковић људска нога до сада још није крочила.

Исто тако, ни на читаву планету. До Марса су тек доспеле прве летелице без људске посаде, али је за веровати да ће се то ипак догодити у двадесетпрвом веку.

Дуж кратера и око њега дувају снажне пешчане олује какве нису забележе на Земљи. Марс је по томе јединствена планета у Сунчевом систему.

Кратер Миланковић је и даље неосвојена тврђава.

Како до њега доспети? Ко ће бити тај први Марсов Роалд Амундсен (Roald Amundsen, 1872-1928) или Роберт Пири (Robert Peary, 1856-1920) који ће у његов центар поносно побости заставу победе?

Да ли ће та част припасти неком Миланковићевом земљаку?

Када ће се то истински остварити?

## ОСТРВО ДЕВОН

У скупини многобројних острва канадског арктичког архипелага налази се једно које носи име Девон. Назив острва је преузет из Енглеске по истоименој провинцији која је као полуострво у јужном делу Британског краљевства окружена Бристолским каналом, Атлантским океаном и каналом Ламанш.

Девон је и назив једне велике геолошке периода која припада још већој геолошкој ери под именом палеозоик (стари живот, када се преведе са изворне грчке кованице). Називу је кумовао енглески геолог и палеонтолог Вилијам Лонсдејл (William Lonsdale, 1794-1871) још 1837. године, проучавајући морске седименте и старе црвене пешчаре, нашавши да је то посебан одељак у развоју Земље.

Геолошка девонска периода трајала је веома дugo, чак око 63 милиона година и то је било време када су живеле бројне врсте морских риба, укључујући и рибе предаторе. На копну су се први пут појавили бескрилни инсекти и шкорпиони, прве биљке, а, једном речју, било је то време “када се живот изборио за трајни опстанак на планети”.

У то доба ниво Светског мора био је веома висок, а клима је била изузетно топла. Господарило је време глобалног загревања.

Канадско острво Девон, по коме смо и започели ово поглавље, многи другим именом називају “Марс на Земљи”.

Зашто тако?

Ко год да стане на тло острва Девон, може да види само пусти каменити предео, измешан мрко жуто-браон и тамно црвени попут рђе обожени бежivotни пејсаж или оскудни, само тињајући живот. Тамо где је вечни лед, снежна рефлексија заслепљује поглед и само сиво-плавичasti хоризонт Северног леденог океана има земаљске обрисе.

Због свега тога код посматрача се и рађа прва асоцијација да се не налази на Земљи већ негде на Марсу. Да ова асоцијација има свој пуни смисао потврдили су и стручњаци НАСА (National Aeronautics and Space Administration) из САД-а који су острво Девон изабрали за један од тренажних полигона. То је, дакле, место где ће се већина будућих освајача црвене планете припремати за своју шетњу по још неосвојеном небеском телу.

Већ је речено да се на Марсу налази велики број кратера, посебно у тзв. јужном високогорју. И на Девону је могуће пронаћи један такав по имену Хејтон (Haughton) који изгледа тако као да је пренет са црвене планете или, боље речено, сличан је многобројним Марсовим, само у овом случају комфорно пресликан на канадско острво Девон.

Марс има своје вечно залеђене капе на оба пола, северна је много већа од јужне, док се на острву Девон налази само једна која је лоцирана у источном делу што се као дугачка ледена трака или какав ледени ауто-пут продужава ка југозападу све до обалске линије и хладних вода Бафиновог залива. И поменути кратер и ледена трака толико су слични оним познатим пејсажима са Марса да, када се посматрају сателит-



*Острво Девон налази се у канадском арктичком архипелагу и користи се као тренажни полигон за освајање Марса.*

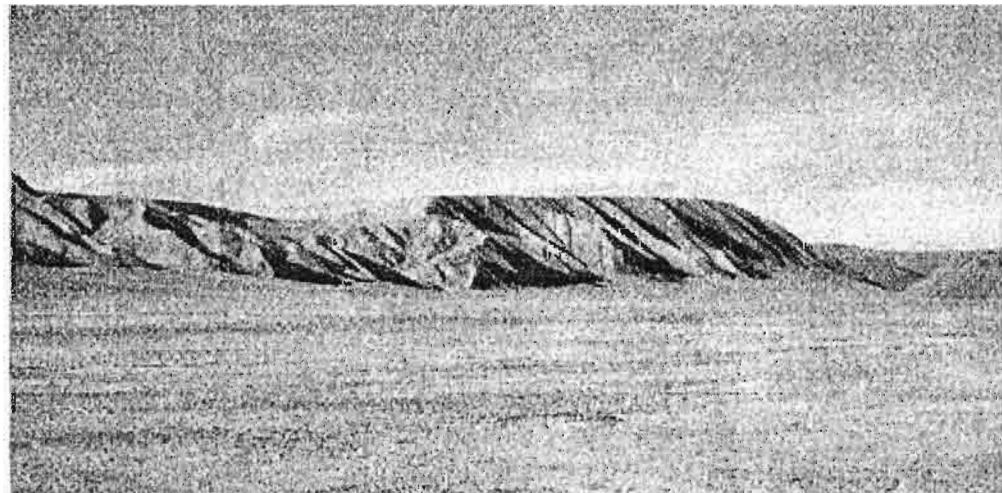
ски снимци овог терена, мање вичан аналитичар лако може да се превари и упадне у непријатну замку па једну земаљску територију прогласи пределом са неке друге планете! Сличност је невероватна и фрапантна у исто време.

Обалска линија острва Девон има веома занимљиве контуре. Ако се у укупну слику посматрања укључе девонско полуострво Гринел са западне стране и јужни део Елезмировог острва са источне, тада се добија глава и тело јелена лопатара кога у овим крајевима називају *мус*, а који је поносно подигао своје разгранате рогове и поглед упро ка истоку и вечно залеђеном Гренланду.

На Девону температуре су изразито сувове. Преко зиме средње вредности су око минус 45 степени Целзијуса, а у току кратког лета једва достижу 10 степени у плусу. Острво је лоцирано дубоко у арктичком поларном кругу са средњом географском ширином од 76 степени северно, а како је средња годишња температура испод нула степени Целзијуса на њему је вегетација веома оскудна. Тамо где је флора ретка - нема ни фауне.

Ипак, увек се нађе неки изузетак или такав облик живота који сва наша знања и представе једноставно окрену наглавачке и покажу да и даље недовољно познајемо то што називамо живот и одржање живота. Овог пута то је алга *хиполит* или њена колонија у имену *хиполитон*.

Шта је хиполит?



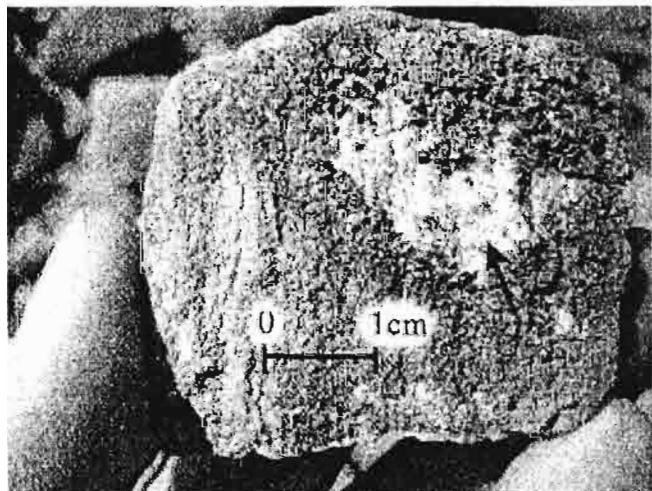
*Марс или острво Девон у канадском арктичком архипелагу? И поред велике сличности у питању је ипак предео са севера Земље.*

За хиполит важи да је фотосинтетички организам.

Зашто га таквим представљају? Пре свега, у питању је изузетно прилагодљива врста којој ни најсуворији услови опстанка на планети нису представљали препреку. Шта се додатно десило и на који начин је хиполит нашао себи место на овом свету?

С обзиром на већ наведене сурове климатске услове, хиполит је “доскочио” природи једним смишљеним лукавством. Своје место је пронашао испод камена где је најбоља заштићена од високог ултраљубичастог зрачења, типичног за северне пределе, а и сурово хладних ветрова који и онако хладне температуре умеју у само једном једином налету да оборе за још додатних 15-20 степени Целзијуса. Исто тако, испод сваког дела стена увек може да се нађе и довољно влаге.

*Хиполитска цијанобактерија (колонија назначена стрелицом) живи у најхладнијим пределима Арктика и Антарктика, најчешће испод комада кречњака или доломита, понекад чак и у њима самима. Највероватнији пионир живота на другим планетама.*



Међутим, то није једино лукавство којим се хиполит служи. Доказао је овај мајушни организам и да је врло паметан “геолог”, јер је “схватио” да није сваки камен погодан за његов спас. “Одлучио” се да неизоставно “изабере” кварц не само због његове познате велике тврдине у Мосовој скали, већ и значајне особине да је често пута пропушта светлост и топлоту. Једном приспела топлотна радијација, иако оскудна као и сав живот свет унаоколо, ипак је довољно значајна да се хиполит одржи у животу, а мини ефекат “стаклене баште” под сваким тим кварцним “сунцобраном” толико је благородан да га никаква друга драгоценост не може заменити.

Од свих живих бића на Земљи хиполит има највеће изгледе да буде први организам који ће настанити Марс.

Ипак, Девоном господаре и друга бића. То су мошусно говече као заштићена врста и мале птице.

Мошусно говече је нешто између јарца и говечета. Неуједно, пребогато густом длаком да би се заштитило од супротивне хладноће и кратких затупастих рогова и ногу изгледа досада лењо и незаинтересовано за своју средину. У сталној је пострази за храном које изгледа на острву Девон највише има у области Трулав (Truelove) заравни или поларној обалској оази, па је вероватно због тога најрадије и настањује.

Ипак, повремено постоји још неко ко то ретко животињско царство посећује, а кога се мошусно говече изузетно чува и плаши.

Бели медвед је истински господар ових пустих предела. У сталној пострази за храном на острву борави извесно време, а затим продужава даље у непрегледна северна пространства. Уколико је гладан, тада је веома агресиван и не преза да нападне све оно за шта сматра да је погодно за његов увек празан стомак.

Сматра се да још две особе стално "настањују" острво Девон. То су два несрећна морнара закопана у вечно залеђену земљу која се стручно назива пермафрост. Ко су они, одакле су ту доспели, зашто су се баш нашли на том пустом Девону, да ли су били страдалници у неком бродолому - није познато. Било како било, тек несрећници су у пострази за северо-западним пролазом или стазом избављења трагично окончали своје путешествије и, не нашавши спас, пре око 150 година своју мисију трајно окончали у леденој пустињи.

Ретка су друга жива бића на Девону или их једноставно нема.

Већ смо навели да је у Марсовој атмосфери стварни господар угљен-диоксид са око 95% учешћа. То је истовремено убица живота, јер у њему ништа не може да опстане уколико не постоји одговарајућа заштита.

На Девону атмосферски господар је азот кога има око 78%, затим следи кисеоник са 21%, а тек незнатах 1% отпада на све друге врсте гасова.

Већ смо рекли да је Девон каменита и ледена пустиња. Ово 27. по величини острво на свету, шесто у канадском арктичком архипелагу или друго у скупини острва краљице Елизабете, представљају гранитни плато на западној страни и вечни лед на источној. Стене су свуда огольене, а оне које прекрива ледена капа, моћни ледник свакодневно глача, остављајући своје трагове за сва времена. Ни стотине ни милиони година нити било какве друге силе неће моћи у потпуности да отклоне углачење отиске ледене немани. То су непролазни печати хладних уједа или глацијани отисци механизма леда, његове густине, гравитационе брзине, дебљине, нагиба падине на којој се развија много чега још што као коначан резултат даје широк спектар стреса и динамике промена.

Уколико смо овим кратким уводом дали основне карактеристике овог непоновљивог острва да видимо како то Девон “оправдава” свој други назив “Марс на Земљи”.

На Девону се, пре свега, тестирају космичке машине, различити инструменти, космичка возила, роботи или, једноставно речено, технологија дадесетпрвог века која ће једног срећног дана бити у употреби на црвеној планети. Девон је поред вулканских предела на Антарктику, норвешких Свалбард острва и пустиње Мојаве у САД-у најпогоднији за све то. Истовремено, то је изванредан терен за тренинг појединача који се на каменитој подлози привикавају на Марсове услове живота и рада.

Уколико човек икада освоји црвену планету, мораће у знак захвалности, између осталог, да саопшти свету да један део успеха припада и овом пустом и само наизглед беззначајном острву у хладним водама Бафиновог залива. У том случају пут ка Марсу биће трасиран скоро са северног пола и исто тако са простора веома близског данашњем северном магнетном полу Земље.

На Девону нема тако снажних ветрова као на Марсу који понекад дувају и преко 150 километара на сат! Умеју то бити најсуврвији урагани. И поред свега тога, тако немилосрдне климе нема нигде на Земљи, па зато и хвалоспевно звуче речи оних који су се увежбавали на острву Девон, а изговорене су на ручун овог пустог краја: “да ће сваком истраживачу

Марса који ступи ногом на његово тло острво Девон изгледати као незабораван рај”.

У прилог овој тврдњи иде и време у којем се организује већина кампова на Девону. Највећи број је у летњим месецима што ни приближно не одговара стварним условима на Марсу. Истина, на црвеној планети је суво и ветровито као на Девону, али зато знатно хладније, понекад чак испод минус 120 степени Целзијуса што никада и никада није забележено на Земљи.

Од 1960. године на Девону је успостављена стална истраживачка станица која од тада па до дана данашњег ради. Тамо одлазе стручњаци најразличитијих профиле, али је највећи број оних који ће покушати да освоје Марс. То су космобиолози, геолози, инжењери за електронику и компјутере, стручњаци за навигацију и логистичку подршку и многи други. Наравно, реч је о специјално одабраним и припремљеним људима способним да се као истински јунаци ухвате у коштац са свим недаћама које их могу снаћи на Марсу.

Већ смо рекли да на Девону постоји кратер под именом Хејтон. Стварни је природни феномен и геолошки раритет, а сем тога и изузетно користан, јер је невероватно сличан кратерима на Марсу, најзад, и кратеру Миланковић.

Поједини биолози, који су посећивали острво Девон, дошли су на занимљиву идеју, па би је због тога требало саопштити, јер има дубоки смисао, али и нешто друго.

Шта је у питању?

Проучавање Хејтон кратера, сматрају они, треба да иде у правцу откривања услова под којим се вода појављује на површини или нестаје у подземљу. Истине ради, ово је предмет изучавања хидрогеологије, а не биологије, али и поред свега тога тиме се не мешају коцкице нити исцрпљује основна замисао. Главни циљ реконструкције водених путева са подручја Хејтон кратера састоји се у поређењу са Марсовим условима или могућим откривањем сличних.

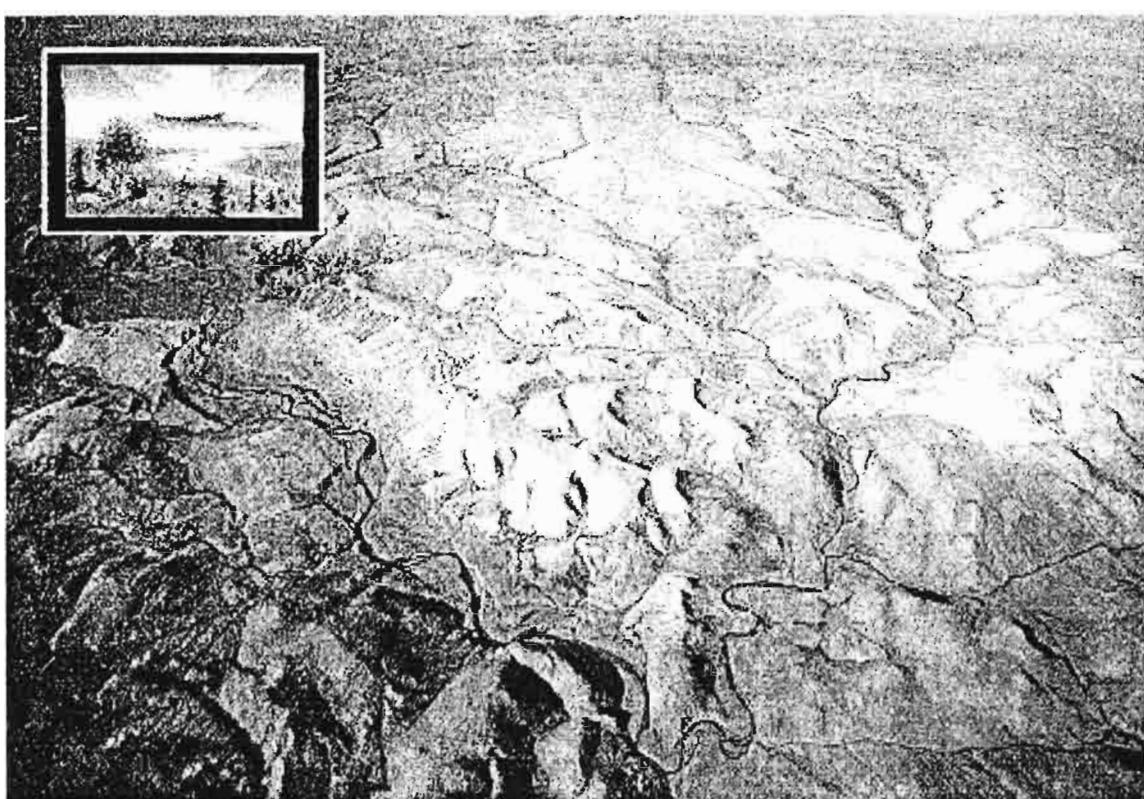
То је, међутим, само прва степеница или прва истраживачка фаза.

Друга и много значајнија састојала би се у потрази за могућим облицима живота, уколико би прва дала позитивне

резултате, наравно. За Земљане то је и даље највећа и још неоткривена Марсова тајна.

Размотримо наведено питање мало пажљивије.

На Земљи или острву Девон трага се за “природном лабораторијом” која би могла што верније да симулира Марсову средину. Главна потрага и даље остаје за живим бићима. Један од могућих сценарија претпоставља да се та “бића” налазе непосредно испод леда, тј. на местима контакта Марсове површине и леда и по логици ствари то би требало да буде њихово најсигурније природно станиште.



*Један потпуно нестваран свет арктичке ледене пустиње: спољњи изглед кратера Хејтон на острву Девон и уметничко виђење судара лутајућег небеског тела са делом острва пре око 15 милиона година (мала слика горе лево, уоквирено).*

Џек Фармер (Jack Farmer), специјалиста за Марсову биологију и геологију, упорно стоји на овом становишту. Због тога и каже: “Организми живе у подповршинској средини са могућношћу уласка у водену. Када се пењу на горе, они истовремено залазе у ледену средину. Тако су заштићени од штетног спољног дејства.”

Ово може бити реално и изводљиво, јер су такви животи већ пронађени на Земљи на Антарктику. У његовој леденој маси, на дубини од око 2 километра, нађена су језера слатке воде, а у њима живи организми.

Поставимо због тога једно питање: да ли је Фармерова идеја о постојању живота на Марсу оригинална?

Одговор би гласио - није.

Исто то већ је изрекао Миланковић када је, подстакнут сталним питањима и бројним спекулацијама о могућим животима на Марсу, решио да математичким путем срачуна температуру црвене планете. Учинио је то почетком двадесетог века или у периоду од 1914. до 1916. године када је имао између 35 и 37 година и у времену интернације у Будимпешту као страни држављанин у непријатељској Аустро-Угарској.

Дошавши до коначног решења средње годишње температуре Марса, могао је да дâ закључак о постојању живота на овој планети и тада је изрекао следеће:

“Хладне Марсове ноћи онемогућавају и у његовим екваторијалним пределима не само више организован живот него и сваку вегетацију. Ова може, у најбољем случају, творити само у поларним пределима планете. Ту траје поларни полугодишњи дан веома дуго, на северном Марсовом полу 382 земаљска дана, а на јужном 305 таквих дана. За то време истопи се око половина снег и мраз, па се на наквашеном окопнелом тлу може за време дугог лета развити биље чији је корен или семе у стању да презими дугу поларну ноћ. То су једини живи организми Марса.”

Дакле, Миланковић није одбацио могућност да нема живих бића, назрео их је у близини ледених капа где би их напала обилата количина воде, али и истовремено скривала од хладних ноћних температура. Посебно је у том погледу био значајан Марсов поларни полугодишњи дан који је чак дужи од једне земаљске године!

Иако су Миланковићева размишљања ишла у правцу откривања могућег вегетативног покривача, ипак се као коначан резултат појавила веза са водом, леденим наслагама и отапањем снега и мраза као реалним изворима живота. Све што је речено за биљке, истовремено је важило и за било који

---

други облик живота, а више је него симптоматично да се та веза једино могла пронаћи у близини Марсовых полова.

Све то изречено је давно пре космичке ере човечанства.

Миланковићево математичко решење средње годишње температуре Марсове површине за различите упореднике донело му је светску славу.

Са само 37 година живота нашао је решење тајне одувек изазовне и популарне планете.

Великим делом Миланковић је разоткрио истину о клими и могућим живим организмима на Марсу. Свака друга спекулација или постојање спектакуларних виших организама у виду високо интелигентне цивилизације супротно је основним природним законима и већ је одавно искључиво под окриљем научне-фантастике, идеализованих филмова или пустих маштања.

## МАРСОВА ТЕМПЕРАТУРА

Да ли има или нема живота на Марсу - интригирало је многе и то питање се некако вечно наметало од када је човек први пут јасно видео црвену планету, користећи прве конструкције телескопе.

Жеља да се открију и други ванпланетарни животи потицала је из оправданих и несебичних настојања, јер се веровало да нисмо једини на овом свету. Због тога се и постављало логично питање: где обратити највећу пажњу и потражити непознате организме ако не на нама најближој планети? Зато је Марс одувек био мета нагађања и “открића” бројних, најчуднијих, најневероватнијих, “најкрволовочнијих” бића, спремних чак и на рат светова.

Миланковићу су ове тежње биле веома добро познате. Слушао је и читao о многим претпоставкама о животу на Марсу, почевши од “наласка” првих вештачких “канала” од стране језуитског свештеника и астронома по имену Анђело Секи (Angelo Secchi, 1818-1878).

Године 1858. Секи је нацртао карту Марса, а бројне канале које је “препознао” као творевину високе цивилизације назвао је “Атлантски канали”.

Нешто мало раније пре њега или тачније 1854. године Вилијам Вивел (William Whewell, 1794-1866) је већ спекулисао о животу на овој планети. Како је био једна од најутицајнијих личности деветнаестог века у Британији, јер се успешно ба-вио различitim наукама (механика, минералогија, геологија,

астрономија, политичка економија, теологија и архитектура), то није могло да остане без одјека.

Секијево “откриће” канала француски астроном Емануел Лиас (Emmanuel Liais, 1826-1900), који је велики део свог живота провео у Бразилу прво као оснивач, а затим као директор опсерваторије у Рио де Жанеиру, две године касније је преформулисао у нешто друго. Тамне површине на Марсу, по њему, нису била мора и океани, већ вегетативни покривач, чиме је желео да каже да је живот на Марсу најнормалнија појава. Сматрао је да се током лета вода са Марсовог пола отапа, плави његову површину и тиме наводњава терен, што би могло да представља идеалне услове за напредак вегетације.

Уколико даље пратимо развој мисли и идеја о животу на Марсу, тада неминовно долазимо до једне личности која се звала Камил Фламарион (Camille Flammarion, 1842-1925). Француски астроном је делимично преиначио идеју свога земљака Лиаса и црвену боју Марса “потврдио” као боју вегетације на овој планети.

Незнатно раније, двојица научника Француз Жил Жансен (Jules Janssen, 1824-1907) и Енглез Вилијам Хајнс (William Huggins, 1824-1910) покушали су спектроскопски да открију кисеоник и водену пару на Марсу, али у томе нису успели.

Појава карата Марса које је урадио Италијан Ђовани Скиапарели (Giovanni Schiaparelli, 1835-1910) требало је да представља финални доказ постојања живих бића на црвеној планети. Скиапарели је на својој карти означио “бројне” канале по узору на свог земљака Секија, а већ 1879. године (баш оне када се Миланковић родио!) своју првобитну карту је прерадио и допунио новим “открићима” - двоструко већим бројем канала као доказом постојања високо интелигентне и напредне цивилизације.



Анђело Секи, човек који је први “открио” бројне канале на Марсу.

Тако је друга половина деветнаестог века протекла у грозничавом трагању за животом на Марсу.

Када се томе дода да се тим настојањима прикључио и амерички писац Херберт Г. Велс (Herbert G. Wells, 1866-1946) који је написао познато дело “Рат светова” у коме Марсовци нападају Земљу разорним оружјем, слика схватања суседне планете и живота на њој била је комплетирана.

Прво Велсово издање књиге потиче из 1898. године и од тада па све до дана данашњег представљала је омиљену тему. Снимљене су две филмске верзије, прва 1953. године, режисер је био Џорџ Пал (George Pál, 1908-1980), а друга 2005., режирао је Стивен Спилберг (Steven Spielberg), затим је 1978. године изведена музичка адаптација, 1988. године снимљена телевизијска серија, 1998. направљена је компјутерска игра, док је 2006. сачињена графичка новела.

Све то скупа је, међутим, на неки начин засенио амерички глумац Орсон Велс (Orson Welles, 1915-1985) који је 30. октобра 1938. године извео радио адаптацију овог дела. Чак је скоро два милиона људи поверовало да је његов пренос истинит, дошло је до праве панике у неким местима у САД-у, али не треба заборавити да се све то догађало у предвечерје Другог светског рата у време нагомilanог страха од фашистичког режима у Немачкој који је предводио по злу познати Адолф Хитлер (Adolf Hitler, 1889-1945).

Марс је, дакле, представљао велику и неисцрпу испирацију за човека и његову машту о другим световима.

Према томе, све што је наведено, као и напори да се боље упознају и друге Марсове особине, а у то спадају откриће Марсовых сателита Деимос и Фобос (Страх и Ужас) од стране Асаф Хола (Asaph Hall, 1829-1907) 1877. године, изградња опсерваторије у Аризони (Флагстаф) коју је организовао амерички дипломата, математичар и астроном Персиwal Ловел (Percival Lowell, 1855-1916) и његове прве научне опсервације о Марсу, упорна настојања америчког астронома Едварда Барнарда (Edward Barnard, 1857-1923) да открије већ “утврђене” канале и многа друга трагања тога доба, нагнала су Миланковића да и сам почне да размишља о овој планети и њеним особеностима.

Како је већ у другој декади двадесетог века успешно разрадио и овладао математичким апаратом за рачунање средњих годишњих температура појединих планета у Сунчевом систему, оправдано је дошао на становиште да је то најбоље средство које ће му помоћи да реши тако крупно питање као што је постојање живота на Марсу. И није се преварио иако је пут до решења био и остао препун заблуда, погрешних схватања и закључака које је са собом носио ниво научног знања о Марсу с почетка двадесетог века.

Миланковић је пошао од неколико претпоставки које су биле погрешне, али на сву срећу не и одлучујуће за коначан резултат. Исто тако, пошао је од неких претпоставки које су се показале потпуно исправне и доминантне за дефинитиван резултат! Тако је у коначном збиру превагнуо пун погодак.

Да видимо које су то заблуде биле, а шта је то што је представљало Миланковићево тврдо упориште, генијалност и визионарство.

За Миланковића Марс је била “презрела” планета. Вероватно да га је то и навело да сматра да је на њему одавно извршена денивелација терена и да су истакнути делови рељефа и првобитно младе структуре у великој мери еродоване ветром, мразом, ледом или неким другим природним транспортним средством или дејством. Откриће Марсове џиновске вулканске купе Олимпус Mons и исто тако џиновског кањона Валес Маринерис уследило је тек крајем двадесетог века путем слања космичких станица. Све до тада мислило се да су у питању само уобичајени планински венци каквих је уосталом и на Земљи.

Друга заблуда била је у веровању да постоје Марсова мора. Због тога је у свом нацрту Марсове климе или у раду “Испитивања о клими планете Марса” из 1916. године поредио температуру Марсовог тла са Марсовим морем, користећи правило Сванте Аугуста Аренијуса (Svante August Arrhenius, 1859-1927), оца физичке хемије, да се слане воде због великог садржаја соли теже замрзавају. Миланковић је био мишљења да су Марсова мора слана као и Светски океан на Земљи!

Ипак, све те заблуде о Марсовој површини наткрилило је његово велико знање о Марсовој атмосфери.

Као прво Миланковић је правилно схватио да Марсова атмосфера није тако обилна воденом паром као Земљина. Исто тако, Марсова атмосфера је прозирна и без облака или са јако мало облака што је Миланковићевим диференцијалним једначинама за случај и стационарног и варијабилног стања радијације једноставно дало крила ка исправном решењу. Схвативши из свега овог да температура Марсовог тла и доњих слојева Марсовой атмосфере није иста (веома слична планинској клими на Земљи), могао је да примени своје обраће за рачунање средње годишње температуре различитих паралела Марсовой површине и доњег атмосферског слоја.

Из свега овога произилази да је за правилно израчунавање Марсовой температуре много значајније било познавање стања у Марсовој атмосфери него стања на његовој површини или распоред претпостављених Марсовых мора и океана.

После свих Миланковићевих прорачуна као награда уследила је табела средњих годишњих температура на Марсу. Упоредно са тим дат је паралелан приказ вредности за Марсово тло и атмосферу, почевши од Марсовог екватора па све до пола.

*Табела 1 Миланковићев табеларни приказ средње годишње температуре на Марсу на основу прорачуна из 1916. године*

Географска ширина (°)	Температура (°C)	
	тло	атмосфера
0	-3	-32
10	-4	-33
20	-7	-36
30	-12	-40
40	-18	-46
50	-27	-54
60	-38	-63
70	-46	-71
80	-51	-75
90	-52	-76

Ако пажљиво посматрамо разлике у срачунатим температурама за тло и доњи део атмосфере, тада уочавамо да су оне веће на Марсовом екватору и да се идући ка полу смањују. На екватору та је разлика 29 степени, а на полу 24. Исто тако, приметно је да су на 80 степени Марсове географске ширине и на Марсовом полу разлике скоро уједначене, што јасно показује да је утицај Марсове ледене капе равномеран.

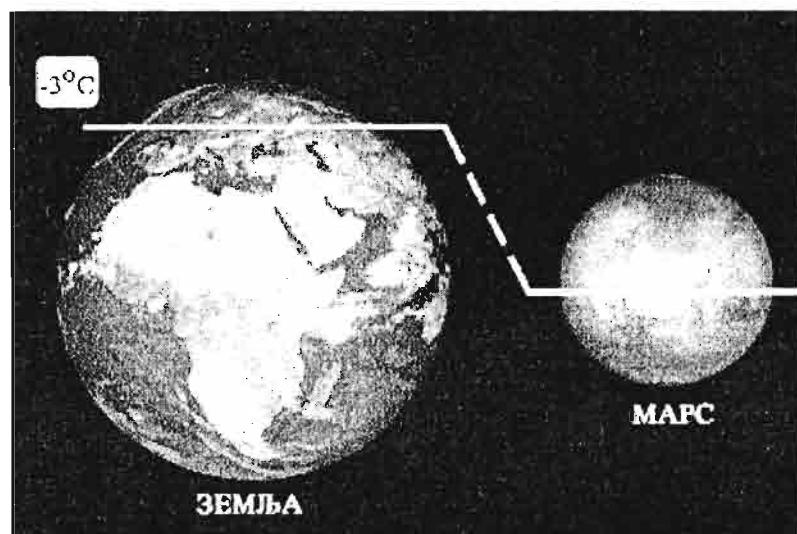
По Миланковићевом прорачуну произилази да је у зони кратера Миланковић температура тла око -33 степена Целзијуса, а температура доњих слојева атмосфере око -58 степени.

Миланковићева математичка теорија је показала да је средња температура тла Марсовог екватора само -3 степени Целзијуса. Због тога је и закључио да је то тек 2 степени Целзијуса ниже од средње годишње температуре географске ширине на коме се налази руски град Санкт Петербург.

Коначно, Миланковић је добио и податак о средњој температури Марсове површине. Она је износила -17 степени Целзијуса, док је средња температура доњег слоја атмосфере била -45 степени.

Да ли су срачунате вредности доказивале постојање живота на Марсу?

Нажалост, резултат није био ни мало обећавајући по било какав облик живота, закључио је Миланковић. Марс се показао као веома хладна и негостољубива планета, а једини



Упоредне средње температурне вредности за Земљу (географска ширина руског града Санкт Петербурга или "Снежног Вавилона") и средње температурне вредности Марсовог тла (екватора) према Миланковићевим прорачунима.

могући организми назирали су се у пределима око полова где је могло бити воде у течном стању и какве-такве могућности за одржање живота.

О некаквој високо развијеној цивилизацији на Марсу, изграђеним каналима, вегетацији или разорном оружју за масовно убијање кроз спектакуларан напад на Земљане, Миланковић није ни помишљао, јер једноставно таквих услова није ни било. Његове диференцијалне једначине показале су му поражавајући резултат не само за развој и усавршавање тог могућег удаљеног света, већ су му и говориле да нема ни услова за њихову голу егзистенцију. Тако су сувопарне бројке распршиле сва надања и показале да на четвртој планети Сунчевог система, и поред бројних сличности са Земљом, постоје дубоке и скоро непремостиве разлике.

Уколико се присетимо како се развијао први живот на Земљи или како су насталаје најстарије цивилизације на планети, схватићемо да су сви ти процеси били у тесној вези са климом. У највећем броју случајева најстарији животи су били неотпорни на спољну средину и веома подложни страдању. Колико је у тој раној фази развоја планете неповратно нестало живота или колико је било људских жртава у периоду првобитне људске заједнице, можемо само да претпоставимо, али ни једна наша претпоставка неће бити много удаљена од истине уколико добро познајемо стварне климатске услове у временима о којима говоримо.

Према томе, у условима изразито хладне климе која влада на Марсу и на удаљењу од Сунца које је један и по пута веће од удаљења Земље од истог тог извора топлоте, могао је настати или се одржати само најпримитивнији живот или једноћелијски организми. О неком развоју и комплексном облику живота не може се ни говорити, а још теже замислити.

Због свега тога као најреалнији сценарио појављује се онај који се већ остварио на Антарктику. Тамо су пронађене замрзнуте бактерије и алге старе чак 2800 година које су после одмрзавања поново оживеле. Изгледи да се нешто слично и на Марсу догоди научници процењују као веома реалне и због тога такву могућност данас најозбиљније разматрају у будућим освајањима ове планете.

Миланковићева математичка теорија и његови математички прорачуни успешно су положили проверу на примеру Марса. Директно измерени подаци показали су неслагања у границама 2-5 степени што је можда настало због Миланковићевог непознавања вредности густине Марсове атмосфере на самој површини планете ( $\rho_0$ ), апсорпционог коефицијента атмосфере ( $k$ ) и специфичне топлоте слојева ( $c$ ).

Миланковић, међутим, и сам увиђа ове недостатке и зато оставља отворену могућност да може доћи до извесних, али не и драстичних разлика у односу на његове прорачуне.

Према томе, Марсова средња годишња температура тла саопштила је животу “не”; Марсова атмосфера рекла је, такође, животу “не”; недостатак течне воде на Марсу превагнуо је у корист “не”, па ипак...

То “ипак” представља човек као четврти фактор.

Човек може да одигра изузетно важну и прекретничку улогу у развоју црвене планете. “Оживети” Марс или удахнути му нови живот, значи бити довољно моћан и надарен за ширење цивилизације или за историјски скок са планете на планету. Ни изразито ниске температуре, истањена атмосфера, недостатак кисеоника, ограничена количина воде и све друге могуће и немогуће невоље неће представљати непремостиву препреку уколико се пронађу довољно убедљиви разлози за насељавање Марса.

Са данашњег аспекта и нивоа знања то може бити услед открића минералног или неког другог рудног богатства, изградње првих насеља и миграције због продужетка демографске експлозије и пренасељености матичне планете, изненадне појаве и ширења заразних болести услед глобалног загревања, повећане активности на Сунцу, прегрејаности планете или земљотреса као одзива на ту активност, учесталих астероидно-кометских претњи, импакта и повећаног хазарда, наступајућег леденог доба, недостатка хране за све људе или само као забава у виду туристичких летова најбогатијих. Разлога, dakле, може бити више, па зато неће бити изненађујуће уколико се појаве новији, они које доносе модерније технологије, изроди време промена и напредак цивилизације као глобалне неминовности.

Прва фаза освајања Марса биће пресудна, изразито тешка, а изискиваће и бројне жртве као неминовност тог новог процеса. Уосталом, када су се насељавали пусти предели на Земљи то је била незаобилазна цена успеха, па је и логично питање зашто би било другачије на Марсу када су услови за опстанак још суворији?

Идеја о путовању и настањивању Марса рођена је пре Миланковићевог прорачуна Марсове средње годишње температуре и живеће онолико дugo док коначно нека космичка летелица са људском посадом не савлада растојање нешто веће од 55 милиона километара и као таква не спусти се безбедно на ову планету. Онога дана када се и то оствари и та замишљена летелица дотакне песковито или каменито тло Марсове површине у њеној непосредној околини налазиће се и неки од безбројних Марсовых кратера, мањих или већих димензија, као неминовност црвене планете.

У том видокругу, непосредно у близини или удаљен на хоризонту, биће обасјан Сунчевим зрацима и кратер Миланковић. Прве људе дочекаће и симбол математичке физике.

Настало из “примене математичке теорије спровођења топлоте на проблеме космичке физике”, “испитивања о клими планете Марса” и “испитивања о термичкој конституцији планетских атмосфера” биће истовремено неми сведок тог великог пута и још веће победе.

Та прва летелица и њен први додир са Марсовом површином означиће трајни успех и спој свих генерација, крај вековних тежњи да се досегне небеско и освоји оно до чега су до тада само чежњиви људски погледи могли да допру. Те протекле генерације нису градиле космичке летелице, али зато јесу делиће пута ка његовом остварењу.

Као предводник те свите налазио се и наше горе лист, небески Милутин Миланковић.

## ХЕМАТИТ<sup>1</sup>

Проблем воде, како је већ речено, један је од круцијалних, а, исто тако, и елементарни услов за постојање живота. Живот каквим га човек познаје не опстаје без овог једноставног, али најдрагоценјег једињења, иако може да се претпостави да је неки свет на некој ближој или удаљеној галаксији пронашао другачији начин опстајања. Ипак, то је толико страно човековом поимању реалног света да о томе нећемо даље ни говорити.

Вода је свуда око нас на Земљи и то је једно од наших највећих богатства које поседујемо. Неизмерна је то срећа. Међутим, уколико се удаљимо од матичне планете и одемо само до Марса, као нама најближег небеског тела (планете), тада се проблем воде и решење њеног коришћења појављује као питање број један - то постаје стална брига, а њено успешно решавање од непроцењивог је значаја.

Због свега тога у последње две декаде (последњој у двадесетом и првој у десетпрвом веку) интензивна је потрага

<sup>1</sup> О минералу хематиту писано је у току две године, 2003. и 2004., а затим је на основу семинарског рада Марије Милићевић у оквиру геологије 599 на Универзитету у Калгарију и Науке о Земљи 2010. године допуњено њеним истраживачким делом који је на још детаљнији начин разматрао питање овог минерала, посебно њеним експериментима са општом кристалном структуром и идеализованим X-зрацима у хематитским траговима, затим резултатима истраживања у лабораторији за дифракцију X-зрака и коначно комплетирано применом тзв. Ритвелдове (Rietveld) методе или пречишћавања (филтрације).

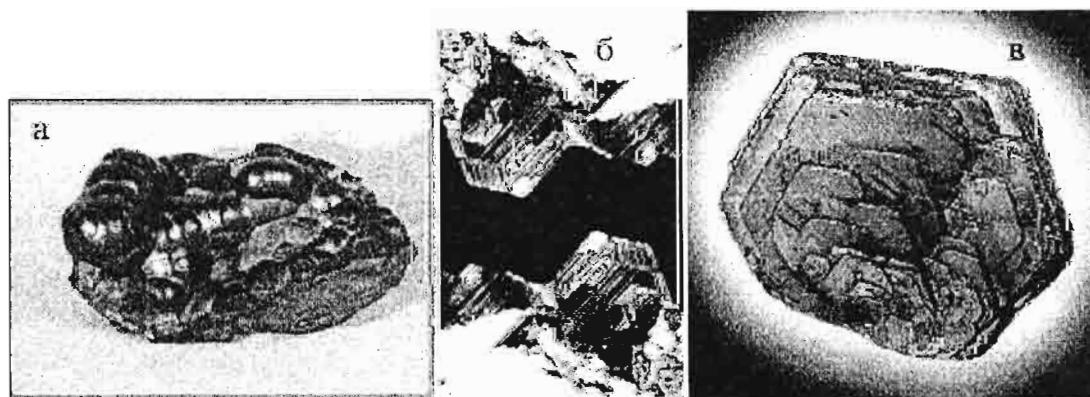
за доказима постојања једног минерала на Марсу. Његово име је *хематит*, па да видимо шта он суштински значи.

Хематит је минерал који садржи два елемента - гвожђе и кисеоник. Према својој хемијској формули припада групи оксида ( $Fe_2O_3$ ) и често се наводи као гвожђе (III) оксид. Његова структура је слична корундовој, минералу који после дијаманта има највећу тврдину и на Мосовој скали тврдине заузима завидну позицију број девет.

Хематита има готово свуда у природи. На Земљи је пронађен у свим врстама стена: магматским, седиментним и метаморфним. Бројне су области у којима је откривен, а неке су чак преобогате њима (Канада, САД, Русија, Мексико, Аустралија, Бразил итд.).

Задржаћемо се извесно време на овом широком хематитском распострањењу, јер је оно од суштинског значаја за даљу причу о овом минералу. У бројним лежиштима гвожђа хематит је доминантан, често се налази у слојевима са глинцима, има га у зонама вулканских активности, затим у гранитима и стенама које се називају риолити, па и другим срединама и то у зрнима која су сачувала своја примарна својства, па све то на известан начин доказује да је и сама магма од које су потекли богата гвожђем.

Ипак, овим нисмо успели да исцрпимо листу појављивања хематита, јер га је могуће пронаћи и у другим срединама, па тако настаје као продукт распадања различитих гвожђевитих минерала као што су магнетит, сидерит или пирит. Сваки од наведених минерала има своју "животну" причу и такве



Различити типови тамно-плавог и црног хематита: (а) "бубрежasti" црно-црвени хематит, (б) зрасти и (в) шестоугаони (хексагонални).

особености да је невероватно колико су се тесно здружили са човеком и верно га пратили кроз његов узбудљив вишевековни ход на планети. Магнетит је, рецимо, у чврстој вези са компасом, сидерит је небројано пута помогао да се пронађу остали минерали гвожђа, па чак и веће концентрације, а пирит је толико пута насамарио трагаче за златом да је оправдано стекао друго име “лажљивац” (“лажно злато”).

Но, хематит, о коме детаљније говоримо има своја “изворишта” и у морима и језерима као остатак хемијских и органских процеса, а на копну и многим земљиштима толико је “утицајан” да црвена или црвено-браон боја као рђа толико преовладава да даје основни тон многим крајевима, а на Марсу чак и господари читавом планетом.

Ова хематитска универзалност суштински је доказ постојања воде у наведеним срединама. Хематит је минерал металничног сјаја, економски изузетно вредан и његово откриће или постојање у различитим областима може у великој мери да значи да су испуњени основни услови за опстанак живих бића. Према томе, хематит је први поуздан доказ постојања велике драгоцености - воде!

Хематит може да поседује најразличитију боју, али је најчешће црн. Понекад је сив, црвено-браон, црвенкаст или зелен. Уколико се њиме запара нека чврста површина, оставља карактеристичан црвени траг. То је одговор на питање зашто је Марс црвена планета. Често се користи као полудраги камен, металничног је сјаја, посебно “бубрежасти” хематит, а исто тако приписују му се и нека друга својства, па чак и лековита. Одакле то потиче?

Опште је познато да је хематит као оксид гвожђа и магнетичан минерал. Као такав ствара своје локално магнетно поље које може да заштити појединца изложеног неповољним дејствима. Када се овако саопшти, изгледа доста произвољно и уопштено, па због тога причу о хематиту треба појаснити и детаљније обrazложити.

Хематит има и заштитничку и превентивну улогу. Користи се код различитих врста оболења као што су артритис, високи крвни притисак, различити типови прелома костију, бронхитис, код проблема са стомачним гасовима, главобоље,

тумора, канцера, па чак и емоционалних проблема. Лековита својства хематита још нису у потпуности дефинисана и призната, за сада само као таква егзистирају и вероватно је да ће се на том пољу и даље истраживати.

Назив хематит потиче од грчке речи и значи крв. Вероватно да је то била асоцијација на његову тамно црвену боју, али, према последњим истраживањима и примени, могло би се рећи да је веза хематита са људском крвљу у сфери реалног и у даљој будућности вероватно ће се наћи још чвршћи докази исправности те кованице.

Уколико бисмо наставили да размишљамо о хематиту као минералу чије ванпланетарно откриће истовремено значи и доказ постојања воде, тада бисмо дошли у ситуацију да нам порекло било које друге стене или минерала на било којој планети ама баш ништа не значи. Ово једнострano гледање нема оправдања чак ни на Земљи, јер је познато да хематита има и у зонама вулканских активности, како смо то раније већ навели, а на таквим местима количина воде је скоро беззначајна или је уопште нема. Због тога су могуће велике заблуде, па је зато један пример веома поучан.

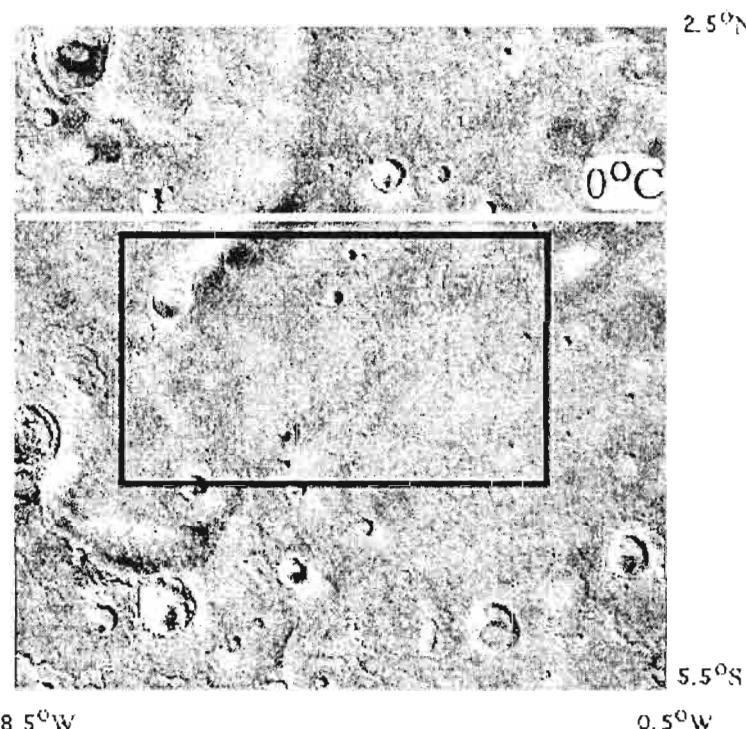
Хематита има скоро свуда. Претпоставља се и на Марсу, такође. То је и био основни разлог зашто се велика пажња посветила једном хематитском региону који се налази у западном делу Арабија Тера (Arabia Terra) или у ширем простору Тера Меридијани (Terra Meridiani) која се налази у непосредној зони Марсовог екватора.

Истраживања по овом питању започета су 2001. године, а остваривала су се помоћу Mars глобалног премерача (Mars Global Surveyor). Наведена истраживања дала су прве позитивне индикације о постојању овог минерала да би одмах затим највећим оптимистима чак пала на памет идеја о некадашњем огромном океану на Марсовој површини!

Ипак, идеја је убрзо оспорена, јер није имала реалне основе. Група истраживача из истог програма НАСА саопштила је да никде у зони хематитског региона нису нађени карбонати ни њихови трагови или, ако су се појављивали, проценат је био толико мали да је идеја о некадашњем океану морала да се одбаци као исувише смела и без чврсте основе.

Размотримо питање карбоната детаљније, јер они представљају крунски доказ постојања водених површина.

На Земљи су веома широко распострањени. Тамо где има воде или где је некада постојала па се повукла, остали су бројни трагови - хемијске и биогенетске седиментне стене.



*Хематитски регион (уоквирено) у зони Марсовог екватора (бела линија) за који се сматра да представља доказ постојања воде на овој планети.*

Биогенетске су истинска драгоценост Земље. Оне не само да суде о присуству воде, већ и расветљавају веома широк Земљин планетарни спектар као што је топла клима, висок садржај органског света, бујан развој и, једном речју, одсликавају живу и узбуркану планету. Зато су и могле да настану такве стене као што су кречњаци, доломити, евапорити, дијатомеје или угља чија су порекла у тесној вези са морским школјкама, радиоларијама, копненим биљкама или другим некадашњим живим организмима.

Веома често налазимо предивно очуване фосиле који говоре о том ишчезлом свету, али и о специфичним условима или развоју поједињих делова планете. Због тога су и непоновљиви предели са кречњачким спрудовима, лагунама, дلتама, естуарима и другим местима где је вода даровала

живот, а бујни живот подарио планети највеће украсе у имену земаљски нараштаји.

Према томе, тај фино извајан карбонатни слој, жив и после живота, уствари је документ данашњице који на убедљив начин разоткрива прошлост једног простора. Можда је и термин “жив” једино исправан, јер се као доказ постојања карбоната користи разблажена, најчешће десетпроцентна хлороводонична киселина која у додиру са карбонатима просто “експлодира” и производи безброј мехурића на површини такве средине. Ово је један од најстаријих и најсигурнијих тестова постојања карбоната.

Без воде нема карбоната, а без карбоната ни доказа о постојању воде. Ово је основни мото којим су се руководили истраживачи НАСА када су изрекли једно од својих последњих мишљења о животу на Марсу. Чак се ишло дотле да је речено да је он одувек био такав каквим га затичемо данас!...

Да ли је баш тако?

Без океана, без мора, без карбоната, без воде, без живота... То је трагичан резултат вечне потраге за живим бићима на Марсу. Има ли ту истине?

Са само 0,007 делова Земљине атмосфере Марс и нема велике изгледе за развој организама, јер је то далеко од доњег прага одржања живота. Досадашње пробе, лендери и мас-



*Хематити пронађени у  
Марсовом тлу (означени стрелицама).  
Доказ воде или само случајна коинциденција?*

спектрометри нису далиовољно убедљиве доказе да је некада у Марсовој прошлости било живота иако су видљиви трагови водених канала на Марсовој површини. Према томе, и даље лебди питање: шта је истина и где је она?

Вратимо се поново на екваторијални хематитски регион на Марсу, јер је то питање и даље остало недефинисано.

Разлог овом повратку видимо у још недовољно сигурном начину осматрања, непотпуном анализирању и непоузданом закључивању. Са колико сигурности можемо да тврдимо да је то баш тако, ако нисмо ногом крочили на Марсово тло или ако нисмо разгрнули ни један једини милиметар Марсовой површине? Да ли су наша осматрања са удаљености од више десетина или хиљаде километара доволично поуздана? Да ли су Марсови лендер и орбитер, а касније марсровер пронашли најрепрезентативније терене за доказивање истине? Шта је испод Марсовог површинског слоја и има ли тамо доказа о постојању карбоната? Да ли су сателитски снимци доволно детаљни за упорне аналитичаре који снагом свога знања, путем визионарства, па и имагинације треба да продру у бројне тајне непознате и скоро мистичне планете?

Наравно, Марс је и даље наша Тера Инкогнита (*Terra Incognita*) и то ће остати још дуги низ година. Велики број тајни решиће се искључиво директним радом на терену, јер постоји једна вечна истина: што смо удаљенији од њега, то су и путеви до открића далеки. Због свега тога се и намеће једна потреба и исто тако поуздан закључак - директно освајање Марса, истраживање по принципу *in situ* (на терену).

Зашто тако учинити?

Зато што мислимо да је могуће да се карбонати налазе испод површинског слоја. Постоји оправдана вероватноћа да су Марсови ветрови прекрили велики део планете и закамуфлирали њене истинске представнике. Марсов песак, дакле, није примаран већ само секундаран материјал.

Како је могуће да се замисли вишемилионски период у развоју једне планете, а да се при том дугом времену ама баш ништа битније не догоди или не промени на њој? Како то да је планетарна динамика у потпуности угашена у њеном раном развоју или како то да је била тако убрзана? Зашто је Марс

нагло усахнуо? Зашто би он био скамењена планета, остављена да бесперспективно лута небеским пространствима? Да ли је његово постојање једино обележено бројним кратерима и лутајућим космичким пројектилима који су га вишевековно немилосрдно бомбардовали? Када се крај Марсове динамике одиграо и због чега?

Размотримо још неке познате Марсове карактеристике и упоредимо их са нашом планетом како бисмо се што више приближили суштини проблема и истини.

