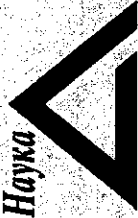


ПОПУЛАРНА

Наука



Миланковић

КОВИЋ

Прошлост, будућност

28.309

ИЗ РЕЦЕНЗИЈЕ

Читаоци ове књиге у прлици је да се упозна са значајним и приступачним прегледом Миланковићевих резултата из области геофизике и астрофизике који су касније на одговарајући начин потврђени, а затим и добили висока признања у научној јавности широм света.

Ова књига подељена је у три дела. Први говори о прошлости, други о садашњости, а трећи покушава да сагледа будућност. У свим тим временима уткано је Миланковићево дело и живеће онолико дуго колико смо умели да га користимо.

Верујемо да ће ова књига, која је пред читаоцем, не само омогућити упознавање са најзначајнијим научним резултатима Милутина Миланковића, који уз Теслу, без сумње спада у наше највеће научнике, него ће podstaћи и даља изучавања ову науку у целини, а посебно његовог стваралачког поступка.



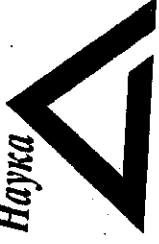
ПРОШЛОСТ, БУДУЋНОСТ



Клуб ЕИТ

ISBN 86-82167-79-4

ПОПУЛАРНА
Наука



Књига 16

Владо Милићевић

МИЛАНКОВИЋ -
ПРОШЛОСТ, САДАШЊОСТ, БУДУЋНОСТ

Клуб НТ, у сарадњи и уз подршку заинтересоване организација и истакнутих појединаца, покренуо је библиотеку "ПОПУЛАРНА НАУКА", намењену првенствено младом нараштају који формира своју визију Света и човека у њему.

Старији ће у овој библиотеци наћи нове информације, а можда и нека знања која су им недостајала.

Модерна, савремена мисао се формира на темелима класичних достигнућа у науци, техници, уметности и другим људским активностима. Млад човек, у периоду свог развоја и стицања егзактних знања, чврст ослонац налази у популарно приказаним резултатима великих научних открића. Наша намера је да управо таква дела приближимо знатижељним младим људима.

Књиге ће обухватити разне области знања. Надамо се да ће читалац, поред неопходних информација, наћи у њима и подстицај за размишљање. Сенека је пре скоро две хиљаде година рекао: "Природа не открива своје тајне одједном и свима." Жеља нам је да књигама из ове библиотеке инспиришемо младе људе да се својим радом и резултатима тог рада укључе у плејаду повлашћених којима Природа открива своје тајне, а за добробит човечанства.

Уредник

Владо Милићевић

**МИЛАНКОВИЋ -
ПРОШЛОСТ, САДАШЊОСТ, БУДУЋНОСТ**

Рецензенти
проф. др Радомир Ђорђевић
проф. др Мирослав Старчевић

Уредник библиотеке
мр Радмилко Иванковић

Уредник
Славица Васиљевић

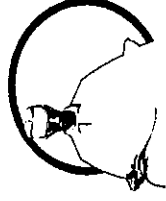
За издавача
Томислав Гајић, директор

*Књига је штампана уз помоћ Савезног министарства за
развој, науку и животно средину, Београд*

ВЛАДО МИЛИЋЕВИЋ

**МИЛАНКОВИЋ -
ПРОШЛОСТ, САДАШЊОСТ,
БУДУЋНОСТ**

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАТЕМАТИЧНИ ФАКУЛТЕТ
ИЗ Б. 28.309
БИБЛИОТЕКА



° Клуб НТ °

Београд
2000.

У мрачној ноћи, далеко од утицаја
градских светала, преко неба се
испружа слабашна трака светлости.
То је наша галаксија - Млечни Пут
или "звездама поплочани друм до
Јупитеровог двора".

(Х. Шипмен "Црне јаме, квазари и васиона")
(Овидије - цитат под знацима навода)

Он је развојио прошлост од буду-
ћности, постао свој престо у сада-
шњицу, он шета по сутрашњици и
надлеће прошлост надгледајући је.

(М. Павић "Хазарски речник")



Museo del Libro

МИЛАНКОВИЋЕВ СТВАРАЛАЧКИ ПУТ

Приликот решавања појединих проблема, научници доспевају до различитих резултата. Иако су они уверени у њихову оправданост, поткрепујући их различитим доказима, само неки од тих резултата се потврђују током времена. Многи научници и не доживе тренутак прихватања и потпунију афирмацију својих резултата. Тако се нижу у недоглед покушаји да се открију тајне многих феномена природе или друштва. У развоју науке важни су не само они покушаји који се крунишу успесима, него и они који не дају значајне резултате, јер и они имају своју хеуристичку вредност. На путу откривања *логоса* природе и друштва кроз столећа налазимо многобројне покушаје и резултате које треба оценити према њиховом стварном значају и улози у даљем развоју науке. Историчари науке су тако пред врло сложеним проблемима.

Ни Милутина Миланковића, великог српског научника није мимоишла судбина оних који су дали значајне резултате не дочекавши да виде прихватање тих резултата и њихову афирмацију. Иако је био уверен у основаност својих резултата и веровао да ће раније или касније бити потврђени, није очекивао њихову брзу афирмацију, јер је као широко образован и даровит стваралац у различитим областима добро знао природу свога посла, о чему је иначе писао у више наврата.

Мада је Миланковић публиковао и у домаћим и у

иностраним публикацијама¹ и одржавао везе са научницима из великих центара он је, бар кад је реч о нашој средини, неко време био готово заборављен; чак и данас када су започела шира истраживања његовог опуса он није довољно познат широм читалачкој публици. Због тога је важно да се подсетимо на живот и рад овог великог научника, као и на његов стваралачки пут. Данас смо у прилици да се на основу готово свих важнијих извора упознамо са резултатима овог ствараоца и укажемо на њихов значај.

Од времена када је једна група америчких научника, међу којима је био и Џон Имбри, дошла до резултата који потврђују Миланковићеву периодизацију ледених доба као и на појаву и трајање ледених доба, о овом научнику се почело писати знатно више. У нашој земљи су одржана два значајна научна симпозијума² посвећена делу Миланковића: 1979. године поводом стогодишњице од његовог рођења и 1999. године поводом 120. годишњице од рођења, 90. годишњице од доласка на Београдски универзитет и 60. годишњице од почетка рада на делу "*Канон осунчавања Земље и његова примена на проблем леденог доба*". Други значајни извор за упознавање Миланковићевих геофизичких и астрофизичких схватања је превод књиге Џона и Кетрин Палмер Имбри

¹ Најважније податке о животу и раду Милутина Миланковића, његовим објављеним списима као и радовима о њему читалац ће наћи у: Милица Инђић "*Библиографија Милутина Миланковића*", САНУ, уредник Мирослав Пантић, Београд, 1993., стр. 166, са резимеом на енглеском језику.

² "*Живот и дело Милутина Миланковића (1879-1979)*", научни скуп, уредник Милутин Гарашанин, САНУ, Београд, 1982. "Миланковић - јуче, данас, сутра", уредници В. Милићевић и М. Старчевић, Рударско-геолошки факултет, Београд, 1999.

"*Ледена доба - решење тајне*".³ Недавно објављивање изабраних дела⁴ Милутина Миланковића свакако ће подстаћи даља истраживања и употпуњавања представе о доприносима овог ствараоца.

Миланковић је био не само научник који је дошао до нових, значајних резултата, него и историчар науке, хроничар научних збивања свог времена, писац чија сећања имају и литерарну вредност.⁵ Поред тога, Миланковић је писао и о чиниоцима и природи научног истраживања, методу у науци, извесним специфичним облицима знања као што је интуиција; низ његових идеја има и одређен филозофски смисао и значај.⁶ Индикативан је и његов стваралачки поступак и пут до нових резултата те је због свега тога важно да укажемо на основне податке из његовог богатог живота и плодног рада.

Милутин Миланковић се родио у Даљу - Барања 1879. године, у имућној породици чији су издаци имали високо образовање. Међу њима је и његов деда Урош

³ Џон Имбри и Кетрин Палмер Имбри: "*Ледена доба - решење тајне*", Нолит, Београд, 1981.

⁴ О порасту интересовања за дело Миланковића као и о стању истраживања сведочи и издање његових изабраних списа. Видети: *Изабрана дела*, 1-7, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1997.

⁵ Избор из Миланковићевих успомена, да подсетим, увршћен је у библиотеку најлепше српске мемораске литературе која је објављена у *Нолиту*.

⁶ Радомир Борђевић "*Миланковићеве филозофске идеје и њихова актуелност*", "Развој астрономије код Срба", уредници М. С. Димитријевић, Ј. Милоградов-Турин, Л. Ч. Поповић, Публикације Астрономске опсерваторије у Београду, св. 56, 171-178, Београд, 1997.

Миланковић (1800-1849), значајан философ. Милутин је завршио реалку у Осиеку као најбољи ђак генерације. Његове способности тада је запазио Владимир Варићак који му је предавао. Потом одлази у Беч где је завршио студије грађевинске технике 1902. године, а само две године касније је и докторирао.



Милутин Миланковић из времена када је студирао у Бечу.

До 1909. године радио је у Аустроугарској империји као инжењер, а након тога, вођен патриотским побуђама, прелази на Универзитет у Београду где је изабран за професора рационалне механике, небеске механике и теоријске физике. Године 1924. изабран је за редовног члана Српске краљевске академије наука. Касније је био и потпредседник ове највише научне установе, редовни члан Немачке академије наука у Халеу, дописни члан бројних других академија и научних институција.

Миланковић се огледао у многим теоријским и практичним дисциплинама. Као инжењер бавио се проблемима армираног бетона приликом изградње појединих

објеката; као математичар бавио се проблемима наставе у школама. Као астроном бавио се и питањем реформе Јулијанског календара и предложио једно решење којим би се отклониле извесне тешкоће код Грегоријанског календара. Написао је више дела из области историје науке и популаризације резултата науке и књигу "*Усломене, доживљају и сазнања*" (сећања) која обухватају период од 1879. године па све до краја његовог живота 1958. године. Објавио је више од сто радова различитог карактера на нашем и неким другим језицима, највише на немачком. Главна област интересовања Миланковића била је теорија климатских промена. Резултате својих дугогодишњих истраживања изложио је у теорији соларних климата планета, математичкој теорији климе и теорији о померању Земљиних полова.

Читалац ове књиге је у прилици да се упозна са значајним и приступачним прегледом Миланковићевих резултата из области геофизике и астрофизике који су касније, као што је већ наведено, на одговарајући начин потврђени, а затим и добили висока признања у научној јавности широм света. Овде је, међутим, важно да се укаже на то да Миланковићеве резултате и идеје, нарочито оне изнете у другој књизи "*Усломене, доживљаји и сазнања*", имају и одређен методолошки и философски значај.

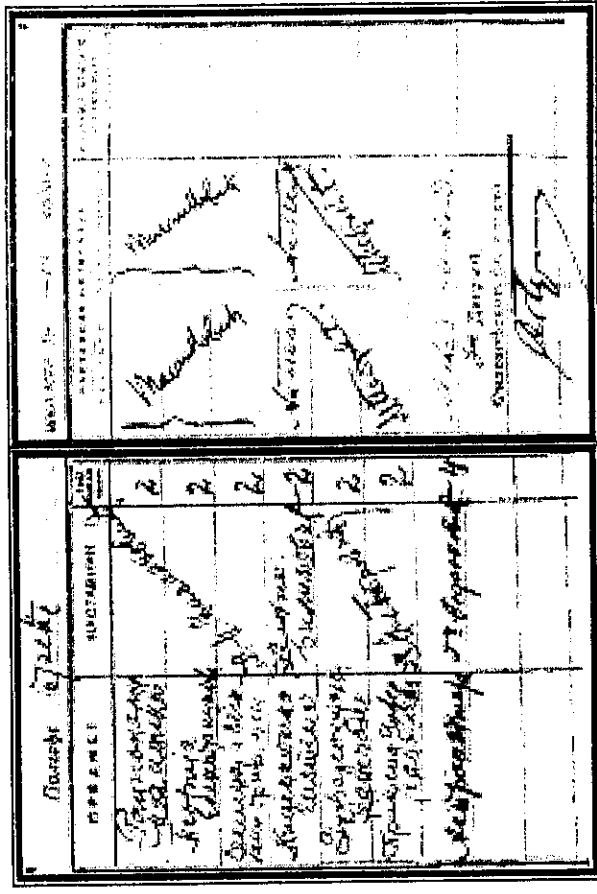
Миланковићев опус је релевантан и у епистемолошким и философским разматрањима због саме чињенице да је овај научник дошао до нових резултата теоријским путем, на основу логичког и математичког апарата. Он је иначе и настојао да размотри димензије научног метода као и чињоце и природу стваралачког поступка у науци уопште, свакако подстакнут и специфичношћу властитог стваралачког поступка. Овде треба подсетити на став познатог америчког философа, једног од

оснивача прагматизма и једног од твораца симболичке логике Чарлса Сандерса Пирса (Peirce, 1839-1914), који је писао: "Свако велико откриће у науци је једна лекција из логике". О каквој лекцији из логике је реч, кад разматрамо Миланковићев опус можемо да судимо тек након одговарајућих систематских истраживања целокупног описа овог научника.

Није нимало случајно што је Миланковић дошао до великих резултата у науци. У духу најбољих традиција имао је, осим дара, и необично широко образовање. Био је заинтересован не само за путеве научне мисли из проштих столећа, већ је настојао да на основу знања свог времена проникне у будућност, колико је то било могуће. Припадао је оним малобројним научницима и мислиоцима који су тежили генералним синтезама знања и покушајима стварања одговарајуће слике о свету. Те синтезе, као што је познато, нису могуће без темељног увида у развој научних идеја од најранијих времена, праћених у најширем историјском контексту.

У литератури о Миланковићу најчешће се наводи да је био писац универзитетског уџбеника "Историја астрономске науке од њених првих почетака до 1727. године" (1948) и популарне књиге "Кроз васиону и векове" (1926), које су више пута штампане и користе се и данас, а ова друга је објављена и на немачком језику, што свакако сведочи о њеном одговарајућем значају. Мање је познато или је готово непознато широј читалачкој публици да је Миланковић написао низ других дела из области историје наука као и бројне чланке популарног карактера о разним појавама или епизодама из историјског развоја наука. Осим поменутих значајних Миланковићевих дела из области историје наука објавио је и друга међу којима су најважнија: "Наука и техника током векова", Београд-Сарајево-Загреб, 1955; "Оснивачи природних наука, Питагора - Демокритос - Аристотелес -

Архимедес", Београд, 1947; "Двадесет два века хемије", Крагујевац, 1953; "Техника у току давних векова", Београд, 1955; заједно са инжењером Славком Бокшаном, познатим истраживачем дела Николе Тесле, неоправдано запостављеним истраживачем напсао је и невелику, али значајну књигу "Исак Њутн и његова Принципија", Београд, 1946.



Индекс из школске 1923/24 године када су професори на Београдском универзитету били М. Миланковић, А. Билимовић, М. Петровић и М. Недељковић.

Овде ваља нагласити да се дела Милутина Миланковића из области историје наука одликују специфичним приступом по коме се он може оценити као први модеран историчар природних наука у нашој средини. Тај део ње-

говог олуса до сада није истраживан нити погпуније оцењиван.

Миланковићеви историјски увиди били су свакако одговарајућа основа за извесна философска разматрања и синтезе. На сингстичко обележје Миланковићевог духа указује и сама чињеница да се бавио и проблемима класификације наука. Проблем класификације наука јавља се, као што је познато, увек када долази до великог напретка у развоју науке уопште. Тај проблем постављао се кроз векове, увек на неки нов начин, а има и теоријски и практичан значај. У наше компјутерско доба овај проблем има свакако нове димензије. Најпознатије класификације наука којих је иначе било на стотине - Аристотелова, Френсиса Бекона и Огиста Конта биле су не само израз стања у науци и философији, него и израз одређене философије, уколико је она консеквентно грађена. Класификације наука, дакле, нису никакав технички посао, оне су одувек биле израз настојања оних сингтетичких умова који су и сами дали на одређен начин значајне прилоге развоју научних знања философије и тежили да створе одговарајућу сингтетичку слику света на основу свих достигнутих знања. Миланковић спада управо у такве научнике.

У дванаестом фрагменту под насловом "Систематски преглед наших наука" у другој књизи "Успомене, доживљаји, сазнања", Миланковић, по угледу на Огиста Конта износи своја гледишта о систему наука. "Ја сам, пише он у том одељку, *полазећи од те Контове схеме, водећи рачуна о развићу појединих наука, њиховим узајамним везама, њиховом садашњем обиму и стању, а служећи се саветима мога ученога колеге Бранислава Петровића, покушао да систем наука предочим геометријском сликом, дакле неком врстом географске мапе царства науке*".

На тој мапи приказане су науке у схеми која се састоји из седам концентричних кругова. У првом кругу су математичке науке, како пише, геометрија, математика.

У другом кругу су егзактне природне науке: рационална и небеска механика, астрономија, физика, хемија. У трећем кругу су примењене егзактне науке: техничке науке. У пољу које затвара четврти круг су дескриптивне анорганске природне науке: метеорологија, минералогја, географија. У петом кругу су биолошке науке: физиологија, зоологија, ботаника, уредна анатомија, палеонтологија, анатомија. Шести круг обухвата примењене биолошке науке: медицина, ветерина, пољопривреда и биолошка технологија; а у седмом кругу су духовне науке: философија, историјске и правне науке, социологија и лингвистика. За проблем класификације наука Миланковић се заинтересовао релативно рано: неке идеје је изнео још у свом приступном предавању на Београдском универзитету 1910. године у раду "Поглед на развић так механике и њен положај према осталим егзактним наукама". Године 1957. у већ наведеном дванаестом фрагменту књиге "Успомене, доживљаји и сазнања" враћа се том проблему, при чему не даје само схему него и шире коментаре на основу плодне истраживачке праксе, настојећи да резимира своја схватања о стању науке, критеријумима њиховог разврставања.

У средишту Миланковићевог схеме наука су математичке науке. Он је био подстакнут ставом Имануела Канта (Кант, 1724-1804) да у свакој засебној науци има толико праве науке колико је у њој заступљена математика. Овде је на прво место стављен критеријум егзактности који има свој одговарајући смисао. Доиста осим диференцијације знања и извесне интеграције према захтевима друштвене праксе, једна од најизразитијих тенденција или карактеристика у развоју научних знања нашег времена је математизација, продор математичких метода готово у све науке. Миланковић је, да потсетим, живео у предкомпјутерско доба или на прагу тог доба и видео је сасвим јасно универзалну страну математичког метода. О могу-

ћности и границама математичког метода Миланковић је писао и у другим приликама. Поред Косте Стојановића он је други научник оног времена, од домаћих, који су се осврнули на дело Михајла Петровића "Елементи математичке феноменологије", које се појавило 1911. године, указујући на значај феноменолошке концепције⁷ коју је изнео поменути математичар у развијенијем облику него што је то раније чинио у мањим прилозима.

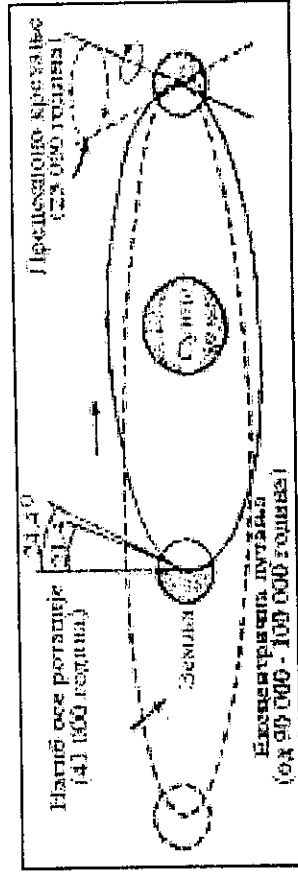
Основна карактеристика Миланковићевих гледишта о класификацији наука је идеја да су науке, без обзира на разноврсност, на различите начине у међусобним везама. Он сам није ову идеју развијао даље, али је јасно да је на науке гледао као на одговарајући комплекс, а не као на неки линеарни низ. Бавећи се проблемима из оквира више дисциплина, и теоријских и практичних, он је заправо своја гледишта извео више из своје стваралачке праксе, која је доиста била разноврсна. Ако се има у виду да је проблем класификације наука у време Миланковићевог рада био врло актуелан и у теорији и пракси, а да нема много покушаја да се унесе неки ред међу све бројнијим научним дисциплинама, чак ни међу философима, дакле, међу оне којима је то, пре свега, један од задатака, онда Миланковићев покушај треба оценити свакако као важан, иако није иницирао разврставање наука и према другим принципима деобе, није развијао даље схему класификације наука из седам концентричних кругова. Али он је афирмисао, и то изузетно сугестивно, интердисциплинарни приступ у истраживањима и то не само својим идејама из различитих списа него својом истраживачком праксом која је, може се рећи, оличавала тај приступ.

Његова истраживања из перспективе геофизике и астрофизике нису наилазила увек на разумевање савреме-

⁷ Радомир Ђорђевић "Миланковићева оцена феноменологије Михајла Петровића", Симпозијум "Миланковић - јуче, данас, сутра", стр. 216-220, наведено издање.

ника који су били у многоме оптерећени монодисциплинарним приступом. Концепција ледених доба, коју је Миланковић развијао изискивала је управо тај најшири, интердисциплинарни, глобални приступ. У том смислу он се може поредити са својим нешто старијим савремеником В. И. Вернадским (1863-1945) геохемичарем, минералологом и творцем једног новог учења о биосфери и ноосфери.

У својим општенаучним и философским синтезама Миланковић следи природно-научне традиције, њутовске идеје, идеје других мислилаца о васиони као неком градиозном механизму који је одређен извесим иманентним законитостима и у том погледу он се разликује од свог претходника, деде Уроша Миланковића који се бавио философијом и у својим синтезама ишао више спекулативно, следећи донекле Шелинга. То је био манир натурфилософије оног времена, извођене мимо резултата науке, те није случајно што је била на лошем гласу.



Основни путањски елементи које је Миланковић користио за поставку своје теорије и објашњење настанка ледених доба.

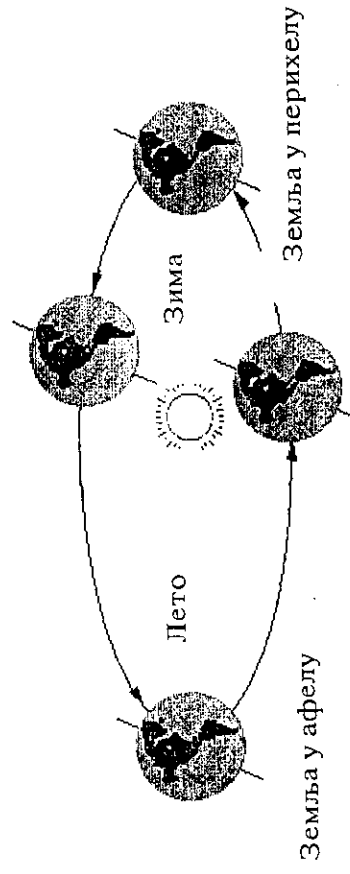
Милутин Миланковић је ишао другим путем: његов истраживачки дух је био заокружен конкретним феноменима, изучавајући конкретне и врло различите

феномене, трагао је за општим релацијама и законима манифестовања тих феномена. Тако су синтезе имале одговарајућу утемељеност у емпиријским истраживањима, а опасност од неплодних спекулација се смањивала.

Идући путем који је овде назначен Миланковић није само дошао до значајних резултата у науци, него и до значајних увида у природу процеса сазнања, ступњева, облика и путева достизања нових знања. Иако пише да је био подстакнут да изнесе своја гносеолошка схватања књигом Бранислава Петронијевића "Основи емпиријске логологије", коју му је овај подарио 1910. године, богата истраживачка пракса научника била је ипак одлучујућа да се реши да сабере и изнесе своје мисли о наведеној проблематици. Када том приликом, а и у неким другим приликама, напомиње да није довољно упућен у филозофску литературу то, такође, треба узети више као израз одређене скромности или добрих обичаја у академском свету оног времена где се водило рачуна о одговорности за јавну реч, о компетенцији за одређене области итд. Иначе, већ сам преглед његових списа показује ширину његове научне и филозофске лектире (ко је имао прилике да види његову библиотеку, која се чува у САНУ може и на основу тога да закључи о поменутој ширини његове лектире).

Миланковић је знао да је његов стваралачки пут био индикативан, па је настојао да га опише што прецизније. Детаљни описи његовог живота и рада које налазимо у делу "Усломене, Доживљаји и сазнања" (три књиге) омогућује да се упозна контекст и природа научног стварања. У једнаестом фрагменту друге књиге "Усломена..." под насловом "О извору наших знања" налазимо његова систематски изложена гносеолошка схватања. А пре тога, у осмом фрагменту прве књиге "Усломена..." у фрагменту под насловом "Фабрика мисли" налазимо то исто у значајним знацима. Идеја о природи и чиниоцима

процеса сазнања има и у његовим другим списима. Да му је била намера да опише једну необичну и плодоносну праксу, једну логику utens а не логику docens, сведоче редови: "Не умем да пишем као учени филозоф, већ као лаик, а на темељу својих властитих доживљаја и искустава. Но теши ме ово. Далеко највећи број мојих читалаца нису, као ни ја учени филозофи. Зато ће ме боље разумети. Нећу употребљавати стручне термине којих је филозофија науке препуна, а ни технику њеног султлног мисаоног апарата. Због непознавања тог апарата мораћу се послужити својом властитом терминологијом и својим схватањима о природи, подносићи личну одговорност за оно што ћу саопштити".

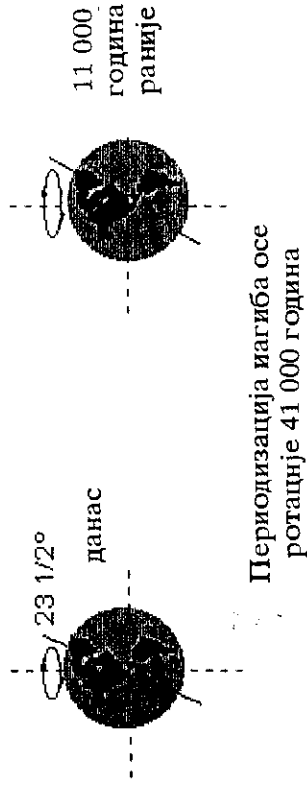


Прецесија екваторијала од 19 000 - 23 000 година

Промена годишњих доба у току једногодишњег циклуса ротације Земље око Сунца.

У питању су дакле изворни ставови и описи специфичне стваралачке праксе, а не приклањање једној или другој владајућој теорији сазнања или гносеологији које су у оно доба најчешће биле грађене спекулативно, где се

често арбитрирало између претежно емпиристичких или претежно рационалистичких ступњева као главних у процесу сазнања. Стваралачка пракса је, међутим, више упућивала према једној интегралној концепцији у којој би се видело знатно боље богатство облика, ступњева и путева у процесу иаучног стварања и сазнања, а која има своју органику и која се тешко кодификује. У извесној мери, канонизација може бити штетна. Свака нова духовна ерупција је у понечему иарушава, допуњује, развија, због тога је важно изучавање и то пажљиво свих сведочајстава о томе која остављају велики ствараоци, као што је то Миланковић, јер из логике *itens* настаје логика *docens*. Нове идеје су плод прве, мада је друга, претпоставка и то нужна иако не и довољна за прву. Реч је о сложеном процесу који чине бројне и разноврсне компоненте.



Промена нагиба осе ротације као један од астрономских елемената по коме је Миланковић рачунао времена настаика ледених доба.

Миланковић у поменутом фрагменту иајпре описује специфичности свог чулног сазнања. Као и Тесла и он је задивљен, пре свега, чулом вида и настојао је да објаси његове функције. Као што је познато анатомија и физиологија чулног апарата ни до данас нису истражене у потпуности, остају још неразјашњена броја питања. Он

истиче да су поједине способности различито развијене код различитих људи, да су у различитој координацији. Поред дискурзивних облика сазнања, логичког, математичког апарата, он истиче да интуиција има, такође, велику улогу у изналажењу нових резултата. У више наврата писао је о томе како се интуиција манифестовала у раду Њутиа, Хајгенса и других иаучника. О значају тог специфичног облика сазнања пише и иа осиову своје истраживачке праксе и искуства, али тај облик не посматра издвојено из контекста процеса сазнања уопште.

Верујем да ће књига Владе Милићевића која је пред читаоцем не само омогућити упознавање са најзначајнијим научним резултатима Милутина Миланковића који уз Теслу, без сумње спада у наше иајвеће иаучнике, него ће подстаћи и даља изучавања опуса овог иаучника у целини, а посебно његовог стваралачког поступка.

Београд, јуна 2000.

Радомир Ђорђевић

МИЛАНКОВИЋ -

ПРОШЛОСТ, САДАШЊОСТ,
БУДУЋНОСТ

ПРЕДГОВОР АУТОРА

К

њига "Миланковић - прошлост, садашњост, будућност" представља дело инспирисано великаном светске науке Милутином Миланковићем. Славни Милутин је тема за сва времена. Он наставља да живи у делима многих истраживача, али и од скора у читанкама основаца. Наиме, одломак под називом "И све што се креће, покреће Сунце" из књиге "Кроз васиону и векове" нашло се у Читанкама за шести разред основне школе на странама 44 и 45. Коначно, нико више неће моћи да изађе из школске клупе, као што је то био случај са многим претходним генерацијама, а да бар не стекне елементарно знање о Миланковићу. Великан је то својом генијалношћу оправдано стекао, па иако преваходно математичар, астроном, геофизичар, палеоклиматолог и још много тога, прокрчио је себи пут и у белетристику где равноправно са једним Андрићем, Веселиновићем, Вуком, Кочићем, Нушићем, Исидором, Тишмом, Ђопићем, Црњанским и многим другима учи децу универзалним стварима и природи у којој се све креће.

Годину 1999. прославили смо као веома значајну: пре равнo 120 лета, 1879. родио се Миланковић. Тај леп јубилеј обележава и издање ове књиге која, заједно са свим предавањима по Србији, филму, монографији Геолошке и хидрометеоролошке школе "Милутин Миланковић", гостовању на радију и телевизији, симпозијуму "Миланковић - јуче, данас, сутра" и другим, чини једну целину. Исту годину запамтиће садашње генерације по по-

мрачењу Сунца, 11. августа. Тада је Месец на крајко зак-
лонио нашу звезду, али и један део Миланковићеве
територије, један мали кратер на тамној страни нашег
сателита допринео је, између осталог, томе. Ипак, лако
нам је да закључимо да под том сенком није тешко робо-
вати, јер се под тим плаштом знање прелива у све поре
оних који то знање желе.

Ова књига подељена је у три дела. Први део гово-
ри о прошлости, други о садашњости, а трећи покушава да
сагледа будућност. У свим тим временима уткано је
Миланковићево дело и живеће онолико дуго колико буде-
мо умели да га користимо. Ако бетонске мостове на же-
лезничкој прузи Ниш - Књажевац не порушимо и они ће
остати трајна вредност онога што је Миланковић даровао
своме народу.

Књига "Миланковић - прошлост, садашњост,
будућност" можда представља слику реалног и ирациона-
лног. Можда... Исто тако, често се поставља питање: у
каком свету живимо? Да ли је оно стварно или само
пресликано у неки други свет? Свет кагастрофа, свет
болести и епидемија, свет наркоманије, рата, убиства,
криминала или свет превара и лажи - тешко да може да се
сврста у реалан. Ипак, он постоји. Постоји и свет глади,
свет сиромаштва, свет који се мало или скоро нимало није
удаљио од света робова и робовласника. И такав свет
постоји на нашој планети.

Ова књига не претендује да одговори на сва поста-
вљена питања; ту претендиозност она себи не може да на-
метне као основни циљ. Она само жели да истакне сићу-
шност не само тих питања, већ и Земље као једне мале
планете исто тако сићушног Сунчевог система у све-
општем Универзуму.

Земља ће на своме космичком путу проћи многе
недаће, стећи ће још безброј звезданих рана. Њени дома-
ћини, било биљке, животиње, микроорганизми, човек или
надчовек, само ће одиграти своје епизодне улоге за које
ће се можда рећи да су догађаји. Земљину путању, рота-
цију, револуцију и еволуцију, кретање њених контине-

ната, промену климе мењаће Сунце, његово гравитационо
поље, термонуклеарне реакције, ветар, зраци. Човек се у
читавом том систему догађаја ни за шта неће питати, би-
ће само очевидац или пасивни актер, иако ће се свим си-
лама трудити да буде и нешто више од тога.

Звездане поруке и поуке које је Миланковић за со-
бом оставио могу и тако да се схвате: кагастрофе су нера-
скидиви део Земљине еволуције. У прошлости их је свака-
ко било више, данас и сутра су могуће, јер пут што га пре-
ваљује Земља јесте пут међу звездама. Али зар и међу
звездама нема "трња"?

Аутор жели да изрази своју велику захвалност
проф. др Радомиру Ђорђевићу са Физичког факултета и
проф. др Мирославу Старчевићу са Рударско-геолошког
који су својим сугестијама и добронамерним примедбама
допринели да књига има још бољи смисао.

Велику помоћ при писању пружили су ми поро-
днице Миланковић и Белосавић на чему им се најтоплије
захваљујем. Исто тако, помогли су мр Радмило Иванковић
и Славица Васиљевић на чему сам их захвалио. Многе
моје колеге из земље и иностранства су ми помогли па их
све заједно могу назвати једним именом - пријатељи. Сви-
ма њима хвала.

Започето у Винцима код Голунца августа 1998.
Завршено у Београду за Нову 2000. годину.

Аутор

ПРВИ ДЕО

ПРОШЛОСТ

ТРАГОВИ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА

Ако се упутимо од тачке што се назива северни пол и места што га заплускују хладни таласи Северног леденог океана према југу или према замишљеној линији што полови нашу планету на северну и јужну хемисферу, али тако да се не престано држимо меридијана који је од гриничког удаљен око 20 степени ка истоку или око 1 600 километара, ако се изражавамо у дужинским јединицама, па њиме путујемо пуних 20 степени или око 4 200 - 4 500 километара, доспећемо на Скандинавско полуострво, копно што се једним делом огргло од руске платформе са истока, али не у потпуности па се у том неуспелом "бегу" повило ка југозападу, као да је желело тамо да нађе себи некакво уточиште. Пре 230 хиљада година читава Скандинавија била је дубоко под ледом - моћни инландајс је свом својом тежином притискао копно, злокобно се ширећи ка северном поларнику и даље на југ. Зиме су биле сурове и страшне, а температуре падале на 50 - 60 степени испод нуле Целзијуса. Дуге ледене дане и ноћи реметио је само ветар који је господарио непрегледном белом пустињом - таква средина није дозвољавала никаквом облику да зачне свој животни пут.

Из године у годину ледена маса се увећавала. Средња температура летње полугодине престано је падала, а Сунчеви зраци су све немоћније допирали до Земљине површине. Здружени пресецаји, нагиб осе ротације и екваторична Земљина путања око Сунца створили су климатски минимум који се манифестовао као ледено доба. И

заиста, читаво Скандинавско полуострво прекривао је снег и лед, а хладни пицици окивали су огромна прострванства.

Лед је надирао све даље, прекривши читаву Велику Британију, Холандију, Немачку и Чешку, допрло до северних обронака Западних Карпата, освојио Пољску, Украјину и северне делове Русије, чак до реке Об. Освајао би он и даље, све тамо на југ до алпских ледника, али га задржаше топли ветрови који са Атлантика продреше на европско копно и створише непробојни климатски штит централној и јужној Европи. Заштитише готово цело Француску, Словачку и Мађарску, Балканско полуострво, Молдавију и Русију и просторе од Црног до Каспијског мора. На тим теренима настаде лес, ситна прашина што је ветар разносио на све четири стране света. Касније ће се она консолидовати, очврнути и чак стећи добре изолаторске особине, тако да ће се човек радо определјивати да је користи у најразличитије сврхе. Лес ће малте не постати култна творевина, као што су то у биљном свету секвоја, папирус, платан или баобаб, јер ће се у њему вековима чувати најплеменитија црна или бела вина.

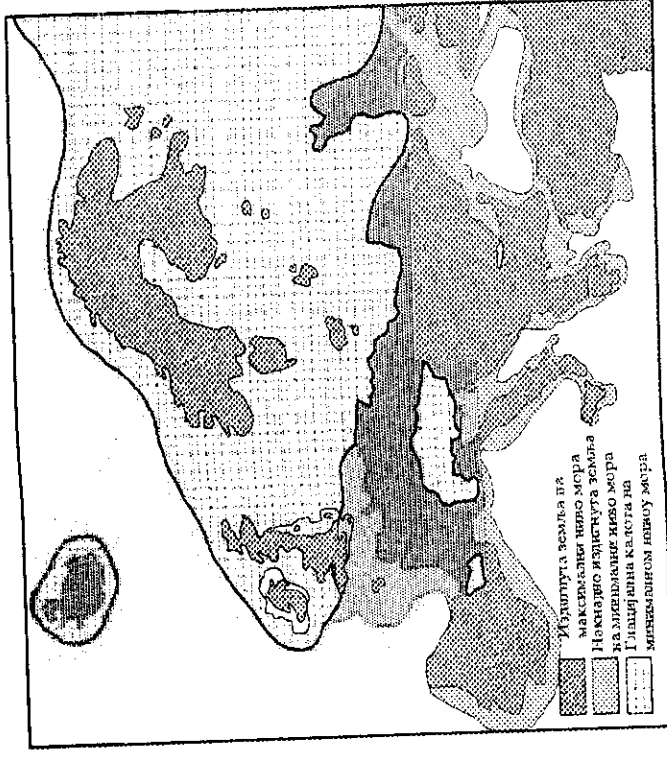
Како је Европа изгледала у време глацијације приказано је на сл. 1.

Напустимо на тренутак Скандинавско полуострво и начинимо, стручно речено, дипресију или екскурзију у три различите научне области: метеорологију, геологију и физику.

Да би дала што тачнију краткорочну или дугорочну прогнозу, савремена метеорологија мора добро да познаје кретање ваздушних маса. Како ће се она одвијати зависи од читавог низа фактора. У доњим атмосферским слојевима тај утицај је изразито комплексан, делују, пре свега, водене и колнене масе и све оне вишеструке особности које те масе носе са собом.

Попрививши такав утицај, мешајући све као у каковом огромном котлу, доњи атмосферски слојеви преносе вишим један део тих карактеристика, чиме се заправо проблем метеоролошког прогнозирања још више ком-

пликује. Када се зна да су ти међуслојни атмосферски утицаји двосмерни, посматрано по вертикалној равни, тада је у игри око метеорологије уплетен читав низ хетерогених фактора.



Сл. 1. Европско копно (пре 230 хиљада година) у време глацијације Рис када су температуре падале на минус 50 степени Целзијуса у већем делу копна током зиме.

Због тога није никакво чудо када наступе страшне зиме са ледом и мразевима који умеју да парализују читаве регионе са вишемилонским становништвом; када падају леденице крупне као песнице од којих страдају читава поља под засадом; када киша нема по годину дана и више, због чега су жедно становништво и животињски

свет принуђени да беже са таквих, најчешће пустињских предела, у она са бољим условима за живот, а биљни свет се гаси или крије дубоко у унутрашњост ужареног краја; када кише падају данима, ноћима или месецима, што је посебно карактеристично за монсуне; када се оркани или цунами обрушавају на приобаља и носе све пред собом; када се авиони нађу у простору ваздушног ковитлаца или када уместо зиме имамо пролеће, а уместо лета јесен. Све су то, између осталог, резултати ваздушних струјања.

Ипак, постоји још нешто, такође, врло значајно: то су океанска струјања. За већ поменуто Скандинавско полуострво посебно је интересантна топла Голфска струја. Крећући се дуж источних обала Јужне и Северне Америке, у области Саргашког мора, она нагло повија ка истоку, лемећи се пред непробојном баријером што је чине стеновите обале Апаталчких планина. Идући даље ка Европи, негде на средини Атлантског океана, дели се у четири правца, а један од њих доспева до обала Норвешке.

Данас је то тако. Уколико се вратимо у време од пре поменутих 230 хиљада година, тада се слика у потпуности мења. Тадашња топла Голфска струја није доспевала до копнених обала, већ до обода инландајса, који је чинио непремостиву препреку, тако да није имала готово никаквог температурног ефекта. Данас је познато да топла Североатлантска струја (или један крак Голфске струје) тече дуж норвешке обале и у великој мери ублажава зиму и ветрове са пучине. Да нема ње, зиме у Скандинавији биле би још суровије.

Геологija се, као део ове екскурзије, појављује у заједничкој спрези са физиком. Спону чини *изостазија* или равнотежно стање коме теже сви рељефни системи на нашој планети. Изостазија се најбоље објашњава помоћу планина и њихових дебљина. Да бисмо дали што јасније објашњење ове појаве, морамо начинити један корак уназад и сетити се каквог је облика наша Земља. Знамо - геосид. Није елипсоид, јер се мења од места до места, од планина, преко котлина, платоа, узвишења, па све до ско-

ро заравњених предела. Пошто је, колико толико, средњи морски ниво једна врста референтне равни, лакше нам је да из ње уклањамо сва таласања, плиме и осеке, затим ваздушна струјања, промене притисака итд. и доводимо је на замишљену хоризонталну раван, него да то чинимо са копненим површинама и свим тим неравнинама. Њоме заправо добијамо једну површину коју стручно називамо *еквипотенцијалном површином силе Земљине теже*.

Детаље о овој површини нећемо разрађивати, јер је то проблем (или мука) студената који морају добро да изуче гравитационо поље. Њу ћемо запамтити у склопу геоида, као и то да се гравитационо поље мери од места до места, затим упоређује са назначеном еквипотенцијалном површином и на основу тога дају подаци о одступању од геоида.

Ова мерења означила су једну врсту револуције у физици, а може се слободно рећи и геодезији. Шта су ново донела? Једноставно речено, схватили смо да се сила Земљине теже мења од тачке до тачке, а све то у зависности од топографије терена. Маса међусобно делују, привлаче се, удружују са другим факторима и из читаваог тог односа настају промене које меримо инструментом што се назива гравиметар.

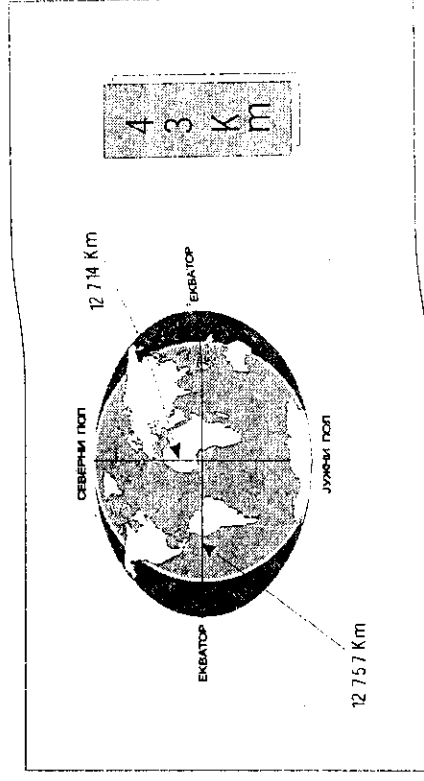
Уколико се улутимо знатичељно мало даље, открићемо неколико интересантних ствари: одступање геоида од површи елипсоида нигде на Земљи не прелази више од педесетак метара. Шта ово треба да значи? Поуздано знамо да су поједини планински системи на нашој планети преко 5 000 метара високи (Анди или Кордиљери са врховима као што су Котопакси, Уаскаран, Королуна, Сахама, Охос дел Саладо или Аконкагва), затим Кавказ (Елбрус, Арарат), Тијан - шан, Памир. Шта тек рећи за Хиндукуш, Кунлун, Каракорум, Хималаје или "трећи пол" што се назива Монт Еверест. Северно од Хималаја налази се Тибет, највиша и највећа висораван на нашој планети чијих је 75% површине на надморској висини преко 4 000 метара, а остали део изнад 5 000 метара.

Ни то није све. Истовремено имамо и супротне податке. Морско дно, такође, има своје планинске венце, дубоке раседе или гребене. Ехо сонде, а касније и сеизмичка испитивања показали су да у Пацифику, дуж западне обале Јужне Америке, постоји огромни бездан, симболично назван "јарак Перу - Чиле" где су дубине чак преко 5 000 метара. Међутим, ни то није ништа у поређењу са ланцем Јужног Хоншуа недалеко од Јапана, са Јапанском јамом, јамама Бонин и Јап или Маријанским јарком. Овде су дубине веће од 9 000 метара, а највећа измерена износи чак невероватних 11 034 метара! Само летимичан поглед на овај податак и једноставна рачуница показују да на тим дубинама владају невероватни притисци, такви да, слично леденом добу, не дозвољавају никаквом облику да зачне животни развој. Доле је вечни мрак, пуст предео без Сунчеве светлости, хладни абисални басен без Миланковићевих циклуса осунчавања.

И поред свих тих разлика у висинама на копну, а још више у морима и океанима, како рекосмо, нема великог одступања геоида од екипотенцијалне површине. Зашто? Разлог је, пре свега, изражен у комплетном осредњавању свих неравнина на Земљи, постојању великих за равњених предела, равница, платоа, котлина, али и у малој разлици Земљиних пречника по екватору и половима, само 43 километра.

Да се мало задржимо на овом податку. Од како је Магеланова поморска експедиција кренула из шпанске луке Сен Лукар 1519. године и делимично срећно завршила своје путовање 1522. јер је на том трогодишњем путу страдало четири брода, 260 чланова посаде и сам Магелан, човек је спознао стварне димензије планете на којој живи. Мишљење да је Земља равна плоча са крајем света и страшном недођијом дефинитивно је сахрањено, а заменило га је у прво време схватање да је она лоптастог облика, затим елипсоид и, најзад, геоид. Савремена осматрања (астрономска, геодетска, сателитска) доказала су да Земља има два пречника: екваторијални, који износи 12 757 километара и поларни, нешто мањи, 12 714 ки-

лометара. Према томе, у њиховој разлици налазимо оно одступање елипсоида од лоптастог облика. Како то изгледа показано је на сл. 2.



Сл. 2. Разлика екваторијалног и поларног пречника Земље као елипсоида.

Али ни то није све. Постоји нешто што бисмо могли да назовемо помоћним средством: то је *обртни елипсоид*. Облик геоида одређујемо у односу на поменути елипсоид који апроксимира Земљин.

Најзад, идући постепено, корак по корак, дошли смо ипак и до планина и њиховог значаја у читавој овој причи. Враћамо се топографији и промени силе теже. Шта се дешава? Маса једне планине неминовно врши свој утицај на масу долине која је у суседству. Од чега тај утицај зависи? Када је његов интензитет већи? Овим питањима полако са поља физике прелазимо на поље геологије.

Опште је познато да планински предели имају већу дебљину коре него што је то случај са равничарским пределима. Уколико бисмо посматрали те дебљине од Алпа, преко Карпата, Кавказа, па све до Хималаја, уочили бисмо да оне варирају, али су увек веће тамо где се на-

лазе планине. Испод Алпа кора је дебела преко 50 километара, испод Карлата око 40, Кавказа 60, док је кора Памира дебела чак 70 километара.

Али ни то није све. Читав тај, да га назовемо, сивем планина плива на једној подлози која је у вискозно стању, а та подлога зове се *астеносфера*. Истовремено, одговори на два постављена питања намећу се по логици: веће утицаје и интензитета треба да имају крупнији планински системи. И не само то, они знатно више својом масом оптерећују астеносферу и урањају у њу.

Конечно, долазимо на почетак приче, на Скандинавско полуострво, и време од пре 230 хиљада година. Најстрашнија зима је тутњала нашем планетом у пуној моћи; било је то ледено доба што му дадоше име Рис на Алпима, а у Скандинавији Зала глацијација. По Миланковићевим прорачунима средња годишња температура пала је чак за 4 степена што је изазвало спуштање снежне границе за читавих 1 540 метара.

Поупимо се за час на Јерменске планине у Закавказју и на онај угашени вулкан Арарат што се диже чак 5 156 метара увис. По светој књизи, Ноје је тамо себи и животињама што их је повео са собом нашао уточиште од страшног погота, чекајући у својој сади већ надалеко чувеној барци да се вода повуче и стигне гласник у облику голубице са маслиновом гранчицом у кљуну. Данас се са Арарата спушта 30 ледника, али не више тако моћних као у време леденог доба. Граница до које они могу у ово време да допру износи негде око 3 500 метара, али ако се вратимо у Риску глацијацију, тада ћемо једноставно срачунати да је она износила око 2 000 метара.

То је могло да значи рај за оне који обожавају зимске спортове и храбро спуштање низ стрме падине, али не за већину других ствари. Када бисмо савременог човека само на одређено време пренели у тај период не би могао да се бави сточарством, већ би главом без обзира бежао у ниже пределе. Пашњаци су допирали само до 1 000 - 1 200 метара висине, а остала вегетација (листопадно дрвеће, воћњаци, повртњаци) налазили су се само у

подножју планина.

На Скандинавском полуострву, међутим, стање је било још горе. О некаквим пашњацима није могло ни да се говори. Тадашњи човек или човек каменог доба (средњег палеолита) није ни помишљао да се упути ка северу, јер, првенствено као сакупљач хране и ловац на дивље звери, није могао очекивати да ће се тамо бог зна колико офајдити.

Ипак, промене на боље су се догодиле. Како дошло, тако је и отишло. Олет су се прецесија, нагиб осе ротације и ексцентрична путања Земље око Сунца удружили, али овога пута у максимуму и лед је почео да се топи. Летња полугодина бивала је све топлија и топлија, а хладни пици су губили своју моћ. Сунчева зрачна енергија је све јаче емитована упоредницама који су се протезали ка северном полу, а граница инландајса се повлачила ка центрима одакле је првобитно надирала. Време је протицало и снег је нестајао. Остајали су само огромни блокови стена који су као странци стајали у окружењу са којим нису имали ама баш никакве везе. Били су то неми докази климатских промена које се одиграше у не тако давној прошлости наше планете. Ледено доба је минуло.

Остаде још нешто. Човек откри и нематеријалне ствари које није директно могао да опиша, али то у прво време изазва сумњу. Како да верујем у оно што не видим или у оно што морам да замишљам? Лаику није ни мало лако да схвати апстрактно сликарство, а још теже законе небеске механике. Како да верујем или разумем Миланковићеве математичке прорачуне када нисам стигао ни до основних интеграла или линеарне диференцијалне једначине, питао се сваки неверни Тома.

