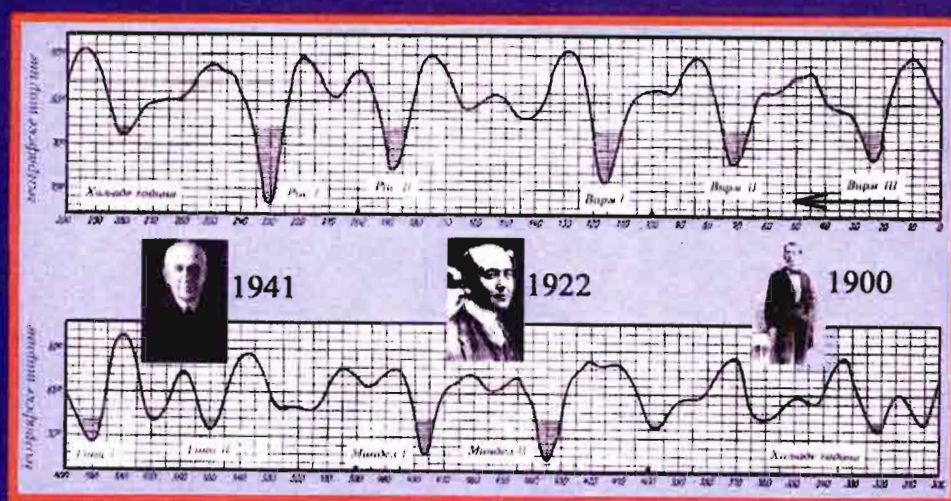


# МИЛАНКОВИЋ, ДАЉСКИ АРГОНАУТ



ВЛАДО МИЛИЋЕВИЋ

ВЛАДО МИЛИЋЕВИЋ

---

**МИЛАНКОВИЋ,  
ДАЉСКИ АРГОНАУТ**

БЕОГРАД - КАЛГАРИ  
2008.

Владо Милићевић  
**МИЛАНКОВИЋ,**  
**ДАЉСКИ АРГОНАУТ**



Књига је штампана у оквиру научно-популарне едиције  
“Векови и васиона“, а финансирала је компанија

3VM Geo Ltd. - "Фонд др Милићевић" бр. 021/08  
[www.vladomilicevic.info](http://www.vladomilicevic.info)

Издавач  
Аутор и Удружење "Милутин Миланковић"  
Београд, Добрачина 16

Уредник  
Вања Милићевић

Лектура и коректура  
Марија Милићевић

Штампа  
Caligraph, Београд

Тираж  
500 примерака

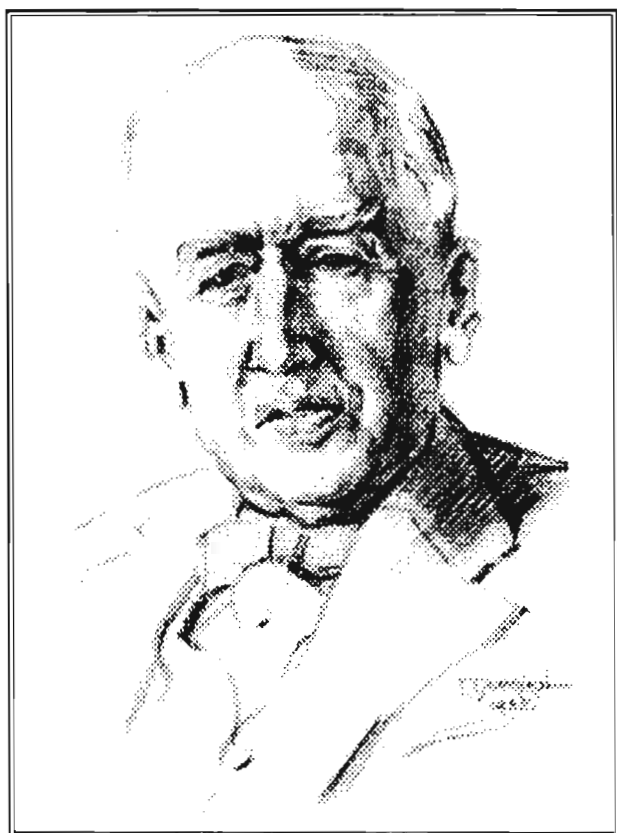
Београд, 2008

Сва права задржава издавач.  
За све евентуалне грашке одговорност  
искључиво сноси аутор ове књиге.

ISBN 978-86-908609-1-3

*Чвор целог питања лежи у вези између  
висинског положаја границе вечног снега  
и осунчавања уоченог предела.*

Милутин Миланковић



**МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ**  
(1879 - 1958)

## САДРЖАЈ

	страна
ПРЕДГОВОР ПРВОМ ИЗДАЊУ .....	7
ПРЕДГОВОР ДРУГОМ ИЗДАЊУ .....	9
ЖИВОТНИ ПУТ .....	11
ТЕОРИЈА ЛЕДЕНИХ ДОБА .....	20
ДОКАЗИ МИЛАНКОВИЋЕВЕ ТЕОРИЈЕ .....	31
СВЕТСКИ ВЕЛИКАН .....	36
НАЈЗНАЧАЈНИЈА ДЕЛА .....	40
МИЛАНКОВИЋ О... .....	43
БУДУЋЕ ЛЕДЕНО ДОБА .....	45
ЛИТЕРАТУРА .....	59

## **Владо Милићевић**

Рођен 1951. године у Земуну.

Школовао се у Београду. Завршио Рударско-геолошки факултет.

Магистрирао и докторирао на истом факултету.

Радио у Геоманетском институт, Геоинституту, као доцент на Рударско-геолошком факултету, Agat Laboratories Ltd..

K.C. Waunch Petroleum Consultants Ltd. и Ops Geo Ltd.

Ради у RPS Energy Canada Ltd.

Поља истраживања: магнетизам, палеомагнетизам, геодинамика, магнетостратиграфија, Миланковићеви циклуси осунчавања, палеогеографија, палеоклиматологија, циклостратиграфија, екологија, нафтно-гасна и дубинска геологија.

Написао 85 радова и 5 књига.

Од 2000. године живи у Канади и ради на истраживању нафте и гаса у Западноканадском седиментационом басену.

## ПРЕДГОВОР ПРВОМ ИЗДАЊУ

(Написано 1995. године)

О генијалном научнику Милутину Миланковићу, нажалост, мало се зна код нас. Да ли се Милутин удаљио од Срба или су се Срби удаљили од Милутина, то је питање које може да се постави у свакој прилици. Ако се Милутин удаљио од Срба, онда је то могло бити само из једног разлога - “крива” је његова генијалност. Ако су се Срби удаљили од Милутина, онда је томе разлог пословична инфериорност малог народа.

Ова књижица је писана, пре свега, у циљу популаризације дела Милутина Миланковића. Писана је за средњошколце, студенте и све оне који су заинтересовани за науку и научна достигнућа. У њој је у најкраћим изводима дат приказ Миланковићевог живота, дела, као и резултати његових дугогодишњих истраживања.

Прича о Миланковићу је прича о човеку који је знао себи самом да трасира пут у бесмртност. Да је то тако доказују многобројни научни радови који се баве проблемом палеоклиматологије, геологије, биологије, географије, пољопривреде, а који као незибежну референцу наводе Миланковићеве радове и незаобилазни “*Канон осунчавања Земље*”.

Квартар је период који се карактерише појавом човека. Добро познавање овог временског периода, то квартаролози добро знају, значи и добро познавање Миланковићевог дела.



Клима квартара је битно утицала и на развој људског друшта, а зашто је све то тако било може да се нађе у Миланковићевим секуларним променама.

Данас Миланковића и његову теорију осунчавања проучавају читави научни тимови. Специјалисти различитих струка на свим већим научним скуповима саопштавају своје резултате истраживања и тиме још више доприносе развоју Миланковићеве концепције. На тај начин наш бесмртник нас непрестано упозорава да и ми морамо нешто да учинимо да би се оно растојање између Миланковића и Срба што више смањило.

Причу о Миланковићу аутор ове књижице саопштио је у више наврата средњошколцима који похађају семинаре из геологије у Истраживачкој станици Петница код Ваљева као и у Средњој геолошкој и хидрометеоролошкој школи у Београду. Овом књижицом та су предавања материјализована и у сваком случају послужиће као основа за обимнију монографију.

Аутор се захваљује Истраживачкој станици Петница која је показала интерес да се једно овакво дело штампа у њиховом издању. Такође се захваљујем Р. Голубовићу, руководиоцу Одељења за геологију Станице, а исто тако и матичној организацији, Геомагнетском институту из Београда, која је дала финансијску помоћ.

Један део издања намењен је професорима и ђацима Средње геолошке и хидрометеоролошке школе у Београду која носи и која може да се поноси именом Милутина Миланковића.

*Аутор*

## ПРЕДГОВОР ДРУГОМ ИЗДАЊУ

Књижицу “Милутин Миланковић - живот и дело” написао сам пре деценију и по и њена мисија се успешно окончала. Била је симпатично штиво које су радо читали средњошколци и студенти. Са те стране и ја сам био задовољан.