**①** Марс има осу ротације која је у односу на вертикалну раван нагнута под углом нешто мало већим од 24 степени. То је готово идентично са Земљином чији је савремени нагиб само око пола степена мањи. Ово значи да и на Марсу постоје годишња доба. Тамо је пролеће без и једног јединог цвета, лето без кише и мириза, а јесен јалова и без плодова и увелог лишћа. Само се на половима налазе ледене капе које подсећају на зиму, али снег не пада на Марсу. Марсова годишња доба су само “ружа без мириза”.

**②** И Земља и Марс имају сличне екваторијалне ротације, приближно 24 сата. Истина, Земља нешто мање, Марс нешто више од тога, али суштински без неке велике разлике. Према томе, за человека који би стајао на Земљином екватору и неког замишљеног человека који би исто тако стао на Марсов екватор дан и ноћ би скоро подједнако трајали. По питању телесне дневне динамике и ноћне неактивности ништа се битније не би променило за Земљанина дошљака.

**③** Марс је мањи од Земље и удаљенији од Сунца, а његова ексцентрична путања је већа од Земљине. Међусобни однос износи 1:5,599 и ове наведене разлике имају своје предности и недостатке када се посматра са аспекта становника Земље. Дајмо само један пример: већа ексцентричност истовремено означава мању глацијалну фреквентност.

**④** Орбитални параметри као што су прецесија, нагиб осе ротације и ексцентричност разликују се у великој мери, тако да су периоди затварања једног циклуса, а самим тим и Миланковићеви циклуси осунчавања, у великој несразмери. За потпун прецесиони круг Марсу су потребне 72000 година, а Земљи 23000, (однос 1:3,13), док за нагиб осе ротације

треба да протекне 175000 година на Марсу, а 41000 година на Земљи (однос 1:4,268). Све то диктира дугопериодичне климатске промене на једној планети, како је то Миланковић срачунао, и по овоме произилази, посматрано под потпуно једнаким (идеалним) планетарним условима, да би евентуална ледена доба на Марсу увек била ређа него што је то случај на Земљи. Како Mars нема много тога што Земља поседује, ни атмосферу, ни озонски омотач, ни магнетно поље, ни океане или мора, ни вегетацију, ни стварна годишња доба, како смо видели, све то речено остаје само у сфери комбинаторике и човеку за размишљање или нека далека будућа времена. Када бисмо у потпуности могли да изједначимо Mars и Земљу и тада би однос појављивања ледених доба био 1:5 у корист Земље иако је знано да је она много ближа Сунцу.

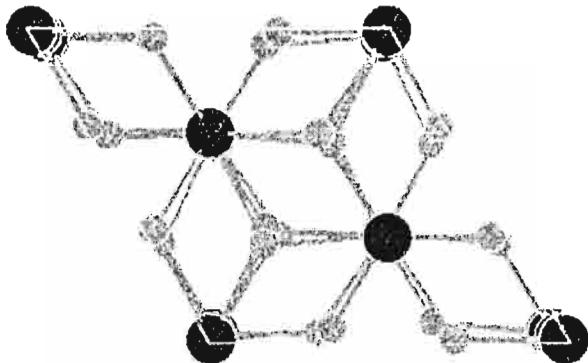
**5** Вода на Марсу је и даље велико питање. Због тога потрага за минералом хематитом с почетка двадесетпрвог века у великој мери подсећа на “златну грозницу” са краја деветнаестог на Аљасци. У овој фази истраживања, међутим, хематит је вреднији од злата, јер пружа наду која се назива живот, а затим отвара неограничене могућности и за будућа насељавања Mars-а.

Замислимо да смо којим случајем открили велике количине злата или дијаманата на Марсу. Да ли би то имало своју вредност уколико тамо нема ни капи воде? Шта је у овом случају вредније: вода или сјај изазова? Са колико ли бисмо само чежње упирали наше погледе ка том и даље недоступном небеском телу или на те даљине, знајући да нас тамо чека велико и нетакнуто богатство, али да у нашој технолошкој немоћи то не можемо да досегнемо? Била би то само Обећана Земља у Недођији или Рајско Острво препуно немани и демона од чијих би се чељусти и пројдрљивости само котрљале лакомислене и грамзиве људске главе.

Ипак, хематит даје извесну наду. И као што је његов макроскопски изглед обично углачан, лоптаст или “бубрежаст”, а понекад гладак и металичан, тако исто његови микроскопски снимци откривају да је игличаст, листаст или да му унутрашња структура садржи шестоугаони (хексагонални) кристални систем. Из свих тих његових неравнине и микро

долина, микро узвишења и микро врхова и бескрајних микро лавирината треба пронаћи пут који би могао да нас одведе до оазе живота (воде) и безбедног уточишта (хематитског врха што се редовно појављује под Х-зрацима у идеализованим хематитским траговима). Тада се врх може замислiti као екваторијално острво опкољено топлом индиго плавом или смарагдном бојом воде које треба робинзонски освојити и потчинити га себи упркос сложној хематитској кристалној структури.

Где су у свему томе стазе спаса и како их пронаћи? Само сазнање да негде постоје, добар је знак да поседујемо прве путоказе, а време као најмоћнији судија, показаће да ли смо способни и спремни да пронађемо ту значајну путању наде и избављења.



Општи изглед хематитске кристалне структуре (тамним круговима су означени јони гвожђа, а сивим јони кисеоника).

## АТМОСФЕРА

Већина наших опажања о Марсу крећу се из једног центра - посматрамо га одозго на доле. Првобитно се то називало птичја перспектива, а касније је тај термин замењен изразом сателитско осматрање или даљинска детекција.

Такав начин истраживања има дубоко оправдање, јер и даље нисмо овладали технологијом која би омогућила дужи боравак на овој планети иако увек има оптимиста који тврде супротно. Истина, постоје и друге методе, нове генерације телескопа или прве генерације лендера и марсровера, које су већ у употреби, али све ће то убрзо да потисне човекова вековна тежња да "омирише" Марс. Циљ више није открити, већ закорачити тим просторима.

Ипак, вратимо се погледу кога назвасмо "одозго на доле", јер је код свих освајања Марса неминовно да се прво прође кроз његову атмосферу.

Као примарно намеће се битна разлика која је уочена код Марса у односу на Земљу. Марсова атмосфера је "потрошена" или је "исцурила" негде у космички простор и данас тај иtekако важни планетарни заштитник више не постоји на црвеној планети. Најбољи показатељи да је то тако представљају бројни кратери којима је Марсова површина у поједи-ним регионима пребогата. Да је постојала атмосфера, већи број тих лутајућих пројектила би сагорео у њој и планета би имала какву-такву заштиту од изненадних, често пута разорних удара.

Размишљајући тако, намећу нам се двојака осећања. Жеља да Mars поседује своју природну одбрану, са једне стране, али, када би то и било оствариво, тада не би постојала сва та Marsова разноликост у рељефу, а на крају крајева ни кратер Миланковић. Како су наше жеље често пута нереалне и само пусто маштање, морамо се приклонити реалном стању и рећи да је за Земљу од непроцењивог значаја да њена атмосфера што дуже “поживи”, а тешка срца морамо саопштити да је Marsova “одлутала” и да то може његове “житеље” да кошта живота-скривалица и сталног боравка по пећинама, дубоким јамама или прогона у доњи свет планете. Можда је и то био један од основних разлога за Тода Стивенса (Todd Stevens), биолога и специјалисту за подземни свет, када је поставио једноставно питање: “има ли кога доле на Marsу”?

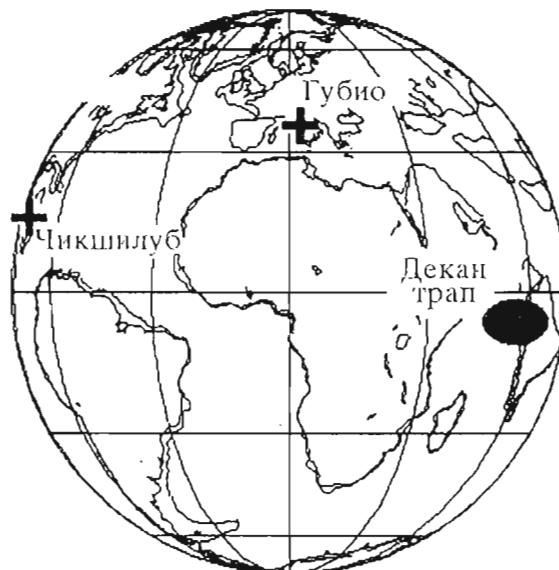
Уколико у све око укључимо и Земљину судбину или геоисторијски фактор и геоисторијску меморију, тада неминовно, поред бројних и мање значајних, морамо да издвојимо само два круцијална догађаја када су лутајућа небеска тела ипак успела да пробију Земљину атмосферу и изазову крупне промене на њој.

Први догађај се одиграо пре око 250 милиона година на граници перма и тријаса или палеозоика и мезозоика када је астероид за кога се претпоставља да је имао ширину већу од 10 километара успео да проузрокује помор од око 90% тадашњег живог света у ондашњим морима и океанима! Од тог времена, рецимо, никада више ни један трилобит није пронађен у мезозоику.

Други догађај је добро познати кредно-терцијарни импакт пре 65 милиона година када је један астероид (или комета) успео да “помрачи небо” великим количином подигнуте прашине и гасова у атмосфери, спречи продор Сунчевог зрачења и изазове праву “нуклеарну зиму”. Било је довољно само две године да траје та драстична промена климе и да трајно са лица планете нестану дотадашњи неприкосновени господари диносауруси. Остали су само у сећањима, као окамењени и фосилизовани докази прохујалих времена или у филмовима, редовно и неправедно окарактерисани као крволовчна бића.

За први догађај сматра се, иако није у потпуности и потврђен, да се дододио на Антарктику где су бројне анализе показале да су хемијски односи јединствени и карактеристични само за метеорите. За други догађај као крунски доказ послужио је садржај ретких елемената иридијума и осмијума у танком глиновитом слоју на граници креда-терцијат (тзв. К-Т граница), а затим је сателитски и лоцирано место удара на мексичком полуострву Јукатан или у његовом северозападном делу где је откријен полукружни трог у близини Чикшилуба (Chicxulub), па је по томе и добио званичан назив. У некрологу диносаурусима могло би се рећи да је њиховој снази и моћи само небо могло да пресуди.<sup>2</sup>

Ова два примера нису и једина у геоисторији Земље, али јесу најзначајнија, јер се њима завршила једна велика етапа у развоју планете и започела друга, ништа мање значајна. Из та два наведена примера видимо да је и постојање атмосфере понекад недовољно да се зауставе моћни небески удари и да увек постоје тзв. “проходни временски тренуци” у којима моћни астероиди или комете продиру до саме Земљине површине.



*Три изузетно значајне локације за које се сматра да представљају места планетарних катастрофа: Чикшилуб на мексичком полуострву Јукатан, Губио локација у Италији и Декан трап у Индији.*

<sup>2</sup> Катастрофе о којима је реч тешко су стицале право грађанства поред Дарвинове теорије еволуције. Дарвинизам је већ дуги низ година на снази и тек када се дододи нека планетарна несрећа, људи само донекле почињу да схватају да живе на узбурканој и непредвидивој планети. Један од таквих скорањњих примера био је и исландски глечер Ејафјалајокул испод кога је после скоро 180 година мировања прорадио вулкан 2010. године и избацио из свог гротла огромну количину пепела, прашине и гасова, тако да су бројни авионски летови били онемогућени, а авио компаније претрпеле огромне финансијске губитке. Шта тек рећи за бројне земљотресе којима су скоро сви делови планете свакодневно изложени?!

Вратимо се Марсовој атмосфери.

Дакле, наведена средина се издиже нешто више од 11 километара изнад површине терена и има укупну масу од скоро  $2,5 \cdot 10^6$  килограма. То значи да готово и не постоји. Са средњом температуром од -63 степена Целзијуса углавном је сачињена од гасовитих материја у којима доминира угљендиоксид са око 95%. Већ смо рекли да остатак отпада на азот и аргон, а да је кисеоник у траговима или да га има само 0,13%, што је недовољно да се зауставе или сагоре страна небеска тела. Познато је да без кисеоника нема сагоревања и у то нас је још 1774. године уверио Џозеф Пристли (Joseph Priestley, 1733-1804) када је први открио његово постојање.

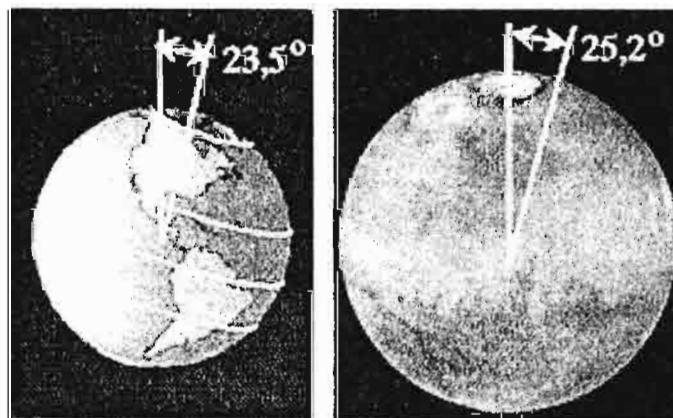
Радећи на прорачуну дугопериодичног осунчавања Земље у квартарној прошлости, Миланковић је занемарио њену атмосферу тако што је све једначине поставио за горњи слој или сам врх тзв. егзосфере. Лукаво нам је саопштио да је своје прорачуне извео тако што је Земљину атмосферу апроксирио као равну плочу, а Миодраг Томић (1912-2001) замерио својим бројним колегама или српским математичарима што су све то поједноставили, па тврдили да су у питању грубе математичке апроксимације. Миланковић је тиме избегао веома компликоване или непремостиве формуле за израчунавање дугопериодичне количине осунчавања.

Када је Марс у питању, Миланковићеви прорачуни су били неупоредиво лакши и изводљивији. Недостатак Марсове атмосфере или његова крхка и као порцулан драгоценна средина омогућила је настанак бројних кратера, али и несметан продор штетном ултраљубичастом зрачењу чиме је онемогућен развој живог света. Миланковићу је недостатак Марсове атмосфере дао проходност и веома исправан прорачун, а живом свету одузео право на постојање на самој површини планете. Према томе, уколико жели да створи повољне услове за настанак живота и себи омогући дужи боравак на црвеној планети, човек ће морати да мења састав Марсове атмосфере и обогаћује је кисеоником, а затим да је насељава или да пронађе неки оригиналнији пут.

У садржај тако “истрошене” атмосфере неминовно се сврставају и ветрови. На Марсу су они нешто посебно. Када

је мисија Викинг успешно организована, а његова се два лендера безбедно спустила на површину планете у лето 1976. године по први пут се сазнало да је брзина ветра у време олујних периода преко 100 километара на сат. Такви ветрови су истовремено и механички разарачи чврсте подлоге или тврдог површинског слоја.

У првој фази освајања Марса ови ветрови ће бити велика препрека, посебно у најкритичнијим фазама слетања. Ипак, имаће то и своје позитивне стране, јер ће ти господари Марсове атмосфере бити неизмерни и незаменљиви дародавци чисте енергије. Неће се трагати за “прљавим” енергетским изворима (можда је то карактеристично само за Земљу?), ако на дохват руке буде препуно стабло зрелих јабука. Неће се чак ни одлазити до “комшијске ограде” да би се упућивали чежњиви погледи у туђе двориште и размишљало како да се део богатства пребаци у сопствено. Поседоваће се бесплатна, чиста и неограничена енергија ветра свуда у недоглед.



*Нагиби осе ротације за Земљу (лево) и Марс.*

Можда ћемо се због свега тога понашати као богати Крез, али када је неко пространство пусто, онда је оно или перспективно и недовољно откријено или сиромашно и трагично сувово.

Ако се само фокусирамо на Марсову атмосферу, тада мора да се каже да црвена планета неће бити ни гостољубива ни посебно наклоњена човеку. Без магнетосфере, озонског омотача, битних климатских фактора познатих на Земљи и без океана све делује испражњено, као кућа без домаћина; без атмосфере клима је сурова, температурни контрасти су

велики, а урагани разарајући. Зато се и поставља круцијално питање: како опстати у таквим условима? Како укротити негостољубиву планету и потчинити је себи?

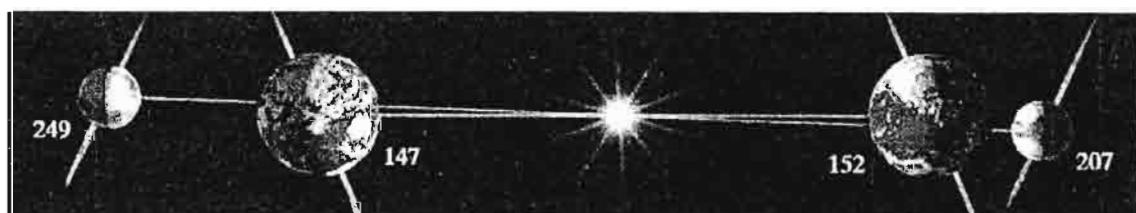
Уколико се пође од Миланковићевих циклуса осунчавања, може се констатовати да перспективе и нису толико трагичне. Марс је по својим дуговременским орбиталним особинама предиспониран ка блажим климатским променама, речим захлађењима и у том смислу понаша се као Земљин млађи брат иако је бројне развојне фазе давно пре ње прошао. Већ смо навели његове сличности са Земљом, осу ротације, сезонске промене, трајање дана и ноћи, али исто тако морамо рећи да постоје и битне разлике.

Марсова година није као Земљина, већ је знатно дужа и износи 687 земаљских дана. Ово је и разумљиво, јер је црвена планета удаљенија од Сунца. Однос Земљине према Марсовој години, према томе, је 1:1,882.

Када би живели на Марсу, знатно спорије бисмо старили, а и били бисмо дуговечнији. Имали бисмо привилегију да нам лето траје 199 земаљска дана, чак 53 дана дуже од Марсове зиме. Исто тако, „уживали“ бисмо у пролећу и јесени које заједно трају 342 земаљска дана - скоро као читава година на Земљи. Зима је на Марсу дугачка само 146 дана, али шта то вреди кад је он аридна, сува и хладна планета.

Марсова путања је ексцентричнија од Земљине. Заправо, у читавом Сунчевом систему само Меркур има већи ексцентрицитет од Марса и износи 0,2056. Марсов ексцентриитет је 0,0935, Земљин 0,0167, а Венерин скромних 0,0067.

Вратимо се поново у близину или сам кратер Миланковић. Ово чинимо зато што се налази на Марсовој северној



*Различита растојања Земље и Марса од извора Сунчеве радијације (дано у милионима километара): Земља у перихелу (означено 147), Марс у перихелу (207), Земља у афелу (152) и Марс у афелу (249).*

хемисфери где су пролеће и лето дужи од јесени и зиме за читавих 76 земаљских дана. Зашто је то тако?

Марсова орбитална брзина није увек иста. Она се мења у зависности од положаја у коме се црвена планета налази. Највећа је у перихелу и тада је Mars удаљен од Сунца око 207 милиона километара (=1,381 астрономских јединица), а најмања је у афелу када је чак на око 249 милиона километара (=1,665 астрономских јединица) далеко од своје звезде.

Неједнака орбитална брзина, примарно, и разлика од око 40 милиона километара од извора топлоте, секундарно, доводе до неуједначеног пријема Сунчеве радијације. На тај начин осунчавање је чак за 44% веће у перихелу него што је то случај у афелу, а то даље има одраза на опште понашање ледених капа на половима. Ето могућег разлога зашто се Marsova јужна поларна ката непрестано отапа и смањује, а северна шири.

Лета су на северној хемисфери дужа и хладнија, а зиме краће и топлије. Срачунато је да је лето на јужној хемисфери топлије чак за 30 степени од лета на северној. Пошто се кратер Миланковић налази на високим географским ширинама, чак 55 степени северно, то значи да је у његовој околини увек хладније него у околини његовог антипода који се налази на јужној Marsовој хемисфери.

И поред свега тога, и даље лебди оно најзначајније питање: како Marsову атмосферу превести у стање у коме се налази Земљино? Како је “оживети” и “удахнути” јој “осећај” живота?

Трагајући за одговором на ова питања, научници су се по ко зна који пут упутили на најистинскију природну лабораторију на планети - отишли су на Антарктик. Преовладава оправдано мишљење да овај залеђени континент најближији симулира Marsове услове и, за дивно чудо, оданде су добили најбољи одговор.

Тамо је у језеру Вида које се налази испод ледених наслага на дубини од 19 метара пронађена вода у течном стању. Није замрзнута, јер је седам пута сланија од морске, тако да ни на минус 10 степени Целзијуса не може да пређе у чврсто агрегатно стање. Ипак, то није било најважније.

Највеће изненађење представљао је проналазак микроба стarih 2800 година. Иако замрзуни дуги низ година, показали су се као веома издржљиви и из фазе хибернације оживели одмах чим је температура повећана. О овом прастаром екосистему веома мало знамо, а још мање о њиховом жилавом начину одржања виталних органа.

Овај догађај навео је научнике да начине паралелу са Марсовим условима за развој и очување живота. Многи су склони мишљењу да је нешто слично могуће и испод поларних ледених капа. Ако у све то уврстимо и антарктичко језеро Восток где су чак на 4 километра дубине нађени слични облици живота, тада нам се чини да је и на Марсу реално да се пронађе нешто слично.

Зар све ово наведено није већ далековидно изрекао Миланковић? Колико се његови закључци разликују од најновијих истраживања могућег живота на Марсу?

Ипак, све ово што је речено није допринело већем помаку, јер је ревитализација Марсове атмосфере и даље остала недодирнута. Њу ће једног дана морати да сачињавају и магнетно поље, и озонски омотач, и јоносфера, и облаци, и кише, и снег, и магле, и прозирна јутра на црвеном хоризонту, и човекови погледи ка рођеној планети. Све дотле Марс ће бити само умртвљено небеско тело којим ће господарити ултраљубичасто зрачење и уништавати било какав покушај оживљавања. Такво небеско тело дуго ће остати зачарано и поспано.

Да ли ову планету може да оживи “принчев” пољубац?

Да ли у Марсову атмосферу можемо да вратимо кисеоник и сву ону радост живота коју он носи са собом?

Да ли?... Да ли?...

Хиљаде је тих “да ли?...“ и само један једини одговор: време ће показати сву реалност и истинитост онога што човека чека на четвртој планети Сунчевог система. Само време, дакле, и човекова упорност која ће по кад-kad превазилазити границе промишљеног расуђивања и залазити у животно рисканте, скоро сулуде поступке, могу да одгонетну и реше ова питања.

## ДИМЕНЗИЈЕ КРАТЕРА

Већ смо саопштили да се кратер Миланковић налази на северној Марсовој хемисфери, али ништа детаљније нисмо рекли о његовим главним карактеристикама. Прво што пада у очи када се посматрају сателитски снимци јесу његове димензије, облик, однос према околној средини итд.

Пошто је лоциран у заравњеном делу планете, што је од посебне важности, ово у великој мери олакшава рад око изучавања његових димензија као и његове шире околине, премда је и то условно, јер ни за шта што нам је милионима километара удаљено не можемо да тврдимо да је једноставно и лако за истраживање.

Пођимо прво од димензија кратера и поставимо питање колике су оне? Колики му је пречник, дубина, какви су њихови међусобни односи и друге бројне особености?

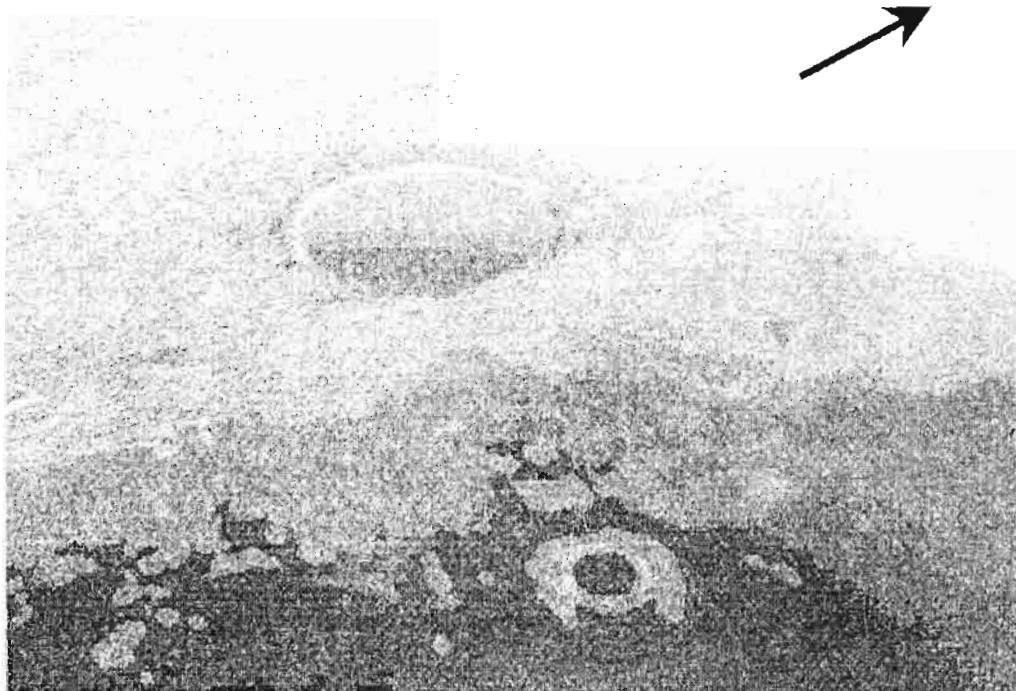
Већина оних који су изучавали снимке кратера, дошли су до резултата да је у питању објекат чији је пречник око 100 километара. Ово је била прва и општа оцена, али довољно значајна, јер се ради о ће баш малој територији. Пречник једног објекта у дужини од 100 километара није ни мало занемарљива чињеница.

Прве процене о дубини говориле су да је она између два и три километра, што је опет било доста генерализовано, али је ипак потврђивало да је у питању вредан пажње рељефни објекат у овом делу Марсовој хемисфери. Нафтне бушотине, рецимо, на Земљи са истим дубинама буше се око месец до

месец и по дана, температуре дна су између 80 и 100 степени Целзијуса, док су притисци од 25 000 до 30 000 килопаскала.<sup>3</sup>

Све доскора или до маја 2006. године нису урађене детаљније анализе односа дубине и пречника кратера Миланковић. Истина, постојала су бројна сазнања и представе о Марсовој структури и еволуцији старих ударних басена, различити софтвери у којима се налазила Марсова топографија, интерактивна графичка упутства за анализу ударних кратера, корелације са другим кратерима од којих је најчешће коришћен Месечев кратер Гусев, али све то није било довољно или је било само фрагментарно да би се боље упознао Марсов кратер Миланковић.

У мају 2006. године Џарид Ховенштајн (Jared Howenstein) завршио је своју анализу 361. импактне структуре на Марсу. Између осталих, ту се налазио и кратер Миланковић, па ће ти добијени резултати бити коришћени као драгоцені подаци овом приликом.

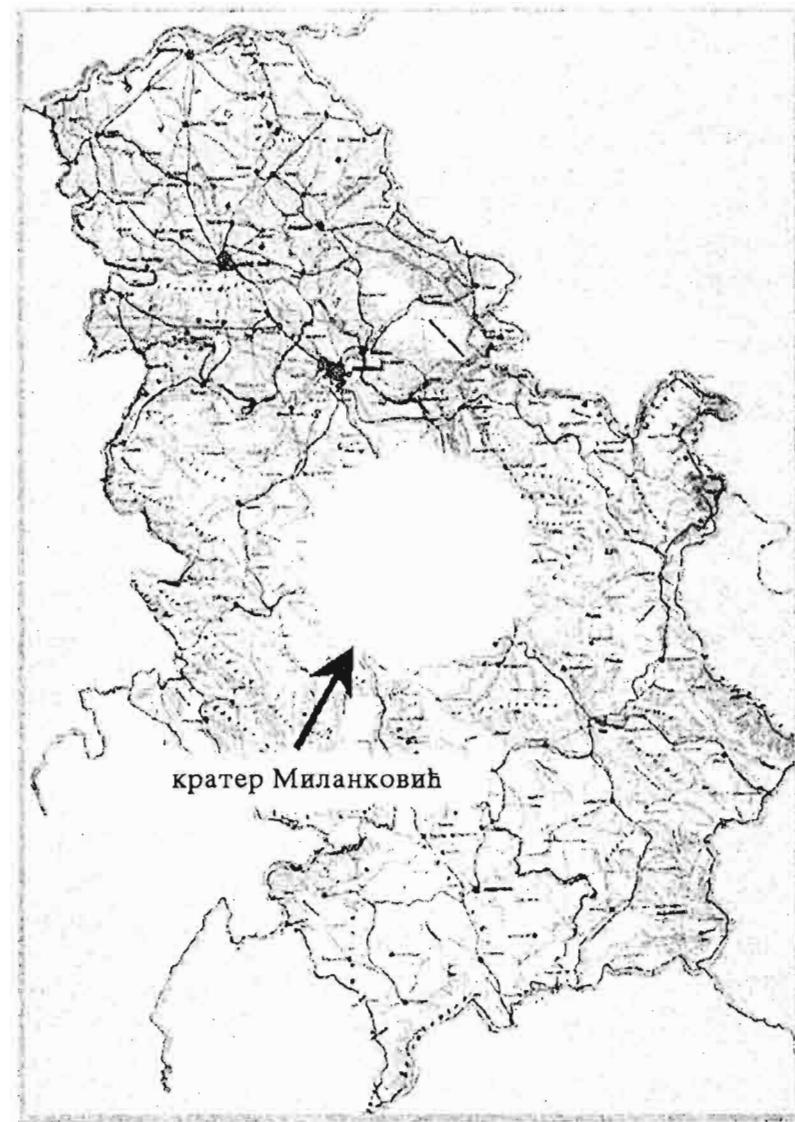


*Кратер Миланковић, снимак начињен 12. децембра 2001. године, МОЛА (Mars Orbiter Laser Altimeter), резолуција 1024 x 768 (стрелицом је назначен север).*

<sup>3</sup> Наведени подаци односе се на тзв. onshore или нафтне бушотине на континентима.

Анализа кратера Миланковић показала је да је његов пречник 115 километара са стандардном девијацијом од 5 километара. Ако се узме у обзир да је износ стандардне девијације нешто мало већи од 4%, тада може да се закључи да је она занемарљива и да то битно не мења даља разматрања.

Шта значе ових 115 километара у пречнику? Да бисмо то што боље објаснили, пренећемо димензије кратера на Земљу, тј. у Србију, где по логици ствари и припада. Центар ове кружнице нећемо поставити у престонички град, јер Београд није Србија, а ни Србија не припада искључиво Београду. Поставићемо га јужније, тако да се географски центар земље поклопи са центром кружнице, тј. да центар кружнице падне у тачку која означава град Крагујевац.



Кратера Миланковић у поређењу са величином Србије. Укупна површина територије Србије само је око девет пута већа.

Сада су јасно видљиве димензије овог Марсовог објекта. Када би било 9 таквих у потпуности би прекрили читаву територију Србије. Наравно, ободни делови кратера Миланковић нису идеално кружни, али то не утиче на њихове односе, а још мање димензије објекта.

У прилог величини кратера могли бисмо рећи следеће. Од најужније до најсеверније српске тачке има око 500 километара. Потребно је пет кратера Миланковић поређати у један низ па да се тај пут превали. Када се путује од Београда до Новог Сада пређе се дужина од око 80 километара, а то је тек 70% од пречника кратера. Посматрано по географској ширини довољна су само три кратера да би се прекрила читава ширина Србије - од њене најисточније до најзападније тачке. Са два пречника кратера Миланковић скоро да се изједначава пут од Ниша до Београда.

Дубина кратера по прорачунима које смо навели износи 2,4 километра, а са корекцијама скоро 2,9 километра. Објаснимо шта ово значи и упоредимо добијене вредности са најпознатијом српском планином Копаоник.

Ни једна планина у Србији нема ову висину, јер се највиша уздиже до око 2,65 километара. Од највише до најниže тачке у кратеру Миланковић скоро да има 3 километра. Са таквог простора ударни болид је вероватно избацио око 400 хиљада километара кубног материјала. То је била истинска нуклеарна експлозија која је могла да доведе чак и до невероватног (истина минималног) померања осе ротације Марса.

Уколико су прорачуни за мексички кратер Чикшилуб исправни, тада ни кратер Миланковић није могао да створи неки беззначајни астероид, комета или сличан пројектил. Наиме, за Чикшилуб научници из НАСА верују да је настао ударом астероида величине од 10 до 20 километара! Пошто је његов пречник 170 километара или око 1,5 пута већи од кратера Миланковић, то произилази да је кратер на Марсу могао бити изазван ударом небеског тела величине од 7 до 14 километара.

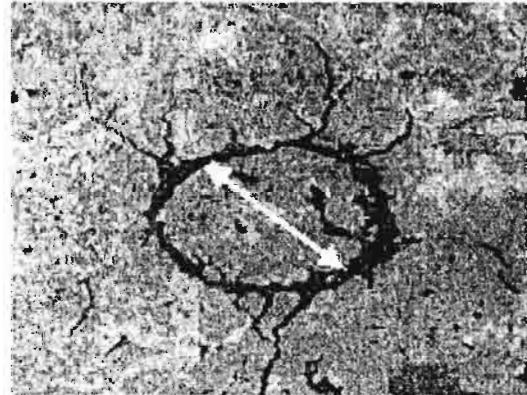
Кратер Маникуган (Manicouagan) у канадској провинцији Квебек најсличнији је кратеру Миланковић по својим димензијама. Његов пречник је око 100 километара па иако му

је старост одређена на 215-220 милиона година и даље је јасно видљив на површини терена. Томе посебно доприносе бројна глацијална језера која су формирала водени прстен око централног дела у пречнику од око 65 километара.

За Маникуган нема доказа да је изазвао планетарну катастрофу као што се наводи за Чикшилуб, али се и не одбацује таква могућност. Уколико се прати овакав начин размишљања, онда се бројни Марсови кратери могу сврстати у категорију узрочника нестанка евентуалних претходних живота на Марсу. Развијајући даље ову релативно крхку идеју могло би се закључити да је и кратер Миланковић могао томе допринети. Да ли је то баш тако било?

У односу на Копаоник дубина кратера Миланковић 1,5 пута је већа. Колико год да се дивимо лепоти ове српске планине што се скоро меридијално распростире у свој својој моћи, ипак је она у поређењу са кратером Миланковић мања. Када би на неки волшебан начин могли међусобно да се изједначе, тада би Копаоник био највиша планина на Балканском полуострву и сасвим сигурно подложна утицају новог леденог доба са свим особинама и последицама које оно носи са собом. Међутим, није тако и зато за сва времена остаје невероватан податак да у земљи човека који је објаснио механизам настанка ледених доба и математички доказао те иtekако значајне прохујале догађаје у историји Земље релативно мало има глацијалних трагова, а и када се пронађу, онда су они или фрагментарни или недовољни за њихово потпуно разумевање.

Уколико изведемо анализу односа пречник/дубина за кратер Миланковић, тада може да се констатује да је он у границама од 1:40 до 1:50. Ово га сврстава у категорију комплексних кратера, као што смо то видели нешто раније. Веома је



*Кратер Маникуган у канадској провинцији Квебек стар око 220 милиона година. Глацијална језера формирају круг ширине око 65 километара (означено двосмерном стрелицом).*

сличан кратерима Агасис, Ломоносов, Бедикер (Boeddicker), Бонд, Фурније (Fournier), Буге (Bouguer) и другим. Вероватно да ће један од наредних корака ка још бољем разумевању Марсових кратера бити њихова категоризација по димензијама, а затим и саставу. О овом другом говорићемо већ у наредном поглављу.

Једну врсту категоризације кратера извршили су Чак Вуд (Chuck Wood) и Лиф Андерсон (Leif Andersson) 1978. године, користећи Месечеве кратере. По њиховој подели у групу TYC или кратере типа Тихо (раније смо га већ помињали) припадао би и кратер Миланковић, јер има пречник већи од 50 километара, терасне унутрашње зидове, заравњен унутрашњи басен и истакнут централни врх у средини басена.

Ова категоризација може, а и не мора да се прихвати. У сваком случају нису за примере узимани кратери са Марса који су и већи, а и, чини нам се, много значајнији у укупном геолошком развоју Марса.



Дигитални елевациони модел кратера Миланковић са резолуцијом од 100 пиксела по степену [на основу МОЛА (Mars Orbiter Laser Altimeter) података]. Види: [http://pirlwww.lpl.arizona.edu/~abramovo/MOLA\\_interpolation/interpolation.html](http://pirlwww.lpl.arizona.edu/~abramovo/MOLA_interpolation/interpolation.html)

Дефинитивно, кратер Миланковић не може да се сврста у категорију гигантских какви су, на пр., кратер Антониади (пречник 414 километара), Касини (426 километра), Хајгенс (474 километра), Мола Хол (455 километра), Скиапарели (448 километра) или Лејдон (518 километара!), али може у ред великих. Уосталом, како би пусто изгледала северна област Аркадија Планитија када се у њој не би налазио поносни кратер Миланковић?

И не само то.

За сва будућа истраживања Марса он ће представљати изузетно значајан оријентир. Биће незаобилазан објекат за топографију, геоморфологију или геологију равничарског дела Марсове северне хемисфере. Астрогеолози већ увек размишљају о карактеру границе између планинског и равничарског дела која се налази јужније од кратера Миланковић а ближе Марсовом екватору. Можда се један део тајне у геолошком развоју Марса скрива баш на овој или у ближој окolini ове локације?

Можда је кратер Миланковић кључ разумевања тих некадашњих нарастања, потањања и опште динамике као што су, рецимо, Урал за руску платформу, Стеновите планине за североамерички штит, Анди за јужноамеричку плочу или, скромна по димензијама, Фрушка гора за Панонски басен?

Све је могуће и све је у игри.

## ПУТОВАЊЕ ОД ПОЛА ДО КРАТЕРА

Спустимо се волшебном космичком летелицом директно на Марсов северни пол. Том чаробном васионском броду даћемо идлично име “На крилима маште”, јер је Миланковић најчешће тако остваривао своја космичка лутања и путовао непрегледним небеским пространствима, дајући себи за право да узлети на математичким једначинама.

Запутићемо се са северног пола све до кратера који носи име нашег научног великанца са намером да откријемо скривене Марсове тајне. Пут ће бити дуг око 250 километара, ићићемо 35 степени по географској дужини, а све по азимуту од око 150 степени северозападно.

Када се нађемо на тој северној тачки, доживећемо белину и оштру хладноћу, већу него ону на Земљином полу. Тамо је ледено као што је леден сам ћаволов пољубац.

Ипак, не будимо зановетала, јер лед на Марсу није исти као на Земљи, а његова улога може бити далеко значајнија од оне коју има на нашој планети.

Снежна Марсова капа представља једини извор живота на овој планети. Леда или воде у чврстом стању има само на половима, а то даље даје изгледа, како је Миланковић предвиђао, да се живот негде могао прикрити иако су температуре сувово ниске. Све остале локације на Марсу негостољубиве су у сваком другом погледу, јер су безводне, а изгледи на њихово одржање, без обзира што их је човек са Земље “сагледао” у тако великим броју, сведени су на минимум.

---

Дефинитивно, човек ће, хтео не хтео, морати да се помири са том немилом чињеницом и суровом истином.

Можда бисмо Антарктик могли да назовемо најбољом лабораторијом за разумевање живота на Марсу. Ако су у његовом леду успела да се одрже бројна језера и вода у течном стању на дубинама већим од два километра, оправдано је питање “зашто то онда не би могло и на Марсовом полу?” Запитајмо се “зашто не би постојао Марсов хиполит” као што је то случај на Земљи?

Настанак живота за нас је и даље велика тајна. Још нисмо у стању да откријемо оне филигранске нити које спајају неживо са живим и тај мали мостић, изграђен свуда на Земљи, вероватно да постоји и на Марсу. Уколико прихватимо идеју да су, рецимо, комете преносиоци живота у космосу и да у свом залеђеном леду носе те значајне клице или само праклице, онда сваки њихов пад на Марсову ледену капу има бар 0,001% изгледа да настави ту успешну космичку мисију.

Искорак живота из залеђене комете у Марсову ледену капу и не би био битна промена средине. Можда је највећа у карактеру, јер више нису у питању лутајућа небеска тела, већ статичан или чврсто припојен систем за једну планету.

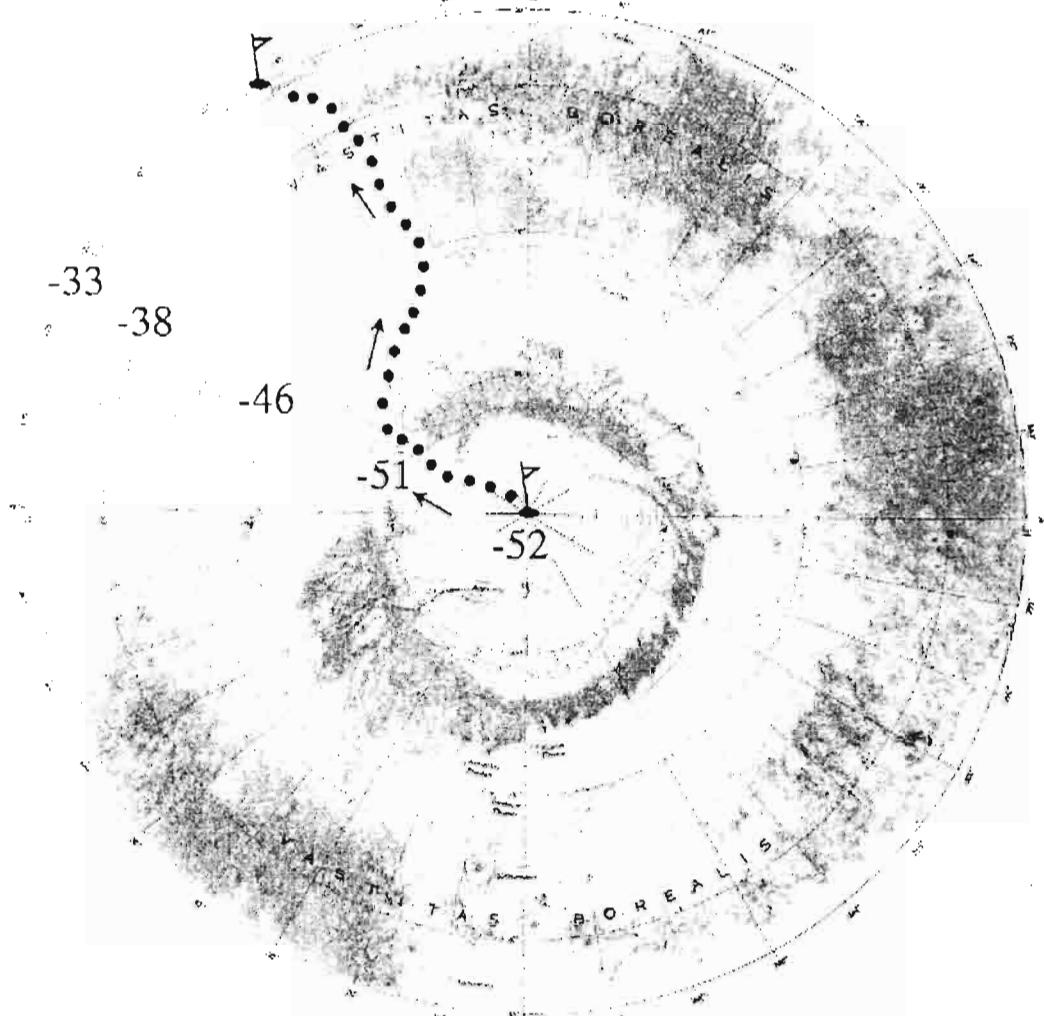
Миланковић је исто тако за Марсову ледену капу везивао евентуално постојање живота. Пошао је од три неопходно потребна елемента за његово одржање: воде, кисеоника и хране, али је томе придодао и климу или срачунату температуру Марсове површине. То му је, као што смо видели, у многоме помогло да разоткрије истину до које лагано и данашњи свет путем рационалног размишљања и тврдих чињеница поуздано долази.

Пошто смо питање постојања живота на црвеној планети нешто раније већ детаљно разматрали, наставимо наше започето путовање ка кратеру Миланковић.

Укупну дужину пута лако смо срачунали, јер не само да смо следбеници великог математичара, па нам тај проблем из сферне тригонометрије и није био посебно тежак, већ смо се од њега научили систематичности и организованости које ће на оваквом путу бити од изузетног значаја. Морамо признати да нам је и сам планетарни облик црвене планете много

припомогао у свему томе, јер је његова елиптичност тек 0,00648, а разлика између екваторијалног и поларног полу-пречника тричавих 22 километра. У поређењу са Земљином разликом, то је двоструко мање, али немојмо сметнути са ума и да је Марс мања планета.

И поред свега, срачунатих 250 километара није мало, већ, напротив, исцрпљујуће много. На Марсу нема изграђених путева, а да несрећа буде већа, тамо су хипсометријске разлике много израженије него на Земљи, јер нема денивелације терена. Тамо има ерозије и утицаја спољних сила, али оне не могу тако бројне неравнине у рељефу толико да умање. На Марсу је претежно све конзервирано и за многе векове тврдо “укотвљено”.



*Маршрута од Марсовог северног пола до кратера Миланковић по општем азимуту од 150 степени северозападно (тачкасто) и Миланковићеве срачunate средње годишње температуре тла од -52 степени Целзијуса до -33 степени на 55. Марсовом упореднику.*

До год се будемо налазили на северној Марсовој леденој капи, температуре ће бити испод минус 50 степени по дану. Ноћу ће бити још хладније, најмање два пута мање него дању, али то не значи да одатле треба да бежимо главом без обзира. Напротив, наш пут сматрамо неповољним, али и непоновљивим и сваки тренутак проведен на њему биће драгоцен и трајно упамћен.

На Марсовом северном полу налази се истинско богатство угљен-диоксида. Прво нам је Викинг орбитер и његов инструмент за температурно картирање у инфрацрвеној светлости разоткрио да су у региону северног пола површинске температуре неочекивано високе. Истраживаче Марса је то навело да закључе да је тиме вероватно омогућено стално постојање замрзнутог угљен-диоксида у леду. И не само то. Ово их је даље подстакло да размишљају о могућем постојању правог "резервоара" угљен-диоксида, а у некој даљој перспективи и на форме појављивања, његово везивање са околном средином или одржање у чврстом стању и још много што-шта. О угљен-диоксиду са Марса тек ћемо да размишљамо, а нешто касније даћемо и детаљнија објашњења.

Вратимо се на наш започети пут.

Како смо израчунали укупну дужину пута, тако ћемо и његов део који ће бити везан за Марсову белину. Граница снежне капе налази се на око 83 степена посматрано по географској ширини. Изговарамо термин "географска" и по аутоматизму преносимо своје тврдокорне навике са Земље, јер смо суштински Земљани, иако би правилније било да се каже "марсографска" ширина. Једног дана, када у потпуности освојимо ту планету, неосетно ћемо и те грешке или дугогодишње земаљско наслеђе засигурно исправљати.

Наведених 7 степени, дакле, по марсографској дужини представља пут дуг око 50 километара. Савладаћемо га за око недељу земаљских или Марсовых дана, свеједно, јер нема велике разлике у трајању дана и ноћи на обема планетама, како то раније већ наведосмо. Предвиђено време није ни кратко ни дугачко, а опет омогућава пажљиво мотрење на појаве које би могле бити значајне за наш истраживачки поход. Наравно, у овом делу пута основна је потрага за животом или

траговима живота - бар нечим што би могло на то да личи. Зато се непрестано питамо: има ли наде?

Послушаћемо мудре мисли Миланковићeve, па ћemo наш пут привремено завршити на граници ледене капе и зоне у којој започињу кањони и канали. На местима где се лед отапа у току дана и вода повремено влажи суве Марсове пределе направићемо базу и бацити се у потрагу за могућим животима или бар њиховим траговима.

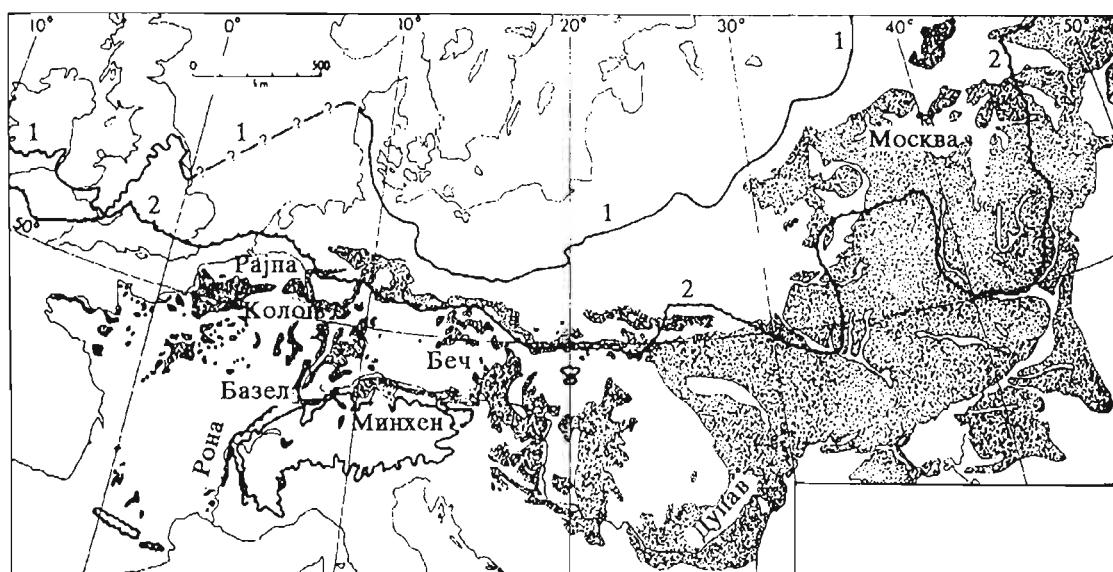
Наша је велика срећа што је у том делу тврда подлога разоткривена, на појединим местима углачана од леда и ветра и у потпуности доступна за детаљне анализе. Покушаћемо визуелно да установимо где би могле бити занимљиве зоне, а ако у томе не успемо, покупићемо узорке за детаљне лабораторијске анализе, јер електронски микроскоп боље види од сваког људског ока, а хемијске супстанце сигурније реагују на присуство тражених елемената потребних за развој живота. Човечија чула су и даље несавршена, и глува, и слепа, и неосећајна за тајне Природе и једино нам у том погледу мозак представља ону драгоцену наду да ћemo њиме успети да надокнадимо све наше евидентне недостатке и физичке ограничности којима обилато располажемо.

После три дана проведених у трагању за траговима живота крећемо даље ка југу. Пакујемо нашу теренску лабораторију помало разочарани што анализе нису биле позитивне, али се и тешимо мишљу да смо само претходница неким будућим и обимнијим истраживањима. Наша мисија остаће уписана као пионирска, а понеки ће рећи и херојска. Уосталом, шта су, рецимо, рана викиншка освајања североамеричког континента могла да открију у зонама канадског поларног архипелага или колико и дан данас познајемо арктичке гасне или нафтне перспективе?

Настављамо пут преко подручја са тзв. теранским материјалом. Колико су наши кораци били несигурни док смо корачали преко залеђене Марсове капе или углачане ветром и ледом површине терена, толико је кретање преко уситњеног материјала постало отежано. У исто време изискивало је пажљиво корачање и на то смо морали да обратимо посебну пажњу како не би дошло до несреће.

Терански материјал је веома сличан лесу на Земљи, а зона у којој се налазимо скоро идентична тзв. периглацијалној области на матичној планети. Због тога ћемо се само на кратко вратити тамо одакле смо дошли да бисмо објаснили о чему се заправо ради.

Запутимо се тако од северозападних обала Француске или Нормандије па све до реке Рајне. Одатле можемо да посматрамо два крака: један се распостире од Вестфалије и иде на исток уз северне обронке Карпата, а други дуж северних падина Алпа увлачи у пространи Панонски басен, а затим поново сужава и долином Дунава и Ђердапа, такође, наставља ка истоку. Када се на источним завршецима Карпата та два крака поново споје у једну целину, настаје пространа лесна зараван Молдавије, Украјине и Русије којој се крај сагледати не може. Лес се даље несметано шири на исток све до обала Кинеског мора.



*Распрострањење европског и азијског леса од Француске на западу до Руске низије и Кинеског мора на истоку (осенчено): 1-максимум последње глацијације и 2-максимум свих претходних глацијација на европском и азијском тлу.*

То је, dakле, била широка област која се налазила у току последње, али и претходних глацијација, тик уз границу великог скандинавског и сибирског инландајса, са кога су ветрови дували, доносили разнородан материјал и одлагали га у непрегледне и пусте равнице. Ту су, између осталог, записани сви Миланковићеви циклуси осунчавања.

---

Да ли њих можемо да пронађемо и на Марсу у зони која се налази јужније од северне поларне капе?