На Скандинавском полуострву је откривено још нешто. Када се онај моћни инландајс отопио, полуострво, као леђа некакве огромне немани, полако је почело да се издиже. И дан данас то колно расте и рашће све даље док не достигне равнотежно стање које је било нарушено притиском догађањих нагомиланих ледених маса.

Овај процес се можда најбоље може објаснити уколико замислимо следећу чињеницу: претпоставимо да се лед на Антарктику отопио у периоду од годину дана. Значи, за изузетно кратко време нестало је масе која се гомилала у последњих 10 милиона година, а која је достигла дебљину од фантастична 4 километра. Као ефекат ове појаве (а боље рећи хипотезе) јавиће се низ појава, једна од њих биће релаксација копна које је дотад трпело огроман притисак. Копно ће неминовно кренути вертикално на више и све планине, брда, узвишења, стицаће нову надморску висину. Истинитост тих речи на једноставан начин може да провери терестричка или сателитска геодезија.

Издизање Скандинавског полуострва помно је проучавао познати немачки метеоролог, геофизичар, поларни истраживач и творац најсавременије геотектонске концепције у геологији Алфред Вегенер (Alfred Wegener). Нажалост, никада дефинитивно није открио механизам кретања континента, јер није познавао све карактеристике средина испод Земљине коре, али је зато остао непоколебљив у уверењу да се они крећу. Али све се завршило онако како је било суђено: "Ипак се окреће", рече Галилео Галилеј (Galileo Galilei) за Земљу и превари инквизицију, јер сачува главу на раменима, "ипак се крећу", рече Вегенер за континенте и изгуби главу у леденој гренадској пустињи. Ова казивања међусобно су удаљена око три века, али оно старије изгледа да је било мудрије, прилагодљивије и флексибилније на суровост живота.

Скандинавија у сваком погледу расте: нећемо бити иронични па рећи да то једино не важи за незапосленост и natalитет. Издизање копна се проучава у дужем временском периоду и о томе постоји низ доказа. Издвојмо најважније.

Истраживањем гравитационог поља на теренима Скандинавског полуострва, како смо рекли, откривена је аномалија која доказује да се оно лагано издиже. То издизање је законито и има своје карактеристике: брзину, ограниченост, утицај на друге средине. Откривено је да

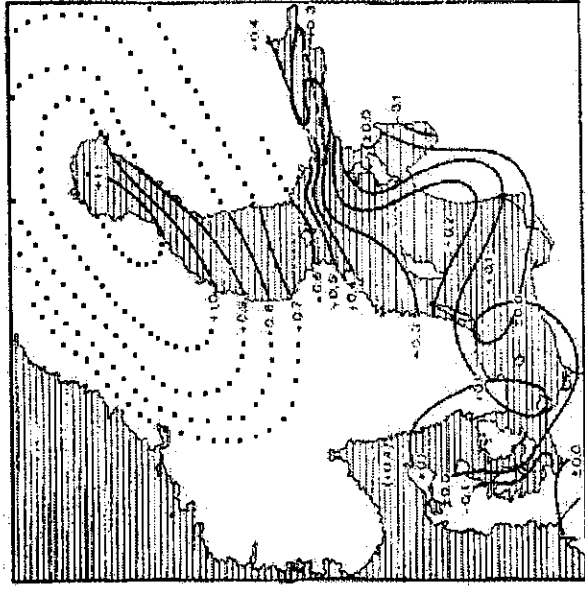
износи 100 сантимеретара на један век или 1 сантимеретар за годину дана. Да видимо шта то значи.

Замислимо на тренутак две породице које живе у две засебне куће. Удаљене су стотинак метара, међусобно се често посећују, чак праве планове и да се ороде. Дели их само граница која се лагано издиже, али коју ни једним својим чулом не могу да открију. И терен креће. У првим годинама то се не уочава, али како време одмиче, почиње да се примећује мали нагиб. После десет година један део се издигао исто толико сантимеретара, породице су се срећно ородиле и већ нови нараштај трчкара од једне до друге куће. Деца расту, али расте и један део терена. У њиховим зрелим годинама већ се издигло пола метра, а потомци ових потомака више не преваљују 100 него 101 метар да би савладали пут. Нагиб терена постаје све већи и то је прво што уочавају. У другом веку живљења на немирном тлу, дефинитивно схватају да се њихове куће непрестано удаљавају, једна издиже, а друга спушта или остаје фиксна, док падина по којој се крећу бива све стрмија.

Највеће издизање Скандинавије одвија се у најсевернијем делу Ботничког залива, тамо где се налазе шведско - фински приморски градићи Умео, Шелефтео, Лелеа, Хапаранда, Кеми, Оулу и Кокола. Ако би морало тај чиније да се каже, онда би се дефинисало као простор од око 65 степени северне географске ширине и простор чије су географске дужине у границама од 20 - 25 степени источно од Гринича. Иако су лепа, чисти и уређени ти градићи су у климатски хладном појасу што у великој мери утиче на живот људи. Да су негде на Медитерану били би рај на Земљи.

Идући од северног дела Ботничког залива било ка југу, северу, западу или истоку, удаљаваћемо се од центра издизања. Нулта линија или граница до које се Скандинавско полуострво креће на више налази се дуж границе норвешке обале са севера и дуж обале која припада балтичким земљама, Русији, Пољској, Немачкој и Данској. Дужа оса издизања, према томе, оријентисана је правцем

североисток - југозапад или исто онако како се повило Скандинавско полуострво. Те изолиније које упечатљиво одражавају кретање Скандинавије приказане су на сл. 3.



Сл. 3. Изолиније издизања Скандинавског полуострва за последњих 100 година изражено у сантиметрима (по Витингу, из А. Вегенера, 1928).

Ово издизање неминовно се одражава и на европско копно. Велики делови Данске, Немачке и Холандије тону из тог разлога, па би се могло рећи да је ово нека врста клацкалице. Када је лед притискао Скандинавију читава средња Европа се издизала. Данас је, међутим, ситуација другачија: клацкалица се диже на ону страну где је Скандинавија, а спушта у делу средње Европе. Трајаће то тако све док једног дана поново не дође до новог захлађења и леденог доба.

Да се поново осврнемо на геологију. Скандинавски геолози су често имали у виду овај догађај, па су начили читав низ истраживачких подухвата како би што

тачније дефинисали све те епизодне промене. Једна од тих била је метода "тракастих глина" или метода "варви". Да видимо шта је то.

"Варва" или "годишња лента" неодољиво асоцира на год на дрвету. Као што сваки год израста у току једне године на стаблу, тако "варве" настају у серијама слојева. Разлика је у томе што се код "варви" распознају чак и полусезонски периоди, летњи и зимски, док код година стра-не света, север и југ. Варва је данас интернационална реч, истина веома ретка и не може се наћи у *Лексикону страна-них речи и израза*, па и поред тога заслужује пуно призна-ње и, као одомаћену, не треба је више писати под знацима навода. Корен је, наравно, у Скандинавији, тачније у Шве-дској, где је још 1912. године Де Гер (De Geer) предложио да се интернационализује. То је и учињено. Данас знамо да је ово назив за језерско - ледничке серије, најчешће светле и крупнозрне које одговарају летњем периоду и тамне и ситнозрне које одговарају зимском периоду. Сва-ка година се, према томе, обично састоји из две варве, је-дна је сачињена од глине, а друга од алеврита или некон-солидоване масе чије су честице величине од 0,1 - 0,01 ми-лиметра.

Најзад, долазимо до значаја тих варви. Када се скандинавски инландајс повлачно, остављао је за собом трагове који су нађени у облику тракастих глина. Једно-ставним пребројавањем тамошњи геолози могли су да одреде границе појединих фаза тог лаганог процеса, чак да саопште брзину нестајања ледника.

Да би све то проверили, геолози су, у сарадњи са физичарима, увели још једну методу која данас има веома широку примену: то је угљеник ^{14}C . Да направимо један мали излет у физику и област која се развила почетком двадесетог века, а која носи назив радиоактивност.

Угљеник је интересантан хемијски елемент. Има га скоро свуда: у ваздуху, у стенама и минералима, биљ-ном и животињском свету, нафти, угљу, дрвету. Два кри-стала, као две супротности, као небо и земља, као црно-и

бело, као Аполон и Хад, јављају се код угљеника: дијамант и графит. О њима могу да се испредају читаве приче, за дијаманте су везани разновразни догађаји, преваре, плачке, отимачине, убиства, страдања у дубоким рудницима и сл., док за графит претежно ђачка мука, јер се превасходно употребљава за израду оловака.

Угљеник има два стабилна изотопа: угљеник ^{12}C кога има у изобилју у природи и угљеник ^{13}C који се по том питању јавља у много скромнијој количини. Оно што је посебно занимљиво то је да постоји 6 радиоактивних изотопа, а један од њих је и угљеник ^{14}C .

Наш ^{14}C се везује за живе организме, а време попураспада му је 5 730 година. Веома широку примену ^{14}C је нашао у археологији, али ни глациологи ову методу нису одбацили, јер су у свему томе нашли свој интерес. Старији варви или тракастих глина могла је да се одреди методом ^{14}C . Истом том методом одређивана је и старост последње глацијације, што је још више истичало значај овог изотопа.

Један кључ проблема је тиме нађен. Други се, пак, налазио у палинологији или науци о полену биљака. Тај полен или микрогаметофит или малена ожеђена биљка, када би се буквално преводило са изворног грчког језика, развија се из микроспоре на којој се образују мушки гамети или микрогамети.

Пре него што наставимо даље, морамо да кажемо да смо овом путањом закорачили у чудесни свет микроорганизама. Просто је невероватно колико су ти сућушни, на први поглед безначајни организми, безгранично много помогли човеку да схвати највеће тајне природе.

Откриће ћелије, које у прво време нико озбиљно није схватао сем човека чије име данас са поносом свако мора да изговара, а који се звао Роберт Хук (Robert Hook), означило је праву револуцију у разумевању живог света. Годину 1665. биолози ће увек са дужним поштовањем изговарати, јер је тада први пут један човек угледао основну јединицу грађе и функције свих живих бића коју данас називамо ћелијом. Касније, 1737. године немачки научни-

ци Матијас Шлајден (Matias Schlaiden) и Теодор Шван (Theodor Schwann) рећи ће да су све биљке и животиње изграђене од ћелија.

Откривање вируса, бактерија и других организама без организованог једра сврстава се свакако у епохална људска открића. Замислимо само бактерије за које се мисли да су најстарији становници наше планете. Милиони-ма година оне су се успешно прилагођавале свим променама које су често умсле да буду и катаклизматичне. Њихова до крајности поједностављена грађа, начин исхране, организација живота и друго могу само да буду узор многим живим бићима.

Погледајмо на час колико је то истинито. Бактерије могу да се нађу свуда: откривене су у горњим слојевима атмосфере, на стењу које се налазило покрај извора топле воде чија је температура износила преко 60 степени Целзијуса, у замрзнутом тлу, на океанском дну на дубини до 9 000 метара итд. Велики изненађење је представљало откриће бактерија на телу фока. Нађене су две врсте: једна се налазила испод предњих пераја, а друга на носу. Прилагођеност свим условима живота је фрапантна, често су у стању, уколико се ти услови погоршају, да зауставе све своје животне функције, пређу у стање тоталне хибернације све до појаве повољних услова. Колико ли их је само у антарктичком, гренландском или хималајском леду заробљено? Бацила има у свим земљиштима, почев од оних у субполарном климатском појасу па све до оних у екваторијалном.

Са бактеријама ћемо завршити тако што ћемо рећи да ће човек тешко достићи то савршенство живљења. Савремени господар планете је ипак лако рањиво биће. Све снажније елементарне непогоде брзо га погађају, а његов век трајања тек је сићушан део живота што га бактерије проживеше. И када се једног дана, уколико такве среће буде, човек вине и одлута на друге планете и изван Сунчевог система, прва ванземаљска бића која ће му "пожелети" добродошлицу биће бактерије. Доброћудна или

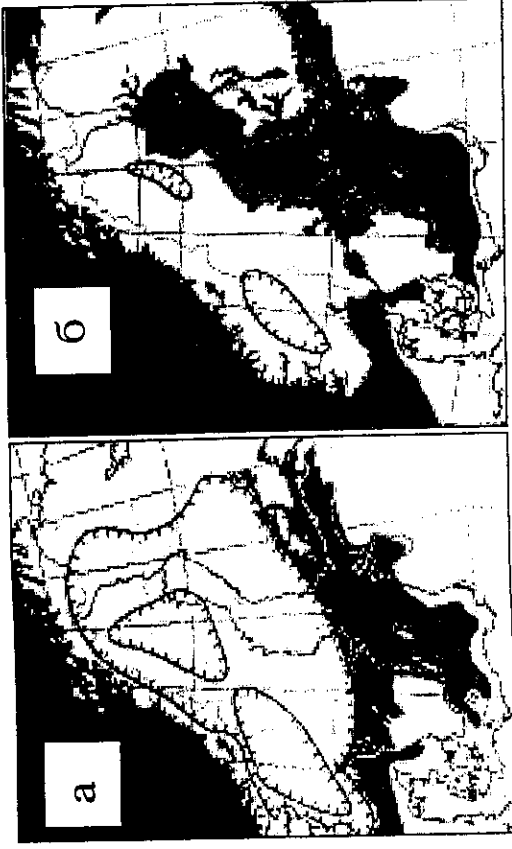
злоћудна чекаће га у новом свету да му покажу да су једино оне те које заједно са спорама лутају бесконачним васионским просторима и да су оне стварни и једини господари Универзума.

Али, вратимо се полену. Радећи упорно на проучавању инландајса, скандинавски палеонтолози су дошли до открића различитих врста. Сав тај полен углавном носи латинска имена, па ћемо их тако и назначити. То су: *Yoldia arctica*, *Ancylus fluviatilis* и *Littorina litorea*. Ипак, показало се изузетно важним, јер је сваки полен за себе носио обележја средине у којој се развијао. Тако се знало да се Јолдија развијала у хладном пребореалном интервалу када је постојало море које је спајало Северни ледени океан са Северним морем и даље Атлантским океаном, али тако да се простирало од Балтичког мора и Финског залива, преко данашње Језерске Финске све до Белог и Баренцовог мора. То негдашње море је по нађеном полену и названо Јолдијским (сл. 4а). Метода ^{14}C је припо могла да се пронађе време у коме је тај полен откривен, па се коначно сазнало да је све то било пре 10 000 година. Овим смо заправо начинили скок и из Риске глацијације пребацили се у Вирмску интерглацијацију.

Хиљаду година касније појавио се нови полен. Зашто? Једноставно, даљим повлачењем ледника стварала се сасвим нова слика на нашој планети. Уместо мора и отворене комуникације између два океана издигла се баријера која се налазила између Јиланда у Данској и Свеаланда у Шведској. Од данашњег Копенхагена до Малмеа могло се несметано пешачити, а Анцилуско језеро са *Ancylus fluviatilis* било је уствари претеча данашњег Балтичког мора.

Анцилус се развијао у топлотом интервалу Вирмског интерглацијала, онда када је атлантска клима преовладала, неких 7 000 година пре данашњице. Створено је, дакле, Анцилуско језеро (сл. 4б), веће него сва која данас постоје на Скандинавском полуострву, веће чак и од Балтичког мора. Осмотримо само на час како је то некада изгледало: север Европе је пролазио кроз своју динами-

чку фазу, отварајући, затварајући и опет отварајући час слане, час ослабене путеве ка западу.



Сл. 4. Развој Скандинавског полуострва у току последњих 10 000 година: а - стадијум Јолдијског мора трајао је у времену од пре 10 000 - 9 000 година, клима је била субарктичка до пребореална и б - стадијум Анцилуског језера од пре 9 000 - 6 000 година, клима је била бореална.

Када се појавила Литорина, последњи полен у наведеном низу, опет је било море или Литорина море. Било је то пре око 6 000 година, а задржало се око пола тог времена. Тек пре 3 000 година, после тих смена сланих, слатких, мешаних или бочатних вода, после отапања великих ледника, разоткрио се најстарији део европског копца са прекрасним рапакиви гранитом¹, рапакиви сије-

¹ Рапакиви је фински назив и може да се преведе као "расипање у минералне комадиће". Гранити и сијеници су дубинске магматске стене, док апхити припадају жичним магматским стенама. Рапакиви стене су карактеристично црвене боје. У Финској и Шведској најчешће се употребљава назив

нитом и рапакиви аплитом, родило се, дакле, Балтичко море. Инландајс се дефинитивно повукао или, како Миланковић каже, *крајњи ефекат осунчавања наше Земље је температура што је Сунчеви зраци стварају на њеној површини и у њеној атмосфери*, па када је те температуре биле више него у претходном периоду морали су они ледници да напусте јужније упореднице.

О, како ли је после толико хладних година изгледало прво топло пролеће у Скандинавији! Каква ли су биле лета када су почели први лишћајеви, маховине и траве да избијају из влагом натопљене подлоге! Неки чак мисле да су поједини лишћајеви са Арктика, ти пионири вегетације, стари чак преко 8000 година. Невероватно, али ако је тако, онда то значи да су одмах по повлачењу ледника кренули да се развијају.

Да се за кратко задржимо на њима.

Од свих сувоzemних биљака лишћајеви су најдаље продрли до јужног пола. Налазимо их на стењу што штрчи изнад ледника, на нунатацима, а као храну једино користе оскудну минералну материју из подлоге и влагу или воду које има у изобиљу. Заправо из симбиозе две биљке, алге која фотосинтезом ствара храну и гљиве која користи ту храну ствара влагу и враћа је алги, природна је показала снагу заједнице у њеном најизворнијем облику. Лишћајеви су начинили мост између неживе и живе природе: милионима година ситнили су тврде стене, својим мртвим телима ђубрили су тако ситне честиче и истовремено везивале их у компактну целину да их ветрови не разнесу. Чинили су све за друге, а када су они дошли, ти исти лишћајеви су се тихо, неприметно и без иједног изузетка повукли у најсуровије, хладне, најнегостољубивије пределе ове планете да тамо живе, далеко од људи, фабрика и свих других загађивача, у миру који само ваљда звиждање ветра може да поремети. Своју главну мисију са успехом су обавили, а што их народи далеког севера још

рапакиви гранит, што означава касно прекамбријски период или старост између 610 - 570 милиона година.

користе као антибиотике или ирваси као главни извор хране, само су нови докази њиховог неизмерног значаја. Арома лишћајева једино је опojно блаженство што се хиљадама километара преноси леденом пустињом и у чему само ретки људи и ретке поларне животиње могу да уживају.

Најзад, дакле, дођосмо и до савременог Балтичког мора. Клацкалица превагну на страну Скандинавског полуострва и оно крену навише. Па "ко би гори, сад је долина", све се изокрену и прастаро копно поново у свој својој моћи издиже сопствени планински венац поносно.

Трагова тих климатских промена је безброј: норвешки фјордови, фјелдлови, шведска и (финска језера само су најупечатљивији примери нестанка ледника, али не и једини. Ми ћемо се задржати на водотоцима, рскама које су одељене високом скандинавском баријером, тако да практично данас све теку ка југоистоку или истоку, ка Балтичком мору, а скоро ни једна на север или северозапад ка Норвешком мору, односно Атлантском или Северном леденом океану. Вододелница је готово тик уз обале Норвешког мора.

Све те реке, Глома, Јуснан, Индалас, Ума, Шелефте или Торне и све друге, мање по дужини, усекле су своје корито веома дубоко у изворишном делу. Крећући се од неког заосталог ледничког језера или извирући као и све друге реке, стварале су своја корита без претензија за дубоким усецањем. Али већ поменуто издизање имало је своје неминовне ефекте: супротан речни смер кретања створио је дубоке долине.

Када су се Милутин Миланковић и Владимир Келпен (Wladimir Köppen), немачки климатолог договорали 1922. године за које географске ширине да Миланковић рачуна секуларни ток осунчавања Земље, предлог је пао да то буду упоредници на 55, 60 и 65 степени северне хемисфере. Где се налази Скандинавско полуострво? Баш ту. Зашто је одабран тај појас? Келпен је био мишљења да су се најупечатљивији догађаји из леденог доба одиграли

на тим просторима, а посебно је инсистирао да Миланковић обрати пажњу на летње осунчавање, *јер лето је пресудно годишње доба за образовање трајног снежног покривача. Када лета постају све хладнија и хладнија, помера се граница вечног снега са врхова бргова на ниже, а ледњаци, глечери, надиру у долине. Тај нови снежни покривач рефлектује својом белином Сунчеве зраке и њихову топлоту враћа, неискоришћену, у интерпланетарни простор.*

И ако поново са Скандинавског полуострва кренемо у супротном смеру од оног којим смо путовали на самом почетку ове приче, враћаћемо се ка тачки што је зову северни пол. У царству белог медведа, највећег ловца на овој планети, животиње која је све своје телесне функције подредила голом опстанку и обавези да у сопствени организам унесе довољну количину намирница животињског порекла, сурова клима је нешто што би могло да се констатује као сасвим обична појава. Тај господар поларних предела променио је многе навике и особине својих предака: камуфлирао се у бело, не слава зимски сан, створио је моћни слој сала и постао врхунски убица.

Најзад, кад доспемо до оне тачке што кажу да је северни пол, морамо да се сетимо његовог првог освајача, Роберта Пирија (Robert Peary), који је 1908. године, када је ту ступио, записао: *"Око мене нема више севера, истока или запада: у свим правцима само је југ. Један поларни дан и једна поларна ноћ овде су читава година"*.

Са северног пола крећу ледене санте. То су ничији брегови или лутајући бродови без кормилара које носе струје и терају ветрови. За сада користи од њих нема нико, али зато штете итекако - бродови уколико неопрезно уђу у њихове воде као некада велики прекоокеански брод Титаник 1912. године. Једног дана, међутим, користиће се као извори питке воде; људи се неће тако незаинтересовано односити према њима као што то данас чине. Трећи милионијум неће дозвољавати никоме и никада такав лускуз, јер ће људи на нашој планети бити све више, а хране, воде, енергије и свег оног другог потребног за голи опста-

нак све мање. Човек двадесет првог века неће гледати на хладни север као на негостољубив крај, биће и тамо живота, а ако се догоди нека "златна грозница", слична оној на Аљасци некада, тек тада ће многи похрлити у великом броју и у те крајеве.

СВЕТЛОСТ

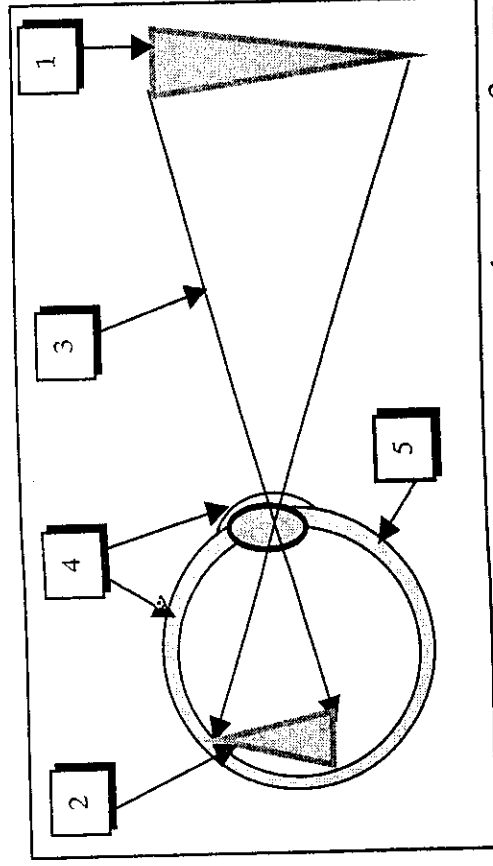
Снежна површина прима Сунчеве зраке селективно или, боље речено, један део апсорбује, а други рефлектује. Та рефлексија је неповољна.

Да видимо како се наше око понаша у овом случају. Светлосни зраци пролазе кроз делове ока који у првој фази не играју неку значајну улогу. То су рожњача, затим зеница, сочиво и стакласто тело; сви заједно чине, да тако кажемо, пасивне објекте. Зеница се, на пример, спонтано шири или скупља у зависности колику количину светлости треба да пропусти, али она није доминантни фактор.

Тек када зраци доспеју до мрежњаче, која се налази иза стакластог тела, долази до преламања и сабирања. Настала је значајна промена: створен је лик предмета који је стваран, обрнут и умањен. Погледајмо како то изгледа на сл. 5.

Снежно слепило није трајне природе и то је велика срећа. Заправо, то је дејство ултраљубичастих зрака на рожњачу као спољног омотача очне јабучице. О физиологији вида говорићемо нешто касније, за сада се задржи мо на ефекту упада светлости.

Како снежна површина прима Сунчеве зраке? За неупућене ово питање и није од неког великог значаја. Исто то могло би да се каже за све оне житеље наше планете који живе јужније од 40-ог упоредника на северној хемисфери и обрнуто, ако су на јужној полулопти. Ово питање је, међутим, круцијално када се ради о људима који свакодневно морају да гледају у белило; то итекако погађа становнике крајњег севера и крајњег југа, људе са Гренланда, Антарктика, Канаде, Аљаске, Сибира. Исто тако, сви планинари чији су циљеви високо изнад 5 000 метара морају о томе да воде рачуна. Познати освајачи северних предела посебну пажњу су посвећивали том питању, па зато и није никакво чудо када се нађу слике једног Бафина, Хадсона, Беринга, Баренца, Челускина или Дежњева у пуној опреми за освајање тих крајева, а очи им



Сл. 5. Образовање лика предмета у оку: 1 - предмет, 2 - лик предмета, 3 - правац светлости, 4 - епителне ћелије са пигментом и 5 - нервне ћелије.

Место на мрежњачи на коме се формира лик зове се жута мрља. Са ње се "фотографија" посматраног предмета преноси очним живцем у мозак и ту настаје преокрет - слика се исправља у центру за вид.

Пре него што наставимо даље са објашњењем процеса виђења, начинићемо један скок у физику или њен део који се назива оптика, јер она практично сва почива на простирању светлости.

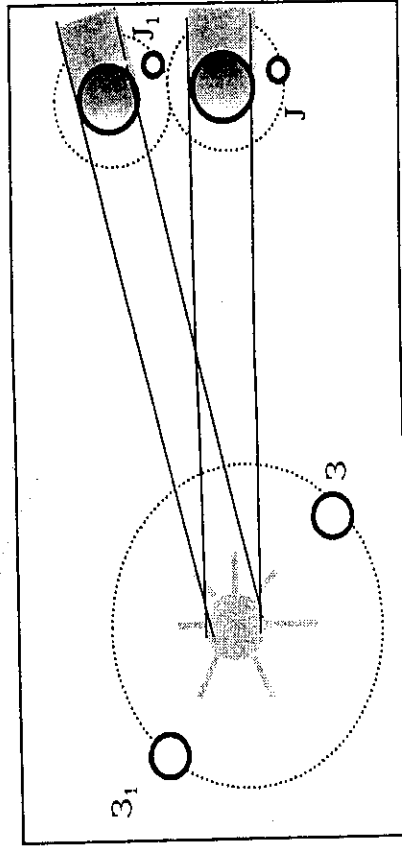
Физика нас учи да се сви емитери светлости сма-трају светлосним извором. Што је посебно занимљиво, сви они дају исту светлосну енергију, без обзира било то Сунце, ватра или свитац. Светлост се простира праволи-нијски, а као класичан доказ користи се оглед са три шпер - плоче и свећом као извором светлости. На свакој шпер - плочи налази се по један мали отвор и када их по-десимо тако да буду сви у једној линији, видећемо извор светлости. Уколико се помери било који отвор на горе, доле, лево или десно нећемо више видети тај извор све-тлости. Тиме смо доказали њено праволинијско прости-рање.

Следећи проблем везан за светлост је њена брзи-на. Има ли шта веће од брзине простирања светлости? За сада нема. Кажемо: "за сада", јер златно правило "никад не реци никад" увек треба поштовати, оно што важи да-нас, често се неочекиваним открићем промени и већ сутра све изгледа другачије.

Занимљива је прича о одређивању брзине светло-сти. Први је то учинио дански астроном Олаф Ремер (Olaf Roemer) 1675. године. Довитљиви Ремер је посматрао обр-тање Јупитеровог сателита око ове највеће планете Сун-чевог система и нашао да оно износи 42 часа 28 минута и 36 секунди. Али констатовао је да тај Јупитеров сателит за сваки означени интервал излази из сенке моћне плане-те са извесним закашњењем. Онда је ствар поједноставио: посматрао је када је Земља најближа Јупитеру и када је најудаљенија од њега. Најближи положај је означаио са J_3 , а најдаљи са J_1 . Да видимо како то изгледа на сл. 6.

"Генијалним погледом", каже Миланковић, "Ре-

мер је увидео да је узрок томе био тај што се Сунчева светлост креће извесном, коначном брзином и да се та брзина може израчунати из те појаве". Шта је предузео Ремер, човек који је био упорнији од свог старијег колеге астронома Доминика Касинија (Dominic Cassini) и матема-тичког дива какав је у његово време био Рене Декарт (Re-né Descartes), а за кога то морамо да кажемо да је и данас.



Сл. 6. Одређивање брзине светлости помоћу Јупитеровог са-телита (извео дански астроном Олаф Ремер у XVII веку). Z и J_1 - положаји Земље; J и J_3 - положаји Јупитеровог сателита.

Једноставно, Ремер је запазио да је закашњење 1 000 секунди, али то је објаснио разликом путева коју светлост треба да пређе од Јупитеровог месеца до Земље. Ствар је сада доведена скоро до краја: знајући да расто-јање од Сунца до Земље износи око 150 милиона киломе-тара, а да разлика између Z и J_3 представља пречник Зем-љине путање око Сунца, поставио је следећу једначину:

$$c_0 = \frac{2 \cdot 150\,000\,000 \text{ километара}}{1\,000 \text{ секунди}} = 300\,000 \text{ km/s}$$

То је био још један човеков величанствен поглед у непресушно врело што се назива знање. Први пут се са-

знало да и светлост има одређену брзину, а што се после Ремера нашла тачнија вредност од његове, тј. сада се каже да је она 299 792 километара у секунди, то давно умрлог научника не може да помери у његовом генијалном открићу ни за један једини милиметар, иако се вредности изражавају у хиљадама па и милионима цифара. Све касније методе, Физоова (Fiso), Фукоова (Fusco), Мајкелсонова (Michelson) и друге није, сем, наравно, веће прецизности, ништа посебно у том погледу досегле. Ремерово дело и име остало је да пркоси генерацијама и генерацијама научника, а посебно је то потврђено када је Ајнштајн (Einstein) поставио своју теорију релативитета, јер је њоме још једном доказано да је брзина простирања светлости у вакууму управо, да заокружимо, 300 000 километара у секунди.

Погледајмо још једну занимљивост везану за светлост пре него што се вратимо на започето објашњење физиологије ока. Рекли смо већ да се светлост простире праволинијски. Замислимо на тренутак да то није тако, да може да се креће и криволинијски. Ово чинимо само зато да бисмо показали којом се заправо брзином она креће. Када би, дакле, то било могуће, онда би светлост само за једну једину секунду, значи кад изговоримо сад и ништа више, била у стању да седам и по пута обиђе Земљу по полутару! Да ли је потребан било какав коментар оваквој брзини?

Вратимо се оку. Слика је у мозгу исправљена, али сам процес виђења, мора се и то рећи, представља скуп сложених биоелектричних и хемијских поступака. Биологија каже да када светлосни зраци падну на мрежњачу одијрава се читав низ догађаја, рекли бисмо савршених филигранских покрета.

Мрежњача је наш фото филм или фото шоп као код компјутера. Без ње бисмо били слепи. Она има око 125 милиона густо распоређених чулних ћелија које називамо фоторецепторима. Посебно су занимљиви чепићи и штапићи за које се сматра да су модификоване нервне ћелије. Чепићи су важни за виђење при дневној све-

тлости, а штапићи у периоду када пада сутон, свиће зора или када је веома слаба светлост. Уколико дође до оболела штапића у мрежњачи или недостатка витамина А, кога посебно има у шаргареци, јавиће се кокошије слепо или недостатак вида у условима смањене светлости.

Сам процес виђења тече овако: када светлосни зрак падне на мрежњачу, родопсин као фотосензитивни пигмент, који се налази у штапићима, разлаже се на опсин и ретинен. Опсин који је протеин прелази у јонско стање, а ти јони затим врше дејство на мембрану чулне ћелије. Ствара се нервни импулс или акциони потенцијал.

Светлосни блесак је веома краткотрајан, али довољно ефикасан да покрене дотад умртвљене чулне ћелије. Када би осећај вида зависио само од тог ефекта видели бисмо као код лајт-шоуа у диско клубовима, тренутно, недовољно, тек називујући поједине детаље. Због тога је тај наизглед атрактивни светлосни ефекат што се производи у најчешће густо задимљеним и до 100 - 120 децибела озвученим просторијама уствари веома штетан по чуло вида.

На сву срећу ефекат траје дуже. Спашава нас један дуготрајни процес, разлагање родопсина који у штапићима иде догле до год га има. Истовремено, родопсин или, како га другачије зову, видни пурпур практично никад не нестаје, јер се обнавља од истог оног опсина и ретинена, само што је за то потребан већ помињани витамин А.

Дневна светлост помаже код виђења и када нема довољно витамина А. Када њен интензитет опадне, тада се јављају сви они проблеми везани за кокошије слепо.

Да напоменемо да светлост има различите таласне дужине. Ово је значајно за пигменте у мрежњачи који се различито понашају: наши чепићи хетерогено реагују на различите боје. Једни су осетљиви на зелену, други плаву, а трећи црвену боју. Тако се код појединих људи јавља следећи проблем: не могу да разликују све боје уколико су чепићи на било који начин оштећени, болесни или им је

смањен број.

О виду би могло још много тога да се каже. Уосталом, биологија и медицина су развиле читаву науку о оку, што оно неоспорно и заслужује. Посебна грана је офталмологија, а исто тако, по узору на њу, постоји инструмент офталмоскоп или, да грубо преведемо, очји микроскоп којим се посматра мрежњача. Нећемо даље настављати о центру за вид, акомодацији ока, о аксонима који граде очне нерве и другим стварима, јер је то удаљавање од теме зване светлост. У сваком случају да нема тих 4 - 5 милиона чепања распоређених у жутој мрљи који стварају централни вид и око 120 милиона штапића који омогућавају периферни вид, никакво Сунце не би могло да нам помогне. Светлост би, истина, имали, али бисмо на њега реаговали као поједини представници животињског света који виде само црно - беле сенке. Развили бисмо у противном друга чула, као рецимо кртице, ровци, слепи мишеви или људске рибице што живе по пећинама, али све то за сада није потребно док функционално делују чепаћи и штапићи.

За светлост смо рекли да се простира праволинијски. Из тог разлога настају сенке. Какав ће бити облик сенке, величина, оштрина и све друге карактеристике зависи од тога колики је извор светлости, којих је димензија осветљен предмет, колика је удаљеност између извора светлости и предмета, какав је њихов међусобни положај. Сенке могу бити корисне, штетне, а понекад и мистичне, па ћемо зато издвојити три случаја за које може да се каже да испуњавају све наведене услове. Кренимо редом.

Сенку можемо да користимо за оријентацију у природи, али и у друге сврхе. Ову методу примењују они који поседују Сунчев компас и они који су кренули у мање познате пределе "грлом у јагоде", јер су игром случаја забравили "прави" компас или га негде успут загубили. Али немојмо мислити да је тај "прави" компас свемоћан инструмент. Поједини делови на Земљи имају у себи веома висок садржај магнетних честица које изазивају аномалије и на таквим просторима компас је једноставно бес-

корисна ствар. Истина, он ће показивати север, али то неће бити стварни, већ виртуални, онај који нас може одвести у сасвим погрешан смер. У последње време, развојем сателитских станица појавио се инструмент за глобално позиционирање који краће носи назив ГПС (GPS) - систем или global position system, међутим, његова примена тражи извесна материјална улагања. Онај ко пара нема, довијаће се на разноврзне начине, а онај ко је мало промућурнији користиће Сунчев компас и астрономске тековине што их разрадише још пре 3 000 година пре нове ере мудри свештеници из Египта и Месопотамије.

Претходница Сунчевог компаса био је скафион. Да видимо шта је то.

Скафион је конструисао Аристарх, грчки филозоф, родом са острва Самос. Описујући га, Миланковић каже да је то *издубљена чинија чија шуљбина је образвала тачну полукуглу. Са дна те чиније па до центра полукугле уздизао се вертикално у вис мали штапић; на унутрашњој површини чиније били су урезани хоризонтални упоредни кругови, а бројевима је било назначено њихово лучно одстојање од подножја штапића. Тај број упоредника кугле до којег је стизала сенка штапића давао је, дакле, зенитско одстојање Сунца.*

Један други, ништа мање познати грчки филозоф, Ератостен, математичар, астроном и отац географије искористио је скафион и на изузетно mudar начин, користећи дубоки бунар у Сијени (данашњем Асуану) у подне најдужег дана када се Сунце огледа у њему, знајући истовремено одстојање до Александрије, одредио је да опсег Земље износи 250 000 стадија, а одатле и полупречник, за кога данас знамо да је 6 371 километар. Скафион је, дакле, одиграо значајну улогу, али и сенка што је Сунце баца.

Сунчев компас није удубљен, већ има једну равну површину, која може бити различитих димензија, и на којој се налази означен круг подељен на степене од 0 - 360. То геодете зову лимб, а сврха му је да мери хоризонталне

углове. Постоји и вертикални лимб само је на њему поде-
ла од 0 - 90 степени у позитивном и негативном смеру. На
средини хоризонталног лимба налази се рам кроз који је
провучена жичица и која баца сенку на тај лимб. Једно-
ставним читавањем на лимбу, долази се до вредности хо-
ризонталног угла, али, да би знали тачан положај севера,
морамо истовремено да запишемо и време тог читавања,
као и координате места на коме је мерење извршено. Сви
ти подаци улазе у рачуницу у коју се још укључују ефеме-
риде или подаци о промени положаја небеских тела, у на-
шем случају Сунца, и на тај начин долази се до коначног
смера севера.

Можда на први поглед изгледа компликовано, али
када се техника рада са Сунчевим компасом савлада, па
још уколико се приде уради програм за израчунавање
ефемерида и даље основне оријентације, тада све другачи-
је делује. У суштини, рад са Сунчевим компасом је једно-
ставан и брз, а, оно што је најважније, потпуно поуздан и
лишен било каквог утицаја околне индустријске средине
или подлоге, јер једино поштује астрономске факторе.

Корисност или штетност сенке налазимо на пла-
нинским или брдским падинама код којих је један део уду-
бљен. Често та места служе за очување снега као извора
питке воде у безводним теренима или за чување хране.
Истовремено, таква места су сиромашна травом, а богата
маховином, често су огољена, без минералних материја.
Сенка може на таквим местима, уколико је на планинама
преко 1 000 метара надморске висине, да ствара темпера-
турну разлику и преко 10 - 15 степени. Понекад је то то-
лико изражено да је, рецимо, у лето на осуначаном делу
падине температура 35 степени, а у хладу тек једва 20. На
Сунцу можемо комотно да се шетамо у мајици, док у
хладу морамо да облачимо џемпер!

Због правoliniјског простирања светлости нас-
тају помрачење Сунца и Месеца. Ове појаве нећемо дета-
љније разрађивати, јер су оне данас познате сваком осно-
вцу, само ћемо рећи да су некада изазивале страх код неу-
пућених људи пошто се веровало да су у питању неке мра-

чне силе које су у стању Сунце да угасе у сред бела дана.
Из тог разлога сетимо се грчког филозофа и оца истори-
јске науке Херодота који је сем грчко - персијског рата
описао, између осталог, и битку између Лидијана и Меде-
јаца. Сама за себе битка не би била много интересантна да
се истовремено није десило тотално помрачење Сунца
које је изазвало прекид те битке.

Да би се догодило помрачење потребан је само је-
дан услов: да Сунце, Земља и Месец заузму на одређено
време правoliniјски положај и да Месец на Земљу баца
своју сенку, што се зове помрачење Сунца, или да Месец
зађе у Земљину сенку, што називамо помрачење Месеца.

Физика нас учи да се светлост одбија и прелама. Да
видимо прво како се одбија.

Ствар ћемо идеализовати, па замислити површину
коју физичари називају равним огледалом. Када светлост
доспе на њу, она се одбија по закону који каже *да је ула-
дни угао једнак одбојном, а да упадни и одбојни зрак као и
њихова нормала леже у истој равни*. Посматрајмо то на
сл. 7.

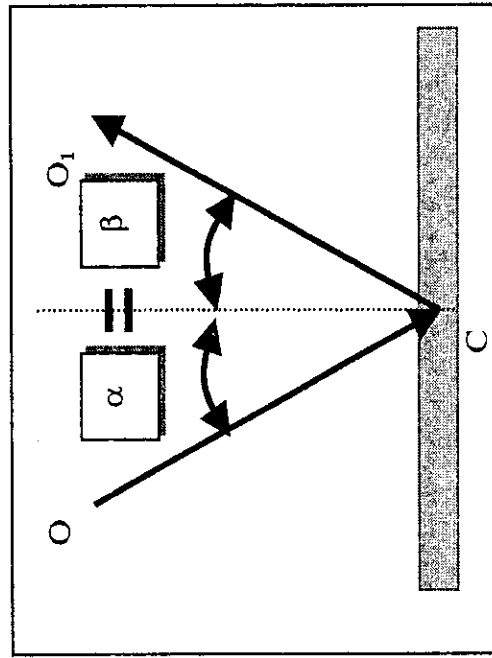
Шта би се догодило када би упадни угао α био је-
днак нули? Наравно, и одбојни угао β имао би исту вре-
дност.

Идеално равне површине су ипак реткост у при-
роди. Најчешће су у питању неравне, па зато да их размо-
тримо.

Чак и површина снега изгледа тако, али далеко
је она од тога: Сунчеви зраци се од ње расипају на све
стране или, како се то стручно каже, дифузно се одби-
јају. Такође се каже да је свакодневно посматрање пре-
дмета око нас уствари последица дифузије светлости, у
противном, све бисмо видели као у огледалу.

Да би се што боље проучило одбијање светлости у
физици се често користе издубљена или конкавна и испу-
пчена или конвексна сферна огледала. О томе је физика
разрадила читаву теорију са безброј практичних примера,
а један у низу је онај са паљењем хартије на даљину помо-

ћу огледала. Понекад природа користи то што су светлосни зраци истовремено и носиоци топлотне енергије, па у пресеку зрака где се ствара лик Сунца избија нешто у природи што нико не жели - шумски пожар.



Сл. 7. По закону одбијања упадни угао α једнак је одбојном углу β .

Свакодневно смо сведоци преламања светлости, посебно људи који су судбински везани за реку, језеро или море. Када зрак из оптички ређе средине, као што је ваздух, доспе до оптички гушће - воду, неминовно је његово преламање. Да је то тако доказано је безброј пута: предмете у води увек видимо подигнуте, увек нам се чини да је вода плића, да су рибе, ако је вода чиста, скоро на дохват руке. У суштини, увек је у питању "превара" звана преламање светлости.

Када је човек открио да се светлост прелама кроз призму и сочиво, пред њим су се отворили сасвим нови, дотад потпуно непознати светови. Двојица су имала посебну част пошто су били први: Галилео Галилеј који је телескопом продро у удаљене просторе око Јупитера да би

сплазео сателите ове циновске планете и Антон ван Левенхук (Anthone van Loevenhuck), холандски брусач стакла са микроскопом којим је по први пут освојио свет микрокосмоса. Без открића оптичких апарата не би било много тога, ни фотографских слика, ни пројекционих приказа, ни наочара. Чак се помоћу комада леда може запалити хартија, уколико се користе знања о преламању светлости.

Светлост је често опевана. Кажу да знање и памет уносе светлост, а незнање неразум и таму. Ротирајући око Сунца, Земља свим њеним бићима равноправно дарује светлост у току једне године. Само је на северном и јужном полу то мало специфично, јер све траје по шест месеци. Колико је светлост неопходно потребна казује и Библија. Да би се све рађало, развијало и опстајало међу првим условима била је потребна она: *и Бог створи светлост*, каже Библија.

Велики прасак или стварање света могло је бити само уз најбљештавије ефекте светлости. Прапочетак је доносио искру многим каснијим животима, све је сјало у том грандиозном чину.

Иако светлост најбрже лутује, рекосмо око 300 000 километара у секунди, растојање које преваљује на свом путу од звезда до нашег ока незамисливо је велико. Уствари, све су то емисије прошлости пројектоване у нашу садашњост. Ноћна слика тих звезда што су се наткрилиле над нашим главама - слика је неког давно прошлог времена. *У то звездано небо ушле човек од када живи на Земљи, свој поглед да из те књиге прочита њена тајанствена слова*, каже Миланковић. Свакога дана учи и сазнаје све више да би једном рекао: "Ово је заиста нешто ново".

И Сунчев зрак који стиже на Земљу са растојања што га зову астрономском јединицом закашњава, тако да ни за њега не можемо да кажемо да је садашњи. Тих 8 минута и 18 секунди колико је потребно времена Сунчевом зраку да савлада путању од 149,6 милиона километара

и није тако страшно ако се у обзир узму растојања и заклањавања светлости емитоване, на пример, од звезде Сиријус или Ригела у Орионовом Стопалу. Светлост наше звезде је ипак нама незаменљива драгоценост.

Ајнштајн није могао да заобиђе брзину светлости у својој релативистичкој теорији. Нашо је да се најбрже простире у вакууму, што су многа каснија искуства из освајања космоса и потврдила. Брзина светлости "с" или светлосна, што је латинска реч, па се зато тако и обележава у физици, уткана је у све области људске делатности. Међународни SI систем јединица основну јединицу за дужину метар дефинише као: "метар је дужина коју светлост пређе у вакууму за $1/299\,792\,458$ секунди". Ове бројке су нам већ познате.

У специјалној теорији релативности постоје два постулата. Други, који носи назив принцип константности брзине светлости, каже да брзина светлости у вакууму има исту вредност у свим системима референце, без обзира како се кретао посматрач или извор. Још ћемо се враћати овој теорији, јер је из ње рођен свет и простор Минковског, као и светлосна кула са апсолутним областима прошлости, садашњости и будућности.

Планете су тамна небеска тела, али њихову светлост ипак видимо. Шта се дешава? Једноставно, она се, емитована са Сунца, одбија од тих тела и доспева до наших оптичких инструмената, било очију, било телескопа. Да нема праволинијског простирања и одбијања, о коме смо већ говорили, не би било могуће ни видети их.

О светлости мора да се каже и са аспекта оних живих бића која је најмање користе. Узећемо за пример сову. Та птица, симбол мудрости, велика ноћна грабљивица која лови мишеве, волухарице, ровчиће и друге ситније птице и која чини велике услуге пољопривредницима, јер регулише и смањује број штеточина, практично живи ноћу, док дању на некој погодној грани по цели целпати дан дрема. Наше станарице, кукувија и кукумавка представљају еколошке регулаторе. На својим територијама оне тачно знају колики број штеточина треба оставити, боље

и од човека који, да би заштитио усеве, најчешће прекомерно користи пестициде и разне друге врсте отрова. Совама светлост у лову, изгледа, најмање треба: када се дан заврши и све умири, оне крећу у потеру за пленом.

Светлост у морима продире скоро до дубине од 200 метара. То је посебно важан фактор за живот, јер што је вода прозрачнија већи су изгледи за развој живог света. На дубинама већим од 500 метара тотални је мрак, тако да су услови за живот сведени практично на минимум. Уколико се све повеже са порастом притиска, јасно је да је ситуација још тежа. Тск понеки живот је нађен тамо до повишене температуре и светлост из ужарене лаве. То је заиста посебна врста услова и посебан начин организације екосистема о коме и даље веома мало знамо.

Морска површина једним делом улија Сунчеву светлосну енергију, док се други део рефлектује од ње и неповратно губи у васиони. Тек мали делић те светлости искоришћавају ауотрофни организми за фотосинтезу. Зелене алге су у том погледу ненадмашне, па ћемо због тога њима посветити дужну пажњу. Кренимо зато лагано у једну прошлост за коју сасвим поуздано можемо да кажемо да је прапочетак живота на нашој планети.

Првобитно ћемо све посматрати кроз једну посебну призму. Замислићемо да је читаву историју Земље могуће приказати у једногодишњем календару, почев од 1. јануара па све до последњег дана, тј. 31. децембра. Да видимо како то изгледа на сл. 8.

Причу започињемо на следећи начин: 1. јануара неке давне године (научници кажу да је то било пре око 4,5-5 милијарди година) настала је наша планета којој су дали име Земља или Геа. Ко је тако назвао није нам познато, али је сигурно да је начинио неопростиву грешку, јер 71% њене површине прекривају воде, океани и мора. Онај ко је посматра из васионе без размишљања би је назвао Океаном.

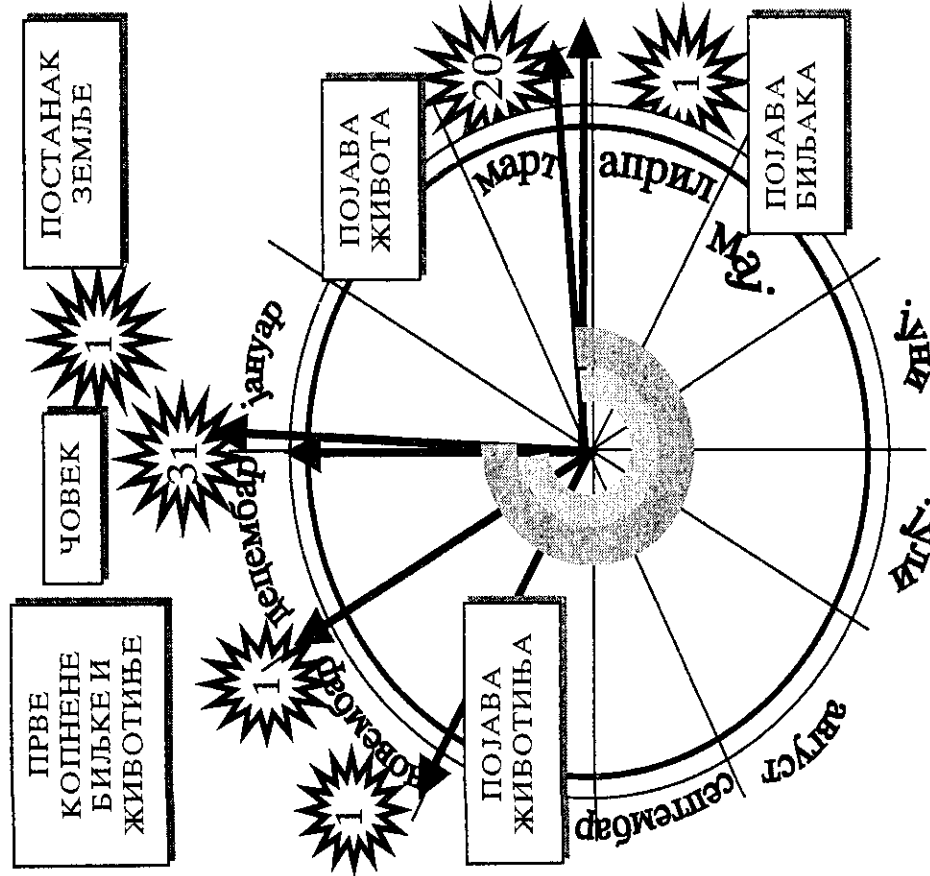
Наш календар нам даље казује да се следећи значајан догађај одиграо 20. марга - настао је живот. По на-лазима биолога, геолога и астронома живот се зачео пре 3,5 - 4 милијарде година. Били су то праорганизми, грађе-ни једноставније од данашњих најједноставнијих једноће-лијских бактерија. Први доказ о постојању живог припа-да модрозеленим алгама, групи која нема организовано једро и која велико подсећа на бактерије. Овај тренутак је посебно значајан, јер је нераскидиво везан за светлост. Зашто?