За наведену деценију и по догодиле су се бројне промене, рекао бих пренаглашене што никада није добро. Ипак, у току тог протеклог времена једна је увек имала узлазну путању и развијала се у позитивном смеру. Свест о Миланковићевој величини и његовом великом доприносу непрестано је расла у српском народу и онај јаз о коме сам говорио у првом Предговору све више се смањивао. Данас је евидентно да је Миланковић нераскидива и дубоко позитивна вредност коју је изродио српски народ.

Евидентно је да сам првобитни назив књижице изменио, а друго издање допунио, преуредио и исправио грешке које сам, нажалост, начинио што у брзини писања, што непажњом, што својим тадашњим нивоом знања. Књижица је прерасла у нешто обимније дело, а назив “*Миланковић, даљски аргонаут*” учинио ми се много прихватљивији од претходног, јер је суштински одражавао човека који је први успео да оплови дотад неопловљен океан науке.

Основна намера овог издања остаје иста као и претходног, а то је популаризација Миланковићевог дела. У исто време, настојао сам да илустрације буду освежене и прилаго-

ђене времену издавања, а текст написан што разумљивије. Мислим да ће читаоци из њега извући основно сазнање о Миланковићевим астрономским факторима климатских промена и донети правилан закључак о томе зашто је он данас истински драгуљ светске науке.

Намерно сам задржао иста поглавља из претходног издања, јер сам дошао до констатације да целисходно и логично одражавају једну целину. Битну измену начинио сам у последњем, будућем леденом добу, јер је у тесној вези са најновијим сазнањима о климатској промени на коју је човек негативно утицао својом енормном емисијом угљен-диоксида и другим гасовима “стаклене баште”.

Време о коме сам говорио учинило је много и у мом случају. Када сам писао првобитно наведену књижицу био сам магистар. У међувремену сам докторирао, чак стигао да прославим и десетогодишњицу одбране дисертације, променио и земљу и континент и свим силама наставио негативно да доприносим глобалном загревању, јер у Канади интензивно истражујем нафту и гас и дајем свој скроман допринос развоју ове младе земље.

Ипак, не узбуђујем се много када су у питању климатске промене, јер знам да не могу да досегнем Миланковићеве небеске законитости нити да дотакнем великанову славу. Он је отишао веома високо у васиону, а ја непрестано идем дубоко у унутрашњост мајчице Земље. Иако су нам путеви супротни, ипак нас спајају нераскидиве везе науке, радозналост и жеља да се упозна неоткривено, неистражено и изнова ново и изазовно. Због тога и тежим као Миланковић да доспем до хоризонта сазнања, па, ако је могуће, завирим и даље, иза тог хоризонта, као што је то некада чинио даљски аргонаут. Границе људском сазнању не постоје и никада их неће ни бити.

Књигу поклањам Истраживачкој станици Петница, јер тамо узрастају најлепше српске латице. Захваљујем се Радисаву Голубовићу и Браниславу Савићу на свесрдној помоћи.

*Аутор*

## ЖИВОТНИ ПУТ

Велики српски научник Милутин Миланковић родио се 28. маја 1879. године у Даљу, малом месту у близини Осијека. Одрастао је крај Дунава, у имућној трговачкој породици за коју се сматрало да се у ове славонске крајеве населила после сеобе Срба под вођством Арсенија III Чарнојевића у седамнаестом веку. Сам Миланковић је нашао најстарије корене тек у осамнаестом веку, неког Миланка од кога су касније највероватније потекли сви Миланковићи из тог краја.

Када је Милутину било само осам година умро му је отац Милан. Од тада сву бригу о њему преузео је ујак Василије Муачевић који ће му издашно помагати, нарочито финансијски, све до своје смрти. Миланковић је остао вечно захвалан овом предивном човеку.

Милутин Миланковић је основну школу завршио приватно у Даљу, а реалну гимназију у Осијеку (тадашњем Осеку). Матурирао је 1896. године као најбољи ђак генерације, а затим се исте године уписао на Техничку велику школу у Бечу.

Породица је желела да га усмери на неку високу пољопривредну школу, јер је требало обезбедити вођење великог имања. Сам Милутин желео је да студира електротехнику, али, како такве школе тада није било у Бечу, одлучио се за студије грађевине.

Техничка велика школа у Бечу била је у то време веома угледна. Милутин Миланковић је у њој развио сво своје интересовање за технику, а посебно за математику. Дипломирао је 1902. године са пројектом бетонског моста код професора Брика.

После дипломирања Милутин Миланковић је одслужио војску, а затим наставио своје усавршавање, спремајући докторски испит. Са успехом је докторирао 1904. године у двадесетшестој години живота. Комисију пред којом је одбранио свој докторат сачињавали су професори Брик (руководиоц дисертације), Чудер (математика), Фингер (рационална механика) и Тетмајер (техничка механика).

Почетком 1905. године Миланковић се запошљава као инжењер у грађевинској фирми барона Питела. Истиче се и као конструктор и као проналазач, патентирајући неколико својих проналазака. Извесно време био је и запослен у фирми “Пител и Брауншветер”.

У то доба интензивно ради на градњи брана, мостова, виааквадукта. Чак му се тада поверава и реконструкција једног крила Техничке велике школе у Бечу, што је морало значити огромно признање једном младом стручњаку. Као представник наведене фирме ради и статички прорачун за колектор београдске канализације на савској падини.

Преломна година за Милутина Миланковића била је 1909. Тада се на позив Јована Цвијића, Михаила Петровића и Богдана Гавриловића одлучује да пређе на Београдски универзитет и напусти Беч. Вероватно да је за такву одлуку постојало више разлога, а сам Миланковић о томе каже:

*Тим догађајем завршава се моја проналазачка каријера. Ономе који добро познаје своју струку, а има инвентивног дара није тешко начинити проналазак у таквој области технике која се баш налази у правом развоју, као што је то био случај са армираним бетоном. Тежа је ствар извући материјалну корист из проналазака. За то је потребан капитал и због тога ту корист не узабира проналазач већ корисници његовог патента,*

*капиталисти и окретни трговци. При томе проналазач остаје обично кратких рукава, а ако се његов проналазак покаже као врло уносан, очерупају га до голе коже. Видео сам то на примеру чика Андрије Радовановића, а још у јачој мери на Николи Тесли. Његовим проналасцима користише се други, а он остаде у сиромаштини.*

Ни политичке прилике нису ишле Миланковићу у прилог, па је могуће да је све то утицало на младог човека, патриотски васпитаваног да се одлучи на овакав корак.

Миланковић је, дакле, по позиву изабран за ванредног професора примењене математике која је обухватала рационалну ме-

ханику, небеску механику и теоријску физику. На тај начин остварила се жеља да се посвети чистој науци, али се уз њу повремено бавио и грађевинском експертизом. Да се није покајао због те одлуке сведоче и следеће Миланковићеве речи:

***Дело технике је леп поклон савременицима који се њиме користе и у њему уживају, а дело науке намењено је поколењима и вечности.***

О доласку Милутина Миланковића у Београд и његовим првим систематским предавањима на Београдском универзитету најбоље сведоче речи Б. Поповића:

*Своја предавања, без обзира на то што је број студената био врло мали, припремао је систематски у пуној писаној форми. Предавања је припремао и држао редовно као двочасовна, планирајући унапред обим сваког таквог предавања.*

Бурни догађаји с почетка XX века нису му омогућили несметан научни рад. Већ 1912. године избија Први балкански рат у коме учествује као резервни официр. Први светски рат 1914. године затиче га на свадбеном путу у родном Даљу.

Милутин Миланковић из студентских дана, период касног деветнаестог и раног двадесетог века.



Те године оженио се лепом девојком Христином - Тинком Топузовић из угледне шабачке породице и тиме испунио мајчину велику жељу која је непрестано страховала да се у Бечу, док је тамо студирао и радио, не ожени неком Швабицом и отуђи од породице.

Као страни држављанин Милутин Миланковић бива интерниран у концентрациони логор у Нежидеру, а после тога конфиниран у Будимпешту. Сазнавши да се Миланковић налази у заробљеништву, а на ургенцију професора Брика, познати мађарски математичар и физичар барон Етвеш Лоранд, по коме данас Будимпештански универзитет и Геофизички институт носе име,<sup>1</sup> тражио је да се Миланковић пребаци у Будимпешту. Етвеш Лоранд је омогућио Миланковићу коришћење библиотеке Мађарске академије наука и на тај начин блистави ум кренуо је звезданим стазама истраживања.

У току своје интернације и све до половине 1917. године Милутин Миланковић пише књигу “*Математички основи науке о космичком зрачењу*”. Књигу на француски преводи академик Иван Ђаја и она се публикује под називом “*Математичка теорија топлотних појава изазваних Сунчевим зрачењем*”. Објављена је 1920. године чиме Милутин Миланковић и формално приступа заснивању своје чувене теорије о глацијалним периодима леденог доба.