Највероватнији одговор је позитиван и зато неће бити никакво изненађење уколико то буде једно од првих будућих истраживачких подухвата. Зашто да се у тим творевинама не трага за циклусима промене Марсовог нагиба осе ротације, прецесије равнодневице или његове ексцентричне путање око Сунца? Све је то, као и на Земљи, постојало у Марсовој прошлости, а затим записано у стенама и сачувано за сва времена. Уколико се нађемо тамо, биће то један од најзанимљивијих истраживачких изазова.

Застанимо на тренутак и размотримо ово питање мало пажљивије. Сви досадашњи снимци са Марса и њихове анализе показале су да на просторима поларних региона постоје стрме падине, понегде вертикалне као да су ножем одсечене. То нам је омогућило да “сагледамо”, иако, наравно, не у потпуности и детаљно, композитност или слојевитост тих разоткривених површина.

Поједине интерпретације виде у њима оно што би сваки миланковићолог жарко пожелео. О чему се заправо ради?

Баш у поларним областима, на местима одакле смо се запутили, запажени су слојеви са различитим дебљинама, понегде чак и до 10 метара у свој својој величини. Истраживачи и аналитичари у њиховом настанку виде комбинацију два различита процеса. Један представља ветар, а други лед. Оба фактора су истински Марсови господари у ширем региону пола, док је ветар и већи, стварни планетарни, јер милионима година стрпљиво и доследно ваја пусте Марсове пределе.

Зашто заљубљеници у Миланковића треба да се радују? Одговор на постављено питање је врло прост, јер ови терасни и уникатни Марсови профили, исто као и на Земљи, доказују да је ова планета пролазила кроз час топлије час хладније климатске фазе у дугопериодичном смислу или да је повремено као фактор доминирао ветар, а повремено лед када би настало захлађење и преовладало његово надирање ка јужнијим упоредницима. У тим међусобним сменама увек се крију они познати Миланковићеви циклуси осунчавања, па опет, уколико пођемо од Земље или Марса, поново долазимо на

исто. Свуда, дакле, опстаје осунчавање, трагови прошле климе, стенски записи или меморисани отисци прохујалих милијума у фазама глацијације и интерглацијације.

Задржимо се на кратко на Марсовом нагибу осе ротације и његовој прецесији. За све што будемо говорили имаћемо тврду потпору у готово сличном понашању Земље у њеној прошлости, али и садашњости, а не верујемо да се то неће пренети и у будућност, јер тако тврди небеска механика као и њен корифеј Миланковић.

Марсов нагиб осе ротације данас износи 25,2 степена. Земљин је веома сличан 23,5 степена и проста рачуница говори да је разлика само 1,7 степени. Максимум нагиба ротације Земља може да досегне до 24,5 степени, а минимум 21,5. Разлика међу њима је 3 степена, што се на први поглед чини беззначајним, али за географске упореднике и дугорочну климу на планети то је од изузетног значаја.

Колико нагиб осе ротације Марса може да варира? Да ли ће у његовом случају да одступи за наведена 3 степена или ће поштивати исте оне законитости који важе и на Земљи и исто се тако понашати?

Питања има још. Знамо да данас на Земљи нагиб осе ротације иде лагано ка свом минимуму, исто тако и прецесија. Да ли је исти тренд и на Марсу или је обрнут процес у питању? Уколико је исти, колико му времена треба да би стигао до свог минимума?

Амерички астроном и астрохемичар Карл Саган (Carl Sagan, 1934-1996) седамдесетих година двадесетог века покушао је да срачуна и објасни даљи климатски развој Марса. Користећи нагиб осе ротације и Марсову орбиталну путању дошао је до резултата који су му наговестили да је црвена планета на средини пута између леденог доба и интерглацијације. Уколико би то заиста и било тако, онда би то значило да су процеси на Земљи и Марсу у супротности, јер се наша планета, по Миланковићевим прорачунима, налази на половини свога пута између интерглацијације и леденог доба и да ће се и даље кретати ка новом квартарном захлађењу. Наредни хладни талас требало би да се оствари за око 12 до 15 хиљада година.

Ипак, Саганови прорачуни и тврђе нису прошли, јер су касније пронађене бројне грешке, а када је установљено да ни у леденим капама нема тако великог богатства замрзнутог угљен-диоксида, на чему се базирала сва његова идеја о постојању живота и могућем оживљавању после отапања ледника, теорија је пала у воду.

Марсов нагиб ротације није исти као на Земљи нити је тако стабилан као што је то случај са нашом планетом. Он варира у много већем распону, јер у минимуму достиже само 15 степени, а у максимуму чак 35. Ових 20 степени много више значе у климатском погледу, посебно за високе марсографске ширине, а нарочито поларни регион одакле смо започели наше несвакидашње путовање. Бројни Марсови истраживачи мисле да на овако велике промене нагиба осе ротације утичу гравитациона поља других планета, специјално Јупитерово, јер је цин-планета знатно ближа Марсу него што је Земљи. Било како било, тек стање у Марсовој атмосфери подложно је чешћим и драстичнијим променама, а самим тим то има свој снажни и неизбрисив утицај на обе поларне средине где се наизменично стварају средине које формира ветар, затим лед, па поново ветар да би га опет сменио лед и тако у бесконачно много циклуса.

Ако томе приодамо да се и прецесија неминовно мења, тада просто добијамо оне препознатљиве Миланковићеве циклусе осунчавања, а ексцентрична путања Марса око Сунца представља само логичан тројзнак познатим законитостима небеске механике.

Задржимо се још мало на Сагановим поставкама.

Сва питања која је оставило за собом, дакле, не може данашња наука да реши, већ ће то учинити нова технологија и неке будуће генерације. Знамо поуздано да ће они који буду изучавали ову тему као први корак изабрати аналогију са Земљом, а затим ће се бацити у потрагу за детаљима и разликама између ових двеју планета, Марсовим специфичностима, његовом историјом и развојем током векова.

У читавом том послу астрономи могу изузетно много да помогну, пратећи развој ледених капа на Марсу. Уколико би се њихова површина повећала у односу на данашњу, тада

бисмо могли да говоримо о смањењу нагиба осе ротације, а самим тим и прецесији и вероватно ексцентрицитету Марса. Смањење запремине или површине под ледом био би заиста дефинитиван знак да се на Марсу одиграва супротан процес од оног који се развија на Земљи цикличним путем.

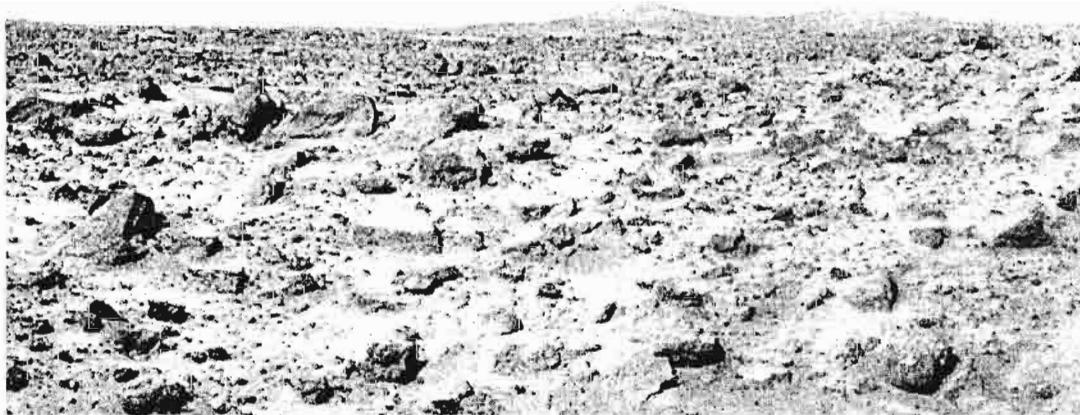
Шта бисмо могли рећи за хронологију тих догађаја? Да ли ће се у будућности Марса поклопити прецесија, нагиб осе ротације и ексцентричност у својим минимумима и тиме увести планета у ново ледено доба?

На ова питања одговоре могу да дају нека наредна и детаљна истраживања, али ако је нама данас дозвољено да о томе судимо, онда свим срцем навијамо да се то догоди.

Зашто то кажемо?

Уколико би се Марсове ледене капе прошириле или он постао “ледена лопта” у некој поодмаклој фази развоја, тада би воде било свуда. Истина, била би у чврстом стању, али и као такав Марс би био изванредна “ледена башта” у којој би човек могао да “сеје” живот. По престанку тако замишљеног леденог доба, првобитно би настала плавна подручја, али уз планску припрему и регулацију тих новонасталих вода у течном стању све би се могло превести у сопствену корист или предухитрило стихијно деловање, плављење или бескорисно разливање водене масе.

Можда све ово изгледа идилично и лепо замишљено, удаљено милионима километара и маштовито. Човек, и поред бројних баријера, стрпљиво себи мора да трасира пут ка



Типичан Марсов пејсаж у коме преовладава црвена боја од оксида гвожђа, различита крупноћа оголјеног стења и ситнији материјал, а у позадини ретка узвишења у облику кратера.

космичким пространствима и новим “насељима”. Време великих географских открића давно је минуло, али зато долази доба великих планетарних освајања. То се другим речима назива неминовност или неизоставни ход у космос, јер је време “кратких панталоница“ дефинитивно окончано.

Вратимо се на наш започети пут и продужимо даље ка југу Марса.

Када напустисмо узани појас теранског материјала, уђо-смо у много ширу зону са слично уситњеним стењем, али и крупнијим комадима, понегде чак и са истинским блоковима који изненадно извириваше из своје дубоке и недокучиве подлоге. Нађосмо се у сасвим новом свету, типичном и препознатљивом за Марс са бројних сателитских или снимака који начинише марсровери.

Овде је нетакнуто геолошко царство или милионима година “непожњевено поље” за истраживање. Свака анализа или резултат који одавде добијемо представљаће реткост, новост или чак револуционаран резултат за науку и свет. Ако још пронађемо трагове живота или сам живот, онда... онда...

Онда смо разоткрили царство Марса.

Напредујемо полако и систематски. Непрестано одржавамо везу и гласно коментаришемо свако запажање. Идеја је безброј, више има немогућих него могућих, али човек не би био човек када не би поседовао машту и њоме се користио, па и заносио. Као претходница, имамо велику привилегију, право на идеје, али и грешке, јер је људски грешити.

Са северозападне стране изненадно се диже олујна прашина. По први пут јасно видесмо поларни талас који је првобитно путовао са севера на запад, а затим се повио ка северозападу и онда наставио таквом трајекторијом да је била паралелна са нашом маршрутом као да је желео да нас прати на овом путу. На сву срећу, био је удаљен око десетак километара. Кроз кристално јасно обзорје, па чак до самог хоризонта сагледасмо четири-пет различитих и претећих прашинастих облака који се дизаше и до два километра у вис.

Доњи облак је носио најкрупнији материјал и његов пут беше најкраћи. Највиши је најдаље путовао, превалајивао је километре и километре, можда и хиљаде, и зато не бисмо

били изненађени када бисмо, рецимо, тај фини поларни материјал пронашли и у близини нашег коначног одредништва или кратера Миланковић. Транспортуовање суспензија или најситнијег песка и прашине могуће је на хиљаде и хиљаде километара и у то ћемо се уверити нешто касније када за тему будемо имали Марсов ветар.

На североистоку је било мирно и видљиво све до самог хоризонта. Угледасмо обронке кратера Корольев. То је један од најближих објеката кратеру Миланковић, назван тако по совјетском космичком стручњаку из друге половине двадесетог века.

Сергеј Павлович Корольев (1907-1966), ракетни инжењер, космички дизајнер, пилот, балистички стручњак, вођа бројних космичких програма и заточеник сибирског гулага на полуострву Колима у доба Сталјинове власти био је изузетно значајна личност у време првих и стидљивих човекових напора да се уздигне изнад сопствене планете. Био је Миланковићев савременик, па је и ред да буду близу један другог и на Марсу, али исто тако и на Месецу, јер и тамо поседују по један кратер.

Путовање преко широког теранског “поља” организујемо тако да се непрестано хватамо фосилних долина. Тамо где су могући трагови течења воде били су већи изгледи да се живот зачне него у безводним пределима. Исто тако, очекујемо да је тај могући живот у свом примитивном развоју, јер смо, као већина разумних стручњака, давно напустили идеје о спектакуларном и интелигентном животу на Марсу и приклонили се реалнијим размишљањима.

Наш пут замишљен је као потрага за ендолитским или криптоендолитским организмима. Размотримо пажљивије ове специфичне облике живота као и настанак идеје о њиховом поstanку и одржању у готово немогућим условима.

Ови архајски животи, бактерије, сунђери и слични организми по први пут су скренули пажњу на себе када су откриви у дубоком антарктичком леду и током бушења дубокоморских бушотина. Изронили су изненадно из вековне tame и разоткрили нам невероватну причу о жилавом одржању и филигранској спони између живог и неживог.

Ендолитски организми су нека врста везе између минералних материја, кисеоника, остатака претходних живота и потпуно нових облика у унутрашњости Земље. Космобиологизма су неочекивано постали нека врста инспирације и омилене теме, јер су доказивали да је тако нешто слично могуће и на другим планетама, пре свега, у Сунчевом систему. Прве такве идеје везиване су за незаобилазни Марс пошто је већ било познато да је његова атмосфера истањена, магнетно поље “потрошено”, дејство ултраљубичастих зрака смртоносно по живи свет, клима сувово хладна, а храна оскудна или сведена на најминималнији могући садржај.

На основу свега тога логично је и следеће питање: каква жива бића могу да опстану у таквим условима и где се налазе та заштитничка места?

И на ово питање ендолитски организми су дали одговор. На Земљи су нађени у пукотинама, прслинама, фрактурама или међупросторима између крупнијих зрна стена. Чак су пронађени у изумрлим школјкама, шупљинама костију или сраслим минералима, а у вулканским стенама у њиховом последњем продукту што се зове пловућац. Из њега су испарили гасови и оставили ситне отворе који неодољиво подсећају на шупљи сир, а вешти ендолитски организми су тај природни дар искористили и нашли себи сигурни екосистем. Настанили су се, dakле, у сваком делићу корисног простора, завукли се дубоко у унутрашњост подземља и доказали да је практично било каква слободна средина истовремено погодна за живот.

Миланковић је још у раном зачетку двадесетог века на говестио овакве облике живота када је срачунао средњу Марсову температуру. Уистину, говорио је о семенима, мислећи на биљне врсте, али његово некадашње схватање и поимање одржања живота на Марсу готово ни у чему се не разликује од најновијих истраживања.

Пут од северног пола до кратера Миланковић замишљен је тако да се “завири” испод сваке веће стene, јер је познато да се ендолитски живот адаптира испод површине терена. Ипак, да ли је тако и на Марсу? Колики су изгледи да се одрже испод негостољубиве и давно испражњене средине? Да ли су ту кањонски или каналски простори престали да посто-

---

је као живи водени путеви и са њима материјали препуни извора корисних минералних супстанци?

Све су ово питања која ће нас интригирати и заокупљати, дотле док не дођемо до открића тајне. Ако тај последњи суд и сазнање буду негативни и потврде да је сав труд око трагања за живим организмима био узалудан, ни тада се нећемо предати, јер нада никада не умире сама. Поново ћемо се преиспитати, вратити на пут за који мислимо да је био исправан и кренути неком новом стазом. На ово положамо пуно права, јер долазимо као скромна претходница, више намерници него озбиљни истраживачи, али знамо да све што сада запазимо и забележимо, чиниће богатство за оне који буду дошли после нас. Уосталом, наши су кораци опрезни и немају тако дубок траг у тој пространој области што се назива Ваститас Бореалис (*Vastitas borealis*), јер ће их нови Марсови ветрови једним или само са два своја таласа прекрити ситном прашином и за сва времена избрисати са лица планете као да никада нису ни постојали.

Све је, дакле, подређено том незаменљивом ваздушном струјању, те тако и наш пут који морасмо убрзати због наговештаја нових оркана. Ту снагу нисмо желели да тестирамо, јер поуздано знамо да је у поређењу са нашом неизмерно моћнија. Одахнусмо кад угледасмо обронке кратера Миланковић, тог нашег коначног одредишта, али и склоништа од зала и несрећа које би могле да нас снађу.

Још смо крхки, слаби и немоћни да бисмо могли да се ухватимо у коштац са бројним опасностима. Mars је негостољубив, а ни ми нисмо титани који би на својим раменима могли да носе тоне терета. Зато и хитамо ка кратеру Миланковић, нашем новом дому и поузданом заштитнику да тамо предахнемо и себи саопштимо да смо овом авантуром постали истински јунаци иако без ореола победника, ловоровог венца или златне медаље око врата.

## НАЦРТ МАРСОВЕ КЛИМЕ (по М. Миланковићу, 1916.)

*Из претходних испитивања произилази да познавање нумеричких вредности константи Марсове атмосфере омогућава рачунско одређивање главних особина соларне климе на Марсу. Та рачунска клима неће се из разлога наведених у уводу ових рачунских операција много разликовати од фактичке Марсовой климе.*

*Приступимо, dakле, конструкцији те климе на Марсу!<sup>4</sup>*

Ово је, према томе, Миланковићево полазиште када креће у последњи математички продор ка решавању проблема климе на Марсу. Његов наступ је поприлично самоуверен, јер у самом зачетку недвосмислено тврди да неће бити велике разлике између његових прорачуна и стварне температуре црвене планете. Обично такав приступ имају они који не само да верују у своје знање, већ и сагледавају позадину проблема или хоризонте иза видика. У ту категорију сврставали су се, без икакве сумње Тесла, Пупин, Мика Алас, Милева Марић, Цвијић и многе друге наше научне величине.

---

<sup>4</sup> Наведено поглавље је само последњи део рада под називом “Иститивање о клими планете Марса” који је објављен 1916. године у издању ЈАЗУ, књ. 213, стр. 64-96. Претходни део који обрађује физичке законе којима се регулишу термичке појаве у атмосфери и на површини Марса суштински је интересантан математичарима, јер је испуњен диференцијалним једначинама које дефинишу појаву радијације у Марсовој атмосфери у стационарним и нестационарним (варијабилним) условима.

Што се тиче поменутих константи Марсове атмосфере, можемо их поделити у две категорије. У прву припадају оне константе о чијим величинама смо довољно обавештени на основу телескопских осматрања Марсове површине. Другу категорију сачињавају оне константе о којима нам досадашња осматрања Марса нису дала још довољно информација. Првој категорији припадају величине као што су  $A$ ,  $p_m$  и  $m'$ , што ћемо одмах и показати.

Нумеричку вредност Марсовог албеда познајемо далеко боље него албедо Земље, јер је прва вредност одређена директним опажањима, а о другој постоје само јако несложна нагађања.

Наравно, са овом констатацијом морамо да се сложимо, јер је Миланковић свој рад написао скоро пре једног века када не само да се није могло замислiti да ће бројни сателити осматрати Земљу због разноразних потреба, па, између остalog, и за одређивање Земљиног албеда, већ се није ни сањало да ће компјутерска технологија саму планету начинити доступном у скоро свим њеним деловима. Сателитски снимци су ово најбоље потврдили. Ипак, замислимо само колико би Миланковићу тачан податак о Земљином албеду и коришћење само те једне константе олакшало примену рачунске операције коју је изводио!

Наставимо даље са праћењем Миланковићевих резултата о испитивању климе на Марсу.

*По албеду можемо одредити величину  $A$  на овај начин: албедо Марса износи 0,22 и та величина представља ефекат рефлексије Сунчеве светlostи у Марсовој атмосфери и на Марсовој површини. Како је Марсова површина слична површини Земље, то се може узети да она рефлектује део који износи 0,13, а атмосфера део 0,09 светlostи Сунца.*

Овде ћемо поново застати, јер се нека објашњења просто сама по себи намећу. Чинимо то не само зато да бисмо непрестано понављали колико је протекло време утицало на тачност и актуелност Миланковићевих испитивања, већ и зато да бисмо показали колико је наука неумољива према онима који се њоме баве. Само ретки или генијални људи опстају на пољу ригорозне провере, а већина, слободно би могло да

се каже преко 99,5% научника, пада у заборав као и њихови резултати истраживања само због застарелости или научног анахронизма.

Миланковић, дакле, користи два извора (податке) у овом случају. То су: албедо Марса од 0,22 који преузима од Милера (Müller, Photometrie der Gestirne, Leipzig, 1897, стр. 373) и рефлексију од Марсове површине 0,13 коју налази код Аренејуса (Arrhenius, Das Schicksal der Planeten, Leipzig, 1911, стр. 9). Ако се само хитро вратимо на сам почетак ове књиге и осмотримо табеларни приказ основних карактеристика Марса, запазићемо, између остalog, и податак о бонд албеду чија је вредност 0,250. Разлика, према томе, податка о албеду који је Миланковић користио и најновијих сателитских мерења износи 0,03 или 3%. Наравно, за сваког строгог математичара или астронома и астрофизичара ово је нетолерантно, али се поставља питање шта је у том случају Миланковић требало да ради? Да сачека сателитску еру и кука над злом судбином што је тако или да настави своје прорачуне са оним са чиме је могао да располаже?

Лично бих данас волео када би људски век био продужен на век и по или два или када би се могло комуницирати са мртвима, па да се сит изразговарам са својим покојним оцем, мајком или браћом, али то је још немогуће, премда не могу да тврдим да ће исто то стање затећи неке будуће генерације. Користимо, дакле, оно што имамо и чинимо најбоље што можемо, јер ћемо само тако и брже доћи до нових открића и сазнања, а исто тако и путева ка новим световима.

Миланковић, како видимо, албедо не посматра као једну целину, већ као резултат рефлексије од Марсове површине и Марсове атмосфере. Марсова површина има већу рефлексију за 0,4 или 40% или нешто мало више од 30% у односу на Марсову атмосферу, али такав случај није са Земљом. Земљина површина знатно више рефлектује Сунчеву светлост него њена атмосфера, а исто тако та рефлексија није равномерно распоређена, већ изражено неједнака. На Земљи је знатно више леденог покривача, вегетације, па, на kraју kraјева, oкеana i mora, што је посебно значајно, јер битно утичу на промену рефлексије, тако да о једнакости Марса и

Земље у том смислу не можемо говорити. Земља је много комплекснија, мора се закључити, а Земљин албедо је само један у низу тих показатеља.

Ипак, та поставка није могла битно да промени Миланковићеве даље прорачуне, па зато наставимо са започетом анализом резултата.

*Величина  $A$  представља ефекат рефлексије Сунчеве радијације у Марсовој атмосфери и на Марсовој површини. Означимо ли прву рефлексију са  $R_2$  а другу са  $R_1$  тада је*

$$A = R_1 + R_2 \quad (1)$$

*Способност  $R_1$  рефлексије Марсове површине неће се много разликовати од способности рефлексије земаљске површине за тоталну рефлексију Сунца, па је зато*

$$R_1 = 0,08 \quad (2)$$

*Способност  $R_2$  рефлексије чини по прилици половину рефлективне способности Марсове атмосфере за светле зраке. Зато је*

$$R_2 = 0,04 \quad (3)$$

*па је*

$$A = 0,12 \quad (4)$$

Податак  $R_1$  Миланковић преузима из рада Абота и Паулија (Abbot & Powle, Annals of the Astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution, Vol. II, Washington 1908), а  $R_2$  од већ поменутог Аренијуса.

*И о нумеричкој вредности  $p_m$  информисани смо доста. Она стоји по својој прилици међу границама означеним у неједнакости  $0,90 < p_m < 1,00$ , па зато нећемо много погрешити, ако прихватимо вредност  $p_m = 1$ .*

Разматрајући нешто раније појаву радијације у Марсовој атмосфери, Миланковић правилно, али и одважно приступа упрошћавању појединих диференцијалних једначина, а

затим и њиховој интеграцији. Чини то зато што је прозирност Марсове атмосфере таква да се Сунчева радијација у њој јако мало апсорбује. Исто то закључује и за Земљину атмосферу, посебно када нема облака и много водене паре или расејаних аеросола, како је то често пута умео да истакне професор Ђуро Радиновић.

Миланковићева сазнања са почетка двадесетог века говорила су му да при нормалном пролазу апсорпција износи једва десети део Сунчеве радијације, а ми данас знамо да је она између 20% и 25% од укупно приспелог зрачења. Констатација да Марсова атмосфера апсорбује по својој прилици још мању количину Сунчеве радијације од Земљине атмосфере у потпуности је исправна и само потврђује већ изнети став да Марсову и Земљину површину и атмосферу можемо корелисати, али никада не смо узимати да су идентичне или бар приближно једнаке.

Кренимо даље у праћење Миланковићевог путешествија по Марсу, јер је оно исто тако занимљиво колико и Верново маштање о путу у средиште планете Земље. Потрудимо се да будемо добри математичари, јер су Миланковићеве бројке увек разигране, а једначине причљиве и непрестано упућују на неке нове путоказе. Миланковић каже:

*Нумеричку вредност величине  $r_m'$  можемо на овај начин приближно одредити. На Марсовој површини јако ударажу у очи савршено беле капе које покривају поларне крајеве те планете. Оне током године мењају своју величину тако да се капа оне хемисфере, која улази у летње полуодише, осетно смањује. На јужној хемисфери на којој се летња сезона подудара са пролазом Марса кроз перихел и која, према томе, има веома топло лето, где којих година нестају поларне капе сасвим. Већина научника сагласна је у томе да те капе јесу, као и на нашој Земљи, снежна поља или, још вероватније, поља јаких мразева, јер Марсова атмосфера није тако обилна воденом паром као атмосфера Земље. По тој појави може се с правом закључити да атмосферски слој, који лежи на јужном полу, у току летњег солстиција загревају Сунчеви зраци на температури која је само незнатно виша од  $0^{\circ}\text{C}$  или  $273^{\circ}$  у апсолутној мери.*

*Инсолација Марсовых полов за време летњих солстиција готово је стационарна, јер се висина Сунца над хоризонтом мења у то доба само неосетно. Зато можемо за одређивање температуре доњег слоја атмосфере и површине планете употребити једначине*

$$\delta [273 + a(0)]^4 = \frac{1 - \log_{nat} p'_m}{2} (1 - A) \cdot W_m \quad (5)$$

$$(1 - R_p) \delta(\tau)^4 = \frac{2 - \log_{nat} p'_m}{2} (1 - A) \cdot W_m \quad (6)$$

ако у њима за  $W_m$  ставимо солстицијалну инсолацију уоченог пола.

Застанимо поново и на овом месту, јер се понајвише говори о Марсовом јужном полу и доњим деловима његове атмосфере. Захваљујући орбитерима Викинг 1 и 2 данас нам је познато да се тамо налази замрзнута вода и угљен-диоксид и да је поларна капа, која је у поређењу са својом северном сестрицом знатно мања, обојена црвенкастом бојом због велике количине прашине која се помешала са ледом.

Најновија мерења Марсовог јужног пола помоћу Mars Express орбиталног радара из 2007. године, међутим, показала су да је дебљина леденог покрова чак 3,7 километара и да би, када би се сав тај лед отопио, водени слој прекрио црвену планету у висини од 11 метара! Радарски ехо, нажалост, није поуздано утврдио постојање воде у течном стању, али јесте најмање 90% у залеђеном.

Овај Марсов пермафрост или вечно залеђена област стопила се са црвенкастом прашином што је онемогућавало јасно уочавање димензија јужне поларне капе. Данас је планетарним научницима ипак позната структура јужног Марсовог пола и његова издељеност у три области. Прву сачињавају замрзнути угљен-диоксид и вода, другу стрме падине са којих се сурвавају ледене наслаге, а трећу широка област пермафроста која се шири десетинама километара од зоне леденог покрова. Температуре су толико ниске да је немогуће

отапање залеђених површина, али зато врло често огромни облаци ситне црвенкасте прашине прекривају Марсов јужни пол и ледену масу. Највероватније да је то навело Миланковића на помисао да проласком Марса кроз перихел настају веома топла лета, а понекад и нестају поларне капе. Према најновијим сазнањима поларне капе остају тамо где јесу, али их повремено ти огромни прашинасти облаци прекривају и маскирају, па се зато стиче варљив утисак о отапању и нестајању ледника као и утисак о њиховом поновном појављивању.

Нешто слично, могли бисмо исто тако закључити, догађало се и на Земљи у временима глацијација. Истине ради, то није било изражено на њеном северном или јужном полу, али јесте у тзв. периглацијалној области, нарочито јужно од северног пола или на географским ширинама између 50 и 55 степени где се у великим количинама наталожио лес. Посебно је у том смислу моћан кинески чија дебљина понегде износи чак 4, па и више километара.

Без обзира на све поћимо даље трагом Миланковићеве рачунице, јер нам предстоји још много података.

*Инсолација јужног Марсовог пола за летњи Марсов солстициј представљена је изразом*

$$W'_{TS} = \frac{l_o}{a'} (1 + 2e\sin H) \cdot \sin z \quad (7)$$

где:  $l_o$  означава соларну константу,  $a'$  велику полуосу Марсовог пута мерену у великим полуосама земаљског пута,  $e$  ексцентрицитет Марсовог пута,  $H$  дужину перихела, мерену од пролећне тачке Марса,  $az$  нагиб Марсове ротационе осе. Вредностима

$$l_o = 2 \frac{\text{грамм калорије}}{\text{см}^2 \cdot \text{минута}} \quad (8)$$

$a' = 1,5237$	$e = 0,0933$
$z = 25^\circ 13'$	$H = 290^\circ 28'$

(9)

добијамо

$$W'_{TS} = 0,4312 \frac{\text{грамм калорије}}{\text{см}^2 \cdot \text{минута}} \quad (10)$$

Како је

$$\tau = 0,76 \cdot 10^{-10} \frac{\text{грамм калорије}}{\text{см}^2 \cdot \text{минута}} \quad (11)$$

то вредностима (4), (10) и (11) и помоћу једначине (5) добијамо:

$$p'_m = 0,30 \quad (12)$$

Горњим вредностима добијамо помоћу једначине (6) за температуру тла на јужном полу за летњи солстициј вредност од  $32^\circ\text{C}$ . Ова велика разлика између температуре тла и доњег слоја атмосфере није неочекивана. Велика прозирност Марсове атмосфере за Сунчеве зраке чини да је Марсова клима веома слична висинској клими наше Земље која се, такође, одликује високим температурама тла, а ниским температурама ваздуха. Тако су, примера ради, на Pic du Midi-у констатовале од пуних  $39^\circ\text{C}$  између температуре тла и ваздуха.

Овим закључцима и предоченим констатацијама ни дан данас ништа не може да противуречи. Тим пре што је после периода стварања овог Миланковићевог рада под називом “Испитивање о клими планете Марса”, написаном још 1916. године, начињено хиљаде и хиљаде мерења што метеоролошким балонима, што сателитском технологијом, што компјутерском технологијом и прецизно утврђено колико те разлике стварно износе. Миланковић се у овом случају послужио подацима метеоролога Хана који је то објавио у делу “Приручник за климатологију” 1908. године, јер другим или тачнијим подацима није располагао, али и то је било довољно да покаже да су његова схватања, а самим тим и рачунске операције биле исправне.

Ипак, ни тиме није у потпуности био задовољан, јер је и као математичар а и као астроном увек критички и са неповерењем прихватао податке и њима се користио само када је

стопроцентно био сигуран да су исправни. Принцип “здраво за готово“ никада није признавао нити га упражњавао зато што је знао да се увек враћао неповољно као бумеранг. Због тога у наредном пасусу и каже:

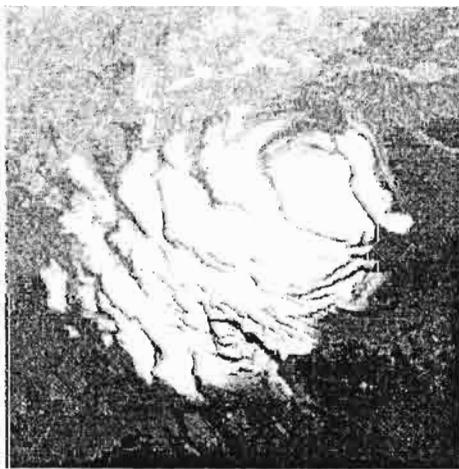
*Уосталом, вероватно је да ће фактичка разлика између температуре тла и доњег слоја атмосфере бити мања него горње израчуната вредност, јер вертикалне конвекционе струје у атмосфери, које нисмо у горњу једнчину узели у обзир, умањују ту диференцијацију, па температуру тла снижавају, а температуре доњих слојева атмосфере повисују. С тог би разлога и један трансмисиони коефицијент нешто виши од 0,30 могао изазвати нестајање јужне поларне капе Марсове. Такав би виши трансмисиони коефицијент претпостављао и мањи садржај гасова водене паре и угљене киселине који апсорбују тамне радијације што пролазе кроз Марсову атмосферу, па би боље одговарао новијим - но још увек веома непоузданим - констатацијама водене паре у тој атмосфери. Ми поред свега тога нећемо мењати израчунату вредност (12), јер би то мењање ипак било неко нагађање него ћемо се задовољити тиме да костатујемо да је фактична вредност величине  $r_m'$  вероватно нешто виша. Узмемо ли поврх свега тога у обзир да је стварна вредност величине  $r_m'$  нешто нижа него вредност  $r_m = 1$  и да нисмо узели у обзир да је исправање Марсних падавина, по својој прилици незнатних, такође, снижава температуру Марсове површине, то можемо очекивати да ће температуре на Марсу, које ћемо сада помоћу горњих нумеричких вредности израчунати, бити нешто више него фактичке температуре. Оне нам, дакле, представљају доста поуздане горње границе, а те су, као што смо у уводу споменули, главна сврха ове наше радње.*

*Помоћу једначина (5) и (6) и горњих бројева можемо сада израчунати средње годишње температуре паралела Марсове површине и доњег атмосферског слоја, ако уместо величине  $W_m$  ставимо средње годишње топлотне количине што их Марсове паралеле примају од Сунца.*

Пре него што крене у коначан пробој ка одређивању тражених вредности за средње годишње температуре Марсове површине и Марсове атмосфере, Миланковић се само

летимично осврће на трансмисиони коефицијент који му може бити од користи, али за кога не тврди да је податак од сигурности и поверења. Он предосећа да су разлике у температурата тла и доњих делова атмосфере нешто мање него што је он добио рачунским путем, међутим, како их не налази, јер у то доба нису биле познате, то све остаје у сфери претпоставки. Његов предосећај је више логичан него стваран, а чињеница да срачунато  $r^m$  треба да буде веће донекле га обесхрабрује, јер би имало негативног ефекта по Марсову јужну ледену капу. Зато и констатује да би се у тим околностима и отопила.

Стварно стање на Марсовим половима говори другачије, тј. залеђене површине тврдокорно опстају. Наравно, разлог томе су веома ниске температуре, а најниže измерене достижу и  $-140^{\circ}\text{C}$ . Зато и са пуно оправдања може да се постави једноставно питање: да ли Марсовим леденим капама треба боља заштита?



Марсов јужни пол  
снимљен из космичке  
летелице Викинг 1  
1976. године.

Коначно, Миланковић креће ка завршинаци своје велике трке и долази до тражене истине за средње годишње температуре. Тај финиш има следећи изглед:

*Израчунавање тих топлотних вредности било је предмет једне наше друге радње. Ми смо у њој означили са  $W_o$  и  $W_h$  оне топлотне количине што их прима уочена паралела за летње односно за зимске полугодине и извели обрасце за израчунавање тих величина. Помоћу тих образца израчунате су за сваки десети степен географске ширине на Марсу величине  $W_o$ ,  $W_h$  и  $W_T = W_o + W_h$  и саопштене у Табели 2. При*

тome су јединице топлоте и времена одабране тако да је стављено  $l_o = 1$   $T = 1$  где  $T$  означава дужину Марсове године. Зато ћемо добити средњу годишњу топлотну количину коју прима јединица површине на уоченој паралели у јединици времена ако величине  $W_T$  из Табеле 2 помножимо са  $l_o$ .

Ставимо ли, дакле, у једначинама (5) и (6)

$$W_m = W_T \cdot l_o \quad (13)$$

то добијамо средње годишње температуре Марсовых паралела сложене у Табели 3.

Табела 2 Срачунате вредности за јединице топлоте по Марсовим паралелама

паралеле	$W_o$	$W_h$	$W_T$
0°	0,0656	0,0656	0,1312
10°	0,0699	0,0596	0,1295
20°	0,0721	0,0521	0,1242
30°	0,0724	0,0431	0,1155
40°	0,0709	0,0333	0,1042
50°	0,0678	0,0228	0,0906
60°	0,0635	0,0127	0,0762
70°	0,0603	0,0051	0,0654
80°	0,0590	0,0012	0,0602
90°	0,0587	0,0000	0,0587

Из горњих температура добијамо средњу температуру читаве Марсовой површине:

$$W_m = -17^\circ C \quad (14)$$

и средњу температуру доњег слоја његове атмосфере

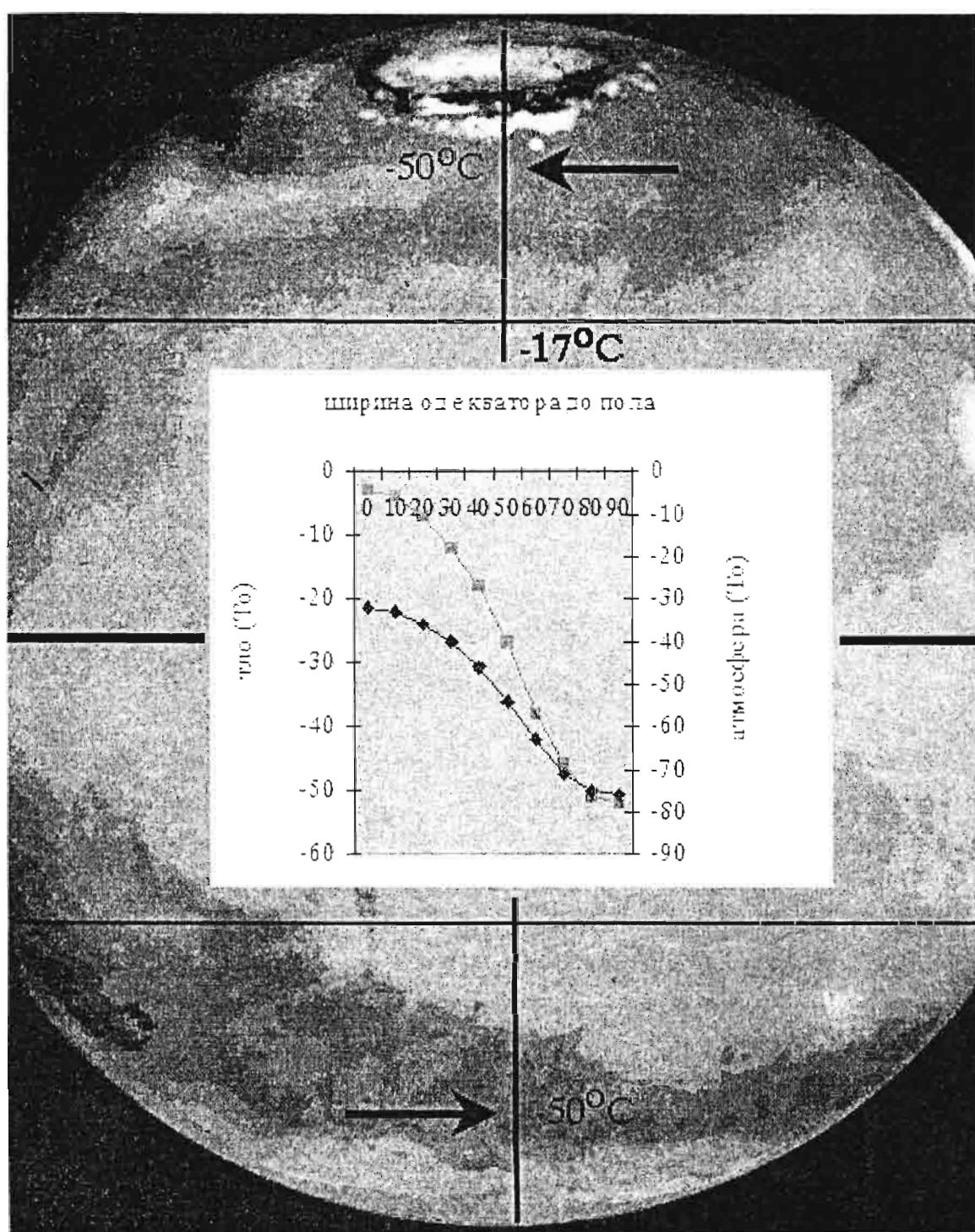
$$W'_m = -45^\circ C \quad (15)$$

Температуре Марсовых мора неће се много разликова-ти од температура тла па ће зато те температуре и у самом тропском појасу бити ниже од  $0^\circ C$ . Да се поред свега тога та

мора не срзавају по Аренијусу је узрок у томе што она имају у себи велику садрину соли. Тако се концентрисани раствор кухињске соли срзава тек на  $-22^{\circ}\text{C}$ .

Табела 3

Средње годишње температуре на Марсу са дијаграмом промена за тло (лево) и атмосферу (десно).  
Дијаграм у средини приказан је према Миланковићевим прорачунима из 1916. године.



*Дневни и годишњи ток температуре осциловаће у вели-  
ким амплитудама око вредности унесених у Табелу 3. После  
силно хладне ноћи биће сунчани релативно топли дани. Сли-  
ку тога тока могли бисмо добити на основу теорије изведене  
нешто раније када бисмо познавали нумеричке вредности  
констаната  $k$ ,  $e_0$  и с. Но о тим вредностима нисмо довољно  
обавештени. Ловел је додуше покашао да их одреди на основу  
 неких претпоставки, но оне ми се не чине довољно оправдане  
да бих могао Ловелове вредности употребити.*

Стигосмо тако и на крај пута. До њега нас је довео мла-  
ди стручњак жељан знања и откривања новог и непознатог,  
тридесетседмогодишњи Миланковић који је у то доба про-  
бављао своје заточеништво у Будимпешти, на сву срећу у  
Мађарској академији наука, а не у каквом казамату или ло-  
гору препуном вашки и болести. Ту је на миру и са пуно кон-  
центрације могао да се баци на изучавање проблема осунча-  
вања, али и да постави темеље математичкој клими, видно  
унапреди космичку физику, геофизику и палеоклиматологи-  
ју, а астрономској теорији удахне душу и да крила да полети  
у прошлост све до 600 хиљада година уназад. Тако су се пред  
њим ледници и топили и поново појављивали у свој својој  
моћи, а он их је кроз своје једначине и каноничне јединице  
час препознавао, прелиставајући чудновату Земљину истори-  
ју, а час проверавао не би ли се у тим првим недоумицама  
истински уверио да је све то заиста стварност. Још је у то до-  
ба седео на зеленим гранама, па се и здраво прибојавао да се  
која под његовом тежином не преломи.

Ни његов пут на Марс није био ништа мање интересан-  
тан. Када нам је на крају свега саопштио да ће дневни и го-  
дишњи ток температуре осциловать у великим амплитудама  
око вредности које је срачунао, изгледало је као да је на црве-  
ној планети истински боравио. Каснија мерења и бројне кос-  
мичке мисије показале су да Марсова температура варира од  
 $-140^{\circ}\text{C}$  па све до  $+20^{\circ}\text{C}$ , а то не само да је велики распон него  
и страховито крупан проблем за сва будућа освајања, насељавања  
или развој живота на овој планети. Уколико у све то  
укључимо и садржај кисеоника у Марсовој атмосфери који  
износи само 0,13% и упоредимо га са садржајем угљен-дио-

ксида чија је количина 95,32%, онда је све некако опоро и обесхрабрујуће. Тај однос 1:733 у корист смртоносног угљен-диоксида не само да чини Марс негостољубивом и страном планетом него и великим изазовом који ће човек двадесетпрвог и двадесетдругог века како-тако морати да реши.

Ипак, у свему томе постојаће још нешто. Уколико се то оствари, биће то продужетак човековог живота, али и свих живота који ће се пренети на Марс. Иако ће дан и ноћ трајати скоро исто колико и на Земљи, тачније тек незнатно дуже, орбитални период који на Марсу износи скоро 687 земаљских дана чиниће ону значајну превагу у корист младости новонастањених Марсовљана.

Уколико замислимо да ће се једног дана дододити да се у исто време роде бебе на Марсу и на Земљи, њихов животни век никада неће бити исти. Када Марсово дете стаса у младића или девојку од 20 година, вршњак или вршњакиња на Земљи биће већ у зрелом добу од скоро 38 година. Када наши хипотетични представници са Марса достигну доба од 38 година, „несрећни“ Земљани биће старци од скоро 71,5 година. Марсовљани од 70 година и даље ће живети, истина пробављајући своје старачке дане, али њихови вршњаци са Земље, уколико узмемо да ће просечни век тада на Земљи износити 80 година, биће мртви већ нешто мало више од 30 година.

Према томе, 80 година на Марсу представља време од 150 година на Земљи, тако да мало ко не би пристао на једну овакву животну трампу када би му се таква прилика указала. Са 70 година предности може се много тога у животу стећи, научити, променити и зато није на одмет констатација да ће будући Марсовљани бити интелигентнији, спремнији и спретнији или кориснији у много чему.

Удаљење Марса од Сунца од 1,5 астрономске јединице никако не можемо да променимо, али ћемо зато све учинити да изменимо састав његове атмосфере, температуру и „вратимо“ мора и океане да буду баш онакви каквим их је Миланковић са почетка двадесетог века „сагледао“ са Земље. Можда би боље било да се каже да Марсу вратимо његов изглед или некадашње лице којим се поносио и „шепурио“ кроз своју давну геолошку или марсолошку прошлост.

И спомен на Миланковићеве једначине чини нас поносним, јер је колевка једног малог народа изнедрила дива који је дотакао планинске врхове милионима километара удаљене. Наткрилио је Марсову прозрачну атмосферу у жељи да и то мало што је остало спасе од даљег истицања, а Марсове ледене дане и још леденије ноћи начинио пријатним и освежавајућим као да милионима година уназад нису немилосрдно разарали и последње трагове прастарог живота.

Чистоћа Марсове атмосфере као да је саткана од најпрозирнијег кристала кварца или вишемиленијумско ведро обзорје над црвеном планетом као да је Миланковића наградило вечно распеваном релацијом

$$0,90 < p_m < 1,00$$

а оно му дало за право да начини прве интергационе кораке кроз путању у облику

$$p_m = 1$$

и проведе га по свим Марсовим упоредницима, од једног до другог пола.

Нико такав путник пре њега није био нити се сличан могао замислити.

# ДРУГИ ДЕО



## ГОСПОДАР ВЕТАР

На Марсу је само он “жив“. Остао је усамљен, једини и последњи, али не мари много за тиме. Ту своју мисију “схватио“ је најозбиљније: тамо је да покреће уснуле долине и планине, сва узвишења и удубљења, безбројне кањоне, све “канале“ и “мора“ што су милионима година успавани и уљуљкани у тишини испражњене Марсове атмосфере и потпуно празног “резервоара“ његове некада богате и даровите хидросфере.

Тај последњи вitez - то је Марсов ветар, данас неприкосновени господар планете.

Он је непрестано активан. Није му тако заповедано, али и не уме другачије. “Понаша“ се по својим законима, испуњава само своје личне прохтеве, самоме себи угађа, владајући пустом планетом, истањеном атмосфером, леденим пределима и бесконачним миром.

Марсов ветар је моћан господар, неко кога ће људи када се једног дана наслеле на ту планету, неизоставно морати да питају за бројне “дозволе“. Без њега и његове “сагласности“ ништа неће моћи да се оствари, јер господар је увек господар, био добар или зао, он је краљ Марсовых непрегледних пространстава, стиже свуда и свакога може да надзира. За њега нема препрека, а само они који могу добро да се укопају у Марсово тло, налазе себи заштиту од његових дугачких прстију. Горе, на површини, ништа му не промиче, тамо је сво време у његовој власти.

Уколико се удружи са њим, човек који буде настањивао црвену планету никада неће морати да брине о енергији. Биће је у изобиљу, јер Марсов ветар не дува као онај на Земљи, већ разара, дивље напада и има снагу киклопа. Његове су брзине у поређењу са земаљским орканима, тајфунима или торнадима такве да Земљини планетарни ветрови више личе на благе поветарце, развигорце или морске маестрале који својом игром могу да увесељавају безбрижне шетаче или планинске туристе иако знамо да су и њихове снаге неизмерне и разорне. Марсов ветар је, међутим, нешто још страшније - то је моћ једне разгоропаћене и необуздане силе.

Замислимо човека удруженог са том силом.

Претпоставимо бројне ветротурбине изграђене на спољној јужној падини кратера Миланковић. У том случају ветрови са севера и Марсовог северног пола могу несметано да надиру са хладних и залеђених простора и драстично снижавају спољну температуру, али зато доносе драгоцену енергију. Те ветротурбине, као поносне и витке лепотице, постављене у три замишљена дугачка низа дуж стрме падине кратера у смакнутом или цик-цак поретку, тако да сваки ветров таласни фронт удара у њихове дугачке пропелере, покреће их и производи драгоцену електричну енергију, чини све то исто и на Земљи, али не у толикој мери. Та слика Марса више је него идилична, данас фантастична, сутра можда већ реална и препознатљива.

Свака та у мислима пројектована ветротурбина нека има инсталисану снагу од око 10 мегавата, па нека их буде само 20 на тој широкој падини кратера Миланковић, тада ти срећни досељеници располажу са 200 мегавата укупне снаге. Шта ово значи? Да ли им то омогућава безбрежан живот или не? Наравно, одговор је потврдан, јер тај данас за човека бескорисни ветар једног дана може постати човекова снага и поверење. Он може даровати људима неизмерно богатство, преко потребну топлоту која данас тако жалосно недостаје хладном Марсу.

Ветар, међутим, никада неће моћи да буде укроћен, али ће зато бити искоришћен. Као што на бројним планинским, брдским, приградским или морским и океанским површинама

на Земљи све више ничу препознатљиви генератори енергије који користе снагу ветра, тако исто ће и на Марсу једног дана ницати ветротурбине које ће не само служити тој сврсти, већ ће и постати симбол црвене планете.

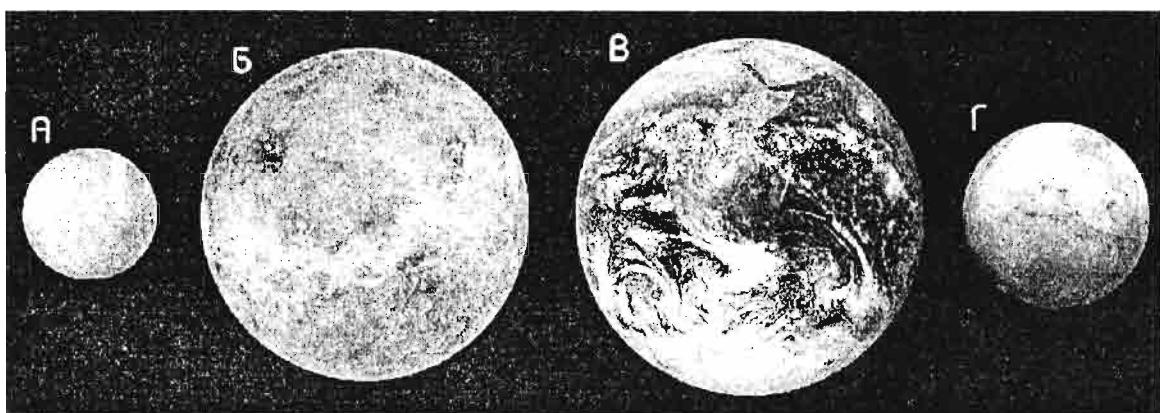
Колико је Марсов ветар моћан човек ће то тек разоткрити, премда и данас, путем бројних сателитских снимака и њихових анализа, проналази мноштво индикација, па и доказа о томе. Ипак, прича је сасвим другачија када се нађе директно лицем у лице са скулптурама које је ветар стрпљиво и детаљно хиљадама и хиљадама година лагано изграђивао. Сасвим је поуздано да ће се тамо пронаћи невероватна вајарска дела, незамислива човековој машти и да ће она бити далеко финија, филигрански обрађена и вештије детаљисана него, рецимо, облици које проналазимо код минерала гипса или, како се другачије назива, „пустињска ружа“ на Земљи у областима, рецимо, Сахаре, аустралијским беспућима или у мексичким пустарама. Марсове „пустињске руже“ морају бити и крупније, и препуне најразличитијих облика, и црвеније, како то уосталом и доликује природи једне руже. На Марсу она ће се само стопити са бојом околине или руменилом што га дарује богат садржај оксида гвожђа. Најзад, како нешто што је настало и наследило генетски код тла са кога је потекло може да се разликује од тог истог тла? То, наравно, никада није било нити ће икад бити.

Крајем јуна 2001. године астрономи и планетарни научници имали су јединствену прилику да скоро три месеца посматрају како изгледа гигантска олуја на Марсу. Тај мега облак препун прашине и гасова, изазван најснажнијим до тада уоченим планетарним орканом, прекрио је читаво небеско тело, подигао у горње слојеве Марсове атмосфере толику количину ситних честица да су за врло кратко време створи-ле огроман заштитни омотач који не само да је замаскирао изглед планете, већ је скоро тренутно омогућио услове за развој процеса глобалног загревања. Сматра се да је због тога атмосферска температура порасла за скоро 27 степени Целзијуса!