Модрозелене алге врше фотосинтезу. То је процес стварања хране у хлоропластима уз помоћ енергије Сун-чеве светлости, угљен - диоксида и воде, при чему се осло-бађа кисеоник. Хлоропласти су, пак, биљне органеле у којима се налази хлорофил или биљни пигмент зелене боје који прима Сунчеву светлост. Ова чудесна супстанца, настала у наранијој фази развоја Земље, даривала је жи-вот не само себи већ свим потоњим бићима која су њоме ходала, морима пловила или ронила, и свим оним који то данас чине, и свим бићима која ће у будућности постојати.

Модрозелене алге су нам на поклон донеле - кисе-оник!

Начинићемо зато један мали скок у музику која опева овај гас. Оригинално дело смислио је Француз Жан Мицел Жар (Jean-Michel Jarre). Компонован у шест дело-ва, кисеоник се доживљава као *рефлексција једне имаги-нације у једном мозгу, као наркотик душе, као пут живота између потребе и задовољства, слично лурдуру, мору и светлости*, каже Жар. Композиције наликују градњи на резонантном земљишту, оне трепере, негде су између технологије и екологије. Ко пажљиво послушне акустику, знаће да су споре свуда око нас, да од безброј њих нека увек себи нађе пут и зачне свој век. У једној од тих спора био је и хлорофил.

Шести део кисеоника започиње шумовима таласа праокеана и поигравањем првих честица најдрагоценијег гаса. Повремене веће срупиције бивају угушене околином,



Сл. 8. Календар Земљине прошлости приказан у једној грађанској години.

По количини воде Земљани су најбогатији у Сун-чевом систему и то је богатство за многа покољења, уко-лико се, наравно, њоме буде паметно газдовало.

joш незрелом средином за пријем емисије. Жар поручује, морају проћи милијарде година да та еволуција sazри, али кад једном започне, тада је процес незаустављив. Шумови праокеана и даље ће се чути, јер ти празвуци никада неће оставити планету Земљу, ма какву музику слушали и ма каквој се дивили.

Веће количине кисеоника што их створиле модрозелене алге довеле су до појаве првих биљака и то се, према нашем календару, догодило 1. априла или пре око 3,5 милијарде година. Научници кажу да су то били прастари бичари или планктонски организми који су се кретали помоћу трепљи или бичева, по чему су добили име. Живели су час као биљке, хранећи се аутотрофно или фотосинтезом, час као животиње, хранећи се хетеротрофно. Остаје само једно питање: на чији рачун су могли да се хране када других облика у то време није било?

Но, ми путујемо даље нашим календаром и уочавамо да је од појаве првих биљака до појаве првих животиња било потребно да прође, ни мање ни више, него пуних седам месеци или скоро 3 милијарде година. Биљке су морале да обаве круцијални део посла, да обогате атмосферу довољном количином кисеоника, као будућа храна да се намноже у великом броју, да створе озонски омотач, посебну врсту кисеоника, који ће као штит обавити читаву планету и бранити сва потоња бића на њој од штетног ултраљубичастиг зрачења са Сунца. Да ли је било племенитије мисије на нашој планети?

Пре него што наставимо пут нашим календаром, зауставићемо се да поново нешто кажемо о бактеријама. Већ смо рекли да су то вероватно најстарији организми на нашој планети. Кажемо вероватно, јер је у тој раној фази било и других примитивних форми живота, али су оне краткотрајно опстајале. О њима данас ништа не знамо, њихови трагови се неумитно губе у таму минулих еона.

Услови средине су се непрекидно мењали, пропале су новонастале форме, јер нису располагале неопходно потребним механизмом за прилагођавање као ни механизмом за самоодбрану. Једноћелијске бактерије,

међуим, биле су и прилагодљивије, способније и отпорније на сурове услове. Са данашње тачке гледишта, тадашња количина гасова и паре чинили су некадашњу хидросферу и атмосферу потпуно затрованом. Сигурно је да би мали број садашњег живог света могао да опстане у тим условима. Коначно, у тој борби за опстанак, победиле су бактерије, једино су бактериофаге, ти вируси били у стању да их инфилтрирају и разарају.

Најзад, 1. новембра или пре око 800 милиона година на појавиле су се прве животиње или праживотиње. Наравно, све оне настале су у воденој средини, разноврсне су по облику, грађи, начину кретања. Прве амебе, затим зелене еуглене, волвокси, парамецијуми, разне врсте радиоларија чијих прелепих облика човек не може да се нагледа када их посматра под микроскопом, јер подсећају на снежне пахуљице, сви ти бичари, трепљари и друге праживотиње населили су сва оноземаљска мора и океане истински господарећи њима. Требало је да прођу милиони и милиони година док се нису појавили јачи и моћнији, они који ће их користити као највећи извор хране. Требало је да прођу милиони година да се од љуштурица праживотиња на дну мора створи кречњачка подлога која ће се на појединим местима издигнути, створити копно и остати неми сведок давних времена. Своју историјску улогу праживотиње су са великим успехом одиграле, стварајући најпогодније услове за продор другим живим бићима на копно.

Радиоларије су у великој мери помогле и Миланковићу. Када је требало доказати да је његова теорија осунчавања гачна и да се циклуси осунчавања одвијају по математичким законима које је он срачунао, а да су у основи прецесија са циклусом од 23 000 година, затим прецесија осе ротације Земље са циклусом од 41 000 година и ексцентрична Земљина путања око Сунца са циклусом од 100 000 година, изненадно су у игру ускочиле ове праживотиње, бљештећи у пуном сјају. Шта су ти микроскопски организми учинили?

Поједине радиоларијске врсте реагују на промену климе. Уколико је топлија - аутоматски је број радиоларија већи и обрнуто. Посебно је то показала врста која се зове *Suscladophora dovisiana*, а чија је статистичка анализа заступљености показала да се клима мењала онако како је Миланковић математички доказао. Слично понашање показала је и врста *Stylatolactis ulivervisus*. Радиоларије или, да их другачије назовемо, палеотерморегулагтори на тај начин дали су драгоцени доказ.

Враћамо се нашем календару. Најзад, догодило се још нешто значајно: живот се зачео изван воде, на копну и то 1. децембра или пре нешто мало више од 400 милиона година. Дотад празни континентални простори ојједном су постали веома привлачни за многе биљке и животиње - догодила се "биолошка експлозија".

Код животиња можемо оправдано да претпоставимо да су међу првима настале рибе дводихалнице, док су код биљака то била ткива и споре. Наравно, нису заостали ни већ помињани лишјајсви, а у мочварама почеле су на ничу дрволикс папратњаче, пречице, раставићи, маховине и друге биљке.

Појавиле су се убрзо и гљиве. То је било посебно значајно, јер је тиме обезбеђено кружење материје у природи. Наиме, оне су разлагале и уклањале биљне отпатке, њима се храниле, а из отпадака су се истовремено ослобађале минералне материје и враћале у земљиште. Тако се истовремено вршило и природно ђубрење.

Даљи развој голосеменница, затим скривеносемењика са монокотиледоним биљкама (љиљанима и травама, којима припадају и све житарице) и дикотиледоним биљкама (буквама, љутићима, купусом, ружама, бобовима, помоћницама), па затим развој копнених кичмењака (гмизаваца, птица, сисара) дефинитивно је улепшао Земљу. Постала је планета на којој се рађао, развијао и нестајао живот.

Конечно, последњег дана у години, 31. децембра или пре нешто мало више од 4 милиона година појавио се човек. О њему ће се тек причати, јер његови крајњи до-

мети још не могу ни да се назру на хоризонту еволуције. Али, може бити и обрнуто - нагли и неочекивани крај. Суђећи по садашњем стању ствари, све је у његовом разуму или неразуму.

Геолошки календар има другачији изглед од овог који смо приказали. Ту се могу пронаћи минули еони, ере, периоде и епохе које су прогнале хиљадама и милионима година. То су за људе и трајање једног људског живота тешко схватљива временска раздобља, јер им се не може сагледати почетак - он се губи у тами космичке бесконачности.

Време од пре 570 милиона година назива се протерозоик и мери се милијардама година. Још старији су архин или архаик за чију се доњу границу претпоставља да је на 4 милијарде година. Шта тек рећи за прискон који сачињавају хејдин или време настанка наше планете и прехејдин, а сви заједно старији су од тих поменутих 4 милијарде година! Да ли је могуће замислити колику је количину светлости примила наша планета за сво то време да би се створили услови за каснији настанак и развој живог на њој.

Милијарде година су протекле, рећи ћемо то лаконски. Када наш временски мерач усмеримо на ниже јединице и изразимо их у милионима година, тада долазимо у период старог живота. Пре 570 милиона година мерено од данашњице протерозоик је сменио палеозоик. Трајао је око 325 милиона година, а затим је наступио мезозоик или средњи живот са нешто краћим ходом временске машине, око 180 милиона година. Најновији живот или кенозоик траје 65 милиона година и трајаће и даље. Сви заједно, палеозоик, мезозоик и кенозоик, чине један еон који се назива фанерозоик (сл. 9).

У датим временским интервалима налазе се почетци старог живота, прастарих континената, фосилних трагова и доказа о пореклу настанка појединих врста. Када је мезозоик сменио палеозоик, клима је постајала све топлија и топлија. Сунце је обасјавало планету, а на њој је

бујао живот, расле су огромне биљке и живели огромни гмизавци којима ће касније људи дати име страшни гуштери или диносауруси.

Ера	Периода	Епоха	Трајање у 10 ⁶ год.	Старост у 10 ⁶ год.		
Еоци	квартар (1.64)	холоцен	0.01	0.01		
		плеистоцен	1.63	1.64		
	кенозоик (65)	терцијар (64)	плиоцен	3.5	5.2	
			миоцен	18.3	23.5	
			олигоцен	12.0	35.5	
			еоцен	21.0	56.5	
	фанерозоик (570)	креда (86)	палеоцен	8.5	65.0	
			горња доња	32 49	97 146	
		мезозоик (180)	јура (61)	малм	12	158
				догер	21	178
лијас				30	208	
горњи				27	235	
палеозоик (325)		тријас (37)	средњи	6	241	
			доњи	4	245	
			перм	11	256	
			роглигенд	35	291	
палеозоик (325)	девон	пенсилван	33	324		
		мисисипијен	40	364		
	силур	доњи-горњи	46	410		
		4 епохе	30	440		
	ордовицијум	3 епохе	71	511		
		камбријум	3 епохе	59	570	

Сл. 9. Геолошка временска скала фанерозоика од 570 милиона година до данас.

Колико ли се живота развијало у тим прастарим шумама тешко је са неком великом прецизношћу рећи. О томе судимо само на основу фосилних трагова, али је сигурно да сви нису могли бити сачувани. Све то настајало је захваљујући светлости.

Минули су тријас, јура и креда, а појавили су се сисари. Десило се то пре 65 милиона година, дошло је доба терцијара, квартара и дела који се назива холоцен. Под бљештавом светлошћу Сунчевих зрака изликао је нови планетарни господар - човек.

Светлост не долази само са Сунца. Истина, то је најснажнији и најзначајнији извор, али не и једини. Постоје и други за које човек најмање може да каже да су независни. Ако се посматра са економске стране, тада је јасно да и у том погледу може себи да нађе рачуницу. Реч је о биолуминесценцији.

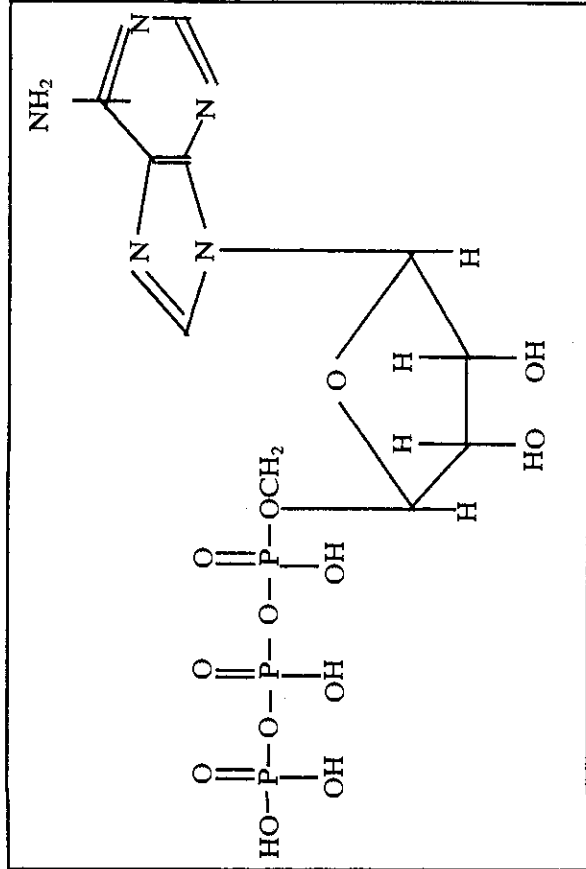
У луминесцентне организме сврставају се бактерије (без њих се очигледно нигде не може!), затим свице, неке рибе, инсекти слични комарцима, па чак и поједине врсте глиста. Свице су у овом погледу најпознатији, чак се јачина њихове светлости повезује са постојањем канцерогених ћелија. Мисли се, наиме, да је слабија када је смањен број молекула аденозинтрифосфата. Да видимо шта је то.

Аденозинтрифосфат или краће АТР често се још назива "високоенергетски" фосфат. То је једињење кисеоника, водоника, угљеника, азота и, наравно, фосфора који се у структурном облику означава као на сл. 10.

Код аденозинтрифосфата значајно је цепање фосфатне везе при којој се ствара енергија, а затим преноси биолошким групама. Хемичари једноставно кажу да при хидролизаци АТР-а настаје аденозиндифосфат (краће АДФ), при чему се ослобађа енергија од око 30 килоцула по молекулу, што је главни извор енергије код биолошких процеса.

Свице производе светлост из више разлога: један од њих је због парења. Да би се свидели женкама, мужјаци

светле, рекли бисмо, "шепуре се". То је због репродукције и одржања врсте. Постоји, међутим, и други трик којим прибегавају женке *Rugodiniuma*. Наиме, њихова избачена јаја на површини воде светlucaју што мужјака привлачи. На тај начин "упецани" делија у њих убризгава течност неопходну за развој нових бића чиме се функција луминесценције са успехом остварује.



Сл. 10. Структурна формула аденозинтрифосфата.

Постоје и други разлози због чега ове животиње светле, а то су: сопствена заштита, боља оријентација и проналажење хране, препознавање, одржање групе итд. Рибе које светле, рецимо, ту особину могу успешно да користе за кретање у већим дубинама. Могуће је да постоје и неки други разлози, нама засад непознати, које ће човек тек у будућности открити.

Догле ипак мора да се причека, јер механизам луминесценције још није у потпуности схваћен. Можда га је

са тог пута упознавања скренуло откриће електричне енергије, ко зна? Када буде овладао луминесценцијом, човек ће загосподарити тзв. хладном светлошћу, неће се бојати запаљивих и експлозивних гасова што га данас вребају у тамним тунелима и рудницима. Наћи ће се и друге користи, али о том погом.

Већ смо рекли да ћемо говорити о теорији релативитета, свету Минковског и светлосној купи. Чинимо то управо сада.

У теорији релативности време и простор се посматрају као једна целина или, како се то често наводи, као просторно - временски континуум. За разлику од ње класична физика или физика којој темеље постави велики Њутн (Newton) посматрала је то одвојено. Неки догађај, рецимо ма која физичка појава, може због тога да се прикаже у четвородимензионалном систему, у координатама x, y, z, ct . Према овоме, сваки догађај може да се представи тачком којој наденуше име *светска тачка догађаја*, а простор у коме се налазе тачке догађаја зове се *свет догађаја* или *свет Минковског*. Назив је дат у част немачког математичара Хермана Минковског (Hermann Minkowski) који је 1908. године први у теорију релативности увео геометрију.

Начинићемо један мали излет у дводимензионални простор да бисмо схватили како све то изгледа.

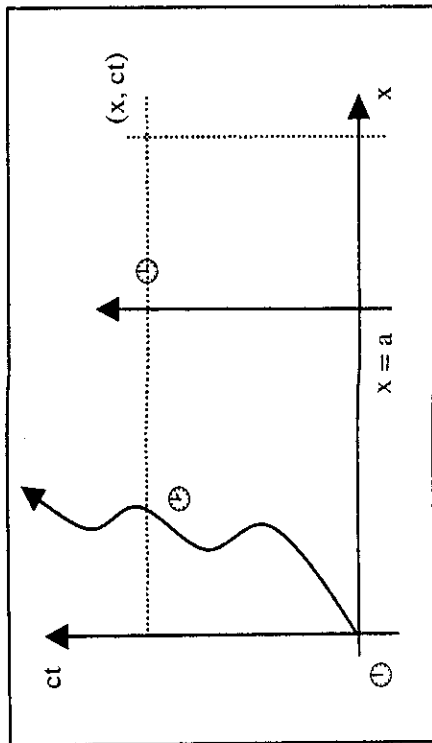
У животу све почиње од почетка, па ћемо зато и ми од координатне нуле. У тој нултој тачки или нултом догађају знамо да је $x = 0$ и $t = 0$. Покажимо то на дијаграму (сл. 11).

Од координатног почетка честица ће се кретати неком својом путањом кроз простор - време. При томе ће се одиравати низ узастопних догађаја, а линија у свету Минковског зваће се *светска линија*. Ако, пак, тело мирује у некој тачки простора, онда ће његова светска линија у свету Минковског бити паралелна оси ct , тј. биће $x = a$, као што је на сл. 11 назначено.

У физици је, такође, позната једначина за простирање светлосног сигнала када је његов извор у координатном почетку.

Да видимо како гласи:

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2 t^2 \quad (1)$$



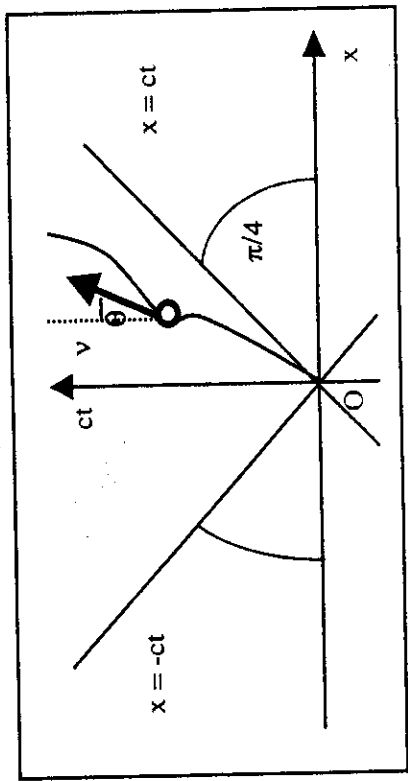
Сл. 11. Кретање честице кроз простор - време.

Ако постоји само једна просторна координата, тада добијамо да је $x = ct$ и $x = -ct$. Ово нас приморава да прикажемо још један просторно - временски дијаграм како бисмо у потпуности схватили читаву поставку (сл. 12).

На датом дијаграму уочава се да су праве $x = ct$ и $x = -ct$ уствари симетрале првог и трећег, односно другог и четвртог квадранта. Свака тачка на овим линијама представља догађај стизања или пријема светлосног сигнала који је кренуо из координатног почетка. Ове праве су уствари светске линије светлости.

Постоји још неколико интересантних ствари везаних за овај дијаграм. Уколико повучемо тангенту на светску линију неког тела које је у кретању, онда ће она са ct - осом градити угао θ . Како је било која брзина v мања

од брзине светлости c , лако нам је да закључимо да је θ увек мања од $\pi/4$. Само када се v изједначи са c , тада је $\theta = \pi/4$. Шта ово даље значи?



Сл. 12. Просторно - временски дијаграм светлосног сигнала.

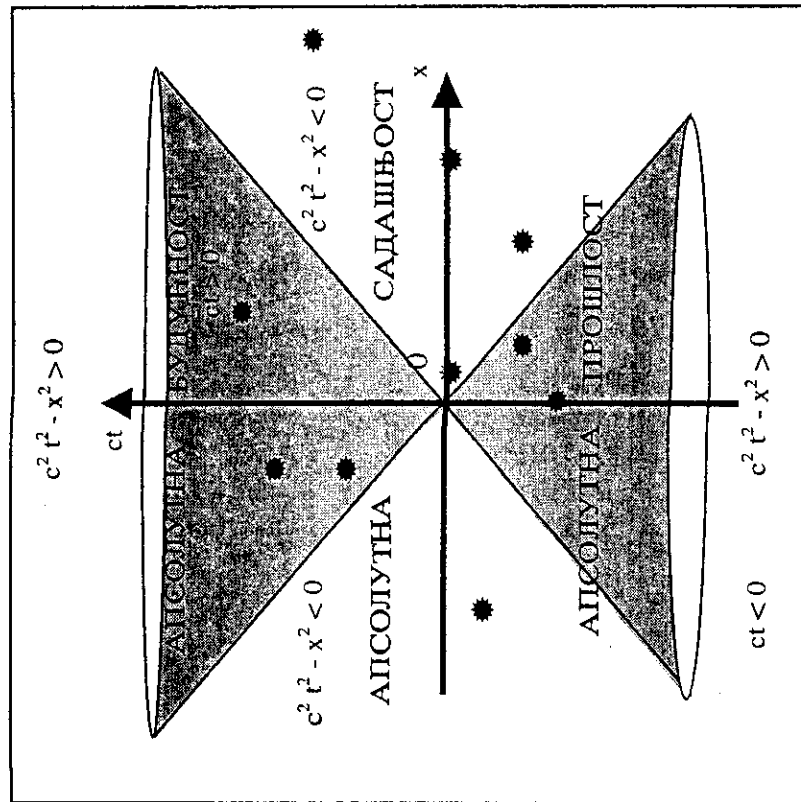
Нажалост, дошли смо до ограничења. Светска линија нашег произвољног тела за које смо рекли да је пошло из $x = 0$ и момента $t = 0$, као и догађаји који су с тим у вези биће увек задржани у свету Минковског, тј. ограничени светским линијама светлости. Ипак, геометрија Минковског нам је дала и нешто друго. Да видимо шта је то.

Једначину (1) можемо да сматрамо хиперкупом или хиперповршином у четвородимензионалном систему. Такву површину физичари називају светлосном купом, јер садржи тачке - репрезенте догађаја које су удаљене од нултог догађаја. Да бисмо ствар поједноставили прикажемо све то на сл. 13.

На датој слици уочава се да све тачке или неки догађаји који се налазе испод x - осе припадају апсолутној прошлости, заправо оне су претходиле нултом догађају, јер је код њих $ct^2 - x^2 > 0$. Доња половина светлосне купе се, према томе, назива апсолутна прошлост.

Све тачке или догађаји изнад x -осе припадају апсолутној будућности, код њих је, такође, $c^2 t^2 - x^2 > 0$.

У областн које су изван светлосне купе важи неједначина $c^2 t^2 - x^2 < 0$. Она се назива апсолутна садашњост.



Сл. 13. Светлосна купа - време (апсолутна прошлост и апсолутна будућност) и светлосна купа - простор (апсолутна садашњост).

Догађаји у области апсолутне прошлости и апсолутне будућности одвојени су временски од нулте тачке. Они се могу одиграти на истом простору, али никада

истовремено. Супротно, пак, догађаји у области апсолутне садашњости могу се десити истовремено, али су раздвојени просторним интервалом. Према томе, видимо да унутар и ван светлосне купе тачке или светски догађаји припадају различитим световима Минковског и јасно су одвојене овим геометријским приказом простор - време.

Светлосна купа говори још нешто. Наиме, догађаји који имају узрочно - последиичну везу морају да се нађу у области светлосне купе. Они који немају такву везу неминовно су изван ње.

Због свега реченог заврићемо мало у свет научне - фантастике, јер је простор - време једна од најмилијенијих тема овог књижевног жанра или филмова истог типа. Често се може прочитати или видети како је неко из садашњости, путујући временским "каналима", проналазећи различите "звездане капије" или "временска врата", користећи муње или нешто слично томе, трансферисао садашњост и доспео у прошлост или будућност да би тамо утицао на претходне или потоње догађаје. Почело је тако са Велсовим "Времелловом", наставило се са Твеновим "Јенкијем на двору краља Артура", а затим се појавио читав низ романа и филмова који су све то на најразличитије начине обрађивали. Сасвим слободно се може рећи да је временско лутање један од посебних праваца у научној фантастичи, веома омиљен, разгранан и развијен са хиљаду најразличитијих идеја.

Није нам циљ да све негирамо, позивајући се на ограниченост брзине светлости и теорију релативности, јер само схватање света Минковског и светлосне купе довољно говоре. Свет математике и свет бројки има то право клетство да познаје детерминанте, лимесе и ограничене интеграле, па чак и када се манипулише са вредностима каква је бесконачност. Исто тако, човеку нико никада неће моћи да одузме право на маштање, на веровање у нешто што назива светлом будућношћу, па макар по сто пута био уверен да је њено остварење чиста утопија.

Свет машле, свет изазова, свет Алисе у земљи чу-
да увек ће бити пут повратка у детињство или повратак у
будућност да бисмо се отиснули у прошлост. Једно без
другог неће опстајати, све заједно чиниће потребан про-
сторно-временски континуум.

АСТРОНОМИЈА И ГЕОЛОГИЈА

На први поглед изгледа парадоксално да се ове две науке могу повезати. Читав низ показатеља то потврђује: астрономија је окренута звездама, планетама, галаксијама, црним рупама, суперновама, а геологија фосилима, стенама, минералима, различитим лежиштима. Али, како рече Ајнштајн, ништа ми неће вредети сто доказа који потврђују моју теорију релативности уколико се појави само један једини који ће све то да негира. Слично је са астрономијом и геологијом.

Доказе о постојању веза дали су многи пре Миланковића, али нико их не разради тако темељно и егзактно као он. Знатичељно упирући поглед у звезде, читајући поруке са неба, истовремено је схватио и поруке из прошлости Земље. Парадокс се распршио пред његовом математиком, слично оном што га изведе његов најбољи пријатељ, колега, професор Београдског универзитета, Михаило Петровић, Мика Алас када математички доказа да кроз петоларац може да провуче динар!

Да погледамо прво шта астрономију и геологију раздваја.

Традиција је на страни астрономије. Три хиљаде година пре наше ере Кинези су посматрали и бележили небеске појаве. Исти ти Кинези користили су компас, што је данас, између осталог, незаменљив прибор за геолошку перспективу, картирање и сл., али не можемо да тврдимо да су га они употребљавали искључиво у те сврхе. Пре би могло да се каже да је компас представљао нешто што је чинило спону између ове две науке.

Део астрономског знања из Кине пренет је у Египат, а затим Месопотомију. Вавилон је постао престоница

астрономског знања, упоредо са тим развијала се и њена комерцијална сестра - астрологија.

Када је пренета у Грчку, астрономија је доживела још већи развој: уздигли су је Талес, Питагора, Анаксимандар, Платон, Аристарх, Еудокс, Аристотел.

Ипак, златно доба астрономије и њено дефинитивно утемељивање поставила је александријска школа. Еуклид, Аристарх, Ератостен, Архимед и Аполоније обележили су први век те школе. Наставили су је Хипарх и Птолемаја. За време цара Јулијана Апостате разјарени верски фанатизам уништио је многе текковине те културе и силно знање што се сакупи у александријској школи. Чувена библиотека је заувек нестала, јер тако је хтео људски неразум!

Тек један мали део би пренет у Рим, али и поред хиљадугодишње владавине овог царства не начини се ни један корак у напретку астрономије. Средњи век је у потпуности прекрио тамом сво знање александријско.

За то време геологија практично није постојала. Истина, појављивала су се појединачна мишљења која су имала додирних тачака са њом, али она никада нису имала такав замах какав је у астрономији остварен. Исто тако треба рећи да се човек од давнина почео бавити разним областима геологије. Многи историчари геолошке науке истичу како је још *праисторијски човек из каменог доба, тражећи погодан белутак или комад стене за своје камено оруђе или да се човек бронзаног или гвозденог доба, откривајући и вадећи руде да би из њих касније добио бронзу и гвожђе, уствари бавио примењеном геологијом.* И то је тачно.

Из старог рударства, када су коришћена само она лако приступачна лежишта, често таква која су се налазила на површини терена или незнатно испод њега, развила су се искуством и прва геолошка знања. Јер, како каже Бранислав Миловановић, *рудна лежишта и уопште лежишта минералних сировина јесу, у суштини, само геолошка тела чији су постанак, састав, облик, структура, начин залегања и остале битне особине само резултат*

рада различитих геолошких фактора.

Нажалост, писаних докумената о тим делатностима и организованом раду као у астрономији нема. За документима из ранијих периода илузорно је трагати, јер она једноставно не постоје. Она која су везана за откривање злата, сребра, драгог камења, дијаманата и сл. увек су најдубље скривана. Ипак, неки докази су остали: то су називи појединих места, региона или области која директно асоцирају на своје порекло. Зато и није ретко када се чује или на географској карти нађу места као што су Гвозденец, Бронзани мајдан, Златна обала, Сребрни пут. Римљани су, уосталом, капију Дунава или Бердап називали Ротафеге или Гвоздена врата, што није могао бити резултат случајности. Постоји још низ сличних примера или назива по значајним и ретким рудама и минералима, али њихово набрајање одвело би нас у сасвим друге воде.

Суштина је, дакле, да у геологији није било темелне и организоване писане делатности, а када се нешто не напише или не документује, тада оно веома брзо бива заборављено, јер га зачас прекрије заборав и већ следеће генерације ништа или јак мало о томе знају. Астрономима би у том погледу свако могао да позавиди, били су довољно далековиди да све појаве на небу, сва открића, кретања небеских тела и сл. вредно сакупиљају, бележе и брижљиво чувају.

Толико о традицији, пређимо на проблематику изучавања.

Астрономи су своје погледе упирали ка небу, геолози ка Земљи. Када је Ератостен у тадашњој Сијени, а данашњем Асуану одредио опсег и полупречник Земље, о чему смо већ говорили, астрономија и геологија су нашле заједничко упориште, јер је то било универзално решење, корисно за многе науке. Али постоје предмети изучавања у астрономији и геологији који су дијагностички супротни, такви за које једноставно не могу да се нађу заједничке тачке. Да ли о њима вреди говорити?

Снага једне науке лежи у њеној отворености. Што

је више људи разуме, тиме је значајнија и приступачнија. Још већи значај добија уколико је користе друге науке, тада је продрла у сферу граничних области.

Ми ћемо се ипак задржати само у домену астрономије и геологије, али не треба сметнути са ума да тих заједничких тачака има и међу другим наукама.

Земља као планета општи је проблем. Пошто смо кренули од прошлости, ту ћемо и остати, а астрономији ћемо дати право приоритета, јер јој то следује по азбуци. Да видимо прво шта нам, дакле, ове две науке говоре по питању истих проблема. Да ли је дужина једне године увек била иста? Да ли је некада у геолошкој прошлости било потребно да прође 365 дана па да Земља начини једну револуцију?

На бази претпостављене дилатације целокупног галактичког система и постојања активне скале трансформације као физичке реализације конформног пресликавања, математички је доказано да је пре 370 милиона година једна земаљска година трајала 402 дана. Да објаснимо неке термине.

Шта је дилатација целокупног галактичког система, шта активна скала трансформације, а шта физичка реализација конформног пресликавања?

Реч дилатација означава ширење. *Уколико пролиremo све дубље у међугалактички простор*, каже астроном Шипмен, *уколико спектри удаљенијих галаксија имају све већи црвени помак, што указује да се ове галаксије од нас удаљавају*. Црвени помак се налази на галактичком спектру или, како се другачије каже, *Н и К линији* јонизованог калцијума, а битно је, уколико гледамо све даље у васиону, тај црвени помак постаје све већи и већи.

Једном речу, галаксије се удаљавају од наше, али и међусобно, што је последица ширења васионе. Из овога је проистекао Хаблов закон који каже да је брзина узмицања једнака производу Хаблове константе и удаљености. Коначно, да бисмо измерили растојање до неког вангалактичког објекта, мерићемо црвени помак, а Хаблов закон ће дати удаљеност. Оно што је суштински зна-

чајно то је да овакав поступак важи све дотле док је црвени помак проузрокован ширењем васионе.

Да видимо шта је активна скала трансформације.

За једну галаксију се најчешће каже да је велики скуп звезда. Звезде, знамо, емитују светлост, а укупан збир светлости из појединачних само је тренутак устаљеног хода звездане еволуције.

Али, није све баш тако устаљено. Галаксије нису пуки емитери звездане светлости, већ и места одакле зрачи велика количина синхротронског зрачења што доводи до производње огромне количине електрона високе енергије. То, међутим, није све. Истовремено то су места великих маса јонизованог гаса и емисионих линија спектара са облацима топлог гаса, места инфрацрвеног зрачења. Другим речима, то је та активна галаксија, а *разноврсне галактичке активности стварају раскошну параду и по својој прилици повезане су са феноменом квазара*.

Физичка реализација конформног пресликавања представља нешто за шта бисмо могли рећи да је одраз затеченог стања. Када се то стање пројектује у неку другу димензију, октант или сферу, добија се нова слика претходног. Тако је и са математичким приступом рачунања Земљине револуције у геолошкој прошлости. Користећи, дакле, све ове факторе, дошло се до резултата који је показао, како смо већ навели, да је у горњем девону или фраснијену, пре 370 милиона година, када су се развијала стабла дрволикх папратњака, једна година трајала 402 дана.

Ово није ни мало значајан податак, па ћемо га због тога, пре него што кренемо даље, размотрити. Замислимо да савремена година траје исто толико. Шта би се догодило на Земљи? Разлика од 37 дана имала би двоструко дејство: позитивно и негативно. Да видимо свако.

Са дужом годином, дуже бисмо живели, спорије старили. Дужа лета би нам омогућила веће приносе, јер имати 18 дана више итекако много значи. У сваком погледу, саградили бисмо много више, више открили, разви-

јали се брже. На Земљи би неминовно порастао наталитет, а популација би била бројнија. Са плусом од 37 дана или нешто мало више од једног месеца у данашњим условима месеци би просечно трајали 33,5 дана. Имали бисмо много више времена за различите активности, али бисмо и много више радили, јер постојало би скоро пет уместо досадашње четири недеље. Ко не воли рад - врло неповољно по њега. Часовних зона на Земљи било би много више, а растојања између континента, држава или градова остала би иста.

Са 402 дана у једној години неминовно би се налазили на већем удаљењу од Сунца, то би значило пријем мање количине Сунчеве енергије. Зиме би дуже трајале, а средња годишња температура била би нижа.

Додајмо још једно објашњење: уместо веће удаљености Земље од Сунца у разматрање ћемо увести масу Земље. Познато нам је да она износи заокружено $6 \cdot 10^{24}$ килограма (када бисмо писали без експонента била би то незамисливо велика цифра). Уколико је револуција пре 370 милиона година била 402 дана, а удаљење Земље од Сунца остало слично данашњем, тада је маса Земље морала бити знатно мања.

Овим смо дошли до једног појма који се у астрономији назива плимски ефекат. О чему се ради? Плимски ефекат или плимско трење је међусобно дејство гравитационих сила Земље, Месеца и Сунца. Услед тога, често названо интеракција звезде и планета, у астрономији и физици је примећено да долази до успоравања ротације Земље. Савремена прорачувања су показала да оно износи $2 \cdot 10^5$ секунди на годину дана, што на први поглед делује безначајно. Међутим, ако то пренесемо на хиљаде или милионе година, тада та цифра постаје итекако значајна. По овој логици пре милион година наша планета је ротирала брже за 20 секунди, тј. толико краће је трајала њена ротација.

По наведеним подацима ротација Земље је била бржа, а нагиб њене осе могао је бити мањи од данашњег. Савремени угао осе ротације је 23 степена и 27 минута у

односу на вертикалну раван или 66 степени и 33 минута у односу на раван еклиптике. Познато је да он варира у границама од скоро 3 степена, тј. да минимални угао износи 21 степен и 39 минута, а максимални 24 степена и 36 минута. Пре наведеног времена од 370 милиона година нагиб је морао бити мањи од 21 степен.

За овакву тврђу поседујемо јако упориште. Наиме, екипа белгијских астронома са Андре Бержеом (André Berger) на челу извршила је математичке прорачуне и дала податке о износу прецесије и нагибу осе за период од пре 380 милиона година. Користећи Миланковићев математички апарат, срачунали су да је смањење било скоро до 22%, тј. да је прецесија износила 19 300 уместо данашњих 23 000 година, а да је промена нагиба била са циклусом од 32 000 уместо 41 000 година, колико је данас.

По истом математичком принципу као за време од пре 370 милиона година срачунато је да је једна година пре 570 милиона година или на граници прекамбријума и фанерозоица, у шта геолози сврставају палеозоик (стари живот), мезозоик (средњи живот) и кенозоик (нови живот), трајала 428 дана. Ово је, ипак, тако далеко да о томе даље нећемо размишљати.

Постоји још нешто што доказује да је револуција била знатно дужа од данашње. Енглески научник Велс (Wels) је 1963. године изнео занимљиве податке о цинковим коралима. Тврдио је, наиме, да су прагали Земљину револуцију и развијали сопствену еволуцију у зависности од тога. Велс је то учинио на основу структуре корала: пребројавао је под електронским микроскопом ламине (епитеке или траке, нешто слично годовима на дрвету) и запазио светлије и тамније делове. Храбро је изнео став да светлије одговарају дану, а тамне ноћи и да по правилности ритмова може да праги минуле године, месеце, па чак и дане! Ко у то да поверује? Ко може тако прецизно да одреди ове временске периоде?

Ипак, осврнимо се на нешто што је много млађе,

али по хемијском саставу потпуно исто. Аналогију чинимо са сталактитима и сталагмитима које откривамо по пећинама и који за спелеологе и карстологе представљају најлепшу појаву у природи. Ови пећински драгуљи сачињени су искључиво од калцијум - карбоната, као уосталом корали. Када се начини њихов пресек, јасно се уочавају нараштаји који се шире од основне цеви ка периферији, понекад концентрично, а најчешће ексцентрично, јер на то утиче јачина и правац струјања ваздушних маса у пећинама итд.

Развој сталактита и сталагмита одвија се релативно уједначено; потребно је да вода равномерно капље сатаванице. Неравномерност може да изазове мањак количине падавина или мањак процеђене воде кроз кречњаке који се налазе изнад пећине. И поред тога, за овај пећински накит можемо да кажемо да поседује неку врсту временског регулатора који помаже да се стекне представа о дужини нарастања.

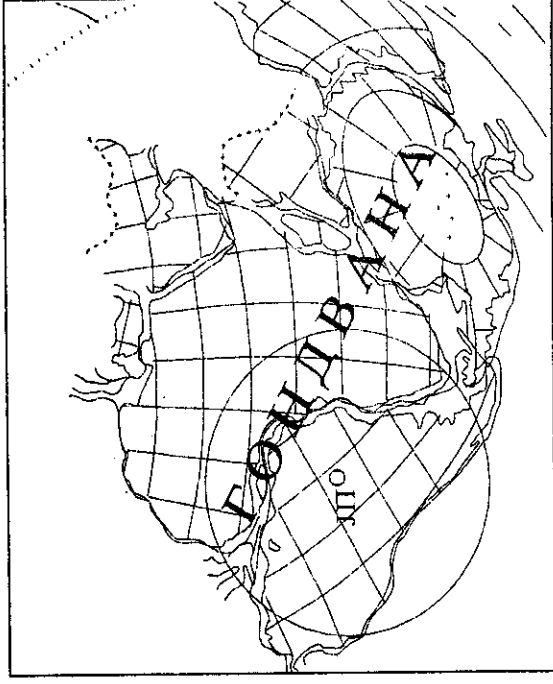
Други енглески научник, Кит Ранкорн (Keith Runcorn) такође је проучавао циновске корале и назвао их "палеонтолошким часовницима". И он је веровао у њихово познавање Земљине револуције у геолошкој прошлости и то објавио 1966. године.

Задржаћемо се још извесно време на периоду за кога се каже да је имао дужу револуцију. Да видимо како су тада континенти били распоређени (сл. 14).

Рекли смо да је то било пре 370 милиона година. Када бисмо могли да начинимо временски скок, дакле, противно геометријском објашњењу специјалне теорије релативности или свету Минковског, и некаком летелицом прелетели нашу планету тешко бисмо је препознали. Прво што би нас збунило биле би обалске контуре и непрегледан океан. Никада пре ни после тога Земљом неће господарити тако моћна водена површина.

Скокнемо ли зачас на северозапад, видећемо да се тамо налазило друго копно или, како је названо, Лаурентија. Сачињавали су је Северна Америка, Гренланд, данашњи централни и северни делови Европе и Азије, ко-

ја је била издељена на неколико делова - Руску таблу, Сибирску платформу и Индокину (сл. 15).



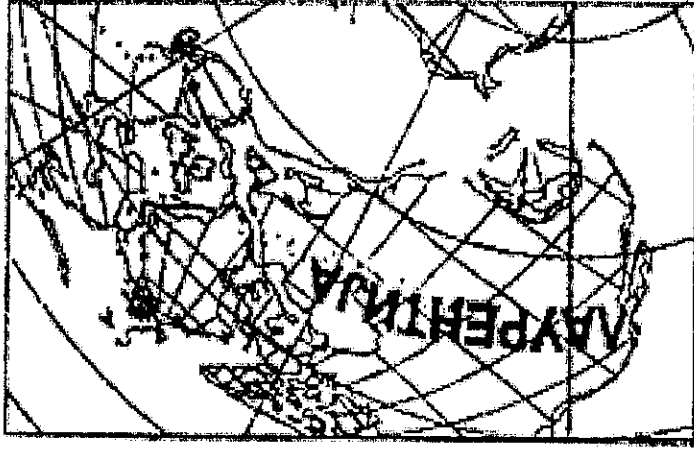
Сл. 14. Изглед једног дела Земље пре око 370 милиона година. Континент Гондвану сачињавали су данашња Африка, Јужна Америка, јужни делови данашње Европе, Арабија, Индија, Аустралија и Антарктик. Јужни пол се налазио у централном делу данашње Јужне Америке (ЈП).

Усредредићемо нашу пажњу на велики континент који се звао Гондвана. Тај пракоонтинент сачињавали су данашња Африка, Јужна Америка, Арабијско полуострво, Индија која је у то време била далеко јужније него што је данас, затим Аустралија, Антарктик, јужни делови данашње Европе и још нека мања острва. Јужни пол се налазио у централном делу Јужне Америке, ту где су данас пашњаци Гранчака, изворишни делови река Мадеире и Парагваја, недалеко од висоравни Маго Гросо! Некада је на том делу континента била ледена пустиња, а данас су ту непрегледне прашуме које настањују дивље

звери и народи који не хају много за климатске промене, али ни цивилизацијске токове.

Лаурентија је имала повољнију климу од гондванске, али и од данашње, јер се налазила ближе екватору. За Гренланд се тада с пуно права могло рећи да је зајста био зелени континент. Да је којим случајем у то време живео онај познати осуђеник и прогнаник Ерик Црвени не би морао да лаже своје сународнике да је ту рај како би их намамио да се на њега населе. Због тога и није никаква изненађење када се тамо нађу велике количине каменог угља. Огромне дрволике папратњаче су пре 370 милиона година у то време настањивале бескрајне просторе, а живот је врвео као у данашњем Амазону. Био је то одистински рај на Земљи.

Са неравномерно распоређеним континентима, сконцентрисаним на јужној хемисфери, Земља је путовала око Сунца и ротирала око своје осе. Колико је ова неравномерност могла да утне на дужину дана и ноћи, револуцију и сл. није познато, значајно је да се на великом простору налазно океан назван Панталаса. На северну хемисферу једва да је отпадало 1% од укупног копна



Сл. 15. Континент Лаурентија који су чинили Северна Америка, Гренланд, централни и северни делови Европе и Азије.

на тадашњој Земљи. Океан се простирао у недоглед, а у њему је све бујало од живота.

Астрономију и геологију везује још низ ствари, а ми ћемо обратити пажњу на три: астероиде и комете, магнетизам и, наравно, Миланковића. Кренимо зато редом.

Астероиди и комете су често погађали Земљу у њеној прошлости. Ова тема посебно је стекла своју популарност када је почетком осамдесетих година двадесетог века амерички физичар и Нобеловац Луј Алварез (Louis Alvarez) поставио теорију по којој је огроман астероид ударио у Земљу, начинио велики кратер, изазвао издицање обилате количине гасова у атмосферу, пад сланих и киселих киша и сл., што је неминовно морало да се одрази на живи свет тога доба. Крунски доказ нађен је у слоју глине дебљине од око 3 - 5 сантиметара где је откривена велика количина иридијума и осмијума. Такве количине нема на Земљи, једино је могла да доспе из екстратерестричких простора, закључио је Алварез. Када је све то повезао са нестанком диносауруса, добио је примањливу теорију, ко зна коју по реду која је за тему имала изузетно рање ових надасве занимљивих животиња. Тиме је машта многих заголицана.

Да би се све изнето потврдило, требало се бацити у потрагу за траговима наведеног удара. Први услов је био да се то догодило на копну, а други да су се они колико - толико очували. И потрага је кренула. После извесног времена на полуострву Јукатан у Мексику зајста су нађени остаци великог кратера чији је пречник несумњиво указивао на астероид већих размера. Једном речу, теорија је добила своју потврду.

Да су астероиди и комете доспевали до Земљине површине у геолошкој прошлости у то нема никакве сумње. И данас смо сведоци сличних догађаја, па зашто се то не би догађало и раније? Земља као једна од планета Сунчевог система довољно је стара да би н кроз такве фазе прошла. У раном стадијуму када није имала атмосферу, која би је колико-толико штитила, погађали су је

ројеве комета. Земљина површина је морала бити слична данашњем Месецу. Али те ране су залечене, а оквиљци прекривени касније насталим стенама или ерозијом.

Земљин нагиб осе ротације од 23 и по степена објашњава се понекад ударима комета. Можда је тако, али како то доказати? Када се промена одиграла: по танку ротације, згушњавањем масе или у једном тренутку геолошког развоја?

Начинићемо један мали излет и прошетати се на шом планетом да бисмо показали где су све откривени најкарактеристичнији астероидни или метеоритски удари. Упоредо са тим пратићемо њихове положаје на временској скали.

Један од најстаријих кратера откривен је у Русији у Карелији. Пречник му је 20 километара, а сматра се да је старији чак од једне милијарде година! По овим подацима произилази да је метеорит погодио Земљу у време када се стварао озонски омогач који ће је касније штитити од штетног ултраљубичастог зрачења. То је, такође, било време еукариотских алги код којих је поред митотске почела да се јавља и мејотска деоба. Митоза је сложени облик деобе ћелије или деоба са једнаким издвајањем појединих хромозома, док је мејоза деоба једра гамета, односно сперматозоида и јајне ћелије. По овоме, јасно је да је мејоза виши степен деобе ћелије од митозе.

Али, пређимо на знатно млађе кратере. Један од њих је онај у Француској што се зове Рошешуар. Његов пречник је 15 километара, а стар је око 160 милиона година. Другим речима, припада јури или добу када су Земљом газдовали диносауруси или када су се појавиле прве птице и мамалије (сисари).

На аустралијско копно пре 130 милиона година пао је један метеорит који је начинио пречник од 14 километара. Да би га што боље проучили стручњаци су извршили бушење и сеизмичко снимање. Данас се зна да је при удару метеорита ослобођена енергија од 10^{20} џула.

У Украјини је нађено неколико кратера чија се

старост процењује на око 100 милиона година. Болтишки је највећи и има пречник око 25 километара, а у околини града Винице и Гдова нађено је неколико са пречницима од 3 - 5 километара. Изгледа да је у овом временском периоду тај предео био мета бомбардовања метеорита и астероида најразличитијих димензија.

Полигајски кратер је право чудо. Налази се у Северосибирској низији, у долини реке Полигај која је у сливу Хатанге, реке што се улива у Лаптевско море. То је простор који се налази северније од седамдесетог упоредника. Пречник кратера је око 100 километара! Удар се одиграо пре 30 милиона година, у олигоцену када је индијски потконтинент "допловио" до Азије и када је почела колизија или судар два континента и стварање "крова света" или Хималаја. Нешто мало после тога и човекова развојна линија кренула је да се одваја од примата.

Судар је имао катастрофалне размере. Небеско тело је у страховитој силини пробрло седиментни слој дебљине чак 1 200 метара и допрло до подлоге Сибирске платформе. Процењује се да је том приликом ослобођена енергија снаге 10^{23} џула или као да је истовремено експлодирало 100 вулкана типа Тамбора. Шта ово значи?

Да видимо како то објашњава сл. 16.

Вулкан Тамбора је експлодирало 1815. године. До тада била је то купа што се уздизала 4 000 метара изнад нивоа мора. Када је вулкан експлодирало грајно је нестало 100 кубних километара земљишта, а врх је спуштен на 2 800 метара. По експлозивности, снази и количини разне тог материјала Тамбора је апсолутни рекордер, далеко испред познатих вулкана као што су Везув, Кракатау, Катмаија, Света Јелена и други.