Рад о астрономском датирању ледених доба, посебно крива осунчавања или соларни дијаграм, како се другачије назива, отворио је Миланковићу широм врата у научни свет. Када су његове идеје метеоролог и климатолог Владимир Кепен и његов зет геофизичар Алфред Вегенер 1924. године уврстили у своју књигу “Климе геолошке прошлости”, Миланковић је доживео својеврсно и заслужено признање.

---

<sup>1</sup> Аутор овог текста имао је ту част да скоро једну деценију током осамдесетих година двадесетог века ради у једној од институтских лабораторија на Будиму која носи исто то име.

Зашто су Кепен и Вегенер први прихватили Миланковићеву криву осунчавања?

Одговор на постављено питање врло је једноставан. Као искусан палеоклиматолог Кепен је лако схватао значај Миланковићевих криви, па га је због тога и подстицао да даље ради на њиховом усавршавању.

Вегенер је имао сасвим други циљ, јер је, иако млад, већ увелико био познат као творац теорије о кретању континента. Да би своју теорију поткрепио новим доказима и ућуткао гласне опоненте, Вегенер је Миланковићеву криву, иако није сасвим довољно познавао математички апарат, просто приграбио, схватајући да може да му користи. Од тада па све до трагичне Вегенерове судбине на Гренланду 1930. године Миланковић ће бити и његов и Кепенеров сарадник од непроцењиве користи.

Ако се зна да су то били истински зачеци рађања једне потпуно нове теорије која ће касније да се назове тектоника плоча и постати владајућа у геологији, онда је велика част што смо и ми као мали народ дали свога представника чији удео у свему томе није био ни мало занемарљив. Напротив, био је изузетно значајан.

У периоду од 1924. до 1930. године Милутин Миланковић израчунава криве за три географске ширине: 55, 60 и 65 степени северне хемисфере. То чини из простог разлога што сматра да су те ширине најосетљивије на промену укупног топлотног баланса. За Кепенов “Приручник климатологије” 1927. године пише рад “*Математичка теорија климе и астрономска теорија варијације климе*” која ће бити објављена 1930. године.

За Гутенбергов “Приручник геофизике”, који је урадио Вегенер, пише чак четири рада: “*Положај и кретање Земље у васиони*”, “*Ротациона кретања Земље*”, “*Секуларна померања Земље*” и “*Астрономска средства за проучавање климе у току историје Земље*”.

Дакле, читав посао Миланковић је завршио 1930. године, трећи велики циљ свога “ратног плана”, како пишу Џон

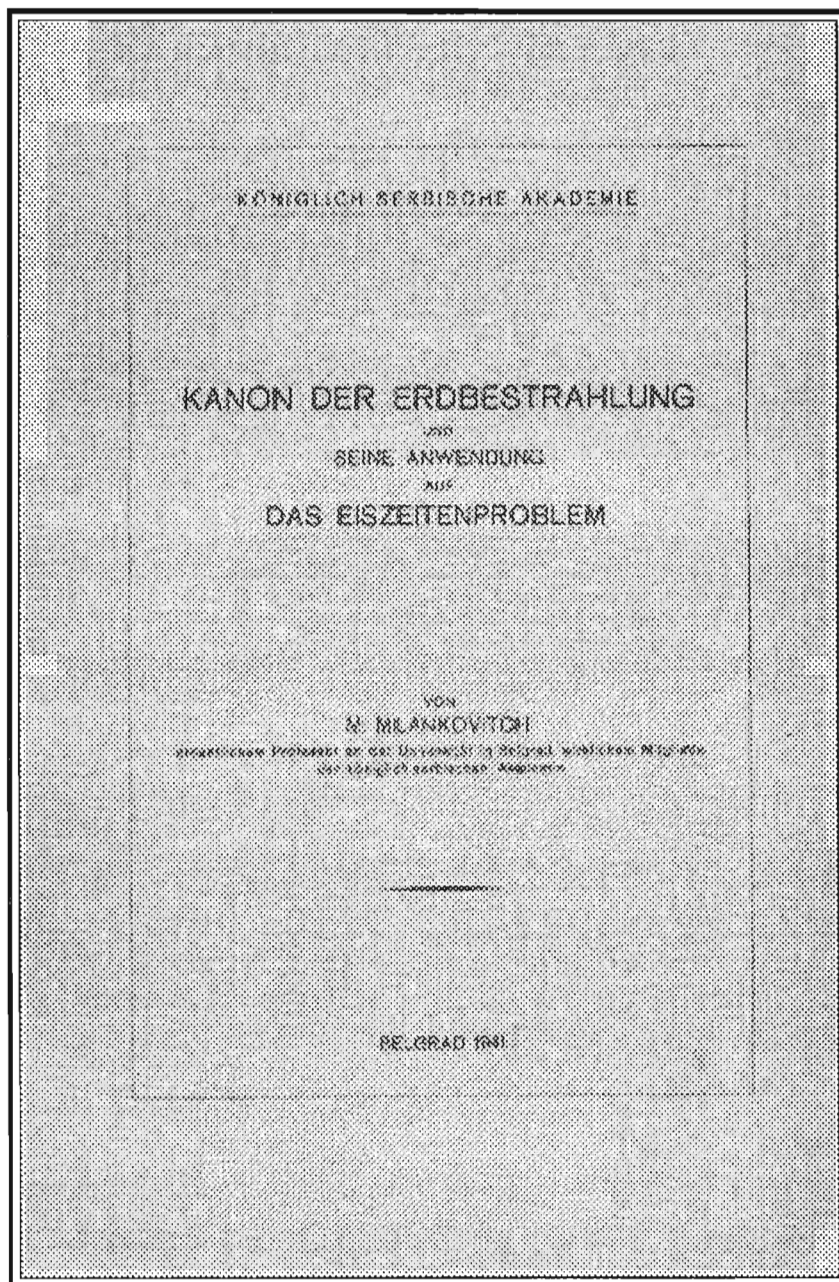


Имбри и Кетрин Палмер Имбри, а објавио га у виду једног тома Кепеновог издања “Климатолошки приручник”. Наслов дела одражавало је Миланковићев животни циљ толико јасно да је за геологе постало незаобилазно у њиховом раду.

На предлог државних и црквених званичника Милутин Миланковић учествује на Конгресу свеправославних цркава у Цариграду 1923. године. Том приликом предлаже реформу јулијанског календара, али и поред савршеног решења, јер од грегоријанског одступа само за један дан тек кроз 28000 година, бива усвојен, али не и примењен.

У периоду од 1930. до 1940. године Миланковић ради на остварењу свог четвртог и последњег великог циља: рачуна у коликој ће мери ледени покривачи реаговати на промену осунчавања. Своје резултате објављује 1938. године у раду “*Нови резултати астрономске теорије климатских промена*”. И поред тога што се облик криви које су том приликом биле објављене нису много разликовале од раније објављених криви осунчавања, геолози су тада добили графиконе са којих су могли да извуку процену граничне надморске висине ледених покривача за било које време у току последњих 600 хиљада година у развоју Земље.

Свестан да је његова теорија соларне радијације са успехом окончана, али да су прилози у вези са њом растурени по разноразним публикацијама, Миланковић се одлучује да их све сакупи у једну целину и објави синтетички. Тако се пред само избијање Другог светског рата у тадашњој Југославији 1941. године завршава штампање најзначајнијег научног дела српске науке двадесетог века “*Канон осунчавања Земље и његова примена на проблем леденог доба*”. Дело је штампано на немачком језику као “*Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem*” у издању Српске краљевске академије на 626 страница. Скраћено српско издање датира из 1948. године као “*Астрономска теорија климатских промена и њена примена у геофизици*”, а енглеска верзија штампана је 1969. године у Јерусалему као “*Canon of Insolation and the Ice-age problem*”.



Насловна страна најзначајнијег дела српске науке двадесетог века под именом “*Канон осунчавања Земље и његова примена на проблем леденог доба*”. Издао је 1941. године на немачком језику у издању Српске краљевске академије.

Ратни вихор од 1941. до 1945. године Миланковић као шездесетогодишњак преживљава у Београду. Великог научника и генија цени и окупаторска војска, чак многи униформисани млађи Немци долазе код њега да чују светски признатог човека. Такву величину ни Хитлер није смео да дотакне.

Радећи деценијама у науци, Миланковић је мало био заинтересован за свет око себе. Зато и констатује следеће: *“Велики светски догађаји, ратови, прохујали су поред мене, а да их, повучен у свој дом, нисам ни осетио”*.

После рата долази до крупних промена. Природно-математички факултет се издваја из састава Филозофског факултета, врши се реорганизација наставних група и катедри. Наставни предмети су знатно исцепкани у односу на раније стање, а 1952. године установљена је још једна група за механику. Миланковић се трудио да одржи корак са новонасталом ситуацијом, али је то ишло знатно отежано, посебно за човека преко 70 година старости.

У послератном периоду дуго година био је потпредседник Српске академије наука и уметности чији је дописни члан постао 1920., а редовни 1924. године (тадашња Српска краљевска академија).

Последњи пут Миланковић учествује на конференцији Међународног друштва за квартал 1953. године, а затим 1955. године одлази у пензију.