Наведени податак може бити од великог значаја, па због тога размотримо овај феномен мало пажљивије, јер увек

постоји правило да нешто што се једном догодило може и да се понови. Још интересантније је што човек може све то да доживи директно у некој даљој будућности, а не само на довољно великој и сигурној удаљености где му не прети ама баш никаква опасност.

Претпоставимо исто тако да се гигантски облак задржао дуже од три месеца и то време продужимо на годину дана. Да ли бисмо тиме добили нову прегрејану планету или би тај процес могао да изазове отапање већег дела леда са његових полова и течење новоформиране водене масе дуж препознатљивих канала и фосилних речних долина? Да ли се ово одигравало у ближој или даљој Марсовој прошлости?



Унутрашње или планете Земљиног типа: А-Меркур, Б-Венера, В-Земља и Г-Марс. Ако се за Венеру каже да је сестра Земљина, тада би Марс могао бити старији брат или вероватно најстарији члан четворочлане породице.

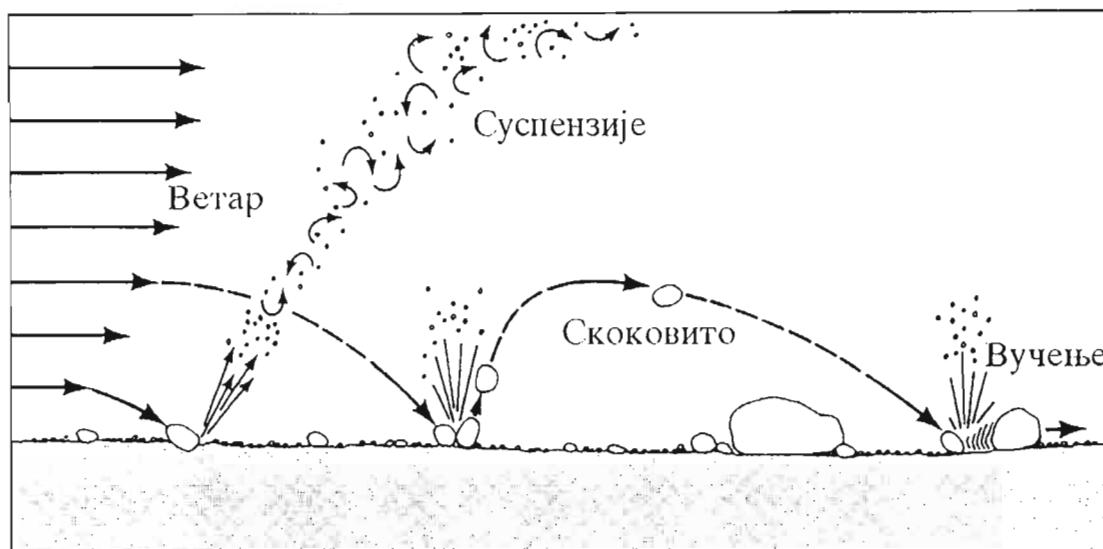
Наравно, сва су наша питања отворена, јер смо били сведоци нагле климатске промене на црвеној планети. Зато тако и размишљамо пошто смо и помоћу Хабловог телескопа и температурног емисионог спектрометра који је био постављен на Марсовом глобалном регистратору као и уз помоћ његове камере све то видели, забележили, па и "доживели". Један недвосмислен закључак после свега тога ипак морамо да дамо, а он може да гласи да вероватно нигде, ни на једној планети Сунчевог система, нема тако израженог утицаја ветра као што га има на Марсу. Он утиче на климу, мења Марсову површину, ствара препознатљиве облике у рељефу или чак прикрива лице читаве планете. То не може неко или

нешто мање вредно или тек пуко присутно - то може само планетарни фактор који носи ознаку број један.

До сада смо размишљали само у једном правцу: како бисмо успешно могли да користимо снагу Марсовог ветра и преобразимо је у корисну енергију. Гигантска олуја и мега облаци су, међутим, наша размишљања упутила и на једну нову страну: како поспешити загревање планете, допринети глобалном отопљавању и све оне неповољне температурне вредности Марсовог тла и атмосфере што више приближити земаљским условима.

Колико је то изводљиво - нека остане питање за будуће генерације, али је сасвим поуздано да су садашње нешто слично успеле да изведу на Земљи, користећи фосилна горива и стварајући ефекат "стаклене баште".

Транспортна снага ветра или еолска ерозија, како је то у геолошкој терминологији озваничено по грчком богу ветра Еолу, најизраженија је на Марсу, ако је поредимо са Земљом и Венером. Материјал, с обзира на његову величину, може бити покретан на три начина: у виду суспензије, скоковито и вучењем по површини терена. На Марсу је, наравно, могуће и више варијанти или су могуће и бројније комбинације, јер је атмосфера истањена, ветар има брzinu између 90 и 240 километара на сат, а зrna са пречницима од око 160 микрона, која су дosta честа, Марсов господар са лакоћом може да покрећe.



Различити начини покретања чврстих честица (зrna) Марсовог материјала помоћу ветра из којих је јасно видљиво на која растојања је могуће очекивати њихово транспортуовање и одлагање.

Опште је мишљење да је наше знање о механизму ветра као и оном иницијалном покретачу познатом код транспортовања различитих чврстих стенских честица и даље слабо или скоро потпуно непознато. Ако је поуздано утврђено да је еолска ерозија или абразија најзначајнији Марсов процес развојног изгледа планете, онда је јасно о колико великим недостатку говоримо када кажемо да још нисмо све његове важније особине разоткрили.

Вратићемо се на наш најважнији објекат, кратер Миланковић, да одатле посматрамо ветрове, а паралелно са тим и околину за коју мислимо да је у највећој мери резултат рада баш овог фактора.

До сада, рецимо, ни једна космичка летелица није слетеља у његовој близини. Ако као пример узмемо само пет америчких космичких мисија, почев од Викинга 1 и Викинга 2 из 1976., Проналазача стаза (Pathfinder) из 1997. и два марсровера, Прилику (Opportunity) и Дух (Spirit) из 2004. године, уочићемо да је Викинг 1, који се спустио 20. јула, био најближи. То, међутим, “најближи” значи стотине километара далеко, па се из свега тога не може извући неки користан податак о кратеру Миланковић.

Због тога је и тешко разоткрити све детаље везане за објекат о коме говоримо, посебно ако су све информације базиране искључиво на сателитским снимцима. Још је теже уколико Марсов ветар подиже велике количине прашине у атмосферу. Такав случај дододио се 1971. године. Космичкој летелици Маринер 9 планетарна пешчана олуја је “пожелеља“ неочекивану добродошлицу 13. новембра те године. У исто време две совјетске летелице Марс 2 и Марс 3 су приспеле у Марсову орбиту, али нису биле конструисане тако да у случају неповољних услова остану у њој дуже времена. Ушли су храбро у олујни ковитлац, али њихови снимци нису могли бити ни квалитетни ни употребљиви.

Марсово небо је остало прекривено прашином све до краја децембра 1971. године. Ветар је злурадо и довољно дugo господарио тако да је совјетским летелицима онемогућио успешну мисију и само је захваљујући Маринеру 9, који се до тада сво време “надмудривао“ са планетарним господарем и

тактички растезао своју космичку игру, лукаво чекајући подно време за слетање. Када се Марсово небо током јануара 1972. године коначно разбистрило, свет је по први пут сазнао да на црвеној планети постоје највећи вулкан и најдубљи кањон у Сунчевом систему. За такве гиганте вредело је стрпљиво и дugo чекати.

Већ смо навели да је околина кратера Миланковић пуста и без истакнутијих објеката стотинама километара унаоколо. То је, међутим, само тренутно стање, све док се не изврше детаљна истраживања. За сада је могуће да у наведеној околини постоје деградирани кратери или трагови кратера испод слојева Марсовог песка, бројне пешчане дине, огољени стеновити изданци, донесени и разбацани стенски фрагменти као докази силине Марсовог ветра, а према неким картографима терен је за око 200 до 500 метара нижи од привремено усвојене Марсове референтне равни.<sup>5</sup>

Сем планетарних гигантских олуја на Марсу су учени и бројни локални ветрови, па их зато у заравњеним пределима око кратера Миланковић треба очекивати као редовну појаву. Тешко је, с обзиром на све оно што су досадашње космичке мисије, а посебно снимци начињени тим приликама показале какав је општи изглед Марсове површине, замислити и један једини Марсов дан без ветра.

Господар планете остаје то за сва времена. Уколико се докаже мишљење да је у својој раној фази (под овим се подразумева првих милијарду година), Марс имао сличан развој као Земља, па је затим ушао у фазу стерилизације у којој се

<sup>5</sup> Наравно, ниво мора на Марсу није могао бити искоришћен као на Земљи да бисмо добили поуздану корелативну површину. Референтна раван, о којој говоримо, само је привремена и подложна је променама, но без обзира на све то сигурно је да ће и у будућности, рецимо, области Акидалија Планитија (*Acidalia Planitia*) и Утопија Планитија (*Utopia Planitia*) остати хипсометријски ниже од осталих региона, а велики ударни басен Хелас Планитија (*Hellas Planitia*) вероватно најнижа област на читавом Марсу. Нешто слично важи и за околину кратера Миланковић. За Марсову референтну раван планетарни научници узимају висину од 3390 метара, што условно представља осредњени висински ниво, премда се, како је то раније већ саопштено, Олимпус Монс издига чак 22 километра у висину. Шта је онда Марсова “надморска“ висина? Како њу успоставити што прецизније?

и данас налази, онда то значи да су локални и планетарни ветрови практично у потпуности утицали на стварање његове површине и изгледа какав сада има. У овом случају ветар је на Марсу не само господар, већ и творац-вајар свих његових објеката, а бројни кратери, вулканске купе и кањони само “скулптуре“ које је стрпљиво већ милионима година обрађивао. Зато и не треба да буде изненађујуће уколико нека будућа истраживачка екипа у Марсовом пешчаном тлу пронађе најчудније облике у стенама и још префињеније пустињске руже. Марсови ветрови су на овој планети имали сво време на располагању, па неће бити чудно уколико у тим вајарским делима не пронађемо и скривене планетарне поруке, препознатљиве само будућим марсолозима.

Да ли се испод тих дебелих наслага Марсовог песка крију и докази живота из његове ране фазе развоја? Уосталом, пустињски предели на Земљи сачували су многа документа из прошлости планете, па зашто не би и Марс из своје?

А можда из једне аналогије извире и друга?

## УГЉЕН-ДИОКСИД

Марсов господар број два неоспорно је угљен-диоксид. Већ смо рекли да га има 95,3% и то не само да га издава као једног од неприосновених владара планете, већ представља тешку и скоро непремостиву баријеру када је у питању насељавање и освајање Марса од стране људи. Гас-убица, како га другачије називају, биће исто тако човеков жесток противник, ништа мање суров од моћног Марсовог ветра.

На основу Марсове температуре тла и његове атмосфере логичан је закључак да је у питању хладна планета. Иако садржи велику количину угљен-диоксида на њему нема ефекта “стаклене баште”, већ, напротив, ефекта измаглице. Кроз Марсову истањену атмосферу дуготаласно Сунчево зрачење доспева до површине терена, делимично га загрева, а највећи део приспеле радијације рефлектује се и као краткоталасно неповратно одлази у космички простор. Зато смо и рекли да је Марс велики “расипник” топлотне енергије.

Стање ефекта измаглице одржало би се за сва времена да нема већ поменутог Марсовог ветра и његовог планетарног дејства. Само захваљујући томе повремено се, услед огромно издигнутог облака ситног песка, прашине и аеросола, јавља ефекат “стаклене баште”, али за њега не можемо да тврдимо да је дуготрајна појава. Марсово невреме дође и прође и све се поново врати на претходни ток и већ поменути ефекат измаглице који је и поред свега тога некако природнији и дуготрајнији процес.

У току тих Марсових мега олуја будући досељеник црвене планете неће на њој имати шта да тражи. Постојаће само два начина да се заштити и спаси од непогоде. Један ће бити орбитална станица са које ће безбедно моћи да прати како настаје, развија се и престаје, а други ће се налазити као скровиште дубоко укопано у Марсово тло. Другонаведени начин је можда дугорочнији и прихватљивији, јер ће представљати логичан наставак освајања и насељавања планете. Шта је уосталом сврсисходније од изградње Марсових подземних градова?

Вратимо се на започету тему о смртоносном гасу.

Угљен-диоксид се на Марсу одржава у гасовитом и чврстом стању. Најчешће је гасовит, али се на половима мења и у току дуготрајних Марсових зима прелази у чврсто стање. Да би се то чврсто стање и остварило потребне су “нестварне“ температуре од око  $-125^{\circ}\text{C}$  и притисак на површини од око 0,6 килопаскала. Из овога је јасно да на Земљи, чак ни на Антарктику, овако нешто није могуће и ако угљен-диоксида има, онда се појављује искључиво као гас.

Замрзнути угљен-диоксид опстаје током Марсове зиме, раног пролећа и касне јесени. У време Марсовог лета искључиво је у гасовитом стању. Ову промену назовимо “агрегатна клацкалица“, а важи само за пределе где су изражене сезонске промене. На половима угљен-диоксид је већим делом године у чврстом стању, посебно је то изражено на јужном, док се у зони Марсовог екватора углавном појављује као гас.

Откриће угљен-диоксида на Марсу има своју занимљиву историју, исто колико и већина других проналазака везаних за наведену планету.

Предисторију је исписивао холандско-амерички астроном Церард (Герит) Кујпер (Gerard Kuiper, 1905-1973) који је први установио да Марсову атмосферу сачињава угљен-диоксид. Кујпер је првобитно користио спектрометар да би анализирао различите учестаности у инфрацрвеној светлости која се одбила од Марсове површине. Затим је то исто учинио са инфрацрвеном светлошћу која је била рефлексована од површине Месеца и онда извршио поређење добијених резултата, знајући претходно да на Месецу нема атмосфере. Када је

у своје анализе уврстио и количину апсорбованог гаса у Земљиној атмосфери, запазио је у својим мерењима да Марсову атмосферу мора да сачињава велика количина не баш по жељног угљен-диоксида.

Била је то 1947. година, рекли бисмо и даље рана фаза истраживања Марса. Да је то заиста тако потврдила су Кујпертова израчунавања атмосферског притиска угљен-диоксида на црвеној планети. Наведени астроном начинио је, на жалост, погрешан прорачун и као коначан резултат добио веома ниске притиске, а из тога закључио да на Марсовом полу не може бити замрзнутог угљен-диоксида! Тако је један врло успешно започети посао сменио други - трагично неуспешан.<sup>6</sup>

У нашу причу о угљен-диоксиду са Марса морамо увести и свестрану личност каква је био Персивал Ловел. Њега смо већ помињали када смо говорили о Марсовој температури, али нисмо рекли да је покушавао да одреди и атмосферски притисак на црвеној планети. Користећи мерења рефлексије светlostи од Марсове површине, дошао је до податка да је притисак око 87 килопаскала или  $1/12$  од вредности атмосферског притиска на површини Земље.

Када је у јулу 1965. године космичка летелица Маринер 4 почела да шаље радио таласна мерења током свог проласка кроз Марсову атмосферу, добијени су подаци из којих се



Церард Кујперт (1905-1973), холандско-амерички астроном.

<sup>6</sup> За Церарда (Герита) Кујперта ипак не може само то да се каже. Напротив, био је изузетно надарен астроном и истраживач. О томе суде његова бројна открића од којих се издвајају следећа: Уранов сателит Миранда (име дато по Шекспировом делу "Олуја" или кћерки Проспера, војводе од Милана, откривен 1948. године), Нептунов сателит Нереида (име по морској нимфи из грчке митологије, откривен 1949. године), метанова атмосфера око Сатурновог сателита Титана (кога је први открио Кујпертов земљак Кристијан Хајгенс 1655. године), а и први је користио конвејер 990 Коронадо за снимање у инфрацрвеном спектру. По њему је појас, сличан астероидном, између 30 до 55 астрономских јединица од Сунца назван "Кујперов појас". Многи га сматрају оцем савремене планетарне науке.

дефинитивно сазнало да је вредност притиска око једне половине једног процента који је познат на Земљи. То је значило око 50 килопаскала или да је Персивал Ловел био у праву!

Ипак, и за Ловела мора да се каже да је припадник предисторије открића и изучавања угљен-диоксида на Марсу. Тек са летелицом Маринер 4 и подацима који су послати на Земљу може се са пуно права тврдити да је начињена прекретница у познавању Марсове атмосфере.

Роберт Лејтон (Robert Leighton, 1919-1997), као експериментални физичар, био је задужен да води тим чији се основни задатак састојао у бризи о телевизијским камерама које су



*Роберт Лејтон  
(1919 - 1997),  
амерички експери-  
ментални физичар.*

снимале током мисије Маринер 4. Развијајући дигитални телевизијски систем снимања у космосу, отишао је толико далеко да је трагао за стварима које нису биле сагласне или су чак биле у супротности са очекивањима стручњака на наведеној мисији. Пут истраживања одвео га је до поређења Земљине и Марсове атмосфере из чега је дошао до резултата да Марсова садржи 30 пута више угљен-диоксида.

То, међутим, за Лејтона није био крај пута, већ само успутна станица са краткотрајним одмором. Из првобитног

закључка бацио се на проблем температуре Марсовых поларних капа и дошао до резултата да је њихова средња вредност  $-125^{\circ}\text{C}$ . Ако је тако, размишљао је заједно са геологом Брус Маријем (Bruce Murray, 1931-), онда то није обичан лед или замрзнута вода какву затичемо на Земљиним половима, већ сmrзнути угљен-диоксид чија је тачка мржњења управо на срачунатој температури! Дакле, на Марсовим половима налази се тзв. "суви лед", закључили су храбро.

Ни са овим открићем није се окончала Лејтонова занимљива "шетња" по Марсу. И њега је, као и многе његове претходнике, копкало питање живота на Марсу. Када је, међутим, разоткрио неочекивано постојање замрзнутог угљен-диоксида, могао је само депримирано да констатује: "тамо нема

Марсоваца, нема канала ни воде, ни биљака, нема предела као на Земљи“. А његов колега Мари само је додао: “у великој супротности са нашим очекивањима, управо смо разоткрили једну невероватно негостољубиву планету за живот“.

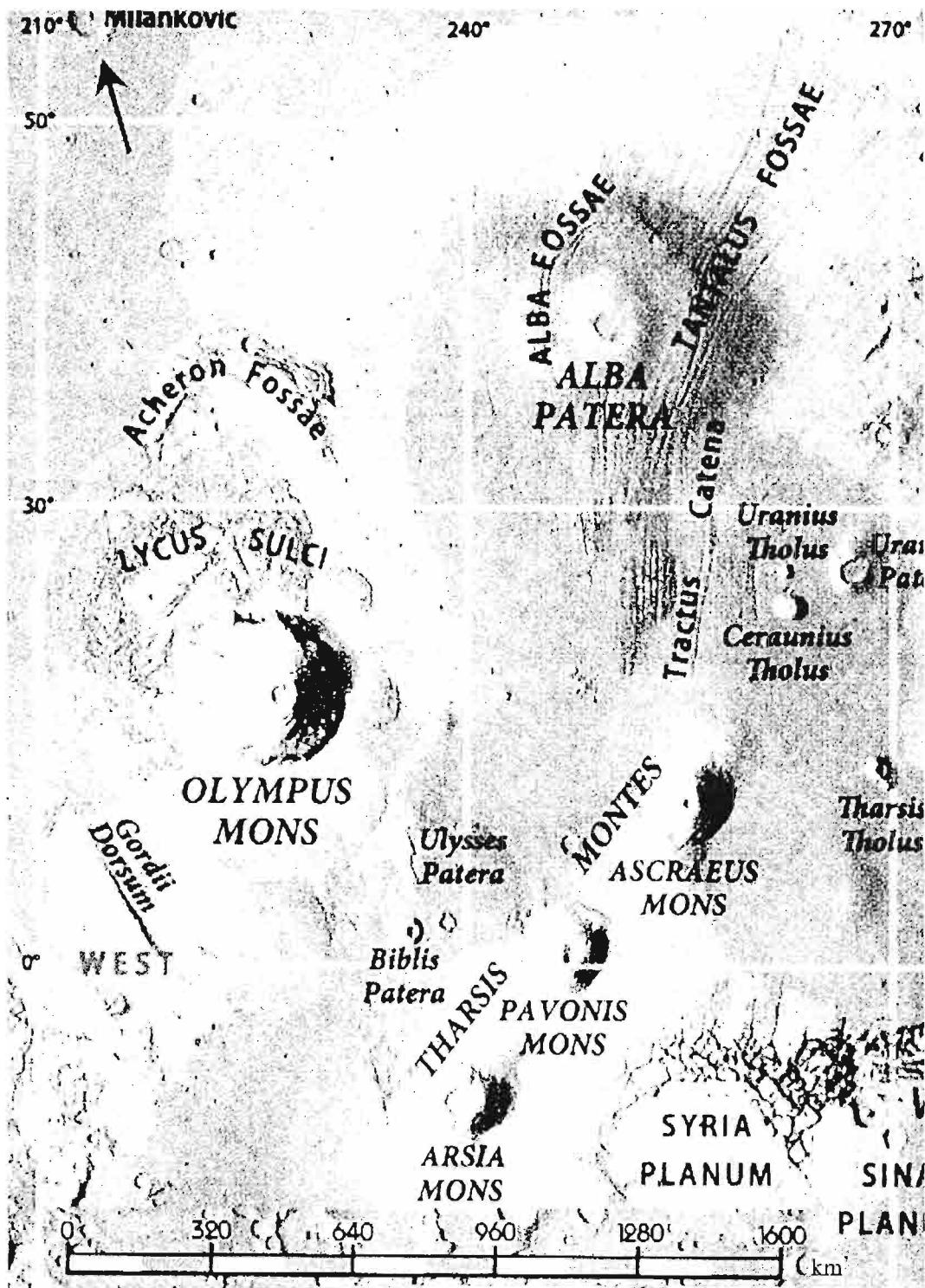
Био је то дефинитиван крај свим узалудним и дугогодишњим надањима.

У пост фестуму ипак морамо да кажемо да је један сличан закључак по овом питању већ био донет и то пола века раније! Опет су пресудиле температуре или Марсова клима као један од најмеродавнијих фактора живота. Сав живи свет какав познајемо на Земљи не може да опстане под овако екстремно хладним температурама. Може само да се повуче дубоко у унутрашњост планете, сачека летње отопљавање или дневно загревање, краткотрајно изађе на површину и већ у току ноћи, када се температура снизи више десетина степени испод нуле Целзијуса, врати свом сигурном скровишту.

Ова Миланковићева идеја постојања Марсовог живота била би одржива да није тако велике количине угљен-диоксида. Кисеоника скоро и да нема, атмосфера је прозирна, као је већ речено, нема магнетног поља па смртоносно ултраљубично зрачење несметано допира до Марсовой површине, а када су велике ерупције на Сунцу, Сунчев ветар лако савладава минимално или максимално космичко растојање од 1,381 до 1,665 астрономских јединица и на Марсу “убија“ сваку наду на постојање живота.

Космогеолози и космобиолози сматрају да је само у првој милијарди година постојања Марса било услова за развој живих бића на планети, а да су се они затим “угасили“, прешли у фазу стерилитета која траје и дан данас. Процењује се да такво стање влада већ више од три милијарде година, што не само да је невероватан и незамислив период, већ и до вольно дуг да ти првобитни животи, уколико су се и развијали, буду зbrisани са лица планете за сва времена. Остали су фосилни трагови прамора и праокеана, правулкана и пракањона као докази некадашњег сјаја планете и то је све. Царство угљен-диоксида моћно је колико и царство Марсовог ветра.

Количину угљен-диоксида у Земљиној атмосфери регулишу биљке, а шта би на Марсу то могло да чини? Да ли би



Део Марсове површине између 210 и 270 степени посматрано по дужини и 20 степени јужно од Марсовог екватора до око 60 степени северно. Кратер Миланковић је у самом горњем левом углу (назначен стрелицом), а највећа вулканска купа у Сунчевом систему Олимпус Монс налази се скоро у централном делу приказане карте између екватора и 30 степени северне ширине.

за почетак човек могао да произведе синтетичке стене које би само апсорбовале угљен-диоксид, а поспешио развој неких врста алги или бактерија које би испуштале кисеоник? Када би се овако хипотетичан процес и остварио, неминовно би било да се постави једно логично питање: колико би времена било потребно да се створе такви услови да у Марсовој атмосфери настане 1% кисеоника или око осам пута више од његове садашње вредности?

Ако за пример узмемо Земљу и њену геолошку прошлост, тада морамо да изнесемо поприлично поражавајуће податке, јер тај први проценат кисеоника на матичној планети створен је тек пре око 2 милијарде година. Како је Земља стара око 4,5 милијарде година, то недвосмислено говори да је било потребно да протекне око 55% њеног “живота“ да би се изродила једна мајушна количина молекуларног кисеоника.

Овакву аналогију, међутим, морамо само условно прихватити. Марс, и поред бројних сличности са Земљом, ипак није планета са истим особинама и условима за развој живота. Са друге стране, ово што разматрамо представља искључиво резултат једног временског тренутка или човековог ограниченог знања. Због тога ћемо дати једно поређење да би се видело колико мукотрпно морају да се развијају нова открића, технолошке иновације и процеси који ће унапредити човеков узлет у космос.

Тренажне тестове за освајање Марса данас подједнако редовно организују највећи претенденти на ту част и дomete. Мислимо, пре свега, на Американце, Русе, припаднике Европске заједнице, а ни Кинези не желе у том смислу да заостају. Руси, рецимо, планирају да у потпуности симулирају лет на црвену планету, тестирају кандидате и подвргавају их потпуно идентичним условима као да је стваран лет у питању. Последњим тестом предвиђа се боравак људи на Марсу у трајању од 30 дана са летом од Земље до планиране одреднице за 250 дана и повратком у року од 240 дана. Све скупа “путници“ би на том путу пробавили око 520 дана.

Према томе, само на одлазак и долазак отпада скоро 95% предвиђеног времена што јасно говори колико човек тек треба да ради на усавршавању својих космичких летели-

ца. Данас је то тако као што је пре нешто више од 5 векова за своје прво путовање преко Атлантског океана Колумбу било потребно око 80 дана. За исто толико дана некада је Жил Верн (Jules Verne, 1828-1905) замишљао обилазак планете у балону. Тако је било у прошлости.

За колико времена данас то растојање савладавају пре-коокеански бродови или трансконтинентални авиони? Колико ће времена у двадесеттрехем веку бити потребно човеку да стигне на Марс? Можемо ли то замислити?

Уколико се поново вратимо на питање угљен-диоксида, запазићемо да је Марсова атмосфера толико разређена да одговара Земљиној на висини од око 30 километара и више или Земљиној стратосфери. На Марсу је то танка опна која колико-толико представља заштиту од ултраљубичастог зрачења, али воде и водене паре, нажалост, тамо нема. Растворена је у своја два елемента, два атома водоника и један атом кисеоника, а затим је кисеоник комбинован тако да формира користан озон или  $O_3$ .

Наставимо даље путем излагања и анализе, јер нас он директно води ка основном предмету разматрања у имену угљен-диоксид.

Да би се што боље упознала Марсова средина и процеси који се у тој средини одигравају, начињени су бројни лабораторијски експерименти. Чине се они и дан данас и чиниће се још дуги низ година у будућности, јер је основна замисао не само упознати њене најважније карактеристике, већ и наћи путеве ревитализације и, што је још важније, довести је у стање одрживости живота.

Један од основних циљева у овом смислу био је упознање хемијских реакција које се одигравају на Марсовој површини. Нађено је да је оксидација више израженија него било где на Земљи. Ово је од посебног значаја, јер сваки облик органске материје на Марсу, уколико постоји, бурно ће оксидисати и претворити се у гас о коме говоримо, а назива се угљен-диоксид. Досадашња мерења на Марсу помоћу осетљивих гас хроматографа или масених спектрометара, међутим, нису потврдила присуство органских супстанци, а то може бити само из два разлога:

а) сва органска материја која је постојала током марсо-  
лошке историје потрошена је и ње једноставно више нема и

б) даље треба трагати за доказима њеног постојања, јер  
су одабране нерепрезентативне локације.

И поред свега тога, велики садржај угљен-диоксида остаће за дуго времена у Марсовој атмосфери. Његово сма-  
њење или замена за користан кисеоник и исто тако вредан  
азот одвијаће се постепено и мукотрпно, јер атмосфера једне  
планете је не само витално драгоценна, већ представља танки  
и крхки излог из кога лако може да исцури драгоцену “роба“  
уколико се не чува или не обнавља.

Кисеоник је, у свој тој консталацији, као порцулан - дра-  
гоцен, али крт и веома осетљив на сваки додир или непово-  
љан планетарно-ванпланетарни дашак. Из односа за који мо-  
же сасвим слободно да се каже да га “више нема него што га  
има“ тек треба да се начине они скромни кораци петлића или  
исто онако бојажљиви помаци као што то чини први земаљ-  
ски дан по окончавању зимског солстиција.

Наведени пут, међутим, дуг је и препун неизвесности.

## ТЕРМАЛНИ ЕМИСИОНИ СПЕКТРОМЕТАР

Вратимо се нашем главном јунаку који тако поносно чека своје прве посетиоце. Поставимо једно логично питање: шта карактерише кратер Миланковић? Како одредити његовог главног представника на површини терена, а како оног који је скривен дубоко у његовом подземљу? Можда је, међутим, то једно исто?

У Марсовој заравни или ниском северном побрђу планете кратер Миланковић неприкосновено доминира као усамљен рељефни објекат и тек на скоро 1000 километара даље према југоистоку налази се велики и још неприкосновенији Олимпус Монс. Врло је тешко поверовати да постоји генетска веза између џиновске вулканске купе и кратера Миланковић иако има наговештaja да у оба случаја могу бити сличне, а можда чак и исте стене.

Које су то стене? Базалти, андезити, риолити или можда неки други представници? Можда оно једноставно разбацано стење што га називају реголити?

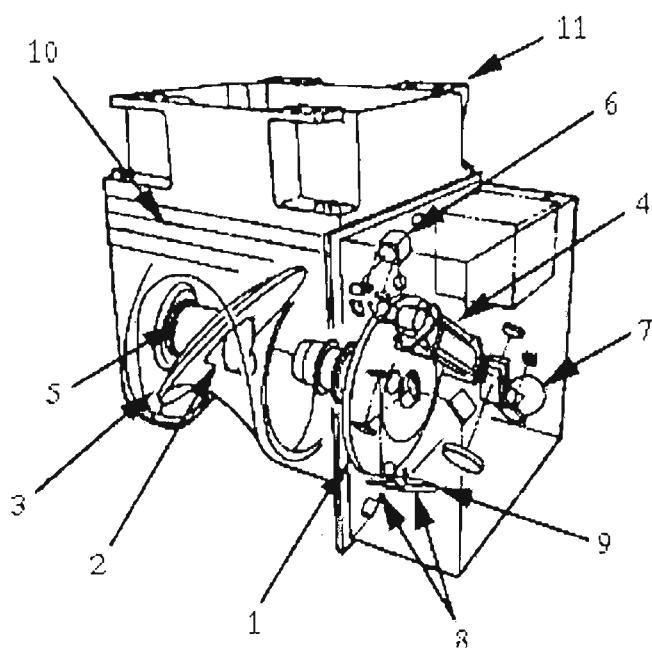
Изгледа да је на ово питање најпотпунији одговор дао један млади и не баш повелики инструмент чије је име *термални емисиони спектрометар* (thermal emission spectrometer) који се краће обележава са ТЕС.

Да видимо прво шта је то, затим би било веома корисно да сазнамо како је настало, ко су његови креатори, које су му основне карактеристике и, најзад, каква му је примена. Кренимо редом са одговорима.

ТЕС је рођен при kraју двадесетог века. Инструмент је нешто мало тежи од 14 килограма, а величине је сличне мање микроталасне пећи. Поједини га популарно називају “три инструмента у једном”, јер је састављен из широкогаоног светлосног сензора, Миклсоновог интерферометра и соларног рефлексионог сензора. Сва три наведена дела региструју различите таласне ширине: најшири спектар захвата широкогаони светлосни сензор у опсегу од 5,5 до 100 микрона, док соларни рефлексиони сензор само део од 0,3 до 2,7 микрона.

Да видимо чему служи ТЕС и зашто је конструисан.

ТЕС је специфичан инструмент који је први пут коришћен у мисији космичког брода “Марсов глобални премерац“ (Mars Global Surveyor или MGS). За наведену космичку мисију, која је неоспорно била врло успешна, јер је трајала једну деценију, од 7. новембра 1996. године, када су у космичку базу стigli први снимци, па све до 5. новембра 2006. године, када



*Општи изглед термалног емисионог спектрометра. Широкогаони светлосни сензор: 1-примарно огледало, 2-секундарно огледало, 3-индикатор огледало, 4-покретни систем огледала и 5-ротациони покретач; Миклсонов интерферометар: 6-бројач интерферометра и 7-спектрометар; Соларни рефлексиони сензор: 8-рефлексиони и болометријски детектори и 9-звучни селектор. У посебне делове спадају: 10-електронски модули и 11-ножни оквир.*

је са космичким бродом први пут изгубљена веза и зато се може поуздано рећи да је представљала истинску прекретницу у сазнању о Марсу.

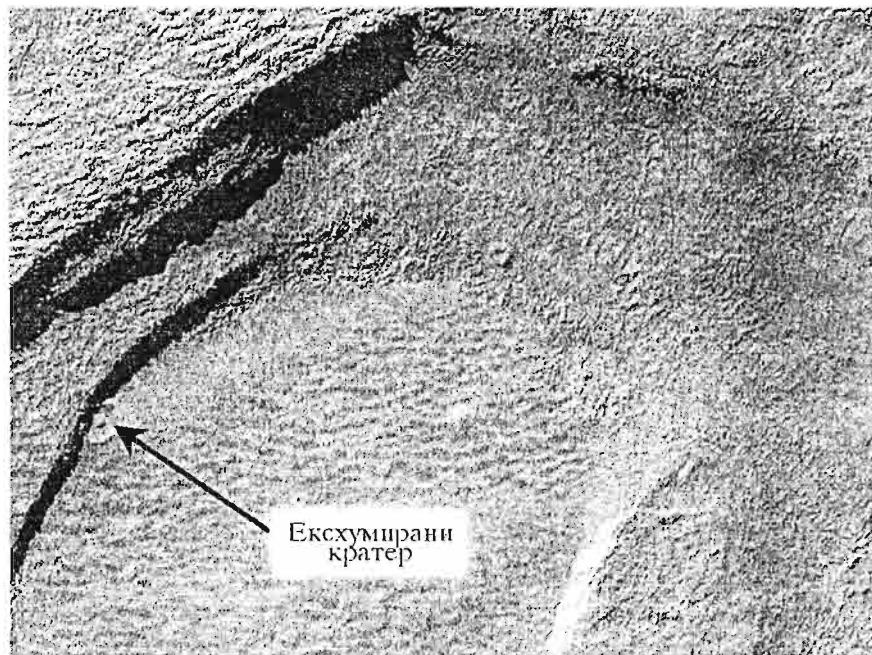
Постојало је неколико значајних циљева које је Марсова космичка летелица или орбитер обавио, а међу њима се сврставају:

а) откривени су слојеви у стенама што је недвосмислено говорило да су стварани путем разарања, транспортирања и депоновања - типично за седиментне стене на Земљи;

б) велики број Марсових кратера на обе хемисфере били су првобитно дубоко скривени у Марсово тло таложењем, а затим разоткривени разорним деловањем Марсовог ветра (то су познати ексхумирани кратери);

в) пронађено је на стотине марсоморфолошких облика у виду јаруга, усека и понора који су указивали на интензиван рад воде у новијем времену;

г) на основу добијених снимака, преовладало је мишљење да је Марсова површина углавном прекривена мантлом. Наведени мантл има различите карактеристике, али је најчешће веома стрмих нагиба и углачаних падина. Разоткривени су простори код којих се појављују и наглашене неравнине, па



Полуразоткривени (ексхумирани) кратер у области Ноахис квадранта ( $300\text{--}360^{\circ}$  западне дужине и  $30$  до  $65^{\circ}$  јужне ширине) начињен од стране Марсовог глобалног премерача.

је све то заједно отворило читав низ идеја и спекулација. Једна је била, нпр., да се вода отопила и ослободила залеђеног стања и усекла у тло преко којег је текла;<sup>7</sup>

Главни циљеви ТЕС-а били су нешто другачији и састојали су се у следећем:

а) одређивању минералошког састава Марсових стена и растреситих површина;

б) одређивању термофизичких карактеристика само посебно одабраних терена и

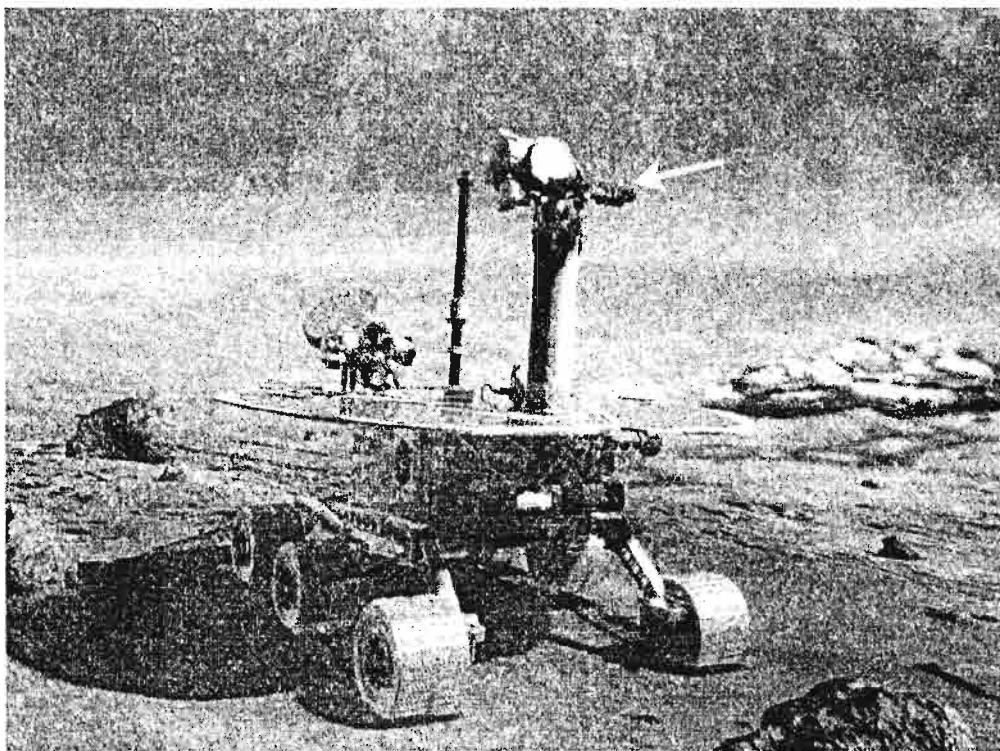
в) одређивању температурних нивоа, непрозирности Марсове прашине и воде или леда, као и количине водене паре у доњим атмосферским слојевима.

На изради ТЕС-а радио је читав тим стручњака које је предводио др Филип Кришченсен (Phillip Christensen) са државног универзитета Аризона. Радећи сваки у свом домену, помагали су му др Џошуа Бендфилд (Joshua Bandfield) са истог универзитета; мр Стилман Чејс (Stillman Chase), Санта Барбара, Калифорнија; др Todd Клејнси (Todd Clancy), Институт за космичку науку, Болдер, Колорадо; др Роџер Кларк (Roger Clark), Амерички геолошки завод, Денвер, Колорадо; др Барни Конрат (Barney Conrath), Центар за космичке летове “Годард”, Гринбелт, Мериленд; Хју Кифер (Hugh Kieffer), Астрорасуђивање, Невада; др Руслан Кузмин, Институт “Вернадскиј“, Москва; др Мајкл Малин (Michael Malin), Системи космичке науке “Малин“, Сан Дијего, Калифорнија; мр Грег Мехол (Greg Mehall), државни универзитет Аризона, др Џон Пирл (John Pearl), Центар за космичке летове “Годард“, Гринбелт, Мериленд; др Мајкл Смит (Michael Smith), Центар за космичке летове “Годард“, Гринбелт, Мериленд и др

<sup>7</sup> Неизоставно је да се геолошка и друга знања са Земље свесно или несвесно преносе и на друге планете Сунчевог система. Уосталом, другачије и не може да се размишља. Због тога и треба разумети мишљење о Марсовом “манту“, тј. делу планете који се непосредно налази на самој површини. Према томе, на Марсу не постоји Марсова кора или танак слој као на Земљи који се назива Земљина кора. Другим речима, Земљина геоисторија је знатно богатија и дужа и то је довело до њене веће разноврсности и разнородног развоја. Због непостојања Марсове коре, између осталог, и преовладава мишљење да је црвена планета у односу на Земљу у поодмаклој фази развоја.

Мајкл Волф (Michael Wolff), Институт за космичку науку, Болдер, Колорадо.

То, међутим, није био коначан списак имена стручњака и свих других који су на директан или индиректан начин учествовали у изради само једног од инструмената коришћених за истраживање и боље познавање Марсове површине. Било је, наравно, знатно више учесника из бројних научних области, а то поуздано доказује да је космичка технологија најкомплекснија и највероватније представља највиши степен човековог сазнања и умећа.



*Термални емисиони спектрометар (ТЕС, назначен стрелицом) био је постављен на горњи део Марс 2003 ровера.*

За ТЕС сасвим слободно можемо да кажемо да је “мали геолог“ или тачније “механички марсолог“. Објаснимо детаљније у чему се састојала његова велика помоћ.

ТЕС се показао способним да изврши мапирање површине и одреди њен минерални састав, препозна стене или лед, затим да у атмосферској прашини дефинише њен садржај, величину честица и специфичне и температурне карактеристике, лоцира воду-лед и кондензоване облаке са  $\text{CO}_2$ , одреди њихове температуре, висине и количине, потом да у

залеђеним површинама нађе њихове различите фазе развоја, (повлачења и надирања) као и укупан енергетски биланс и на kraju допринео је да се још боље упозна термална структура површине и динамика Марсове атмосфере. Замислимо само како би се Миланковић осећао да је којим случајем толико поживео и дочекао да једног дана на свом радном столу има све наведене податке на располагању!

ТЕС није коришћен у близини кратера Миланковић, већ у непосредној околини Марсовог екватора или тачније у зони Меридијани Планум. Можда ће то једног дана и уследити, али ако пажљivo размотримо шта је све од послова обавио, видећемо да је то било толико блиско Миланковићу и његовом дугогодишњем раду да је сасвим оправдана помисао да је и сам научник директно учествовао у припреми и реализацији истраживања на црвеној планети.

Ни мање ни више, тек ТЕС је толико тога новог открио на Марсу да ће све то заједно дуги низ година представљати изванредну подлогу за даља истраживања. Посматрајмо само нека открића.

Нађен је већ помињани минерал хематит што је одмах иницирало проучавање наведеног региона са аспекта налажења воде на Марсу.

Сачињена је прва генерална минералошка карта и откривене магматске стене, посебно дацити и андезити.

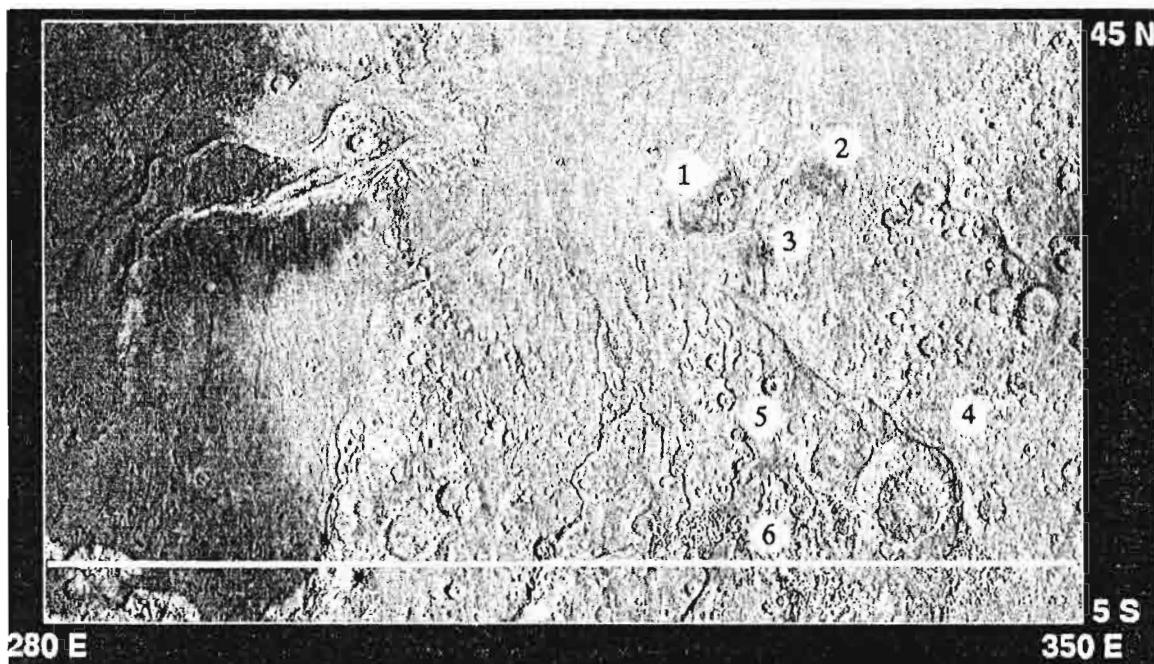
Утврђени су карбонатни минерали што је значило да су у Марсовој прошлости постојале реакције између воде и  $\text{CO}_2$  из атмосфере.

Открио је млавезе прашинастог гаса у таквој количини да су били у стању да на јужној поларној капи стварају затамњене површине. Ово је код посматрача са Земље остављало лажан утисак да се ради о сменама годишњих доба и топљењу или проширењу леденог покрова.

Нашао је веће количине нерастворених вулканских минерала у затамњеним деловима Марса. Ово је значило да у Марсовој прошлости није било ни хемијских реакција, а ни великог механичког транспортирања честица, односно да је преовладавала дуга климатска стабилност изражена кроз фазе сувих зима.

ТЕС је пронашао Марсове просторе у којима се ноћу одржава повишена температура. Претпоставља се да су томе допринели прашинасти облаци који вероватно играју улогу неке врсте температурног “покривача“ тих области.

Разоткрио је да познати регион Беле Стене са димензијама од око 15 x 18 километара, који и није изразито кредно беле боје, јер је настао у сувим језерским пустињама. Првобитно се веровало да у себи има наслаге соли, али се испоставило да су у питању стене настале дејством Марсовог ветра који је све то што је нађено навејао као неку врсту “сувих“ творевина.



Снимак Марсове површине начињене помоћу термалног емисионог спектрометра (ТЕС-а). Бројевима од 1 до 6 означене су зоне повишеног температура у току Марсових ноћи. Белом линијом приказан је Марсов екватор.

То, међутим, није све. ТЕС је нашао и многе друге ствари, али ми се на њих више нећемо освртати. Вратићемо се на наш кратер Миланковић и замислићемо како би изгледало када би се тај исти инструмент нашао у његовој средини и извео слична истраживања.

## ГЕОЛОШКЕ ИМПЛИКАЦИЈЕ

Међу првим, ако не и прва, марсолошка (геолошка) карта кратера Миланковић појавила се у једној прегледној и ретроспективној књизи Била Јенија “Атлас Сунчевог система” из 1987. године.<sup>8</sup> У суштини кратер је био само један део глобалног погледа, како то аутор саопштава, добијен на основу орбиталних снимака са Маринера 9 од 4. августа 1972. године. Наравно, све остало припадало је анализама и богатству или сиромаштву интерпретаторовог знања.

Да би дао марсолошку карту, аутор је, пре свега, користио марсоморфолошке критеријуме. Зато је издвојио зоне са равничарским материјалима, конструктивно вулканским, каналима и кањонима, теранским материјалом и познате популарне области. У тој општој слици кратер Миланковић је сврстан у првоневедену категорију или зону са равничарским материјалом и то је у том периоду имало смисла, јер се читава област налазила на благој планетарној падини чије су се висине спуштале са око 1,5 на око 1,2 километра висине.

Јени је у својим интерпретацијама користио још нешто. Биле су то прве марсолошке периоде. Овим је уствари прибегао земаљским знањима и покушао још боље да разуме Марсову прошлост. Како је то представио?

<sup>8</sup> Yenne B. (1987): “The Atlas of the Solar system”, Bison Books Corp., pp. 1-192, Greenwich.

Јени је издвојио три главна система, а имена је дао по великим регионима у којима су нађене поједине формације. Тако је ноахијен систем представљао најстарије стене, затим је следио хисперијан систем, нађен на локацији Маре Тиренум квадранта и коначно амазонијен систем као најмлађи. Кратер Миланковић је припао амазонијен систему или његовом члану који је обележио са Aps. Ово је требало да значи да су кратер и његову ширу околину углавном прекривали песак и прашина које је Марсов ветар доносио. У исто време таква картографска слика није говорила о матичним стенама кратера, па је више припадала марсоморфолошком него марсолошком приказу.<sup>9</sup>

Нешто старију од наведене марсолошке карте дали су Брус Мари, Мајкл Малин и Роналд Грили.<sup>10</sup> Користећи углавном снимке са Маринера 9, представили су уопштени приказ, издвајајући 15 најважнијих области. Тако су се, између осталих, ту нашли вулкански региони, каналски депозити, стално залеђене (поларне) области, али је највећи део припао тзв. теранима или зонама у којима су нађене неке доминантне марсолошке карактеристике. Аутори су издвојили слојевите, кратерске, планинске, хаотичне, испреплетане, укрштенобрежуљкасте и бројне друге теране.

Кратер Миланковић није, међутим, припао ни једном од наведених терана. Сврстан је у недефинисану област, а томе је највише допринело сиромаштво снимака за детаљнију анализу. У недефинисане области сврстали су терене са донетим материјалом, препуни нејасних гребена, падина и канала, као и они са ретким или незнатно заступљеним кратерима.<sup>11</sup>

<sup>9</sup> Аутор ове књиге намерно избегава стручне термине који важе на Земљи, па их зато замењује са онима који по логици више одговарају терминима на Марсу. Зато и важе релације: геолошки = марсолошки, геоморфолошки = марсоморфолошки итд.

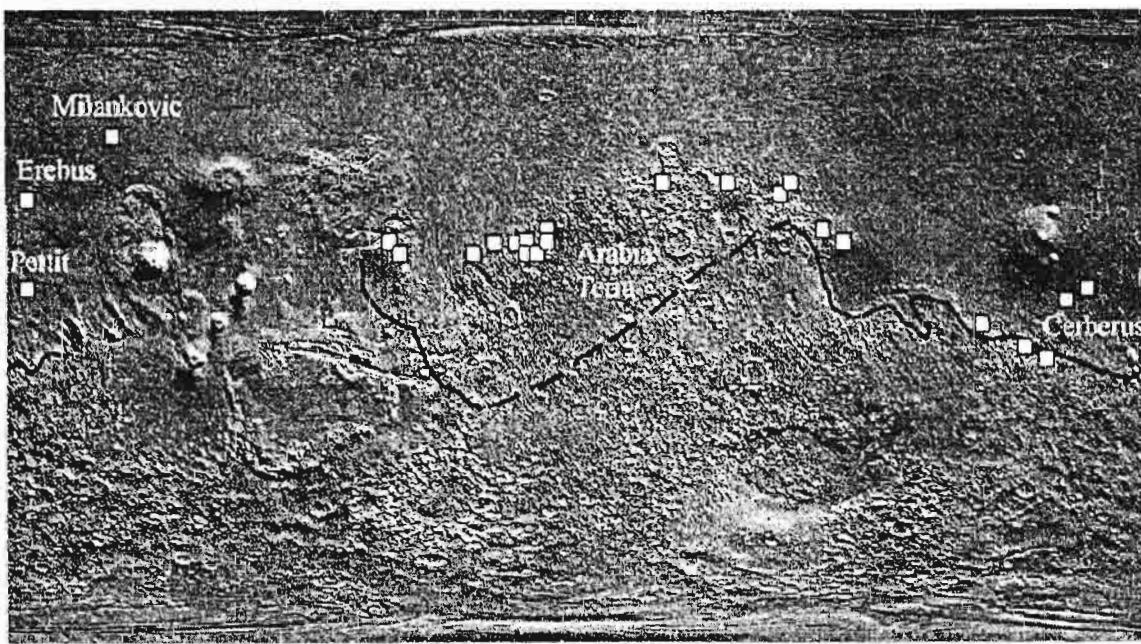
<sup>10</sup> Murray B., Malin M.C. & Greeley R. (1981): "Earthlike planets", *W.H. Freeman & Co.*, pp. 1-387, San Francisco.

<sup>11</sup> Термини "терани" и "терени" нису исти и не треба их поистовећивати. Под теранима се подразумевају широке области које су се самостално развијале и током времена припојиле једна другој, а терени су уопштени називи за било које области без обзира на њихове специфичности.