Шта у том случају рећи за Полигајски метеорит? Како њега схватити кад је толико пута снажнији од Тамборе? Неколико чињеница ипак треба изнети:

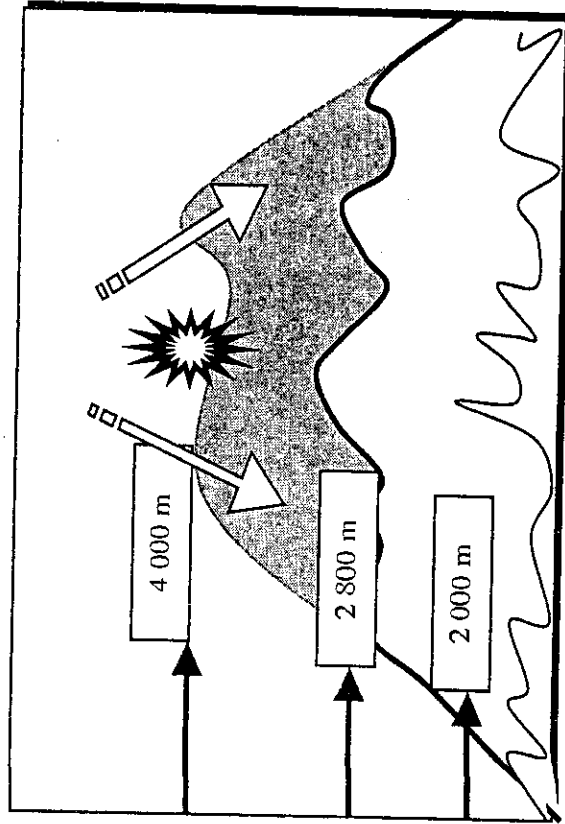
* У кратеру су нађени минерали каквих нигде нема у околини. Њихов настанак је симулиран у лабораторијским условима, а резултати су показали да су

настали под ударним притиском од 10^{11} паскала и на температури од 1 000 степени Целзијуса;

- * Комади чврстих стена из подлоге Сибирске платформе одлетели су чак 40 километара од центра удара;

- * Површинске стене су истољене експлозијом чиме је створена лава која је у свом саставу имала 65% силицијума. По томе се у потпуности разликовала од базалтних стена Сибирске платформе;

- * Претпоставља се да је брзина пада метеорита при удару о Земљу износила скоро 20 километара у секунди.



Сл. 16. Изглед вулкана Тамбора пре ерулције 1815. године. Осенчен део показује колики део кратера је нестало после експлозије.

Да је којим случајем пре 30 милиона година било очевидаца овог догађаја имали би тему за дуги низ година. Са овом апокалипсом могао је да се пореди само Јукатански метеорит који је пре 65 милиона година довео до нестанка диносауруса.

Прећићемо на метеоритске кратере за које се зна да су стари око 15 милиона година или да су млађи. У ову групу сврстава се неколико, па да кренемо редом.

Канадски штит је у том погледу изразито богат, њена провинција Квебек посебно. На полуострву Унгава налази се кратер Чаб чији је пречник око 3,5 километара, а дубина 400 метара. Већина језера у овом крају је глацијалног порекла, али има и оних који су настали ударом метеорита. Једна од таквих су Близаначка бистра језера, источно има пречник 28, а западно 32 километра. За пренасту структуру Маникоуаган - Моушалан, такође у Квебеку, претпоставља се да је метеоритског порекла.

У Сједињеним државама сличних кратера је открито на више места. Такви су Баволов кањон у Аризони о коме говоре индијанске легенде, као и кратер у долини реке Сијера Мадре у Тексасу.

Кратер Босумтви у Гани данас је језеро чији је пречник око 10 километара, а дубина до 350 метара. У истом делу Африке, стотинак километара од ушћа реке Орање откривен је кратер Ротер Кам ширине 2,5 километра, непознате дубине. У Јужној Африци налази се кратер Вредефорт чији је пречник 40 километара. Прорачуни су показали да га је начинио астероид пречника око 2,5 километра, масе $3 \cdot 10^{10}$ тона при брзини удара од око 20 километара у секунди.

У једном кратеру је чак сазидан читав град. То је Нордлинген у Немачкој који је заузео један део његовог пречника од 20 километара. Због урбанистичких потреба кратер је детаљно проучен, тако да се зна да је исцуљен здробљеним и делимично истољеним стенама. На дубини од 35 метара откривен је подземни басен чија је дубина чак 700 метара, а пречник је око 10 километара. На овом простору нађена је гравитациона аномалија или доказ да је у питању дефицит масе. Рачуница је показала да је у моменту експлозије избачено око 20 кубних километара материјала.

Интересантно је откриће метеоритског кратера на Антарктику. У Вилкесовој земљи, која је оријентисана ка Аустралији и Новом Зеланду, француска и америчка експедија истраживача открила је простор са негативном гравитационом аномалијом. Пречник те аномалије је износио чак 240 километара.

Идући тако од кратера до кратера, од места удара до места удара као пчела од цвета до цвета нисмо ни приметили да смо ишли од континента до континента, од Европе, обе Америке, Азије и Аустралије све до Антарктика. И поред тога што је на Земљи само 29% копно, а све остало мора и океани, ипак смо пронашли трагове звезданих рана на њој. По тој логици и закону вероватноће много је више астероида и метеорита пало у водене средине, али ти трагови тешко могу бити сачувани. Пад у плићу средину, пак, делом "амортизује" вода, тако да је кратер најчешће веома плитак. Касније, међутим, делује ерозија и са копна транспортује материјал којим се кратер испуњава. Уколико у сва ова разматрања укључимо и оне метеорите који никада нису доспели до Земљине површине, јер су услед грења сагорели у атмосфери, њихов је број сигурно био још већи.

Задржаћемо се још мало на овој појави тако што ћемо разматрати случајеве везане за ненасељени континент, на Антарктик. Већ смо навели да су гравитациона мерења један од начина откривања кратера уколико на местима удара постоји дефицит масе. Али шта се дешава уколико тога нема или ако на залеђену површину падну небеска тела мањих димензија, рецимо "ђулад" од по 300 грама, једног или два килограма масе?

Пад метеорита на ледену површину дебљине око 4 километра каква је антарктичка неће изазвати такве "ране" какве се јављају када метеорит удари у чврсту подлогу. Снег и лед у великој мери ублажавају ударне шокове, а нове падавине за релативно кратко време скривају површинске отиске. Ипак, не остаје све тако скривено како у први мах изгледа. Да видимо шта се догађа.

Метеорити мањих димензија као топовска ђулад пробијају површинске слојеве снега и леда и продиру у унутрашњост брзином од скоро 20 километара у секунди. Али 4 километра је ипак велико ма колика да је брзина метеорита у питању. Негде, дакле, дубоко у леду ти небески путници завршавају своју мисију и бивају конзервирани у природном замрзивачу на температурама испод минус 10 степени Целзијуса.

Али ту није крај приче. Знамо да се лед на Антарктику стварао милионима година, константно из године у годину. Стално нагомиланање довело је до оптерећивања нижих ледених слојева који су услед тога задобијали пластична својства. Ти нижи слојеви су постајали покретни, кретали су се у правцу линије мањег отпора, што значи ка морској површини. Сада је већ све јасно: заједно са "пластичним" слојевима путовали су и метеорити који су до њих допрли. Своју другу мисију они би завршавали на стрмим леденим бреговима и на тим местима би извицали данима и месецима. Тако су откривени на локацијама планина Јамато, Беллика и Тејл. брду Алан и у областима Новолазаров и Нептун.

Ако их ту не бисмо затекли, онда би завршавали негде у хладним океанским дубинама у које би се стропштавали да би тамо коначно били прекривени муљем и песком. На тај начин један део звезданих путника - најлободнијих галактичких тела чија је постојбина бескрајни простор нађе своју гробницу и коначни мир.

Шта тек рећи за оне метеорите који остану негде на пола пута, а таква санта зашлови ка топлим морима. Када би се писала њихова историја, оправдано би могла да се назове "пут од бесконачности до бескраја".

Саопштили смо већ да астрономију и геологију спаја магнетно поље. Ако желимо да будемо прецизни онда морамо да кажемо да оно поједнако интересује археологију, математику, физику, геофизику, медицину, биологију, балистику. Ипак, задржаћемо се на овој теми, па да видимо како магнетно поље повезује астрономију и геологију.

Прво питање које себи морамо да поставимо јесте: где су извори Земљиног магнетног поља? Одговор је - на више места. Једно је Земљино језгро, друго Земљина кора, треће екваторијални и аурорални системи електромаглева и четврто Сунчев ветар. Везе су ту, јер су извори планетарни и ванпланетарни, јасну границу између њих тешко је повући.

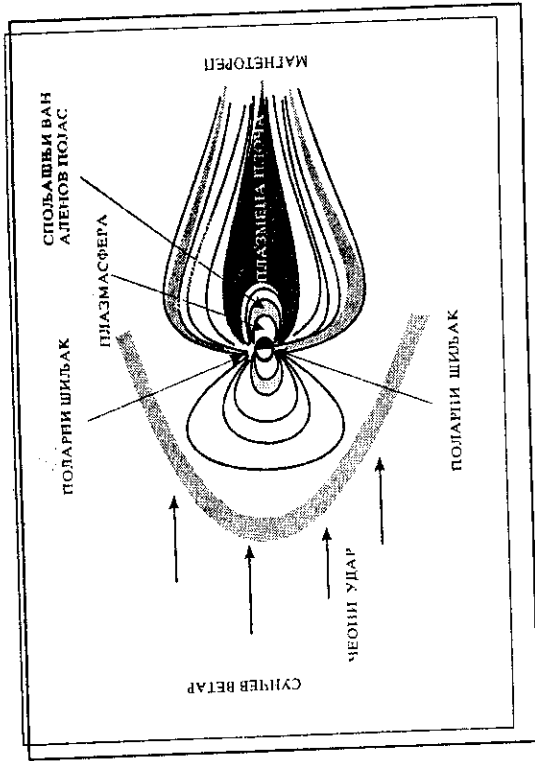
Геологија користи магнетно поље, пре свега, да би из њега извукла драгоцене податке о неком економски значајном подручју. Да ли ће то бити у циљу проспекције терена, израде карата, дефинисања димензија интересантних лежишта, постављања нових концепција и измена досадашњих схватања итд. питања су о којима геологија мора да води рачуна. У свему томе она се везује за унутрашњост Земље и њене одзиве на то поље које се јавља на површини или испод ње. Можемо слободно рећи да су зачеци тих проблема негде у летом веку пре нове ере када су стари Грци у Малој Азији код града Магнезија открили оксид гвожђа који привлачи гвоздене предмете. Прича се наставила у другом веку пре нове ере када су Кинези открили компас, а прелород је означено почетак седамнаестог века или тачно 1600. година када је Вилијем Гилберт (William Gilbert) открио да је Земља један велики магнет. Гаусова (Gaus) метода сферне хармонијске анализе дефинитивно је Земљиним магнетизму трасирала пут, а протонски магнетометар, што га је конструисао велики математичар, постаде средство којим се као у читанци очитавало дотада апстрактно поље.

Када је почетком двадесетог века откривен протонски магнетизам, отворено је ново истраживачко поглавље, а стране те књиге и даље се успешно иписују. Последњи ласуси или реченице припадају циклострагиграфији, методи која у основи има Миланковићеве циклусе осунчавања. Тек отворене циклострагиграфске поре пра-стари магнетизам прожима у свој својој снази, а коначни видници далеко су иза хоризонта.

Астрономију, пре свега, интересује магнетосфера или Земљин омотач за који може да се каже да је њен нај-

удаљенији део. Горња граница се налази на висини од скоро 20 Земљиних радијуса или приближно на 130 000 километара. То се другачије назива геопростор.

Да бисмо све то што боље објаснили приказаћемо структуру магнетосфере (сл. 17).



Сл. 17. Меридијански пресек магнетосфере.

Из слике се јасно уочава да је Земљино магнетно поље деформисано. Деформацију врши Сунчев ветар, појава која је потврђена тек шездесетих година двадесетог века помоћу сателита Маринер 2. Сателит је у том погледу начинио праву револуцију пошто је, путујући ка Венери, четири месеца "боравио" у Сунчевом ветру.

Долазећи са Сунца овај ветар удара у магнетно поље Земље брзином између 200 и 800 километра у секунди. Тај простор се баш због тога и назива област чеоног удара. Налази се на растојању од скоро 100 000 километара од Земље, али, како постоји распон брзине од око 600 километара у секунди, јасно је да се наведена раздаљина

мења. Када Сунчев ветар има велику брзину, узмимо максималну вредност од 800 километара у секунди, тада је положај области чеоног удара знатно ближи Земљи. Уколико је брзина ветра мала, тада се раздаљина повећава. Колико ће растојање од Земље до чеоног удара бити зависи само од једног фактора, а то је активност Сунца.

Податак да се активност Сунца циклично повећава сваке једанаесте године познат је великом броју стручњака. Термонуклеарне реакције, Сунчеве пеге, флуке, грануле, протуберанце, ерупције и друге манифестације на Сунцу увек имају свој одраз и на друге планете Сунчевог система, те тако и на Земљу. Према томе, клима је у директној зависности од ових активности.

Колико су повезане хармонијске осцилације области чеоног удара и климе на Земљи може се видети из следећег: ако је растојање од области чеоног удара до Земље смањена, тада су температуре на њој веће, а клима топлија. У супротном, клима је хладнија.

Ова разматрања надаље отварају читав низ нових и велики број још нерешених питања. Навешћемо само нека, али остаје чињеница да заслужују посебан приступ и исто такву разраду. У та питања треба сврстати следећа:

- * Колико је у супротности једанаестогодишњи циклус активности Сунца са Миланковићевим циклусима осунчавања?
- * Да ли су у питању дијаметрално супротне периоде кратке које климу мењају локално, временски ограничено и дуге које на климу утичу глобално, секуларно и временски неограничено?
- * Колико је временски дуго одрживо веће или краће растојање области чеоног удара од Земље? и
- * Можда круцијално питање, да ли постоји могућност да брзина Сунчевог ветра буде већа од 800 километара у секунди или да активност Сунца доволно дуго траје тако да дође до "пробоја" магнетног плашта или да се област чеоног удара сабије до јоносфере чиме би практично Сунчев ветар био на прагу Земље?

Ова питања провоцирају читав низ других аспеката, а једно од њих свакако је оно "како би се све то одразило на живот на Земљи"? Продор Сунчевог ветра до Земље или блиско њој може бити изузетно погубно за све. Можда се то већ догађало у геолошкој прошлости. Ко зна?

Иза области чеоног удара, тог нашег планетарног ктитора, налази се магнетопауза. Магнетопауза подсећа на место затишја; ту после олујних удара Сунчевог ветра човек може коначно да предахне и одмори се у "хладу" мирног поља. Та област затишја, иако широка само око један километар и у односу на друге области готово безначајних димензија, има интензитет поља који је једнак нули. Како ли је лепо после бурних догађаја завалити се у љуљашку и љуљати се у "нултом пољу"!

О "нултом пољу" рећи ћемо само укратко да се не би удаљили од главне теме.

То је стварно поље без поља, ливада без траве, цвет без латица, дрво без камбијума. У том пољу нема нија сила, нема оријентације, не знате где се налазите, свуда околу је и север, и југ, и исток, и запад. То не мора да буде вакуум, "нулто поље" може да се произведе вештачки и ако се којим случајем човек нађе у таквој средини, може да му се догоди чудо, да ради више сати, а да не осећа никакав умор. "Нулто поље" се, између осталог, користи за биолошка проучавања, а у последње време и у циљу откривања тајни биомагнетизма можданих ћелија. О "нултом пољу" би могло још много што-шта да се каже, јер је потпуно ново, неистражено, тек отворено поље рада које може да донесе огромну корист уколико се правилно искористи или још већу штету, ако се усмери против човека. Зато и није изненађујуће што су многи озбиљни научници мислили да онај ко овлада магнетним пољем и магнетизмом истовремено осваја и Унивезум.

Али, вратимо се магнетосфери.

Да би се у магнетопаузи створило "нулто поље" потребно је још нешто. То је магнетооблога или "аморти-

зујућа" средина испуњена плазмом која је у хаотичном стању.

Ипак, неке честике из Сунчевог ветра успевају да допру до Земље. Ти узани пролази налазе се између магнетопаузе и Земље и називају се поларни шилдци. Захваљујући њима магнетопауза допире до Земљине површине.

Постоји још низ ствари у структури магнетосфере. Навешћемо још само једну, а прескочити многе, јер би даљим детаљисањем у великој мери изгубили главну нит. Та досад неречена појава је магнетореп. Дуж Сунчевог ветра, милионима километара од Земље простире се магнетно поље издужено у облику репа, те се због тога тако и назива.

Магнетно поље, према свему досад реченом, наизглед не повезује астрономију и геологију. Када бисмо у то поверовали начинили бисмо крупну и неопростиву грешку. Та спона ипак постоји и њу чини геофизика. Зато Миланковић и каже: *"Циљеве астронома различити су од циљева геофизичара. Астроном проучава све небеске појаве, а геофизичар се интересује само за оне које се огледају у животу и судбини наше Земље. Зато ми је, пресудајући текловине астрономске науке у област геофизике, био задатак да из градива небеске механике одаберем оно што се може искористити у проблемима геофизике."*

Астрономија је дала небеску механику, а небеска механика објаснила прецесију, нагиб осе ротације и експлицитност Земљине путање. Све заједно дало је циклусе осунчавања, соларну константу, каноничне јединице, средњу годишњу температуру, померање границе вечног снега.

Геологија је открила слојеве у Земљи, из њих су нађене радиоларије, доломитизација, садржај кисеоника, варве, старост стена, цикличне измене, смене тамних и светлих делова.

Геофизика је открила изостазију, магнетну сусцептибилност леса, реверзију поља, промену интензитета, процесе у атмосфери и њеним нижим и вишим деловима о чијим значајима још не можемо у потпуности да судимо.

Удружене астрономија, геологија и геофизика да-
ле су једну нову и дотад непознату компоненту која се на-
зива циклостратиграфија, али то неће бити све. Практи-
чна страна тек треба да изникне. Али и поред свега знамо
сасвим поуздано: из свега тога изникао је Миланковић.

... Миланковић ...

Историјску етапу проучавају историчари, праисторијску - археолози, геолошку - геолози, а космичку - космолози и астрономи. Тема овог поглавља је мало ледено доба које припада историјској етапи, односно најмлађој фази развоја човечанства. Да видимо шта је мало ледено доба значило за човека.

Оно је трајало од 1450. све до 1880. године. Пошто смо рекли да се историчари баве овим периодом, поставља се оправдано питање колико су пажње посветили клими тог времена. Нажалост, јако мало или скоро ни мало.

Да видимо прво како је откривено да се баш у том раздобљу јавило ово захлађење које је трајало око 430 година и, ако узмемо да је тада просечан људски век износио око 50 година, произилази да је осам генерација добро осетило шта значи снижавање средње годишње температуре за само један једини степен Целзијуса.

Када се шездесетих година двадесетог века свом жестином кренуло на доказивање или оповргавање тачности Миланковићевих астрономских тумачења и пројавила у промени климе кварталног доба, разрађене су најразноврсније методе које су дотад једноставно чамиле у запећцима. У исто време био је то велики замах и за климатологију која је таворила без претензија на бржи развој. Од бројних метода развила се и једна за коју свим поуздано можемо да кажемо да је највише допринела развоју сазнања о клими протеклих времена. То је било бушење ледених узорака. Када је извршено њихово транспортовање у центре за глацијална проучавања, примењени су разнородни истраживачки поступци. Има ли шта поузданије када располажете материјалним доказом дужине неколико метара и пречника неколико сантиметара у коме су сачуване климатске забелешке, слично временском записнику?

У леду није сачувана само клима уског региона. Често се у њему могу открити појаве глобалног карактера или догађаји који су имали планетарни значај. Навешћемо само један пример иако њих има много више.

МАЛО ЛЕДЕНО ДОБА

Прошлост има своје различите етапе. Она која је блиска садашњици а захваљајући та временски период све до пет-шест хиљада година уназад назива се историјском. Праисторија обухвата времена од појаве човеколиког мајмуна, па све до писаних споменика. Где повући тачну границу између праисторије и историје - тешко је рећи. Праисторија или доба првобитних људских заједница завршила се када су се распали родови, почела трка за богаћењем и све заједничко постало личном својином.

За праисторију се сматра да је трајала око 5 милиона година. Време праљуди и примитивних хорди дубоко задире у геолошку еру која се назива неоген или, да укључимо магнетизам, допире скоро до почетка реверсног хрона који носи име Гилберт, даго, наравно, у част већ помињаног Енглеза који први саопшти: "Magnus magnetis ipse est globus terrestris"². Ни границу између праисторијске и геолошке етапе није могуће тачно прецизирати.

Геолошка етапа је трајала милионима година. То је незамисливо дуг период без учешћа човека, али не можемо прећутати чињеницу да су у том добу живели најразличитији облици живота на копну и још више у морима. Данас таквих облика нема, јер су изумрли, остали су само њихови трагови и фосилоносна тела као доказ геолошког колорита наше планете. Ова етапа је трајала око 4 милијарде година. Једноставна рачуница указује да је космичка етапа трајала најдуже, око 10 милијарди година.

² "Земља је један велики магнет".

Већ помињана ерупција вулкана Тамбора у Индонезији која се догодила 1815. године доказана је у узорцима леда са Гренланда. Ово најједноставније значи да је силни материјал што је био избачен из кратера високо у атмосферу ваздушним струјама путовао чак преко 5 000 километара, затим пао на ледену површину овог острва и ту остао сачуван као крунски доказ велике катастрофе.

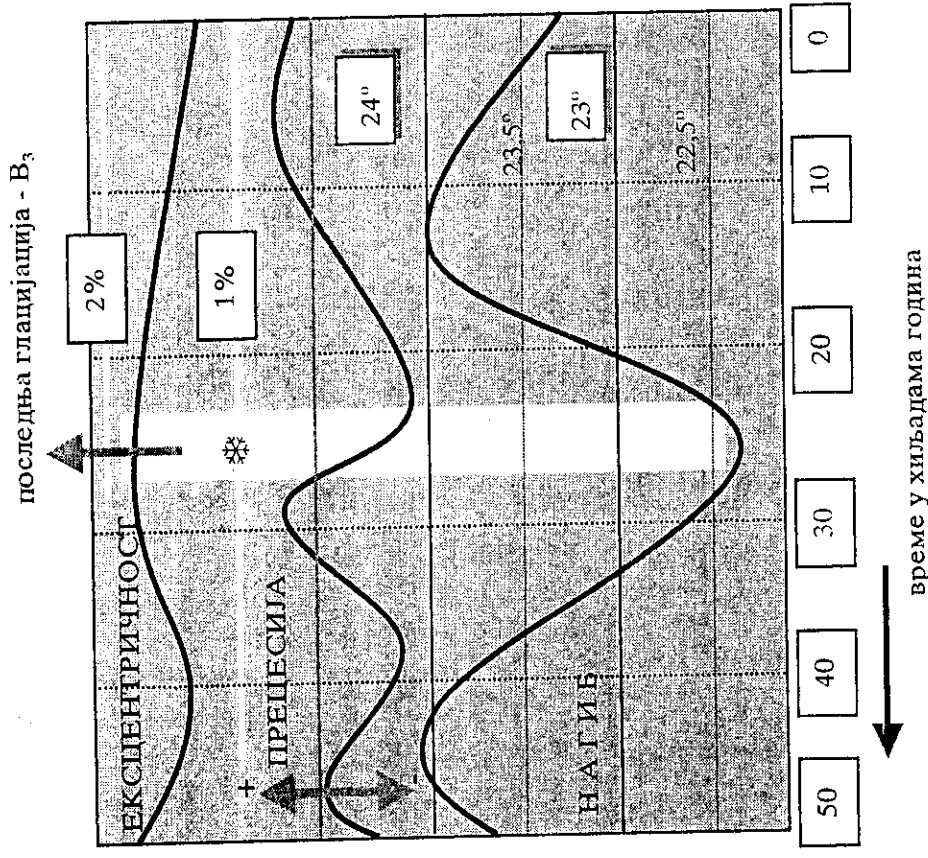
Ледене узорке сакупљене са многобројних значајних локација на Земљи можемо сасвим слободно сматрати климатским читанкама. Из њих је коначно откривено да су у току четири века зиме биле много оштрије него што су то данашње.

Пре него што пређемо на објашњење утицаја малог леденог доба на човека из раздобља од петнаестог до краја деветнаестог века, прикажаћемо криве за три главна астрономска елемента срачуната за последњих 50 хиљада година (сл. 18).

Последња глацијација или Вирм 3 догодила се пре 25 000 година. Наравно, запамтио је и наш предак који је морао све своје животне активности да подреди том фактору. У то доба, како слика показује, нагиб осе ротације је сигурно био нижи од данашњег, био је у минимуму, једнак или испод 22 и по степена.

Са прецесијом је било слично, тј. положаји равноравних тачака које су се непрекидно померале у орбити имале су краће циклусе, а растојање између Земље и Сунца било је мање у афелу. Ексцентрична путања Земље око Сунца у том периоду била је за 1 - 2% удаљена од кружне путање. Растојање се у том случају није битније мењало, па су и северна и јужна хемисфера примале скоро подједнаку количину топлотне енергије са Сунца.

Са снижавањем средње годишње температуре за 3 степена Целзијуса и померањем границе вечног снега за скоро један километар, Вирм 3 је оставио своје моренске трагове, варве, ледничка језера, фјордове и да не набрајамо друге доказе и после одређеног временског периода дефинитивно се повукао. То последње ледено доба припало је дугопериодичном циклусу промена.



Сл. 18. Промене астрономских елемената - ексцентричности, прецесије и нагиба осе ротације у последњих 50 хиљада година по прорачунима Милутина Миланковића.

У случају Вирма 3 видимо да су се сва три астрономска елемента истовремено поклопила у својим минимумима. То је основни услов за настанак леденог доба.

Уколико дође до, рецимо, минимума само једног елемента, тада ће иастати захлађење, али не и глацијација. Сваки од наведених елемената има своје дејство иа одређене географске ширине или временске интервале. Наведени елементи појединачно никада не би могли да доведу планету до стадијума замрзавања глобалног карактера нити би то могло да траје хиљадама година. Ипак, дејство постоји, оно захвата површине мањих размера и по општој класификацији сврстава се у мезоклиму.

Клима се, дакле, мења и краткорериодично, а то је познато, јер припада новијој историјској прошлости. Да видимо када су се те промене догодиле.

У периоду пре 6 500 до 5 000 година трајало је мало ледено доба. Захватило је поларне делове умерених географских ширина северне полулопте. Иако је из овог закључити да је на тим просторима тешко или немогуће ископавањима иаћи археолошке локалитете. Праисторијски човек је налазио средине са оптималијим климатским условима, тражио је и откривао стаишта на којима није имао проблеме са хладићом, облачењем, исхраном. Археолози због тога могу у своје студије, без икаквих ограничења, да укључе климатске чиниоце, јер се сматра, с пуно права, да је зора људске делатности била ограничена на подручја средњих годишњих температура од преко 20 степенa Целзијуса.

Према томе, иије иикакво изненађење што је иа нашим просторима постојао један Лепенски вир, Винча, Старчево или Плочник. Клима је била повољна за опстанак, а средина је давала обиље хране биљног и животињског порекла.

У периоду од 3 700. до 3 150. године у Бугарској иигде нису откривени археолошки локалитети. У погрази за разлогом тог демографског колапса откривено је да су пресудили климатски фактори, односно да је у том периоду било захлађење што је приморало тадашњу заједницу на колективни егзодус.

Нови или претпоследњи ледени талас краткотрајног дејства одиграо се у периоду од 900. до 450. године пре

нове ере. Јасно је оида зашто је у то доба Медитераи био деитар света, зашто су се тако брзо развили Египат, Месопотамија, Индија, Кина, Персија, Грчка и Рим. Док су се северњаци борили против ђуди природе и сурових временских услова, дотле су јужњаци развијали најразличитије облике делатности, почев од система за иаводњавање и одводњавање, стварања првих писама, хијероглифа, клинастих писама, градњи пирамида, светлионика, библиотеке, филозофије, вајарства. Набукодonoсop је својој Семирамиди лако могао да дарује висеће вртове са најразличитијим цвећем кад је живео у подиобљу које је то обилато даровало. Људи са Медитераиа су јели јужно воће, а људи са севера корење. Кромпир и кукуруз је иицао у Средњој и Јужној Америци у то доба, док стаиовници северне Европе о томе нису могли ии да сањају.

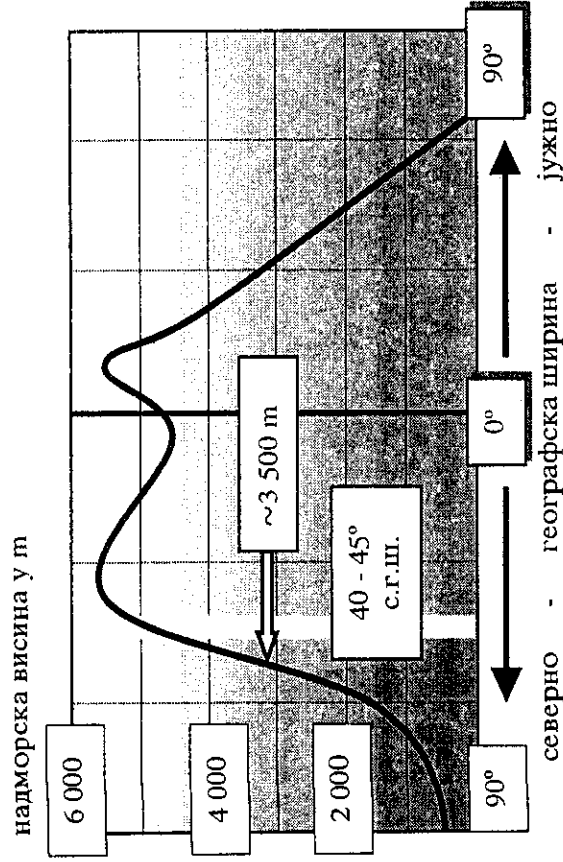
Климатска захлађења увек су смењивала климатска отопљавања. Од низа навешћемо само једно: око 1 000 година пре нове ере било је толико топло да је у јужним деловима Гренлаида расла бујиа вегетација.

Најзад, дошли смо и до последњег таласа захлађења који не припада тако давиој прошлости. Четири века мало леденог доба добро је забележено и о њему се довољно зна, иако се човек у том периоду није бавио систематским мерењем температуре, притиска, влажности, кретањима ваздушних маса и другим обавезним метеоролошким осматрањима који би му доприиели да боље разуме климу.

Доласком мало леденог доба Гренланд је опустео. Иако отпории на сурове услове његови дотадашњи стаиовници, Викинзи морали су да се повуку на Скандинавско полуострво. Биљке су страдале, нестало је шуме, животиње су се драстично проредиле. Лед је опет прекрио Земљу, трагови људских делатности губили су се под иалетом ледених маса. Коиачио, Греилаиц је изгубио душу и заоденуо се у рухо у којем га затичемо и даиас. Ваљда је сада јасније зашто је Вегенер упорно одлазио тамо, трагао за доказима своје теорије и несрећно, иажалост, завршио.

Гренланд није једини доказ овог малог леденог доба. Поуздано се зна да су се ледници са појединих планина спуштали знатно ниже, надирали низ падине и доспевали до места на којима их пре тога није било.

Такав је случај са Килиманџаром и етиопским планинама, што је још драстичније. За највиши врх Африке можемо сасвим слободно да кажемо да и није велико изненађење с обзиром да се уздиже до 6 010 метара надморске висине. Када се посматра схема висинских положаја границе вечног снега што је дао немачки климатолог В. Келен уочава се да на нивоу екватора та висина износи око 5 000 метара. Погледајмо наведену схему на сл. 19.



Сл. 19. Распореда положаја границе вечног леда према географским ширинама (по Владимиру Келену).

Прво што пада у очи јесте да на екватору није највећа висина границе вечног снега. Померена је на око 30 степени северне хемисфере и на 10 до 20 степени јужне хемисфере где износи преко 5 000 метара надморске виси-

не. Зашто је то тако? Одавно је познато да Сунчеви зраци у зони екватора падају под правим углом и доносе са собом највећу количину топлотне енергије.

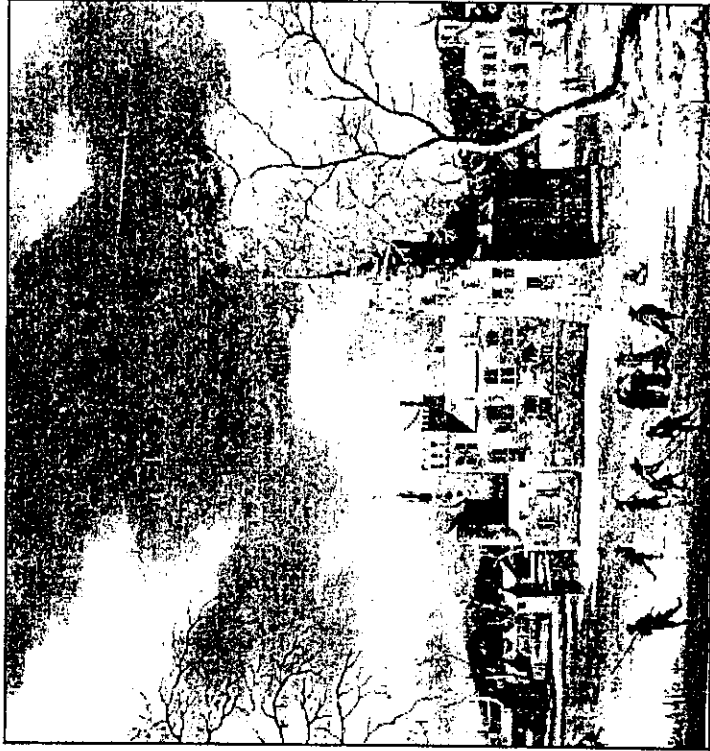
У зони северног и јужног повратника висински положај границе вечног снега је најосетљивији на калоричну летљиву полугодину. Та полугодина не само да је значајна за развој леденог доба и акумулацију топлоте, већ, како видимо, изузетно много значи и за границу вечног снега. Са слике се, такође, уочава да је крива у великој мери асиметрична. Положај границе није исти за северну и јужну полулопту. На југу се већ на 70 степени географске ширине (или на јужном поларнику) спушта на нулу што је свакако услед утицаја Антарктика.

За нас је посебно значајна граница која се односи на ширине између 40-ог и 45-ог упоредника. Видимо да је на око 3 200 - 3 500 метара надморске висине, што јасно показује да на нашој територији нигде не постоје услови за настанак и развој ледника.

Етиопске планине достижу висине од 3 800 - 4 200 метара надморске висине. У току малог леденог доба граница је спуштана испод тих висина сигурно за више од једног километра, јер су само на тај начин могли бити очувани трагови те краткотрајне глацијације.

Краткопериодично захваљење забележено је и у делима многих холандских сликара из седамнаестог века као што су били Барент и Хендрик Аверкамп (Barent и Hendrick Avercamp), Јан Аселин (Jan Asselijn), Корнелис Белт (Cornelis Beelt), Антони Берст (Anthoine Beerst), Антони Берстраген (Anthoine Beerstraten), Николас Берхем (Nicolaes Berchem), Кристофел ван ден Берге (Christoffel van den Berge), Адам ван Брен (Adam van Breen), Јан ван Гојен (Jan van Goyen), Јан Грифер Елдер (Jan Griffier the Elder) и др. Иако нису имали ту намеру, ови врхунски мајстори четкице многе своје слике су урадили тако да са њих видимо бројне залеђене канале, језера и друге водене површине. То није могао бити резултат случајности већ одраз реалног стања.

Једна у низу таквих је и слика Антони Берста који је насликао тврђаву Полгест у близини Лајдена, познатог универзитетског града. Оно што је карактеристично за њу то је залеђена површина по којој се људи крећу, клижу, возе санке или играју неку игру за коју би могло да се каже да је претеча данашњег хокеја на леду (сл. 20).



Сл. 20. Слика Антони Берста "Полгест тврђава у близини Лајдена" са залеђеним каналима.

По таквим површинама транспортовала се роба за продају или трампу, огрев, бурад са пићем, храна. Залеђене површине биле су у то доба потпуно нормална појава за читаву Холандију која нема ни један брежуљак на

већем делу своје територије. Клизаљке и санке су биле у масовној употреби, без њих је била незамислива свака слика поменутих аутора.

Данас се често догађа да на већини светских или европских такмичења у брзом клизању побеђују холандски клизачи. То није резултат случајности или посебне надарености једне нације; то је дубоко укоревена традиција чији почети датирају из времена малог леденог доба. Генерације и генерације Холанђана проводиле су свој живот на леду, свакодневно вежбајући или превалајући километре и километре у намери да обаве неки посао од користи за њих. Тако се из практичне потребе развила једна спортска грана у којој Холанђани већ годинама непркосновено доминирају.

Темза и канал Ламанш, који се ретко заледе, у седамнаестом веку били су под ледом. У то доба ова места су коришћена за зимски клизачки карневал. Народ се скулао и налазио начина како да од овог, најзглед, негативног климатског ефекта створи услове за разоноду.

На југу Француске и дуж Азурне обале забележене су изузетно оштре зиме. Године 1494. залеђило се море у луци Ђенове, 1506. у луци Марсеја, а 1524. и 1527. реке на југу Француске. У периоду од 1557. до 1603. године Рона се залеђивала у десетак наврата, а једном чак и море на њеном ушћу. Чак постоје подаци да су француски сељаци у то време вино зими секли секирама и превозили га у комадима.

У наведених 400 и нешто више година постојала су два велика минимума захлађења. Први је назван Спореерминимум. Јавио се у раној фази малог леденог доба, а познат је по експанзији арктичког леда који је продро тако далеко да је успео једну колонију Нормана на југозападном делу Гренланда да изолије. Историја каже да је та колонија нестала и да су многи страдали тако што су били заробљени у леду. Није познато да ли се неко спасао. Овај пример постоји као јединствен у историји човечанства.

Друго јаче климатско захлађење догодило се у седамнаестом веку и названо је Маундер минимум. Име но-

си по Енглезу који је 1890. године у Краљевском астрономском друштву саопштио да је период од око 70 година, а који се завршио око 1716. године, био означен прекидом у правилном броју Сунчевих пега. Наиме, у континуитету од 60 година ове појаве нису регистроване на Сунцу да би тек 1705. биле забележене две.³

Маундер минимум је посебно запажен у Северној Америци. То је период када су први пуританци ступали на тло Новог Света, са собом донели веру и строге патријархалне критеријуме схватања живота. То је доба за кога са свим слободно можемо да кажемо да је период "двоструке најаве". Да видимо шта то значи.

Пуританци су у Северну Америку дошли грлом у јагоде. Сматрали су да је довољно доћи у миру, тај исти мир свуда проповедати, а бог ће увек бити у помоћи. Било је то толико наивно као када би кокошке веровале гласној лисици да им је дошла у посету да покаже свој раскошни реп.

Први брод "Мајски цвет" са 102 мушкараца и жене кренуо је 6. септембра 1620. године из Енглеске на пут преко океана. Месец дана касније стигли су до источних обала Америке и искрцали се на место коме су наденули име Нова Енглеска. Саградили су прве куће од балвана, а

³ Иако Маундерова разматрања не можемо да сврстамо у домен спекулација, мора се рећи да се са Сунчевим пегама то чинило скоро читав деветнаести век. Навешћемо само неке примере.

- Познати енглески астроном Вилијам Хершел је веровао да је пронашао везу између броја Сунчевих пега и цене жита на лондонској берзи.
- Хајнрих Швабе је тврдио да завршеци Сунчевих пега иницирају везу са временом, пољопривредом, здрављем, социјалним и економским променама.

На крају деветнаестог века могло се прочитати сјајет научних радова који су за тему имали Сунчеве пеге. Тражила се веза са метеоролошким подацима, кишана, монсунима, осцилацијама нивоа језера, токовима река и ко зна чиме још.

насељу дали име Плимут, по месту одакле су кренули из Енглеске.

Прву зиму су једва преживели. На пролеће су засадили пшеницу и грашак, али је велико питање како би поново презимели да им у помоћ нису притекли Индијанци. Показали су им како да засаде нову, дотад за њих непознату житарицу - кукуруз. Пуританци су у јесен имали богату жетву, а већ у новембру пристигао је и други брод са новим досељеницима. Од тада па на даље у Америци се сваког новембра слави Дан захвалности као успомена на тај догађај. Иронија је да се уз сваку прославу и богату трезу уз обавезну ђурку и пнту од бундева нико не сети почетка и судбоносне помоћи.

Од тог доба број досељеника је непрестано растао, док се број Индијанаца рапидно смањивао. Коначна преграда дата је од стране бројних освајача запада којима су мирољубиви, али у великој мери наивни Индијанци у прво време помогли да опстану. Каснији догађаји показали су сву суровост слепом веровању.

Интересантно је да се Маундер минимум јављао у различитим регионима у различито време. Ниже температуре су најраније доспеле у Северну Америку, затим Кину, Јапан и на Арктик. Глацијација на Андима је свој максимум достигла током осамнаестог века, док алпска негде око 1850. године. Захлађење је најкасније стигло на Антарктик, 1900. године. Али када тамо нема хладноће?

За већи део континента је ипак карактеристично следеће: средња годишња температура имала је пад за око један степен Целзијуса. Од ове просечне вредности свакако је на појединим местима било и одступања, али већ одавно знамо да постоје мезо и микро клима, односно климе које захватају површине локалних размера.

Шта се у времену малог леденог доба дешавало код нас? Познато нам је да је Србија у шеснаестом, седмнаестом и осамнаестом веку била под влашћу Османлијске империје. Колико је губитак самосталности могао имати везе са климатским фактором? Одговор на ово питање изостаје, јер једноставно многи наши историчари ни-

су неку посебну пажњу придавали овом елементу, на крају крајева, нису га ни познавали. Са друге стране, историјска климатологија као посебна научна дисциплина климатологије код нас и не постоји. То су два основна разлога због чега се никада пропаст Србије није бар једним делом везивала за промену климе. А да ли су ти догађаји били узајамно повезани?

Да ли велику сеобу Срба 1690. године под вођством Арсенија III Чарнојевића можемо да повежемо са климом? Можда је, сем страха од турске освете, превагу у корист сеобе односила и хладнија клима. Одавно је познато да она у великој мери утиче на делатност људи, да одређује њихове основне активности. Посебно је то изражено у области пољопривреде, где је све под небеским плаштом и где, како агрономи кажу, никад не знате како ће се година развијати. Свима, пак, добро је знано шта је била основна делатност Срба у време малог ledenог доба, али и пре и после њега, па на крају крајева и дан данас.

Мало ledeno доба можда није имало великог утицаја на тадашње прилике у Србији, али не можемо ни децидирано да тврдимо да је било безначајно. Знамо познато да је 26. јуна 1777. године пао снег, а да је сутрадан мраз уништио многе усеве у Срему. Околна београдска брда белела су се под снегом. Зима 1788/89 била је страшна, јер су у околини Призрена страдали људи и животиње. У време Првог српског устанка зиме су биле веома хладне, снег је падао усред лета, а 5. маја 1814. године лопом је гране по вођњацима у околини Лознице, како пише у бележницама из манастира Трноше.

Ипак, у вези са тим мора да се каже следеће: епске народне песме из хајдучког циклуса не говоре о зимама, оне претежно опевају српске јунаке који су били "кадри стићи и утећи и на страшној месту постојати", а певање уз гусле у доба робовања под Турцима било је најлепше духовно занимање наших људи. Јатаци, код којих су се хајдуци крили од Митровдана до Ђурђевдана, морали су ове јунаке да чувају пола године, од почетка новембра и краја михољског лета, па све до почетка маја када шума олиста,

а температуре се устале. Зато се и постављало увек исто питање: како се зими борити и како повратити стару државу када је мало ledeno доба господарило српском земљом? Робовање у шеснаестом, седамнаестом и осамнаестом веку било је тешко за слободољубив и непокоран народ, али ни терет зиме није био лак која није тражила лепоту него топлоту, како народна пословица каже.

Можда трагове малог ledenог доба треба тражити на другим местима, у предањима, старој архитектури или фолклору и народној ношњи...

Уколико посматрамо данашњег човека и размотримо његову зависност од климе, уочићемо неке законитости и пронаћи њихову узајамну везу. Од те законитости ни човек прошлих времена није могао бити имун. Напротив, та веза је била још дубља, јер је требало опстати, а борба за опстанак била је знатно суровија. Ако је тако, онда се поставља оправдано питање: како се климатски фактор може једноставно елиминисати? Или, да га преформулишемо, зашто је Марко Краљевић облачио гуњ усред лета?

ДРУГИ ДЕО

САДАШЊОСТ

ПУТОВАЊА ЛОНИЈА ТОМПСОНА

Од трагедије Алфреда Вегенера на Гренланду протекло је скоро 70 година. Опис тог путовања, састав истраживачке екипе, организација рада и све друго што је пратило храбри подухват данас нам изгледа поприлично романтично. Савремене експедиције одлазе у још неприступачније пределе, пробавају тамо знатно дужи временски период, завршавају далеко компликованије послове, али, мора се и то рећи, само захваљујући технолошком развоју, модерној опреми, аутоматизацији послова и многим другим погодностима. Сутра ће, међутим, ти исти истраживачи бити романтични неком удаљеном свету који ће уместо људи слати роботе или летелице да на пројектованим местима обаве сличне или новије врсте истраживачких делатности; они ће бити савремени истраживачи, а претходници храбри и скоро заборављени пионери.

Један од оних који такве сличне задатке обавља данас и планира да и у будућности то исто ради јесте научник чије је име Лони Томпсон (Lony Tompson). Да видимо ко је он.

Томпсон је своју каријеру започео у "прашини". Бавио се угљем и угљеном прашином, а затим је 1971. године заједно са својом супругом напустио Маршал универзитет у западној Вирџинији и обрео се у Колумбији, држава Охајо. Започео је са геологијом угљева, јер је сматрао да је то сигурно поље рада у региону западне Вирџиније и вероватно би тако остало да му једно дана саветодавац није саопштио да Институт за поларна истраживања тражи сарадника.

Одлучио је да се опроба. Извесни научник из по-

менутог института објаснио му је основне принципе истраживања, а затим му дао део глацијалних узорака узетих из околине кампа Век који је био лоциран у северозападном делу Гренланда и једноставно рекао: "Види шта можеш да урадиш са овим..."

Оно што је Томпсон могао да уради са тим било је да је у гренландском леду нашао очувану атмосферску праšину која се ту депоновала у периоду дугом скоро 30 хиљада година. Реконструисао је историју климе захваљујући глацијацији и снегу који су те fine честице што су падале на замрзнуто тло, прекрили, конзервирани и у таквом стању очували до дана данашњег. У вишегодишњем периоду ледени слојеви су се акумулирали, надоласком наредне зиме стварали су се нови и тако је то ишло редом. Истовремено текао је и процес очувања климатских записа који су имали глобални карактер. Гренланд, та пушта снежна пустиња, брижљиво је сакупљала у свом леду податке о макроклими или глобалним климатским променама на Земљи.

Томпсон је одлучио да дешифрује неке догађаје. Открио је вулканску праšину из деветнаестог века што је емитовао већ неколико пута помињани страшни вулкан Тамбора. Нашао је у једном делу леда повећану количину стронцијума 90, а када је развио хронологију догађаја, открио је да потиче од нуклеарних проба које су извршили Совјети у периоду од 1961. до 1963. године.

Затим је прешао на проучавање изотопа кисеоника. О овом открићу морамо детаљније да говоримо, јер оно у потпуности заслужује нашу пажњу.

Знатан напредак у проучавању палеоклиме начињен је онда када је упузат однос кисеоника ^{16}O и кисеоника ^{18}O у узорцима из дубокоморских бушотина. Познато је да се велика количина кисеоника у атмосфери и океанима налази у облику лаког ^{16}O , чак 99,76%. Али постоје и тежи ^{17}O , кога има само 0,04%, што је скоро занемарљива бројка и у овом тренутку тај изотоп је за нас неинтересантан. Много је значајнији ^{18}O кога има 0,2%. Овај ^{18}O има исти број протона и електрона као ^{16}O , што

је основна карактеристика свих атома истог елемента, али и два неутрона више. Исто тако, ^{18}O је тежи, јер је његова маса већа.

Пре него што наставимо даље, морамо да изнесемо још неке чињенице. Занимљив је податак да се изотопни састав не мења и поред тога што је у питању механичка смеша хемијског елемента (кисеоника). Зашто је то тако и даље је непознато. Једна хипотеза каже да је изотопни састав одређен у препланетарно време када су се стварала атомска језгра из иницијалне космичке материје.

Друга хипотеза је нека врста модификације претходне. Треба нагласити да има више присталица, а говори да се кроз геолошко време изотопни састав мењао, али да су укупне промене у оквиру природног система хемијских елемената довеле до неке врсте динамичке равнотеже која представља одржавање оног "иницијалног стања". Стање скамењености или контроле непоремећености, да је тако представимо, неки називају репродуктивношћу односа, али, како је све само у сферама хипотеза, сигурно је да ће се овим проблемом наука још дуго, дуго бавити.

Најзад, да размотримо однос два поменутог изотопа.

Када је површина снежног покривача на Земљи непромењена у једном дугом низу година, па се одржава на местима каква су, рецимо, данас Антарктик, Гренланд, Хималаји, Анди, Стеновите планине или други планински врхови, ^{16}O у том случају константно "испарав" из океана и мора, одлази у атмосферу, а затим се оданде поново враћа у матичне водене средине у виду кише, снега, иња, росе. Ово је суштински исти принцип кружног кретања као што га обављају вода или материја у природи или, да се изразимо другим речима, изотопска композиција остаје непромењена. За овај временски период можемо да закључимо да је у складу са оне две наведене хипотезе о изотопском саставу.

Међутим, када механизам небеске механике окре-

не "ћурак наопако" и када снежни покривач захвати већа пространства, тада извесна количина ^{16}O бива "заробљена" у леду и не доспева до океана. У таквом случају однос ^{16}O и ^{18}O се мења тако што се количина ^{18}O повећава. Ово на изврстан начин нарушава помињани изотопни баланс, с једне стране, док са друге, што је кудикамо значајније, указује на фазу леденог доба. Смањене концентрације ^{18}O означавају временске периоде у коме је постојала мања запремина леда.

Следећи предлоге Харолда Јурија (Harold Young), добитника Нобелове награде за рад на тешкој води, његов професор са Универзитета Чикаго, Чезаре Емилијани (Chezare Emiliani) започео је са проучавањем односа киселинских изотопа у калцијум - карбонатним љуштурама које су нађене у узорцима из дубокоморских бушотина. Јури је веома рано успео да на скелетним остацима микроскопских створења открије карактеристичан однос изотопа, али и да одреди температуру морске воде у време њиховог живљења. Емилијани је закорачио и даље: нашао је да односи изотопа кисеоника у седиментним слојевима указују на цикличне промене. У узорцима који су набушени у зони екваторијалног Атлантика, открио је седам циклуса захлађења у последњих 700 000 година.