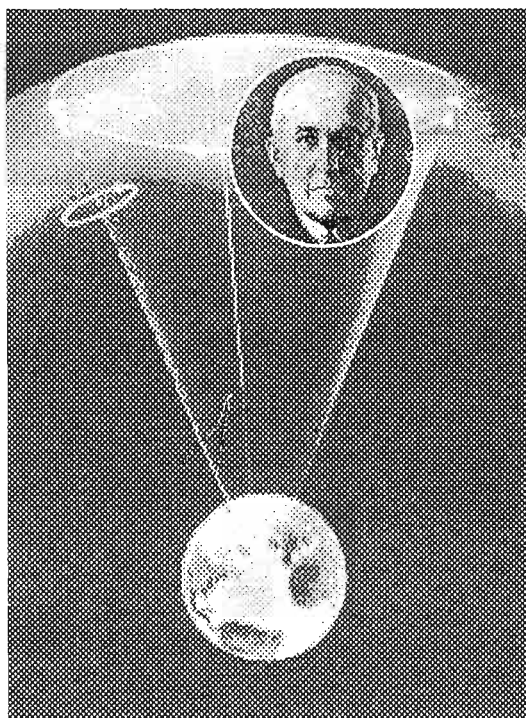
Ако се присетимо да је његово прво запослење било 1905. године у Бечу, произилази да је званични радни век Милутина Миланковића износио тачно 50 година. У току тих пола века ни ратови нису могли да зауставе победоносни поход једне генијално замишљене, а затим остварене идеје.

Милутин Миланковић је умро 12. децембра 1958. године у Београду.

Првобитно је сахрањен у гробници на Новом гробљу, али је, према сопственој жељи и на иницијативу сестре близнакиње Милене, пренет у породичну гробницу на православно гробље у Даљ 1966. године где и сада почива.

Блистави ум се и физички преселио међу звезде да вечно путује кроз васиону и векове чије је путеве већ за живота најбоље познавао.

Оставио је за собом неизбрисиве трагове које ни време неће моћи да потисне. Био је истински аргонаут, потпуно равноправан античким мудрацима чија имена и даље блистају у свој својој чистоти и вечном пламену што обасјава прохујале миленијуме, али и нова нарастања.



У царству прецесионог кретања планете.

## ТЕОРИЈА ЛЕДЕНИХ ДОБА

По чему је Милутин Миланковић тако велики човек и шта га је то толико издигло у храму науке?

Миланковић је био пионир у једној области, било је то *астрономско датирање ледених доба*.

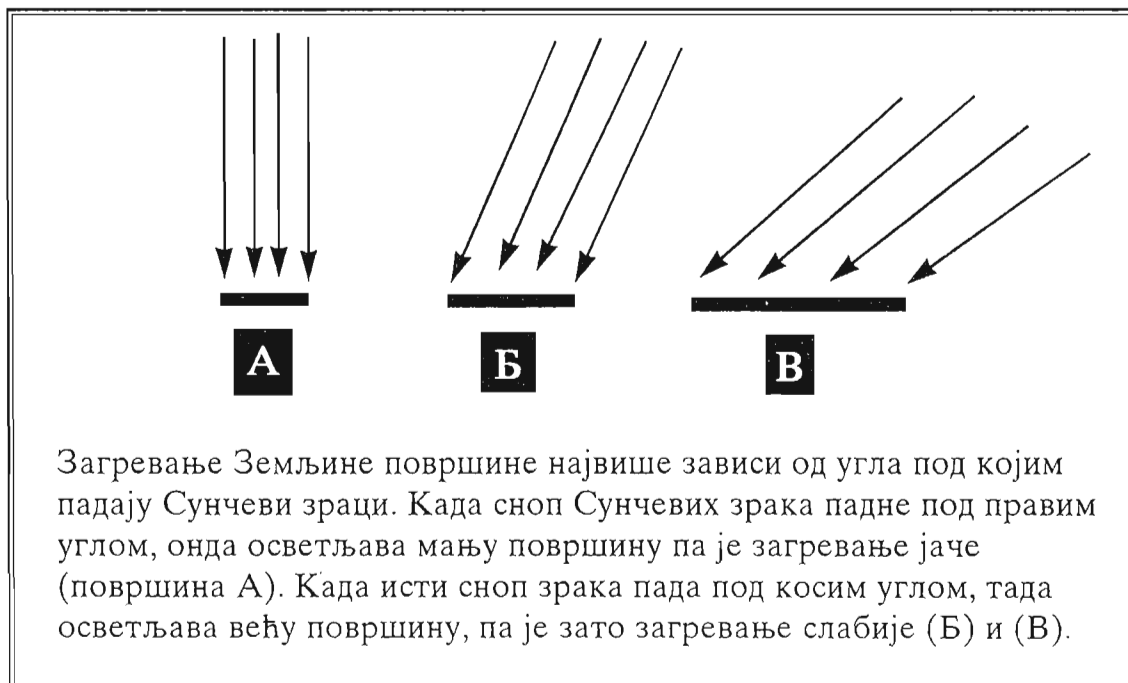
И поред тога што су геологија и климатологија дали вредне податке о распрострањењу ледених доба, оне ипак нису могле да нађу основне узроке тих промена. Они су се налазили изван видокруга ових наука, а то је било различито осунчавање Земље током прошлих векова.

Миланковић је први успео да реши проблем глацијације, *математички доказавши да је секуларни ток инсолације главни узрок свих већих промена климе у квартарном периоду*. Дакле, проблем је био интердисциплинаран или граничан, како је то Миланковић често истицао.

Како и на који начин је Миланковић решио загонетку ледених доба?

Као својеврсни познаваоц Њутнових закона гравитације из којих се развила небеска механика, Миланковић је добро знао колику улогу игра закон ширења топлотне снаге Сунца. Топлотна количина која са Сунца доспева на Земљину површину зависи од квадрата растојања, али и од угла под којим Сунчеви зраци падају на одређену површину. Земља као трећа планета Сунчевог система прима већу количину

топлоте него, рецимо, Јупитер или Сатурн, али мању од оне која доспева до Меркура или Венере. Исто тако, на Земљине полове Сунчеви зраци доспевају под таквим углом да једноставно само “склизну” и не дотакавши површину. Насупрот томе, на екватор доспевају под правим углом и зато је на тим местима највећа количина примљене топлоте.

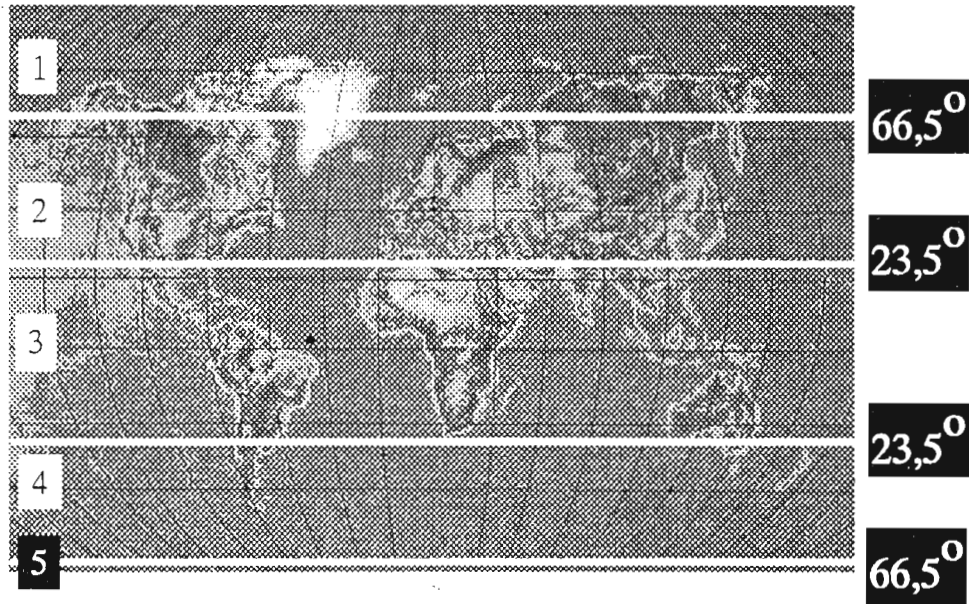


Када снап Сунчевих зрака пада под правим углом, тада осветљава и загрева мању површину - загревање је у том случају јаче. Када исти такав снап пада под косим или скоро хоризонталним углом, онда осветљава и загрева већу површину, па је зато загревање слабије. Евидентно је на слици горе да површине А, Б и В нису исте, а као још бољи пример може да послужи поређење Земљиног екватора са оба Земљина пола.

У зависности од јачине загревања површина на Земљи издвојено је пет основних топлотних појасева:

- ⊖ жарки (екваторијални),
- ⊖ северни и јужни умерени и
- ⊖ северни и јужни поларни (хладни).

Све то, дакле, било је познато до Миланковићевог времена и тек његовом појавом доћи ће до битних помака.