Данас, наравно, све те интерпретације имају само историјску вредност, јер су новији снимци и сазнања прекрили она претходна и отворили сасвим нове погледе на најближег Земљиног комшију.<sup>12</sup>

Са претпоследње декаде двадесетог века начинићемо скок у прву двадесетпрвог и поново се вратити на наш већ помињани TEC инструмент који је послao бројне и драгоцене спектралне и термалне податке. Тако су се међу њима нашли и они који су били изузетно близки кратеру Миланковић и из којих су се још боље упознале његове особине.<sup>13</sup>

Дин Роцерс и Филип Кришченсен сматрају да је северно Марсово ниско побрђе, где се налази и кратер Миланковић, веома специфично. Сем малог албеда (чак испод 0,17), они сматрају да се у овом делу планете налази само танка кора сачињена од андезита, а да је у њеној подлози слој базалта недефинисане дебљине. Како они то виде?



Базалтске области (тамна линија) издвојене на основу MOLA (Mars Orbiter Laser Altimeter) карте карактерних нијанси (16ppb). Северно од назначене границе дебљина базалта мања је од 40 километара.

<sup>12</sup> Ипак, ово само условно треба тако прихватити, јер су се поједини термини и интерпретације одржали или делимично модификовали.

<sup>13</sup> Rogers D. & Christensen P.R. (2002): "Age relationship of balsatic and andesitic surface compositions on Mars determined from TES data". *Lunar & Planet. Sci.*, XXXIII, pp. 1139-1140.

Пошто кратер Миланковић има димензије веће од 100 километара у пречнику, постоји мишљење да је доспело небеско тело (астероид или комета) ударило таквом силином да је пробило наведени танки андезитски слој и продрло све до базалтске основе. Тиме је, по њима, разоткривена основа у средини, а на странама кратера остали су сачувани првобитни андезити. Аутори сматрају, исто тако, да сложени тип кратера потпуно подржава ову идеју, а посебно редепоновани материјал који сачињава поменути танки андезитски слој.<sup>14</sup>

Ова теорија је, међутим, у супротности са претходном која сасвим другачије сагледавала ситуацију. Наиме, она саопштава да је базалт еродован и донет у кратер Миланковић, а то је било могуће зато што се некадашња обалска линија налазила јужније према падинама највишег вулкана у Сунчевом систему, више пута поменутог Олимпуса Монса. Према овој теорији произилази да је у Марсовој прошлости читав регион северног ниског побрђа био под водом, а то је укључивало и кратер Миланковић или терене који су постојали пре него што је страно небеско тело створило ударни облик.

Наведена теорија и није тако стара, јер потиче из 2001. године, а њени представници били су Сара Нобл и Карл Питерс,<sup>15</sup> а подржали су их Мајкл Вајат и сарадници.<sup>16</sup> За основу су имали интерпретацију Тимоти Паркера и његових сарадника из 1989. године који су и изнели став о близини кратера Миланковић већ наведеној обалској линији, као и о океанској седиментацији у Марсовом заравњеном северном побрђу.<sup>17</sup>

<sup>14</sup> Rogers D. & Christensen P.R. (2002): "Age relationship of basaltic and andesitic compositions on Mars: Analysis of high-resolution TES observations of the northern hemisphere", *J. Geophys. Res.*, vol. 108, E4, pp. 11-17

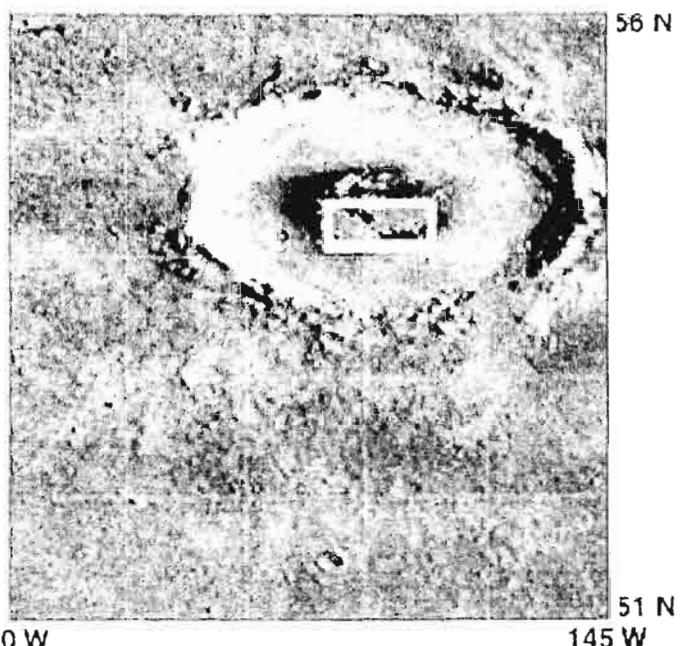
<sup>15</sup> Noble S.K. & Pieters C.M. (2001): "Type 2 terrain: Compositional constraints on the Maritian lowlands", *LPSC*, XXXII, abstract 1230.

<sup>16</sup> Wyatt M.B., Hamilton V.E., McSween H.Y. Jr., Christensen P.R. & Taylor L.A. (2001) "Analysis of terrestrial and Martian volcanic compositions using thermal emission spectroscopy: 1. Determination of mineralogy, chemistry, and classification strategies", *J. Geophys. Res.*, vol. 106, E7, pp. 14711-14732.

<sup>17</sup> Parker T.J., Saunders R.S., Schneeberger D.M. (1989): "Transitional morphology in west Deuteronilus Mensae, Mars: Implications for modification of the lowland/upland boundary", *Icarus*, vol. 82, pp. 111-145.

Ако изложена схватања упоредимо, видећемо да се оба слажу у једном. То је постојање базалтских стена у средишту кратера. Исто тако, ни једна теорија не одбацује присуство андезитских стена, па се највеће разлике испољавају у начину стварања базалта. Заправо, једна група аутора види транспортни систем депоновања (класичну седиментацију), а друга ударни систем (астероидно-кометско дејство).

*Базалтски део кратера Миланковић нађен је у његовом централном делу (назначено белим оквиrom у правоугаоној области) што је послужило интерпретаторима да поставе теорију о астероидно-кометском ударном дејству и пробоју танког андезитског слоја до његове базалтске основе.*



Шта је од свега тога тачно или да ли ће се појавити и нека трећа теорија, показаће време и нови подаци. За сада обе морају да дају озбиљне одговоре на многа питања, а најважнија су следећа:

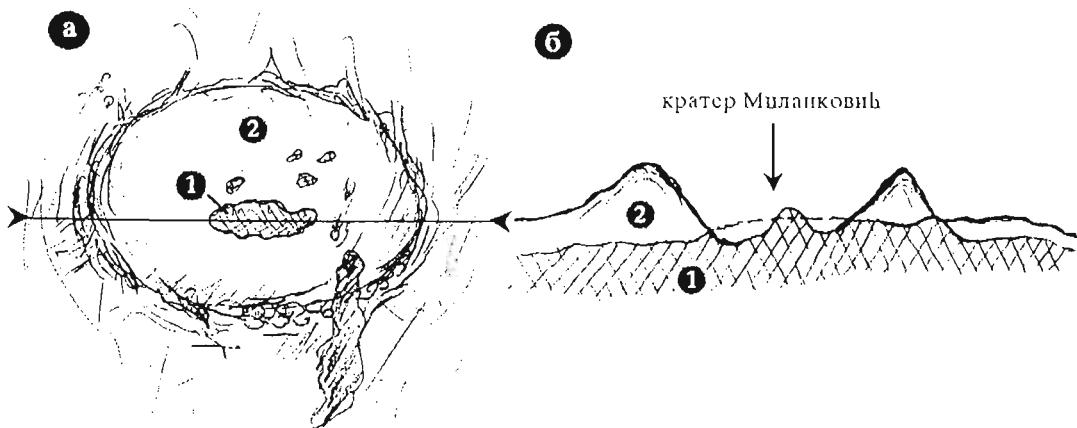
а) ако је базалтски материјал транспорован, како је могуће да се у кратеру Миланковић налазе грубозрни комади чији су пречници преко 1200 милимикрона, а познато је да су такви материјали углавном слабо покретани? и

б) ако је ударно дејство астериоида или комете било толико моћно да је пробило андезитски слој и створило тзв. "прозор" у постојећој средини да ли то значи да су и сви остали кратери у северном ниском Марсовом побрђу имали исти принцип настанка, посебно кратер Пети (Pettit) који се налази јужно-југозападно од кратера Миланковић?

Овим смо само означили нека значајна и корисна питања, а истовремено нисмо залазили у детаљнија разматрања

или објашњења тих појава. Тако нешто је изводљиво (можда и пожељно?), али то не чинимо сада, јер задире у уско стручну проблематику и тиме вероватно постаје сувопарно. То питање остављамо интерпретаторима и свим оним другима који треба пред стручним комисијама као и у јавности да одбране своје ставове и знање, а самим тим и покажу колика је оправданост даљих улагања у истраживање Марса.

Без обзира на све, и једна и друга теорија дају нам за право да начинимо једну врсту површинског картографског приказа (марсолошку карту) и њено компаративно виђење у облику вертикалног профилна. У свим тим приказима базалти леже испод андезита, па је и логичан закључак да је њихова старост већа, а како теорија о еродованом базалтском материјалу није у потпуности одбачена, већ само доведена у питање у случају кратера Миланковић као једног од великих објеката, ово даље значи да базалти могу припадати старијим временским системима (јединицама) на Марсу.



*Могућа марсолошка карта кратера Миланковић посматрано са површине (а) и у попречном пресеку (б). Под бројем 1 назначена је базалтска основа, а под бројем 2 танак андезитски слој.*

Но, ни то питање неће моћи у потпуности да се затвори све док се човек не докопа материјалних доказа или узорака са лица места. Све дотле размишљаћемо аналитички, интерпретаторски, компаративно или исткуствено, а понекад чак и верновски.

## АНДЕЗИТИ И БАЗАЛТИ

У претходном поглављу често пута смо помињали два геолошка термина или боље речено две врсте стена. Били су то андезити и базалти, продукти вулканске активности.

У геологији је одавно познато, рецимо, да су све врсте магми одређене неким елементима којих има у Земљи. Ипак, највише је силиције, алуминијума, гвожђа, калцијума, магнезијума, натријума, калијума, водоника и кисеоника, а осталих знатно мање или ређе. Како се наведени елементи најчешће удружују међусобно, то морамо на известан начин да се коришћујемо и кажемо да се више појављују у виду једињења. Од свих познатих, оксиди су најзаступљенији.

И поред све те бројности, ипак преовладавају само три доминантне врсте магми и то: базалтске, андезитске и риолитске. Из тих магми су и настале вулканске стене као што су базалти, андезити и риолити. Основу за овакву поделу чинила су, наравно, преовлађујућа једињења (посебно силицијум-диоксид), али има и алуминијум-диоксида, магнезијум и калцијум-оксида, гвожђе-оксида или гвожђе-диоксида и других.

Андезите ћемо прве представити, јер нам то налаже азбучни редослед, као и редослед појављивања - они су горњи или први на површини кратера Миланковић - тако бар кажу досадашња марсолошка истраживања или орбитални снимци и њихове анализе.

Велики планински ланац Јужне Америке, тај вероватно најнемирнији планетарни кордиљеријски појас, носи назив Анди. По њима су андезити и добили име. Свуда их тамо има, као и у планинским ланцима који окружују највећу планетарну водену површину у имену Тихи океан. Тај андезитски појас је толико велики да практично опкољава читаву пацифичку (тихookeанску) плочу и чини границу између велике океанске и више континенталних плоча.

Покушајмо да представимо ту слику.

Ако пођемо са југа ка северу, па делимично на запад дуж непрегледних индонежанских острва, затим поново наставимо ка северу пратећи јапанска острва и онда на исток до Камчатке, па повијемо изнова на југ и све то дуж границе



Андезитска линија која опкољава пацифичку (тихookeанску) плочу са свих страна изузев са југа према антарктичкој плочи. Ознаке са обода кривудаве линије: 1-аустралијска, 2-филипинска 3-евроазијска, 4-североамеричка, 5-Кокос и 6-Наска плоча. Највећи број вулкана лоциран је у непосредној близини андезитске линије.

пацифичке плоче све до њених крајњих граница и Огњене Земље, смениће нам се на том путу шест великих планетарних континенталних плоча (аустралијска, филипинска, мањи део евроазијске, северноамеричка, Кокос и Наска) и сви типови кретања или континенталних обода наведених плоча, а то су удаљавање или дивергенција, приближавање или конвергенција и хоризонтални карактер кретања или трансформно кретање. Једино на самом југу према антарктичкој плочи нема андезита нити андезитске линије коју као да је “прогутало” велико хоризонтално кретање - исто онако како је то изражено у једном делу према североамеричкој плочи или у зони добро познатог и увек претећег раседа Сан Андреас и све то дуж Калифорнијског залива.

Као што се може приметити, андезити се појављују у виду издужених андезитских појасева, а андезитске магме има и у континенталној и океанској кори. Шта ово значи?

Са једне стране андезити настају у дубоким водама услед ширења океанског дна, а са друге, андезитске планине се издижу због орогеног типа вулканизма. На овај начин они означавају стварну границу једног седиментационог басена, али имају и друго значење. Андезитске магме се највероватније стварају услед загревања старе океанске коре која ће опет са своје стране наставити свој кружни вишемилионски циклус и повратно се субдуктовати у мантл. Отићи ће тамо одакле је и дошла да се поново регенерише (подмлади) и у некој далекој будућности појави као Земљино “новорођенче”.

Ово је веома важно када се опет будемо вратили нашем кратеру Миланковић на Марсу, јер ова теорија враћа веровање у онај део који говори о некадашњем постојању воде на Марсу, његовим праокеанима, праседиментацији, циклусима и одлагању материјала помоћу транспортовања.

Време је да нешто више кажемо и о базалтима.

По претходним и детаљним анализама, запазили смо да су они истински “моћници”. Налазе се у основи кратера Миланковић, али и јужно, све према Олимпусу Монсу и даље ка Марсовом екватору. Уколико бисмо тражили сличност

базалта са андезитима на Земљи, могли бисмо имати делимичног успеха, али законитост или правилност у базалтском појављивању не бисмо могли пронаћи. Тих законитости једноставно нема, јер су базалти универзални - има их дуж средњо-океанских гребена где се излива базалтска лава, а има их и у средишњим деловима океанских плоча. Такав пример су хавајски вулкани или већ помињана тихоокеанска плоча.<sup>18</sup>

У базалтским магмама најзаступљенији минерали су оливин, пироксен и плагиоклас. За сва три је значајно да садрже веома мало воде, само 0,2% и мање, што је много чешћи случај. То нам даље говори да је и процес стварања базалта "сувопарцијалан", а то може да значи да се изворни материјали за базалт налази у већ помињаном мантлу. По овоме је, дакле, лако закључити да ако има базалта, онда има и мантла, а ако има мантла на површини или већем делу планете, онда то може да значи да на Марсу нема или јако мало има развијене Марсове коре. Како већина истраживача и аналитичара мисле да кора одсуствује, то би онда могао бити добар показатељ времена активног развоја Марса или времена његовог "умртвљавања" као планете.

Само наизглед ово делује као да смо се веома много удаљили од кратера Миланковић, али то није тако. Како је испод

<sup>18</sup> Једна врста аналогије могла би да се начини са хавајским вулканима и вулканским купама на Марсу. Хавајски вулкани се појављују у линеарном низу, а најстарији су они који се налазе северозападно. Сматра се да припадају тзв. "врућим тачкама", по теорији тектонике плоча, тј. да је вулкански острвски ланац настао услед лаганог кретања пацифичке плоче преко средњоокеанске вруће тачке. Наиме, пацифичка плоча се кретала, а повремене вулканске ерупције базалтске магме изграђивале су сукцесиван низ острва као последица свега тога. И дан данас су активни Мауна Лоа, Килауеа као и подморски вулкан Лоихи.

На Марсу, југоисточно од Олимпус Монса, налази се Тарсис Монтес (Tharsis Montes), област са три вулкана у низу. Посматрано са севера ка југу то су: Аскреус Монс (Ascraeus Mons), Павонис Монс (Pavonis Mons) и Арсија Монс (Arsia Mons). Ово стање наводи нас на више питања. Да ли су наведени вулкани настали под истим условима као поменути хавајски? Да ли је некада у Марсовој прошлости био заступљен исти принцип тектонике плоча као некада на Земљи или као што је то случај и дан данас на њој? Зашто се Марсова геодинамика релативно брзо завршила? Ипак, све су то питања без одговора, али не треба сумњати у чињеницу која каже да ће човек и даље остати зинтересован за ове проблеме и да се неће либити да пође у потрагу за њиховим решењима у будућности.

танке андезитске плоче нађено да има базалта, то значи да је свака информација о њему са Земље (или било ког дела Сунчевог система) веома драгоценна и може у многоме да припомогне да се што боље разуме стање у унутрашњости овог дела Марса.

Све до сада речено о андезитима и базалтима пружа изгледну наду да ће једног дана, када човек прикупи узорке из околине или самог кратера Миланковић, бити на добром путу да још детаљније говори о Марсовој прошлости. У томе ће му помоћи и радиометријске методе одређивања старости, а познато је да већина вулканских стена пружа баш такве могућности. Уколико још то буде са простора о коме тако поносно говоримо, онда ће тај понос бити још израженији.

Ако, пак, тако повољна вест допре изненадно, а ми се, рецимо, задесимо негде на црвеној планети, неће нам бити тешко да читав сол<sup>19</sup> задовољно цупкамо на Марсовом песку и по његовој прашини. Уосталом, тамо ћemo осећати тек једну трећину сопствене тежине, па ма колико имали година, бићемо скоро “убеђени” да је Марс толико благородан да су нам на њему чак и крила израсла.

Но, и поред свега тога, лепо је у основи имати базалт. Тиме је и кратер Миланковић постао вечни објекат - трајаће онолико дugo колико и сама планета буде постојала.

<sup>19</sup> Сол је назив за Марсов дан и ноћ, а траје нешто дуже од Земљиног дана и ноћи, тј. 24 сата и 36 минута.

## ВРЕМЕ НАСТАНКА?

Када немају јасан или тачан одговор на бројне изазове што их поставља Земља или Сунчев систем, научници често пута прибегавају претпоставкама или хипотезама. Ово може имати двоструке последице: негативне и позитивне. Негативне су, наравно, оне које се током времена покажу нетачним или тек насумице или произвољно постављене, тако да остављу тужно запостављене, скоро руиниране или пренете у наследство наредним генерацијама да оне решавају туђу немарност и незнање. Позитивне су оне које се стално подвргавају сумњи и преиспитивању, дограђују или модификују, а све то у циљу да би се досегао нови ниво истинитости и, што је још значајније, трајно потврдиле. Оне, наравно, имају већу вредност.

Све ово речено је као нека врста увода у проблем старости Марса, а исто тако и старости кратера Миланковић. За Марс се донекле и може рећи колико она износи, али за кратер не, јер је време његовог рађања и даље веома магловито.

Овакво стање слободно бисмо могли упоредити са ефектом који изазивају тзв. “заветрински таласни облаци”.

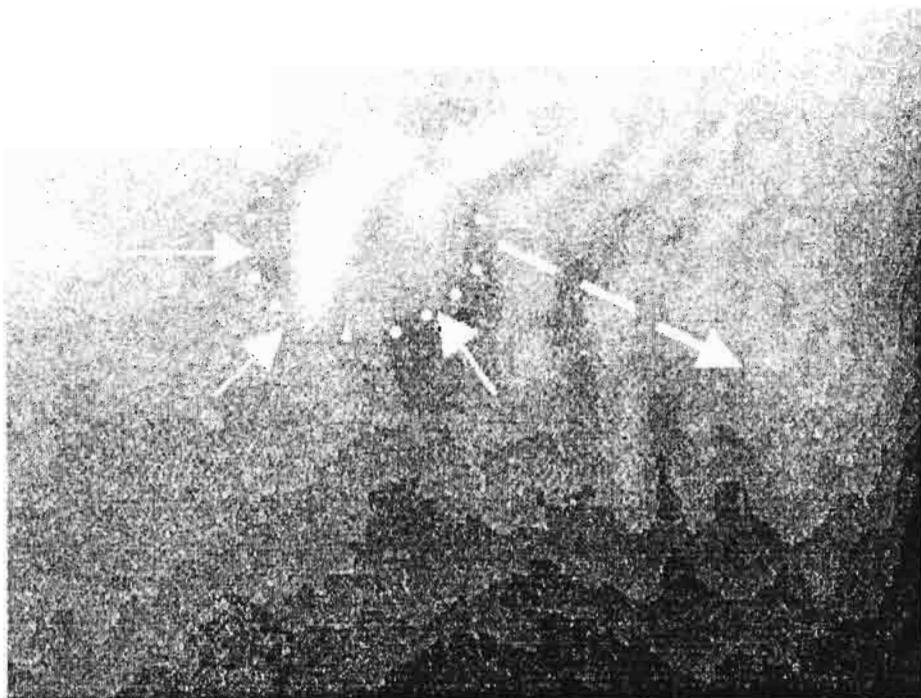
Шта је то?

Ова појава први пут је откријена у Марсовој атмосфери помоћу снимака које је послao Маринера 9. Да срећа буде већа, у њиховом мноштву нашао се и кратер Миланковић, објекат, рекли бисмо, у таласној измаглици.

Како и где се стварају “заветрински таласни облаци”?

Ова појава се формира када се релативно стабилна количина ваздуха (ретка на Марсу!) одбије вертикално од некакве топографске површине (наравно, нама то овде представља кратер Миланковић), а затим повлачи у неком правцу у виду таласних осцилација у позадини препреке. Појава је у виду полумесечастих таласа, а најчешће за собом оставља јасно видљив траг облака управан на доминантан правац ветра или неке друге покретачке сile. По наведеним особинама јасно је да је овај ефекат у великој мери зависи од температурне стабилности (нестабилности) као и од карактеристика Марсовог ветра.

Можда ова појава по својим општим карактеристикама има неких додирних особености са пустињским динама на Земљи, али ми те паралеле нећemo представљати, јер нам је циљ нешто друго. Наиме, читава појава говори о Марсовој атмосферској структури и динамици као нечemu непредвидивом и поприлично магловитом (баш као и на Земљи!), а такав је случај и са временом када се стварала сама планета, као и њен кратер Миланковић.



*Кратер Миланковић на Марсу на снимку Маринера 9 и једно од првих открића "затверинских таласних облака" (нешто слично пустињским динама на Земљи). Стрелицама и тачкама су назначене контуре кратера, а испрекиданом линијом правац Марсовог ветра.*

Заменићемо ефекте заветринских таласних облака са марсохронологијом кратера Миланковић, јер постоји могућност да је његово рађање у тесној вези и са дуготрајним развојем саме планете.

У потрази за животом на Марсу, човек је неочекивано нашао известан број доказа о старости црвене планете. Још веће изненађење било је то што наведени материјални документ није нађен на Марсу, већ на Алан планини на Антартику 1996. године. Радиометријска старост је показала да је тај узорак стар око 4,5 милијарде година, а да је од времена пада на поларни континент протекло 13 хиљада година. Била је то вулканска стена дугачка 15 центиметара, широка 7,5 центиметара или ортопироксен по имену, сачињен од силицијум-диоксида и измешан са нешто мало садржаја гвожђа и магнезијума. Око пола милијарде година тај малени комадић стene је очвршћавао у младој и ужареној Марсовој средини, а затим се скоро 4 милијарде година хладио на планети на којој су се вулканизам и узврелост лагано гасили, а затим трајно угасили. Лутао је око 15 милиона година Сунчевим системом после неког стравичног удара астероида или комете када је, одбачен од Марсове површине, одлетео свом силином у непрегледни интерпланетарни простор, да би, како смо то већ раније рекли, завршио своју невероватну и непредвидиву путању на Антартику у његовом дубоком леду.

Када би то био комад стene са кратера Миланковић, онда бисмо лако могли закључити да је његова старост око 15 милиона година. То, међутим, не знамо. Много је тих планетарних ожиљака на Марсу и још више одбачених комада стена који су приликом страховитих удара одлетели чак у интерпланетарни простор, па је немогуће тачно одредити њихова изворишна места. Исто тако, дуго је тај Марсов примерак о коме говоримо лутао непрегледним космосом - толико дуго да се на Земљи сменило више геолошких епоха, почев од средине миоцена, па све до квартара и данашњице.

И поред свега тога, ипак поседујемо неке елементе како бисмо делимично познавали проблематику старости кратера Миланковић. Тачније речено, то је старост његових стена или андезита и базалта. Дакле, овом приликом говоримо о

основи кратера, а сам судар са небеским телом и време колизије остављамо за неку другу прилику.

Чак 2800 километара удаљен од кратерских терана ка северу налази се кратер Миланковић. Мора се рећи веома велико растојање. Ако га представимо у земаљским размерама, тада би то било двоструко више, како смо видели, а тих 5600 километара значило би скоро половину Земљиног поларног пречника! Замислимо, дакле, растојање од северног пола до екватора, а затим рецимо шта то треба да означава.

За стене које изграђују кратер Миланковић на Марсу постоји мишљење да су невероватно далеко пропутовале. На тако нешто указују евентуални извори основне вулканске масе, а у прилог том схватању говоре и неке радне хипотезе и још недоказане поставке.

Са друге стране, поједине теорије саопштавају да су ти изворишни делови непосредно испод кратера и да тако изражених планетарних кретања није било.

Хтели то или не, ове хипотезе ће једног дана морати да се нађу на провери, а за сада дајемо само њихове основне предиспозиције:

⇒ *Изворишна базалтска област могла је бити Тарсис (Tharsis) провинција.*

Вулкане Тарсис провинције већ смо поменули у фусноти 18 када смо их поредили са хавајским и појавом хавајске “вруће тачке”. Уколико се докаже да се базалтски корени делови налазе баш у овој провинцији, тада нас Марс више неће изненађивати само својим гигантским кратером и мегаканалом, већ и циновским вулканским изливима који су скоро прекрили читаву планету. У том случају оно што данас скромно видимо и разотркивамо на Марсовој површини само је један мали део великог унутрашњег и скривеног вулканског бића црвене планете.

⇒ *Базалтски излив има локални карактер.*

Ово би требало да представља неку врсту много скромније варијанте или виђење кратера Миланковић као усамљене појаве на северној Марсовој хемисфери. Наравно, уколико би се у близини кратера открили вулкански канали, вентили или слични вулкански докази аутохтоног изливања, тада би

тиме практично много тога било решено у смислу изналажења базалтских корених делова.

Старост андезита, а посебно базалта, везује се за најстарију или иницијалну фазу стварања Марса. У то време планета је била активна, ужарена, препуна излива лаве, гасова и тако високих температура да је пре изгледала паклено него обећавајуће животно. По свему судећи ни Марсова младост



Могуће примарне области настанка базалтских излива. По претпоставкама једна каже да се налазе у теранској зони Тарсис провинције (ознака 1), а друга да су у питању локални изливи (ознака 2).

---

није била дуговечна, већ некако убрзана и узлазно одрастајућа, временски недовољно сазрела, а хитро усахла и окончана. Нешто силовито и немилосрдно као да је Марсу преломило тек стасала колена, а он као млада и крхка биљка изгубио најважније ослонце и равнотежу, одаслао своја два сателита из свог рањеног тела и тиме започео сопствено гашење. Овакав сценарио као да оправдава називе данашњих Марсових трабаната Страх (Фобос) и Ужас (Деимос).

Кратер Миланковић је, наравно, знатно млађи од андезита и базалта.

### Колико млађи?

То питање остављамо у аманет оним истраживачима који тек треба то да истраже. Нама данас остаје само као утеша да делимично познајемо процес стварања кратера, ту деформацију планетарне површине у којој је космичка енергија лутајућег небеског тела трајно предата некој планети, стварајући за узврат вечни дефицит њене масе.

Исто тако - за претпоставку - остаје нам веровање да је средишњи део кратера Миланковић препун здробљеног материјала, песка и прашине што је ветар својим вишемилионским радом навејао са обода кратера или широких Марсових пространстава. У том ситном земљишту или, боље речено, марсишту вероватно да је вечно утиснут и неки препознатљив знак времена његовог настанка.

Открићемо и то свакако једног Марсовог сола, у ближој или даљој будућности, јер поуздано знамо да је то извесно и људски оправдано.

## ПОЛУВЕКОВНО ОСВАЈАЊЕ

За Марс можемо поприлично поуздано да кажемо да је освајан на два начина.

Први је био историјски или пионирско-херојски (за мно-  
ге романтичарски), јер је на њему “пронађено“ чак и оно чега  
никада није ни могло бити. Раније смо навели “епохалне“  
проналаске канала, мора, вегетације, интелигентних бића, а  
имена Секија, Вивела, Лиаса, Скиапарелија, Фламариона и  
других остаће трајно уписана у анале Марса као људи чија је  
машта могла да замисли сва могућа чуда и чудеса. Ипак, тај  
романтичарски деветнаести и прва половина двадесетог века  
неповратно су минули са свим својим заблудама и маштови-  
тим узлетима, а сменили су их космичке мисије, снимци пла-  
нете у високој резолуцији и нове истине.

У тој шареној свити “истраживача“ Марса мало је било  
оних који су разумно и мање спектакуларно размишљали. Ду-  
го се над Марсовом представом надвијао Фламарионов  
пласт илузија, па су се зато научна-фантастика и филмска  
индустрија опсежно прикључиле том општем марсовском лу-  
дилу и прозвели низ најразноврснијих и најнереалнијих књи-  
га и биоскопских представа. Сем бујне маште и немогућих  
идеја те замисли ништа друго нису поседовале и о њима не  
треба више трошити ни време ни речи, јер никакву научну  
основу у себи нису садржавале.

За почетак другог периода или начина истраживања Марса могли бисмо навести 1960. годину као прекретну или посебно значајну. Заправо, и раније је било трезвених људи који су Марс посматрали много студиозније, али је њихов број био јако мали, а гласови толико усамљени да нису били у стању да преовладају марсовски сензационализам и спекулације комбиноване са сањаријама.

Средина и крај шездесетих година двадесетог века припадају америчким космичким мисијама на Марс Маринер 4, 6 и 7, али за њихово успешно остварење требало је припремити “терен”, разоткрити и развити бројне иновације, унапредити космичку технологију и поставити темеље компјутеријализације. Наведене мисије, наравно, нису могле да “никну” саме од себе нити да изнапредују као печурке после кише или преко ноћи, па зато с пуно права кажемо да је време ране седме деценије двадесетог века истински зачетак открића Марсних тајни. Уколико се присетимо да је и тренажни полигон за Марс на канадском острву Девон успостављен исте године, тада уочавамо да се човеков однос према Марсовој истинитој слици у потпуности променио и да је тек тада закорачио апсолутно новим стазама истраживања.

Поменуте мисије Маринер 4 (1965. година), 6 и 7 (1969. година) имале су информативни карактер - летелице су послале прве вредне слике Марсове површине. Телевизијски снимци су показали бројне кратере, сличне Месечевим, и трајно распршили до тада широко распрострањену идеју да би Марс могао бити сличан Земљи. Дефинитивно, никде није нађено ни трага од мора, зелених површина, вегетације или напредне цивилизације. Тада је по први пут и уочено да је Марсов ветар доминантан ерозиони чиниоц на планети који је у стању да изазове глобалне олује и подигне огромне количине прашине и песка у истањену Марсову атмосферу.

Са данашње тачке гледишта, наведени Маринери имају историјску улогу, али не треба занемарити чињеницу да су по први пут послали јасне снимке површине планете који су разоткрили сву сировост огњене Марсове стварности.

Први Марсови орбитери послати су већ раних седамдесетих година двадесетог века. Били су то амерички Маринер 9 и совјетски Марс 2, док је Марс 3 представљао комбинацију орбитер/лендер.<sup>20</sup> Наведене мисије остварене су у току 1971. и 1972. године.

Мисија Маринер 9, иако се одвијала у веома неповољно време велике планетарне олује каква је вероватно једино могућа на Марсу, ипак је дочекала срећне дане завршетка те непогоде и по први пут послала јасне снимке површине планете у високој резолуцији. Тек тада су се сагледале изванредно високе вулканске купе, циновски екваторијални кањон Валес Маринерис, Марсова јужна хемисфера препуна кратера, а северна поприлично заравњена са ту и тамо по неким небеским ожилјком. Ова физиографска асиметричност као да је у будуће постала нека врста Марсовог заштитног знака.

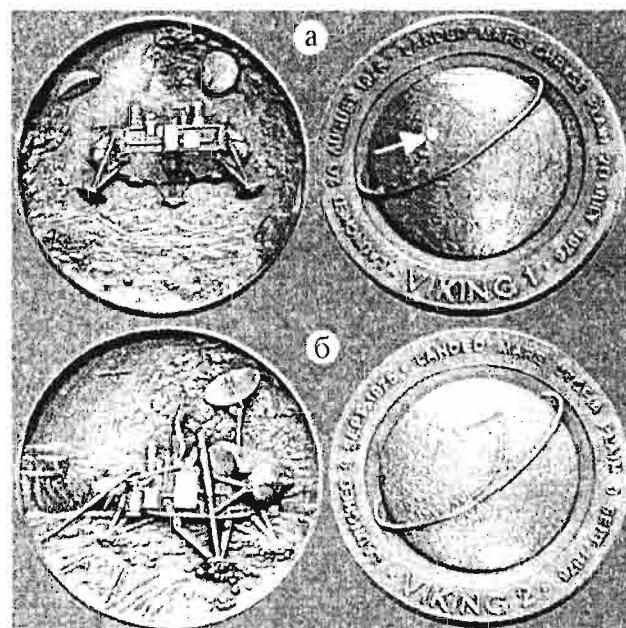
За седамдесете године двадесетог века могло би се рећи да су представљале неку врсту освајачких када је у питању црвена планета. Истина, совјетске мисије Марс 4, 6 и 7 само су представљале летелице које су се приближиле планети и послале нове вредне снимке, али је зато Марс 5 имао далеко озбиљнију улогу и као орбитер послao изузетно корисне информације које су допуњавале сва претходна сазнања о овој планети.

Мисије Викинг 1 и 2 у периоду од 1976. до 1980. године као орбитери и лендери дали су још вредније податке. На основу њих већ је могло детаљније да се говори о Марсовој атмосфери, леденим поларним капама, количини угљен-диоксида и осталим гасовима на планети, климатским и сезон-

<sup>20</sup> Термин лендер (*lander*) на српски језик могао би да се преведе као приземљивач у буквалном смислу. То је ипак рогобатан израз, јер уколико нека летелица слети на Марс, онда то није приземљење, већ *примарсење*, али, у исто време, таква реч је апсолутно непозната у српском језику. Према тој логици пандани би, нпр., били: земљиште - марсиште, уземљење - умарсење, геологија - марсологија, геолошки - марсолошки итд. Са друге стране, није се трагало за погоднијим изразом, као ни у случају орбитер, јер такви термини не постоје у српском језику (нпр., орбита = путања, али орбитер = путањар није познат као такав).

ским променама, а вечно питање живота на Марсу поново је подстакло човека на размишљање и нагнало га у потрагу за могућим доказима или бар траговима постојања живота. Поприлично исправно се размишљало да би евентуални докази о постојању живота на Марсу дефинитивно променили човекове тврдокорне представе о његовом настанку и развоју на матичној планети.

*Орбитери/лендери мисије Викинг 1 (а) и Викинг 2 (б) који су слетели на Марсову површину 1976. године и послали драгоцене снимке планете. Изглед тих летелица приказан је на бронзаним медаљама (пуштене у јавну продају у ограниченој броју примерака), а места слетања на Марсу назначена су стрелицама.*



Колико су шездесете и седамдесете године двадесетог века биле активне у погледу освајања и откривања тајни Марса, толико су осамдесете представљале једну пасивну фазу у којој се човек, после разочарајућих резултата у погледу претерано оптимистичких очекивања, преиспитивао шта му даље ваља чинити у будућности. Тада скоро дводеценијски зас тој ипак је представљао неку врсту стратегијског размишљања и планирања нових циљева са новим технологијама истраживања и управљања не само летелицама на даљину, већ и спуштања самоходних возила која ће моћи да изврше прво путовање по Марсовој површини и пошаљу снимке и узорке тла на даља испитивања.

Тако су крајем двадесетог века послате две америчке космичке мисије. Једна је била Марсов глобални премерач (Mars Global Surveyor) као орбитер, а друга Марсов шетач или

проналазач (Mars Pathfinder) као лендер и возило. Обе мисије остварене се током 1997. године.

Када је 4. јула исте те године у области Арес Валес (Ares Valles) слетео Марсов проналазач, а његово возило под именом Посетиоц (Sojourner) пошао у мисију снимања околине, започета је апсолутно нова фаза упознавања Марсове површине, његове атмосфере, историјског развоја и могућих трагова живота. Тиме није само начињен револуционарни искорак у разумевању еволуције планете нити се човек обогатио бројним и разноврсним снимцима страног света, већ је његова машта у толикој мери узврела да је по први пут имао право себи да каже да своје његово даље виђење црвене планете корача стазама истине и тврдих научних поставки.

Некада давно у Марсовој прошлости та област Арес Валис захватила је поплава, али то није било обично плављење, већ права мега или “мамут“ поплава, како су неки желели да представе њену силину. Зашто је баш искоришћен овај термин изумрлог слоновог рођака да би се дочарала планетарна катастрофа остала је тајна, јер нити је примерена Марсу, нити је на њему било мамута, а ни време плављења није одговарало времену постајања мамута на Земљи. Термин се одомаћио и за дивно чудо одржао у том облику. “Мамут“ појам је од тада па на даље задобио и значење неког крупног догађаја.

Откриће вулканских стена као што су базалти и андезити, што смо и раније помињали, отворило је нове странице Марсове историје, посебно оне која је говорила о његовој тектонској активности и повезаности са тектоником плоча која је позната на Земљи. Ипак, та Марсова активност, како ће касније пажљиве анализе показати, биле су далеко скромније у поређењу са Земљином, скоро ништавне, временски веома ограничene и без неког посебног значаја. Некако тужно и тупо је одзвањало сазнање да је у питању не само планета без живота, већ и небеско тело без активне историјске улоге у Сунчевом систему.

Било је то супротно свим претходним и оптимистичким човековим очекивањима. На тај начин слика Марса постала

---

је поприлично суморна, мање мистична и много више сувово реална.

Мисија Марсов проналазач дала је непроцењиве резултате, многи су били неочекивани, а највише су се њиме обогатили они који су проучавали Марсову атмосферу, геологију, климу и минералошки састав тла.

Узмимо само за примере угљен-диоксид, кога смо нешто раније детаљно изложили, говорећи о њему као господару број два на Марсу и воду као непроцењиву драгоценост. Наведена мисија је показала да је у Марсовој прошлости било знатно више угљен-диоксида, а исто тако и да је планета могла бити знатно богатија водом. Где су затим нестали, постављало се логично питање.

Бројни истраживачи верују да се велике количине и гаса и воде налазе замрзнути у леду, а друга група мисли да је Марсово подземље (подмарсје) богато овим садржајем, посебно водом. Уколико би се ово, пак, показало као тачно, тада би у великој мери депресивна слика о Марсу задобила сасвим друге обрисе, јер откриће воде, без обзира на којим дубинама се она налазила, дало би толико изгледне могућности за даљи развој планете да то не би било препознатљиво са данашње тачке гледишта. У овакву вероватноћу не само да вреди веровати као у најлепши и најоптимистичкији поклон човеку, него никада не треба сметнути са ума да су скривене могућности расејане свуда унаоколо, посебно на Земљи и дан данас, и да је само питање времена и начина када ће то бити схваћено и разоткривено.

Грађа Марсове унутрашњости по први пут беше упозната током ове мисије. Само језгро планете, по бројним проценама, није могло бити мање од 500 километара у пречнику, али ни веће од 750 километара. Први пут је добијен опипљив податак о Марсовом металном језгру, али то не беше једино откриће.

Изненадан проналазак невероватно екстремне Марсове температуре и нагле промене на врло кратким растојањима показало је да човека и даље чекају бројна изненађења на тој планети. Једно је било температурна разлика између саме површине терена и температура незнатно изнад ње или она

на растојању од човекових прстију на ногама до његовог носа, што може да представља удаљење од око 1,7 метара као што је данас то код просечног Србина! Та разлика износила је невероватних 4,5 степена Целзијуса.

Ипак, све то што смо набројали није представљало све-укупно изненађење са Марса. Исто тако, било је добро познато да се за многа занимљива открића не би сазнало да техничка или инструментална подршка нису били на висини свог задатка. Савршене камере, исправне батерије за рад, а о компјутерском систему да и не говоримо, били су неопходно потребни предуслови за успешну мисију. Па и поред свега тога, тим стручњака који је радио на овом НАСА програму имао је пуно разлога да са поносом тврди да је читава мисија мање коштала од прекоокеанског брода Титаник - тим пре што се она завршила успешно, а Титаник трагично.

Ово је уједно представљало и последње упознавање са Марсом у двадесетом веку.

Даљи део полуековног освајања ове планете наставио се у првој декади двадесетпрвог века и о томе ћемо много више говорити у наредним поглављима, али и кроз досадашње излагање јасно је уочљиво да је објекат који смо поставили у центар ове књиге или Марсов кратер Миланковић био спорадично проучаван, увек некако поприлично удаљен од центара збивања, као да је представљао Марсову забит или некакав буџак на који је мало ко обраћао пажњу. Наравно, то је тако уколико се има на уму да су Марсов екватор и његова околина одувек били “главни играчи”, па и у следећим епизодама, и зато ћемо ускоро разматрати мисије које су остварили Бигл 2, Дух (Spirit) и Прилика (Opportunity).

## БИГЛ 2

Идући тако кроз релативно кратак историјат освајања Марса, доспели смо у прву декаду двадесетпрвог века или последњу од нулте године када је уведено бројање времена.

Једна од летелица која је покушала да се спусти на тло ове планете у наведено време била је Бигл 2. Њу је заступала европска заједница и британски систем специјално конструисан за ту прилику са основним задатком да се открије живот или бар трагови живота на Марсу. Спуштање летелице на тло ове планете, међутим, није се одиграло по планираном сценарију. Заправо, њен циљ или широки екваторијални седиментациони басен Исидис Планитија (*Isidis Planitia*) није успешно достигнут крајем те 2003. године, а за разлоге њеног неуспеха постоји више претпоставки.

Прва каже да Бигл 2 није промашио свој циљ и да, пре ма томе, није остао заробљен у Марсовој орбити, већ да је тај део пута успешно савладао. Друга каже да му је претила опасност да сагори у Марсовој атмосфери, иако је познато да је она веома истањена, али да се ни то ни остварило. Ипак, остаје могућност да се нешто непредвиђено догодило на том делу мисије. Трећа, која делује некако најуверљивије, саопштава да се Бигл 2 није “мекано” спустио, већ недовољно безбедно или чак треснуо (!) о Марсово тло због чега је могло доћи до хаварије и неуспешног завршетка мисије.

Било како било, тек Бигл 2 је током јануара и почетком фебруара 2004. године послао повремене сигнале, а затим су се те краткотрајне наде угасиле и већ половином фебруара исте године званично је саопштено да се његова мисија завршила неповољно.

Биглом 2 се нећемо детаљније бавити, али ипак не можемо заобићи две ствари.

Прва је избор поменутог седиментационог басена Иси-дис Планитија, а друга потрага за животом или документима некадашњег Марсовог живота.

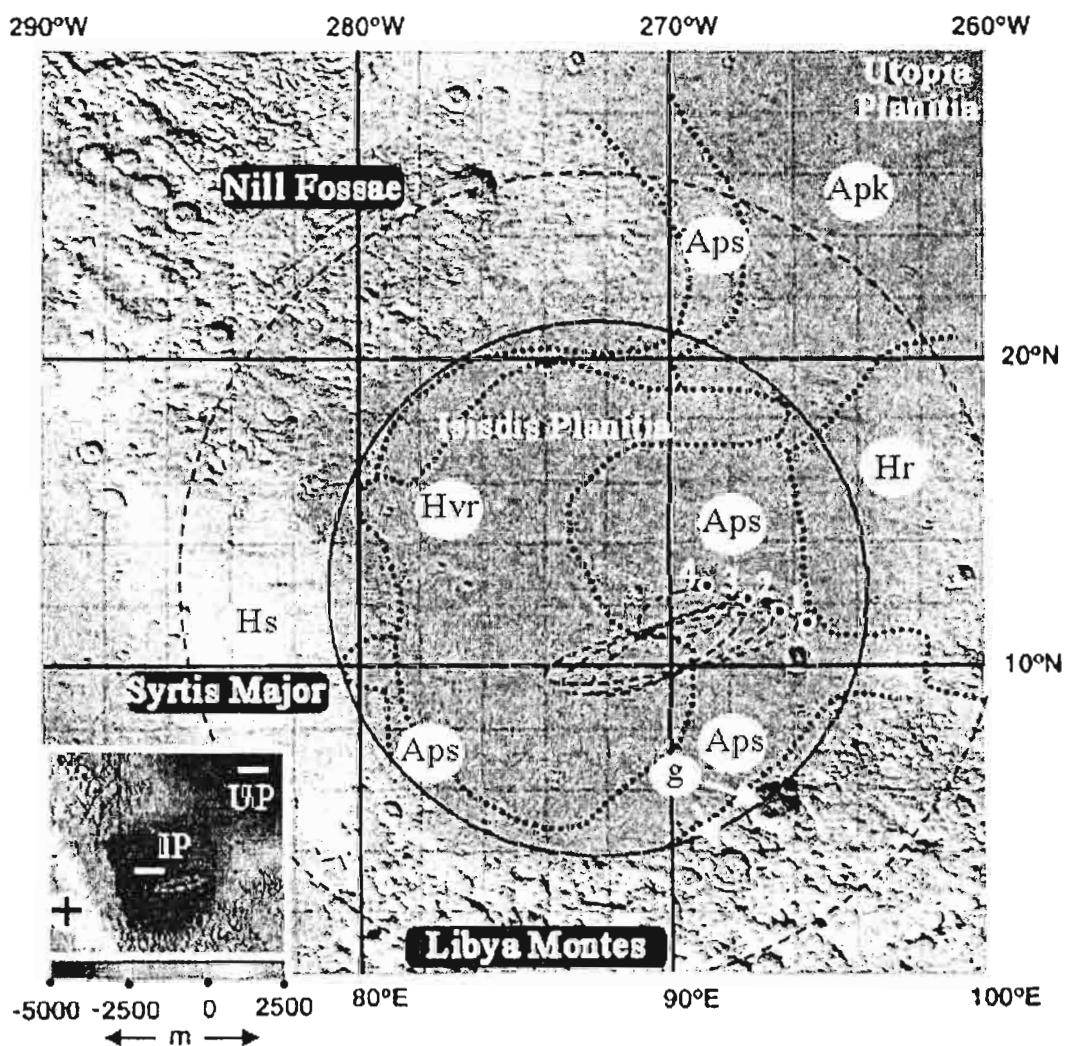
Екваторијални Иси-дис басен је веома велики по својим димензијама, чак 1600 километара у пречнику. За њега је установљено да је испуњен лавом и седиментима на самој површини терена; за вулкане се претпоставља да су били активни од хисеријана до амазонијана (не и најстарији развојни периоди Марса) и да у Иси-дис басену има и вулканских купа. Према томе, у геолошком (марсолошком) погледу, постоје сигурно две формације: амазонијски заравњени плато и хисеријанско предгорје са истакнутим гребенима.

Ипак, у читавој овој прици најзначајнији су седименти или седиментациони процеси који могу имати везе са некадашњим Марсовим животом. Како су те индикације установљене аналитички или интерпретирањем космичких снимака, тако је и пао избор да наведени басенски предео буде предмет истраживања могућег живота на овој планети.

Други значајан моменат био је начин истраживања и коришћење аналитичких метода. Планирано је да се путем минијатурних инструмената реше веома крупни проблеми од којих су се посебно издвајали они које је у задатак имао масени спектрометар. Наиме, путем прикупљања узорака помоћу механичке руке, спектрометар је требало у њима да трага за органским материјама, водом и минералима чији је настанак тесно повезан са постојањем воде. Овим би се, како се сматрало, на индиректан начин дошло до трагова и доказа постојања некадашњег Марсовог живота. Бигл 2 је и успео да сакупи неке узорке тла, али само у радијусу од 75 центиметра

од места на које беше слетео и то је била сва његова путања по непознатом тлу - она мала шетња остварена током ове мисије.

Ипак, Бигл 2 је дао корисне информације и оставио много тога за размишљање. Једно од тих је следеће: можда се



Прегледна карта Марсове површине или басена Исидис Планитија на који је било предвиђено да слети Бигл 2 крајем 2003. године. Тачкасто су назначене могуће границе различитих јединица у геолошко-географском смислу: Aps - амазонијски равничарски седименти, Hvr - члан предгорја формације Ваститас Бореалис, Hr - хисеријански гребени, Ark - амазонијска брдовита јединица, Hs - Сиртис формација. Бројеви од 1-4 означавају одабрана места за слетање космичке летелице, а ознака g два до скора непозната кратера вероватно испуњена седиментима амазонијена (назначено стрелицама). Малом сликом (доле лево) представљена су два басена (Исидис Планитија, IP и Утопија Планитија UP, ознака -) и њихове релативне висине у односу на брдовито-планинске јединице Сиртиса (ознака +), Либије и Нил формације.

Марсов Галапагос, како се веровало, па се читавој мисији дато име по Дарвиновом броду, не налази у поменутом Исидис басену, иако је, баш као земаљски, у екваторијалном појасу?

За утеху, остало је нешто друго: од 2003. године Бигл 2 је започео вечну стражу у Марсовом пустом пределу као сведок неке нове еволуције, али овом приликом освајања једне планете у Сунчевом систему.

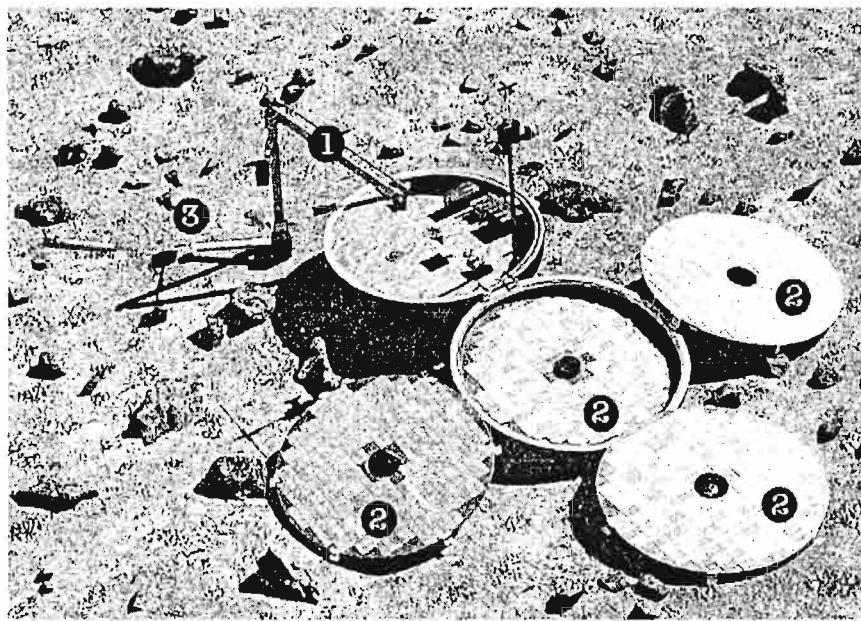
Исто тако, остала је и нека врста опоре поруке.

И поред упорних, могло би се сасвим поуздано рећи, дарвинистичких предвиђања како ће се наћи докази постојања живота на црвеној планети, а самим тим у преносном смислу и свепланетарни карактер процеса који се назива еволуција, ипак је неуспех мисије у основи очувао данас увеко пољуљану теорију о пореклу врста. Ако је и постојала, Марсова еволуција живота се дефинитивно окончала са дарвинистички неприхватљивим крајем који се назива катастрофа или трајни прекид живота. Развој живог света, ако је постојао, неумољиво је пресечен разорном оштрицом космоса и космичким законитостима који ни мало нису марили за теорију земаљског типа сагледавања, по најмање Дарвинову идеју, и та болна истина, као она о трилобитима и диносаурусима пре више милиона година на Земљи, вероватно ће још више разарати путању и веровање у лагани, континуални и временски доследан развој живог света и његов скоро усташтени ход кроз монотону еволуцију без великих скокова, наглих промена или страдања на планети.

Веровање да је Марс пуста и беживотна планета данас је чвршће и више него ikада. Са убицом, какав је угљен-диоксид, на Марсу се пре више милиона година одиграла планетарна драма у коме је тамна страна живота загосподарила, а губитник кисеоник, расадник процвата, доживео трагичан крај и скоро нестао са лица планете. То нас мора убедити да живот не само да не побеђује увек и нема редован срцепарајући поетичан и срећан филмски завршетак, како је то усточично, већ отвара странице неповољних катализматичних догађаја којима је очигледно препун Сунчев систем. Много

више, нажалост, него оних који говоре о одржању и успешном развоју живота.