Лони Томпсон је морао знати за ове резултате. Наиме, били су познати неких петнаестак година пре његових истраживања и већ су увелико стекли пуноправни научни статус. Због тога је једног дана одлучио да упореди резултате својих истраживања са резултатима данских научника, али тако што ће обрадити исте узорке леда. Знао је, такође, да се ^{18}O у атмосфери брже кондензује од ^{16}O . Исто тако, било му је познато да се загрејани влажни ваздух креће изнад океана, диже на веће висине услед губитка тежине и ту прелази у ^{18}O . У хладнијој средини долази до кондензације ваздушне масе, а то доводи до стварања веће количине ^{18}O . Све то заједно омогућило је научницима да упореде слој са ледом са слојем без леда и онда на бази релативног односа ^{18}O донесу закључке о влажности и температури.

Када је Томпсон упореди своје резултате са резултатима данских истраживача, приметио је да се у узорцима леда у којима има прашине налази знатно мања садржај ^{18}O . То га је навело да закључи да је повећана количина прашине у атмосфери онемогућавала осунчавање Земље. Другим речима, то је значило да се атмосферски слој загревао и да је однос $^{16}\text{O} : ^{18}\text{O}$ био повећан у корист ^{16}O .

Лони није био лењ човек. Сео је и написао рад о хронолошком садржају прашине у узорцима леда, а затим га послао на једну конференцију која је, између осталог, имала сесију посвећену поларним проучавањима. У то време био је почетник и као такав морао је да се пече на жестокој вагри. Прошао је кроз капију ниподаштавања коју поставише старије колеге, али, како је истина само једна, разгрнуо је бројне гвоздене завесе и трасирао себи пут у самосталност. Изабрао је сопствену савест и пуно личну одговорност, изабрао је пут посут прашином, али и са мало трња.

Уследила су затим бројна путовања на многа ледењачка места наше планете. На сл. 21. назначене су локације на којима је Томпсон радио.

Лони је 1973. године путовао на западни део Антарктика, али је убрзо добио позив Џона Мерсера (John Mercer) да крену на Анде. Тамо, на Куелкају ледену капу подео се ипак шест година касније, јер је требало решити многе наизглед баналне проблеме. Један од њих био је како избушене ледене узорке безбедно транспортовати, јер се Куелкаја налази у тропима. На висинама ледени узорци су остали конзервирани и нису се топили, али, како се силазило ниже, температуре су постајале више, тако да је увек претила опасност да уместо леда у подножје стигне само вода.

Транспорт хеликоптерима није долазио у обзир из више разлога. Чак и када су успевали да се спусте на ледену површину, увек је претила опасност да се хеликоптер не подигне услед тежине терета, а посебно због растрејеног ваздуха на тим висинама. Томпсон се одлучио за

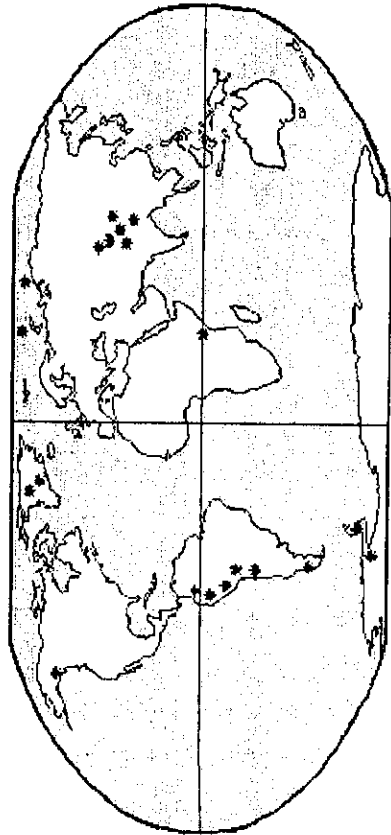
закључили да је тропска клима у том периоду била знатно хладнија од данашње и да је у великој мери изазвала уништавање биљног света.

Сва та путовања и истраживања омогућила су му да добије једну општу климатску слику Земље за последњих 100 000 година. Све резултате је положио на сто као што то чини већина људи на крају каријере или живота да би коначно себи рекао да је клима на планети била синхронизована, да су глобалне промене нафене и на Андима, и на Тибету, и Гренланду, и Антарктику. Узорци су му потврдили да су промене у температурама и притисцима на једном крају свега аутоматски имале свога одраза на другом. Ако је било суво на Андима, суво је било и на Тибету. У метеорологији тај феномен се назива "телекомуникационим феноменом". Топлао ветар Ел Нињо у том погледу постао је класичан пример, јер се у последњих сто година од двадесет четири пута, колико се појављивао, двадесет два пута јавио удружен са монсунима из Индије.

Томпсонова путовања још нису завршена. Када једном осетите задовољство у послу који доноси напоре, опасности, изазове, али и славу, новац, узбуђења, онда вас то не напушта до краја живота. Тај пут, иако увек на иници понора, и толико исцрпљујући да сваки пут себи кажете "никад више", оставља неизбрисива сећања која се своде на једно: "успео сам!" Тако је мислио Вегенер, тако су мислили многи пре њега почев од Колумба, Магелана, Кука, Дарвина, Нансена, Шеклтона, Пирија, Амундсена, Скота, све до Фукса, Нобила, Чкалова, Хиларија, Тенг Синга и Томпсона. Таквих је, дакле, било, има их и данас, а биће их и у будућности - они су као споре, разасути свуда по овој планети.

Циљ свих тих силних Томпсонових путовања је склапање глобалне климатске слике. Да би до тог успеха дошао, мора још много тога да уради. Али ни ту није крај. Уколико му радни век и физичка снага дозволе да све оконча са успехом, Томпсон машта да једног дана из својих већ километарских ледених узорака створи нешто што треба да изненади свет. Зашто да из њих не извуче дах

традиционални конвој: изнајмио је групу гонича са мулама и тако је кренуло. Низ Анде се путовало леденом пустином, док су се дању животиње одмарале. Ледене узорке су прекривали и смештали на места до којих нису допирали Сунчеви зраци у току дана. На тај начин Томпсон је упознао 1 500 година тропске климе, а на основу концентрације прашице, изотопа кисеоника и дебљине слојева са прашином још боље је објаснио мало ледено доба.



Сл. 21. Места означена звездицама на којима је Лони Томпсон бушио ледене узорке за лабораторијска мерења.

После Куелкаја Томпсон се попео на Кинхаи, тибетански плато или ледену капу Данди. Тамо је 1987. године на позив кинеског Института за глациологију и геокриологију Ланхоу отворио причу из ледене читанке старе 40 000 година. Три године касније Томпсон се опет вратио у Кину, али овога пута је отишао на ледену капу Гулија, на западни део планине Кунлун. Том приликом открио је време дуго 100 000 година.

Поново се 1993. године вратио на Анде, на Хуаскаран ледену капу. Ту је развио нову технику бушења и у великој мери упознао климу тропа за последњих 20 000 година. У својим узорцима нашао је велики садржај ^{18}O и малу концентрацију нитрата. Томпсон и његове колеге су

Јозефа, жели да обиђе групу острва у Северном леденом океану итд. Из прашине Томпсон је схватио планетарну промену, а када се боље размисли: ко зна где се још могу наћи скривене тајне наше планете?

прошлости и врати онај ваздух или онај кисеоник који је на нашој планети био пре 20 000 година? Да ли бисмо том технологијом макар колико-толико загађену атмосферу регенерисали и врагили у доба када на њој није било фабрика, аутомобила, мегаполиса?

Да то није само луко маштање нека послужи следећи пример: геолог Тод Соверс (Todd Sovergs) са Пен универзитета покушава већ неколико година да са глацијалног врха Сајама у Боливији издвоји ледене узорке са ваздушним мехуровима. Овај праисторијски гас транспортује на бржи начин од Томпсоновог, јер уместо мула користи балоне. Шта ли ће се у будућности још открити, ко зна?

Томпсонова локација на Интернету препуна је информација о силним путовањима које је остварио за последњих тридесетак година, али и научан, јер нуди сво знање стечено у току тих истраживања. Али Томпсон нуди и Миланковића, његову теорију и прорачуне који су дали објашњење о настанку ледених доба. На посебним сликама даје главне карактеристике прецесије, нагиба осе ротације и ексцентричне путање Земље око Сунца. Томпсон то чини из једноставног разлога: зна да његова истраживања не би имала смисла нити би вредела да нису заснована на математичким прорачунима која су проверавана по читавом свету и, што је још значајније, непобитно доказана. Томпсон зна још нешто: његови ледени узорци говоре о прошлости наше планете, климатским променама и догађајима који су неминовно утицали на живи свет сутрашњице, али и данашњице. Ти ледени узорци могу да најаве и будућност планете, јер су део еколошког ланца који не познаје границе, чак не разликује копно од водене површине, равницу од планине или тропе од ледене пустиње, већ делује синхронно и захвата целу планету, па одговарало то моћима или не, свеједно, тек тим законима сви морају да се повинују.

Томпсон се припрема за нове експедиције. Планира да иде поново на тибетански плато, на глацијалну капу Дасуопу, затим са руском екипом на Земљу Франца

КАТАСТРОФА У МОНТРЕАЛУ

Писма су данас реткост. Људи су се навикли на телефоне, факс поруке, пейџере, електронску пошту, Интернет, мобилне телефоне и то је сада одомаћено средство комуницирања. Писма припадају прошлости, хтели то или не да признамо, али никада нисте начисто да ли ће се нешто изненадно догодити, нека елементарна непогода која ће изменити цивилизацијски ток, начинити прекид у комуникацијама и системима веза и једноставно вратити све на старо.

Једна таква катастрофа одиграла се почетком 1998. године у Канади у провинцији Квебек, показала да је потребан само тренутак ескалације снаге елементарне непогоде, тренутак моћи природне силе па да све крене наопако. Тек тада схватамо колико смо као људска раса немоћни, колико је сила изнад нас, схватамо да смо слабији од поплава, пожара, земљотреса, вулкана, цунамија, бујица, суша, клизишта, оркана. Почетком 1998. године лед је окувао скоро једну половину канадске провинције Квебек и за све људе који су то доживели, можемо сасвим слободно да кажемо, осетили су кратак, али страшан тренутак леденог доба.

Наравно, када је описивао доласке и одласке тих хладних окова, Миланковић је знао да ти процеси не зајачињу нагло нити се тако завршавају. Њега нису занимале локалне већ планетарне појаве, али у исто време не можемо пренебрећи чињеницу да су и те локалистичке појаве једна добра поука за човечанство које често заборавља природне законе и шта је сила природе. Те краткорочне догађаје Миланковић нити је желео нити је сматрао озбиљним предметом својих изучавања, јер су представљали

исувише ситне коцкице за проблем који је решавао. Клима понекад уме да разоткрије један део своје дугопериодичне делатности и зато догађај који се одиграо у Монтреалу и широј околини 1998. године и треба схватити као манифестацију једног делића леденог доба које је наш научник јасно разумео и описао својим математичким апаратом.

О овој катастрофи најбоље сведочи писмо очевица или опис свега оног што се дешавало тих зимских дана у Квебеку.

Драги Баго,

данас је 26. јануар, први дан од како имам мало више времена да вам се јавим. Уствари, ово писмо ће стићи тек у марту, јер прво путује у Калгари, па тек онда за Београд.

Надам се да сте нашу трагедију видели на телевизији; снашла нас је велика природна катастрофа 6. јануара 1998. године. Ти знаш да смо овде двадесет година, од 1978. и тако нешто нисмо доживели, иако су за нама минуле веома јаке зиме. Желео си да ти све опишем, па ево то сада чиним. Тражио си исечке из новина, фотографије и слично; све то имаш у писму.

Почело је ненајављено. Првих пет дана јануара било је веома топло, само -5 степени Целзијуса. То вама звучи ненормално, али ти добро знаш да смо ми потпуно отворени ка северу, тако да хладноћа директно са пола доспева до нас. У ово доба године за очекивати је било -20 степени, а са ударима ветра и -40 до -50 степени Целзијуса.⁴

⁴ Удари ветра су посебно занимљиви. За оне који за њих први пут чују не значи ама баш ништа, али доживљај је нешто сасвим друго. Хладни ветрови са севера у стању су за тили час температуру ваздуха да спусте за двоструку вредност, што је итекако битно. Монреал је град који се налази на источној обали Канаде, на реци Свети Лоренс. Повезан је са Атлантиком на истоку и изграђеним каналом и језерима Онтарио,

Ти, такође, знаш да арктичка ваздушна маса, било да долази са океана или копна, садржи малу количину водене паре. Овога пута ледена киша је падала целу ноћ између 5. и 6. јануара. Почело је са прекидима струје, јер су се леденице буквално лепиле за жице, а ове под теретом савијале, пуцале и тако висиле по улицама. Читавог 6. јануара киша није престајала да пада; изгледало је као да смо у неком другом свету.

Најстрашнији је био 7. јануар. Канадска провинција Квебек броји 6,5 милиона становника, а тог дана је 3 милиона било без струје. Нестанак је погодио читав Монреал и околину, отприлике 40 километара наоколо. Жице су висиле по путевима, поломљена дрвећа су лежала свуда, залеђене су биле пруге, путеви, куће. Све је било затворено; продавнице, школе, фабрике, факултетне, железница, аутобуси - ништа, ама баш ништа није радило.

Народ је био тотално неспреман, иако одавно навикнут на хладноћу. Питала сам се да ли то може да се дешава у Канади? То је могуће, али у неразвијеним земљама. Најзад, ово је једна од најразвијенијих земаља, све је на електрични погон, почев од избора брачног партнера, па све до куповине чачкалица. Овде кућни камини служе за декорацију или романтичне вечери, јер одају топлоту само 3 метра испред. Неке куће имају старинске леђи, али ни то нема своју функционалну вредност. Пошто је воде у Канади на претек, свака кућа може да користи сопствени агрегат.

Ири, Хјурон, Мичиген, Супериор на западу. Утицај ових водених средина на климу овог дела Канаде свакако је велики, јер све те водене површине зими одају топлоту, а лети освежавају ваздух. Из тог разлога у околини језера Мичиген и Ири постоји "воћни појас" који нигде више није познат на тим географским ширинама. И поред тога, главни климатски фактор је северни ветар и поларна клима чије продоре са севера нема шта да спречи на том делу америчког континента.

Када је несрећа кренула државно предузеће, и уосталом једино за производњу и дистрибуцију електричне енергије Хидро - Квебек, ћути, шефови се договарају, али не дају никаква саопштења. Влада се не оглашава, јер неспремни не знају шта да кажу народу. Два дана се чека, а куће се хладе, затим леде иако је температура била само од -3 до -5 степени Целзијуса дању, а ноћу до око -8. За ово доба године чиста премија.

После два дана ишчекивања стиже спохално откриће: саопштено је да је квар на далеководима озбиљне природе и да се мора реаговати самоницијативно! Починје општа трка за генераторима, али где их наћи када је њихов број ограничен? Само највећн дрматори долазе до њих, затим болнице, полиција, општина. Организују се штабови, а народ се сналази како зна и уме. Одлази се код оних који имају какво-такво грејање, сече се шума, довозе дрва, жњи се у избеглиштву... Одједном, схваташ како је велика ствар када имаш храну, кревет и када ти је топло.

Освануо је четврти дан. Ситуација се не поправља, једино центар Монреала и поједина стратешка места имају струју. Та вест се брзо шири и почиње друга фаза избеглиштва. Сви они који имају рођаке или познанике крећу тамо. Е, ту настаје нови хаос. Сва четири моста који спајају нашу јужну страну са Монреалом потпуно су залеђени и веома је опасно ићи преко њих. Постоји и тунел испод реке Свети Лоренц, али је отворена само једна трака. У нормалним условима тунел се прелази за 15 минута од наше куће до центра града, сада једва за 4 часа. Уколико немаш бензина у колима, онда је још већа мука, јер све бензинске пумпе раде на струју и џаба ти то што су њихови резервоари препуни кад не можеш одагле да извучеш ни кап. Постоје пумпе са сопственим агрегатом, али на таквим местима се чека по 2 и више сати.

Народ се овом колачу није надао. Потпуно неспремни да живе на једном месту и са пуно света око себе, људи прво почињу да гунђају, јер су научили да је сопствени стомак важнији од било чијег другог, а затим и да се свађају. Конфликти постају свакодневна појава, а при-

хватилишта све бројија.

Власт коначно схвата колика је штета у питању. Када су сагледали све страхоте једног леденог таласа, брже-боље су позвали војску у помоћ из оних области Квебека које је катастрофа мимоишла. Почели су да долазе специјализоване екипе, монтери, електричари, а за то време велики део Монтреала и околина представљали су мртва насеља. Страдали су људи, нарочито старији и они о којима није имао ко да се брине, кућни љубимци, пси, мачке, птице, рибице, а о цвећу да и не говоримо. Замисли бојзан стар око 150 и више година који узгајају генерације и генерације специјално школованих стручњака, а сада страда у једином таквом налету за тили час.

Цене скачу вртоглавом брзином. Воштане свеће постају права реткост; до тада се шест комада продавало за један долар, сада једна кошта два долара. Гаса за лампе нема нигде, а ни алкалних батерија.

Ипак, некаква организација почиње да се назире. Преко радија свакодневно почињу да саопштавају како се треба понашати у појединим тренуцима. Пуни су савета, трикова, сигнаљивности, а један од циљева свакако је био подизање морала народу. За дивно чудо, упалило је. Дана, три недеље после катастрофе, још има 70 000 људи без струје.

Како смо ми преживели?

Нисмо имали струје 8 дана. Прва два дана и није било тако страшно, јер смо имали кампинг штедњак, а спавали смо у врећама. Ти знаш колико смо лета провели на језеру Мистасини ловећи рибу и колико је те опреме за камповање твој брат накуповао. Ипак, трећег дана већ ми је много тога било јасније. Позovem децу и сазнам да они имају струју, јер су у центру града. Било ми је само важно да маму пошашљем тамо. Јелена дође до метроа са наше стране, узме маму, а Владана и Ивана је сачекају на пола пута и одатле крену пешке до куће. Некако се догегају и када сам чула да су све три заједно главна брига ми је била скинута са врата. Све остало, чини ми се, могла сам сама.

Моја нова брига биле су водоводне цеви. Чим се

охладе - пуцају, вода почиње да цури и ето поллаве у стању. Преспавала сам још једну ноћ у кући, а затим сам отишла код једне пријатељице која је имала пећ на дрва, а налазила се недалеко од наше куће. Ту преспавам две ноћи, трећу се вратим кући, али деца ме зову да дођем код њих. Одем тамо метроом до једног дела пута, па одатле пешке и останем код њих две ноћи. Поново се вратим кући због водоводних цеви и на сву срећу, после осам дана од почетка катастрофе, добијемо струју.

Тако се завршила наша прича.

Монтреал, један од најлепших градова Канаде, преживео је ледени удар стоички. Град отворене душе до којег је француски истраживач Жак Картје (Jacques Cartier) доспео када је кренуо у освајање Америке, претрпео је катастрофу незабележену у својој историји. Ни најстарији житељи овога града тако нешто нису упамтили. А шта се уствари догодило? Зашто је до свега тога дошло?

Да бисмо све објаснили и дали одговоре на најважнија питања у помоћ ћемо позвати климатологију. У Канади не можете да живите, а да се свакодневно не информирате о времену, тренутном стању и прогнози за тај или наредна два-три дана. Посебно се то односи на оне који путују у зимском периоду, а како зима на овим просторима траје дуго, јасно је да је то постало свакодневна потреба. Због тога постоје телевизијски центри који по 24 часа искључиво дају обавештења о стању на лутевима, правцима ветрова, киши, снегу, развоју облачности, температури, притиску. Све радне активности подређене су том фактору и без увида у метеоролошко стање не може да се живи. Радио станице у погледу информација не заостају за телевизијским. Метеоролошке станице су начичкане по читавој Канади и све повезане у неколико провинцијалних центара одакле се за рекордно кратко време могу добити сви значајни подаци о времену. Организација је беспрекорна, а дежура се непрекидно.

Па ипак, катастрофа се догодила. Још једном се потврдило да је клима веома комплексна и да ће још много

тога морати да се учини да би се једна таква катастрофа избегла или бар ублажила.

Ледене кише у то доба године су реткост, а још ређе обилне падавине, какве су се догодиле почетком јануара. Уколико се догоде, трају краткотрајно, а затим се температура спушта и наставља да пада снег. Уме тај снег да пада и више од 24 часа, да напада преко један метар висине, али Канађани су одавно навикли на тако нешто. Можемо сасвим слободно да закључимо да је све то из домена реалног и да се сваке зиме понавља.

Шта је овом приликом температуру задржало на нули или блиско нули? Наравно, утицај Атлантика или топле Голфске струје, отвореност источних обала Северне Америке до високих географских ширина и правци ветрова. Да кажемо нешто о Голфској струји у овом делу света.

Познато је да се Голфска струја "рађа" у Мексичком заливу. Одатле се са средњом температуром од 28 степени креће кроз Флоридски мореуз, спаја са северно-екваторијалном струјом која јој доноси главну масу топле воде и затим наставља да тече фантастичном брзином од 2,6 метра у секунди ка североистоку. Поред источне обале Северне Америке продире све до 45 степени северне географске ширине, а у близини Њу Фаундленда бива скренута ка истоку и Европи због утицаја западних ветрова. У северни део Атлантског океана годишње донесе око 4 гигацула по метру квадратном топлотне енергије, што је тек нешто незнатно мање од годишње Сунчеве енергије коју Атлантски океан добија на ширинама од 40 до 60 степени северно.

Али то свакако није једини утицај нити је само то могло да превагне у корист катастрофе. Да би се нешто крупно догодило потребно је да се склопи читав низ коцкица. Зато другу коцкицу можемо да назовемо атмосферско струјање.

За источни део Канаде познато је да у току јануара преовладава западни - северозападни ветар који са покла доноси хладан ваздух. У јулу је другачије: дува јужни -

југоисточни ветар и доноси топли екваторијални ваздух. Трагичних јануарских дана у Монтреалу и околони није било тог доминирајућег утицаја ветра са поларног појаса, већ ваздушних маса са североистока који је донео маритимне карактеристике или особине једног дела Атлантског океана. Што је најважније, носио је обиле падавине, које су, како се из писма могло прочитати, трајале скоро 40 часова.

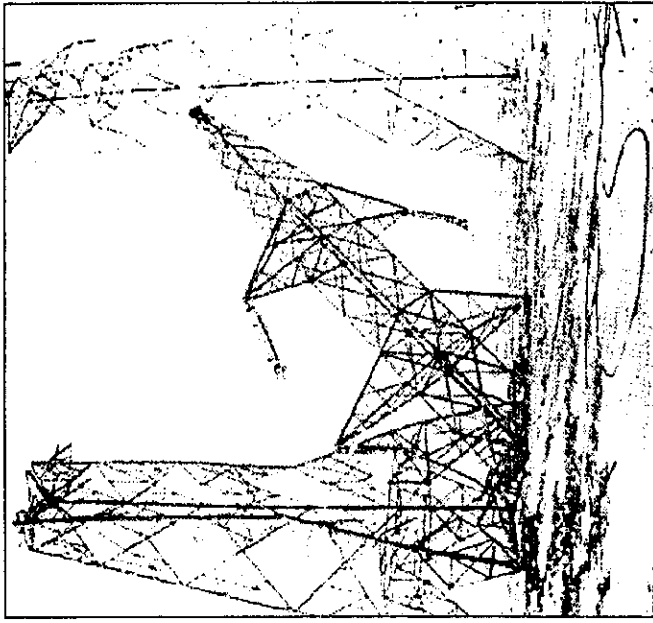
Трећа коцкица у овом низу била је отвореност обалске линије овог дела Америке или топографија терена. Монтреал и околина су у равници, тек се неких 200 - 250 километара даље налазе обронци Вермонта као североисточни крак Апалачких планина, али ни то нема великог значаја, јер је са севера копно потпуно отворено.

Тог трагичног јануарског дана све се дакле сложило, истина неповољно по човека, материјално богатство Монтреала и ширу околину, природу. Страдале су многе младе биљке, животиње које су људи држали као кућне љубимце, али и то је била цена живљења на северу или простору на коме клима уме да испољи сву своју екстремност у веома кратком временском периоду.

У овом ограниченом и релативно кратком интервалу одиграло се нешто у шта већина људи из провинције Квебек није могла да верује. Била је то снага природе у њеном изворном елементу. За трен ока испољила је сву своју моћ, захватила један део територије, изручила ледени товар и нестала. Куће са равним крововима су највише страдале, јер нису могле да издрже тежину нагомиланог леда. Наизглед безначајна лекција о стрмој равни која се учи још у основној школи показала се као стварно елементарна потреба - ко је није научио, сада је вишеструко плаћао. Стара и млада стабла су лежала по путевима ишчупана из корена као упечатљив доказ разорне природне моћи.

Далеководи су изгледали као преломљене шибице, неки поломљени при врху, поједини при дну, неки само накривљени, док је жица било свуда по снегу и леду (сл. 22).

Гвоздене конструкције нису издржале, што је био још један доказ њихове слабе моћи. Најиме, сем рђе, екстремне температуре су највећи прогивник гвозђу, тако да је оно током времена изгубило своју грађевинску функцију и предност у односу на бетон. Ово је још почетком двадесетог века или у својој раној инжењерској пракси Миланковић врло добро знао.

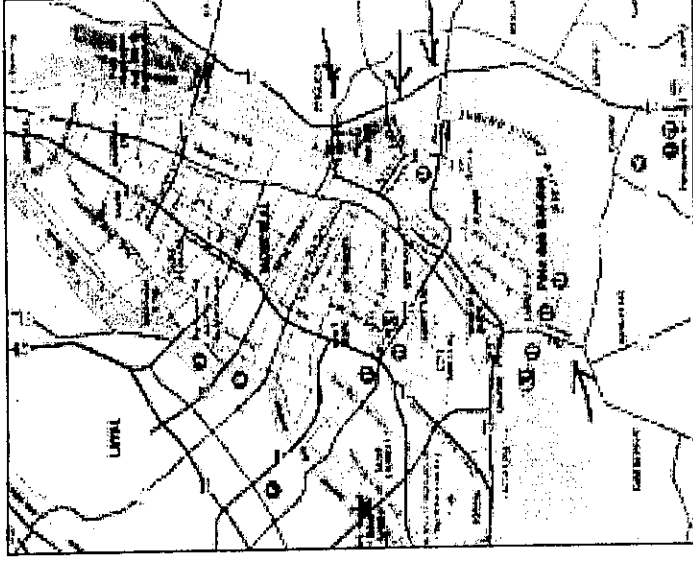


Сл. 22. Далеководи и покидане жице из непосредне околине Монреаала.

Најграгичније и најтеже било је ипак нешто другог - људска несналажљивост. Иако се градска влада увек потпуно загајила.

Монтреал, град на острву које подсећа на бумеранг, јер се простире од североистока ка југозападу све до

свог централног дела, а одагле повија ка западу, био је неколико дана потпуно блокиран. Из правца Бушервила, Сент Хјуберга, Бросара, Кандијаса или Канавака, односно са југа и истока долази се до мостова Мерсије, Шамлин, Викторија и Жак Картье који су на реци Свети Лоренц и тек тада се улази у Монтреал (сл. 23).



Сл. 23. План града Монреаала и положај мостова са његовог јужног и источног дела који су у време катастрофе били блокирани возилима.

Слично стање је било са западном обалом и мостовима Ил - о - Туртре и Галипо који су изнад језера Сент Луис и Ду Монтан. Само је тунел Лафонтен био проходан, али то је мала утеха за све шта је требало преживети да би се стигло до жељеног одређишта.

Коначно, долазимо до оног закључка који се ве-ома мало разликује од схватања праисторијског човека. У питању је страх од Природе и њене снаге. Догађај из Мон-треала и околине потиче из високо развијеног света, где је било за очекивати да ће се квалитетом организације и високом технологијом ублажити необузdana сила. Али, то су била само пушта очекивања. Страдали су моћни, шта ли тек остаје онима који немају такву моћ, малим, сиромашним, онима који од уста одвајају?

"Страх је у свему", каже Добрица Ђосић, "у шума-ма и небу, једнако подмуклим, у сваком изласку и заласку Сунца, у Морави што једе њиве и људе и води пут ка истоку. Азији, и пружа га западу, Европи". Најмањи до-дир леденог доба био је довољан да се осети сва снага те климатолошке промене, а шта ли би се тек догодило када би се изненадно, као у Канади, којим случајем удружили Миланковићеви астрономски елементи и трајали дужи од два - три месеца. Шта ли би тада човек морао да истрпи! Боље да о томе и не мислимо.

Климу за сада још не можемо да контролишемо, иако је таквих покушаја било и биће их у будућности. Са стихијом морамо опрезно, јер је њена снага неизмерна, често рушилачка. Људска технологија је, такође, моћно оружје, али све као да чека развој војне технике да би покренуло и друге људске делатности. Зар никада нећемо испред рата оставити мир, испред смрти младост и жи-вот, уместо разарања изградњу и срећу свих на планети?

ВАЈАРСКИ ЦИКЛУС

За Милутина Миланковића смо одавно рекли да је дубоко проникао у многе научне области и да је карактер мулти-дисциплинарности развио давно пре но што су други о томе размишљали. На-бројали смо низ тих области, почев од математике па све до климатологије, али увек постоји нешто што изненадно искрсне и докаже да величина човека понекад не зна за границе, да његово дело може толико дубоко да продре у свест људи и тамо, наизглед без јасне везе и узрока, по-стане извор нових инспирација и сазнања.

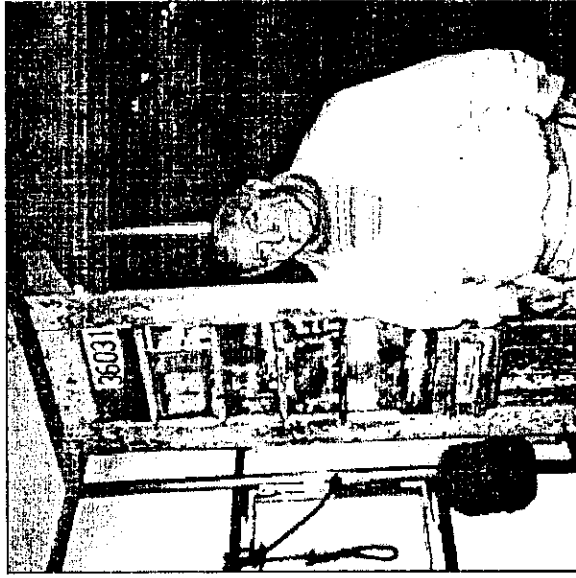
Човек може да ствара у духовном и материјалном свету. Најчешће ради сепаратно, или у једној или другој сфери и само ретки успевају да начине спој ова два. За оне који то чине мора се рећи да су остварили везу са душом и телом - то важи за вајарство. Вајар своје дело прво дожи-љава у мозгу, затим из сфере нематеријалног материја-лизује у облику мермера, дрвета, гвожђа или неког другог материјала и то излаже критици, радозналцима, купцима.

Овим нисмо ништа ново рекли, али нисмо ни дока-зали везу између вајарства и Миланковића. Ми нисмо, али има ко јесте - његово име је Мијо Мијушковић.

Када сам добио позив да се сретнем са нашим поз-натим академским вајарем, нисам ни слутно шта ме чека. Мијо је већ знао за моје књиге о Миланковићу и претпо-стављао сам да је желео о томе да разговара. Радо сам по-шао, иако нисам имао јасну представу где лежи основни узрок нашег сусрета. Још више ме је на то подстакла ко-легиница Рајка Радончић која ми је у телефонском разго-вору јавила да неизоставно одем у Природњачки музеј на

Калемегдан и погледам Мијину поставку. Речено - учинено.

Мијо, човек од својих шездесетосам година, Црногорац из околине Никшића, изгледао је витално, горштачки, природно и простодушну (сл. 24). Дочекао ме је љубазно, рукавасмо се и при стиску руку приметих да му је шака скоро дупло већа од моје. Истог момента сетих се свота пријатеља, академског сликара Здравка Вајагића који ми једном приликом рече шта су вајари: "*Шаке ко лопате, руке до колена - то је вајар*". Прихвативши то тако да као шалу, насмејао сам се и помислио да је то рекао мало поспрдно, али у сусрету са Мијом, поново схватих да је у шали највећа истина.



Сл. 24. Вајар Мијо Мијушковић у галерији Природњачког музеја на Калемегдану испред врата Миланковићевог очинског дома из Даља.

Разговор смо започели тако као да се познајемо хиљаду година. У први мах Мијо је дубоко жалио што се нисмо упознали нешто раније, јер је била идеална прилика да се са промоцијом његове поставке истовремено изврши и промоција моје књиге о Миланковићу. Морам признати да ме је то мало збунило, јер још нисам схватао због чега ми то саопштава. Објаснио ми је да се на мотивном отварању налазила једна велика група људи, око седамдесетак, претежно метеоролога на челу са академиком Федором Месингером и да је то био згодан момент за продају моје књиге. Сви они цене Миланковића и свакако би желели да о њему још више дознају. Сложно сам се да је тако, али и одговорио да не треба жалити, јер што је пропуштено - пропуштено је и никад се не враћа. Жалити за тим значило би одсуство перспективе и зато сам се ретко када тако понашао.

То је, међутим, био тек почетак. Стварни Мијин позив налазио се у галерији и после неких петнаестак минута срдачног и необавезног разговора и попијене кафе, позвао ме је да погледам његову поставку. Не слутећи шта ме чека, пошао сам као неко ко је у мају кренуо у ливаду да бере цвеће, а тамо уместо љубичица затекао ме дведа.

Шта је Мијо урадио? Отишао је у Даљ, у Миланковићево родно место, обишао његов опустели очински дом пет дана пре предаје Источне Славоније у руке оних који њоме неће газити као домаћини, већ као уљези и оданде донео три знамења. Са места српске небриге, неслоге, најнижег односа према сопственим вредностима, са места одраза омаловажавања, лажног представљања, кривоклетства, превара и непокајања, видевши сву ту вишедеценијску запуштеност, алкавост, слику једног народа у његовом паганском облику, Мијо је узео онолико колико су му године и снага дозвољавале. Узео је само зато да би сачувао бар нешто у знак поштовања према величини какву представља Миланковић.

О Миланковићевом очинском дому говорило се, писало, снимало за телевизију, али ништа се битније у том

погледу није мењало - руина је остајала руина. Данас та земља не припада Србима, па је тиме пронађено згодно "оправдање" да се више о томе и не морамо бринути. Други ће то да учини за нас, а ми ћемо само сачекати поволно време и ствар преокренути у своју корист! Знамо да се иронисати може без краја и у недоглед, али са неким стварима у животу нема компромиса. Зато се и каже: или постојимо или не постојимо.

Од краја Другог светског рата 1945. године до данас протекло је, како најпросторија математика каже, нешто више од пола века. То је страшно дуг временски период када се имају у виду динамичне промене које је са собом носила друга половина двадесетог века или последње деценије другог миленијума. Технологија је начинила кораке од седам миља и ко се није укључио у њене токове тешко то може касније. Једноставно речено, ради се о трици која је подмалка, какве шансе у њој има неко ко је тек стигао на старт? За Србе све то није имало великог значаја, а када се посматра у контексту односа према Миљутину Миланковићу још мање. Кућа у Даљу је препуштена зубу времена, смишљено, тајновито, дугорочно. Злочин је у потпуности остварен, а злочинци су се прикрили, језгровито речено, радили су у илегалу. Астрономска теорија је препуштена свету да је користи и искористи и нико није оптуживао пасивне посматраче из Србије нити су се они трудили да нешто значајно по том питању учине и ствари преокрену у своју корист.

Али, вратимо се оном који је бар нешто покушао. Миљо Миљутковић је из Даља донео врата са његовог очинског дома, прозор и три камена која је обрадио, извајао и наставио своје од раније започето вајарско дело коме је дао име *Миланковићев циклус*. Срећно спојивши две професије - метеорологију и вајарство, Миљо је нашао логичан одговор на питање којим рухом све то заоденути. Миланковићева врата су први пут стајала ту преда мном у галерији Природњачког музеја на Калемегдану. Колико ли их је пута наш великан отворио и затворио? Стајао сам пред њима, али нисам био сигуран ко стоји

пред ким, врата преда мном или ја пред њима. Дакле, и физички био сам пред једним новим светом у исти мах присетивши се својих мисли из претходних књига. Оне кажују: *Писац ових редова је тек на прагу тог света или само крај полуодшкрнутих врата, али ни то није мала ствар. Отвориће се она широм, јер, као што је некада Миланковић са страхом прилазио великом Михаилу Петровићу и чекао час да му се обрати као квалификован и њему раван са докторском дипломом, тако је и писац са сличним страхом прилазио великом Миланковићу.*

- Боже, па ја стварно стојим пред тим вратима, помислих у себи, непуних месец дана по саопштавању своје визије. - Па ја стварно треба да начиним тај корак у свет Миланковића!

И тог тренутка вајар Миљо Миљутковић, дајући ми хемијску оловку једноставно предложи:

- Твој потпис треба да стоји на овим вратима, - рече и погледа ме као да је изговорио нешто што грчки филозофи никад нису проверавали, а давно назвали аксиомом. Звучало је то као очевидна, недоказана, сама по себи научна истина, као кад се каже да су две количине једнаке трећој, па су самим тим и међусобно једнаке.

Помислих у исти мах како је снага предвиђања понекад веома моћно средство. Уколико се преплиће са аутосугестијом, тада је још моћитнија и може да одведе на две стране - на прави пут или странпутицу. Не дао бог никоме ову другу варијанту!

Визија уласка у свет Миланковића, дакле, доживљена је при писању претходних књига. Увек су се пред тим светом налазила некаква врата кроз која је требало проћи, увек ми се приказивала звездана капија.

Рука ми сама пође и ја се хтедох потписати било где на њима, али ме Миљо задржа.

- Не ту, потпис мора бити овде. - рече и показа ми место поред фотокопираног Миланковићевог потписа.

Потписах се а да не знам како; учинио сам то механички и у неком полусну. Потпис је стајао поред Миланковићевог, поред слике координатног система ко-

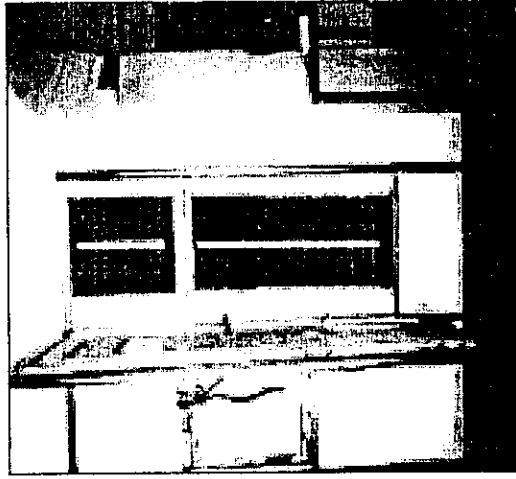
жим је објашњавао везу између векторских и елиптичних елемената у свом *Канону осунчавања Земље*, поред шљунка из Даља што га Мијо залепа за врата, поред сиљних потврда и уверења што их вајар узе из Миланковићевог очинског дома, а која су вероватно годинама лежала разбацана по руинираној кући.

Поглед ми паде на један прозорски рам. Уместо стакла стајала је црна шпер плоча на којој је кредом била повучена бела линија по средини.

- Мијо, шта ово представља? - упитах.

- То је комета Миланковић. - одговори.

Значи, помислих, сада смо све објединили: свет је објавио постојање Миланковићевих кратера на Месецу и Марсу, астроном Протић у астероидном појасу пронађе планетоид 1605 Миланковић, ја замислих звезду под тим именом, а Мијушковић комету. Свита је ту, па да видимо како изгледа најмлађа невеста (сл. 25).



Сл. 25. Прозор из Миланковићевог очинског дома креиран под називом Миланковићева комета (поставка из Природњачког музеја на Калемегдану).

Истог момента сетих се да сам, говорећи о мулти-дисциплинарности или граничним областима, издвојио петнаестак различитих области у којима могу да се примене Миланковићеви циклуси осунчавања. Поменимо их још једном: археологија, астрономија, биологија, географија, геодезија, геологија, геофизика, грађевинарство, енергетика, историја науке, климатологија, математика, метеорологија, пољопривреда, шумарство. Учињено је то по азбучном реду, не по значају, наравно.

Истину говорећи, тада нисам помишљао да је Миланковић снагом свога генијалног ума збацио научне оклопе, одшкринуо врата других сфера и ушао у уметност - књижевност, сликарство, вајарство и постао културна баштина српског народа. Његов роман "*Кроз васиону и векове*" штампан је у више наврата, а немачка читалачка публика одавно га је признала - то је било познато. Исто тако, знало се да је Миланковић био инспирација сликару Паји Јовановићу који је урадио његов познати портрет, уље на платну, 1943., а архитекта Григорије Самојлов, такође портрет, графит на папиру, 1955. године.

У вајарству, међутим, то није било изражено. Једино је Сретен Стојановић 1944. године урадио Миланковићеву бисту у бронзи величине 36 сантиметара да би Ј. Трифуновић за њу констатовао да је "биста мира и сигурности могућа само у научника", а пола века касније, 1995. године исто то Владимир Јокановић, али, када се боље поразмисли, Мијо Мијушковић је у вајарству и тематици званој Миланковић дао нешто особено.

Трећу ствар коју је Мијо донео била су три узорка кречњака. У њима је вајар пронашао душу која се милионима година скривала од људи, било да се радило о примерку са превлађујућим сивим, жућким или плавим нијансама. По неком личном афинитету скулптура са жућким тоновима је ипак доминирала у тој малој групацији. Носила је у себи одраз дубљег стремљења, а крило које се налазило са једне стране тела, као да му је давало додатни полет (сл. 26).

Због тога није изненађујуће што за вајара Мијушковића знају многи, чак и Бернар Магamera (Bernard Matamera) из афричког села Тенге Њенге у околини Харареа у Зимбабвеу који мирне душе рече да је Мур замиљив вајар, али да је Мијо бољи!

Разговор о скулптурама је био посебан доживљај. Када се чује жива ауторова реч, дозна његово проницање у тајне Природе и структуре знане само мудрости много старијој од човечанства, тек тада се схвати да је та драгоценост дата одабранима и да просечни ту не могу себи да нађу место. Мијин поглед досеже као електронски микроскоп, од сировог комада сагледава све форме које су му дароване, а најмање прслине користи као тајне путеве којима се успешно креће ка само њему видљивој светлости. Мијине форме су истовремено и једноставне и изузетно компликоване, посебно то важи за скулптуре са Свете Горе или оне које су урађене од маслиновог дрвета са црногорског приморја.



Сл. 26. Скулптуре од кречњака донете из Даља, покрај Дунава које припадају циклусу Миланковић (рад М. Мијушковића).

Разговор са вајаром Мијушковићем потрајао је уместо планираних пола сата читавих два и по. Док је напољу упорно падала јесења киша и хладила београдски асфалт и земљиште, дотле је нама у галерији Природњачког музеја било топло, а о потрошеном времену нисмо баш много водили рачуна. Да није дошло доба затварања ко зна докле бисмо разговарали о вајарству, Миланковићу, камену, теренима, књигама, скулптурама и много чему још.

Одлазећи са Калемегдана, непрестано ми се вртела у глави једна мисао. Миланковић је као Монт Еверест - отворено и недовршено дело. Еверест је само наизглед освојен 29. маја 1953. године када су се први на тај популарно назван "трећи пол" попели Едмонд Хилари (Edmond Hillary) и шерпас Тенг Синг Норгеј (Teng Sing Norgej). Ипак, нису ни претпостављали да ће то изазвати читаву лавину истих тежњи. Многима је успело и баш када се помислило како је човек стварно загосподарио тако тешко доступним тачкама и како је једино живо биће коме је то пошло за руком дошла је страшна 1996. година. У само једној снежној олуји каква може да се доживи једино на Хималајима страдало је осам освајача Монт Евереста. Од хипоксије, недостатка кисеоника, први је живот изгубио Чен Ју - Нан (Chen Yu Nan) па је по њему читава трагедија названа "Ченов колапс".

Дејвид Бришерс (David Brishers), један од ветерана планинарења, и сведок наведене трагедије каже: "Неколико дана касније, у подножју планине одмарао сам се шетајући рододедронском шумом испод манастира Тенгбоуч. Знао сам да ће све трагичне лекције са Евереста бити заборањене. Планинари ће олет ризиковати своје животе, чинити исте оне грешке као њихови претходници, неки од њих ће и страдати као многи у тих седам деценија освајања овог врха... Мирис земље и ароматичног дрвећа продире у моја најдубља осећања као весници добре среће: преживео сам Еверест још једанпут. Чудило би ме

5 Шума горске руже.

када бих постао довољно мудар и ставно тачку на све "!

Миланковићев врх неће захтевати физичке жртве, али жртва у савлађивању астрономске теорије свакако ће бити. И ова освајачка стаза биће итекако мукоотрпна. Људска упорност, међутим, очигледно нема граница.

ЕВРОПСКЕ ГЕОФИЗИЧКЕ МЕДАЉЕ

На европском тлу изникле су многе корисне ствари, може се сасвим слободно рећи да је у том погледу Европа задужила свет. Поникао је и Миланковић који је у пуној мери био њен житељ, познавао је многе људе, а и сам је био познат.

Миланковић је и остао Европљанин. Данас живи у свету европских научника, поред познатих имена као што су Хенри Дарси (Henry Darcy), Џон Далтон (John Dalton), Луј Нел (Luis Neel), Бено Гутенберг (Beno Gutenberg), Фридрих Хансен (Fridtjof Nansen), Јулиус Бартелс (Julius Barthele), Дејвид Роберт Бејтс (David Robert Bates), Вилхелм Бјеркнес (Wilhelm Bjerknes), Венинг Мајнес (Vening Meinesz), Стефан Мулер (Stephan Mueller), Луј Фри Ричардсон (Lewis Fry Richardson), Кит Ранкорн и Сергеј Соловјев. Наведена имена, њих тринаест и Миланковић, живе у европској заједници која носи назив Европско геофизичко друштво. Сваке године ово друштво организује своју конференцију, 2000. године је двадесетгата по реду, што значи да је започела са радом 1975. године. За протеклих четврт века друштво је изникло у снажну организацију која окупа преко 1 000 чланова и покрива више од 10 различитих научних области. Наведимо само неке: геофизика Земљиног тела, геодезија, хидрологија, океани и атмосфера, науке о интеракцији Сунце - Земља, науке о планетарном и Сунчевом систему, нелинеарни процеси у геофизици, природни hazard итд.

Колико бисмо, нпр., наука могли да сврстамо у проблематику која се зове интеракција Сунце - Земља? Или у океане и атмосферу када говоримо о глобалним

циркулацијама у океанима, улози физичких процеса у ласким екосистемима, одржању океанских система, развоју и будућем потенцијалу, моринском менаџменту, хемији хидротермалних система, енергији и циркулацији водене, радарској метеорологији, нумеричкој водној предикцији, базичним турбулентним проучавањима или биогеним емисијама и њиховој улози у атмосферској хемији? У читаву ту ниску која очигледно нема краја и која ће се и даље развијати, постоји и проучавање климе у прошлости, савремено климатско моделирање, промене у биогеохемијским регулаторима и ефектима стаклене баште, глобалним бушотинама и сл. Истовремено, у свему томе је и Милутин Миланковић.

Европско геофизичко друштво је у знак признања многим научницима који су дали значајан допринос у области геофизике и сродних наука одлучило да формира награде или медаље са именима наведених знаменитих људи. Једна од најстаријих је она која носи име Милутина Миланковића, а додељује се сваке године почев од 1993. До сада је, дакле, било шест лауреата, а последњи седми, који ће је у Ници 2000. године добити биће научник чије је име Николас Шеклтон (Nicholas Shackleton). Ако се за некога са сигурношћу може рећи да је заслужио, онда је то свакако он - научник који је заједно са Доном Имбријем (John Imbrie) и Џејмсом Хејсом (James Hays) доказао да је Миланковићева теорија тачна, а његови математички прорачуни потпуно исправни. Резултати великог дугогодишњег пројекта под називом CLIMAP показали су колико је Миланковић био испред свог времена, а званичан закључак пројекта гласио је: *сви Миланковићев прорачуни су проверени, а његове криве осунчавања потврђене.*

Догодило се то 1976. године у часопису Наука, бр. 194. На десет страна текста и кроз објашњење варијација Земљине орбите доказано је да су пејсмејкери ледених доба они чиниоци које је Миланковић пажљиво обрадио, сместио у математички апарат и из њих извукао закључке за наредне миленијуме. Од тог времена Миланковић је

грађанин света; из своје скромне радионице, радећи даноноћно, разоткрио је наслеђе за многе генерације, а сви његови следбеници данас се труде да својим радом осправдају цењену медаљу, иако њена традиција данас не досеже ни једну деценију свога постојања.

Миланковић је у дому Европског геофизичког друштва један од водећих. Заједно је са тројицом Нобеловаца, са научницима који су видно обележили стручне токове деветнаестог и двадесетог века. Њихове везе су трајне и нераскидиве, јер су се огледали на сродним проблемима.

Медаља је, како се могло видети, укупно четрнаест. Сваки од наведених научника открио је нешто што је трајно или у потпуности променило дотадашњи научни ток. Због тога о тим људима треба рећи нешто више. Кренимо редом.

Џон Далтон (1760 - 1844) је био научник који је први на коректан начин описао хидролошки циклус; због тога се његова медаља додељује у области хидрологије. Прве кораке у овој области начинио је Аристотел, затим је Леонардо да Винчи (Leonardo da Vinci) дао свој концепт хидролошког циклуса, а онда су на том пољу наставили да раде Кирхер (Kircher), Перо (Perrault), Халеј (Halley), сви верујући у водни баланс.

Далтон (сл. 27) се родио у квекерској ткачкој породици у северној Енглеској. Врло рано је стекао солидно знање из природних наука, посебно математике да би већ са дванаест година отворио сопствену школу и убрзо доказао да може успешно да ради! Нешто касније заједно са својим брагом отвара високу школу у Кендалу, али га универзитети Оксфорд и Кембриџ спречавају у даљем развоју, љубоморно чувајући сопствене традиције. Због тога се првобитна Далтонова идеја трансформације и настаје Манчестер/академија.