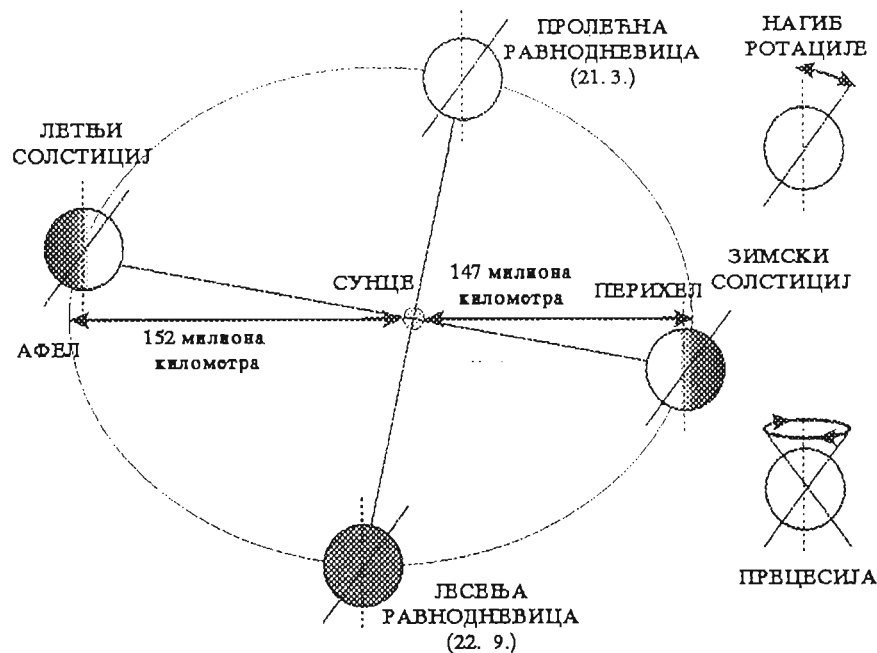


У зависности од јачине загревања на Земљи је издвојено пет топлотних појасева: (1) северни хладни (поларни), (2) северни умерени (3) жарки или екваторијални, (4) јужни умерени и (5) јужни хладни (поларни).

У самом зачетку својих прорачуна Миланковић је пошао од чињенице да се растојање између Сунца и Земље током времена мењало, а самим тим мењао се и угао под којим су Сунчеви зраци доспевали до Земљине површине. Услед прецесије и нутације мењао се и нагиб Земљине осе према еклиптици као и положај и облик еклиптике у простору. Све то доводило је до промене у количини топлоте коју је Сунце емитовало појединим упоредницима на Земљи. *Ако би се знали положаји упоредника кроз протекло време, тада би распоред Сунчеве топлоте и варијације топлоте могле да се израчунају коришћењем одређеног математичког апарата.* Исти принцип могао би да се примени и за будуће време.

То су биле Миланковићеве полазне основе.

Али да кренемо редом и рашчланимо три важна фактора које је Миланковић користио при својим прорачунима када је решавао питање астрономског утицаја на кварталну климу. Напоменимо да је било оних који су до тада размишљали на сличан начин као Миланковић, али нико од њих није поседовао довољно генијално математичко знање.



Равнодневице и дугодневице: положаји Земље у различитим временским периодима, нагиб северног пола, дужина дана и ноћи и осунчавање Земље.

Први елемент решења тајне:

⊖ *лонгитуда перихела Земље.*

Други елемент решења тајне:

⊖ *нагиб Земљине осе према еклиптици.*

Трећи елемент решења тајне:

⊖ *ексцентрицитет Земљине путање око Сунца.*

## ⊖ ЛОНГИТУДА ПЕРИХЕЛА ЗЕМЉЕ

На својој путањи око Сунца Земља два пута у току једне године достигне тачке које су подједако удаљене од наше звезде. То су равнодневице или еквиноцији. Познато је да се другим именом називају пролећна (Земља је достиже 21. марта у години) и јесења (22. септембар). Путања коју Земља пређе у току једне године у периоду од 22. септембра до 21. марта краћа је од дела орбите од 21. марта до 22. септембра. Северна хемисфера, према томе, на неки начин је “привилегована”,

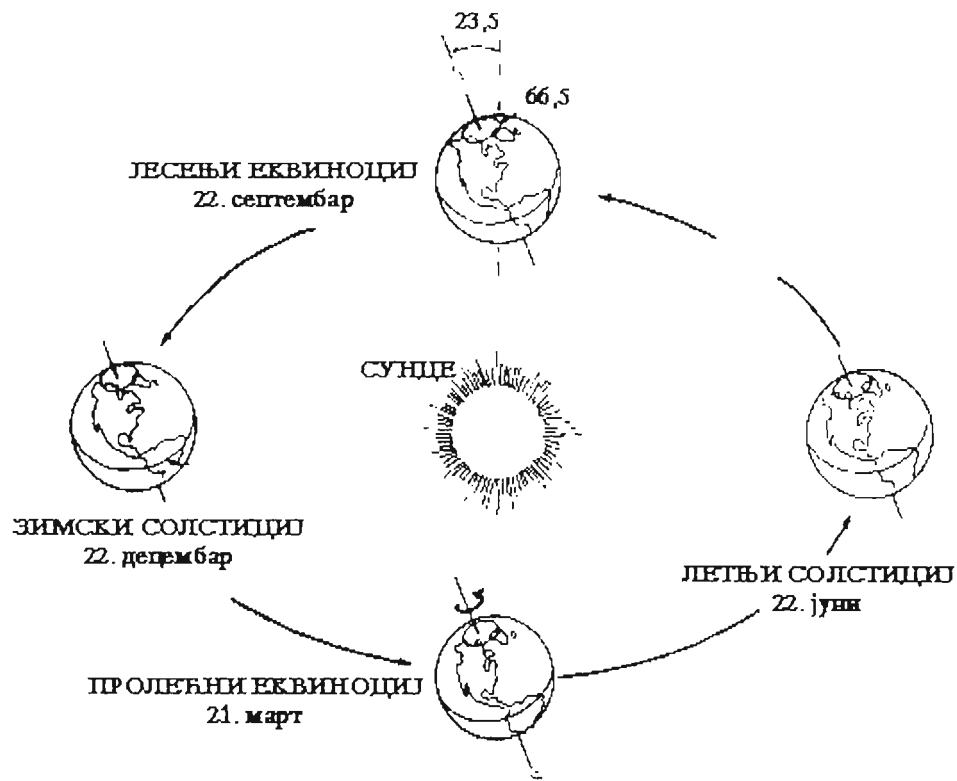


јер на њој дуже трају пролеће, лето и јесен него на јужној хемисфери.

Јохан Кеплер је први доказао да се Земља на својој орбиталној путањи нађе и у положају који је најближи Сунцу. Та тачка назива се *перихел*, а достиже је 3. јануара и тада је удаљена од Сунца око 147 милиона километара.

Насупрот перихелу налази се тачка која носи назив *афел*. Када је Земља у афелу, тада је удаљена од Сунца око 152 милиона километра и тај положај достиже сваког 4. јула у години. Дакле, разлика између перихела и афела је око 5 милиона километара.

Тачке равнодневице током времена мењају своје положаје. Истовремено, то значи да се и положаји тачака краткодневице и дугодневице, такође, мењају. Самим тим мења се и положај перихела и афела. Да би једна таква тачка описала пун круг потребно је време од 23 000 година. Француз Де Аламбер је први прорачунао овај период кретања, а његов



Смена годишњих доба као последица нагиба осе ротације.

земљак Адемар мислио је да се ледена доба јављају у функцији овог циклуса.

Миланковићеви математички прорачуни и његова крива осунчавања за различите географске ширине показали су да је 23 000 годишња осцилација растојања Земље од Сунца *само један елемент настанка ледених доба*. Према томе, циклус прецесије и лагано кружно кретање пола екватора око пола еклиптике доминантан је за ниже географске ширине или екваторијални појас.

Миланковић је срачунао и израдио своје криве осунчавања за осам ширинских зона, почев од 5 степени па све до 75 степени северне географске ширине. Када је тих осам криви осунчавања први пут објављено, геолози су коначно могли да схвате како је тај астрономски циклус, удаљедост и варијација најближе тачке Земље од Сунца, утицао на количину примљене емисије Сунчевог зрачења.

## ⊖ НАГИБ ЗЕМЉИНЕ ОСЕ ПРЕМА ЕКЛИПТИЦИ

Земљина оса ротације није вертикална и ту започињу узроци значајних промена на Земљи. Основна је смена годишњих доба, као што смо графички представили на претходној слици. Угао који оса ротације Земље заклапа са вертикалном равни данас износи 23,5 степена.

Како ефекат нагиба осе ротације Земље утиче на расподелу осунчавања?

Да бисмо дали одговор на постављено питање, поменућемо Шкотланђанина Џејмса Крола. Овај по свим својим особеностима чудан и ексцентричан човек бавио се током свог живота разноразним занимањима, почев од градње млинова, столарства, продаје чајева, хотелијерства, продаје животног осигурања, био је настојник музеја у Глазгову да би после свега своје интересовање усмерио ка геологији. И што је још интересантније, Крол је био први геолог који је испитивао орбиталну историју Земље, извлачећи криве кретања!