Бигл 2 као да је све то на индиректан начин и доказао. Његова катастрофална мисија неће спречити човека да даље на Марсу трага за доказима живота и сигурно је да ће још много новца потрошити за разноразне космичке мисије, али се неће стати док коначна истина не избије на видело. Одговор на питање зашто је кисеоник изгубио одлучну битку или шта је пресудило да убица угљен-диоксид загосподари планетом неће имати много значаја за Марс и његово “бојно поље“ на коме се све то некада трагично догодило и неповољно завршило, али зато хоће за Земљу и њене становнике. Та поука може много да значи за будућност планете и одржање живота на њој и ту лежи сва тајна упорних трагања на Марсу - како потенцијалног убицу угљен-диоксид спречити у његовој пакленој намери да исти сценарио не понови и на планети која нам је даровала најдрагоцените што имамо, а тако скромно кажемо живот.



*Спољашњи изглед Бигла 2 који је ушао у историју неуспешлих космичких мисија на Марс. Слика приказује хипотетичку представу његовог начина истраживања околине. Ознаке на слици: 1 - механичка рука, 2 - Сунчане плоче и 3 - врх механичке руке на којој су биле смештени стерео камера, скупљач узорака стена, масени спектрометар, спектрометар са X-зрацима и микроскоп.*

## ДУХ И ПРИЛИКА

Исте године у којој се мисија Бигл 2 завршила неуспешно, дододила се друга, рекли бисмо близаначка, јер су на Марс слетели ровери Дух (Spirit) и Прилика (Opportunity). Њихова одисеја имала је сасвим другачији карактер; превасходно су се бавили потрагом за водом или доказима постојања воде на Марсу у његовој прошлости. Ни за успех планиране мисије не би могло да се каже да је био краткотрајан или безначајан, као у претходно описаном случају, већ, напротив, величанствен и користан, а остварене путање по Марсовим пустим пределима биле су довољно дуге да би се сагледале бројне непознанице на овој планети.

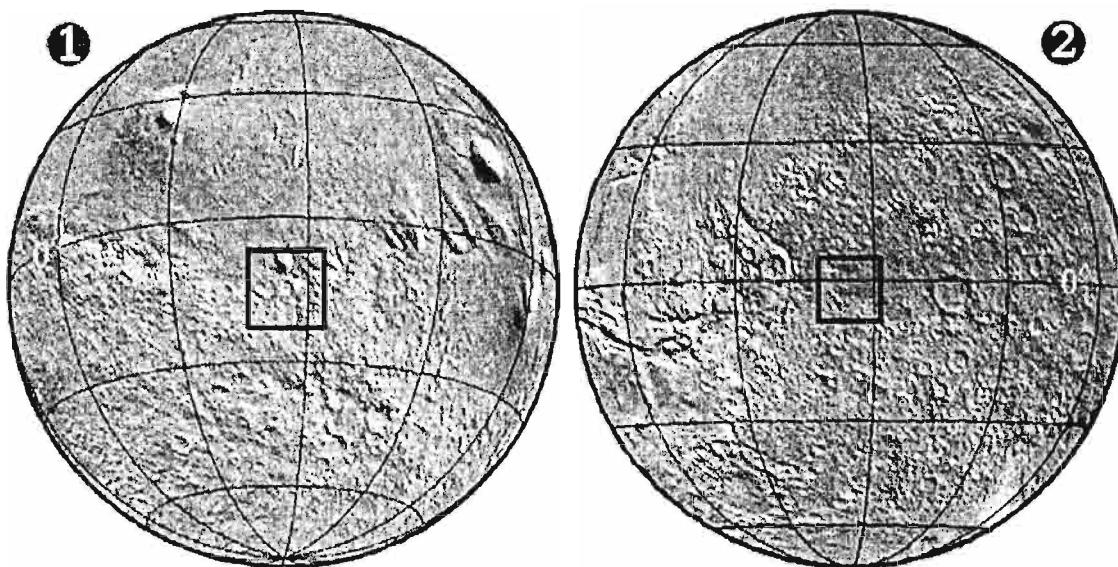
Дух је први стигао на црвену планету, 3. јануара 2004. године, а Прилика 19 дана касније. Од тог времена за њих ће престати да се броје земаљски дани и ноћи, а постојаће Марсови соли које ће успешно низати и још успешније оправдати својим резултатима.

Срачунато ћемо прећи преко многих техничких или конструктивних детаља везаних за ова два наведена возила, а нашу пажњу усресредићемо на постављене циљеве са којима су они послати милионима километара далеко од Земље. Већ смо рекли да је истраживање трагова постојања воде у Марсовој прошлости био основни задатак ове мисије, а то је подразумевало налажење карактеристичних седимената, места

њиховог таложења или хидротермалних активности, али то не беше све.

Опште је познато да су први кораци, било где и било чији, увек почетнички, слични онима које начини тек нешто мало стасала беба, па је исти такав случај и са човеком који је први пут слетео на другу планету. И ова мисија је то показала, па је зато превасходно требало истражити оближњу околину на коју су се летелице спустиле. На тим локацијама се трагало за древним процесима или гео, односно марсо променама, а посебно утицајима ерозије које су могле начинити вода и ветар као важни природни фактори.

Овакав начин понашања имао је свој дубоки смисао, јер су сва дотадашња сазнања о геологији Марса потицала са сателитских снимака или од способности интерпретатора да у њима препознају поједине активности или развојне догађаје. У овом случају Дух и Прилика су преносили непосреднију представу о околини, а човек је могао да уочава многе детаље које је до тада сагледавао, али недовољно уочљиво. У исто време могло се доћи и до сазнања колико су до тада употребљени инструменти били корисни и прецизни.



Марсове површине (уоквирено) на коју су слетели Дух (1) и Прилика (2). У оба случаја уочљиво је да се ради о екваторијалним (назначено  $0^{\circ}$ ) или близко екваторијалним зонама у којима се налазе седиментациони басени са могућим траговима постојања воде.

Како је сва Марсова површина обојена скоро само једном преовлађујућом бојом, то су минерали гвожђа имали посебан третман, нарочито они који су у себи садржавали воду или своје порекло водили из водене средине. Зато је сваки карбонат гвожђа по свом значају био у потпуности изједначен са каквим мајданом злата или, рецимо, расејаним дијамантским ореолом унутар кратерског прстена. Водени траг, размишљали су научници, био је уједно и траг живота на Марсу, а то је представљало, математички речено, први извод компликоване диференцијалне једначине која је указивала на драгоцену границу или онај пресудан корак из света неживог у свет живог.

Постојали су, наравно, и шири или додатни циљеви којима су се бавили Дух и Прилика, па је тако неминовно било упознавање минералошких и текстурних карактеристика средине у коју су истражна возила доспела. Једно је било разоткривање особина простора у којима је вода некада могла постојати, потрага за траговима њеног деловања или остацима и доказима да је Марс у својој прошлости садржавао воду. Због свега тога један проналазак је побудио посебну пажњу, јер се разликовао од средине у којој се налазио и истовремено издвајао својим необичним изгледом у односу на целокупну слику Марсове површине.

Био је то комад стене назван “Мими”.

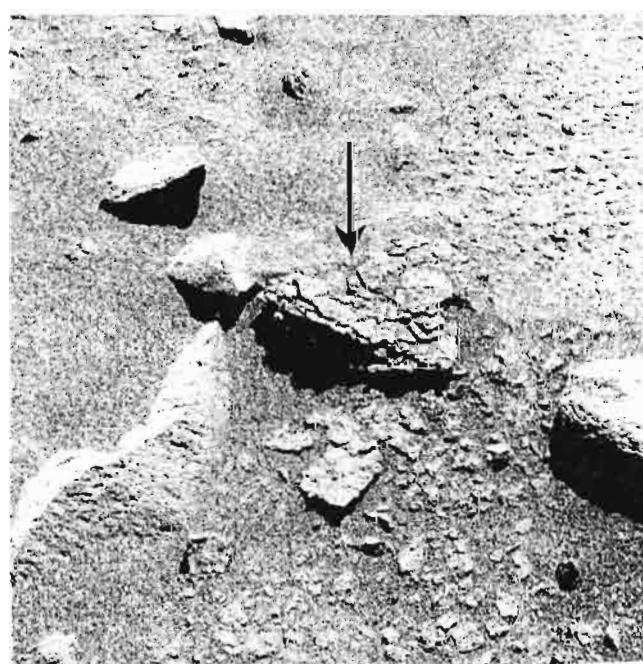
“Мими” је био љуспаста, плочаста, лискаста или краљушаста маса, веома позната на Земљи и честа појава код стена под називом глинци или лапорци, рецимо. “Мими” је на тако нешто неодољиво подсећао, а то је затим не само распалило машту код многих оптимиста (као и развој бројних хипотеза о настанку таквог комада стene), већ је поједине, најчешће оне непоправљиво уверене, скоро убедило да већи доказ о некадашњем постојању воде на Марсу и није потребан. Да ли је истинито да је “Мими” претрпео велике притиске, па се услед тога излистао, потпао под неки други утицај или био пустињска дина па се цементовала у виду лиски (али уз помоћ воде!), то за жељне доказа о постојању драгоцене течности и

није било толико битно. “Мими” је нешто значио, показивао такве особине и у то је требало веровати.

Поуздано је, исто тако, да ће Mars разоткрити још много таквих “Мимија” и да ће се због тога изродити бројне хипотезе о њиховим настанцима и повезаности са водом, али је све то скупа и недвосмислено у функцији веома скромног сагледавања живота на Marsу. Време откривања спектакуларних цивилизација, опасних бића по Земљане, давно је минуло. Тада романтизам заменила су пажљива астрономска осматрања, а још више допунили сателитски снимци, па затим бројне летелице и њихове камере које су дефинитивно разоткриле праву истину о црвеној планети.

Живот на Marsу, каквим га је и Миланковић видео, морао би бити дубоко скривен у унутрашњост планете, уколико уопште и постоји?! Сва његова спољашњост у потпуности је огольена, препуна каменитих или песковитих пустиња, голих брда и планина, дубоких кањона, стења које би много тога могло рећи када би имало уста да говори. Можда бисмо из тих казивања упознали трагедију једног давног живота чије су нити напрасно пресечене неком страшном и разарајућом силином. Дефинитивно је једно: Mars нема оно што Земља има и у томе је њихова огромна разлика.

*Случајност или чешћа појава на Marsу? Комад стene назван “Мими” (назначен стрелицом) са плочастим или листастим спољним изгледом из чега се дошло до закључка да би могао потичати из комбинованог дејства воде са неким другим утицајем (нпр., ветром).*



Еп о Духу и Прилици може да се испише на хиљаде других начина, али ће за њима увек остати исто оно што су за собом за сва времена оставили, рецимо, Јуриј Гагарин (Юрий Гагарин, 1934-1968), Стрелка и Белка, Тор Хајердал (Thor Heyerdahl, 1914-2002), Роалд Амундсен, Џејмс Куک (James Cook, 1728-1779), Фернандо Магелан (Fernando de Magallanes, 1480-1521) или бројни викиншки морепловци. Сви ти аргонавти, и космички, и копнени, и океански, ишли су први ка потпуно непознатим пределима, неутабаним стазама и све што су са собом донели било је ново и толико вредно да ништа потоње није могло да замени њихове претходне трагове. Ти први, па међу њима и Дух и Прилика, остаће трајно упамћени као драгоцене претече без којих би све било другачије.

Дух и Прилика се не вратише на своју матичну планету, нису то доживели ни Магелан, а ни бројни незнани Викинзи што освојише воде Атлантика на свом путу ка Новом Свету, али иза ова два близанца остадоше бројни трагови у виду непоновљивих слика Марсовог тла.

Ако само издвојимо кратер Издржљивост (Endurance), који је Прилика снимао од маја па скоро до краја 2004. године, запазићемо низ неодољивих детаља, а један одсек коме је дато име Барнс (Burns) уђи ће у многе уџбенике геологије планета Сунчевог система као школски пример из седиментне геологије. Биће у тим уџбеницима места и за хематитске “боровнице” из кратера Орао, а посебно једне локације која носи име Ел Капитан (El Capitan) где су пронађени празни микро простори (“vugs”) у које су се некада таложили различити минерали, па затим накнадном ерозијом однети из свог примарног положаја. Ти празни простори, понекад слични микро каналима или микро преслицама, истински су докази да су у Марсовој прошлости били активни и вода, и седиментација, и кристализација, али и да се све то касније изменило, усахло и заувек престало да постоји.

Трагови возила Дух и Прилика засигурно неће дugo опстati на песковитом Марсовом тлу. Дунуће поново неки нови, безбројни Марсови ветрови на тој планети и донети млађе честице песка и прашине путем сусpenзије, скокова или вучењем по тлу, како смо то раније већ запазили. Сви ти докази

---

кретања и првих истраживања биће поново прекривени, али ће зато милионима километара далеко и на другој планети за сва времена остати очувани документи да су се нека човекова возила кретала по Марсу и по командама датим са удаљене матичне планете, слали снимке за анализе и разоткривали ситне мрвице Марсове прошлости, као и величанствене податке за будућност човековог опстанка у његовом Сунчевом систему.

Све што се буде накнадно истраживало на Марсу, увек ће се ослањати на резултате до којих су Дух и Прилика дошли. Ту неминовност само далеко време и неке нове технологије могу да превазиђу, али ће зато историја космологије и човековог освајања космичких простора заувек све то сачувати као трајно и вредно. Уосталом, и познато је да нешто што вреди успева да опстане, а та два мала и тако послушна возила начинила су управо такво дело.

## ЕКВАТОРИЈАЛНА ПРИВЛАЧНОСТ

Где се налазе најстарији трагови човековог постојања? Са којих се простора први човек запутио и пошао да упозна и осваја своју ширу околину? Које је прве светове сагледао? Зашто му је постојбина била баш тамо где су жарки предели, топла клима и екваторијална близина? Зашто се везао за Сунце и зашто и дан данас, у време ране зоре освајања других планета Сунчевог система, чини то исто иако на та своја освајања не шаље жива бића, већ самоходна возила, механичке руке или теренске лабораторије?

Очигледно је једно: човек се никада неће ослободити предрасуде која се назива осунчавање.

Жарка Африка је некада била рај за прачовека, јер му је нудила најосновније услове за опстанак. Ту је одрастао и лагано се одвајао од света својих корена, али и када се покрећао са староседелачких предела, чинио је то не само сумњиво и обазриво, већ увек некако тесно припијен и заштићен топлином Сунчевих зрака.

Најраније цивилизације узрастале су у Сунцем окупаним крајевима, најчешће претоплим и пустињским или полупустињским пределима, где се трпело од оскудице и воде и хране, али никада на штету природне топлине. Очигледно је да је Сунце било покретач живота и свих животних активности, а све друго само се надовезивало на то прво - основно и

трајно меморисано као нераскидива потреба и насушни извор опстајања.

Зашто су, према томе, поларне области последње које ће човек детаљније упознати на својој планети? Зашто је број његове врсте у тим крајевима сразмеран броју представника фауне или флоре, рецимо? Зашто је сав живи свет на планети по тим основама сагласан да само најотпорнији имају право и привилегију да тамо живе? Зашто се коначно тако понаша и на удаљеним световима, па на Марсу, нпр., у својим раним зачецима осваја само екваторијалне просторе?

Овај, да га тако назовемо, механицизам неминовно ће довести и до успореног процеса освајања Марсовог објекта кога смо овим делом поставили у центар наше пажње. Кратер Миланковић ће још доста дugo чекати на своје прве истраживаче, јер не само да је, како је то раније већ наведено, изолован у заравњеној северној хемисфери, већ и по логици човековог освајања не улази у категорију примарних.

За Марсов кратер Миланковић могли бисмо рећи да на неки начин представља “изловано острво” иако нигде око њега нема ни мора ни океана. Суштински, он је нешто слично острвском архипелагу Кергелен или његовом најзначајнијем представнику Велика Земља који је још својевремено посетио српски математичар Михаило Петровић, Мика Алас (1868-1943) у једном од својих бројних путовања током тридесетих година двадесетог века и описао у својој путописној књизи ”По забаченим острвима”.

Време откривања наведених острва најречитије потврђује нашу тезу о приоритету освајања кратера. Кергеленска острва су откријена тек у другој половини осамнаестог, а кратер Миланковић је задобио своје име два века касније, како је то већ речено на почетку ове књиге. И даље су Кергеленска острва непозната до егзотичности и скоро мистичности, а наш кратер, ма колико се трудили да га што више разоткријемо, сврстан је у категорију издвојених, класификованих и каталогизираних. Даљих поступака у вези са њим биће тек у некој далекој будућности, детаљније упознавање обавиће се спорадично или, да се тако изразимо, кергеленски, с времена на време и од случаја до случаја.

Да ли би нешто могло да промени приоритете и Марсов кратер Миланковић постави у бољи положај?

Могло би то, рецимо, бити откриће неког богатог налазишта. Прво на шта човек помисли када тако нешто наводи увек су злато, сребро, дијаманти или драго камење, можда рубини, сафир или корунд. Ништа мање значајно не би било ни откриће неког ретког и племенитог метала или елемента, скоро недоступног или само расејаног на Земљи, па би његово постојање увељико променило слику о кратеру, поставило га у центар интересовања или места за освајање и будуће насељавање.

Уколико нашу машту развијамо даље, онда неминовно у игру морамо увести и логичко размишљање базирано на научном знању. То нам казује да за могуће Марсове драгоцености морају постојати два извора. Први је повезан са основом, базалтима и андезитима, као доносиоцима тог богатства, а други са астероидом или кометом који су на Марс могли доспети из астероидног појаса и са собом донети оно што тако жељно претпостављамо да постоји.

Једно је, dakле, унутрашњег, а друго спољашњег порекла. Оба су немерљиво значајна и трајна вредност било које планете разасуте по читавом Универзуму.

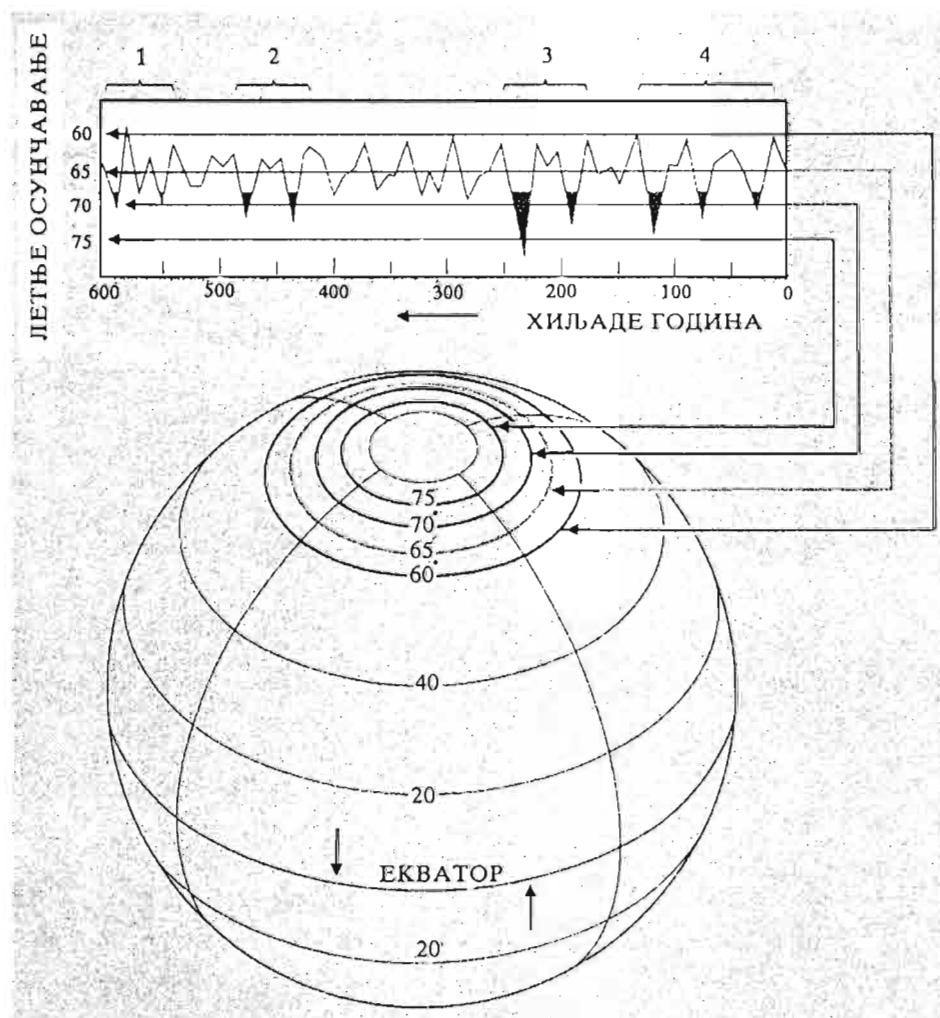
Трећи извор смо срачунато оставили да наслеђује претходно два наведена. За њега бисмо могли рећи да представља драгоценни космички спој планете и Сунчевог система. То би била интеракција између средине која поприма удар и средине која тај удар доноси. У тој космичкој колизији развила се, како смо то већ видели када смо говорили о типовима кратера, висока температура, а због ње су измењене првобитне стене. Зашто у тој измени не би дошло и до корисне трансформације? Да ли је у том процесу реално за очекивати издвајање термалних зрна или чак гроздова драгоценних минерала?

Посматрајмо Марсов кратер Миланковић и у светлу Миланковићевих циклуса осунчавања.

Опште је познато које је географске ширине на Земљи Владимир Кепен (1846-1940) сматрао критичним за настанак леденог доба. Миланковић је то "мишљење" математички развио до признате теорије данас. Такав принцип, наравно, не

би се могао пренети на Марс по аутоматизму, јер су разлике између ових двеју планета више него евидентне, али ако само на тренутак помислим да то и није тако, тада би марсографске ширине од 55 до 65 степени, као и на Земљи, задобиле посебан значај. Ова претпоставка начињена је само из једног јединог разлога: зато што се кратер Миланковић налази баш на Марсовој ширини од 55 степени!

Само овај повод, наравно, не би допринео да се промени става према кратеру Миланковић као у случају проналаска економски вредног налазишта, што смо раније већ разматрали. Ипак, начинио би се бар користан помак са Марсовог екватора и његове привлачности и допринело да се и на друге области обрати слична пажња.



Миланковићев дијаграм осунчавања срачунат за критичне географске ширине северне Земљине хемисфере и период летњег осунчавања. Бројевима од 1 до 4 (дијаграм горе) назначене су фазе глацијације у току последњих 600 хиљада година.

Све дотле, међутим, бројне будуће летелице и даље ће се окупљати око Марсовог најтоплијег ширинског појаса, његових широких седиментационих басена и предела што им дадоше несвакидашња имена: Тера Меридијани, Криси Планитија, Исидис Планитија или Арес Валис - све у зони екватора и циновског кањона Валес Маринерис. Тамо ће се трагати за Марсом немом прошлошћу у нади да се пронађу скривене поруке за будућност планете, али нико никада неће моћи да предвиди да је то баш исправан и једино могућ пут.

Неоспорно је да Марс “жeli да угости” человека иако је препун гасом-убицом, царством ураганских ветрова, екстремно хладним температурама, најдубљим гудурама и врлетима, небеским вулканским купама и ко зна чиме још што тек треба да буде откривено. Било би истински лепо када би се једна таква изазовна мисија упутила правцем кратера Миланковић, макар за циљ имала само скромни допринос да покаже да то није никаква равничарска провинција црвене планете, већ објекат вредан пажње.

А можда ће то тако и бити, ко зна?

## ЗАБЛУДЕ И УЗЛЕТИ

Када бисмо Марсове координате кратера Миланковић пренели на Земљу, његов положај и карактер битно би се променио. Нашао би се у северном делу Тихог океана дубоко под водом Аљаског залива, окупан и опкољен северном барјером Аљаског полуострва и Кодијак острва са запада, територијама Аљаске и канадског Јукона са севера, а на истоку би се виделе моћне Стеновите планине Британске Колумбије и Александар архипелага. На југ би се слободно ширио ка непрегледним просторима Тихог океана, а топле и хладне Алеутске океанске струје мешале би се високо изнад њега на површини моћне водене масе, чинећи затворено и вртложно крењање, значајно за климу овог дела света.

Уколико бисмо на неки чудесан начин могли да уклонимо сву ту неизмерну воду Тихог океана и само на кратко видимо како планета изгледа без ње, запазили бисмо да би се Марсов кратер Миланковић нашао у брдовитом делу океанског дна или тзв. морско-планинској провинцији. Био би у сасвим другом окружењу, јер би се на северу налазио непрегледни Алеутски ров који би се као змија полулучно протезао ка Курилском рову ка западу. Опкољен Стеновитим планинама са истока и скоро праволинијском Мендокино фрактурном зоном са југа, имао би слободан пролаз само према западу или благом тихоокеанском побрђу.

Замислимо да Земљу можемо да сведемо на димензије Марса. Наравно, све би се тиме променило, али не и наслеђене координате кратера које ће заувек остати  $+147^{\circ}\text{W}$  и  $+55^{\circ}\text{N}$ . У односу на Земљу, Марс је скоро дупло мањи, па би самим тим поступком све на њој постало несвакидашње малено.

Начинимо и супротан поступак, па Марсове димензије преведимо на земаљске. За кратер Миланковић већ смо рекли да има пречник од око 115 километара.<sup>21</sup> Уколико бисмо га прилагодили земаљским условима, тада би скоро читаву Србију прекрио по ширини, а у дужини затворио раздаљину од Београда до Ниша или чак  $1/3$  државе по њеној дужој оси.

Начинимо још неколико поређења која изгледају несвакидашње и утопистички, али математички тачно.

За дубину кратера речено је да износи око 3 километра. Удвоstrучено на Земљи то би било 6. Да ли било где у Србији постоје тако велике хипсометријске разлике? Највиша планина, како је већ речено, три пута је мања, а само за јужне и источне српске пределе може да се каже да су планински са исто тако одговарајућом планинском климом. Са оваквим висинама у Србији би се дословно све променило и она више не би била “башта Европе”, већ сурови крш, врлетна и облакопарајуће планинска земља без вегетације. Поново би њоме као на Марсу харали ветрови, само с том разликом што не би доносили црвенкаст или боје рђе песак и прашину, већ снегове и ледене мразеве. У потпуности би се изједначила са перуанским Мисти вулканом или еквадорским горостасом Чимборацом, а алпски челник Матерхорн само би представљао њеног “млађег” брата.

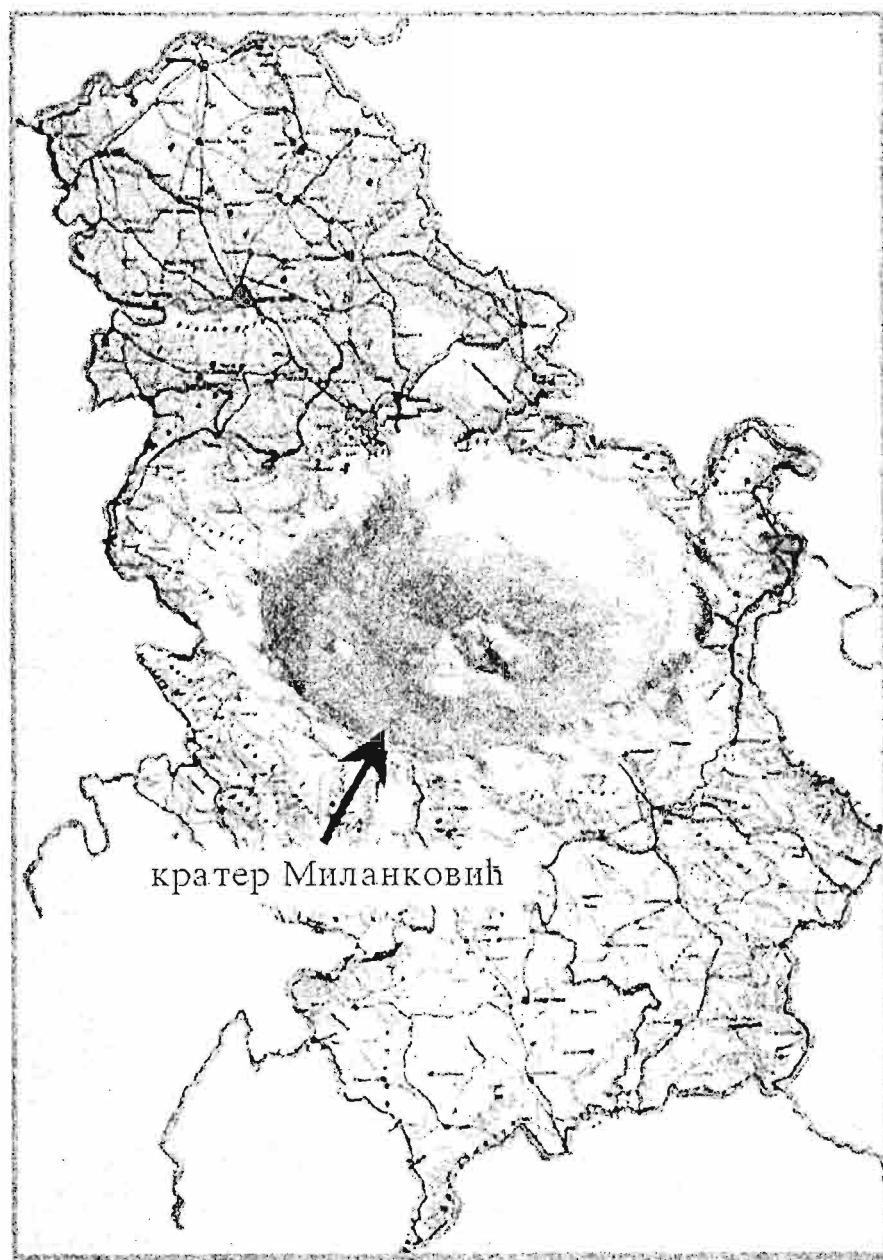
Но, наша машта и комбинаторика не завршавају се на овим констатацијама.

Да би се начинио кратер Миланковић на Марсу из космичког простора је требало да долети тело величине од 7 до 14 километара у пречнику. И то смо већ саопштили.

Удвоstrучено, такав астероид или комета имали би невероватне димензије од 14 до 28 километара, а ми ћемо за

<sup>21</sup> По најновијим подацима и прорачунима процењује се да је пречник кратера око 118,4km, док је према USGS листи (United States Geological Survey) 113,51km.

наша даља разматрања узети средњу вредност од 20 километара. Ове димензије већ се изједначавају са величином процењеног астероида Чикшилуб који је пао на мексичко полуострво Јукатан пре око 65 милиона година и дефинитивно окончао царство диносауруса, изазивајући дуготрајну “нуклеарну зиму” - скоро смак света. Земаљски Марсов кратер Миланковић био би исто тако погубан да је којим случајем пао на место са центром у Крагујевцу.



*Хијотепицан изглед Србије у случају да је кратер Миланковић са Марса пројектован на њену територију са центром у Крагујевцу. Оригинална величина је прилагођена земаљским димензијама и има пречник од око 230 километара и дубину од око 6 километара.*

И не само то. Неоспорно је да би био катастрофалан да је пао било где на Земљу, само под условом да није погодио водену, већ копнену површину.

Са друге стране, Србија није земља ледника. Она то није била ни у минулом квартарном периоду када су њоме господариле сувре зиме, а неће то бити ни у најтежим годинама ледених доба која ће неминовно наступити у будућности. Са пројекцијом Марсовог кратера Миланковић на њену територију била би, међутим, у потпуности изједначена са скандинавским или североамеричким пределима, центрима заглечеравања који би могли потпуно самостално да се формирају и развијају око планинских врхова. Са представљеним Марсовим кратером Миланковић клима у Србији у међуледеном добу била би у потпуности другачија, а у фази глатације сва би била прекривена неподношљивим белином и ледничким цирковима као њеним симболима.

Ипак, све те наше фикције остају искључиво ствар маште и претпоставки. Оно што никада неће моћи да се истргне из стварности јесу бројне заблуде и величанствени идејни узлети знања о Марсу.

Црвена планета никога није остављала незаинтересованим. Одувек је привлачила пажњу великог броја људи почев од пуких радозналаца, па све до научника којима је то било основно занимање. Тако широк дијапазон образовања стварао је у прошлости најраскошнија “открића” о Марсу и нико од њих при томе није био имун погрешних анализа или закључака који ће се касније показати као потпуно беспредметни или трагично неутемељени.

Ми се, међутим, нећемо освртати на друге; задржаћемо се код Миланковића, јер ни његове заблуде о Марсу нису остале незабележене, али ни врхунске креације нису могле бити заборављене.

Када се посматра или разматра проблематика неког небеског тела, нама удаљеног милионима километара, чини нам се да је ипак лакше бити астроном, метеоролог-климатолог или математичар него геолог или биолог. Миланковић је ово на примеру Марса најбоље доказао, јер су се његови математички поступци касније показали исправни, схватање

Марсове атмосфере коректно, а астрономски подаци реални и корисни. Ни као биолог није се преварио када је говорио о могућем животу на Марсу, али када је прешао на поље Марсове површине и облике у рељефу, све се срушило под нетачним тврђњама, нажалост.

У својој књизи “Кроз васиону и векове” Миланковић за Марс каже:

*И Mars се показао, према очекивањима, гостољубив. Његова је атмосфера лака, прозирна, чиста, без облачка. Површина му изгледа као углачана, континенти немају високих брда, а плитка мора су без струја. Зато сам могао и на ту планету применити моје рачуне, у обилној мери и са великом тачности.<sup>22</sup>*

На Марсу, међутим, откријмо највећу вулканску купу и најдубљи кањон у Сунчевом систему и бројне веће или мање кратере у екваторијалном појасу планете, вулканска гротла и узвишења, но не нађосмо кору нити мора или канале. Откријмо пусту каменито-песковиту планету са бројним траговима некадашњих водених површина, а жарко жељени океани остадоше само санак пусти. Mars ће поуздано бити рај за геологе-марсологе, јер је на њему много тога сачувано и разоткривено, али тамо најпоузданije има и скривених облика које ће геофизика, детаљно снимајући, показати да постоје и исто тако пронађи да су некада то били активни или чак најзначајнији процеси развоја у стварању ове планете.

Баш због тога и верујемо Миланковићу када за некадашњи Mars каже:

*Mars се пре обавијао чврстом кором него наша Земља, па је, по својој прилици, и живот онде пре проглијао и расцветао се.<sup>23</sup>*

По свему судећи, преовладава једно поприлично устаљено мишљење да је Mars “презрела” планета, Земљин старији брат који није “нашао” времена за своју младост, већ је

<sup>22</sup> “Кроз васиону и векове”, Завод за уџбенике и наставна средства, Изабрана дела Милутина Миланковића, 1997., стр. 162, пасус 3.

<sup>23</sup> “Кроз васиону и векове”, Завод за уџбенике и наставна средства, Изабрана дела Милутина Миланковића, 1997., стр. 222, последњи пасус, трећа реченица.

некако прерано и пребрзо одрастао, проживео свој живот и најзад, услед те скоро сулуде животне трке, усахнуо. Таквим га је и Миланковић представио, а таквим га и дан данас бројни астрономи и космобиолози виде.

Када поредимо Марс и Земљу као да говоримо о познатим личностима: Џејмсу Дину (James Dean, 1931-1955) и Џеку Николсону (Jack Nicholson, 1937-) или Џими Хендриксу (Jimi Hendrix, 1942-1970) и Карлосу Сантани (Carlos Santana, 1947-). Дин и Хендрикс су млади окончали своје тек процвате животе, брзо их претрчали и остали упамћени као врсни глумац и рок гитариста, а Николсон и Сантана и даље трају и дugo дозревају у истим тим сферама. Марс није умео да распореди своју животну енергију за једну дугу трку опстанка, а исто тако ни Дин ни Хендрикс не штедеше себе, сагореши и као звезде-падалице окончаши своје младе животе.

Уколико се поново вратимо на Миланковићеве прорачуне Марсове температуре, запазићемо да је његов научни узлет омогућила једна значајна чињеница. Била је то Марсова атмосфера.

Потпомогнута леденим капама што су се час шепуриле, час повлачиле на половима, разотркила му је пут како да начини велики искорак ка Земљи најближој планети и ту распевано развије своје математичке једначине. Тај величанствени поглед, раван античком ератостенском сагледавању сопствене планете и њених димензија, трајно му је допринео да стекне своје заслужено Марсово власништво и постане ретка и једина личност српског рода коме та част није додељена само једанпут и никада више.

Овај Миланковићев научни узлет потврдиле су све космичке мисије остварене после његове смрти. Све оне трагале су за доказима постојања живота, воде, кисоника, некадашњим морима и океанима и све потврдиле оно што је већ саопштио велики маг, рачунајући количину осунчавања Марсove површине.

Температуре су му показале да је доњи праг потребан за развитак и живот виших организама давно и увеклико био прекорачен. Како на северном или јужном Земљином полу у садашњим условима никада неће ницати вегетација, тако ни

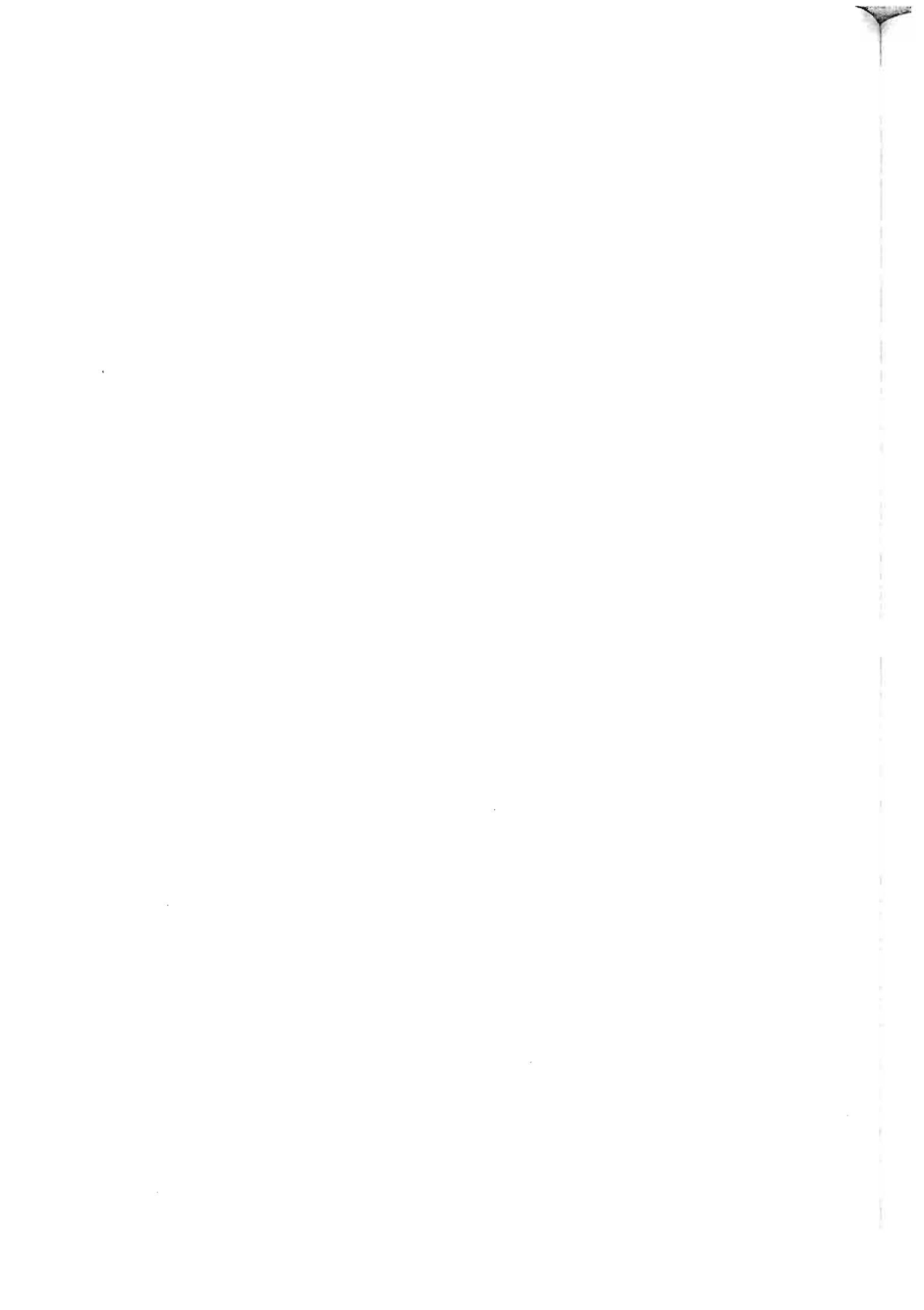
---

на Марсу, док год буде толико ледено, природним путем неће моћи да се развије живот. Неке надпросечне и напредне Марсове цивилизације остаће упамћене само као плод бујне људске маште и неоправданих страхова за сопствену сигурност.

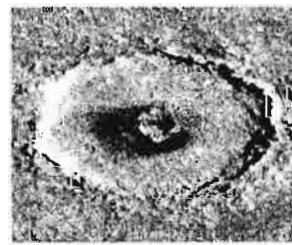
Поражавајуће по човека и сва његова надања биће крута истина да тамо нема услова за опстанак и он, хтео не хтео, мораће да прихвати то као сирову реалност да је и даље Сунчев међупланетарни усамљеник.

Ипак, заблуде о Марсу никада неће моћи да надвладају узlete који ће се простије звати освајање црвене планете. Исто је тако извесно да ће у зору неког далеког Марсовог сола доћи до обода кратера Миланковић први посетиоци, људи и њихови поузданни помагачи роботи да започну изградњу својих нових домова или марсолиса.

Када се роди прва комуна у широком кратеру на северу црвене планете, људи ће бројати неке чудне године, дуге и марсолошке, различите од земаљских, али увек бројније и некако просперитетније. Биће то по ко зна који пут човеков освајачки и историјски замах, мукотрпан и непоновљив, али трајни доказ победе његове промишљености и истрајности.



# ПОГОВОР





## “ЖИВИ” КРАТЕР

Наша прича о кратеру Миланковић не може бити завршена. У суштини, она је само започета, а њене будуће странице тек ће нова открића још пажљивије исписивати и отварати узбудљива поглавља за добробит наредних генерација.

Ипак, једном се морало започети. Тај почетак задире у време самог проналаска кратера, а имендан или време астрономске конференције у Сиднеју из 1973. године, како смо то раније већ навели, представља не само поносни и заслужни допринос свету од стране једног малог народа него и велики подстрек другима да никада себи не признају да су инферорни, па одатле и послушни или, што је још горе, немоћни да стану пред силне и богате.

Памет и знање, на сву срећу, не деле се према снази и броју популације једне нације, већ на основу интелигенције, визионарства, способности сагледавања суштине имагинације и реалног стања, али и неуморног рада и беспоговорног самоодрицања - свега тога разасутог свуда по читавој планети на којој трајемо већ много векова.

“Живот” кратера Миланковић дуг је највероватније више милиона година. Колико?

Данас, наравно, не знамо тачно време када је лутајући небески објекат доспео до Марсове површине и на том месту завршио своју космичку путању, остављајући трајни доказ свог некадашњег међупланетарног постојања. Једног дана ипак и то ћемо сазнати.

Већ данас поуздано знамо да нас тамо на том црвеном Марсу чека још хиљаде и хиљаде непознаница и изненађења, пријатних и много више непријатних до трагичних, јер се за сигурно доста тога одиграло у његовој марсолошкој историји и, што је још корисније, остало за дуго времена нетакнуто и сачувано за будуће дошљаке.

Какав ли ће то тек расадник нових и неочекиваних вести бити једнога дана када њиме закорачи људска нога!

Можда ће данас или на почетку друге декаде двадесет-првог века изгледати преурањено и несвакидашње, за понеке чак и изненађујуће, да неко предлаже да се једна територија удаљена милионима километара од Земље прогласи нечијим власништвом. Ово је разумљиво, ако се има у виду да је још далеко до истинског освајања Марса, али то време неминовно мора доћи. Оно је само наизглед удаљено и нестварно, но два до три века брзо пролете, смени их безброј научних открића, технолошких иновација, а број људи на планети, хтели то или не, наставиће да се увећава.

Шта ћемо онда када нас буде превише? Да ли ћемо живети као у Јапану, без животног простора, срећни што имамо собу за спавање у којој зидове не можемо да дотакнемо уколико станемо у средину те просторије и раширимо руке, а своје оistarеле претке расељавамо по другим деловима света и смештамо по старачким хотелима само зато да би млађим генерацијама створили какве-такве услове за живот?

Да ли је такав Јапан добра препорука за читаво човечанство? Да ли су његова савремена технологија и материјализоване ахитектонске или транспортне идеје основа света?

Моћ и систем одржања једне нације не мери се само њеном економском или војном снагом, већ и визионарством. Сагледавање будућности и стратегијско планирање за наредне векове може бити одлучујући фактор, понекад поражавајући, кад-kad тријумфалан, уколико су ти визионари способни или неспособни да сагледају бројне аспекте даљег развоја средине којој припадамо.

Не верујемо, наравно, да ће се човек за сва времена везати само за једну планету, чак ни за један једини Сунчев систем. То није било у његовој природи ни на Земљи, па зато

није остао везан за један континент, већ супротно, чим је до-  
растao за удаљena путовања, пошао је тамо где никада до та-  
да није ни поникао. Одомаћио се у најудаљенијим деловима  
света, изградио и себе и околину, стопио са новим начином  
живота, прилагодио специфичној клими и узрастао до пош-  
товања и веродостојности.

То је човек вредан помена.

То није био неки пуки освајач или колонизатор, већ гра-  
дитељ нових путева и праваца просперитета.

Српски народ, уколико се вратимо њему, имао је своје  
визионаре, али их није посебно поштивао. Одувек су морали  
стајати некако по страни, скоро одгурнути и усамљени. На  
њих се није бацало камење, али јесте прстом показивало - би-  
ли су вечни примери "неваљалка", недораслих особа у дугач-  
ким панталонама, уштогљени господичићи или непожељни  
паметњаковићи стално изражених и неумерених прохтева -  
углавном су тако представљани.

Примера је у овом погледу бесконачно много. Они су  
постојали у сваком времену и на сваком месту, противно свим  
властима и идеологијама. Ипак, задржаћемо се само на оном  
о коме овде непрестано говоримо.

Једна слика као да о томе речито казује. Посматрајмо је  
пажљиво.

На свечаном отварању дома Српске академије наука и  
уметности у Београду 24. фебруара 1952. године окупило се та-  
дашњи политички врх државе да би новом здању дао што ве-  
ћи значај и показао колико се води рачуна о развоју науке и  
уметности у новим условима развитка. На слици видимо да су  
били присутни (назначено редом од 1 до 5): Синиша Станко-  
вић (1892-1974), Петар Стамболић (1912-2007), Јосип Броз  
Тито (1892-1980), Моша Пијаде (1890-1957) и Живојин Ђорђе-  
вић (1872-1957).

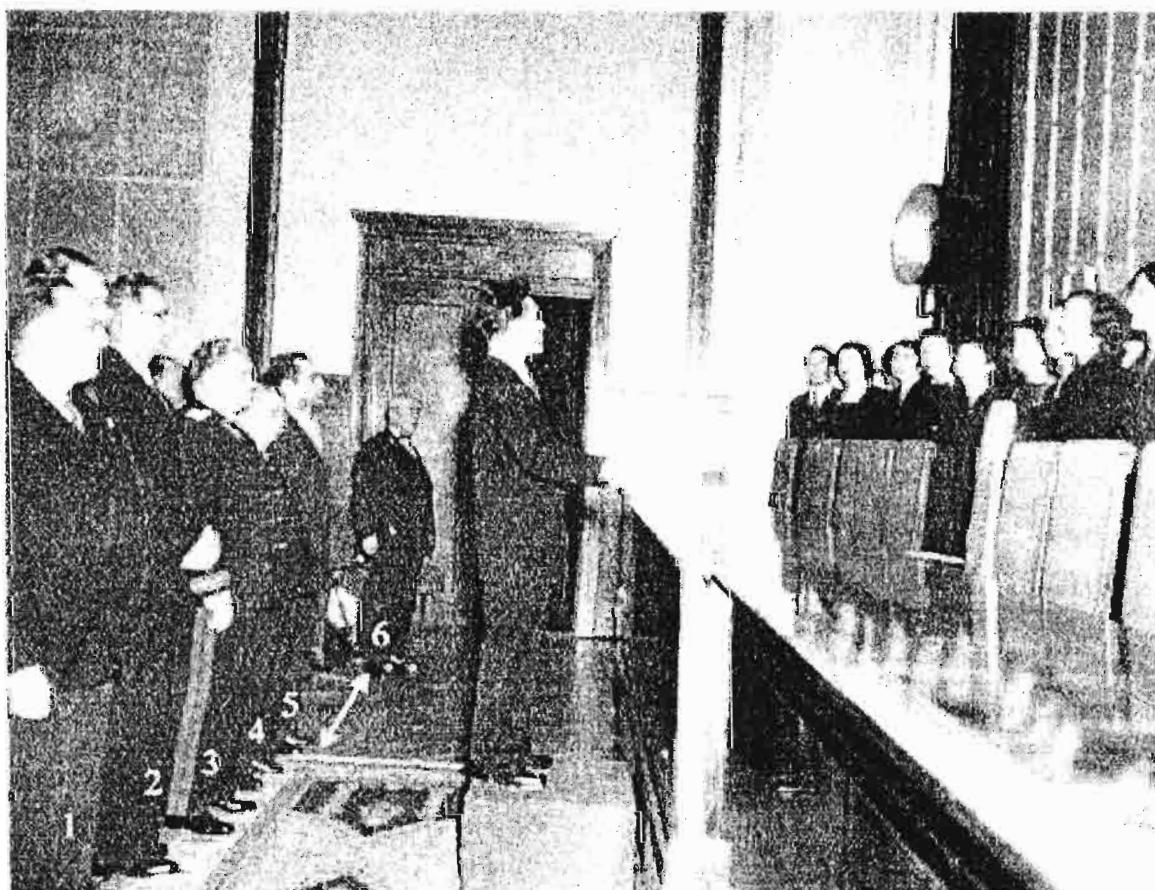
У свом делу "Успомене, доживљаји и сазнања" Милан-  
ковић о томе скромно саопштава:

*Академија се тада преселила у тај свој нови дом, а 24.  
фебруара 1952. било је њено свечано отварање којем је при-  
суствовао Маршал Тито и други високи представници држав-  
не власти. Том приликом приређена је у појединим институ-*

тима Академије изложба којом је предочен рад тих институ-  
та од њихова оснивања.<sup>24</sup>

Слика о којој говоримо невероватно је инспиративна и индикативна. Да бисмо то потврдили, у једном њеном делу назначили смо двосмерну стрелицу која показује растојање тадашњег државног врха на челу са Јосипом Брозом (последњи у том низу био је Живојин Ђорђевић са ознаком 5) и Милутина Миланковића (ознака 6).

Зашто се Миланковић издвојио или зашто је био толико удаљен и сам? Зашто баш он?



Свечаност поводом отварања новог дома Српске академије наука у Београду 24. фебруара 1952. године са њеним званичним државним гостима. Слева на десно: Синиша Станковић (1), Петар Стамболић (2), Јосип Броз Тито (3), Моша Пијаде (4), Живојин Ђорђевић (5) и Милутин Миланковић (6). Слика је преузета из рада С. Батрановић: "Срећна будућност", "Стваралаштво Милутина Миланковића", (уредник Ч. Оцић), научни склопови СХХIV, књ. 9, стр. 424, Београд 2009.

<sup>24</sup> "Успомене, доживљаји и сазнања", Завод за уџбенике и наставна сред-  
ства, Изабрана дела Милутина Миланковића, 1997., стр. 773, пасус 4,  
реченице 3 и 4.

Миланковић никде и никада ову сцену није помињао; ни у својим мемоарима нити другим чланцима-успоменама. Једноставно и тихо прешао је преко тога као преко нечег недовољно вредног или одиграног онако како се оно збило.

За разлику од многих, мање промишљених или више импулсивних, Миланковић је у свом раду и животу увек трагао за коначном истином или дугорочним вредностима. Зато, рецимо, ни запостављено питање календара које је предочио 1923. године у Цариграду на Свеправославном сабору није потезао за живота после несрећног случаја и јалове праксе, па ни каснији злонамеран поступак америчког географа Ричарда Флинта (Richard Flint, 1901-1976) у Риму равно 30 година касније или 1953. године када је амерички несрећник читав његов животни допринос свео на пусте административно-временске одреднице. Миланковић је у свему томе налазио ону умерену и вреднују путању која никога није вређала, али јесте опомињала да тренутне вредности нису мерило знања нити успех истог тог знања.

И на наведеној слици, као и за живота, баш као тамо на далеком Марсу и његовој северној хемисфери где смо се драговољно и љубопитљиво запутили, Миланковић је усамљен, издвојен и увек некако по страни. Математички усамљеник, аскета, испосник и искушеник, стално на неким проверама и сумњама, носио је свој усуд као бројни визионари пре њега - самосвесно, доследно и прометејски. Без права на повлашћен статус, научни ауторитет или општепризнато достигнуће, могао је своју веру да препусти само будућности и савести нових генерација. Била је то његова једина нада и цена усамљеништва, али је зато коначну победу однео онај који је веровао у себе и знао само једно - истрајно и методично да користи пожњевено знање.