Академија је отворена за "младе људе свих религијских опредељења". Знатно касније, после многих сељачка и на крају 19. века смештена је у Оксфорд, данас позната као Харис Манчестер колеџ.

Дон Далтон је, међутим, академију напустио 1800. године, јер је желео да се посвети истраживању, давању приватних часова и обављању водеће улоге у манчестерској библиотеци и Филозофском друштву.

За Далтона може да се каже да је за науку дао душу и тело. Филозоф природе, човек са најширим погледима у схватању проблема, показао је да се подједнако добро налази у различитим областима људске делатности, па зато није изненађење што су његова истраживања позната у хемији (концепт атома), метеорологији, хидрологији, по чему Европско геофизичко друштво додељује медаљу, или области проучавања слепила на боје, па се и појава често по њему назива "далтонизам" и многа друга.

Далтон се непрестано интересовао за време - чланови Филозофског друштва су унапред знали да ће пре седнице предложити да се у дневни ред унесе разговор о метеорологији. У току свог живота записао је преко 200 000 метеоролошких опсервација које су формиране на основу многих научних публикација. Боравећи у Манчестер/академији, извео је проучавања потребна за рачунање природног хидролошког баланса за Енглеску и Велс, а врхунац представља његов рад презентован 1799. године и штампан 1802. под називом "Експерименти и опсервације по којима се одређује да је количина кише и росе једнака количини вода разнетих из река и претворених у пару евапорацијом, са питањем о пореклу пролећа".

За рачунање водног баланса потребно је кванти-

фиковати три услова: количину падавина, речни проток и испаравање. Последњих година осамнаестог века неки писци су говорили о овим односима за поједине делове Енглеске, али су се налазили у поприлично несређеном стању. Далтон је све то вредно прикупио, сачинио базу података, обрадио их, извршио одговарајуће корекције, а делове у којима није било података апроксимирао. Своје прорачуне даље је применио на ток Темзе, а рачунање испаравања извео за читаву Енглеску и Велс. Са данашње тачке гледишта био је то мали експеримент, примењен на једну релативно ограничену водену површину, али са изванредно корисним резултатима.

Конечно срачунат водни баланс био је следећи: 31 инич кише + 5 инача росе даје 36 инача, а 13 инача тока + 30 инача испаравања даје 43 инача губитка. Разлику од 7 инача Далтон је објаснио проблемом у мерењу и нерепрезентативношћу локације. И поред свега, коректно разумевање хидролошког режима и каснији развој ове науке показао је да је Далтон био стварни пионир у овој истраживачкој области.

Луј Нел (сл. 28), француски физичар, био је научник који је дао изванредан допринос познавању појава феримагнетизма и антиферомагнетизма. Нел је испитивао магнетне особине супстанци на ниским температурама и нашао да су магнетни моменти атома у тесној вези са температуром магнетних супстанци. Посебно се бавио феритима и предвидео њихов значај у микроелектроници. Без његових радова не бисмо знали шта је магнетнофен, магнетоскоп или чип, тако важан део свим компјутерима, па није изненађујуће када се каже да је то његов мозак.



Сл. 27. Дон Далтон (1760-1844).



Сл. 28. Луј Нел

Нел је, такође, проучавао "магнетну меморију" цигли, базалта, лаве и других материјала, што ће касније довести до нових методолошких приступа у истраживању и веома прецизном одређивању старости узорака. Чак је пронашао начин како да се бродови у току Другог светског рата заштите од магнетних мина. Нобелову награду за физику добио је 1970. године, а остаће упамћен и као оснивач и дугогодишњи директор једне од најчученијих лабораторија за магнетна истраживања у Греноблу. Од 1937. године био је и професор на Универзитету у истом граду.

У овако крајње сажетом приказу најзначајнијих Целових резултата недостају многе књиге, стручни радови, предавања, учешћа на међународним скуповима, рад у истраживачким екипама итд., чега је неминовно било на претек.

Медаљу "Луј Нел" Европско геофизичко друштво додељује од 1994. године и до сада је било четири добитника.

Фритјоф Нансен (1861 - 1930), познати норвешки поларни истраживач, један је од утемељивача научне области која носи назив океанографија. Организатор је научне експедиције "Фрам" која је као основни задатак имала да први пут детаљно испита арктички појас и кретање арктичког леда у области новосибирских острва. Учинио је то 1893. године, али и многе друге ствари: развио је нову технику мерења коју је користио да би добио дотад непознате физичке и биолошке параметре, а најдодатније је било боље разумевање процеса који се догађају у океанима.

Нансенова истраживања су била посебан подстрек за Ванг Вилфрид Екмана (Vang Vilfrid Ekman) који је проучавао феномен "мртвих" вода, као и утицај Земљине ротације на ветар који је побуђиван у данашње време. Нансенов концепт "прљавог леда" допринео је ренесанси схватања старости океанске загађености.

Фритјоф Нансен (сл. 29) био је свестрана личност. Просто је невероватно са којом се лакоћом упуштао у

разноврсне активности. На почетку двадесетог века заједно са Бјорном Хеланд Хансеном (Björn Høiland-Hansen) дао је више оригиналних студија о северним морима, проучавао је Антарктик, извео низ поларних истраживања. Када је окончао истраживачку каријеру, постао је дипломата и шампион света у правичности, радећи у Лиги нација. У свету је познат тзв. "Нансенов пасош" за особе без држављанства и његова стална борба за спас гладних широм света. Зато није никако изненађење што је постао добитник Нобелове награде за мир 1922. године, а одељење које је основао 1921. под називом "Интернационално Нансеново одељење за избеглице" у Женеви добило је исту награду 1938. године. Имали шта лепше и хуманије од среће када спашавате



Сл. 29. Фритјоф Нансен (1861 - 1930)

животе гладних и изгубљених, а за узврат не тражите ништа? Добитници медаље "Фритјоф Нансен" свакако ово морају имати у виду када примају ту награду.

Хенри Дарси (1803 - 1858) је био веома познат и признат научник у времену у коме је живео. Његово име је и данас знано свакоме ко се бави хидрологијом, јер мора да савлада основни закон динамике подземних вода или Дарсијев закон. У најопштијем облику он гласи: кретање подземне воде директно је пропорционално разлици притисака.

Дарси је поставио темеље хидролошком и хидрауличком инжењерингу. Радећи као инжењер у Дижону, извршио је низ експеримената од којих су посебно значајни они који карактеришу проток воде кроз различите материјале, димензије и профиле. Користио је разноврсне филтере, извршио низ тестова филтрације кроз песковите средине, применио експерименте у отвореним канали-

ма да би дефинисао односе према брзини, профилу и нагибу падине. Као резултат свих тих експеримената настао је Дарси - Вајсбахов закон за токове у отвореним каналима.

Дарсијева истраживања су имала емпиријски смишљено и у пуној мери су одражавала стање науке у то време. На основу својих хидрауличких експеримената, развио је теорију о обнови подземних вода инфилтрацијом вода са површине и из атмосфере, дао рационално објашњење за сезонска колебања нивоа вода у бунарима, као и теоријско објашњење за случај артерског бунара. Ако се вратимо скоро два века уназад, схватићемо да је проблем воде и тада био веома актуелан, а да је феномен на чему је Дарси свесрдно радио изазвао читаву серију озбиљних научних расправа.

У једном историјском периоду, када се развијала грађанска класа на западу и градили темељи индустријског друштва и савременог урбанизма, Дарсијева истраживања и његова "Хидрологија и водни ресурси" показали су да имају свој смисао, те да је њихова корист више-струка.

Ханес Алфен (1908 - 1995), добитник Нобелове награде за физику, рођен је у Нонкопингу (Шведска). Већ са 26 година је докторирао, а са 32. постао редовни професор на Краљевском институту за технологију.

У младим годинама Алфен (сл. 30) показао је интересовање за космичку физику. Као студент развио је теорију о пореклу космичке радијације, публикујући је у часопису "Природа" када је имао само 25 година. Алфен је већ тада развијао идеју консеквенције, тј. принципе по коме космички феномени морају бити у сагласности са лабораторијским експериментима на Земљи, полазећи од идеје да природни закони могу да се примене свуда. Када се ово схватање упореди са Миланковићевим речима изговореним у вези криве осунчавања и утицаја Сунчеве радијације на климу наше планете, уочава се да нема никакве разлике, иако су до истог резултата оба научника дошла потпуно независно један од другог.

Рад на проблему космичких зрака довео је Алфена већ 1937. године до претпоставке о постојању *галактичког магнетног поља*. Идеја је,

међутим, у потпуности одбачена, али је касније потврђена, без знања права првенства оригиналног Алфеновог предлогу. Али и то је у свету науке могуће и, што је најгоре, није усамљен случај.

Најзначајније Алфеново откриће су таласи, који носе његово име, а имају фундаментални значај за физику плазме. Своје откриће формулисао је у једном задивљујућем примеру и чисто математичкој форми у часопису "Природа" 1942. године под називом "Постојање електромагнетских - хидродинамичких таласа".

Проучавајући магнетно поље Земље и феномен ауроре, Алфен је доказао да су поједини начини рачунања орбита неправилни, посебно када се ради о нивоима енергије аурора. Због тога је развио тзв. апроксимативни (приближан) жиро центар за покретање појединих делића у електричном и магнетном пољу. Ова апроксимација и њен даљи развој у адијабатичној теорији или теорији тол-лотних процеса при којима количина топлоте остаје константна првобитно није могла бити оцењена у физици плазме. Касније је апроксимативни жиро центар искоришћен за развој концепта прстенастих струја у магнетном пољу Земље, сада делу познатом под називом магнетно-сфера.

Наука, као и све друго, тражи одважне људе који би својим идејама покретали замајац цивилизације. Алфен је био такав, а једна од његових најсмелијих био је концепт критичне брзине у интеракцији плазма - неутрални гас, који је у прво време изазвао неверицу многих, али, када је доказан у лабораторији, а затим и простору,



Сл. 30. Ханес Алфен (1908 - 1995)

све сумње су заувек биле распршене. Године 1958. Алфен, међутим, сугерише још смелију идеју магнетног поља регулисаног електричним чиме је заправо увео структуру двоструких електричних слојева који се налазе изнад јоносфере и који у случају убрзавања и кретања у ниже атмосферске делове доводе до стварања примарних електрона у поларној светлости. И ова идеја је првобитно била одбачена, али је касније резултатима мерења у простору доказана. Алфен је омет био у праву!

Добивши Нобелову награду за своја фундаментална открића у магнетохидродинамици и физици плазме, Ханес Алфен је постао бесмртан. Важио је за професора који је образовао и васпитао многе научнике, инжењере и студенте. Био је и професор у Сан Дијегу, у Калифорнији, добитник је Бовијеве медаље, истовремено су га изабрале и Америчка и Совјетска академија наука за свога члана у време најжешћег "хладног" рата 1970. године. Био је инспирација и пријатељ многима у свету, али изнад свега човек који је најбоље разумео многе астрофизичке проблеме и решавао их са електромагнетне тачке гледишта.

Вилхелм Бјеркнес (1862 - 1951), такође, Шведњанин скоро пет деценија старији од Алфена, започео је своју научну каријеру као теоријски физичар. Године 1890., као професор механике и математичке физике, уочио је да се класична хидродинамичка теорија флуида, која је досегла свој врхунац са Хелмхолцовом (Helmholtz) и Келвиновом (Kelvin) вртложном теоремом, заснива на моделу рестриktivног флуида где је за расподелу густине потребан барометарски притисак. У стварним условима то није тако, јер флуид зависи од температуре, састава и расподеле густине. Бјеркнес је овим указао да нису доминантни само хидродинамички односи, већ мора постојати и веза са термодинамичким условима. Уводећи у општу динамику флуида термин "физичка хидродинамика", поставио је теоријске основе за проучавање кретања флуида у атмосфери и океанима.

Године 1904. Бјеркнес је дао једначину за нумеричко прогнозирање времена. Тврдио је да је прогноза про-

блем математичке физике и да би то доказао, извршио је интеграцију и регулацију једначине у времену, полазећи од опсервација добијених из атмосфере.

Дату поставку, наравно, није било могуће проверити у то време. Ипак, Бјеркнес је успео да успостави објективне принципе у метеоролошким истраживањима, иницирајући да само адекватне опсервације и компјутерска обрада података могу бити меродавни у будућности. Захваљујући издашној финансијској помоћи која је дошла од стране Камеди института из Вашингтона, Бјеркнес је извео низ значајних пројеката, а један од првих био је развој технике прогнозирања. Тј први резултати одмах су објављени у импресивном делу под називом "Динамичка метеорологија и хидрографија".

Дело је толико вредно да заслужује да се о њему каже нешто више: оно садржи богатство предлога о побољшању и новим техникама у анализама времена. Бјеркнес предлаже да се уместо геометријске висине уведу вертикалне координате, а уместо милиметара живиног стуба бари или милибари. Знатно касније овај предлог је Међународни систем јединица физичких величина и усвојио, тако да се бар скоро равноправно користити и као основна јединица за притисак паскал. То, међутим, није било све: уведена је анализа апсолутне и релативне топографије изобарске површине, а све је истовремено праћено илустрацијама карата од 1000 милибара па све до нешто више од 300 милибара. Поље ветра у доњим нивоима представљено је помоћу изотаха, струјница и изогона.

Бјеркнес је у Ослу и Лајпцигу наставио да решава аналитичке проблеме. Године 1917. дошао је у Берген и заједно са својим сином Цеком, студентом Халвором Солбергом (Halvor Solberg) и шведским метеорологом Гором Бергероном (Tor Bergeron) развио теорију о фронту лоларних циклона, која је у наредних 75 година била основа за временску анализу и прогнозу.

За Бјеркнеса кажу да је био један од ретких професора који је инспирисао многе генерације студената. Начинио је огроман напредак у свом истраживачком по-

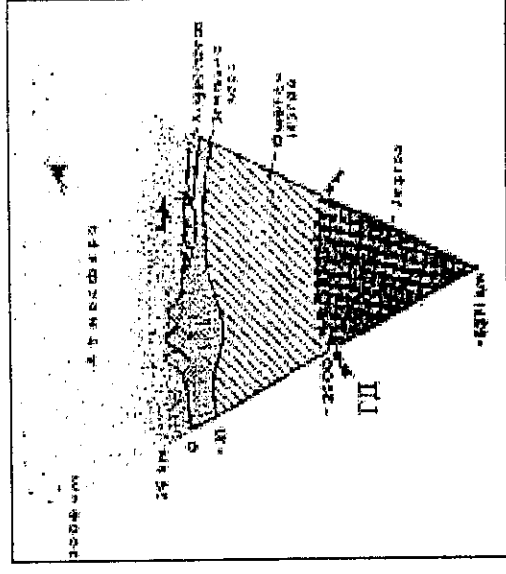
љу, али је истовремено анимирао многе студенте који су касније постали метеоролози или океанографи. Са Миланковићем се срео и упознао у Берлину, а једно време је био и домаћин Елзи Вегенер (Elza Wegener), жени Алфреда Вегенера, која је са нестрпљењем чекала вести о мужевљевој другој гренландској експедицији и истовремено васпитавала Бјеркнесову децу. Бјеркнесов допринос развоју динамичке метеорологије имао је, може се слободно рећи, немерљив значај.

Један од оних са којим је Миланковић интензивно сарађивао и који је високо ценио Миланковићев рад био је немачки геофизичар Бено Гутенберг (1889 - 1960). Рођен у Дармштату, студирао је геофизику, физику и математику у истом граду, а затим је наставио у Гетингену где је докторирао 1911. године. Већ са своје двадесеттри године, тј. 1912. године, радећи у Геофизичком институту Универзитета у Гетингену, дефинисао је на основу сеизмичких података границу Земљина кора - мантл (горњи омотач) на дубини од 2 890 километара. Понегде се може пронаћи да је граница на дубини од 2 898 или још чешће на дубини од 2 900 километара, али то не мења суштину (сл. 31).

Ово откриће донело му је светску славу, као што су славу за себе стекли и други истраживачи који су проучавали промену брзине кретања сеизмичких таласа у Земљиној унутрашњости. Научници какви су били Моховичић, Конрад (Conrad), Инге Леман (Inge Lehmann) и Форче (Foltsche) открили су да се на појединим местима брзина сеизмичких таласа скоковито мења и те зоне су назване дисконтинуитетима. Данас је познато да постоје Моховичићев, Гутенбергов, Конрадов, Леманов и Форчеов дисконтинуитет. Како је наша тема Гутенберг то ће се више задржати на овом свестраном и надаље ингинозном научнику и његовом грандиозном делу.

Гутенберговом открићу претходила су два значајна догађаја: први је био проналазак Моховичићевог дисконтинуитета из 1909. године, а други Вајхерт - Херглоцова теорема из 1910. године којом је постављен општи

аналитички поступак за решавање једначине у којој је непозната била зависност брзине сеизмичког таласа од дубине. Нешто је, међутим, било познато. Биле су то ходохроне или таблични и графички прикази времена потраге до сеизмографа или места на коме се мере сеизмички ефекти. Када се установило да талас од хипоцентра који може бити дубок и до скоро 70 километара доспева до Земљине површине (ешицентра) и да време зависи од ешицентралне удаљености, тада су ходохроне добиле свој луни значај и смисао. Прича о развоју сеизмологије је изузетно интересантна, може да одузме и време и простор и скрене основну тему на неки други колосек, те је зато што хитније треба затворити. Завршићемо са напоменом да се захваљујући ходохронама упознао карактер три различите врсте сеизмичких таласа (уздужни, попречни и површински) и то је била основа за многа открића која су касније уследила, а чији се значај није огледао само у сеизмологији.



Сл. 31. Пресек кроз Земљине сфере. На граници омотача језгра (дубина од 2 900 километара) налази се Гутенбергов дисконтинуитет (ГД).

Када је крајем двадесетих и почетком тридесетих година двадесетог века припремао "Приручник за географику" за Гутенберга је незамисливо било да у њему нема радова Милутина Миланковића. Ишао је дотле да је чак одговлачио са штампањем овог монументалног дела све док Миланковић не изведе једначину за секуларну путању полова ротације. Захваљујући његовом инсистирању, може се и тако рећи, настало је нумеричко решење и математичка трајекторија некадашњих положаја.

Године 1930. Гутенберг одлази у Калифорнију на Институт за технологију где 1947. године постаје директор те институције. За разлог његовог одласка Миланковић каже да је био, између осталог, осећај нарастајућег антисемитизма у Немачкој тог доба. У сваком случају Гутенберг није био пасиван посматрач догађаја у Другом светском рату, већ је интензивно радио као саветник у америчкој морнарици. Био је председник Сеизмолошког друштва Америке од 1945 - 1947. године и председник Међународне сеизмолошке асоцијације у периоду од 1951 - 1954. године која је касније променила име и постала "Међународна асоцијација за сеизмологију и физику Земљине унутрашњости". Гутенбергов допринос сеизмологији је неизмеран; незамисливо је да неко данас изучава ову област, а да не зна за његове резултате. Умро је 1960. године у Пасадени, у САД-у, у својој другој домовини.

Јулијус Бартелс (1899 - 1964) је био немачки геофизичар који је дуги низ година радио са знаменитим научником Сиднијем Чепменом (Sidney Chapman). У периоду од 1923 - 1927. године сарађивао је са Адолфом Шмитом (Adolf Schmidt) у Потсдам магнетној опсерваторији, што је имало великог значаја за његов каснији рад, а посебно у области геомагнетизма. Доследно је развијао интерес за проучавање атмосфере у циљу адекватног описивања и интерпретације у току временских варијација, као и примене статистичких анализа. Тај упорни рад трајао је скоро једну деценију, од 1927. до 1936. године.

Од 1936. године постаје професор геофизике на Берлинском универзитету и директор Потсдам геофизи-

чког института, затим професор геофизике и директор Геофизичког института на Гетингенском универзитету и директор Института за стратосферска истраживања "Макс Планк" института за аерономију у Катленбург-Линдау, где се данас налази административни центар Европског геофизичког друштва.

Јулијус Бартелс је био први председник Међународне асоцијације за геомагнетизам и аерономију од 1954. до 1957. године. Био је и потпредседник Међународне уније за геологију и геодезију од 1960. до 1963. године. Добио је прегршт медаља и награда иако није био спортиста. Да набројимо неке: медаља Чарлса Чрија Института за физику, награда Физичког друштва из Лондона, медаља Емила Вајхарта (Немачког геофизичког друштва), медаља Бовија (Америчке геофизичке уније) итд.

Заједно са Чепменом, Бартелс је написао изузетно значајно дело у два тома под називом "Геомагнетизам". Генерације и генерације студената су училе из ове књиге која је имала хиљаду страница и коју су сви једноставно називали "Чепмен и Бартелс". Настало је 1940. године као резултат дугогодишње сарадње између једног Енглеза и Немца, непосредно пред Други светски рат, пркосило је свим негрпелљивостима и мржњама тога доба и доказивало да наука никада не сме да буде спутавана политичким, расним, економским или неким другим предрасудама.

Дело је увелико превазилазило време свога нанатанка и границе тадашњих геомагнетних сазнања, сажавало екстензиван приказ чланака значајних у метеорологији, соларној и лунарној физици, проучавању ауроре и технике сферних хармонијских анализа и обраде геофизичких података уопште. Бартелс је, слободно се може рећи, био први научник који је јасно видео да конвенционални статистички тестови, значајни као очигледни критеријери периодичности, могу бити варљиви када се користе у геофизичкој обради података и узимају као "веродостојни" или "одрживи". Због тога је развио ригорозну статистичку процедуру која је дозвољавала постојање разлике

између случајних, периодичних и квазипериодичних варијација. Ово је примењивао у многим геофизичким проблемима, укључујући ефекте гравитационог Месечевог дејства и Сунчевог термалног и гравитационог утицаја на атмосферу и њихово дејство на геомагнетне и јоносферске промене.

Бартелсова испитивања су показала да промену геомагнетног поља условљава карактер таласа и зрачне чистоте са Сунца. Због тога је развио методу мерења таласног зрачења. Истовремено је увео појам индикатора магнетне активности, укључујући дотад познати трочаковни планетарни индекс K_p , као и индексе A_p и C_p или индикаторе соларног зрачења. Његова даровитост ка графичком приказивању позната је у тзв. "музичкој скали" или K_p коју је користио да би проучио 27-о дневне промене у геомагнетној активности соларног ротационог периода који је први открио Чарлс Чри (Charles Chree).

За Јулијуса Бартелса могло би се рећи да је обједињило све соларнотеристичке дисциплине. Поједнако добро је познавао соларну и лунарну физику, геомагнетизам, метеорологију, аерономију и јоносферску физику, али развио и основ за статистичке методе, применивши их на геофизичким подацима.

Сер Дејвид Роберт Бејтс је познати физичар који је завршио Краљичин универзитет у Белфасту 1934. године. Ту је стекао звање магистра наука, а његов најважнији инспиратор био је Хари Масеј (Harie Massey) који му је предавао математичку физику. Заједно су 1939. године прешли у Лондон где су на универзитету Колеџ предавали квантну механику и полукласичне методе. Други светски рат их је онемогућио у раду, тако да су били принуђени да пређу у истраживачку лабораторију Министарства ратне морнарице у Тедингтону.

Ратне године Бејтс је посетио мисији одбране земље. Свој научнички допринос дао је тако што је проучавао могућности како да на основу калемова кроз које је пропуштао електричну струју смањи магнетна својства бродова и тиме изврши заштиту од магнетних мина. Ка-

сније је заједно са Масејом радио у истакнутој групи која је дизајнирала mine да би убрзо затим постао председник инжењерског комитета. И поред свих тих захтева који су, наравно, били приоритетни и патриотске природе, успео је да напише неколико радова у којима је разматрао питање атомске и молекуларне физике и физике горње атмосфере.

Када се рат завршио, Бејтс се вратио на Универзитет Колеџ где је наставио свој започети рад, сада још интензивније на фундаменталном развоју савремене науке о атмосфери и јоносфери. То ће касније С. Челмен све заједно објединити у израз "аерономија". Заједно са Марсел Никол (Marsel Nicolet) објавиће неколико радова из области утицаја молекула метана, водене паре и озона добијених каталитичком реакцијом значајних за агрономију.

Бејтс се 1951. године вратио на Краљичин универзитет у Белфаст и постао професор и шеф одељења за примењену математику. Ту је радио све до краја своје каријере, развијајући теоријске основе атомске и молекуларне физике. Његови студенти и докторанти постаће најеминентнији стручњаци и професори у Северној Америци и Европи.

Сер Дејвид Роберт Бејтс је био изузетно рационална личност. Радио је неуморно све до краја живота. Написао је преко 300 научних радова, углавном проучавајући физику и хемију горње атмосфере. Био је аутор, уредник или коуредник бројних књига, а као главни и одговорни уредник часописа "Planetary and Space Science" радио је 30 година, развијајући високе стандарде овог данас познатог и признатог часописа у свету науке.

Награде и медаље које је Бејтс добијао веома су бројне, иако то није био основни смисао његовог истраживачког рада. Био је стипендиста Краљевског друштва 1955. године, стекао племићку титулу, али и следеће: постао је хонорарни члан Америчке академије наука и умелности 1974. године, дописни члан Белгијске Краљевске академије 1979. и Америчке националне научне академије

1984., потпредседник Ирске Краљевске академије. Добио је медаље: Краљевског високог друштва 1971. године, Чри медаљу Института за физику 1973., златну медаљу Краљевског астрономског друштва 1977. и медаљу Флеминг Америчке геофизичке уније 1987. Био је почасни доктор Краљевског универзитета, Новог Универзитета Улстер, Националног Универзитета Ирске, Универзитета Јорк из Онтарија, Универзитета у Даблину, Универзитета у Глазгову, Универзитета Јорк, све из Уједињеног Краљевства. Када је 1982. године отишао у пензију Краљевски универзитет је одлучио да зграда у којој је радио и у којој се налазило његово одељење носи име Дејвида Бејтса.

Коначно, општа је оцена да је Бејтс био велика инспирација генерацијама студената и његовим колегама професорима који су имали срећу да са њим сарађују.

Сергеј Соловјев (1930 - 1994) је био познати руски сеизмолог и истраживач цунамија који је истовремено поставио темељне принципе међународне сарадње. Родио се у Новгороду и већ са 26 година постао је доктор наука, а његова теза "Класификација земљотреса у Совјетском савезу на основу карактеристика енергије" веома брзо по објављивању постала је класично дело. Радећи у Геофизичком институту Академије наука СССР саставио је "Атлас земљотреса у Совјетском савезу" у коме је приказао све сеизмичке догађаје од средине деветнаестог века до 1960. године.

Од 1961. године Соловјев ради на острву Сахалин у научном истраживачком центру, почевши каријеру као шеф сеизмолошког одељења, а завршивши као директор института. Године 1974. започео је да објављује серију цунами каталога за Пацифички океан и околна мора од историског периода до наведене године. У току свога рада у овом институту, успео је да унапреди службу цунами сервиса и развије многе иновационе програме који су коришћени у његовој земљи. Маринску геологију је поставио на нове основе, опремивши свој Геофизички институт истраживачким бродовима који су у време његовог директовања активно радили у међународним океанима.

Соловјев је био осам година председник Међународне уније за геологију и геодезију у комисији за цунамије.

Када га је здравље издало 1977. године, вратио се у Москву да би наставио рад као шеф лабораторије за сеизмологију Института за океанологију Руске академије наука. Ту је интензивно развијао своје оригиналне идеје и правило нове инструменте за сеизмолошка изучавања. Његови напори су се врло брзо оплодили: сеизмолошки системи које је унапредио користили су се на многим морима и океанима, а посебно у Медитерану, Лаптевском мору, Атлантском океану. Захваљујући Соловјеву разграната је мрежа сеизмолошких станица, а исто тако изведено је низ различитих експеримената који су имали за циљ решавање различитих аспеката и проблема земљотреса, као и нових истраживачких тенденција у области маринске сеизмологије.

Своје интересовање за цунамије Соловјев никад није напуштао. На крају свог живота уместо северним баши се топлим морима - спремао је каталог цунамија у Медитерану. Нажалост, није га угледао, али ће издање које припрема међународна организација бити најлепша успомена на овог великана светске науке.

Соловјев је радио 40 година, од 1950. до 1990., а као резултат свега тога може да послужи податак да је објавио преко 500 радова и 10 књига. За члана Руске академије наука изабран је 1991. године, али су разумевање процеса цунамија и истраживање земљотреса увек били синоними за Соловјева.

Штефан Мулер (1930 - 1996) се родио у Марктредицу у Немачкој, а школу је похађао у Пасау и Штутгарту. Студирао је физику на Универзитету Штутгарт где је дипломирао 1957. године и електро инжењеринг на Колумбија универзитету у Њујорку где је магистрирао 1959. године. На Универзитету Штутгарт Мулер се упознао са Вилхелмом Хилером (Wilhelm Hiler), класичним сеизмологом који је уједно био и шеф државне сеизмолошке службе. То је имало знатног утицаја на њега, јер се убрзо одлучио да уз своје студије, а посебно усавршавања на

Колумбија универзитету, обрати пажњу и на геофизику. Због тога је често посећивао Ламонт геолошку опсерваторију која је већ у то време била водећи светски геофизички институт. Упознао се са групом ентузијаста коју је предводио Маријус Јуинг (Maurice Ewing) и радећи са њима било му је знатно олакшано да по повратку у Штутгарт припреми докторску дисертацију која је носила назив "Синтеза нормално диспергованих таласа одређених постојећих теорија средњих линеарних система". Овим је био трасиран Мулеров пут ка истраживању Земљине литосфере и астеносфере, слоја испод литосфере, посебно на основу сеизмичких проучавања. Нешто више од две године после тога радио је у Штутгарту као асистент и предавач, али је повремено одлазио и у Тексас у Југозападни центар за теоријска проучавања.

Године 1964. Мулер прелази у Карлсруе где у новоформираном Геофизичком институту Универзитета у Карлсруеу постаје професор, радећи седам година. Заједно са Карлом Фушом (Karl Fuchs) и Хенингом Илисом (Henning Illies) проучава структуру и еволуцију рифтова. Рифтови постају његова преокупација, јер је осетио да просто нуде широк спектар литосферских изучавања, а ако би се тражила њихова најједноставнија дефиниција, тада би се могло рећи да су то неколико километара ширине и дугачке зоне пукотина које су често нагнуте под неким углом и које су на површини маркиране линијама купа изграђене од шљака и пирокластичног материјала, кратера, лавичних сливова и других облика и материјала.

Мулер је покренуо читав низ нових истраживања од којих би могло да се каже да су најзначајнија она која су се тичала пропагације површинских таласа. Исто тако, схватио је да би све то могло бити примењено у посебно занимљивом региону какав је алпско - медитерански, а када је оформио групу састављену од научника из Карлсруеа и Геофизичког института Универзитета у Штутгарту, створени су услови за утемељење нове опсерваторије.

Мулерове иницијативе биле су запажене и у сусе-

дној Швајцарској, тако да је убрзо добио позив од стране познатог Савезног института за технологију да пређе тамо и заједно са Фрицом Гасманом (Fritz Gassmann) унапреди развој геофизике. У то време у невеликом и живописном граду Цириху сва пажња била је усмерена ка примењеној геофизици. Године 1971. Мулер постаје професор геофизике и директор швајцарске сеизмолошке службе, а затим енергично и визионарски развија геофизику, укључујући у предмет њених истраживања практично све проблеме почев од атмосфере па до језгра Земље. У исто време чврсто се везује за геологију и геодезију.

Три године касније, захваљујући његовим напорима, постављена је професура за магнетизам и палеомагнетизам, а затим оформљена и истраживачка група за геотермију и гравиметрију. Алл ни то није било све. Мулер је утицао да се изгради нови центар са савременом сеизмичком станицом, затим је едуковао електро инжењере и утицао на савремене технолошке токове тиме што је креирао мониторинг за проучавање земљотреса. Њему захваљујући Ерхард Виланд (Erhard Wielandt) је конструисао сеизмометар који се данас користи у читавом свету, а исто тако био је ментор шездесеторици доктораната.

Мулер је, међутим, учинио још много тога. На основу великог броја података који су добијени дубоким сеизмичким сондирањем 1977. године развио је основни модел континенталне коре. Анализирајући годинама брзине простирања површинских таласа заједно са Ђулијаном Панцом (Giuliano Panza) и Ђилдом Калкањилеом (Gildo Calcagnile) први је 1980. године дао карту дебљине литосфере и астеносфере.

Мулеровом неуморном раду као да није било краја. Заједно са Петером Фрикером (Peter Fricker), Ернстом Ниглијем (Ernst Niggli) и Рудолфом Тромпијем (Rudolf Trümpy) иницирао је 1983. године национални пројекат који је носио назив "Дубоке структуре Швајцарских Алпа". Дванаест година упорно је подржавао тај пројекат, али није доживео да види штампање резултата, јер је само месец дана пре објављивања умро.

Заједно са Тромпијем покренуо је мегапројекат "Европска геотрансверзала". Подржани од стране Европске научне фондације њени аутори су замислили да од северне Скандинавије до централног Туниса повуку један уздужни профил дужине 4 600 километара и да на њему проуче структуру, физичке карактеристике, састав и еволуцију континенталне литосфере. Овај пројекат се сматра једним од најуспешнијих међународних пројеката у области науке о Земљи остварен у току последње две деценије двадесетог века.

За Мулера је важило да је поседовао невероватно редак таленат којим је успешно и дубоко проницао у научна сазнања, дефинисао научне проблеме и постављао правилне истраживачке правце, налазио одговарајуће методе и синтетизовао резултате различитих научних дисциплина. Отворено је прихватио нове идеје, континуирано у јавности популарисао геонауке и указивао на њен значај у друштву. Посебно је инсистирао и у најширем фронту радио на успостављању интердисциплинарних истраживања и међународних сарадњи о чему сведоче многи пројекти под његовом брижном пажњом. Сви су тврдили да је био такав капацитет да је буквално истовремено "носио" послове амбициозних научника, научних фондова, финансијера и администрације.

Мулер је био председник Европске сеизмолошке комисије, Управног савета Међународног сеизмолошког центра, Европског геофизичког друштва, Међународне асоцијације за сеизмологију и физику Земљине унутрашњости и члан Извршног комитета Академије Европеје. Био је члан многих европских и америчких друштава, добитник медаља, аутор преко 150 радова. Стефан Мулер је био човек који је учинио много да човечанство боље разуме Земљу као величанствен систем бесконачно немирних и драматичних догађаја.

Луј Фри Ричардсон (1881 - 1953) је био један од говорника идеје о стварању Европског геофизичког удружења, а читањем његов живот доказује да је у том смислу развијао не један већ много праваца. Није био само први

који је сугерисао примену нумеричких интеграционих једначина за кретања у атмосфери, већ је покушавао да их примени у току Првог светског рата. Тај рад или приказ визије будућих стремљења познат је у пионирској књижи која је објављена 1922. године под називом "Временско прогнозирање помоћу нумеричких процеса". Као резултат његових атмосферских проучавања бездимензионални број изражен са флуидним стабилним током назван је "Ричардсонов број".

Његова књига садржавала је границе нумеричких интеграционих једначина; била је то књига која је кроз једну прослаvenu песму указала да су турбуленције или турбулентне каскаде основни енергетски механизам у атмосфери. Тада је то било први пут коришћено. У овим каскадама, говорио је Ричардсон, велике масе продиру у мање и на тај начин стварају некарактеристичне или драматичне догађаје у атмосфери и то је пут којим се они развијају од планетарне скале па све до вискозне. Ово је био основни полаз за Ричардсонов закон турбулентне дифузије који је постављен 1926. године, али како је поменуто једна прославена песма, време је да се о њој каже нешто више.

Песма би у слободном преводу са енглеског на српски језик могла да гласи: велике спирале стварају мале својим брзинама, а мале спирале још мање и све тако до вискозности - молекуларног смисла. Ово би могло да се упореди са размишљањима грчких филозофа и открићем атома до кога својим дубоким проницањем у природне законе дођоше Леукип и Демокрит. Та сићушна честица којој наденуше име атом и за коју су мислили да је недељива и да представља крај микросвета, иако временски веома удаљена, стајала је у једнакости са Ричардсоновим схватањем турбулентне дифузије. Због тога је Луј Фри предлагао да поједине трајекторије не могу да се опишу помоћу дотераних или апроксимативних криви, већ свака та трајекторија захтева високо конволутивну или спиралну криву да би се дао њен тачан опис. Када се боље поразмисли, може се рећи да је то био високо математички диктат

изражен на песнички начин или ригорозна слобода, реални романтизам или дух у Аладиновој лампи. Смеша хладног и врућег је, међутим, њеном творцу омогућила да постави темеље теорије атмосферске динамике која је више или мање отеловљена у Колмогоровом (Kolmogorov) закону 1941. године.

Ову идеју Ричардсон је користио да би пронашао тзв. "Ричардсонову дељеничку методу" коју је успешно применио у резолуцији изломљених криви, као и за тестирање географских граница. Никако не треба сметнути са ума да је та идеја већ раније постојала, а посебну актуелност достигла је у време фамозног питања поделе Велике Британије. У свом каснијем раду он је антиципирао савремене токове у проучавању инваријанти река и топографије.

Ричардсонова каријера је била веома необична: дипломирао је физику, математику, хемију, биологију и зоологију на Кембриџ универзитету, а звање доктора математичке психологије стекао је у 47. години живота на Универзитету у Лондону. Као савестан стручњак активно се 1920. године трансформацији метеоролошке службе у једно од одељења Министарства ваздухопловства. Нешто касније постао је шеф физичког одељења, а 1940. године, пред сам почетак рата, је пензионисан.

Кит Ранкорн (1922 - 1995) је рођен у Саутпорту, Ланкашајр, где је стекао основно знање, а затим је 1940. године прешао у Гонвил и Кејс колеџ у Кембриџ и наставио да студира инжењерство. По завршетку студија, запослио се у Малверну, Ворчестершир, у фирми "Радарско истраживање и развој" где је остао све до краја Другог светског рата. Одатле је отишао на млађе академско службовање у физичко одељење Универзитета у Манчестеру и прву годину провео у раду са групом која је проучавала космичке зраке. На предлог тада познатог физичара Патрика Блекета (Patrick Blackett), његовог шефа одељења, определио се за геофизику која је постала Ранкорнова љубав за читав живот.

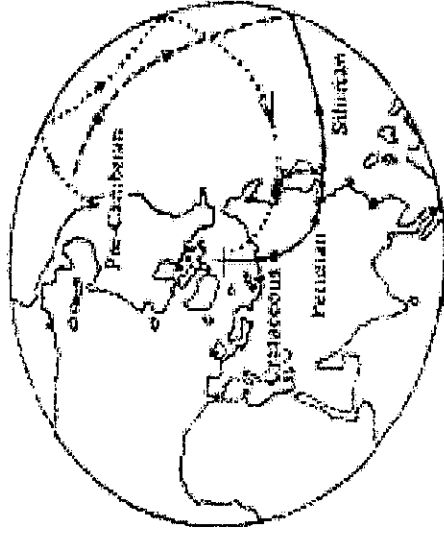
Први задатак који му је додељен био је да дефи-

нише како се мења Земљино магнетно поље са дубином и у том циљу предузета су магнетна мерења у руднику угља у Кенту, Ланкашајру и Јоркшајру. Балард (Ballard), један од Ранкорнових колега и данас веома познато име у свету геофизике, предложио је да се добијени резултати истражите за тестирање нове теорије о Земљиним магнетизму коју је поставио Блекет. До 1950. године ова теорија није само проверавана помоћу "рударског експеримента", како су популарно звали Ранкорнов рад и у коме су му свесрдно помагале старије колеге Бенсон (Benson), Грифитс (Griffiths), Мур (Moore), Пикеринг (Pickering) и други, већ и помоћу резултата веома компликованих лабораторијских експеримената који су извођени под непосредним инструкцијама самог Блекета, а који је у том циљу конструисао веома осетљиви магнетометар. Овај инструмент ће касније под руководством Блекета и Ранкорна значајно унапредити поље рада које носи назив магнетизам стена.

Године 1950. Ранкорн се вратио у Кембриџ и ту провео шест лепих година као асистент директора истраживања у одељењу за геодезију и геофизику. Са неколицином студената - истраживача као што су били Колинсон (Collinson), Крип (Creer), Хајд (Hide), Хејс (Hughes), Ирвинг (Irving), Луис (Lowe), Мур (Moore), Пери (Perry), Робертс (Roberts), Тоџер (Tozer) и други сачинио је истраживачки програм одељења који је подразумевао више праваца. За себе је одабрао проблем нових резултата поларних реверзија Земљиног магнетног поља који су добијени у исландским лавичним сливовима и за које је мислио да могу бити круцијални у истраживању овог геофизичког феномена.

На сву срећу интуиција га није преварила. Заједно са Колинсоном, Криром и Ирвингом и паралелним радом са манчестерском групом коју су предводили Блекет и Клед (Clegg), Ранкорн је поставио ригорозан програм теренских и лабораторијских проучавања како би се одредили фосилни смерови Земљиног магнетног поља у седиментним и магматским стенама. Поента је била у томе да се читав посао обави на више места у свету, а затим сви ти

результати међусобно упореде. Подухват манчестерске и кембричке групе допринео је да се прикупе нови аргументи у корист познате Вегенерове теорије или контроверзне хипотезе континенталног кретања. Ако би се излагали сви детаљи око ових истраживања, неопходно би било потребно много простора - најважније је да су коначни резултати успешно подржали и непобитно доказали успешност теорије тектонике плоча, а виртуална слика положаја полова ротације за Европу и Северну Америку постали су Ранкорнов заштитни знак за читав живот (сл. 32).



Сл. 32. Ранкорнова виртуална путања полова ротације за Европу (пуна линија) и Северну Америку (тачкаста линија) из 1962. године.

Преломна година за Ранкорна била је 1956. Тада је одлучио да пређе на Универзитет Дурам и ради у физичком одељењу Краљевског колеџа у Њукастлу на Тајну. Ту је остао пуне тридесет две године, све до 1988. када је пензионисан, али се убрзо после тога прикључио раду у Империлал колеџу у Лондону.

Ранкорн је за собом оставио неизбрисиве трагове. Одељење које је водио, уједно и сам град Њукастл, развијао је тако да су убрзо представљали значајан фактор на "геофизичкој" карти. У њега су из више земаља долазили многи који су вршили своја истраживања, ту су одржавали научни скупови, организоване школе, али и посећивали многа историјска или културна места као што су Хадријанов зид, Дурам катедрала и Јорк Минстер или Њукастл Браун Ејл, један од многих пабова у овом граду и све то најчешће са Ранкорном као водичем. И сам је често путовао, организовао предавачке маршруте и као вођа физичког одељења у Њукастлу кроз један дуг стваралачки период дао снажан допринос развоју науке.

Ранкорн је непрестано радио на проблемима физике Земље и планета. Често је на научним скуповима знао да тражи саговорника са којим би разменио мисли или последња сазнања о магнетизму Месеца, конвекционим струјањима у унутрашњости планете или геомагнетним поларним реверзијама. Умео је да ужива у сарадњи са колегама широм света, а награде које је добијао само су потврђивале да је исправно поступао у својим настојањима да реши неке од значајних проблема. Био је стипендиста Краљевског друштва, добитник медаље "Флеминг" Америчке геофизичке уније, златне медаље Краљевског астрономског друштва, али и успешан сарадник Европског геофизичког друштва.

Шетњом кроз европске геофизичке медаље стигло се до имена Венинга Мајнеса. У први мах чини се као да је реч о некоме ко је потпуни анонимус, за многе позната и скоро безначајна личност. На сву срећу то је тако само у прво време, јер када се само мало боље разгрне плашт, отвара се сасвим нови поглед. То је као када у буковој или храстовој шуми с јесени напада лишће, прекрије земљу и начини прави правцати шумски тепих. С пролећа када зимски дани мину и када се слој лишћа ослободи снежног терета у његовом доњем делу или на самој површини земље нагло крене да буја живот. Препуно мрава, буба-мара, инсекага, све врви од живота, али посматрано са

површине и прикривено под том завесом од лишћа као да ништа не постоји. Тек када се то лишће мало разгрне, види се колико је богатство живота ту присутно. Исто је тако са Венингом Мајнесом, човеком који се никоме није намећао, али који је начинио низ корисних открића.

Венинг Мајнес (1887 - 1966) је рођен као најмлађе од четворо деце. Потicao је из холандске племићке лозе, његов отац је био градоначелник Ротердама, а касније Амстердама. Ово му је у великој мери омогућило да лакше напредује у каријери, многа врата су му често широм била отворена. Када се определио да на високој школи изучава науку, технологију и комерцијалу, изнео је све у породици, јер је дотадашња породична пракса била да се сви опредељују за адвокатуру и судство. На Делфт техничком универзитету завршио је грађевинарство 1910. године и одмах затим нашао запослење у Холандском државном комитету за мерења. Мајнес је започео своју радну каријеру мерећи гравитационо поље у Холандији и то ће бити од пресудног значаја за његов живот.

Ако се упореде Миланковићево и Мајнесово школовање и развојни пут до завршетка студирања, уочиће се да је у много чему било великих сличности. Миланковић није желео да студира пољопривреду, Мајнес право - објектима је пут одвео у грађевинарство, а затим, видећемо то касније, у воде науке о Земљи.

Године 1923. Мајнес је обавио глобална гравитациона мерења у индонежанском архипелагу и том приликом открио појасеве са израженим аномалијама паралелно индонежанском дубокоморском рову. Објаснио је да су ти појасеви места на којима је Земљина кора потонула. То га је навело да уведе концепт регионалне изостазије, објашњавајући да је основни узрок тоњења копна еластичност коре. У исто време поставио је и темељне принципе или Венингову формулу по којој се промене одигравају по вертикали.

Венинг се, међутим, интересовао и за друге проблеме. Сем гравитационих мерења која је изводио на мо-

ру, интензивно се бавио геодинамиком, процесима издизања планина, епирогеним покретима, хипотезама конвекције, тектоником плоча итд. У свим тим појединим сегментима био је изразито успешан.

Ако се крене од најсажетијег облика, тада је могуће изнети следеће. Мајнес је за потребе геодетске тријангулације израдио клатно којим је елиминисао утицаје буке и подрхтавање земљишта. Наизглед једноставно да једноставније не може бити, али увек у свему недостаје оно главно - идеја. Како до ње доћи? Мајнес је замислио своју апаратуру тако што је користио два клатна која су се њихала у истој равни са истим амплитудама, али различитим фазама (смеровима). Према томе, њиховим односом и наведеним кретањима, елиминисана су померања која би била регистрована да није тог супротног ефекта. Нешто касније још више је унапредио свој инструмент додајући и треће клатно. Све то, пак, омогућило му је да 1915. године стекне докторску диплому.

Али ни то није било коначно. Добивши овако прецизан инструмент, Венинг је схватао да му је потпуно отворено поље рада на мору. Све до тада није се знало како треба измерити гравитационо поље изнад и испод водене површине и сви дотадашњи покушаји као што су, нпр., били они које је спроводио Хекер (Hesker) из берлинске опсерваторије израђујући апаратуру на барометарском принципу, завршавали су се неуспехом. Мајнес је у сваком случају знао шта треба учинити. Поставио је своје инструменте у подморнице у положаје којима је желео да елиминира евентуалне утицаје таласа и започео организован рад. Једна подморница је кренула из Холандије ка Индонезији, бившој холандској колонији кроз Суецки канал, а других неколико ка источној Индији. Примаран посао је био да се истестирају инструменти. Већ после иницијалне фазе добијена су мерења која су показала колике су вредности апсолутног убрзања силе теже са тачношћу од 1 милигала (10^{-5} m/s^2). Све резултате свео је на одређену епоху и упоредио са мерењима на копну. Учињено је то 1923. године.

У наредних 15 година предузето је низ сличних путовања до Далеког Истока, Панамског канала, рта Добре Наде, Кариба, Медитерана итд. На свим тим научним експедицијама Мајнес је непрестано побољшавао своје инструменте чије батерије су морале појединачно добро да поднесу тропско сунце, слану воду и дуга путовања. Оно што је у погледу мерења и добијања података од батиметријског и гравиметријског значаја учињено тада за зону индонезанских вода важи и корисно је и дан данас. О Мајнесовим истраживањима знао је читав свет, а као најбољи доказ може да послужи његов пријем код тадашњег председника САД-а Франклина Рузвелта 1937. године.

Као посебно сведочанство са тих путовања користи се дневник који су водила два официра брода, али и филм из 1936. године који памте старије генерације.

Мајнесова путовања у много чему подсећају на она која су остварена током петнаестог и шеснаестог века у време великих географских открића. Многи су га често упоређивали са Колумбом, Васко де Гамом, Америго Веспучијем, Магеланом или Дрејком који открише свету нову мора, континенте и архипелаге. Ипак, највећа сличност се огледала са Магелановим путем око света, јер је и Мајнес својим истраживањима одређивао облик Земље.

Мајнес је веома много значао за своју средину. Био је вођа научног менаџмента, један од оснивача Холандске националне научне фондације, генерални директор Краљевског холандског института у Билту, члан Краљевске холандске академије наука и члан више иностраних академија, добитник медаље Бови 1947. године, награде Ветлсен 1962., а од 1933. до 1945. године председник Међународне асоцијације за геодезију и од 1948. до 1951. председник Међународне уније за геодезију и геофизику. Био је заиста велики научник који је допринео да много боље упознамо планету на којој живимо.

Овим се прича о медаљама тек привремено завршава. Оно што је посебно битно то је висок ранг и светско признање нашем Миланковићу. Када се пажљиво прочитају кратке биографије сваког посебно наведеног

научника, увек се осети да је код свих преовладавао занос и ентузијазам којим су побеђивали многе недаће, пре свега, оне материјалне природе. Увек је постојала неограничена воља и самоодрицање као основни покретач или иницијатор свих идеја и напора. Наука, а са њом паралелно и технологија, развој цивилизације и света уопште непрестано је почињао на појединцима који су више мислили на друге него на себе. Били су предодређени да победе и отворе свету сасвим нове и дотад потпуно непознате видике.

Миланковић је друговао са сваким од њих, директно или индиректно. Познавао је Далтона, Дарсија, Алфена, Нансена, Нела, Бартелса, Соловјева, Ричардсона, Бјеркнеса, а Гутенберга посебно, како смо видели. Из свих тих европских медаљона или медаљиста вртале су идеје на све четири стране света, а само идеје, како рече Плагон, дају снаге да расту крила мислима. И због свега тога морају се помињати мисли двојице мудрих, Марлоа (Marlo) и Гетеа (Goethe), који рекоше да "генији показују пут, а таленти њима трче" или да се "таленат ствара у самоћи, а карактер у друштву".