У својој књизи “Клима и време” коју је објавио 1875. године, Крол је претпоставио да ће до наредног леденог доба доћи када се оса ротације Земље приближи нормали, јер ће на тај начин поларне области, пре свега, примати мању количину топлоте. На тај начин лед би са севернијих упоредника кренуо да се шири и осваја јужније пределе.

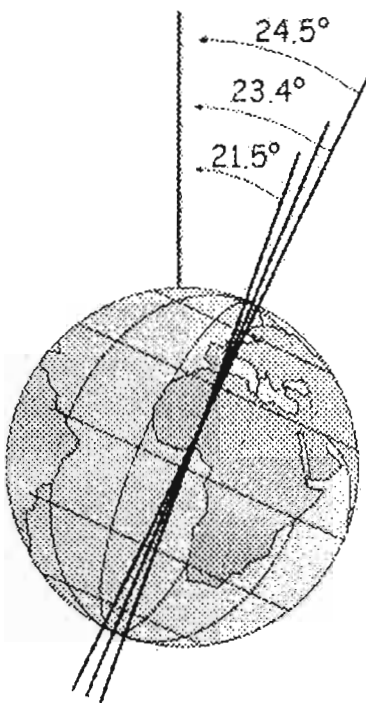
Крол није могао даље да развија своју теорију, јер није познавао законе небеске механике нити је био у стању да развије математички апарат. Ипак, остао је записан као један од раних пионира астрономске теорије ледених доба.

Вратимо се на питање ефекта нагиба осе ротације.

Миланковић је, такође, схватио да је промена нагиба осе ротације Земље од изузетног значаја за измену климе на планети. Када је нагиб већи од садашњег који износи 23,5 степени, тада северне области примају већу количину топлоте, снег и лед се повлаче и задржавају на просторима који припадају високим географским ширинама. Током геолошке прошлости Земље догађало се да снега и леда нигде није било на планети, посебно у време владавине диносауруса или у креди.

Када је нагиб мањи од 23,5 степена, тада поларне области при-

мају мању количину топлоте од Сунца, лед се шири ка јужним упоредницима и настају услови за развој леденог доба. Таквих примера је било током геолошке историје Земље, а бројна квартарна, које је Миланковић посебно проучавао, наизменично су се развијала на планети и њих је упамтио и рани човек.

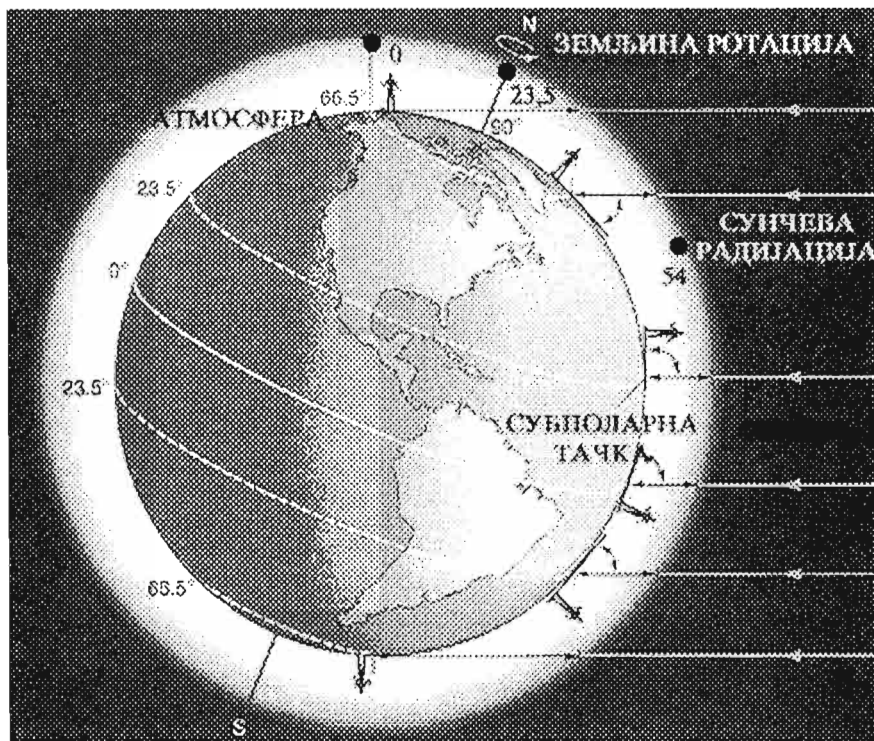


Угао који оса ротације Земље заклапа са нормалом на раван еклиптике данас износи 23,5 степени. У току геолошког развоја планете мењао се од 21,5 до 24,5 степени.

Замислимо да је могуће да се нагиб мења. Уколико би износио 54 степена, тада би све тачке на Земљиној површини примале исту количину топлотне енергије са Сунца. Снега и леда нигде не би било, а ледено доба не би могло никада да се развије.

Супротан случај би се догодио када би нагиб износио 0 степени. Тада поларне области не би примале топлоту од Сунца и настало би вечно ледено доба.

Применивши свој математички апарат, Миланковић је нашао да промена нагиба осе ротације Земље одговара периоду од 41 000 година. За разлику од прецесионог циклуса од 23 000 година ова периодизација доминира код високих географских ширина.



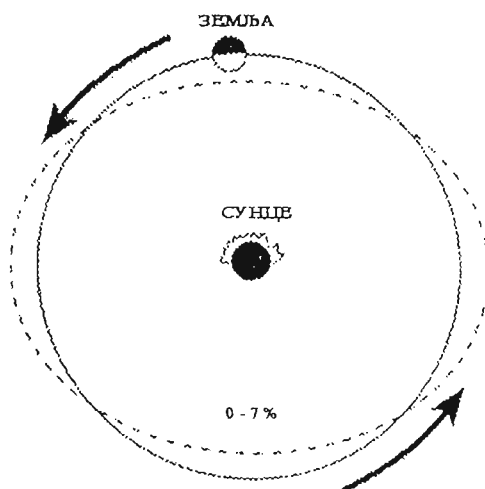
Ефекат нагиба осе ротације Земље. Пример показује колико би Земља примала Сунчеву зрачну енергију када би се мењао нагиб осе ротације. Уколико би нагиб износио 0 степени, планета би се претворила у ледену лопту, а када би било 54 степена нигде не бисмо могли на њој да пронађемо ни грудву снега.

## ☉ ЕКСЦЕНТРИЦИТЕТ ЗЕМЉИНЕ ПУТАЊЕ ОКО СУНЦА

Од свога настанка Земља “послушно” путује око своје звезде. Сунце као господар светлости, топлоте и живота све своје планете “држи” у власти својим моћним гравитационим пољем и, ма колико човек настојао да он буде тај који ће да господари, у поређењу са Сунцем све постаје беспредметно. Зато је и позитиван пример из раног развоја цивилизације када су Стари Египћани за једног од својих богова признавали Раа (Сунце), а изузетно негативан догматски став католичке цркве која је окорело и репрекусијама према неистомишљеницима дуги низ година признавала и одржавала геоцентрични систем света.

Земља се обрће око Сунца и та њена путања није кружна већ елиптична. По тој путањи Земља се креће брзином од 30 километара на сат.

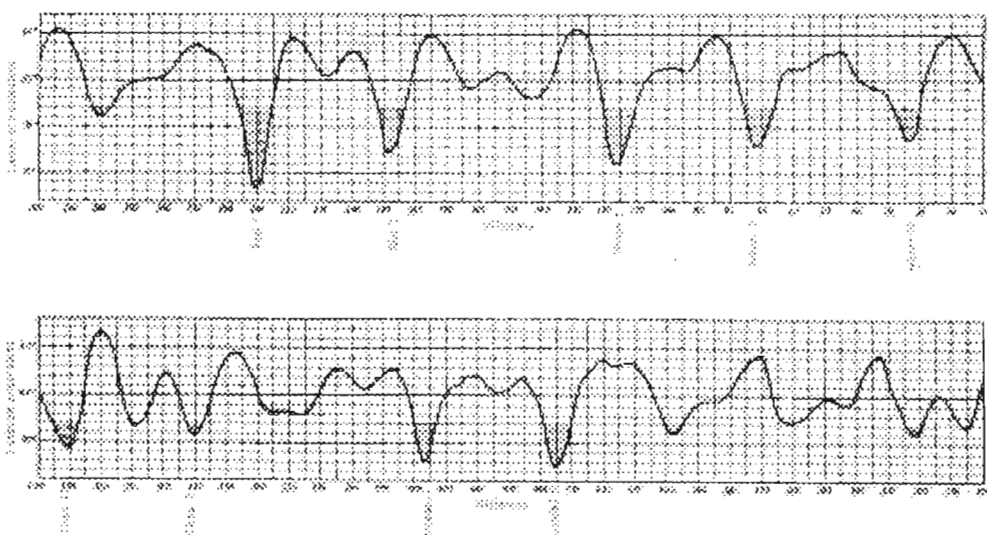
Миланковић је и овај трећи елемент увео у своје прорачуне, схватајући да се он значајно мењао у току геолошке прошлости. Иако су те промене наизглед мале и достижу тек највише 7% одступања од кружне путање, ипак су одиграле битан утицај на климу. Миланковић је срачунао да је периодизација ексцентрицитета 100 000 година, а каснији прорачуни су доказали да постоји још један у износу од око 400 000 година.