Једнога дана, када у Србији буде постојао "Музеј Милутина Миланковића", наћи ће се у њему обиље црвенкастих или као крв црвених комадића стена. Биће и оних боје рђе, румених, али и тамно црвених и помешано црвених и црних - боје које је још Стендал давно описао у свом делу "Црвено и црно", а фудбалски клуб "Милан" из италијанског града Милана узео за свој званичан и препознатљив колорит.

Но, те музејске вредности неће бити тек тако спорадично или насумице сакупљене нити донесене само зато да попуни изложбени простор. Биће то узорци са Марса и то необориво са простране заравни кратера Миланковић. Тиме ће се на симболичан начин спојити два удаљена света, али ипак једног истог рода.

Тиме ће Миланковић добити статус и домаћина и госта, биће истовремено и свој на своме и посетиоц из далеких крајева у загрљају најближих.

Биће то земља предата земљи или марсиште у души прворођеног земљишта.

\* \* \*

Мени, на крају крајева, ипак ништа није преостало сем јаке воље и жарке жеље, с обзиром на данашњи ниво технолошких достигнућа и научних знања, да се нађем путем меште у заравњеном делу кратера Миланковић на Марсу и одатле напојим своју неизмерну радозналост. У његовом централном делу, како је већ речено за сложени тип кратера, наћи ћу ону узвишицу са које ћу моћи несметано да осматрам пространу песковиту и по где-где камениту околину, све тамо до стрмих обода кратера и границе Миланковићеве својине. Изван тих природних зидина моји погледи неће моћи да прођу даље, али се нећу ни трудити, а ни жалити што то нисам у стању - биће ми сасвим довољан сам осећај присуства и моћ доживљеног нечег нестварног и сагледаног кроз феномене измаглице.

На месту кратера Миланковић засигурно нико неће моћи да болује од клаустрофобије као на већ пренасељеној Земљи. Ту га неће спутавати никакви политички нити административни забрани, а неће осећати ни скученост нити угроженост због изгубљене приватности, ограничене слободе кретања или пренасељености.

На овом месту нешто друго ће бити изражено: "боловаће" се од ширине, самоприпадности и непрегледности. Свако

ко се ту нађе биће вечно свој, у потпуности слободан да се креће и тамо и овамо, свуда где му воља и слобода налажу. Моћи ће да испуњава све своје прохтеве без икаквог ограничења или уздржавања. Осећаће се као први освајачи Антарктика - угрожен само од природних сила уз два крајње непожељна додатка који се огледају у хладним температурама и смртоносном угљен-диоксиду.

На месту кратера Миланковић једино ће царство тишине бити моћније од свих других моћи. Ни повремени олујни ветрови неће бити у стању трајније да наруше ту вишевековно успостављену владавину мира и тишине.

Тамо, у оној непрегледној Марсовој пустињи, песковитој заравни са само једним јединим истакнутим природним објектом у рельефу - у имену кратер Миланковић, стрпљиво и вишемилијумски доследно - чекаће тај јединствени конкавни облик на свог првог посетиоца са Земље. Биће му неизмерно драго када се то догоди једног дана, а још драже уколико то буде неко ко је Миланковићевог рода.

И логично је то - у далеким световима своји своме хрле.

Због свега тога и може да се саопшти једна трајна истињитост.

*Типичан изглед Марсове површине израздане бројним кратерима, потпуно огољеним црвеним стењем и заравњеним песковитим просторима са безбрежним динама.*



Од давнина је знатно да су небеске законитости много снажније и трајније од људских, а народи и њихови представници који се тесно удруже са небесима никада не могу да нестану са лица планете нити могу бити избрисани из сећања. Таква је судбина свих и свакога, а такву судбину имају Миланковић и све његове имовине разасуте по широком пољу Сунчевог система.

Неминовно је да ће такву судбину имати и народ коме је припадао.

Уосталом, никад није било нити ће бити да је цвет узрастао из камена, без воде, порекла и ниоткуда. Праљубав је изродила први пупољак, а његова семена, као и све Миланковићеве идеје, развејао је ветар да досегну бесконачност, хибернацију и космичка лутања све до новог и величанственог тренутка у имену рађања новог живота.

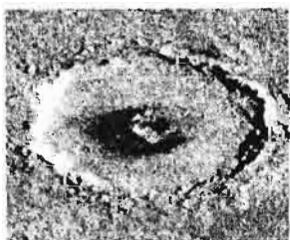
Кратер Миланковић на Марсу остаће вечно жив, јер, како рече чика-Јова Змај за све Миланковићеве претке, а исто ће се то неминовно пренети и на све његове потомке, “спомен му даје сваки српски уздисај“.

Спомен на Миланковића разасут је свуда - од Даља све до бескраја.

А наш јунак - наша дична територија?

Кратер Миланковић на Марсу само географско-физички има изглед депресије - духовно - то је горостасни понос једне мале нације са идентитетом препознатљиве и нестварно самосвојне.

# ДОДАТAK





## ОД ТАЛЕСА ДО МАРСА

Пут дуг од скоро два и по миленијума, од првог тачног предвиђања помрачења Сунца 585. године пре н.е. што га оствари грчки филозоф Талес Милећанин, па све до незаборавних космичких летова америчке мисије Духа и Прилике на Марс почетком трећег миленијума, човек је савлађивао мукотрпно, временски неуједначено, првобитно појединачно или снагом генијалних умова, а затим све то заменио тимским истраживањима да би коначно досегао до нивоа радарске, сателитске, роботске и компјутерске технологије. На том путу сагледавао је сопствену планету, откривао њене невероватне ћуди и величанствене тајне, али истовремено непрестано бацао знатижељне погледе ка космосу који му се чинио још примамљивијим, јер је не само био недокучив и тајанствен, већ толико моћан да се неосетно и беспоговорно “увлачио” под кожу свих народа на планети у тој мери да му ни један није могао одолети. Одатле су потекли сви светски митови, невероватне приче, најразноврснија веровања, безбројни надљуди и надживотиње - једном речју, била је то колевка свеопштег сазнања.

Појединци су ипак у свему томе проналазили вечну истину и снагом својих визија градили мостове ка пантерском скоку на друге светове или само “прокопавали тунеле” ка знању о сопственој планети. Да би истинистичко сазнање о старости Земље, рецимо, могло реалније да се одреди било је потребно да се открију радиоактивни елементи и њихови полупериоди распадања, а за тако нешто морали су да протекну векови и векови човекових заблуда, али и темељне припреме у области егзактне физике и хемије, требало је на том путу савладати бројне странпутице и поноре што су их градили метафизика и квази знање, дефинитивно одбацити јалову и строго усмерену алхемију, а посебно круту црквену догматику која је умела крвљу и смрћу да сасеца сваку помисао или сумњу у њене “трајне вредности и чисте истине”.

Ипак, неумољива математика је све те лажне стубове “вечне” институције тихо и темељно поткопавала још од времена величанствене хеленске мисли у тој мери да ни векови tame нису могли да сасеку њене здраве корене.

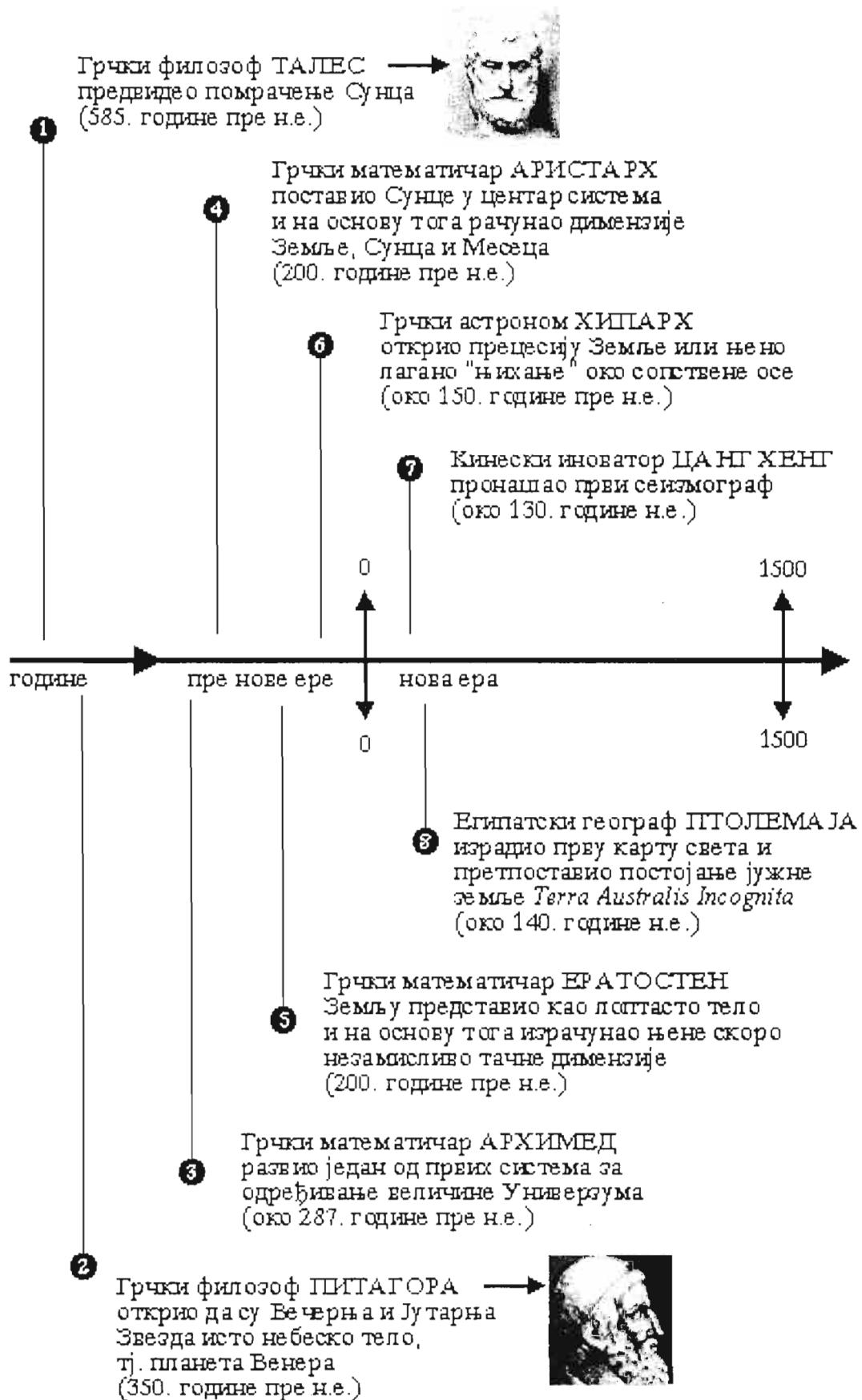
Прошли су векови и човек се током времена здружио са машином, а доба њеног рађања као да је јуче било. Ово речито говори да се људска спирала сазнања неумољиво убрзава и да ће постојећи или двадесет први век сасвим поуздано изродити хиљаде и хиљаде нових открића. Само сто година раније, нпр., човек је први пут полетео на једној таквој машини, пре пола века се отргао од гравитационе силе сопствене планете, а само пре једне деценије изградио је такву летелицу да је успешно савладала милионе километара у бесконачном космичком простору, доспела до њему најближе планете и очима исто тако једне вештачке творевине показала реално стање на том и тако удаљеном свету. Све то доволно јасно казује да су његова сазнања иста као тај космос - бесконачна и да је баш зато већ у зори свога узрастања само из тих разлога упућивао тако знатије погледе ка том њему недокучивом и непоновљивом свету, изазовној и непрегледној васиони.

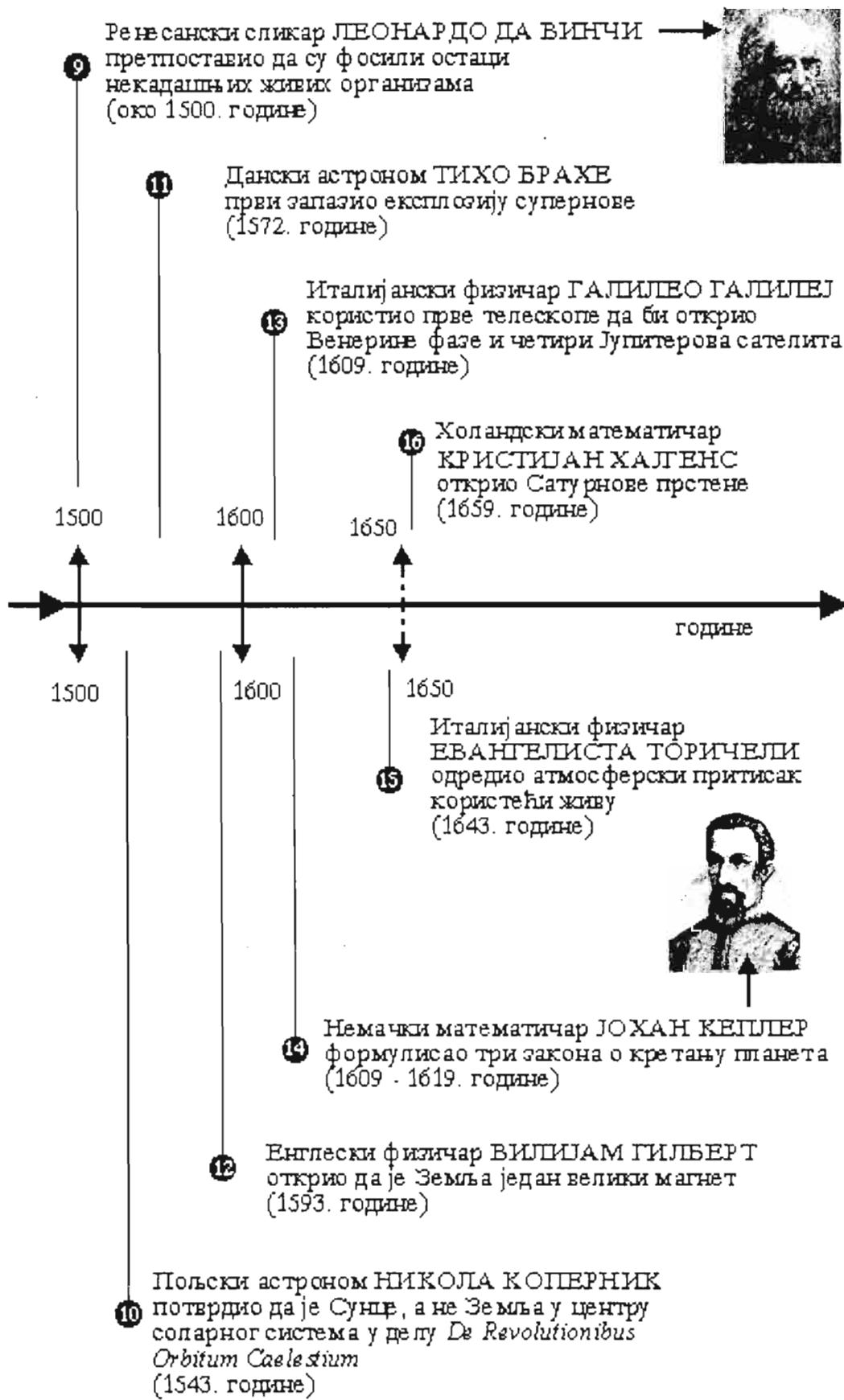
Кроз укупно 87 догађаја из поглавља коме смо дали назив "Од Талеса до Марса" или круцијалних историјских момената човечанства (а могли бисмо их назвати и златних медаља науке и научних мисли) желело се показати колико се човек чврсто удружио са рођеном планетом и њеном недокучивом и вечно изазовном геоисторијом, али истовремено и својом космичком мисијом постојања. Само два последња и предпостављена догађаја припадају будућности и предвиђању и оба су усмерене ка црвеној планети. Једног дана биће и она човеков дом иако се данас више но икада Марс чини опасним, негостољубивим, бежivotним. Ипак, човек поседује заменике-роботе који ће неминовно бити корисни пионири насељавања и развоја те данас мртве Марсове природе. Када једном терен буде освојен - више никада неће моћи да се изгуби и зато без икакве дилеме може да се каже да ће то бити златна судбина ове изазовне планете и свих њених незамисливо величанствених вредности и природних објеката.

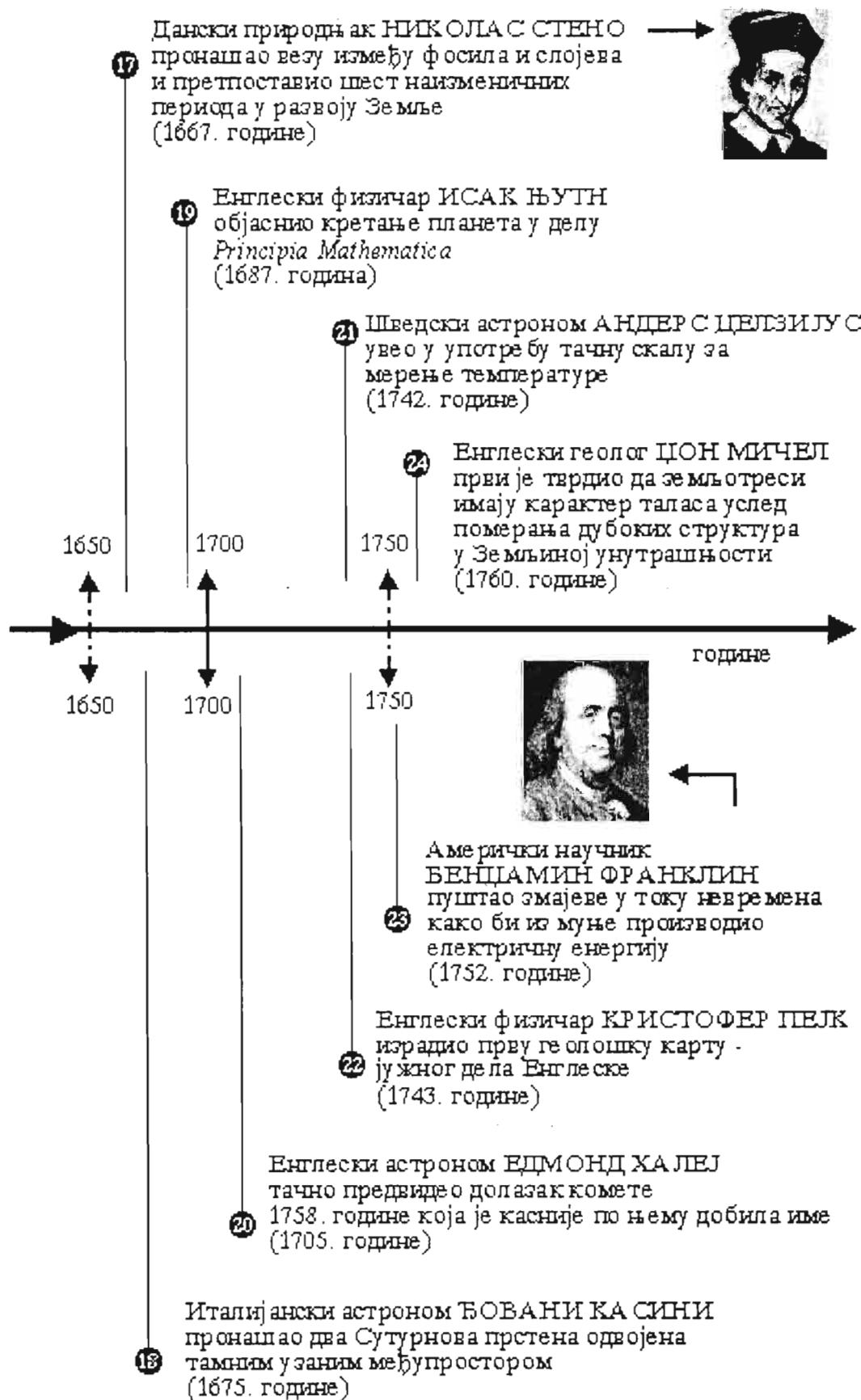
Читав преглед срачунато се завршава визијом освајања кратера Миланковић, а то, хтели или не, неминовно ће се догодити у другој половини века коме се тек прва деценија окончала. Какав ли ће мегаполис нићи у његовом средишту то данас само машта може да замисли. Ипак, свет реалности често пута је смењивао свет имагинације и више пута се испостављало да је ирационално ипак прерастало у рационално.

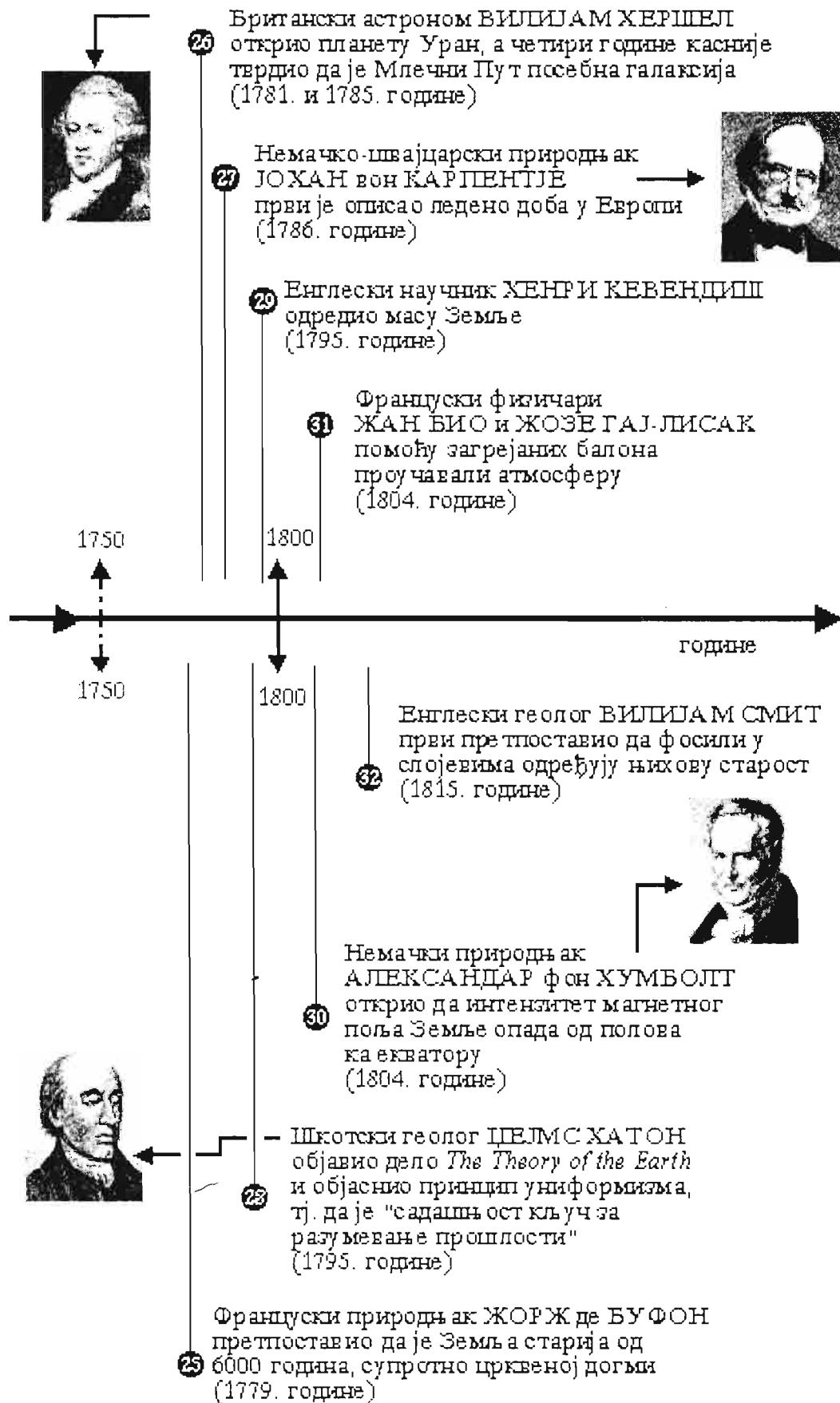
Човек ће прво освојити широке и равне песковите просторе кратера Миланковић, а када почне да их насељава, биће то питагорејски, архимедовски или аристархски процес или крај неке прастаре марсовске ере и зачетак нове, овековечене у сјају теслијанског међупланетарног комуникања.

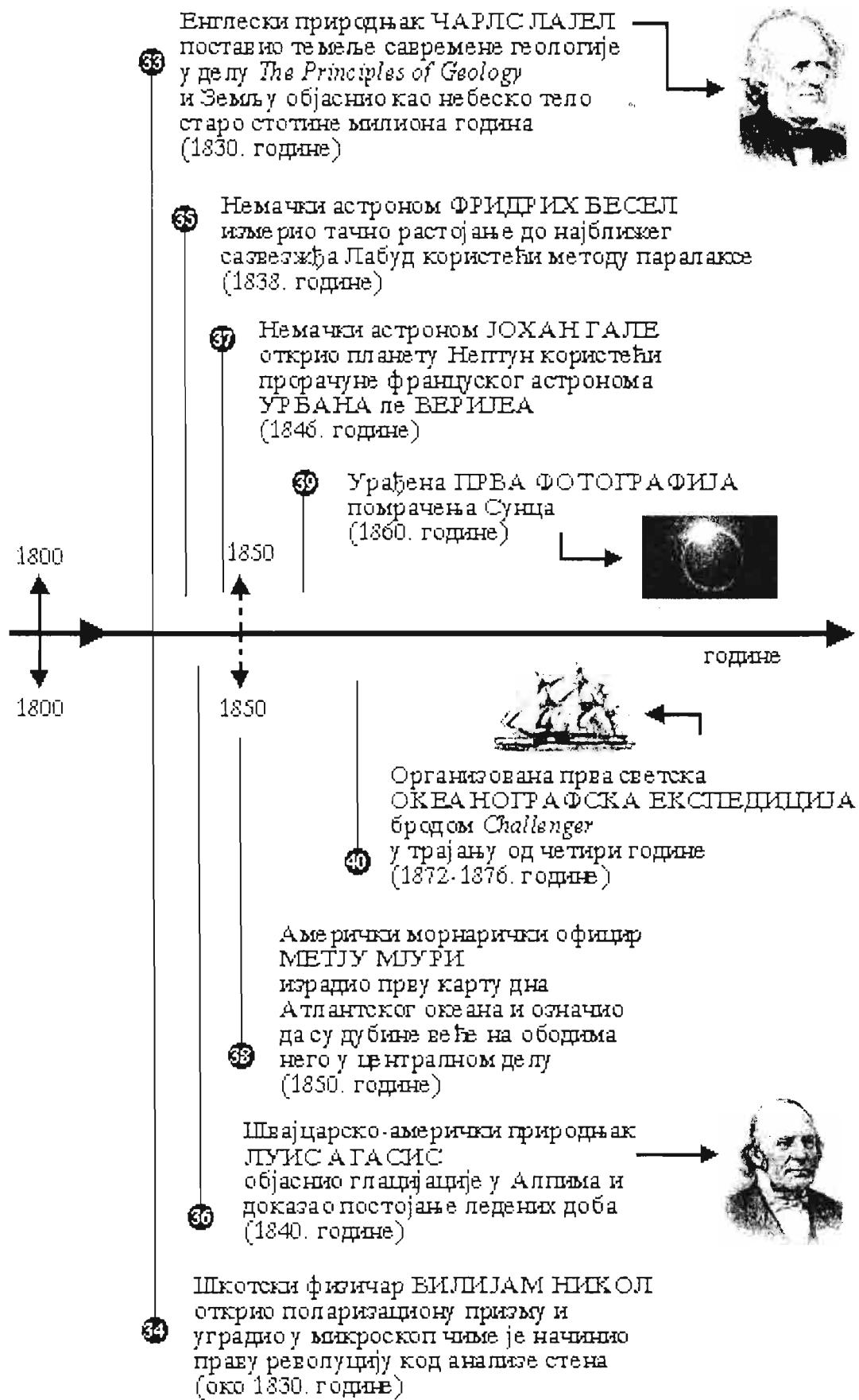
Једног дана "ало" из будућности са Марсовог кратера Миланковић биће исто као "добар дан, комшијо" данашњости.

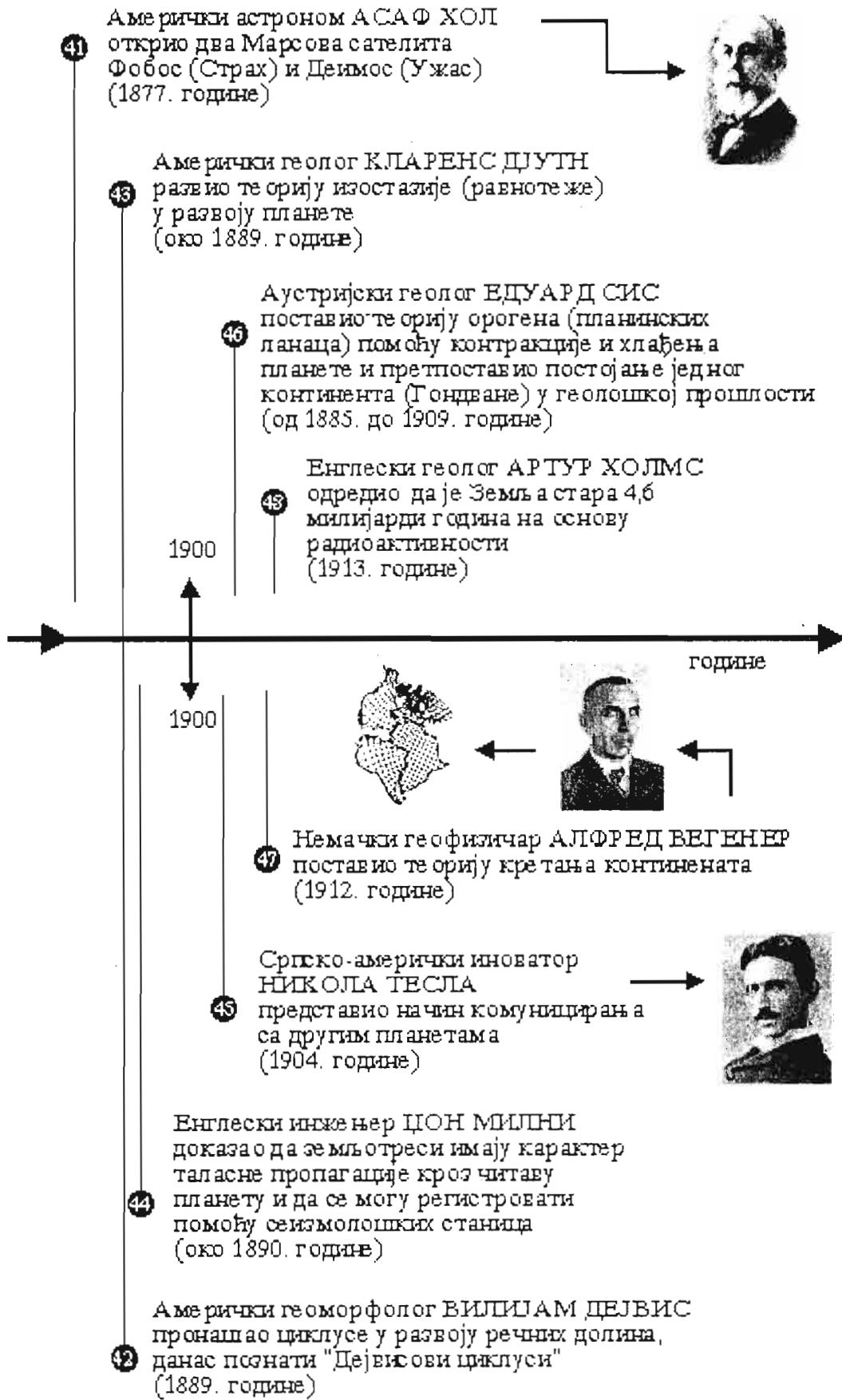




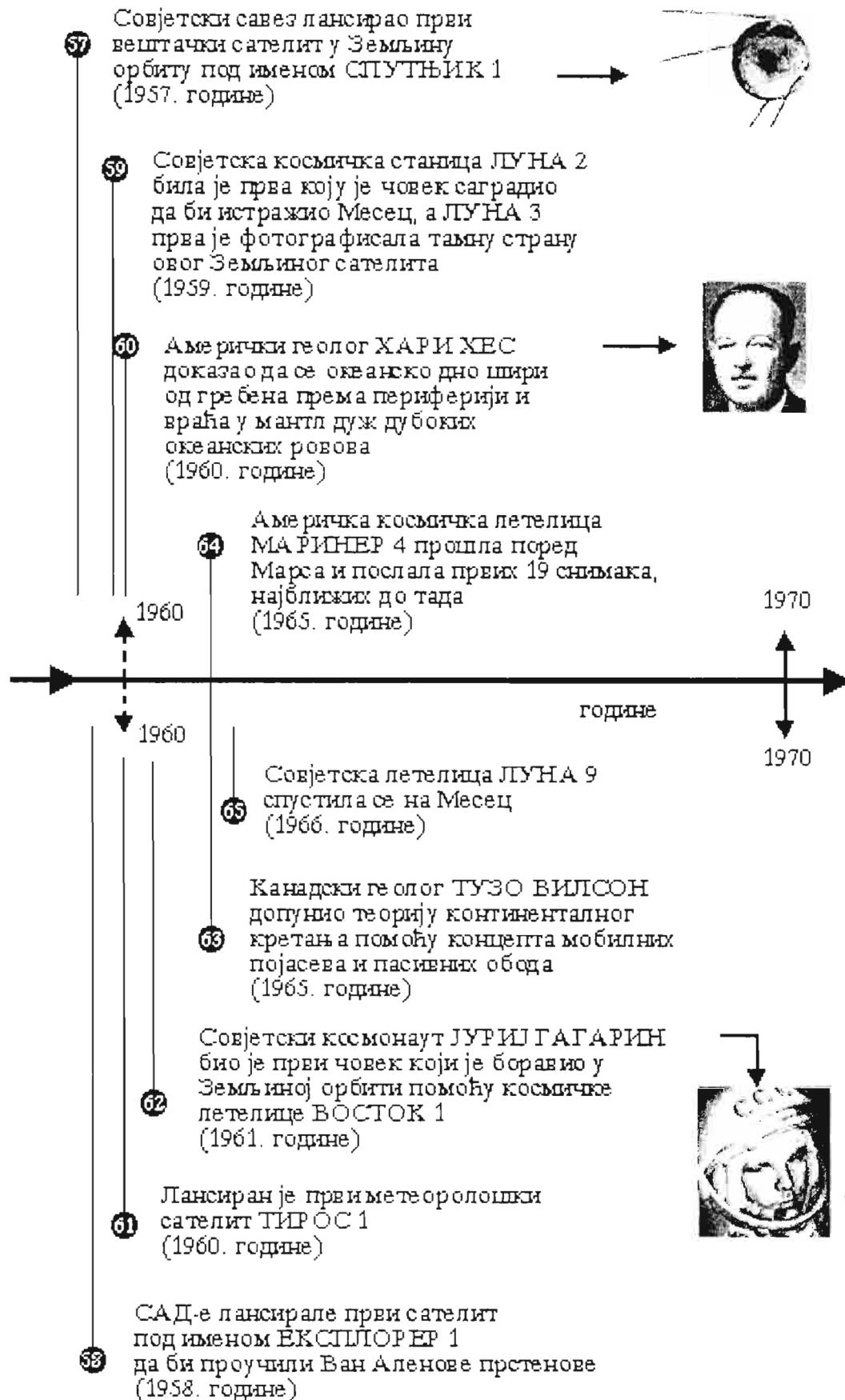


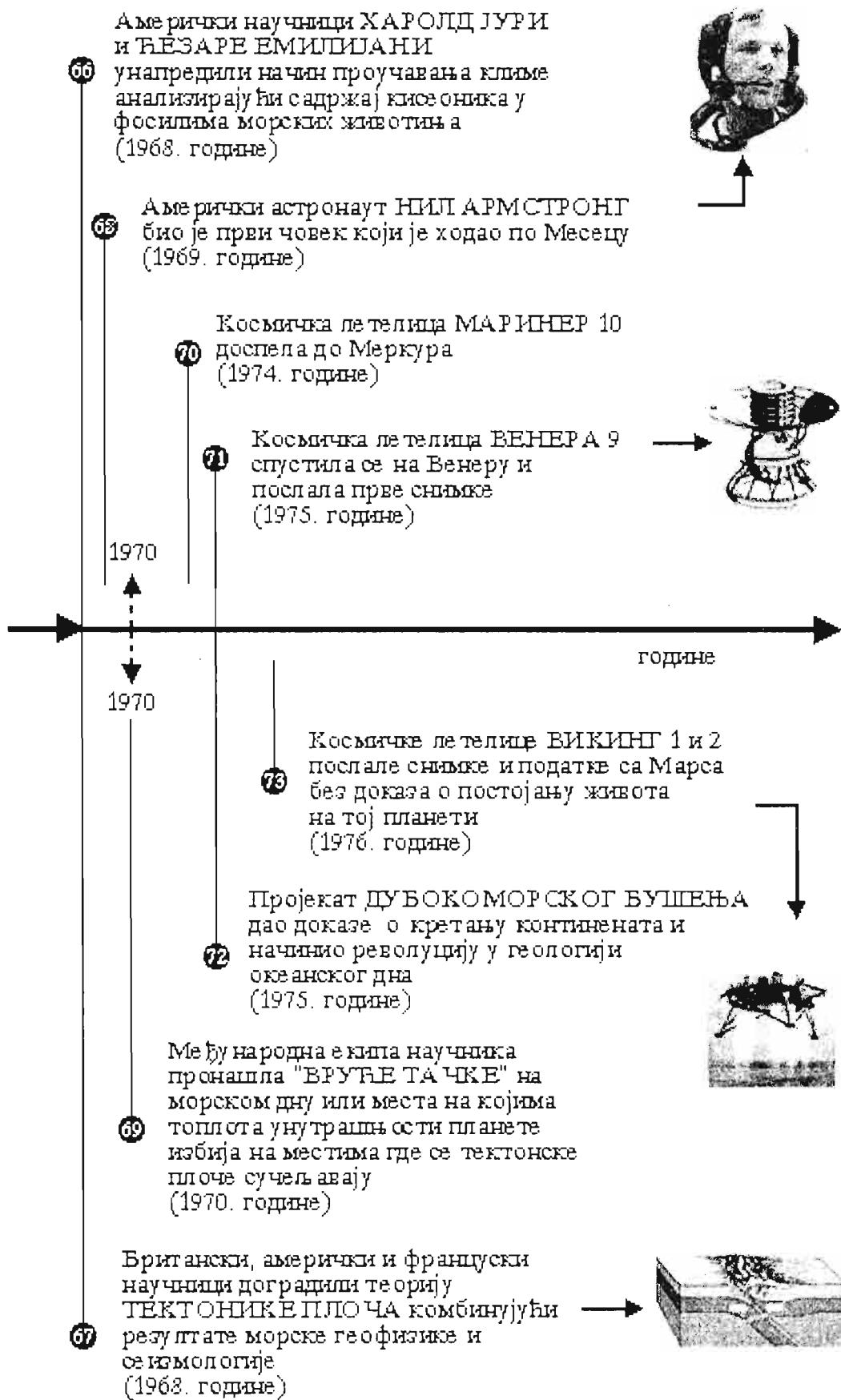


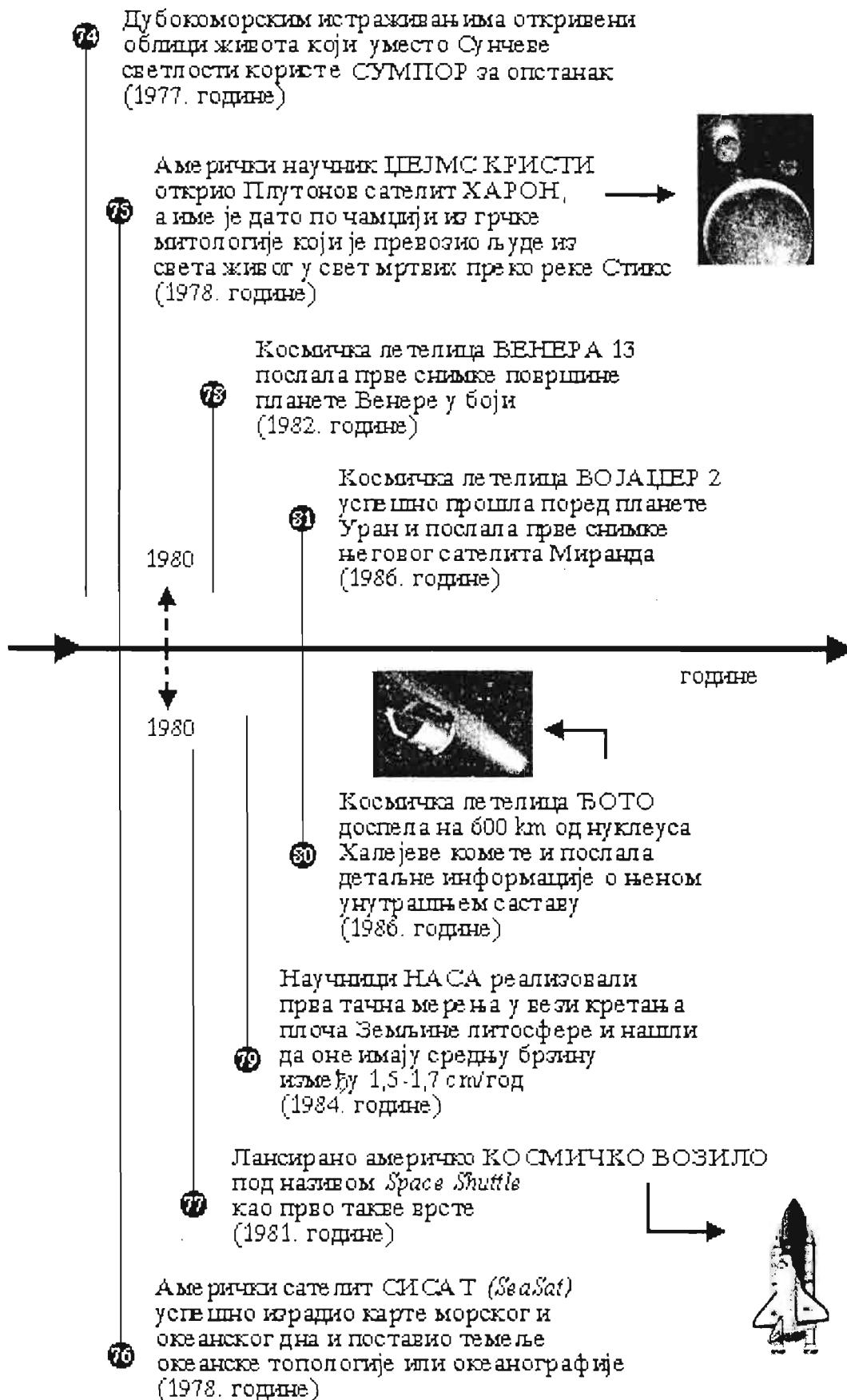


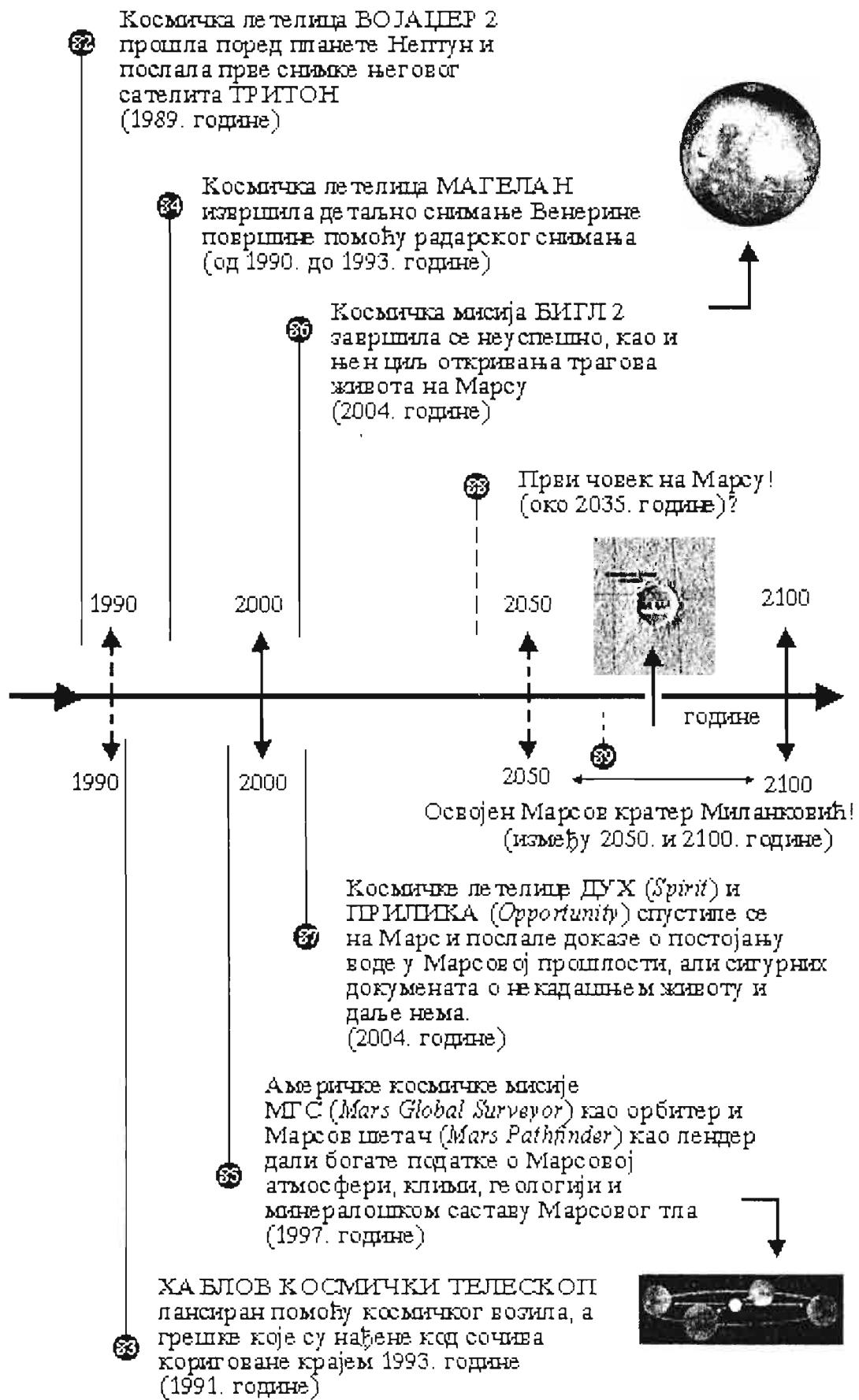


- 49 Немачки сејзмолог БЕНО ГУТЕНБЕРГ открио постојање границе између мантла и спољног језгра на основу брзине простирања сејзмичких таласа (1914. године)
- 
- 51 Српски научник МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ објавио први значајан рад о осушавању планете и то ће дограђивати све до објашњења настанка педених доба и везе са космичким ефектима (од 1920. до 1941. године)
- 53 Амерички астроном КЛАЈД ТОМБОФ открио планету X, касније назvana Плутон, а затим јој је укинут статус планете (1930. године)
- 56 Амерички геолози МАУРИСИ ЛУИНГ и БРЈУС ХИЗЕН нашли круцијалне доказе за тектонику плоча на бази проучавања рифтова и гребена (1956. године)
- 1950
- године
- 55 Швајцарски физичар АУГУСТ ПИКАРД усавршио батискаф за истраживање морског дна који је касније коришћен за проучавање Маријанског ров а код Јапана, најдуж био океанске депресије (1947. године)
- 54 Амерички морски зоолог ВИЛИЈАМ БИБИ и инжењер ОТИС БАРТОН конструисали дубокоморски батискаф и истражили океанске и морске дубине скоро до 1000 метара (1932. године)
- 52 Немачка океанска експедиција открила помоћу сонара СРЕДЊОАТЛАНТСКИ ОКЕАНСКИ ГРЕБЕН (1925. године)
- 
- 50 Француски физичар ПОЛ ЛАНЖЕВИН користио ултразвук да би открио ехосонар и ниме извршио магирање океанског дна (1915. године)









## ОДАБРАНА ЛИТЕРАТУРА

- Astronomy** (2006) Mars, Explore the Red Planet's past, present, future, *Special Issue*, Collector's Edition, pp. 1-108.
- Alley R.B.** (2000) The two-mile time machine: ice cores, abrupt climate change, and our future, *Princeton Univ. press*, pp. 1-230.
- Arrhenius G. & Mojzsis S.** (1996) Extraterrestrial Life: Life on Mars - Then and Now, *Current Biology*, Vol. 6, pp. 1213-1216.
- Ash R., Knott S. & Turner G.** (1996) A 4-Gyr Shock Age for a Martian Meteorite and Implications for the Cratering History of Mars, *Nature*, Vol. 380, pp. 57-59.
- Bada J. & McDonald G.** (1996) Detecting Amino Acids on Mars, *Analytical Chemistry News and Features*, pp. 668-673A.
- Bandfield J.L., Hamilton V.E. & Christensen P.R.** (2000a) A global view of Martian surface compositions from MGS-TES, *Science*, Vol. 287, pp. 1626-1630.
- Bandfield J.L., Christensen P.R. & Smith M.D.** (2000b) Spectral data set factor analysis and end-member recovery: Application to analysis of Martian atmospheric particulates, *J. Geophys. Res.*, Vol. 105, pp. 9573-9587.
- Bandfield J.L.** (2002) Global mineral distributions on Mars, *J. Geophys. Res.*, Vol. 107 (E6), 5042, doi:10.1029/2001JE001510.
- Becker L., Glavin D. & Bada J.** (1997) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Antarctic Martian Meteorites, Carbonaceous Chondrites, and Polar Ice, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 61(2), pp. 475-481.
- Bogard D. & Johnson P.** (1983) Martian Gases in an Antarctic Meteorite, *Science*, Vol. 221, pp. 651-654.
- Boston P., Ivanov M. & McKay C.** (1992) On the Possibility of Chemosynthetic Ecosystems in Subsurface Habitats on Mars, *Icarus*, Vol. 95, pp. 300-308.
- Carr M.** (1974) Martian Channels and Valleys: Their Characteristics, Distribution and Age, *Icarus*, Vol. 48, pp. 91-117.
- Chambers P.** (1999) Life on Mars, (The Complete Story), *A Blandford Book*, pp. 1-222.
- Christensen P.R., Bandfield J.L., Smith M.D., Hamilton V.E. & Clark R.N.** (2000a) Identification of basaltic component on the Martian surface from Thermal Emission Spectrometer data, *J. Geophys. Res.*, Vol. 105, pp. 9609-9621.

- Christensen P.R. et al.** (2000b) Detection of crystalline hematite mineralization on Mars by the Thermal Emission Spectrometer: Evidence for near-surface water, *J. Geophys. Res.*, Vol. 105, pp. 9623-9642.
- Christensen P.R., Bandfield J.L., Hamilton V.E., Howard D.A., Lane M.D., Piatek J.L., Ruff S.W. & Stefanov W.L.** (2000c) A thermal emission spectral library of rock-forming minerals, *J. Geophys. Res.*, Vol. 105, pp. 9735-9739.
- Christensen P.R., Morris R.V., Lane M.D., Bandfield J.L. & Malin M.C.** (2001) Global mapping of Martian hematite mineral deposits: Remnants of water-driven processes on Early Mars, *J. Geophys. Res.*, Vol. 106, pp. 23,873-23,885.
- Clifford S.M. & Parker T.J.** (2001) The Evolution of the Martian Hydrosphere: Implications for the Fate of a Primordial Ocean and the Current State of the Northern Plains, *Icarus*, Vol. 154, pp. 40-79.
- Copernicus N.** (1593) *Commentariolus*, Reprinted and translated in: *Three Copernican Treatises*, Dover (1959).
- Costard F., Forget F., Mangold N. & Peulvast J.P.** (2001) Formation of Recent Martian Debris Flows by Melting on Near-Surface Ground Ice at High Obliquity, *Science*, Vol. 295, pp. 110-113.
- Cutts J. & Blasius K.** (1981) The Origin of Martian Outflow Channels: The Eolian Hypothesis, *J. Geophys. Res.*, Vol. 86, pp. 5075-5102.
- Foley C.N., Economou T.E., Dietrich W. & Clayton R.N.** (2000) Chemical composition of Martian soil and rocks: Comparation of the results from the alpha, proton, and X-ray modes of the Mars Pathfinder alpha-proton X-ray spectrometer, *Meteoritics Planet. Sci.*, Vol. 35, A55-A56.
- Goldsmith D.** (1998) The hunt for life on Mars, *Penguin Books Ltd.*, pp. 1-286.
- Hamilton V.E., Christensen P.R. & Bandfield J.L.** (2002) Intermediate volcanism vs. aqueous alteration on Mars (communication arising), *Nature*, Vol. 421, pp. 711-712.
- Hartmann W.K.** (1999) Martian Cratering VI. Crater Count Isochrons and Evidence for Recent Volcanism from Mars Global Surveyor, *Meteor. Planet. Sci.*, Vol. 34, pp. 167-177.
- Hartmann W.K. & Neukum G.** (2001) Cratering Chronology and Evolution of Mars, in: *Chronology and Evolution of Mars* (Kallenbach, Geiss, Hartmann, eds.), Bern; also *Space Sci. Rev.*, Vol. 96, pp. 165-194.
- Hartmann W.K.** (2003) A Traveler's Guide to Mars, (The Mysterious Landscapes of the Red Planet), *Workman Publishing*, pp. 1-468.
- Head J.W.III, Kreslavsky M.A. & Pratt S.** (2002) Northern lowlands on Mars: Evidence for widespread volcanic flooding and tectonic deformation in the Hesperian Period, *J. Geophys. Res.*, Vol. 107 (E1), 5001, doi:10.1029/2000JE001438.
- Hess S., Henry R., Leovy C., Ryan J. & Tillman J.** (1977) Meteorological Results from the Surface of Mars: Viking 1 and 2, *J. Geophys. Res.*, Vol. 82, pp. 4559-4574.
- Howenstine J.** (2006) Analysis of the Depth-Diameter Relationship of Martian Craters, *A Capstone Experience Thesis*, pp. 1-31, [http://www.mtholyoke.edu/courses/mdyar/theses/Jared\\_Howenstine\\_thesis.pdf](http://www.mtholyoke.edu/courses/mdyar/theses/Jared_Howenstine_thesis.pdf).