Можда ће једног дана и над просторима Србије сијати једна таква медаља за коју ће се рећи да је Миланковићева...

пута, мостове, измештене речне токове. Било је тих дана толико блага и муља свуда унаоколо да вероватно ни један житељ овог краја неће пожелети не да види сличну појаву, већ ће и сваку помисао на тако нешто брже-боље потискивати из својих сећања. Одмах после тога уследила је киша која је као из кабла лила данима, а затим и бујице које су у највећој силини носиле све пред собом. Али ни то није било све. Два-три дана касније ваздух је почео да заударра и смрди од мртвих тела животиња и људи који су страдали у тој несрећи; претила је епидемија. Тих дана требало се спасити разорног ветра, склонити од кише, попети на највише могуће тачке и избећи бујицу, али и заштити од заразе која је била почела да се шири.

Катастрофизам је нешто што је представљало саставни део битисања на Земљи, њену историју, али и историју људског рода. Ожиљци које је природна катаклизма остављала за собом одувек су били дубоки и трајно урезани у колективна сећања. Због тога је појам потопа нешто што и данас траје, иако је од његовог могућег дејства прошло више миленијума.

Један од њих је и онај који је описан у познатом сумерско-вавилонском епу о Гилгамешу. Догађај који се олепа у једанаестом певању или плочи говори како се Утнапиштим, човек коме су богови дозволили да вечно живи, спасао страшног потопа. Саградивши лађу и укрцавши у њу сву своју родбину, животиње и сва семена, спасао их је сигурне смрти, истовремено побеђујући силе природе.

Опис тих догађаја као да је истргнут из било ког савременог, јер "кад дође то време, владари таме пуштају страхохиту кишу". И увек се исто догоди, "лепа земља прошлих времена постаје благо".

Слично се догађало у Латинској Америци. Тамни облаци су се навукли као злослутни предзнаци, а потмула тугњава која је допирала са океана као да је упозоравала да трагедији ништа не може да измакне. Лагани поветарац, пад температуре и кишица представљали су претходницу урагана, а онда као да је све прогутала тама. Зато

УРАГАН МИЧ

Једанаест страшних дана протутњало је Средњом Америком. Крајем октобра и почетком новембра 1998. године ураган коме се дали име Мич, у налету чија је брзина била већа од 300 километара на час, доспео је са Атлантика и у разорном пиру за само пет најкритичнијих дана усмртио 11 000 људи, однео два милиона кућа и начинио штету која је процењена на око 10 милиона долара. Само је ураган Велики из 1780. године био гори, јер је у источним Карибима пред његовим налетом страдало чак 22 000 људи!

Силу звану ураган човек данас може да прати, али не и да је заустави. Преко сателита редовно су стизале информације о путу који је Мич преваљивао до Карибског мора и са стрепњом се чекало у ком ће смеру даље да се развија. Ако скрене ка копну, знало се да ће бити трагедије, јер се кретао великом брзином. Од 25. до 27. октобра обилазио је око источне обале Хондураса као мачка око сланине, а онда је нагло 27. октобра скренуо на запад, ка обали и већ сутрадан "напао" острво Гуанају. Сви су тада знали да је пресуда пала - ураган је пошао тамо где нико није желео.

Градиф Трухиљо је први доживео удар тропског урагана 29. октобра. Наравно, био је најжешћи. Мич је затим наставио да продире даље у копно и већ 30. октобра доспео је до унутрашњости Хондураса. Тегусигалпу, главни град, напао је сутрадан и дуж долине реке Чолутека начинио пустош какву ни највећи песимисти нису могли да претпоставе. За собом није оставио само срушене куће, већ и разорена поља, порушена стабла, збрисане делове

"Ел о Гилгамешу" и каже:

"Кад дође то време,

владари таме пустише страховиту кишу.

Гледао сам невреме, било је страшно!

Ушао сам у лађу и забравио врата.

Огромну сам барку препустио кормилару.

Кад је јутро освануло,

подиже се црно облачје као гаврани.

Беснели су сви зли дуси,

светлост се претворила у таму.

Јужни ветар је тутњао,

воде су бучећи хујале

и већ достигле планине,

сручнле се на све људе.

Брат брата није више препознавао.

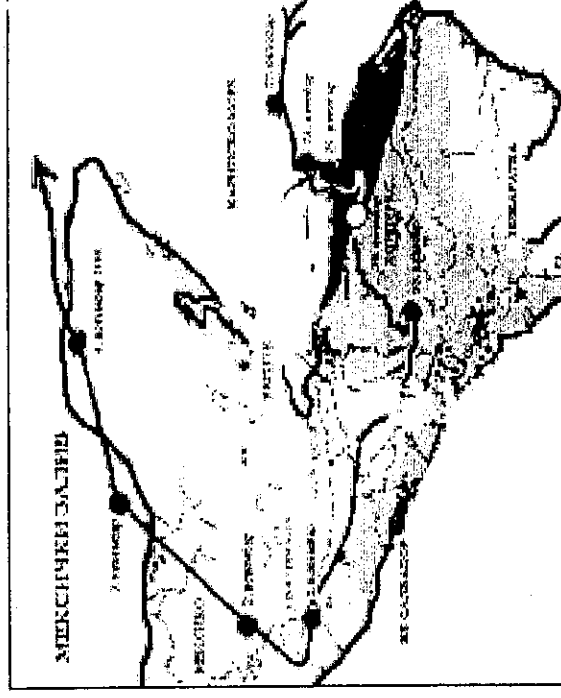
И сами се богови уплашише погопа,

побегоше и понеше се на Ануов Брег богова."

Ураган није знао за милост. Мич је даље напао Ел Салвадор, али га је ваљда сам бог спасао од већих разарања. Пошао је ка граници те земље, онда скренуо западније и отишао ка Гватемали. На сву срећу, пред самом границом брзина урагана је знатно опала, тако да се више није могло говорити о оркану, већ тропској депресији.

Као такав Мич је хривао три дана. Из Гватемале је прешао у Мексико, скренувши на самој граници у смеру севера, упорно се држећи колна, затим је 3. новембра прешао границу Мексика и Сједињених држава Америке. Ту је поново из тропске депресије прешао у прави тропски ураган, али се као такав држао граничне зоне две државе, боравио само један дан, 4. новембра, да би сутрадан, заувезши смер ка североистоку, олујно поново нестао у водама Карипског мора и Атлантика одакле је и дошао. Тек тада Латинска Америка је могла да одахне, а пут којим је Мич прошао лично је на ораницу. Његова трајекторија дата је на сл. 33.

Урагани су честа појава у овом делу света. Настају у Атлантику као резултат загревања атмосфере, мешања топлог и хладног ваздуха, али и ротације Земље која доприноси вртложном кретању. Све док су изнад океанских простора не представљају велику опасност за човека, али када се упуте ка обали и настањеним пределима, тада настаје зло, јер је њихова разорна снага неизмерна. Урагани, оркани или вихори умеју да се крећу брзином и преко 300 километара на сат што је понекад тешко замислити и за болиде формуле један.



Сл. 33. Путања урагана Мич крајем октобра и почетком новембра 1998. године.

Њихова снага је толико велика да разарања и ефекти тих разарања понекад изгледају нестварно. Мич је у Хондурасу разнео ауто-пут у близини Трухиља, променио речни ток реке Чолутека, збрисао са лица земље плантаже банана, кафе, бостана, скампија. Оно што је начинио са делом реке Чолутека, наводи свакога на раз-

мишљање да су природне катастрофе неминовност на нашој планети. Пре дејства урагана речни ток је имао једно корито - после урагана сасвим друго.

Чолутека није велика река. Извире недалеко од Тегусигалпа, краћим делом тече ка истоку, а затим прави лук од скоро 90 степени и наставља пут даље ка југу и југозападу. До скоро се уливала у Тихи океан у живописном заливу Фонсека, али после Мича слика ушћа више нема исти изглед. Речни ток је измењен и сада се Чолутека директно улива у воде великог океана. Промена се одиграла скоро у једном трену и за само један једини дан, а све географске карте овог дела Латинске Америке застареле су за сва времена (сл. 34).



Сл. 34. Старо (испрекидана стрелица) и ново (пуна стрелица) ушће реке Чолутека створено дејством урагана Мич.

Шта ће се даље догодити, питање је које треба поставити. Како ће се у будућности развијати Фонсека залив, а како нова делта? Сигурно је да је овим догађајем измењен и екосистем овог краја, јер у заливу неће више бити мешања слатке и слане воде, преовладаће слана и сав живи свет који је везан за претходни тип средине и

претходну биоценозу неће више имати услова за свој опстанак. Једним ударом, дакле, и њихови животи су угрожени. Делта и сав материјал који река буде у будуће транспортвала одлагаће се на другом месту, а лепеза материјала шириће се према океану у потпуно новом облику.

Тужно изгледа слика предела нешто узводније у непосредној близини градића Чолутеке. Ту је Мич за неких 600 - 700 метара померио речни ток, а баш на том месту налазио се мост којим се могло прећи преко реке. Садашње стање изгледа нестварно, мост је на песковитом тлу, а река тече својим новим коритом које нема баш никакве везе са овом грађевином. И да несрећа буде већа, исти тај мост, грађен две године, пуштен је у промет само шест месеци пре дејства оркана! Природа заиста уме понекад горко да се понура са људима.

Није то, нажалост, био једини мост коме је монструм Мич "украо" лепотицу из заграда. Услео је да општеги још 16, али све је то ипак било мање важно и наодокнадиво. Људске животе, пак, није било могуће надокнадити и то ће остати трајна и неизлечива рана Централне Америке. Страдале су читаве породице, тела пострадалих пливала су водама, а спасилаца није било довољно ни да их уклоне. У једном налету рушила су се сва хтења живота, патње и муке народа који никада није живео у богатству, већ у сталној и мукотрпној борби за хлеб и војду. Посећивали су ове крајеве и у ранијим периодима оркани као што су били Фифи 1974. године и Гилберт 1988. године, али никада није било као са Мичем 1998.

Оркани или тајфуни настају изнад океана. Карактеристични су за екваторијалне зоне где се у облику коичних врглога стварају депресије у чијем се средишту ваздух пење навише. Интересантно је да се у том средишту налази зона тишине или "око циклона". То око понекад има пречник и до 50 километара, док је пречник циклона и до 500 километара. Разорно дејство може бити неизмерно.

Ураган је само једна од елементарних непогода која погађа овај део света. Мич је био типичан предста-

вник, а већ следећи може донети још већа разарања. У овим регионима то је латентна опасност која не може да се спречи никаквим средствима. У вртлогу вихора често нестају читави делови кућа, мостови, људи.

О Мичу би могло још много тога да се каже и то ће свакако бити предмет предричавања бројних сведока ове катастрофе. Оно о чему ти очевици неће говорити биће везе са глобалним климатским променама, али и са Мнланковићем. У свим тим догађајима са наглим почетком и исто таквим завршетком крију се одрази планетарних догађаја. Мич или било који наредни оркан и даље ће представљати саставни део живота људи овог поднебља, исто као што су вулкани, земљотреси или поплаве редовне појаве за људе из Јапана, Кине, Италије или Грчке.

Миланковић ће се препознавати и у тм савременим догађајима, јер је његова актуелност оновременска. И поред чињенице да је своје математичке прорачуне базирао на дуговременским астрономским елементима, никада се не сме сметнути са ума да је неки катастрофални догађај као што је то у овом случају био ураган Мич резултат баш те дуговременске припреме и да се он у датом тренутку одрази тако што су сви ти дуговременски услови били испуњени. Један вулкан или земљотрес не представљају тренутак случаја, већ обрнуто - резултат рада и вишегодишње припреме. Земљотрес настаје тек онда када се у стенама прикупи довољна количина енергије и када читав систем достигне критичну тачку.

Исто то важило је за Мич, јер је у односу океанској, када се посматра по хоризонталној равни, у односу атмосфера - литосфера, када се посматра по вертикалној равни, и у односу Сунце - Земља, када се посматрају космичке размере. Настала је, дакле, вртложна појава којој је цена, нажалост, овога пута плаћена многобројним људским животима.

Катастрофе често пута нарушавају Дарвинову теорију еволуције, јер не познају лагани развој, дуговременске фазе и постепене прелазе. Дођу, постојеће стање

промене у једном трену и нестану, а за собом оставе пуштош или чак изазову нестанак читавих врста. Можда је зато Француз Жорж Кивнје (Georges Cuvier) и био у праву када је говорио да су планетарне катастрофе један од покретача многих промена на Земљи.

ТРЕЋИ ДЕО

БУДУЋНОСТ

АТМОСФЕРА

Човек се неуморно труди да проникне у будућност и та тежња стара је колико и само човечанство. Изгледа да су у томе најдаље отишли астролози, али не по тачности предвиђања, већ жилавом одржању, јер њихово занимање траје већ хиљадама година. Од хороскопа живе генерације астролога, вртећи неуморно у круг само дванаест зодијачких знакова, иако је број људи за то време непрестано растао на нашој планети да би само у двадесетом веку од једне и по милијарде досегли цифру од преко шест.

Прорицањем будућности претежно се баве прева-ратни, вешти манипуланти који са више или мање успеха налазе своје лаковерне жртве и узимају им новац. Тих игара, лажљиваца и преварених, било је свуда од како је света и века, па није никакво чудо што их има и данас, а биће их и сутра.

Није нам намера да о њима говоримо, иако су и они саставни део људи које занима будућност. Нећемо говорити о врачима, свештеницима, Нострадамусу, Тарабићима, Верну, Ванги или Кларку који неким чудним осећајем тачно предвидеше догађаје, али им то не послужи за оно за шта се већина опредељује: богаћење и обмањивање народа. Пре би се могло рећи да им је та даровитост донела знагно више проблема.

Ни наука није имуна када су предвиђања у питању. Трагајући за неком појавом, њеним узроцима, настанком, развојем, особинама и законитостима, неминовно је морала да истражује и перспективе тих појава, што је водило ка будућности. Шта је, рецимо, Менделеејев урадио? Поставио је читав периодни систем елемената, али и

и
и
и

предвидео неке њему и свету дотад непознате елементе у том систему. За живота је дочекао да се пронађу четири дотад непозната свету. Или како је откритивен Нептун? Учињено је то пре него што је и био виђен помоћу телескопа.

То нису усамљени примери, њих има још и сви познати случајеви једне карактеристике: дубоко проницање у тајне природе и разумевање њених законитости.

Тешко је, дакле, могло бити оних који су одолели знатичељном погледу у нешто што их чека у будућности. Та радозналост манифестовала се на разновразне начине, доводила је често до заблуда или ређе до тачних предвиђања, што само по себи доказује да је будућност тешко предвидива.

Ни Миланковић није могао да побегне синдрому будућности, али му је прилазио веома одмерено и са великим респектом. Знао је да ће многе ствари документовати, а када се нешто напише, то онда остаје покољењима да о томе суде. Будућност је клизав терен и човек на њему зачас може да тресне о земљу колико је дуг и широк. Посебно је то изражено ако се нешто чини или предвиђа на кратке стазе, на дан-два или недељу дана или, нпр., у области код које је изражен динамичан темпо развоја.

Послужићемо се једним примером за који може да се каже да је баш такав. Електронска фирма "Сони" развила је нов систем видео касета који је назвала "бета". Мора се признати веома добар са екстра квалитетном сликом и прикладном величином хромдиоксидне видео касете. Прихватили су је у прво време сви, пре свега, професионални сниматељи који су одавно вапили за тиме. "Сони", који у почетку није имао дораслог конкурента, почео је са комбинаториком и предвиђањем догађаја. Основно питање било је како заузети монополистички положај и задржати га што дуже да би се на основу тога остварило екстра профит.

И трка је почела. Конкуренти, увидевши да "Сони" има само један циљ, брзо су договорили. Развили су тзв. VHS технологију, до зла бога лошу у поређењу са

"бета" системом, али са једном великом предношћу - били су много, много јефтинији. Тржиште је брзо одговорило, преоријентисало се на оно што је прихватљивије и "Сони", иако је нудио квалитет, доживео је крах. Верни су му остали само професионалци и телевизијске куће, али који је то проценат купаца у односу на онај непрофесионални? Можда је "Сонију" у овом случају недостајао врач!

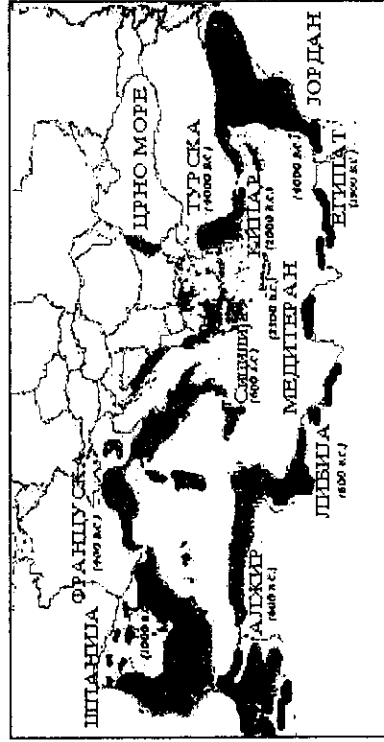
Вратимо се Миланковићу и његовом поимању будућних догађаја.

Будућност може да се гради и на прошлости. Наизглед апсурдна тврдња има своје реалне основе када се мало боље завири испод плашта. Уколико постоји неко добро средство које може са великом прецизношћу да открије догађаје из прошлости, тада оно, као путем којег формног пресликавања, даје пројекцију будућних збивања. Али, опрез: које је то добро и поуздано средство? Миланковић је пронашао два - математику и астрономију или небеску механику. Можда је то уствари једно средство, јер је њихово преплитање тако учестано и зависно да ни вероватно Хајнрих Херц (Heinrich Hertz), проналазач електромагнетних таласа, не би био у стању да одреди њихову фреквенцију и разлучи коме шта припада. Због тога Миланковић каже: "Астрономска наука по питању Земљине историје може да уради још нешто што ниједна друга наука није у стању. Геологија и друге дескриптивне науке могу констатовати само оно што је већ било, а астрономија може да нам каже и оно што ће бити. Па као што је она у стању да предскаже сва помрачења Сунца која ће се у току идућих векова десити, тако могу ја већ сада да на темељу астрономског рачуна, прорекнем да ће у току идућих 26 100 година, лета бивати у нашим крајевима постепено топлија. Тако ће године 28 000. педесетпетети степен северне географске ширине примати за време летње полугодине исту количину Сунчеве топлоте што је данас прима педесетдруги степен. Узмемо ли, дакле, у обзир да винова лоза данас успева у Немачкој управо до педесетдругог степена, то следује да ће она у то доба моћи успевати до педесетпетог степена, тј. до самога мора и до

Данске границе "

Тако је са северном границом винове лозе.

Северна граница маслине у Европи данас се претежно налази дуж медитеранске обале - Тиренског, Јадранског и Егејског мора. Већи продор у континентални део остварује се у Грчкој, Црној Гори, Херцеговини, Италији, Шпанији и Португалији, што суштински представља северну границу средоземне климе (сл. 35).



Сл. 35. Распоред маслине (означено тамно) у медитеранском региону.

Поникла на источној обали Медитерана, у жарком појасу данашње Сирије, Израела и Либана пре 4 000 година пре наше ере, проширила се ка западу, прво на суседни Кипар и Крит пре 2 500 година пре наше ере, а онда су је са радошћу прихватили стари Грци пре 1 500 година пре наше ере и засадили где год су могли. Обожавали су је, јер није тражила посебну бригу, рад и непрестану пажњу као винова лоза, а трпела је несносне врућине, трајала дуге године и давала рајски плод и уље - божји еликсир.

На запад се ширила у два крака, дуж јужног и северног обода Средоземља да би пре 600 година пре наше ере освојила све просторе до Атлантика, до Португалије и Марока. Свуда докле је доспела изазивала је исти осећај - дивљење, па није за чудо што њена граница пре-

дставља симбол мира у свету, што у њеном уљу грчки свештеници крсте новорођенчад, што Шпанци мисле да би оброк без маслиновог уља био без чари Сунца и живота, што је код приморских Црногораца важило правило да се ни једна мушка глава не може оженити док не засади једно маслиново стабло.

Уколико би дошло до климатског отопљавања даљи продор маслине ка северу био би могућ у делу Ибериског полуострва све до Пиринеја, у Француској скоро до данашње северне границе винове лозе, а на Балканском полуострву дуж река Јадранског, јонског и егејског слива. Читава Турска, обале Црног мора, Бугарска, Румунија, чак и Панонија били би начикани овим племенитим стаблима, као и зона Подунавља узводно све до подножја Западних Карпата. Слично би било узводно дуж река Дњестре, Дњепра и Дона.

Северне границе пшенице, воћа, овса и ражи биле би, такође, померене, тако да би човек знатно лагодније настањивао најсеверније пределе. Садашња граница пшенице и воћа, која је претежно на шездесетом упореднику, била би померена за око пет степени северно, што приближно износи око 500 километара. Тиме би се обрадиве или површине под засадом прошириле за око 1 милион и 100 хиљада километара квадратних чиме би и онако богати север постао још богатији.

Северна граница овса и ражи ушла би дубоко у северни поларни круг, заправо тај круг би изгубио свој садашњи значај и не би се практично нигде помињао. Сточне хране би било у изобиљу, а намирнице животињског производа могле би се багателно куповати у свакој провинцији. Индустрија риболова би изгубила примат и човек не би био у тако великој зависности од ћуди времена и Посејдонове моћи. Северна острвска земља Исланд не би имала густину од само три становника на један километар квадратни и не би изгледала тако пусто.

До свега овога ипак ћемо попричекати хиљаде година. Све то треба да доживи нека нама далека и поуздано високо развијена цивилизација, ни налик на савремену.

Трагајући за прошлошћу и будућношћу, Миланковић је налазио најразличитије одговоре на дубокоумно постављена питања. Једно је било конституција Земљине атмосфере у њеном садашњем и примитивном стадијуму. Да видимо до којих је резултата дошао.

Поставивши одговарајуће једначине, које ми овом приликом нећемо коментарисати, Миланковић је математички срачунао три физичке величине Земљине праатмосфере: температуру, притисак и густину. Колико су то удаљена и крајње хипотетична питања може се расуђивати по томе што математички апарат досеже неколико милијарди година уназад, тј. у време када је Земљина површина била у течном стању. Наравно, да би се у једначине унели што коректнији подаци било је потребно поћи од нечега. То нешто били су исти подаци који важе и данас, али постојали су и други. Миланковић је узео да је апсолутна температура најнижег атмосферског слоја 187 степени, понавши од чињенице да је температура распадања готово свих минерала наше планете изнад 1 600 степени Целзијуса, што значи да је било условљено једно другим. Исто тако, имао је поуздан податак за гасну константу, јер је знао да се највећи део водене паре у праатмосфери налазио у презагрејаном стању и изнад критичне температуре.

Када је решио постављене једначине, Миланковић је могао да закључи да се праатмосфера протезала чак 300 километара више но садашња, а да је у доњих 292 километра било прегрејане водене паре која се понашала као савршен гас! Тек на тој висини достигана је тачка кључања, односно на тој висини била је зона облака која се уздизала, по Миланковићевим прорачунима, до 304 километра увис. Ових 12 километара, од 292 до 304, имало је улогу плашта који није дозвољавао продор Сунчевој светлости у ниже слојеве. Светлост је, дакле, заустављана на тој висини, а Земља је ротирала у мраку или је била обасјана солственом светлошћу која је допирала из ужарене магме и лаве, али само у једном маленом распону, тек нешто незнатно изнад површине. Апокалиптичку или

слику страшног суда у праскорју наше планете Миланковић је, дакле, доживљавао преко атмосфере, једног од основних елемената за настанак живота на планети (сл. 36).



Сл. 36. Изглед дела Земље у њеном праскорју.

Своје једначине, нажалост, Миланковић није даље разрађивао. Задовољио се освртом на планете Меркур и Марс за које је рекао да су прошли стадијум који је прошла Земља, док је за Венеру, Јупитер, Сатурн, Уран и Нептун рачунао граничне висине атмосфере које могу да постоје као атмосфере водене паре.

Велика је штета што Миланковић свој математички апарат термичке конституције планетске атмосфере није разрађивао даље или да се бар задржао на Земљи тако да га прошири својим прорачунима од његовог примитивног стадијума па све до данашњице са могућим погледом у будућност. Тај изазов му је некако остао по страни или га је на други пут одвело осунчавање Земље којем је требало посветити веома много времена. По завршетку тог великог посла, како сам признаје, више се није могао враћати на почетак. Огроман рад исцрпео је сву

којима смо изложени. У тропосфери температура константно опада, а на највишим висинама достиже минимум

од око -55 степени Целзијуса изнад полова или око -80 степени изнад екватора.

Стратосфера се налази на тропосфери, а дели их тзв. тропопауза. У стратосфери практично нема водене паре, али зато има обиље сулфата и озона, што је од виталног значаја за сав живи свет на нашој планети. Сулфатни слој је нижи, а на висини од 22 - 27 километара налази се озоносфера која апсорбује смртоносне Сунчеве ултраљубичасте зраке. Како је у последње време откривена озонска рупа изнад Антарктира и висок степен истањања озоносфере изнад Арктика, проблем са овим делом стратосфере у великој мери је актуелизован. Слој стратосфере је висок од 15 - 25 километара, максимално се уздиже до 45 километара изнад Земље. У доњим деловима стратосфере температура се не мења битно, док у горњим расте и свој максимум достиже у највишим нивоима.

Мезосфера се налази изнад стратосфере, а дели их, као и у претходном случају, међуслој који носи назив стратопоауза. То је слој код кога се

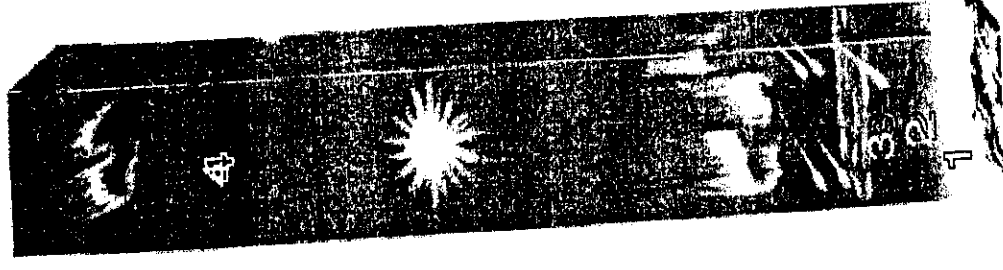
његову радну енергију, а ни младалачког заноса више није било.

Да се којим случајем одлучио на ово прво вероватно би га то довело до исто тако интересантних резултата као што је био случај са инсолационим дијаграмом. На том путу, да га је било, верујемо да би Миланковић дефинисао време настанка прве воде или чак тренутак пада прве водене капљице на Земљу. Његов математички апарат би му омогућио да прати развој атмосфере, њено смањивање до садашње висине од 20 километара, свакако би нашао и циклусе у развоју Светског мора, фазе излизанња и спуштања нивоа и ко зна шта још. Познајући његову знагичељу, склоност ка решавању различитих проблема као што су били највећа могућа висина Вавилонског торања модерне технике или чудесни резервоар код кога је притисак воде у свим тачкама једнако напрегнут и има математички тачан облик водене капи која висп на хоризонталној површини, можда би се усудио да, проучавајући развој атмосфере, повеже карактеристичне промене са историјским догађајима, можда библијским потоном итд. Не заборавимо да плавање Нила није имало само користи за пољопривреду, већ је омогућило бржи развој једног дела математике коју називамо геометријом.

У овом случају још ништа не рекосмо о инверзији атмосфере. Да бисмо то учинили потребно је дати додатна објашњења која се тичу метеорологије, физике, астрономије, екологије, али и других научних области које су заинтересоване за ову невидљиву и веома корисну сферу.

Атмосфера се, у генералном смислу, дели у пет делова. Ако идемо од Земљине површине на више то су: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера или јоносфера и егзосфера (сл. 37).

Тропосфера се уздиже до око 11 километара изнад Земље у просеку. Слој је висок 8 километара у поларним областима, а чак 16 до 19 у екваторијалним. У тропосфери је сконцентрисан највећи део воденог талога и ту су углавном сви узроци временских прилика и неприлика



Сл. 37. Распоред слојева у атмосфери: 1-тропосфера, 2-стратосфера, 3-мезосфера и 4-јоносфера.

температура прво диже до висине од 55 километара на +55 степени Целзијуса, а затим пада чак на -80 степени на висини од око 85 километара где се завршава мезосфера. У доњем делу мезосфере су највише температуре и ту изгара највећи број метеора. Да нема ње Земљина површина би била слична Месечевој или Калистовој, једном од Јупитерових сателита. Ипак, поједини метеори су успевали да продру кроз атмосферу, доспевали су до Земље као метеорити, астероиди или комете и створили ожиљке на њеној површини о којима смо већ говорили.

Изнад мезосфере је термосфера или познатија као јоносфера. И у овом случају постоји гранични слој који се назива мезопауза. Термосфера се уздиже до око 800 километара изнад Земље. На висини од око 300 километара температура се пење на 2 500 степени Целзијуса, а даље остаје непромењена. Назив јоносфера потиче од богатства концентрације јона, тј. од наелектрисаних молекула и атома азота и кисеоника. Да нема јоносфере не би било ни рефлексије радио - таласа, преноса радио - веза на велике даљине, а ни система телекомуникационих веза чиме смо били ускраћени за многе корисне информације које допиру из најудаљенијих делова наше планете. Народ који настањују поларне области били би, да је нема, такође, ускраћени за један само њима доступан доживљај - поларну светлост. На северу она се назива аурора бореалис, а на југу аурора аустралис. Очевици кажу да је поларна светлост најлепши догађај који може да се види, јер ти истовремени светлосни трептаји и лебдећи светлећи облаци чине једну прекасну игру у коме је Сунчево зрачење јонизовало честице и прекрило највеличанственијим бојама.

Егзосфера представља последњи атмосферски слој. Налази се на висинама од 800 до 3 000 километара. Гасови су овде веома разређени, скоро да представљају вакуум. У егзосфери се налази магнетосфера о чијем значају смо већ говорили. После егзосфере наставаља се међупланетарни простор.

Тиме смо, дакле, исцрпели општи преглед много-

слојне атмосфере. Вратимо се поново Миланковићевим прорачунима, јер после оваквог сагледавања јасније је шта значи када је зона водене паре или облака била на висинама од 292 до 304 километара. Испод се налази слој са температурама и притисцима који су расли са опадањем висине. На површини Земље у њеном примитивном стадијуму било је као у паклу; температуре су биле изнад 1 600 степени Целзијуса, а притисци су износили око 0,5 мегапаскала. Земља је, према томе, еволуирала тако што је променила слику атмосфере и уместо нивоа са воденом паром у великим висинама, он је спуштен до површине, температуре су опале, а притисци су порасли. Формирана је вода на Земљи и оригинални слободни кисеоник.

Уочили смо исто тако да та атмосфера није недодирљива и нерањива када је у питању човек. Иако се на први поглед њени слојеви налазе толико изнад Земље, ипак је дошло до деградације озоносфере и стварања рупе кроз које штетни Сунчеви зраци несметано продиру до њене површине. У прво време такве чињенице су изазивале подозрење једног дела неупућеног света. Мислило се да је та информација део смишљене стратегије која је имала за циљ да лажном пропагандом створи психозу несигурности у свету. Ипак, у Јапану, у Кјоту 1997. године донета је светска декларација о смањењу потрошње горива и контроли емисије штетних хемијских супстанци чиме је човечанство дефинитивно признало постојање велике опасности. Колико је та декларација озбиљно схваћена показале време, али читава ствар има дубоке реперкусије по будућност и опстанак живог света.

Овим смо истовремено и закорачили у проблем очувања и развоја атмосфере. Желели смо да признамо или не, у питању је крајње озбиљно стање и даљи губитак дела озонског омотача само би погоршао ситуацију. Оваква будућност није ни мало ружичаста.

Наведени проблем припада садашњем времену и блиској будућности. Нешто удаљенија визија атмосфере указује да ће се она новим открићима додатно раслојавати, посматрано у вертикалном смислу. Исто тако, све

више ће се освајати тропосфера, а знања о њој престаноће се гомилати. То ће за крајњи циљ имати прецизне временске прогнозе не само за кратак, већ, пре свега, дужи временски период. Даљи напредак треба да буде у погледу контроле и селективног усмеравања интензитета падавина. Жедне пустиње ће бити нападана обилнијим кишима, а монсуни ће се равномерније распоређивати. На крајњем северу и крајњем југу снегова ће и даље бити, али знатно мање.

Човек ће контролисати климу, тај тако значајан фактор. Развој знања и технолошких средстава омогућиће му спречавање поплава, суша, града, торнада и других временских неприлика у њиховом самом зачетку. Тај посао обављаће помоћу високо осетљивих инструмената који ће као стационарне станице покривати читав простор тропосфере.

Али ни друге сфере неће бити запостављене, само што ће њихов значај бити другачији. Не треба да буде изненађење уколико се поједине употребе у медицинске сврхе или искористе гасови из неких средина за производњу посебних намирница. Савршене и јефтине телекомуникационе везе са свим деловима света биће сасвим уобичајена ствар, а контрола количине озона рутински посао.

Садашњи атмосферски стадијум Земље, по Миланковићу, далеко је одмакао од осталих планета. Ово значи да ће га Венера, Јупитер, Сатурн, Уран и Нептун тек достигати, али ће за то време Земља наставити свој садашњи развој и свакако изгубити један део атмосфере, јер је процес незаустављив. По којој ће се то динамици одвијати тешко је прогнозировать, али, уколико буде настављен четири века штетан утицај, промене у атмосфери ће бити скоковите и далекосежне.

Човек, међутим, данас чини и друге "корак" у атмосфери. У настојању да климу освоји и подреди својим потребама често нарушава природни баланс који може имати веома негативне последице. Чак се дошло до размислања и првих проба у циљу улоге атмосфере у ратне сврхе, изазивања киша, града, олујних ветрова и сл.,

али се конвенцијом од стране организације Уједињених нација то донекле спречило. Ово је свакако тема која знатно проширује домene саме атмосфере и задире у још дубље, рекли бисмо егзистенцијалне проблеме или питање опстанка не само човека као врсте, већ свих других животиња заједница.

И поред свега природно "истицање" атмосфере ипак нико неће моћи да заустави и током времена она ће неумитно нестајати...

теже пола ротације, који је морао бити напуштен при најмањем поремећају те равнотеже, а таквих поремећаја било је, за прошлости Земљине, у изобиљу.⁶

Поред свега тога, требало је веома дугих времена док се пол осетно удаљио од тог свог положаја, јер је у околини његовој градијент поља Ω особито мален, па, према томе, и брзина кретања пола незнатна.⁷

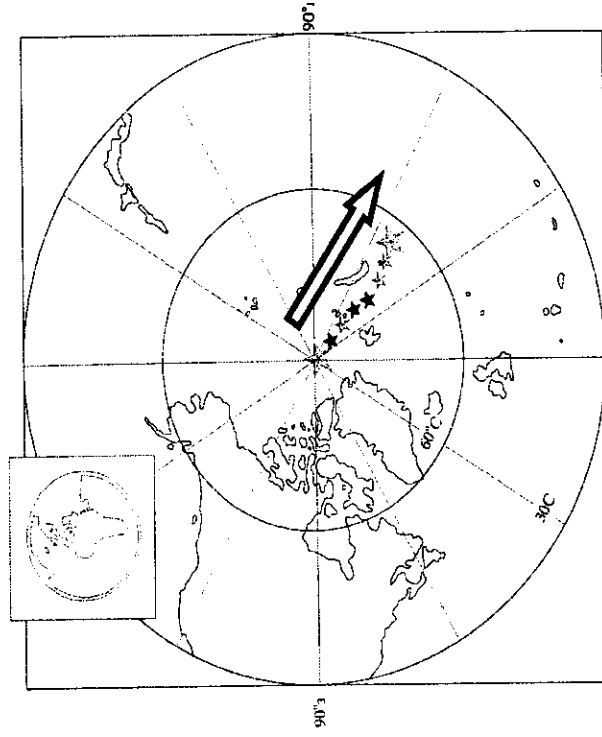
Ово је био само један у низу закључака који се односио на Земљину прошлост. Из математичког положаја полова ротације могло се донети много више, али у Миланковићево време нису биле познате чињенице до којих се данас дошло. Ту се, пре свега, мисли на све оно што су нам пружила сателитска осматрања, дубокоморска бушења, геофизичка мерења, компјутерска обрада података и нагли развој система информација. Наведимо зато да су многа схватања и сазнања из двадесетих и тридесетих година двадесетог века у многоме модификована, нека су потпуно напуштена као застарела или превазиђена, тако да ни поједини Миланковићеви делови који су се односили на нумеричку путању полова ротације нису одолели ревизији.

"У будућности, каже Миланковић, кретаће се тај пол са стално опадајућом брзином и, савијајући нешто према истоку, приближавати се тачки $\varphi = 66$ степени и 41 минут; $\lambda = 51$ степен и 18 минута која лежи у близини ушља реке Печоре, да би тек после бесконачно дугог времена онамо стигао". Дакле, по математичким порачунима Миланковић је успео да стигне, да се слободно изразимо, до "краја свега". Погледајмо зато како на основу Табеле 1 изгледа путања или трајекторија коју је Миланковић срачунао (сл. 38).

Први и сасвим поуздан утисак је да се ионако хла-

⁶ Миланковић је географску дужину обележавао са пси (Ψ), али је током времена практично свуда одомаћено да се она обележава са ламбда (λ), што је учињено и овом приликом.

дном Сибиру лоше лише - биће још хладније. Његови западни делови крећу се ка полу, као и читава Азија, са њоме Европа, њен нераздвојни део. Посматрајмо пажљиво овај процес, јер је незауостављив, као што су вулкани, земљотреси, поплаве, ротација, смена годишњих доба и да не набрајамо све оне појаве и силе које човек може само да описује, проучава и тумачи, али не на њих и да делује.



Сл. 38. Нумеричка секуларна путања полова ротације пројектована у будућност (по Миланковићевим прорачунима). Стрелицом је назначен смер до бесконачне будућности.

Пут ка северу наставиће и Скандинавско полуострво, које ће све више трпети утицај хладне сурове климе, а њени најсевернији делови полако ће постајати ледена пустиња. На први поглед ово делује супротно од онога шта је Миланковић предвидео за 28 000. годину, за гра-

ницу винове лозе, маслину, пшеницу, воће, оvas и раж. На срећу, ничег контрадикторног ту нема, јер наведена годи- на припада циклусу појачаног осунчавања, а захлађење и кретање ка северу чине природни ток кроз који ће проћи наша планета и њени поједини континенти.

У овакој причи Европа нема повољну климатску перспективу. Сем Скандинавије све балтичке земље ће доживети сличну судбину, исто тако данашњи северни део Европе, Пољска, Немачка, Данска, земље Бенелукса. Поновиће се клима из времена Вирма 3, тј. тим простра- нствима дуваће северни ветрови, а близина северном полу- условљаваће честе налете ледених таласа. Средња годи- шња температура паће за 2 степена Целзијуса, а са дода- тном близином северном полу још толико. Једном речју, опет ће бити страховито хладно.

Када се говори о кретању Европе ка северу, треба имати на уму једну веома важну чињеницу. Она се неће померати трансляторно или, да поједноставимо, све њене тачке, све низије, планине, реке и друге географске одре- днице неће имати стално исти распоред и стално иста ме- љусобна удаљења. Транслација подразумева кретање це- локупног система при чему нема непокретних тачака, а тако једно типично трансляторно кретање је кретање ли- фта или ушпињаче.

Европа ће се, међутим, кретати по веома сложеној путањи, оно ће се састојати од ротационог и транслято- рног кретања. Посматрајмо прво најпростије, транслято- рно кретање. Замислимо да Пиринеји, Алпи, Карпати и Балканиди представљају атоме који имају своје дужине и смерове. При кретању ти атоми су уређени, њихови одно- си су стални и сви подједнако учествују у премештању це- локупне масе ка северу. И било би све тако једноставно, праволинијски, како кажу физичари, да нема додатних фактора као што су промена брзине кретања, грење, тра- нсформације енергије и већ поменуте ротације. У додагна- још сложенија кретања укључују се и друге континента- лне масе, пре свега Африка као централни део једног пра- старог континента коме научници дадоше име Гондвана

по старом простору у Индији, а која већ милионима годи- на потискује европски континент ка северу.

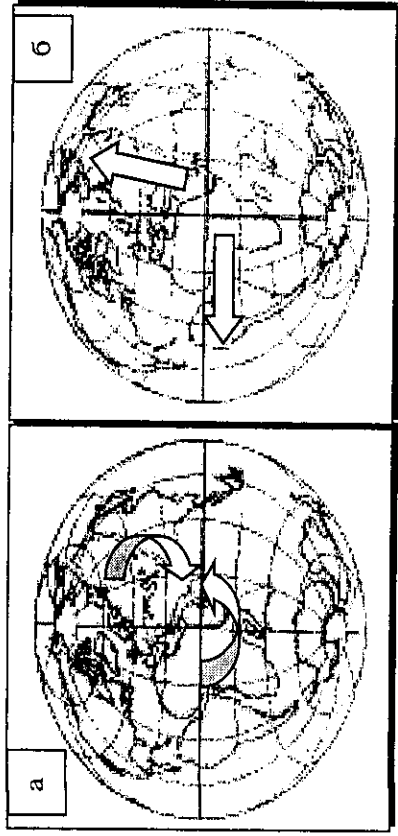
Азијски део, као моћније копно где једна трећина континента има надморску висину преко 1 000 метара, одолева тим налегима, а резултат тог "сукоба" или коли- зије, како се то у стручној литератури наводи, настали су највиши планински системи на нашој планети - Памир, Хиндукуш, Кунлун, Тјан-шан, Каракорум, а посебно Хи- малаји са највишим врхом. Монт Еверест или Чомолун- гма.

Сложено кретање доводи до поремећаја првоби- тно уређеног система, односно ентропије. Тиме се иници- јални однос атома, које смо замислили као највише плани- не у Европи, нарушава и они током времена мењају своје дужине и смер. У физичком смислу поједини врхови пос- тају још виши, растојање између система се повећава, нас- тају нова брда, продубљавају се речна корита, премештају речни токови, слежу терени и стварају дубље депресије, нестају стајаће водене површине, обурвавају падине. Алпи су све виши, Скадарско језеро као криптодепресија све нижа. Читав тај процес прати вегетација и биљни пок- ривач који је и онако угрожен природном и вештачком ерозијом; самим тим биће погођен биљни и животињски свет и на крају човек.

На свом путу ка северу Европа и Азија ће немино- вно рогирати. Посматрајмо прво какве су некада, по за- мисли и идејама научника који су дуги низ година изуча- вали прастари Земљин магнетизам, заузимали положаје ова два континента (сл. 39а и 39б).

Слике показују да се Евроазија кретала ка северу и североистоку, али и да је ротирала у смеру кретања казалеке на сату. Ако на овом континенталном простору замислимо три тачке, једну западно, другу у централном делу, а трећу на њеном источном крају или те тачке заме- нимо са положајима градова као што су Париз, Омск, Хабаровск, који су на приближно сличним географским ширинама, запазићемо да су поменуте тачке мењале своје положаје, али са различитим износима кретања. Најмање

је путовала западна тачка (Париз), а разлог је смер ротације и удаљење од положаја пола ротације. Најисточнија тачка (Хабаровск) имала је највеће износе кретања, њено удаљење од пола ротације било је увек веће од централне и западне тачке. Уколико бисмо посматрали још периферније тачке од Хабаровска, запазили бисмо још већа кретања.

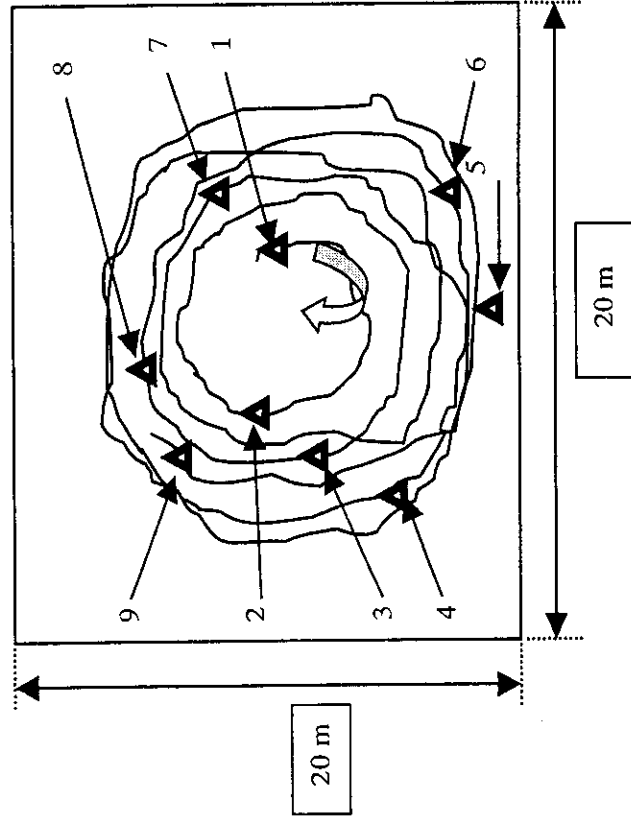


Сл. 39. Положаји континента реконструисани на основу праисторог Земљиног магнетизма. Европа је ротирана у смеру кретања казаљке на сату, а Африка у супротном смеру (а). Истовремено одвијало се и кретање Јужне Америке ка западу и Африке и Азије ка североистоку (б).

Вратимо се будућности, јер је то наша основна преокупација. Шта ће се даље догађати?

Северни пол ће током времена стицати "чврсто тло", за разлику од данашње ситуације. Приближавање обалским деловима Сибира омогућиће се веће ширење ледника који ће моћи несметано да продиру ка јужнијим тачкама. Тај утицај ће бити изражен већ у положају тачке +2 из Табеле 1 коју је приказао Миланковић, а за коју може да се каже да ће се догодити у наредних 10 - 15 милиона година.

На ове податке савремени човек, међутим, неће реаговати. Много прагматичније питање гласиће: шта нас очекује сутра, прекосутра, за недељу или годину дана или у наредних десетак, двадесетак, па и тридесетак година. На таква питања се већ траже одговори и у том смислу су јапански стручњаци осмислили програм истраживања који би требало да да одговор на питање како ће промена положаја пола ротације утицати на радне и друге способности јапанских људи. Програм подразумева истраживање северног пола, па да погледамо како се он мењао у последњих десетак година (сл. 40).



Сл. 40. Поларно кретање добијено за период од 1987. до 1996. године. Тачка 1 = 1987., тачка 2 = 1988., ... тачка 9 = 1995. година.

Истраживања белгијских научника П. Панка (Pанкa), В. Деона (Deone) и К. Брунина (Brunin) показала су да је северни пол у периоду од 1987. до 1996. године

мењао свој положај и да је максимална амплитуда 0"3. Ако то преведемо у нама разумљивији податак, тада можемо да кажемо да је "премештање" Земљиног пола на површини Земље износило око 20 метара.

Тих 20 метара практично не значи ништа ако тај податак упоредимо са брзинама кретања појединих континената које су нам познате из сателитске геодезије, астрономије, геофизике и других научних области. Поједине Земљине плоче "јуре" брзином од чак 7 - 10 сантиметара за годину дана. За око 13 година то је скоро један метар удаљавања и на први поглед чини се да није бог зна колико. Али процес није ротациони већ транслагаторан и ротациони, а то је основна разлика између "премештања" пола ротације и кретања континената. Све то доприноси не само слојенијим, већ и већим износима кретања.

Да је ротационо кретање мање изражено може да послужи низ примера. Узећемо само два: однос положаја пола из 1987. и 1993. године и однос положаја пола из 1988. и 1994. године. Њихова удаљења су готово занемарљива, иако је разлика у годинама шест. Ово може да значи да постоји једна цикличност у промени положаја Земљиног пола ротације и периодично или приближно враћање у неки ранији период или већ остварени положај.

Промене о којима је реч први је уочио енглески научник С. Чендлер (Chandler) који је радио у Кембриџу. Резултате проучавања публиковао је 1887. године, а четири године касније извршио је анализу резултата добијених из опсерваторија у Потсдаму, Пулкову, Берлину и Прагу. Нашао је две компоненте у ширинској промени положаја пола ротације: прва је износила 427 дана, а друга је одговарала годишњој варијацији. Тих 427 дана названи су Чендлеров период.

Већ поменута три белгијска научника из Краљевске белгијске опсерваторије у Бриселу начинили су једну посебну рачуницу која је пошла од резултата познатог швајцарског математичара Леонарда Ојлера (Leonard Euler). Наиме, Ојлер је Земљу представио као круто тело и дошао до резултата да је промена положаја пола имала

период од 305 дана. Оштроумни математичар је то начинио 1735. године када му је било само 28 година и када је од силног напора већ био ослабео на десно око.

На Ојлеров податак белгијска група је додала 143 дана који су представљали неку врсту корекције услед еластичних својстава Земље, а коју је увео Њукомб (Newcomb) још 1892. године. Следећи потез састајао се у одузимању 50 дана због утицаја Земљине унутрашњости на шта је Дефрис (Defris) скренуо пажњу 1948. године. Даља рачуница настављена је тако што је поново додато још 29 дана која су, да тако кажемо, "носиле" водене површине на планети, океани, пре свега. И та цифра је преузета од Њукомба коју је овај научник срачунао пред крај деветнаестог века. На тај начин добијен је податак од 427 дана, што је једнак Чендлеровом периоду.

Године 1986. Деон је увео нови појам који је назвао нееластичност. На Чендлеров период додато је још 8 дана тако да је добијена бројка од 435 дана. Шта даље?

Пол ротације ће неминовно мењати свој положај, али то неће бити тако изражено као кретање континената. Ипак, и те минималне промене биће довољне да се одразе на климу наше планете. Не смемо да сметнемо са ума да северни пол има свој антипод који се назива јужни и да све оно што је речено за један важи и за други. С обзиром да се јужни пол налази на копну, на Антарктику, очигледно је да његова промена може имати већи значај од промене на северној полулопти. Антарктик је, уосталом, планетарни климатски регулатор и са тог аспекта све што се на њему буде мењало, имаће свој одраз на удаљеним, најзглед потпуно независним пространима. Али, знамо, климатска равнотежа мора бити успостављена и уколико се наруши на једном делу Земљине лопте, неминовно ће се надокнађивати на другом.