Облик Земљине орбите око Сунца варира између кружне и незнатно елиптичне. Као резултат ове ексцентричности Земљине орбите и годишњих максимума и минимума у растојању од Сунца постоји периодичност која износи 96 600 година. Промене у укупном осунчавању услед ексцентричности мање су од 1%.

Најзад, Миланковић је кренуо у свој победоносни поход од наше звезде ка матичној планети. Прво је морао да срачуна количину топлоте коју добија одређена географска ширина у току једног дана, а затим у току полугодине. Схватајући да је то неизмерно велики посао, олакшао је себи рачунање тако што је увео појам средњег осунчавања. Колико је то био “замашан труд”, како сам каже, и колико је времена и упорности изискивао најбоље сведочи податак да је, иначе познат по систематичности и прецизности, непрекидно на томе радио пуних петнаест година. Да је којим случајем располагао са савременим рачунаром или персоналним компјутером читав посао би завршио за мање од годину дана!

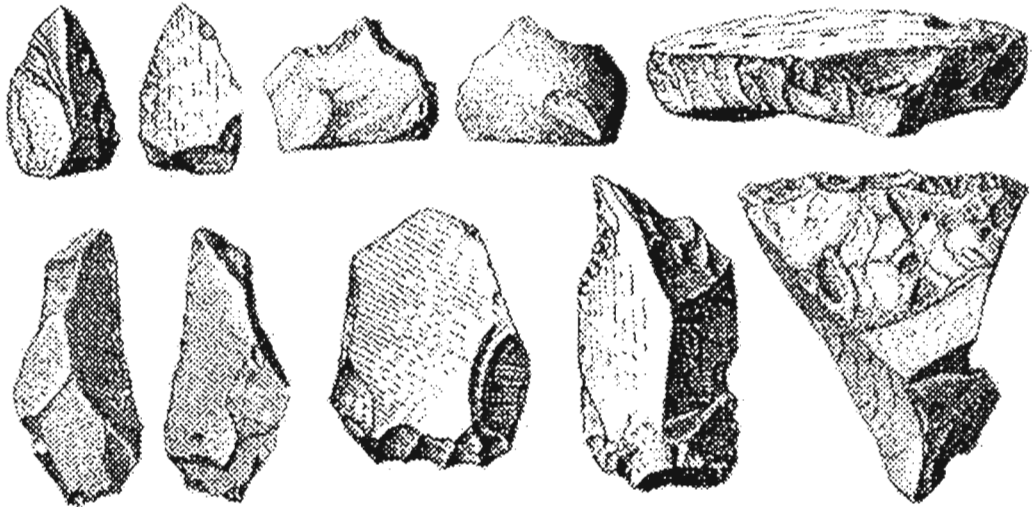
Пошто је своје прорачуне радио за последњих 600 000 година у развоју планете, исправно је у формули за срачунавање средњег осунчавања константним сматрао географске ширине. Променљиви су били параметри време и три основна астрономска елемента, лонгитуда перихела, нагиб осе према еклиптици и ексцентричност путање око Сунца. На основу свега тога Миланковић је одредио секуларни ток осунчавања Земље и на тај начин родила се крива осунчавања, данас чувена у свету и многоструко пута коришћена.



Миланковићева крива осунчавања за 65 степени северне географске ширине. Приказана је промена интензитета осунчавања за последњих 600 000 година. Прва верзија инсолационе криве објављена је 1924. године и корелисана је са четири алпска ледена доба гинц, миндел, рис и вирм.

На тај начин Миланковић је успоставио везу између осунчавања Земље и температуре њене површине. Својим делом на оригиналан начин је доказао да су се топлотни минимуми догодили у времену које је геологија одредила као периоде глацијације. Поклапања су била вишеструка. То се показало у двоструким рашчлањивањима гинца, миндела и риса, а чак у троструком рашчлањивању вирма.

Дефинитивно, геолози су добили универзалну и егзактну методу за реконструкцију квартарне климе.



Симболи квартарних ледених доба - различити типови оруђа којим се користио рани човек.

## ДОКАЗИ МИЛАНКОВИЋЕВЕ ТЕОРИЈЕ

Миланковићево дело наставило је да живи и после његове смрти. Шта више, у последње две деценије двадесетог века прикупљене су бројне потврде о исправности теорије о настанку ледених доба, али и више од тога. Миланковићева теорија постала је универзална и важи и за друге геолошке временске одељке као што су олигоцен (време од 35-23 милиона година), креда (време од 144-65 милиона година), јура (време од 213 до 144 милиона година), тријас (време од 248 до 213 милиона година), па чак и девон (време од 408 до 360 милиона година) што доказују бројни резултати истраживања готово из свих крајева света.

Миланковић је умро, како је већ речено, 1958. године и није доживео пуну сатисфакцију своје теорије, јер је оспоравана, а посебно од стране америчких научника. У прве две деценије после Другог светског рата није ни било много интересовања да се Миланковићеви циклуси осунчавања провере, иако је, мора се и то рећи, био непрестано подржаван од стране италијанских, немачких и тадашњих совјетских научника.

Нажалост, ни у сопственој земљи није имао наследника, а још мање школу која би наставила његово дело. У великој мери чак је био и заборављен од људи који су се бавили сродним струкама, а многим геолозима и геофизичарима не служи на част непознавање и необавештеност у вези циклчних



промена у осунчавању планете. Иако је била аутохтона препуштена је другима или једноставно занемарена као непотпуна или тешко разумљива.

Како су доказани Миланковићеви циклуси осунчавања?

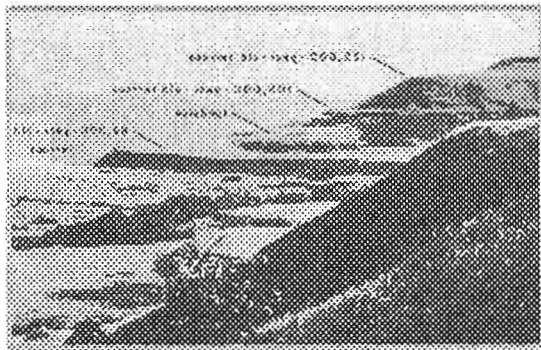
С обзиром на чињеницу да је ово питање детаљно обрађено у књизи “Ледена доба - решење мистерије” (Ice Age: Solving the Mystery) од Џона Имбрија и његове кћерке Кетрин Палмер Имбри, овом приликом то питање биће само укратко приказано. Свесно ћемо при томе прећи преко оних који су у периоду од четврте до шесте декаде двадесетог века примењивали Миланковићеве циклусе осунчавања у својим истраживањима. Њихов велики допринос састојао се у коришћењу ових резултата, али не и у провери и доказивању тачности Миланковићеве теорије.

Због свега тога полазимо од 1955. године и испитивања дубокоморских језгара. У њима је Чезаре Емилијани, оснивач палеоокеанографије, открио колебања у саставу фораминифера у погледу изотопа кисеоника. Проценио је да се то догодило због климатских колебања и да је било у питању најмање седам ледених и међуледених доба, а да је главни циклус трајао око 40 000 година. Тиме је подржао Миланковићеву теорију осунчавања, а финалне резултате објавио је 1957. године под називом “Температура и анализе старости дубокоморских језгара” (Temperature and age analysis of deepsea cores, Science 125:383–385).

Дејвид Ериксон и Геста Волин на бази промена заступљености појединих врста фораминифера у дубокоморским језгрима налазе варијације у плеистоценској клими и те резултате први пут објављују 1956. године. Из овога бисмо слободно могли закључити да су фораминифере, ти високо осетљиви микро организми, први трасирали пут ка слави теорије осунчавања.

Џејмс Хејс 1964. године на бази другог типа микроорганизама које носе назив радиоларије успева да реконструише историју океанских вода око Антарктика. Тако Миланковићева теорија задобија нови замах.

Рабли Метјуз и Кенет Месолела доказују 1966. године да су некадашњи корални гребени формирали терасне заравни на карипском острву Барбадос. Свака тераса, по њиховом тумачењу, представљала је сведочанство о интергласијалном нивоу мора. Две године касније Валас Брекер и други радиоактивним датирањем одређују старост три корална гребена на 122., 103. и 82. хиљаде година и налазе да се то слаже са Миланковићевом хипотезом, како то тада називају (прилог испод).