- Hutchins K. & Jakovsky B.** (1997) Carbonates in Martian Meteorite ALH84001: A Planetary Perspective on Formation Temperature, *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 24 (7), pp. 19-822.
- Jankowski D.G. & Squyers S.W.** (1993) "Softened" Impact Craters on Mars: Implications for Ground Ice and the Structure of the Martian Megaregolith, *Icarus*, Vol. 106, pp. 365-379.
- Kargel J.S. & Strom R.G.** (1996) Global Climatic Change on Mars, *Scientific Amer.*, Vol. 275, No. 5, pp. 80-88.
- Kerr R.** (1997) Pathfinder Strikes a Rocky Bonanza, *Science*, Vol. 277, pp. 173-174.
- Kiefer S.W.** (2001) Lunar Impact Crater Geology and Structure, <http://www.lpi.usra.edu/expmoon/science/craterstructure.html>.
- Kirschvink J., Maine A. & Vali H.** (1997) Paleomagnetic Evidence of a Low-Temperature Origin of Carbonate in the Martian Meteorite ALH84001, *Science*, Vol. 275 (5306), pp. 1629-1633.
- Malin M. & Edgett K.** (2000) Sedimentary Rocks of Early Mars, *Science*, Vol. 290, pp. 1927-1937.
- McKay C. & Nedell S.** (1988) Are There Carbonate Deposits in the Valles Marineris, Mars?, *Icarus*, Vol. 73, pp. 142-148.
- McKay C., Mancinelli R., Stoker C. & Wharton R.** (1992) The Possibility of Life on Mars During a Water Rich Past, in: Mars (Kieffer et al, eds.), *Univ. Arizona press*, pp. 1234-1248.
- McKay D.S., Gibson E.K., Thomas-Keprrta K.L., Vali H. & Romanek C.S.** (1996) Search for Life on Mars: Possible Relic Biogenic Activity in Martian Meteorite ALH84001, *Science*, Vol. 273, pp. 974-1030.
- Mellon M.T., Jakosky B.M., Kieffer H.H. & Christensen P.R.** (2000) High-resolution thermal inertia mapping from the Mars Global Surveyor Thermal Emission Spectrometer, *Icarus*, Vol. 148, pp. 437-455.
- Melosh H.J.** (1989) Impact Cratering: A Geologic Process, New York: *Oxford Univ. press*.
- Миланковић М. (1916) Испитивања о клими планете Марс (Нацрт Марсове климе), *Рад ЈАЗУ*, књ. 213, стр. 64-96, у: Изабрана дела Милутина Миланковића (1997), књ. 6 "Чланци, говори, преписка", Завод за уџбенике и наставна средства, стр. 200-228.
- Миланковић М. (1997) Кроз васиону и векове, Изабрана дела Милутина Миланковића, Завод за уџбенике и наставна средства књ. 4, стр. 1-248.
- Milankovitch M.** (1941) Kanon der Erdbestrahlung und Seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem, *Königliche Serbische Akademie*, Spez. Publ., No. 133, pp. 1-633, такође у: Изабрана дела Милутина Миланковића (1997), књ. 1 и 2 "Канон осунчавања Земље и његова примена на проблем леденог доба", Завод за уџбенике и наставна средства, стр. 1-376 и стр. 1-330.
- Милићевић В. (1997) Сјај звезде Миланковић, научно-популарна књига и монографија, Рударско-геолошки факултет у Београду, стр. 1-206.
- Милићевић В. (2000) Миланковић - прошлост, садашњост, будућност, научно-популарна књига, Клуб НТ, Завод за унапређивање образовања и васпитања, стр. 1-228.

- Милићевић В.** (2008) Разор обрађених њива (Есеј о Миланковићу), научно-популарна књига, Удружење "Милутин Миланковић", Београд и 3VM Geo Ltd., Калгари, стр. 1-270.
- Minitti M.E., Mustard J.F. & Rutherford M.J.** (2002) Effects of glass resolution thermal inertia and oxidation on the spectra of SNC-like basalts: Applications to Mars remote sensing, *J. Geophys. Res.*, Vol. 107 (E5), 5030, doi: 10.1029/2001JE001518.
- Morton O.** (2004) Mars Revisited, *National Geographic*, (Jan. 2004), pp. 2-31.
- Mutch T., Arvidson R., Head J., Jones K. & Saunders R.** (1976) The Geology of Mars, *Princeton Univ. press.*
- Murray B., Malin M.C. & Greeley R.** (1981) Earthlike Planets, (Surfaces of Mercury, Venus, Earth, Moon, Mars), *W.H. Freeman & comp.*, pp. 1-388.
- Nyquist K., Bogard D., Shih C.Y., Greshake A., Stöffler D. & Eugster O.** (2001) Ages of Martian Meteorites, in: *Chronology and Evolution of Mars* (Kallenbach, Geiss, Hartmann, eds.), Bern; also *Space Sci. Rev.*, Vol. 96, pp. 165-194.
- Paige D.** (1992) The Thermal Stability of Martian Ground Ice, *Nature*, Vol. 356, pp. 43-45.
- Raeburn P. & Golombek M.** (1998) Uncovering the secrets of the red planet Mars, *National Geographic Society*, pp. 1-232.
- Robbins E. & Iberall A.** (1991) Mineral Remains of Early Life on Earth? On Mars?, *Geomicrobiology J.*, Vol. 9, pp. 51-66.
- Rogers D. & Christensen P.R.** (2002) Age Relationship of Balsatic and Andesitic Surface Compositions on Mars determined from TES Data, *Lunar and Planetary Science*, Vol. 33, pp. 1139-1140.
- Rogers D. & Christensen P.R.** (2003) Age Relationship of Balsatic and Andesitic Surface Compositions on Mars: Analysis of high-resolution TES observations of the northern hemisphere, *J. Geophys. Res.*, Vol. 108, No. E4, 5030, 11-1 - 11-17.
- Romanek C., Grady M., Wright I., Mittlefehldt D., Socki R., Phillinger C. & Gibson E.** (1994) Hydrothermal Activity on Mars: The Record from ALH84001, *Nature*, Vol. 372, pp. 655-657.
- Sagan C. & Wallace D.** (1971) A Search for Life on Earth at 100 metre Resolution, *Icarus*, Vol. 15, pp. 515-554.
- Sagan C., Toon O. & Gierasch P.** (1973) Climate Change on Mars, *Science*, Vol. 181, pp. 1045-1049.
- Smith M.D., Bandfield J.L. & Christensen P.R.** (2000) Separation of atmospheric and surface spectral features in Mars Global Surveyor Thermal Emission Spectrometer (TES) spectra, *J. Geophys. Res.*, Vol. 105, pp. 9589-9607.
- Sheehan W.** (1996) The Planet Mars, (A history of Observation & Discovery), *The University Arizona press*, pp. 1-272.
- Squyres S.W., Clifford S., Kuzmin R., Zimbelman J. & Costard F.** (1992) Ice in the Martian Regolith, in: *Mars* (Caffer, Jakovsky, Snyder & Matthews, eds.), *Tuscon: Univ. Arizona press.*
- Squyres S. W. & Kastings J.** (1994) Early Mars: How Warm and Wet?, *Science*, Vol. 262, pp. 744-749.
- Stanjek H.** (2002) X-ray migration and apparent shift of cell-edge lengths of nano-sized hematite, goethite and lepidocrocite, *The Mineralogical Society*, Vol. 37, pp. 629-638.

- Tesla N.** (1901) Talking with the Planets, *Collier's Weekly*, Vol. 24, pp. 4-5.
- Thomas D. & Schimel J.** (1991) Mars After the Viking Missions: Is Life Still Possible?, *Icarus*, Vol. 91, pp. 199-206.
- Urey H.** (1962) Life-forms in Meteorites. Origin of Life-like Forms in Carbonaceous Chondrites, *Nature*, Vol. 193, pp. 1119-1133.
- USGS List, Mars System Nomenclature** (2006, last updated Nov. 17, 2010), US Geologic Survey, <http://planetarynames.wr.usgs.gov/jsp/SystemSearch2.jsp?System=Mars>.
- Vreeland R.H., Rosenzweig W.D. & Powers D.W.** (2000) Isolation of a 250 Million-Year-Old Halotolerant Bacterium from a Primary Salt Crystal, *Nature*, Vol. 407, pp. 897-900.
- Wells H.** (1898) The War of the Worlds, *Harper*.
- Wharton R., Crosby J., McKay C. & Rice J.** (1995) Paleolakes on Mars, *J. Palaeolimnology*, Vol. 13, pp. 267-283.
- Williams K. & Zuber M.** (1998) Measurement and Analysis of Lunar Basin Depths from Clementine Altimetry, *Icarus*, Vol. 13, pp. 107-112.
- Wood S.E., Catling D.C., Rafkin S.C.R., Ginder E.A. & Peacock C.G.** (2003) MGS Observations and Modeling of Martian Lee Wave Clouds, *VI Inter. Conf. on Mars*, pp. 3238-4030.
- Wright I., Grady M. & Pillinger C.** (1989) Organic Materials in a Martian Meteorite, *Nature*, Vol. 340, pp. 220-222.
- Wyatt M.B. & McSween H.Y.** (2002) Spectral evidence for weathered basalt as an alternative to andesite in the northern lowlands of Mars, *Nature*, Vol. 417, pp. 263-266.
- Yenne B.** (1987) The Atlas of the Solar System, *Bison Books*, pp. 1-192.

## ОБЈАШЊЕЊЕ НЕКИХ ПОЈМОВА

Књига "Марсов кратер Миланковић" писана је, као и све претходне од истог аутора, у научно-популарном жанру. Ово опредељење имало је двоструку последицу по њеног ствараоца: са једне стране требало је што више приближити струку и науку најширем кругу читалаца и заинтересовати их у тој мери да у наведеној књизи препознају корисност и стварне вредности (чак и сопствене потребе), а са друге стране, аутор је био у обавези да задржи стручно-научни ниво како књига ништа не би изгубила од квалитета и прелације. У овој жанровској клацкалици аутор је био приморан да задржи поједине стручне термине за које је поуздано знао да су оптерећујући за читаоце, јер су несвакидашњи, раритетни и непознати (уско стручни), па је само из тих разлога на kraју књиге приступио писању њиховог тумачења како би се у што већој мери расветили неки поједини делови и отклониле евентуалне недоумице. Исто тако, овај поступак је начињен систематизовано, према поглављима, дословно онако како су се непознати термини појављивали у књизи, чиме је, по мишљењу аутора ове књиге, читаоцима још више олакшано да прате и проналазе њихова тумачења и исходишта. Уједно, то је и омогућило да се са лакоћом утврде њихова оригинална места и стварно значење.

Суштински, објашњења имају и делимичан карактер индекса појмова, премда то није била превасходна намера аутора ове књиге.

Уколико је овим поступком читаоцима омогућено да још боље разумеју поједине делове из представљеног штива, које општим именом можемо да назовемо *прилози из космологије* (астрономије, геологије=марсологије, геофизике, математике, климатологије итд.), онда аутор овог дела сматра да је у великој мери остварио своју замисао.

Поглавље *Далеки светови* (стр. 15-22):

Гакел (стр. 16, прво навођење) - назив за средњоокеански гребен, лоциран непосредно испод Северног леденог океана и северног пола, биће изузетно занимљив у току двадесетпрвог века због богатства угљоводоника, али и других корисних

минералних нагомилања. За сада су највећи претенденти на његово истраживање и евентуално коришћење Русија и Канада, премда су подједнако заинтересовани САД, Велика Британија, Гренланд као део Данске и Норвешка.

хидротермални процеси и хидротермалне појаве (стр. 16) - утицаји воде под високом температуром и њихови продукти или алтерација (измена) постојећих стена под дејством загрејање воде и водене паре уз присуство чврсте фазе. Хидротермални депозити или појаве стварају се из хидротермалних растворова под високим температурама и притисцима, а најчешћа места одлагања су раседи, пукотине, средњо-океански гребени итд. Хидротермалне депозити се деле на: а) епитетермални (до 1km дубине и температуре од 50-200°C), б) мезотермални (1-4,5km дубине и температуре од 200-300°C) и в) хипотермални (3-15km дубине и температуре од 300-500°C).

еон(и) (стр. 20) - најдужа геохронолшка временска јединица, користи се да би се изразило време од  $10^9$  година. Рецимо, еон фанерозоик представљају три ере (мање временске јединице) и то су палеозоик, мезозоик и кенозоик - све заједно у трајању од око 540 милиона година.

спирална геолошка временска скала (стр. 20) - временско и еволуционо представљање развоја планете у виду спиралног кретања од њене најраније фазе стварања до данас. Веома популаран и често коришћен начин приказивања, посебно за развој живота на планети.

#### Поглавље-Кратер (стр. 23-31):

астрономска јединица (стр. 23) - средње растојање Земље од Сунца, обележава се са AU, а једнако је дужини од  $149,597 \cdot 10^6$  km. пулсари (стр. 24) - високо магнетске ротирајуће неутронске звезде које емитују сноп електромагнетске радијације.

супернова (стр. 24) - звездана експлозија са далеко више енергије од нове. За много краће време супернова емитује више енергије од Сунца. Назив је увео швајцарски астрофизичар Фриц Цвики (1898-1974).

магнетари (стр. 24) - тип неутронских звезда са веома израженом јачином магнетног поља. Сматра се да се њихова магнетна поља распадају после приближно 10 000 година са веома снажном емисијом X-зрака, гама зрака и високо енергетском електромагнетском радијацијом.

екстрагалактички бинари (стр. 24) - екстрагалактичке двојне звезде са орбитама око њиховог приближног центра маса. Издавају се као примарна и секундарна (пратећа) звезда.



Усамљени кратер Миланковић на северној Марсовој хемисфери у широкој пустињској зони Аркадија Планитија делује као уснули средњовековни витез у заборављеном времену и простору.

клaster(и) (стр. 24) - група звезда, веома значајна у многим областима астрономије, јер се сматра да је већина приближно рођена у исто време.

егзогене силе (стр. 25) - спољашње силе или силе које ублажавају рељеф терена. У егзогене силе сврстава се рад река, ветра, леда, језера итд.

еолска ерозија (стр. 25) - ерозија терена изазвана радом ветра. Име добила по грчком богу ветра Еолу.

бречасти материјал (стр. 27) - незаобљени комади стена, веома углести и најразличитих димензија.

реологија, реолошки модел (стр. 28) - наука која проучава проток материје, пре свега, у течном стању, али може и оне која се налази у вискозном или пластичном (муљ, суспензије итд.). Име јој је дао Еуген Бингам (1878-1945) 1920. године на сугестију свога колеге Маркуса Рајнера (1886-1976), инспирисано афоризмом о Симплицијусу. Изванредан пример за ово је израз *panta rei* (све тече).

#### Поглавље *Острво Девон* (стр. 32-41):

пермафрост (стр. 36) - стално замрзнуто земљиште које се најчешће ствара у областима високих географских широта или на високим планинама где преовладавају температуре испод тачке мржњења. Уколико је неко земљиште замрзнуто само годину дана, дубина пермафроста може бити око 4,5m, а за 100.000 година дубина достиже преко пола километра.

#### Поглавље *Марсова температура* (стр. 42-50):

апсорpcionи коефицијент атмосфере (стр. 49) - однос смањења интензитета електромагнетске радијације која пролази кроз јединицу или одређену средину (атмосферу) или део радиационе енергије која је апсорбована у јединици масе или у апсорберу.

специфична топлота слојева (стр. 49) - топлотни капацитет по јединици масе (слоја). Изражава се у цулима по килограм келвину.

#### Поглавље *Хематит* (стр. 51-60):

Мосова скала тврдине (стр. 52) - тврдина минерала класификована према немачком минералогу Фридриху Мосу (1773-1839), а дао је 1812. године. Према тој класификацији најмекши је талк (тврдина 1), а најтврђи дијамант (тврдина 10).

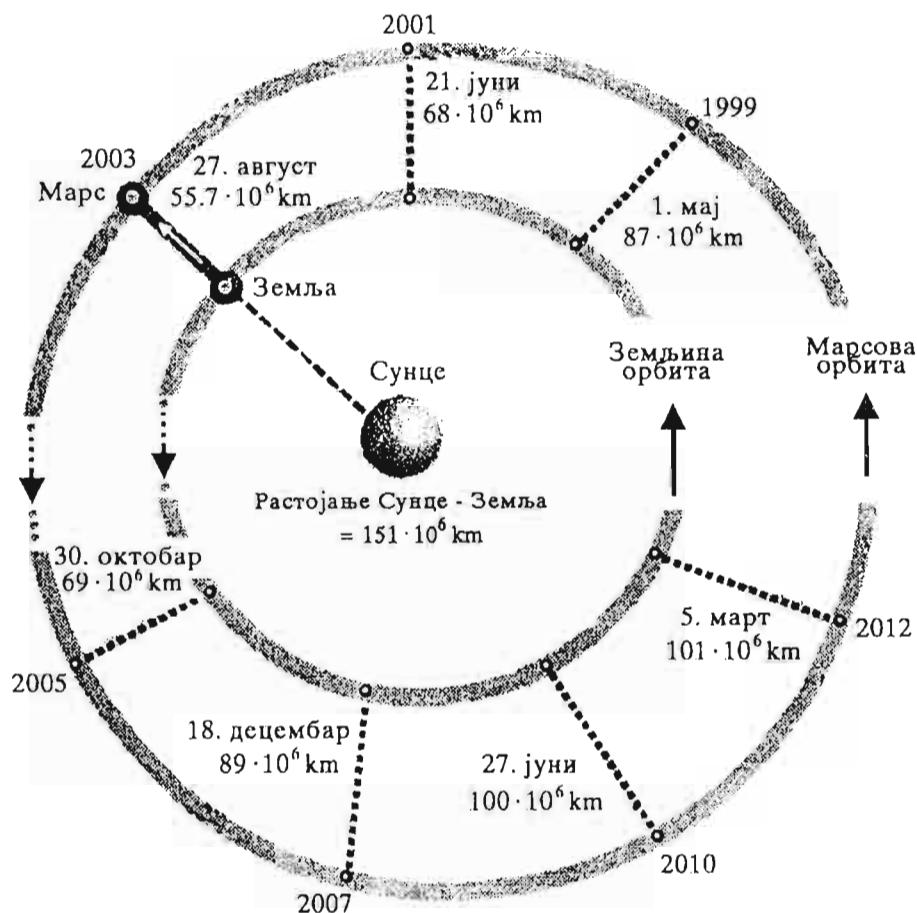
магнетит (стр. 52) - феромагнетски минерал са формулом  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  или  $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Познат је као најмагнетичнији природни

минерал који се појављује на Земљи. По њему су стари народи први пут сазнали за појаву магнетизма, а исто тако захваљујући њему прављени су први магнетски компаси. сидерит (стр. 52) - минерал гвожђа чија је хемијска формула  $\text{FeCO}_3$ . Назив карбоната гвожђа потиче од грчке речи сидерос ( $\sigma\iota\delta\eta\rho\zeta$ ) и носи значење "гвожђе".

пирит (стр. 52) - минерал или сулфид гвожђа чија је хемијска формула  $\text{FeS}_2$ . Због свог спољног игледа често пута је називан "лажно злато". Име је добио по грчкој кованици пур ( $\pi\upsilon\rho$ ) или "ватрени".

евапорити (стр. 55) - тип седиментних стена које настају испарањем из водене средине. Могу бити маринског и континенталног (језерског) порекла. Најбољи пример су натријумове и калијумове соли, а од минерала калцит, гипс, анхидрит, халит и др.

дијатомеје (стр. 55) - најважнија група алги, а једна од најчешћих врста су фитопланкtonи. Обично живе у колонијама и



*Међусобна удаљења Земље и Марса у седам одабраних положаја почев од 1. маја 1999. до 5. марта 2012. године. За последњих 30 хиљада година најкраће растојање ове две планете догодило се 27. августа 2003. године када је износило нешто мање од  $56 \cdot 10^6 \text{ km}$ .*

често пута одражавају карактеристике средине коју настањују (нпр., квалитет воде и сл.). Широко распострањена фосилна група.

радиоларије (стр. 55) - амебоидалне протоживотиње које су се очувале у виду минералних скелета. Постоје више од 500 милиона година, а састоје се из централне ћелијске капсуле која је најчешће издељена на унутрашњи и спољашњи део.

естуари (стр. 55) - заливи у облику левка, широко отворени према мору или океану. Код естуара обале су изузетно благе, па је утицај плиме и осеке изузетно изражен. Веома погодна подручја за коришћење енергије плиме и осеке.

На естуарском типу ушћа развијени су неки од највећих лучких центара у свету (Ротердам, нпр.).

#### Поглавље *Атмосфера* (стр. 61-68):

лендер (стр. 61) - основно возило којим се истражује нека планета, најчешће њене геолошке и биолошке карактеристике, па је тако и опремљено потребном мобилном лабораторијом и инструментима за истраживање.

марсровер (стр. 61) - аутоматизовано моторно возило намењено за истраживање Марса. До сада су успешно организоване три мисије марсровера (Mars Pathfinder 1997. године, Spirit и Opportunity 2004. године), а 1970.-тих година Совјетски савез је послao на Месец слична возила под именом луноход.

perm (стр. 62) - назив геолошке периода која је трајала око 48 милиона година (од око 299 до око 251 милиона година). Припада последњој периоди палеозојске ере, а открио је шкотски геолог Родерик Мурчисон (1792-1871) 1841. године и дао име по руској губернији Перм. Преовладава мишљење да је завршетак перма обележен највећом планетарном катастрофом икада одиграном у геоисторији.

тријас (стр. 62) - најстарија геолошка периода мезозојске ере.

Трајала је око 50 милиона година (од око 251 до око 200 милиона година). Име јој је дао немачки геолог Фридрих фон Алберти (1795-1878) 1834. године по троструком појављивању слојева црвених пешчара, беле креде и црног шејла у Немачкој и северозападној Европи.Периода је значајна по појављивању првих корала и првих птица.

палеозоик (стр. 62) - најстарија ера фанерозојског еона. Назив означава стари живот или палео (παλαιός) - стари и зоε (ζωή) - живот. Трајала је око 291 милион година (од око 542 до око 251 милион година), а дели се у шест геолошких периода: камбријум, ордовицијум, силур, девон, карбон и перм.

мезозоик (стр. 62) - назив геолошке ере која је трајала око 186 милиона година (од око 251 до око 65 милиона година). Сматра се да је започела са великим планетарном катастрофом када је у морима и океанима изумрло око 90% живог света, а трајно нестали трилобити (граница перм-тријас) и, исто тако, завршила великим катастрофом и изумирањем дотадашњих планетарних господара диносауруса (граница креда-терцијар). Дели се у три велике периоде: тријас, јура и креда.

трог (стр. 63) - најчешће линеарна геолошка структурна депресија која може да се јави у дужини од више километара и десетина километара. Има блаже падне углове од рова, а појављује се и као тзв. рифт или линеарна регионална депресија са честим латералним смицањем.

егзосфера (стр. 64) - највиши Земљин атмосферски слој. Сматра се да му је доња граница на око 800 km, а горња није јасно дефинисана, премда неки узимају да је око 1000 km, а појединачни чак 3000 km. У сваком случају на тим висинама атоми и молекули су толико разређени и имају велике брзине да лако савладавају силу Земљине теже и слободно и неповратно одлазе у вакуум. Температура егзосфере износи чак +1500°C.

магнетосфера (стр. 65) - асиметрична средина која окружује Земљу (може и друге планете као, рецимо, Јупитер, Уран, Нептун итд.), а налази се на 100km до неколико хиљада километара изнад Земљине површине. У магнетосфери се налазе честице које су значајне за укупно магнетно поље Земље које са своје стране представља изванредно значајну баријеру за Сунчев ветар. Да нема магнетно поље (магнетосферу) Земља би била бежivotна планета. Назив је предложио аустријско-амерички астрофизичар Томас Голд (1920-2004) 1959. године.

афел (стр. 66) - орбитални положај Земље када је најудаљенија од Сунца. Тај положај Земља достиже почетком јула или око две недеље после летњег солстиција, а растојање износи  $152,0977 \cdot 10^6$  km (или 1,01671 AU).

перихел (стр. 66) - орбитални положај Земље када је најближа Сунцу. Тај положај Земља достиже почетком јануара или око две недеље после зимског солстиција, а растојање износи  $147,09807 \cdot 10^6$  km (или 0,98329 AU).

Поглавље *Путовање од пола до кратера* (стр. 76-89):

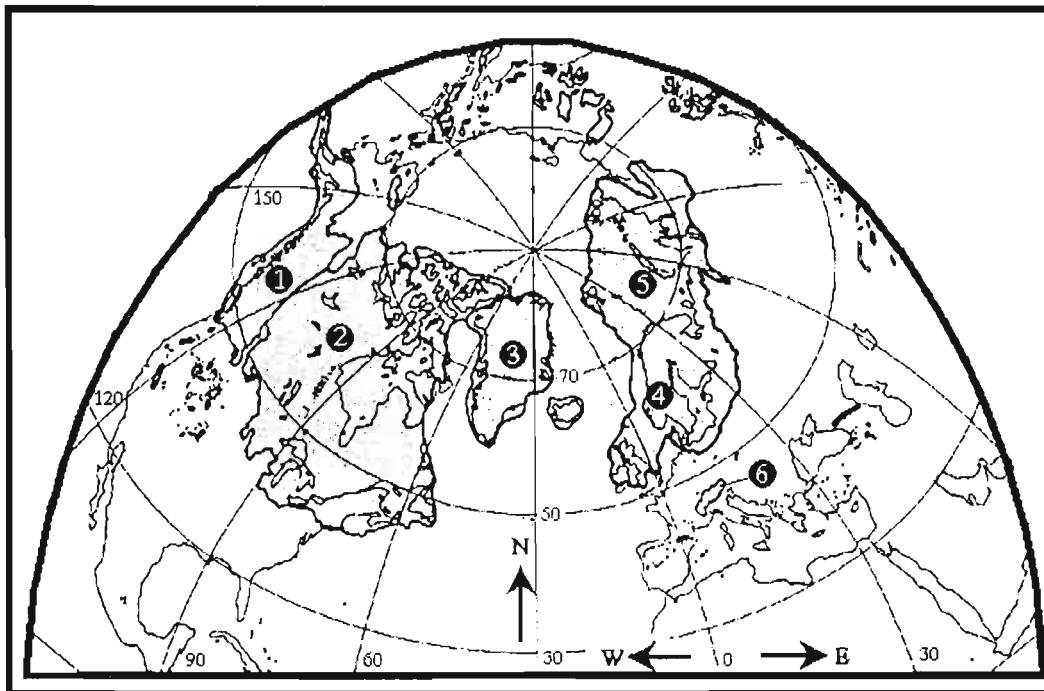
хипсометрија (стр. 78) - мерење висине земљишта изнад нивоа мора. Супротно од хипсометрије је батиметрија, односно

дубина испод нивоа мора. За мерење хипсометријске висине користи се хипсометар.

терани (стр. 80) - регионални простори са специфичним геолошким развојем и посебном геолошком еволуцијом који су се током протеклог времена, услед геодинамичких и тектонских кретања, припојили другима теранима са исто тако специфичним особинама и формирали комплексну геолошку целину.

периглацијална област (стр. 81) - предворје глацијалне области или област где није владало ледено доба, али је долазило до замрзавања земљишта и ерозионих процеса (рада леда, ветра и воде услед плављења). Најбољи пример периглацијалне области је тундра.

инландајс (стр. 81) - леднички покров који се развија од центра заглечеравања (врха планине или простора најизраженијег мржњења) на све стране света, а највише са високих географских широта ка низим. У периодима ледених доба прекривали су огромна пространства, а понегде су им дебљине дистизале и преко 3km. Познати су скандинавски, сибирски, гренландски, а посебно севроамерички (лаурентијски и кордиљеријски).



*Планетарни леднички покрови (инландајси) из периода ледених доба (осенчено): 1 - кордиљеријски, 2 - лаурентијски, 3 - гренландски, 4 - скандинавски и 5 - сибирски. Иако је најбоље проучен алпски леднички покров (ознака 6), ипак у читавој овој планетарној консталацији има најмање пространство и знатно ограничено документе ледених доба.*

прецесија (стр. 83) - у буквалном смислу термин означава тетурање или чиграсто кретање планете, а суштински то је такав облик кретања у висини по којој Земљина оса ротације описује пун периодичан купаст циклус у временским интервалима од 19 000 до 26 000 година. Прецесија настаје услед гравитационог дејства Сунца, Јупитера и Месеца на Земљу, тј. њеног неједнаког угла осе ротације према равни еклиптике.

корифеј (стр. 83) - поглавар, вођа, први; од грчке речи κοριφηος; у позоришту Старих Грка: вођа хора; данас: вођа, првак балета; *фиг.:онај* који је најбољи у нечему, нарочито у некој грани уметности или науке, звезда, народни вођа, коловођа (из М. Вујаклија: *Лексикон страних речи и израза*).

ендолитски (криптоендолитски) организми (стр. 87) - скривени организми (бактерије, сунђери, алге, амебе, лишајеви итд.) који настањују најразличитија, најчешће тешко доступна места унутар стена, корала, школјака, очврслих остатака различитих животиња или у шупљинама њихових костију. Посебно су занимљиви астробиолозима који покушавају да објасне њихов начин организације и опстанка и то пренесу на друге планете.

пловућац (стр. 88) - шупљикава, лака, порозна, сунђераста стена обично светлих боја (бледо сива, бела или жућкаста), пирокластична, екструзивно магматског порекла.

#### Поглавље *Нацрт Марсове климе* (стр. 90-104):

бонд албедо (стр. 92) - део укупне електромагнетске радијације која је доспела до неког небеског тела и од њега поново рефлекована у космички простор. Изражава се у проценама или неименованом броју. Албедо је добио име по америчком астроному Цорџу Бонду (1825-1865).

солстицијална инсолација (стр. 95) - осунчавање у периодима солстиција или у тачкама на еклиптици око 22. јуна (летњи солстициј, дугодневица, северна повратна тачка) и око 22. децембра (зимски солстициј, краткодневица, јужна повратна тачка). Како су у наведеним тачкама дужине дана и ноћи у великој диспропорцији, то се и осунчавања драстично разликују, па самим тим и утиче на климу на планети. Дугопериодичне варијације у солстицијалној инсолацији су од посебног значаја.

#### Поглавље *Господар ветар* (стр. 107-114):

селенит (стр. 109) - хидроксид калцијум сулфата чија је хемијска формула  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . То је друго име за минерал гипс, а

у преводу са грчке кованице селенитос ( $\sigma\epsilon\lambda\epsilon\tau\eta\tau\epsilon\sigma$ ) значи "Месечева стена". Селенит је провидан, безбојан и има бисерни сјај.

#### Поглавље Угљен-доиксид (стр. 115-123):

- аеросоли (стр. 115) - различити типови честица у атмосфери настали из дима, прашине, пепела или гасовитих супстанци. Обично настају као индустријски продукт, сагоревањем депонијског отпада, фосилних горива, услед вулканских ерупција, шумских пожара итд. Најчешће су штетни по здравље, нарочито токсични аеросоли.
- спектрометар (стр. 116) - инструмент за мерење јачине електро-магнетског зрачења одређене таласне дужине.
- гас хроматограф (стр. 122) - инструмент који се користи за издвајање и детектовање органских једињења, у појединим случајевима и неорганских. Као гасови за детекцију могу да се користе хелијум, азот, водоник и смеша аргона и метана.
- масени спектрометар (стр. 122) - инструмент за анализу молекула на основу њихове масе. Користи се да би се одредио састав непознатог узорка (рецимо Марсовог), количина изотопа, моларна маса, физички и хемијски састав, поједине материје у узорку итд.

#### Поглавље Термални емисиони спектрометар (стр. 124-130):

- базалти (стр. 124) - изливне вулканске стene, сиве до црне боје, финог зрна, а настаје брзим хлађењем лаве. Базалта има на Венери, Марсу, Месецу, као и на астероиду Веста. Користи се за градњу кућа, израду статуа, а изванредан је и као термални изолатор.
- андезити (стр. 124) - изливна вулканска стена, састављена од натријум-калцијског плагиокласа и бојених минерала. Име добили по планинском ланцу Анди и имају веома велики економски значај као носиоци минералних орудњења.
- риолити (стр. 124) - изливна вулканска стена, настаје кристализацијом лаве на површини терена.
- реголити (стр. 124) - општи назив за хетерогени материјал који се може наћи у очврслој стени. У реголите се сматрају све врсте земљишта, прашина, најразличитији комади стена и други материјали. Има их на Земљи, Месецу и многим планетама и астероидима. Термин реголит први је употребио амерички геолог Џорџ Мерил (1854-1929) 1897. године у једном свом опису терена, потиче из грчких кованица
- регос ( $\rho\eta\gammaο\zeta$ ) - покривач и литос ( $\lambdaιθο\zeta$ ) - стена.

Миклсонов интерферометар (стр. 125) - оптички интерферометар или технички систем у коме се разлажу електромагнетски таласи и издвајају у одређене редове како би се што боље упознале њихове карактеристике. Суштински, интерферометар разлаже светлост у два дела и врши њихову рекомбинацију. Основи принцип овог инструмента је следећи: различите таласне дужине представљају различите материјале што детектор интерферометра региструје. Инструмент је изумео амерички физичар Алберт Миклсон (1852-1931), добитник Нобелове награде за физику 1907. године. Коришћен је 1887. године у познатом Миклсон-Морлијевом експерименту.

#### Поглавље Геолошке импликације (стр. 131-136):

ноахијен систем (стр. 132) - најстарији од три издвојене Марсове епохе. Сматра се да је трајао од времена стварања Марса до око 3,8 или 3,5 милијарди година. У наведеној епохи постоји највећи број ударних кратера. У млађим епохама њихов број је мањи и то је послужило за представљену поделу која свакако не може бити коначна.

хисперијан систем (стр. 132) - средња Марсова епоха за коју се сматра да је започела после ноахијена или од око 3,8 (3,5) милијарди година и трајала до око 1,8 милијарди година.

амазонијен систем (стр. 132) - најмлађа Марсова епоха, стара око 1,8 милијарди година, актуелна и данас.

#### Поглавље Андезити и базалти (стр. 137-141):

субдукција (стр. 139) - геолошки процес који се одвија на границама двеју тектонски плоча. Увек се субдукује океанска кора под континенталну, а у судару двеју континенталних долази до издизања и стварања планинских венаца (Хималаји, Алпи, Анди, Стеновите планине итд.). Брзина подвлачења једне коре под другу обично је у границама између 2-8cm/год.

мантл (стр. 139) - део Земљине унутрашњости који се налази изнад спољашњег језгра и испод Земљине коре, тј. на дубинама од око 2 900km до око 60 до 70km. На основу брзине простирања сеизмичких таласа мантл је издељен на доњи омотач, прелазну зону и горњи омотач. Температура мантла је између 1000-4000°C.

оливин (стр. 140) - минерал, силикат магнезијума и гвожђа, формула  $(Mg, Fe)_2SiO_4$ , чест у природи, има га на Месецу, Марсу, кометама и астероидима.

пироксен (стр. 140) - група минерала, значајни по томе што улазе у састав многих стена, посебно магматских. Деле се у више група, најчешће су зелене боје.

плагиоклас (стр. 140) - изоморфна серија минерала са крајњим члановима албитом и анортитом. Има га у свим магматским стенама, изузетно важан.

*Поглавље Време настанка?* (стр. 142-147):

ортопироксен (стр. 144) - подгрупа минерала пироксена, интермедијарни, прелазни тип, хемијска формула  $(Mg, Fe)SiO_3$ .

миоцен (стр. 144) - најстарија геолошка епоха неогене периоде, трајала од око 23 до око 5,3 милиона година, дакле, око 18 милиона година. Име је дао Чарлс Лайл (1797-1875), а значи "не баш нов" или "мање нов" зато што се у њему не јавља велико богатство нових врста.

*Поглавље Дух и Прилика* (стр. 160-165):

глинац (стр. 162) - очврслла слојевита стена која је настала од глине под утицајем интензивног исушивања или услед високих притисака.

лапорац (стр. 162) - седиментна стена коју сачињавају глиновите честице и карбонатна компонента (калцијум-карбонат или доломит). Често се појављује у танким плочама или листасто.

*Поглавље Заблуде и узлети* (стр. 171-177):

леднички цирк (стр. 174) - амфитетрално удубљење стрмих страна или место на коме се формира долински ледник. Членка некадашњег водотока (извориште) је најчешће најпогоднија за настанак цирка. Постоје и тзв. висећи циркови, из њих се не развијају ледници.

## USGS ЛИСТА (Номенклатура Марсовых кратера)

Амерички геолошки завод (USGS или United States Geologic Survey) оформио је листу свих кратера који су до сада откривени на Марсу и чија су имена позната или дата по некоме или нечему. До сада их је укупно 992 и поуздано је да то није коначан број. На тој листи (номенклатури) налази се, наравно, и кратер Миланковић који се може пронаћи по абецедном редоследу.

Веб сајт адреса Америчког геолошког завода је:

<http://planetarynames.wr.usgs.gov/jsp/SystemSearch2.jsp?System=Mars>

Листа Марсовых кратера формирана је у тесној сарадњи са Међународном астрономском унијом (IAU или International Astronomical Union), односно њеном Радном групом за номенклатуру планетарног система (WGPSN или Working Group for Planetary System Nomenclature), као и у сарадњи са НАСА организацијом.

Према наведеној номенклатури елементарни подаци за кратер Миланковић на Марсу имају следећи изглед:

Feature Name	Target	Diameter (km)	Center Latitude	Center Longitude	Coordinate System	Approved Status	Approval Date
1	2	3	4	5	6	7	8
Milanković	Mars	113.51	54.78	146.58	+W(0-360)	Approved	1973

Уколико се жели више информација о кратеру Миланковић, тада треба отворити фајл “Миланковић” и онда се добијају бројне информације, почев од имена, преко званично заведеног броја кратера, њихових координата, физичких карактеристика и све до порекла назива. Ти основни подаци приказани су у следећем облику:

## Milanković

<b>Feature Name</b>	Milanković
<b>Clean Name</b>	Milankovic
<b>Feature ID</b>	3893
<b>Target</b>	Mars
<b>Feature Type</b>	Crater, craters
<b>Coordinate System</b>	<input type="text"/>
<b>Control Network</b>	<input type="text"/> MDM 2.1
<b>Northern Latitude</b>	55.74 °
<b>Southern Latitude</b>	53.83 °
<b>Eastern Longitude</b>	144.92 °
<b>Western Longitude</b>	148.22 °
<b>Diameter</b>	113.51 km
<b>Center Latitude</b>	54.78 °
<b>Center Longitude</b>	146.58 °
<b>km1 download</b>	<a href="#">Milanković.km1</a>
<b>Continent</b>	Europe
<b>Ethnic/Cultural Group or Country</b>	Yugoslavia
<b>Quad</b>	mc02 [ <a href="#">pdf</a> ]
<b>Reference</b>	-
<b>Approval Status</b>	Adopted by IAU
<b>Approval Date</b>	1973
<b>Origin</b>	Milutin; Yugoslav geophysicist, astrophysicist (1879-1958).
<b>Last Updated</b>	Nov 17, 2010 9:58:58 AM

И поред добрe намере да се посетиоци наведеног сајта што детаљније информишу о кратеру Миланковић, ипак је начињен читав низ грешака које неизоставно треба исправити. Аутор овог дела је о томе већ обавестио Амерички геолошки завод и са те стране треба очекивати да ће они код следећег објављивања номенклатуре Марсових кратера допунити постојеће податке и изменити нетачне наводе.

## ИНДЕКС ИМЕНА

- Абот, Чарлс, 93  
Амундсен, Роалд, 31, 164  
Андерсон, Лиф, 74  
Аренијус, Сванте Аугуст, 45, 92-93, 101  
Аристарх, 17-20
- Барнард, Едвард, 44  
Батрановић, Срето, 184  
Бендфилд, Џошуа, 127  
Брахе, Тихо, 19-20  
Броз, Јосип Тито, 183-184
- Ваят, Мајкл, 134  
Велс, Орсон, 44,  
Велс, Херберт Г., 44  
Верн, Жил, 94, 122  
Вивел, Вилијам, 42, 148  
Волф, Мајкл, 128  
Вуд, Чак, 74
- Гагарин, Јуриј, 164  
Грили, Роналд, 132
- Дарвин, Чарлс, 158  
Демокрит, 19-20  
Дин, Џејмс, 176
- Ђорђевић, Живојин, 183-184
- Жансен, Жил, 43
- Јени, Бил, 131-132  
Јовановић, Јован Змај, 188
- Кепен, Владимир, 168  
Кеплер, Јохан, 19-20  
Кифер, Хју, 127  
Кларк, Роџер, 127  
Клејнси, Тод, 127  
Колумбо, Кристифор, 122  
Коперник, Никола, 17-20  
Корнат, Барни, 127  
Корольев, Сергеј Павлович, 87  
Крез, 65  
Кришченсен, Филип, 127, 133-134  
Кузмин, Руслан, 127  
Кук, Џејмс, 164  
Кујпер, Церард, 116-117
- Лејтон, Роберт, 118  
Лиас, Емануел, 43, 148  
Лонсдејл, Вилијам, 32  
Ловел, Персиwal, 44, 102, 117-118
- Магелан, Фернандо, 164  
Малин, Мајкл, 127, 132  
Мари, Брус, 118-119, 132  
Марић, Милева, 90  
Мехол, Грег, 127  
Миланковић, Милутин, 20-23, 28, 30-31, 40-50, 58, 64, 68, 76-77, 80, 82-83, 87-88, 90-94, 96-99, 102-104, 119, 129, 163, 168-169, 174-176, 183-188,  
Милер, Густав, 92  
Милићевић, Марија, 51

- 
- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| Николсон, Џек, 176                       | Спилберг, Стивен, 44               |
| Нобл, Сара, 134                          | Сталњин, Јосиф Висарионович,<br>87 |
| Њутн, Исак, 19-20, 30                    | Стамболић, Петар, 183-184          |
| Оцић, Часлав, 184                        | Станковић, Синиша, 183-184         |
| Пал, Џорџ, 44,                           | Стивенс, Тод, 62                   |
| Паркер, Тимоти, 134                      |                                    |
| Пауел, Џон Весли, 93                     | Тесла, Никола, 90                  |
| Петровић, Михаило, Мика<br>Алас, 90, 167 | Томић, Миодраг, 64                 |
| Пијаде, Моша, 183-184                    | Фармер, Џек, 39-40                 |
| Пири, Роберт, 31                         | Фламарион, Камил, 43, 148          |
| Пирл, Џон, 127                           | Флинт, Ричард, 185                 |
| Пристли, Џозеф, 64                       | Хајгенс, Кристијан, 117            |
| Питерс, Карл, 134                        | Хајердал, Тор, 164                 |
| Пропрер, војвода од Милана,<br>117       | Хан, 97                            |
| Пупин, Михајло, 90                       | Хаџинс, Вилијам, 43                |
| Радиновић, Ђуро, 94                      | Хендрикс, Џими, 176                |
| Роџерс, Дин, 133-134                     | Хитлер, Адолф, 44                  |
| Саган, Карл, 83-84                       | Хол, Асаф, 44                      |
| Сантана, Карлос, 176                     | Ховенштајн, Џарид, 70              |
| Секи, Анђело, 42-43, 148                 | Цвијић, Јован, 90                  |
| Скиапарели, Ђовани, 43, 148              | Чејс, Стилман, 127                 |
| Смит, Мајклс, 127                        | Шекспир, Вилијам, 117              |

## О АУТОРУ



Др Владо Милићевић је рођен 1951. године у Земуну. Ту је започео основно школовање, а затим наставио у Београду где је завршио Рударско-геолошки факултет. На истом факултету је магистрирао 1993. и докторирао 1996. године.

У својој професионалној каријери равноправно се бавио научним, истраживачким и образовним радом. Радио је у различитим лабораторијама (Београд, Цирих, Париз, Будимпешта, Калгари), теренима (бивша СФРЈ, Мађарска, Канада), учествовао на бројним домаћим и међународним конференцијама (посебно Европског геофизичког друштва), образовао младе (Истраживачка станица Петница), кратко време радио као доцент на трећем степену Рударско-геолошком факултету (1999-2000) и развијао нове методе истраживања у области геологије и геофизике (палеомагнетизам палеозоика, Миланковићеви циклуси осунчавања у геолошкој прошлости, примена Сунчевог компаса у различитим научним дисциплинама итд.).

Радио је у Геомагнетском институту, Геоинституту, Рударско-геолошком факултету, Agat Laboratories Ltd., K.C. Waugh Petroleum Cons., Ops Geo Ltd. и RPS Energy Canada Ltd., а сада у Tectonic Energy Consulting Inc. Има преко 30 година искуства у геолошким и геофизичким истраживањима, а области у којима је радио су следеће: палеомагнетизам, магнетостратиграфија, палеогеографија, палеоклиматологија, Миланковићеви циклуси осунчавања, дубинска и нафтна геологија, еколођија и заштита животне средине. Написао је 95 научних и стручних радова као аутор или коаутор који су објављени у домаћим и страним часописима.

Дуги низ година бави се животом и делом Милутина Миланковића. У том смислу није само написао 8 научно-популарних књига, већ је и око 10 година у Истраживачкој станици Петница код Ваљева ћацима и студентима држао предавања о његовој теорији. Организовао је (у сарадњи Рударско-геолошког факултета и Астрономске опсерваторије из Београда) 1999. године симпозијум поводом 120 година од рођења Милутина Миланковића, а исто тако и одржао бројна популарна предавања о великом научнику на јавним скуповима, радију, телевизији или путем новинских чланака и интервјуа.

Др Милићевић је власник геокомпаније 3VM Geo Ltd., а и покретач је двеју едиција “Векови и васиона” и “Самоуки и самоникли 1951-2000” у оквиру културно-научне и образовне оставштине “Фонд др Милићевић”. Говори енглески и руски, ожењен је и има две кћерке. Старија Вања је завршила студије примењене и теоријске математике на Универзитету Калгари, а сада завршава магистарски рад из геофизике, радећи истовремено као асистент на истом Универзитету и за нафтну компанију Шел. Млађа Марија је завршила студије геологије на Универзитету Калгари.

Од 2000. године др Милићевић живи у Канади и ради на истраживању нафте, природног и неконвенционалног гаса. Радио је за највеће америчке и канадске нафтне компаније (Conoco Phillips, Devon Corp., Husky Energy, EnCana, Canadian Natural Resources Ltd. итд.), а специјализовао се за вођење дубоких (преко 3000m) истражних вертикалних, косих и хоризонталних бушотина. Извео је самостално и успешно преко 100 великих објеката у различитим геолошким формацијама и временима. Вредности тих објеката најчешће су премашивале 10 милиона долара у истраживачком делу, а у експлоатационом најмање 5 пута више.

Књига “Марсов кратер Миланковић” једна је у низу која на популаран и свима разумљив начин објашњава колико је неизмерно велики допринос Србији и свету дао геније палеоклиматологије и климатског моделирања Милутин Миланковић (1879-1958). Тема “Миланковић“ за др Милићевића је неисцрпна и вечно инспиративна.

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

523 . 43 - 834  
523 . 43 : 551 . 439

МИЛИЋЕВИЋ, Владо, 1951-  
Марсов кратер Миланковић / Владо  
Милићевић . - Београд : В. Милићевић , 2011  
(Београд : Caligraph). - 226 стр. : илустр.  
; 28 см. - (#Едиција #Векови и Васиона)

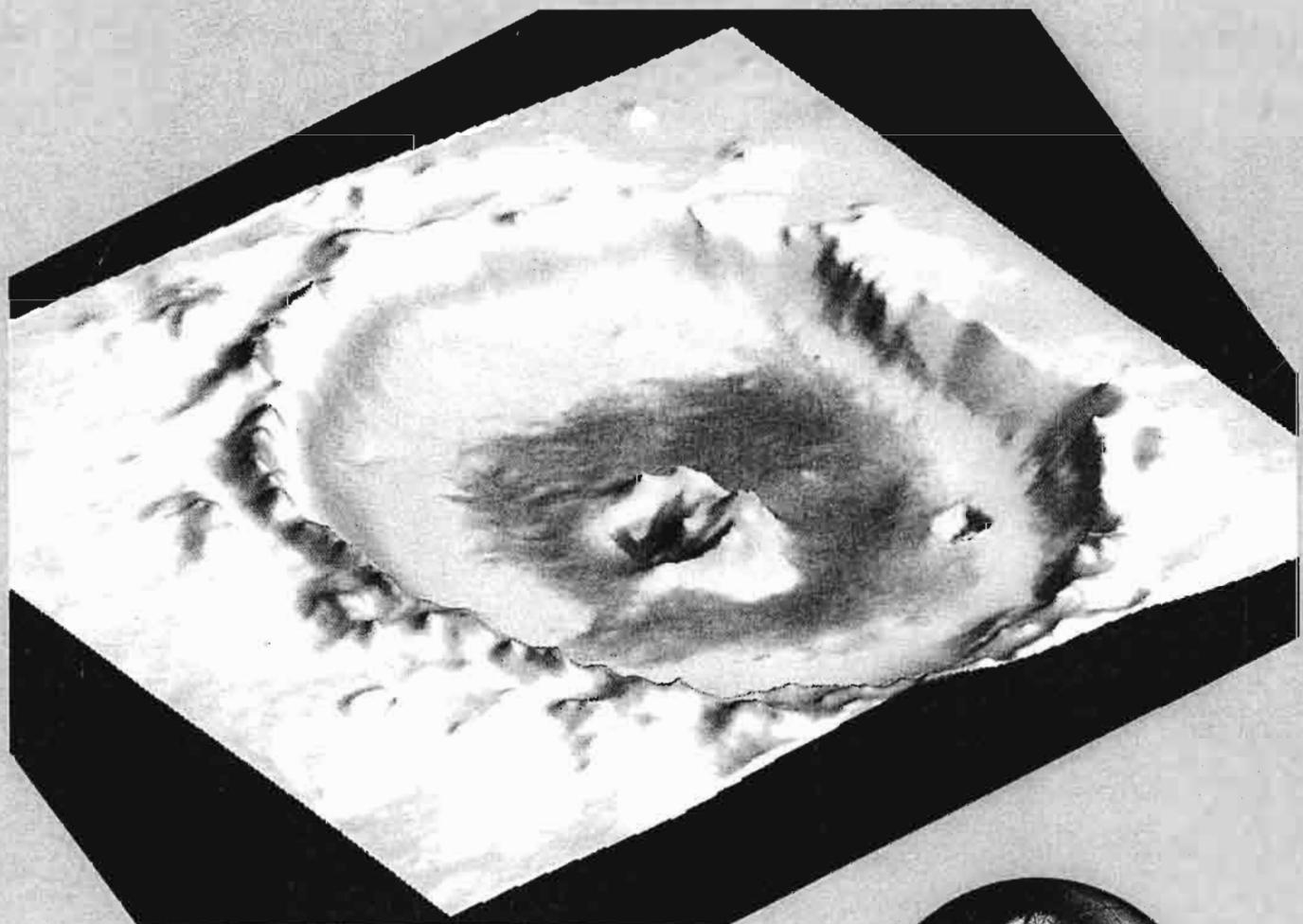
На насл. стр. поред места издавања и :  
Калгари . - Ауторова слика. - Тираж 500. - О  
автору : стр. 225 - 226. - Библиографија : стр.  
204-208.

ISBN 978 - 86 - 908609 - 3 - 7

a) Марс (планета) b) Кратер Миланковић  
COBISS . SR - ID 182359564

**Књига Марсов кратер Миланковић представља свет милионима километара удаљен од човека - хладан, пуст, нем и даље неприступачан крајолик. Ипак, то је поносни део српске територије на којој обитава Миланковићева душа, али и душе бројних великанова науке. Походимо тај кратер на крилима маште и знања да бисмо били вечна претходница онима који ће неминовно доћи.**

**В. Милићевић**



3VM Geo Ltd.



Удружење