Судбина пола ротације само најзглед неће утицати на човека. Замислимо јужни пол негде у Росовом или Рузвелтовом мору. Већ тада би антарктички део копна који носи назив Земља краљице Мод или Ендербијева земља допирао до јужног поларника, а то би битно мењало

климатску ситуацију. Самим тим човек би размишљао о насељавању тих делова копна који би имали сличну климу какву данас има Аљаска, Гренланд или северни делови Канаде. Ако је судити по оним "златним грозницама" што су захватале делове Аљаске или скорашња открића дијаманата у Канади, није искључено да тако нешто не доживи садашњи напустији део Земље.

Демографска експлозија, која се догодила само у току седамдесет година двадесетог века јасно указује да је број људи забрињавајуће висок и да се популација развијала неконтролисаним прогресијом, а да је истовремено опадао проценат обрадиве површине. Модеран човек, ма колико био модеран, никада се неће битније удаљити од свог претка из палеолита или неолита, јер ће увек зависити од мајке Земље.

Путања полова ротације неће бити математички идеална или пертурбована, како је Миланковић приказао. Сваки континент или чак свако острво, ако идемо у детаљна разматрања, имаће своју специфичну трајекторију. Генерално посматрано може и да изгледа онако како је математички срачунао Миланковић, али, уколико желимо да сагледамо неке појединости, нећемо то моћи. Северна Америка ће имати своју путању, Гренланд, пак, своју, Африка посебну, јер ће се цепати дуж Великог рова на два дела, а и поједини ситнији делови трајно ће се одвајати од ње. Бројна острва у Тихом океану имаће толико разнородно путешствије да ће реконструкција претходних положаја бити готово немогућа.

Када бисмо Земљу могли да сагледамо из неког сателита, али временски удаљени само за један милион година у будућности, сигурно би се изненадили колико се изглед појединих континената променио. Земљина динамика ће трајно красити планету и мењати њен лик, а она ће се као новогодишња јелка час китити једним, час другим рухом. Вечно плава ротираће око Сунца и своје осе, а поједина узвишења поносно ће истицати своје врхове у жељи да продру високо, чак до интерпланетарног простора, ако то буде било могуће.

Коначна равнотежа биће достигнута у коначној будућности или времену које називамо + бесконачност, а ти тренуци, дугачки као вечност, значајне и коначни крај једне планете на којој је живот био сасвим обична појава. Живот ипак никад неће бити тек нека пука случајност... Ту је, скривен или откривен, увек поред нас или далеко од нас, у простору, чак тамо где нема ни кисеоника, али вечно спреман да се покрене и започне ново битисање.

ОСУНЧАВАЊЕ У НОВОМ ВЕКУ

Којим путем се упутити, питање је које се често поставља пред човечанство у критичним тренуцима. Наравно, то је истовремено и лоша пракса или брига оних који су морали да мисле више и дубље пре него што је до кризе дошло. Тако је и данас, на прагу новог миленијума или трећег од времена од када се родио Исус Христос, а судећи по досадашњој пракси наставиће се и убудуће. По свим правилима, проблеми ће се умножавати, а број могућих решења смањивати. Поново смо, дакле, на путу који води ка кризи или бројним проблемима и великим знацима питања. Од свих тих питања изгледа да ће оно са Сунцем бити број један у двадесетпрвом веку.

Шта чинити да би се заштитили? Хоћемо ли и даље ласивно пратити како се озонска рупа шири изнад Антарктика, озоносфера истањује на делу изнад Арктика и чекају да се и тамо отвори слична антарктичкој? Да ли ћемо истовремено само опсервирати деструкцију и тиме се правдати? На ово питање као да нико неће желети да да одговор у првих десет година трећег миленијума. Када дара преврши меру и хлорофлуорокарбонат разгради озон до те мере да ултраљубичасто зрачење постане толико опасно да практично свака тачка на Земљиној површини буде угрожена, тек тада ће људи почети да схватају да Сунце и није тако мило. Фреон и спрејеви за хлађење истог ће тренутка бити на црној листи и строго забрањени за употребу, а њихове емисије у атмосферу биће редуковане и сведене на нулу. Ипак, та почетна фаза рестрикције неће моћи да заустави већ започети процес деструкције.

Агресивни хлор ослобођен из хлорофлуорокарбоната наставиће по аутоматизму да напада сваки молекул озона, узимајући му по један атом кисеоника. Тако створен хлор-моноксид неће дуго живети, њега ће разорити атом слободан атом кисеоника, али ће сада ослобођени атом хлора поново кренути да напада нови молекул озона и све тако у круг. Коначан резултат биће уништење драгоценог омогача и слободан пролаз ултраљубичастог зрачења. Сунце ће на тај начин почети да уништава живи свет на најлепшој планети свога система.

Процес разграђивања озонског омогача пратиће повећање средње годишње температуре на Земљи. Ниво Светског мора ће се издићи и многа плодна приобална тла наћиће се испод воде. Неконтролисан раст температуре угрозиће опстанак људске заједнице, јер бројка од шест милијарди становника, колико је било на планети на крају другог миленијума, биће превелика. Шта радиати са "вишком" популације? Одговор на ово питање налазиће се на удаљењу од око 80 милиона километара од Земље - на Марсу.

Већ у првих двадесет - тридесет година двадесетпрвог века кренуће први "ходочасници" на пут ка црвеној планети. Десетак година после прве доћи ће друга, а затим трећа генерација исељеника. Даће им алегорично име марсгрими што може да се схвати тројачко: људи ужасног задатка, љутити људи или, још грубље, "прљави" људи. Земљани ће их непрестано поредити са првим досељеницима Новог Света, али увек у негативној конотацији. Биће ту и елемената истине, јер ће се међу њима налазити група непоправљивих криминалаца и авантуриста, али они на сву срећу неће доминирати.

Марс ће на све њих благотворно деловати. Ти марсгрими ће створити прве колоније, развити полисе којима ће дати потпуно оригинална имена, ни налик на земалска, како су то чинили пилгрими у част своје домовине Британије. За првих сто година трећег миленијума о њима ће се мислити као о пропалим бескућницима, али марсгрими се на то неће обазирати. Док ће се Земљани

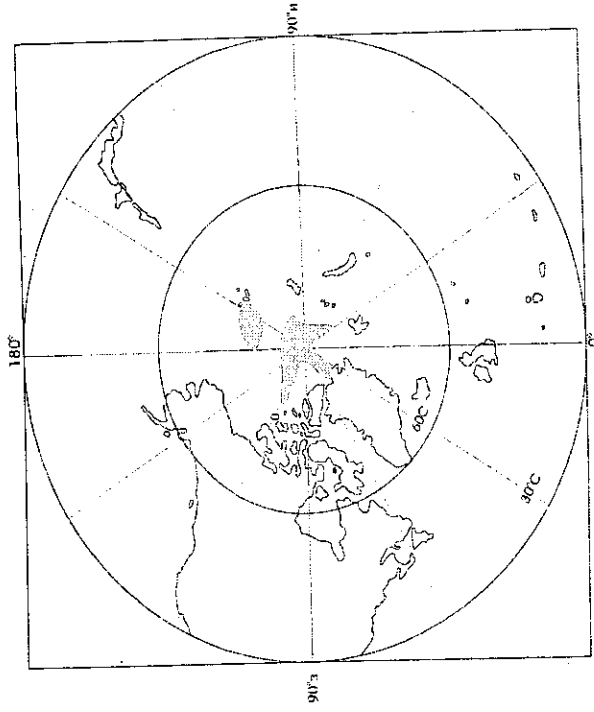
борити против вишка Сунца, догле ће марсгрими развијати своје колоније несметано. "Бескућници" ће, у другој половини трећег миленијума решити главно питање водо-снабдевања, што ће им омогућити даљи просперитет. Са изграђеним путевима и каналима којима ће транспортovati воду од колоније до колоније, почеће да освајају широк простор на северу Марса, нешто јужније од ледене капе која се назива Вастигас бореалис и то претежно по географској ширини. Кратер Миланковић, који је на самом ободу ове зоне, уредиће као метеоролошки центар из кога ће потицати све временске прогнозе за овај део планете. Даће му име Соларни дијаметар.

О марсгримима би могло још много тога да се каже, али то би онда значило скретање са главне теме. И сами досељеници ће током времена настојати да се дис-танцирају од матице, крену потпуно независним путем и развију свој оригиналан и прилагодљив приступ средини, разумљив духу нове природе. Бежећи са Земље, истовремено ће бежати из канди еколошки уништене планете и то никада неће заборавити. Дух Марса ће се урезати у све поре марсгрима и већ друга генерација неће много мари-ти за матичну планету.

Али вратимо се на Земљу, јер ће се тамо одвијати много драматичнији догађаји. Интеракција Сунце - Земља биће знатно измењена на штету живог света. Главни кривци ће се, наравно, вешто прикривати, објашњавајући свету како се развој индустријализације није могао у потпуности контролисати, јер је то била историјска неминовност. И док се буде јалово расправљало, догле ће се озонски омотач тањити, а рупа над Антарктиком ширити.

Што је најгоре, отвориће се још две нове над северним полом од којих ће она већа изнад самог пола почети да се развија по дужини у три крака: један ће ићи ка Шницбершким острвима и Скандинавији, други ка Аљасци, скоро истом трасом коју је превалио Амундсен 1926. године када се упутио са рта Бароу до пола, а трећи ка Гренланду и Елзмировој земљи (сл. 41). Биће то нова, еколошки неопростива грешка човечанства.

Са тенденцијом даљег ширења и спајања у једну целину, озонска рупа над Арктиком ће мењати свој положај и час доспевати до појединих континенталних делова на западу, час на истоку, час на југу. Број оболелих ће се непрестано повећавати, посебно ће болести коже и карцином бити изражени, а имунитет људи и животиња ће драстично опасти. Мутирања ће постати честа појава, као и клонирања.



Сл. 41. Озонске рупе отворене изнад Арктика у току прве половине двадесетог века.

Ледени брегови ће затворити Дрејков пролаз, док ће се пустиње све више ширити. Поједини предели ће због кобно изгледати у свом авестињском и беживотном пејсажу. Намибијска пустиња ће у том погледу предњачити над свим пустињама - њено тло практично неће оквасити ни кап кише преко двадесет година. На њему ће остати само скарабеја, црно-бела буба, симбол опстанка у немогућим

условима.

Првих педесет година двадесетпрвог века биће време грчевите борбе за опстанак човечанства. Овако суморну слику уопштуваће еколошки уништена биосфера, иста та средина која је у току дуге геолошке историје Земље настала као резултат активности живих организација и процеса разарања материје и енергије унутар њих самих или у процесу размене са околном неживом срединам. Сав тај вишевековни склад атмосфере, хидросфере и литосфере и њихови биогеохемијски циклуси размене материје и енергије биће разорени деловањем човека. Процеси кружења кисеоника, угљеника, азота, фосфора и сумпора као најзначајнијих елемената у биогеохемијском процесу одвијаће се под знатно већом енергијом Сунца. Ово ће имати само једну позитивну страну - нагло ће се развијати употреба соларне енергије које ће бити на претек.

Под жарким зрацима Сунца са лица Земље нестајаће тундре, а са њима екосистеми високих географских ширина. Посебно ће бити угрожена фауна, а број поларних вукова, арктичких лисица, хермелина и леминга рапидно ће се смањивати. Нажалост, нестаће поларне коке и поларне сове, али ће се зато комарци размножавати геометријском прогресијом. Врло брзо постаће истински господари ових сувоземних области, а једна врста ће мутирали и практично угрозити човеково битисање у овом делу планете.

Проблем воде ће постати доминантан. Ни нафта ни злато неће вредети колико ова благородна течност. Услед издизања Светског мора сви токови ће бити краћи, колпа више неће бити 29% на планети, већ испод 25%. Смањиће се површине под биљним културама, пашњаци и степе, шуме, што ће аутоматски утицати на производњу хране.

Повећана количина Сунчеве енергије омогућиће већи проток енергије кроз екосистеме, али и много интензивнију фотосинтезу. Шума ће, како је већ речено, бити мање због губитка кошна, али ће зато стабла и листови

бити знатно већих димензија. Број мочвара и бара ће се, такође, смањити, а специфичан живи свет копнених водених средина проредити. Дефинитивно ће у првих педесет година трећег миленијума нестати микроорганизми у више соким мочварама. Разлагање органских материја више неће бити, тако да ће ретка мочваришта постати извори специфичних мириса. Нестаће црни даждевњаци и триголни, а и онако велики недостатак кисеоника у мочварама постаће још већи.

Осунчавање планете неће тећи природним циклусом. Уместо да се одвија процес хлађења и лагани ход планете ка новом леденом добу, како је срачунато на основу астрономских елемената, одиграваће се супротан циклус. Узрок томе је, наравно, човек. Изгубивши велики део обрадивог земљишта услед подизања нивоа Светског мора, суочиће се са проблемом глади који неће моћи да реши на одговарајући начин. Биће потребна брза оријентација на експлоатацију нових водених средина, али и ту ће настати неочекивани проблеми. Температуре свих тих вода ће порасти што ће за последицу имати да ће поједине врсте риба, неприлагођене новим условима, масовно угинути. Поједине врсте ће престати да прате морске струје и реаговаће слично као у времену познатог ефекта Ел Ниња.

Најтеже ће опстајати индустрије за производњу нафте и гаса. Потрошња ће драстично опасти што ће довести до масовног отпуштања радника са посла, а увећање броја незапослених значиће регрутовање нових незадовољника и немира у друштву. Експлозивно стање ће се тешко контролисати, јер ће постојати више извора жаришта.

Планета ће сама по себи постајати немирна. Са повећаним бројем земљотреса, активних вулкана, суше, поплава и оркана свет ће све више тонути у пропаст и разарање. Апокалиптично стање ће додатно оптерећивати повећана активност на Сунцу што ће само мултиплицирати трагичне догађаје на планети. Популација ће неминовно опадати, а само ретка подручја, екоозаје, у

којима се неће осећати штетни утицаји постаће заштићене зоне као некада средњовековне тврђаве. У те зоне се неће моћи ући, јер ће их штитити до зуба наоружани чувари. Свуда око тих екооаза налазиће се, пре свега, скитнице и просјаци које нада неће напуштати - сви ће очекивати да се некако пробију у забрањене градове и нађу спас иза зидина.

Све ће то подсећати на Камилу "Кугу", јер ће "сиромашни, које ће мучити глад, помишљати, са још већом чежњом, на суседне градове у којима ће живот бити слободан и у којима хлеб неће бити скуп". И као врхунац свега "постојаће беспрекорна једнакост у смрти, но такву једнакост нико неће желети".

Планета ће тонуту у пропаст, а куга прве половине двадесетпрвог века сваки даном ће све више узимати свој данак. Изгледаће да је деструктивни процес незаустављив и да трагедији нема краја. Сунце као да нико неће волети ни желети, јер неће бити извор живота, већ узрок многих страдања и смрти.

Овакве догађаје поједини су предвидели, међутим, свима њима у основи је био Трећи светски рат, атомска катастрофа и разарање планете најмодернијим оружјем. Све ће бити по концепту Ајнштајновог принципа да му није "познато" које ће се оружје користити у том рату, али да је сигуран да ће у Четвртом светском рату главно оружје бити каменеце! Враћа ли се човек у ново камено доба?

Почетак друге половине двадесетпрвог века представљаће врхунац апокалиптичног стања. Средње годишње температуре ће бити веће за скоро 3 степена од средњих годишњих температура с почетка века. Главна питање, како зауставити неконтролисани раст и вратити планети претходно климатско стање, неће моћи да се реши. За спасавањем ће се интензивно трагати, али оно неће моћи да искрсне преко ноћи. На крају крајева, ни сам узрок није настао у кратком временском периоду. Поједини статистичари ће упорно доказивати да је за развој деструкције било потребно око 35 година и да ће се

процес комфорно пресликати, тј. да ће исто толико трајати агонија света, значи до половине новог века, али под условом да се деструкција безусловно прекине.

За дивно чудо, њихови прорачуни ће се показати тачним. Први повољни знаци које ће сателити послати на Земљу крајем шесте деценије трећег миленијума касије ће бити проглашени за празником Земље у читавом свету. Шта ће се догодити? Над Антарктиком озонометри ће први пут показати да се величина озонске рупе смањује. Биће то догађај који ће се прихватити двојако: оптимисти ће сматрати да је то почетак краја пропасти човечанства, док ће песимисти све резултате примити са резервом и доказивати да је у питању лукава пропаганда. На сву срећу, неће бити у праву и то ће се две године касније и потврдити.

Коначно, свет ће почети да се ослобађа вишка Сунчеве енергије.

Почетак ће, као и сваки, бити тежак, али, по свему судећи, једино могућ. Планета ће се буквално очистити свег зла које је на себе примала у току дугог низа деструктивних година. Сунчева зрачна енергија ће лагано опадаати, а средња годишња температура ће се враћати у нормални и за човека прилагодљив ниво. Озонски омогач се неће регенерисати тако брзо, али ће најважније бити да се стабилизује и лагано ревитализује. Грмљавине и кише ће постати честа појава, али благородна и пожељна за све пределе. Природа ће опет почети да цвета, а са њом и све живо на планети. Све то подсећаће на изненадно откриће рибе шакоперке, латимерије у Индијском океану, у средњој близини Мадагаскара за коју се мислило да је одavno изумрла (сл. 42).

Изгледаће као да се живот рађа ни из чега или као да је у питању чаробан процес.

Коначно ће 2075. године бити формиран Савет планете и човечанства као врховно тело. Сачињаваће га само тридесет одабраних људи, по пет са сваког континента. Имаће извршну и неограничену власт, а као главни задатак поставиће себи да Земљу заштите, пре свега, од

негативног човековог утицаја. У првом извештају мораће да признају да је захваљујући кагастрофално лошем газдовању природним ресурсима с краја двадесетог, а посебно почетком двадесетпрвог века дошло до масовног уништења флоре и фауне, као најважнијих елемената планете, а затим и човечанства. Извештај ће овим добити посебну тежину, јер ће дефинитивно бити одбачен егоцентрични систем, као некада геоцентрични у средњем веку и времену инквизиције, и постављен екоцентрични, као некада хелиоцентрични.



Сл. 42. Латимерија, риба - фосил, симбол дуговечности, пронађена у водама Индијског океана код Мадагаскара.

Победиће биодиверзитет и то ће званично бити проглашено на сваком делу планете. Земља ће постати свеукупни национални парк и све даље активности, разграђивање природе, уништавање шуме, исушивање мочвара или експлоатација минералних сировина, израда рудника, изградња станова, пословних центара, индустрија, па чак и игралишта за голф мораће да прође ригорозну контролу комисија које ће Савет формирати. Једном речју, све ће бити подређено природи као победнику - власнику планете.

Вратимо се само на час у Миланковићеву младост или време с краја деветнаестог века. Млади Милутин је већ тада себи постављао питање ко створи све то што види око себе. Учећи Стари а потом и Нови завет прокламовано му је да је у свему учествовао Бог. Али када се по-

саветова са Пајом, руководиоцем њихове трговачке радње и човеком кога су сматрали за најумнијег и најпоштнијег, добио је сасвим другачији одговор. За њега је брадати бог била само фигура за непросвећени свет, бог је уствари била природа. Саветовао му је да поразмисли о томе, па ће увидети да је тако, али га је истовремено молило да ником не казује то што је од њега чуо. Наравно, била је то јерес коју још тада многи нису могли да прихвате, иако је, рецимо, од Кант-Лапласове хипотезе насатанка Сунчевог система прошао скоро један век. Исто толико времена је прошло од Наполеонове примедбе, тадашњег конзула Француске, који је Лапласу (Laplace) пребацивао да у његовој хипотези о стварању света нигде нема помена Бога. И сам Лапласов одговор да му такве негачности нису биле потребне, довољно је говорило да је већ на крају осамнаестог и почетку деветнаестог века било извесно да је Природа та која ствара, разграђује и поново ствара.

Савет планете и човечанства ће, према томе, дефинисати главне циљеве битисања на Земљи. Поучени горким педесетогодишњим искуством из прве половине двадесетпрвог века у коме је са лица Земље за сва времена на нестало преко 200 ретких врста фауне, око 100 врста флоре и скоро 1 500 000 људске популације, донеће планетарну одлуку о трајној заштити Земље и свих природних богатстава на њој. Тиме ће коначно бити заштићени многи дотад незаштићени ресурси или екосистеми о којима нико дотад није водио посебну бригу - заштићене ће бити шуме Амазона, китови Северног леденог океана, птице селице, мочваре, делте, језера, планине, четинари, мрки медведи, сибирски тигрови и много што-шта. Истовремено, дефинитивно ће бити склољена књига о неконтролисаној трци за наоружањем, индустрији по свакој цени, пестицидима и вештачким ђубривима, нуклеарној енергији, фосилним горивима и складиштима опасних материја. Биће донета одлука о брзој трансформацији свих привредних система, прелажењу на коришћење соларне и енергије ветра, плиме и осеке, хидро потенцијала, гео-

термалне енергије, коришћењу ледених антарктичких брегова и свих других, пре свега, обновљивих извора енергије.

Догодиће се преокрет: екоцентрични систем ће званично бити прокламован и ту више неће бити повратка на старо. Многи ће овај закон поредити са коперниканским обртом, Гутенберговом штампаријом или француском буржоаском револуцијом и биће у праву. Победиће природа, а са њоме и човек.

На крају двадесетпрвог века Сунце ће поново објавити планете свог система по истим оним законима стима небеске механике који су важили и у претходним еонима. Трећа планета ће бити осунчавана тако да ће неминовност звано ледено доба постајати очекивана стварност. Уосталом, то ће бити само цикличност или природна појава као што су гравитација, магнетизам, ротација или кретање континента. Миланковић ће опет бити у праву, а наука која ће изучавати све те ефекте везане за климу планете и уопште геофизичке феномене и појаве у атмосфери, биосфери и литосфери сврстаће се у једну науку коју ће једноставно називати "миланковићологија".

Двадесетдруги век ће започети са неохуманизмом и неоромантизмом - све заједно чиниће неонатурализам или божанство природе.

"ОБРИСИ" БУДУЋНОСТИ

Миланковићеви погледи у будућност остварени преко дијаграма осунчавана прошлих времена недвосмислено су показали да ће ново ледено доба доћи као неминовност и да га треба очекивати за око 12 000 година. То ће бити време нове глацијације која ће се лагано развијати, средње годишње температуре ће постепено опадати, а лед ће се ширити и освајати просторе почев од виших ка нижим географским ширинама. Земља ће утонути у хладне окове, нестаће многе природне лепоте Северне Америке, Европе, Сибира. Сва та пројекција изгледаће као данашњи Антарктик или Гренланд, а само ће огољени планински врхови или нунатаци тужно штрчати као какви споменници дубоко прикривајући многе природне лепоте ове планете. Испод снега и леда лежаће замрзнуте реке, ливаде, фјордови, тундре, градови, села, понегде и људи, фауна и флора, све оно што је некада одисало живогом и радошћу.

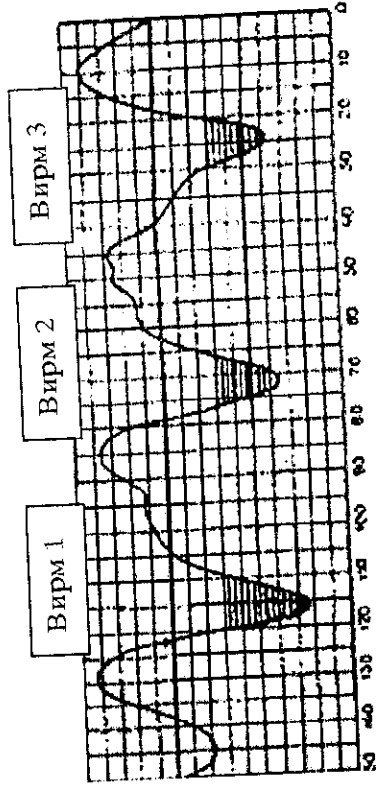
Човек тог доба или време шеснаестог миленијума биће време дубоке свести и значаја природних промена. Ново ледено доба неће представљати ни изненађење ни непремостиву препреку за даљи развој цивилизације. Велики део људске активности одвијаће се на просторима изнад замрзнуте Земље или дубоко у њој, у деловима какадског или скандинавског штита. Човек тога доба имаће крајње прагматичан приступ и све што се буде догађало у вези развоја леденог покривача имаће практичан значај. Поједини делови ће се интензивно експлоатисати и преносити у екваторијалну зону за потребе водоснабдевања, наводњавања или одржавања живогних намирница на

ниским температурама. Та размена доносиће добар профит од кога ће имати користи читава планета. Наравно, биће то време у коме се неће разликовати ни народи, а ни расе. Понулација ће бити "приземљена" претежно на географским ширинама 40 степени северно и јужно од екватора, а они који буду битисали у надземним станицама налазиће се високо изнад ледене масе.

Пре самог налета ледених пипака и сигурног надоласка новог климатског минимума дуго се расправљало о питању да ли ледено доба треба спречити или му дозволити да се циклично развија. С обзиром да је још од Миланковићевог времена било познато да је за настанак глацијације неопходно потребно да се испуне тачно одређени услови или склопе ексцентрицитет, прецесија и нагиб осе ротације, пошло се од чињенице да би само један од датих астрономских елемената требало поремегити и тиме све процесе зауставити. Изгледало је да је најједноставније одржавати нагиб осе ротације на 23,5 степени и тиме омогући да се осунчавање начини константним или блиско томс.

Други су, пак, били мишљења да се то не чини, већ, напротив, дозволи нагомилавање снега. Предлагано је да се на критичној географској ширини у току летње полугодине уклони неоготљени слој снега из претходне зиме и тиме омогући даље загревање Земљине површине, а онемогући ширење леденог покривача. Тај вишак би се транспортовао у безводне пределе чиме би се добила вишеструка корист. За критичне географске ширине проглашене су оне на 65 степени северне географске ширине, што значи да је поново потврђено да су Миланковићева и Келенова схватања и прорачуни били апсолутно исправни. Нешто касније ова гранична баријера, која се скоро поклапала са северним поларником, коригована је за 10 степени јужно, а тиме је континентална зона проширена на велике делове Северне Америке, почев од Александровог архипелага на крајњем западу Канаде, па преко централних делова Саскачивана, северно од великог језера Винипег и Манитобе, све до Лабрадора, Њуфаунд-

ленда и рта Харисон до истока Канаде. Далеко већи проблем био је за Европу, јер је за мањи континент свако територијално смањење простора истовремено значило ненадокнадив губитак. Прихватање оваквог стања представљало је помирење са чињеницом да се губе један Исланд, половина Велике Британије, Јиландско полуострво, читава Скандинавија, половина руске Источно-европске низије све до Урала. Азија је као у време Вирма 3 губила малу територију захваљујући, пре свега, источно сибирском високогору и природним баријерама што су је чинили планине Средњег Сибира, Верхојанск, Черски и Колима. Ни овакво опредељење није много одударало од Миланковићевих прорачуна везаних за математичку климу и астрономску теорију климатских промена, јер су и ове географске ширине биле предмет његових разматрања, тако да је као заштитни знак свих наведених предлога уведен и поново оживљен његов дијаграм осунчавања, премда овога пута само за последња три глацијална периода (сл. 43).



Сл. 43. Миланковићев дијаграм осунчавања за последња три глацијална периода: Вирм 3 са минимумом осунчавања пре 25 000, Вирм 2 пре 72 000 и Вирм 1 пре 115 000 година.

И поред свих добрих предлога у вези заштите од новог леденог доба коме су дали назив Вирм 4 и за који су

предвиђали да ће бити веома сличан Вирму 3, ипак није превагнула ни једна од предложених опција. За одржање нагиба осе у границама од 23,5 стелени сматрало се да би било противприродно и да би грубо нарушавало циклусе који су се догађали у прошлости и који треба да се пројектују у будућност. Краткорочно, можда би то било позитивно решење, али када су улитани стратегији, фугуролози и математичари за мишљење није се могао искристалисати ни један реалан резултат. Дугорочно посматрано, све опције су биле апсолутно отворене, али су њихови коначни ефекти били удаљени и у великој мери недокучиви.

За баријеру на 55 стелени северне географске ширине било је доста присталица, зато што су многи демографски прорачуни показали да миграција становништва са севера не би битно угрозила егзистенцију аутохтоне популације на југу. Чак ни транспорт снега и леда не би изискивао велике инвестиције, већ, напротив, одређени профит. Ово је било много прихватљивије, све док изнеда већ усвојен план није преокренула једна ситуација - могућност наглог отапања леда са севера. Било какав температурни поремећај или термални подстицај (дозитивна агитација у виду блиског проласка неког небеског тела поред Земље, повећан вулканизам или нешто треће), довело би до наглог отапања и ефекта библијског потопа. Такву силу ништа не би могло да заустави у њеном рушачком налету. Био је то довољан разлог да се свака даља размишљања одбаце и коначно донесе једина могућа пресуда - нека природни ток тече онако како се то одвијало већ хиљадама година дотад.

По ко зна који пут природни циклус се показао најбољим. Ево како би изгледао извештај у далекој будућности за ледено доба названо Вирм 4.

Северни део планете је утонуо у дубок зимски сан, лед је окувао све планинске врхове преко 2 500 метара надморске висине, а средња годишња температура је пала за 2,4 степена Целзијуса. Било је хладно и сурово за живот на географским ширинама вишим од 50 степени северно и јужно од екватора, али се паметном организацијом и

правилним просторним распоредом популације све се надокнађивало. Живело се на мањим просторствима у широј екваторијалној зони и дубоко испод леда практично на свим деловима планете. Вирм 4 је спремно дочекао, премда су многи са правом негодовали што је званично усвојен тај назив. Било како било, створен је потпуно нови екосистем на Земљи који се одржавао на јединствен и необичан начин.

Човек је успео да спласи многе фаунистичке врсте, али је флора, нажалост, у великој мери страдала. Нестале су читаве шуме и неповратно су изгубљена ретка стаблота стабла скандинавских и канадских предела. Једна група посебно обучених биолога, међутим, успела је да изолује сва семена једног дела финске шуме и на подручју централне Турске клонира флору и у потпуности реконструише просторни распоред стабала. Био је то успешан експеримент којим је доказано да ће по престанку дејства Вирма 4 сви шумски ресурси бити обновљени по већ припремљеним каталозима.

Оно што ће се трајно променити биће ново, умивно и чисто лице наше планете. Планински предели ће бити "исполирани", биће непознатих језера, ледничких "ока", усечених обала и фјордова, остављеног големог моренског материјала, али и ератичких блокова. И Вирм 4 ће као сва његова претходна "сабраћа" у историји Земље оставити своје отиске будућности за које ће човек даљеким миленијумима једноставно рећи "било, па прошло".

Али колико год времена у свему томе буде процицало и колико год се догађаја буде дешавало, увек ће остајати име Милутина Миланковића као нешто трајно и непролазно. Цикличност у осунчавању неће моћи да сиречи никаква сила, јер је у свему томе највећи бог Сунце које ће упорно диктирати процесе олстанка на Земљи, сласти већу или мању количину зрачне енергије, послешивати фотосинтезу, мењати упадни угао својих зрака, доносити штетне или корисне честиче. Ипак, све те догађаје Миланковић је својим формулама обухватио и на чудесно једноставан начин објаснио.

Путоваће наша планета у све новија и новија ледена доба; путоваће својом орбитом и остављати трајекторију у васиони као што континенти остављају трајекторије својих положаја стенама у меморији. Те небеске трагове чува небеска механика и један од њених дивова са чијих се рамена може сагледати истина од Земљиног језгра, па све до краја Сунчевог система. И коначно, када нам се срца заведе, када отпутујемо у хибернацију или нирвану, увек ће се негде далеко од нас јављати ехо који ће нас опомињати да "тајна човековог живота није у томе да само живи, већ у томе зашто живи".

ПОГОВОР

З а Милутина Миланковића време као да не постоји. Можемо га пронаћи свуда, и у прошлости, и садашњости, и будућности, потребно је само мало боље продрети у суштину онога што је крстарећи небеским сводом остављао за собом као светли траг у виду дијаграма осунчавања. Хватајући сваки зрачак Сунца што је преваливао растојање од једне астрономске јединице од Сунца до Земље, истовремено је сазнавао о узбудљивим причама из геисторије које су заокупљале пажњу многих, али, писане у загонеткама и са доста празнина, нису могле бити разумљиве за све. Када је маестро математике узео у своје руке диригентску палицу и као марљиви археолог отпочео да прекопава сваки кутац човековог праскозорја, тек тада се књига успомена у потпуности отворила и сваки редак њених догађаја био је разоткривен прво пред генијем, а затим дат на дар свима онима који у то нису могли да верују. Увек је то тако: велико откриће мора да прати сумња, али када стубове сумње сруше време и докази, онда као плима или бујица надолаци слава и бесмртност. Зато је Миланковић велики.

Али застанимо на тренутак на самом открићу и осећају који је Миланковића морао да прожима када је из својих бројки читао временску сагу. Вероватно да је то било његово друго чедо, исто какво је био син - јединац Васко, али, настало и дефинисано у зрелијим годинама, чедо које се волело на другачији начин. Иако га Европско геофизичко друштво назива оцем модерне климатологије и климатског моделирања, ипак се Миланковић према свом раду званом дијаграм осунчавања односио као мајка. Брижно га је неговао од 1912. године, па све до 1941., више

од времена пунолетства, а посебно при крају свог живота када су му крила подседали зли и незналице.

Осећај новог сазнања морао је бити величанствен и непоновљив. Миланковић је неминовно у дугим ноћним часовима које је проводио сам и скоро изгубљен, како каже професор Томић, осећао хладне северне ветрове који су господарили леденим густарама Европе и Америке или ветрове који су разносили лес на простору од Бретање и Нормандије у Француској, па све до крајњег истока, до Манџурије и Кинеске низије. Први који је видео планету у њеном стадијуму без живота на великим континенталним просторима био је Милутин Миланковић. Сагледао је ледене нишке који су се злокобно ширили са планинских врхова у долине стране, али и још страшнији инландајс који је са најсеверније тачке незадрживо продирао у колно Северне Америке и Европе. Тај први осећај морао је бити величанствен. У једној малој београдској улици, у делу града који се назива Професорска колонија рађала се оригинална прича о односу Сунца и Земље.

Живот се у појединим фазама развоја једноставно претрчи. Такав темпо издиктирају догађаји и околна средина и врло често се догоди да се појединац после двадесетак - тридесет година осврне за собом и једноставно констатује да је у том ковитлацу живота опет дошао на постољак - као да ништа није учинио или као да није постојао. То је тужна прича, јер у себи не носи ни зрно мудрости, већ стихијност и лаковерну поводљивост.

Миланковић нас учи нечем другом. Догађаји ће се збивати, њих не можемо да спречимо, али из сваког треба пронаћи корист. Брзина оцењивања значаја и безначаја била је Миланковићева сабља оштрица. Њоме је секао све људске глупости и сујеверја и одбацивао у корпу за отпатке као хирург тумор из оболелог организма. Његова сабља није знала за милост нити се више икада враћала на поприте претходне битке - она је морала бити добијена одмах и за сва времена, јер у супротном увек је претила латентна опасност да се проблем регенерише и постане још опаснији противник.

Када се за Миланковића каже да је незаинтересовано ишао кроз живот и да га многи догађаји нису могли уздрмати, онда се чини једна велика и рекли бисмо неопростива грешка. Није Миланковић био Баш-челик, био је то човек који је ходао по Земљи, али истовремено и човек који је разумео планету и Сунчев систем. Из тих разлога увек је непогрешиво разликовао шта је примарно, а шта секундарно. Због тога је његов психорегулатор увек умео муњевито да оцени чему и колики значај треба придати, а шта одбацити као сувишно. Онај који је размишљао о планетарним односима и законима кретања у систему Сунца свакако да није могао истовремено да се бави и проблемом пијачних цена или уређењу парка. Зато ни светски ратови, ма колико били светски, нису могли да оставе трага у њему, иако су му браздали душу и одузели мали драгоцене часове. Када није радио или када је био спречен да обавља ту племениту функцију, понашао се као лав у кавезу. Али разлика је била у једном: Миланковић - лав је увек умео да пронађе пут ка слободи која се звала само једним јединим именом - наука.

Миланковић је о себи још за живота много тога рекао, а највише у делу "Кроз васиону и векове". Зато су га с правом многи и називали путником кроз простор и време и то ће остати његов синоним за сва времена. И поред свега тога много чега је остало недоречено, а када се цивилизацијски развој захуктао и поспешио динамични ток науке и технике током друге половине двадесетог века, тек тада су почеле да се разоткривају многе празнине и непознанице везане за Миланковића. Компјутерска ера је посебно разголитила планетарне "беле мрље" или Земљин мозаик прошлости, садашњости и будућности коме су недостајале многе коцкице. Миланковић је одједанпут изронио из таме као антички филозофски гигант Демокрит и истог тренутка изгубио сопствено власништво и постао својина читаве планете.

У ком је заправо времену наш научни јунак?

Миланковића смо пронашли у прошлости и као путника и као тумача промене климе тих прохујалих доба.

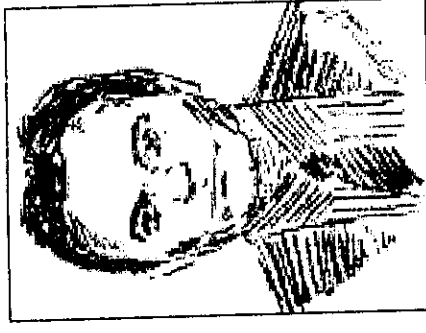
Миланковића смо упознали и у садашњости, био је реалан и оновременски човек коме ништа што је људско није било странио. Миланковића налазимо и у будућности; опет је његов дијаграм осунчавања светлоники за оно што је пред нама и што морамо да доживимо. Судбински везани за ову планету, истовремено морамо да преболимо све њене ране.

За Миланковића временске димензије не постоје: ванвременски и у бесконачном низу, он никада није вапио као Микеланђело "боже, дај да живим више него што могу!" Живео је тако што је непрестано ишао ка свом циљу, никада не застајући да се камењем баца на сваког лса који би залајао на њега, јер је знао да тако никад неће стићи до задатог циља. И нека ова донекле модификована мисао Фјодора Достојевског буде допуњена мишљу шведског биолога Карла фон Линеа (Carl von Linné): "Природа нам даје кратак живот, али успомена на живот спроведена у корисном раду остаје вечна". Миланковић се заиста тешко може заборавити. Уосталом, онај ко заборавља није ни вредан помена.

БЕЈЕШКА О АУТОРУ

Др Владо Милићевић је рођен 1951. године у Земуну. Школовао се у Београду где је завршио основну и средњу школу, као и Рударско-геолошки факултет. На истом факултету је магистрирао 1993, а затим докторирао 1996. године. Радио је у Геоманетском институту од 1980. до 1997. године, а од 1997. ради у Геоинституту као научни сарадник. Доцент је на трећем степену Рударско-геолошког факултета на Катедри за геофизику, за предмете магнетостратиграфија и циклостратиграфија.

До сада је објавио 75 публикација у земљи и иностранству од чега је половина на енглеском језику. Написао је књижицу "Милутин Миланковић - живот и дело" (1995) у издању Истраживачке станице у Петници, научно - популарно дело "Сјај звезде Миланковић" (1997) у издању Рударско-геолошког факултета, као и монографију "Палиспастика Херцинида у кучајској зони источне Србије" (1998). У припреми су књига "Миланковић у делима и слици" и удбеник "Основи магнетостратиграфије".



Учествовао је на више међународних научних скупова европског друштва за геологију или геофизику у Килу, Стразбуру, Болоњи, Шопрону, Атини (два пута), Солуну. Радио је у најеминентнијим лабораторијама у Цириху, Паризу и Будимпешти. Теренски је обишао практично све делове бивше СФРЈ и Мађарске. У последњих петнаест година учествовао је на скоро свим значајним националним скуповима везаним за актуелне проблеме геологије и геофизику.

Др Миланковић је један је од најбољих познавалаца Миланковићеве теорије осунчавања. Добитник је награде "Јован Жујовић" за 1997. годину. Дугогодишњи је предавач у Истраживачкој станици Петница, члан је програмског одбора. Главни је и одговорни уредник водећег националног часописа "Радова" које издаје Геоинститут. Уредио је монографију "50 година Геолошке и хидрометеоролошке школе Милутин Миланковић" 1998. године.

У периоду од 1997 - 2000. године одржао је низ полупларних предавања по градовима Србије о животу и делу Милутина Миланковића (Кикинда, Зрењанин, Нови Сад, Смедеревска Паланка, Београд). Тим поводом организовао је радију и телевизију. Био је председник организационог одбора симпозијума "Миланковић - јуче, данас, сутра" који је одржан у новембру 1999. године на Рударско-геолошком факултету у Београду. Заједно са проф. др Мирославом Старчевићем уредио је Зборник радова са истоименог симпозијума. До сада је написао 12 стручних и научних радова о Миланковићу и његовој теорији осунчавања.

ИНДЕКС ЛИЧНИХ ИМЕНА

- А**
 Аверкамп Барент, 89
 Аверкамп Хендрик, 89
 Ајнштајн Алберт, 34, 42, 59, 202
 Алварез Луј, 69
 Алфен Ханес, 138, 137, 138, 160
 Амундсен, 105
 Анаксимандар, 60
 Андрић Иво, 3
 Аполоније, 60
 Апостата Јулијан, 60
 Аристарх, 37, 60
 Аристотел, 60, 131
 Архимед, 60
- Б**
 Балард, 153
 Баренц, 30
 Бартелс Јулиус, 129, 143, 144, 260
 Бафин, 30
 Бејтс Дејвид Роберт, 129, 145, 146
 Бергерон Тор, 140
 Белт Корнелис, 89
 Берге ван ден Кристофел, 89
 Берст Антони, 89, 90
 Берстратен Антони, 89
 Брен ван Адам, 89
 Берже Андре, 65
 Беринг, 30
 Бенсон, 153
- В**
 Вајагић Здравко, 120
 Вајхарт Емил, 143
 Ванга, 171
 Вегенер Алфред, 18, 87, 99, 105, 140, 154, 155, 156, 184
 Вегенер Елза, 140
 Велс, 65
 Велс Х. Ц., 57
 Верн Жил, 171
 Веселиновић Јанко, 3
 Веслучи Америго, 159
 Виланд Ерхард, 150
 Винчи да Леонардо, 131
- Г**
 Галилео Галилеј, 18, 41
 Гама де Васко, 216
 Гасман Фриц, 149
 Гаус Фридрих, 76
 Гете, 160
 Гилберт Вилијем, 76, 82
 Гојен ван Јан, 89
 Грифитс, 153
 Гутенберг Бено, 129, 140, 141, 142, 162, 184

- Д
Далтон Џон, 129, 131, 132, 142, 160,
Дарвин Чарлс, 105, 168
Дарси Хенри, 129, 135, 136, 160
Де Гер, 21
Дежњев, 30
Декарт Рене, 33
Деон В., 192, 193
Достојевски Фјодор, 216
Демокрит, 151, 215
Дрејк, 159, 199
- Е
Екман Ванг Вилфрид, 134
Емилијани Чезаре, 102
Елдер Грифер Јан, 89
Ератостен, 37, 60, 61
Еудокс, 60
Еуклид, 60
- Ж
Жар Жан Мишел, 45
- И
Илис Хенинг, 149
Имбри Џон, 130
Ирвинг, 154
- Ј
Јовановић Паја, 125
Јокановић Владимир, 125
Јуинг Мариус, 148
Јури Харолд, 102
- К
Калкањило Ђилдо, 150
Ками Албер, 202
- Кант, 205
Караџић Стефановић Вук, 3
Картје Жак, 113
Кивјеје Жорж, 168
Касни Доминик, 33
Келвин Виљем Томсон, 138
Келен Владимир, 27, 28, 88
Кирхер, 131
Кларк Артур, 171
Колмогоров, 152
Колинсон, 154
Клед, 154
Колумбо Кристифор, 105, 159
Конрад, 141
Кочић Петар, 3
Краљевић Марко, 95
Крир, 154
Кук Цемс, 105
- Л
Лаплас Пјер Симон, 205
Левенхук ван Антон, 41
Леман Инге, 140, 141
Леукип, 152
Лине фон Карл, 216
Луис, 154
- М
Магелан, 14, 105, 159
Мајкелсон, 34
Мајнес Венинг, 129, 156, 157, 158, 159
Марло, 160
Масеј Харн, 145
Матамера Бернард, 126
Маундер, 91, 92, 93
Менделејејев, 171
Мерсер Џон, 103
- Месингер Федор, 121
Мијушковић Мијо, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126
Микеланђело Буонароти, 216
Миланковић Василије - Васко, 213
Милвановић Бранислав, 60
Минковски Херман, 42, 53, 55, 56, 57, 66
Мишковић Војислав, 184
Мохоровичић Андрија, 140, 141
Мулер Штефан, 129, 148, 149
Мур, 126, 153, 154
- Н
Набукоднор, 87
Нансен Фригјоф, 105, 129, 134, 135, 160
Наполеон Бонапарта, 205
Нел Луј, 129, 133, 134, 160
Нигли Ернст, 150
Никол Марсел, 145
Нобил, 105
Нострадамус Мишел, 171
Нушић Бранислав, 3
- Њ
Њукомб, 193
Њутн, 53
- О
Ојлер Леонард, 193
- П
Панк П., 192
Панца Ђулијано, 150
Перо, 131
- Петровић Михаило, 58, 123
Пири Роберт, 28, 105
Питагора, 60
Плагон, 60, 160
Прогий Милорад, 124
Птолемаја, 60
- Р
Радонић Рајка, 119
Ранкорн Кит, 66, 129, 153, 154
Ремер Олаф, 32, 34
Ричарсон Луј Фри, 129, 151, 152, 160
Робертс, 154
Рузвелт Франклин, 159
- С
Самојлов Григорије, 125
Секулић Исидора, 3
Семирамида, 87
Скот, 105
Стојановић Сретен, 125
Соверс Тод, 106
Солберг Халвор, 140
Соловјев Сергеј, 129, 146, 147, 148, 160
- Т
Талес, 60
Тарабићи, 171
Твен Марк, 57
Тишма Александар, 3
Томић Миодраг, 214
Томпсон Лони, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107
Тоцер, 154
Тромпи Рудолф, 150
Трифуновић Ј., 125

Ф	Црњански Милош, 3		
Физо, 34			
Форче, 140, 141			
Фрикер Петер, 150			
Фуко Жан Бернар, 34			
Фукс, 105			
Фуш Карл, 149			
Х			
Хадсон, 30			
Хајд, 154			
Халеј, 131			
Хансен Бјорн Хеланд, 135			
Хекер, 158			
Хејс, 154			
Хелмхолц, 138			
Херодот, 39			
Херц Хајнрих, 173			
Хершел Вилијам, 92			
Хиларн Едмонд, 105, 127			
Хилер Вилхелм, 148			
Хипарх, 60			
Христос Исус, 196			
Хук Роберт, 23			
Ц			
Црвени Ерик, 68			
Ч			
Чарнојевић III Арсеније, 94			
Челускин, 30			
Чендлер С., 192			
Чен Ју - Нан, 127			
Челмен Сидни, 143, 145			
Чкалов, 105			
Чри Чарлс, 143, 144			
Ћ			
Ћолић Бранко, 3			
Ћосић Добрица, 118			
Џ			
Џефрис, 193			
Ш			
Швабе Хајнрих, 92			
Шеклтон Џејмс, 105, 130			
Шипмен Хари, 62			
Шмит Адолф, 143			
Т			
Трагови климатских промена		9	
Светлост		30	
Астрономија и геологија		59	
Мало ледено доба		82	
Други део - САДАШЊОСТ			
Путовања Лонија Томпсона		99	
Катастрофа у Монтреалу		108	
Вајарски циклус		119	
Европске геофизичке медаље		129	
Ураган Мич		160	
Трећи део - БУДУЋНОСТ			
Атмосфера		171	
Полови ротације		184	
Осунчавање у новом веку		196	
"Обриси" будућности		207	
Поговор		213	
Белешка о аутору		217	
Индекс личних имена		219	

* Име Милугина Миланковића није унето у Индекс личних имена, јер се оно практично налази на свакој страници ове књиге, означено на директан или индиректан начин.

ПОПУЛАРНА

Наука



Библиотека ПОПУЛАРНА НАУКА
Књига 16

Владо Милићевић

МИЛАНКОВИЋ - прошлост, садашњост, будућност

Издавач

Клуб НТ

Добрачина 73, Београд

Графички дизајн

Славица Васиљевић

Штампа

МСТ Гајић

Добрачина 73, Београд

Тираж

1000 примерака

ISBN 86-82167-79-4

СР - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

929 : 5 Миланковић М.

МИЛИЋЕВИЋ, Владо

Миланковић - прошлост, садашњост,
будућност / Владо Милићевић. - Београд : Клуб
ИТ, 2000 (Београд : МСТ Гајић). - XXIII,
228 стр. : илустр. ; 22 см. - (Популарна
наука ; књ. 16)

Стр. IX - XXIII : Миланковићев стваралачки пут
/ Радомир Ђорђевић. - Белешка о аутору : стр.
217-218. - Регистар

551 . 58

а) Миланковић, Милутин (1879 - 1958) б) Клима
ИД = 84640524

ПОПУЛАРНА



Библиотека

Књига 1

Никола Тесла: *Моји изуми*

Књига 2

Десанка Ђурић-Трбуховић: *У сени Алберта Ајнштајна*

Књига 3

Џејмс Колмен: *Релативност за лаике*

Књига 4

Дејвид Пинг: *У трагању за Николом Теслом*

Књига 5

Бертранд Расел: *О образовању и васпитању*

Књига 6

В. Д. Чистјаков: *Беседе о геометрији Лобачевској*

Књига 7

Пјер Радван и Моник Бордри: *Историја ајтома*

Књига 8

Дејвид Густав Фрејзер: *Тесламо електрично оруђиво*

Књига 9

Вилијам Џ. Кауфман: *Црне рупе и закривљено простор-време*

Књига 10

М. С. Арабаци и В. С. Мљвићук: *Тајне земљиних дубина*

Књига 11

Иван Драганић: *Бележике из сутирашнице*

Књига 12

Г. К. Цварава: *Никола Тесла (1856-1943)*

Књига 13

Р. Фајнман: *Квантни физички закон*

Књига 14

Ј. А. Школенко: *Ти крашка иланеји*

Књига 15

В. И. Арабаци: *Звук у природи*

Књига 16

В. Милићевић: *Миланковић - прошлост, садашњост, будућност*

УПРИПРЕМИ

Франсис Крив: *ПОРЕКЛО И ПРИРОДА ЖИВОТА*

Було Прејли: *ИСТОРИЈА НАУЧНЕ МИСЛИ ОД ТЕСЛЕ ДО АЈНШТАЈНА*