Science 19 January 1968:  
Vol. 159, no. 3812, pp. 297 - 300  
DOI: 10.1126/science.159.3812.297

### **Milankovitch Hypothesis Supported by Precise Dating of Coral Reefs and Deep-Sea Sediments**

Wallace S. Broecker<sup>1</sup>, David L. Thurber<sup>1</sup>, John Goddard<sup>1</sup>,  
Teh-lung Ku<sup>2</sup>, R. K. Matthews<sup>3</sup>, and Kenneth J. Mesolella<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Lamont Geological Observatory, Columbia University, Palisades, and Queens College, Flushing, New York

<sup>2</sup> Department of Chemistry, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts

<sup>3</sup> Department of Geological Sciences, Brown University, Providence, Rhode Island

Barbados provides a possibly unique opportunity for reconstruction of the times and elevations of late-Pleistocene high stands of the sea. The island appears to be rising from the sea at a uniform rate that is fast enough to separate in elevation coral-reef tracts formed at successive high stands of the sea. Unaltered coral found in the lower terraces enables high-precision Th230: U234 and Pa231: U235 dating. Three distinct high stands of the sea are found about 122,000, 103,000, and 82,000 years ago. New Pa231 and Th230 dates from a deep-sea core also indicate that Ericson's W-X cold-to-warm climatic change occurred close to 126,000 years ago. These data show a parallelism over the last 150,000 years between changes in Earth's climate and changes in the summer insolation predicted from cycles in the tilt and precession of Earth's axis.

Исте године Џорџ Кукла и његове колеге користе палеомагнетну временску скалу и доказују климатска колебања у циклусу од 100 000 година. Исту ту палеомагнетну методу 1971. године користи Вилијам Радимен да би доказао да су промене тока атлантских струја биле у циклусу Земљине ексцентричне путање око Сунца.

После свих нагомиланих, али не и коначних доказа Миланковићеве теорије осунчавања организован је мега пројекат под називом “Клима: дугопериодична испитивања, картирање и прогноза” (CLIMAP или Climate: Longrange Investigation, Mapping and Prediction). Овај пројекат *дефинитивно решава тајну ледених доба и доказује да су Миланковићеви циклуси осунчавања једини који доводе до развоја ледника на планети.*

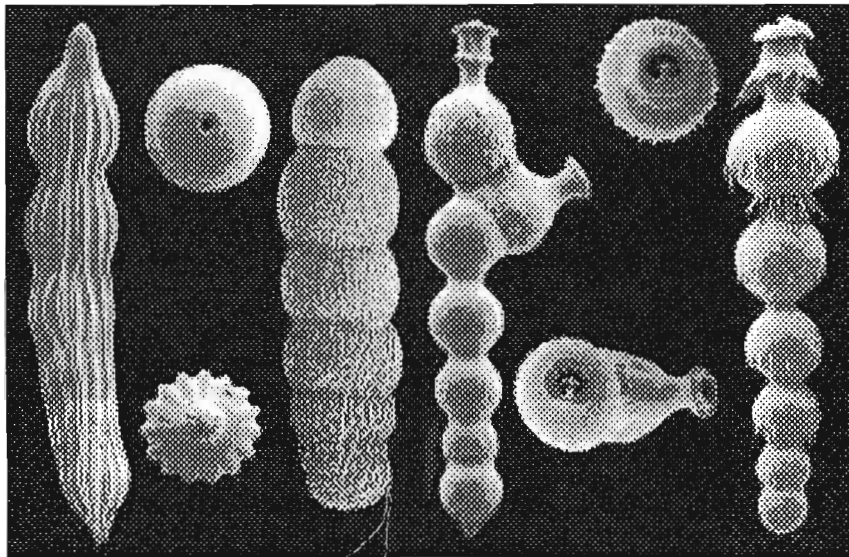
У оквиру наведеног пројекта Николас Шеклтон и Нил Опдајк из дубокоморских језгара 1972. године састављају временску скалу за последњих 700 000 година. Коначно, Џејмс Хејс, Џон Имбри и Николас Шеклтон изводе спектралну анализу извађених језгара и 1976. године налазе да се клима за последњих 500 000 година мењала у зависности од астрономских фактора. Промену нагиба осе ротације Земље, прецесију и ексцентричну путању око Сунца називају “пејсмејкером ледених доба” и доказују да су Миланковићеви прорачуни или Миланковићева крива осунчавања у потпуности исправна.

Тиме су Миланковићеви циклуси званично верификовани, а пут у вечност који је снагом свога генија наш научник потпуно самостално трасирао други су пажљиво проверавали и преваљивали, корак по корак, не верујући дуги низ година да он заиста тамо и води.

И да иронија буде потпуна, баш они који су били највећи противници Миланковићеве теорије настанка ледених доба морали су на крају да признају и прихвате да су математички прорачуни Милутина Миланковића и астрономски утицаји доминантни на промену климе и да се то одвијало кроз читаву геолошку прошлост Земље.

Од 1976. године, дакле, више од три деценије, не трага се за доказима Миланковићеве теорије осунчавања. Она је потврђена и сва даља истраживања немају тај карактер. Она су само у функцији проширења универзалности циклуса осунчавања или се нови резултати користе као допуна постојећим.

Миланковић је данас саставни део свих уџбеника науке о Земљи и њему се неопозиво верује.



Поједине врсте фораминифера трајно су нестале у последњем леденом добу, али су послужиле као необорив доказ тачности Миланковићеве теорије. Снимак је начињен под електронским микроскопом, а шкољкасти остаци имају дужину од 0,3 - 0,5 mm.

## СВЕТСКИ ВЕЛИКАН

Бројна су признања којима је данас окићен Миланковић. То само сведочи да је његово име бесмртно, а дело вечно. Поједина имена су примерена и у тесној су вези са његовим пољем рада, али има и примера злоупотребе или помодарства о којима нема смисла говорити.

Миланковић је најцитиранији српски научник.

Равноправно, раме уз раме, његово име светли поред великана какви су Никола Тесла, Михаило Пупин, Јован Цвијић, Михаило Петровић - Мика Алас, Јосиф Панчић, Милева Марић, Павле Савић, Радивоје Пешић.

О каквом великану је реч и са чиме може да се поноси српски народ када изговара његово име нека послуже следећи подаци.

Миланковићу у част једном кратеру на тамној страни Месеца дато је његово име. Ово је званично усвојено на конгресу Међународне астрономске уније 1970. године у Брајтону (Енглеска). Иста та организација је у Сиднеју (Аустралија) 1973. године донела одлуку да се и на Марсу једном кратеру да име Миланковић. Таква признања нема ни један Србин.

Једно небеско тело, планетоид, носи име 1605 Миланковић. Налази се у астероидном појасу и можда баш тамо обитава Милутинова душа.

На Колумбија универзитету 1982. године одржан је светски симпозијум под називом “Миланковић и клима”.

У Белгији у Лувен-ла-Неву 1988. године организована је изложба посвећена Миланковићу, а Андре Берже, врсни познавалац Миланковићевог дела и његов настављач, детаљно је анализирао допринос Миланковића. За своје резултате на пољу Миланковићевих циклуса осунчавања Берже је 1994. године добио медаљу “Милутин Миланковић”, а 2006. године изабран је за дописног члана САНУ-а.

У Перуђи (Италија) одржан је 1988. године симпозијум “Циклостратиграфија” чиме је званично промовисана нова истраживачка метода заснована на циклусима осунчавања. Према томе, орбиталне варијације нису само утицале на климу, већ су имале великог одраза на седиментацију. Овим су и седиментолози добили једну нову упоришну основу за прецизно датирање слојева.

Европско геофизичко друштво (EGS) установило је медаљу “Милутин Миланковић” 1993. године. Она се додељује научницима за изузетне заслуге у дугопериодичном проучавању и моделирању климе. Од 2003. године ова медаља се додељује од стране Европске уније за геонауке (EGU).

У једну од својих тема Међународни програм геолошке корелације (IGCP) уврстио је Миланковићеву теорију климатских колебања која је у деценијском периоду осамдесетих година двадесетог века примењивана за различите геолошке одељке.

Институт за геологију, геофизику и геоинформатику Фрај универзитета у Берлину под вођством Хилерта Ибекена и у сарадњи са Андре Бержеом и Мери-Френс Лотје снимео је 1993. године документарни филм под називом “Орбита и инсолација: Миланковићева теорија” (Orbit and Insolatio: The Milankovitch Theory).

У последњих двадесет година двадесетог века снимљено је више телевизијских серија о промени климе и угрожавању живота на планети и у већини њих Миланковић је заузимао најзначајније место. Многи га сврставају у пет највећих научника науке о Земљи.

Тако о Миланковићу мисли свет.

У својој земљи дуго је био оспораван или чак заборављен. Ипак, после периода неразумевања наступило је ново време и сазревање сазнања да је у питању генијални научник. Тек тада дошла су признања.

Поводом стогодишњице (1979. године) и стодвадесетпетогодишњице (2004. године) у Београду су одржани међународни научни скупови посвећени животу и делу Милутина Миланковића у организацији САНУ-а.

Средња геолошка и хидрометеоролошка школа на Вождовцу у Београду носи име “Милутин Миланковић” од 1989. године.

Приватна гимназија у Раковици, такође, од 1999. године носи исто име.

Завод за уџбенике и наставна средства штампао је 1998. године Изабрана дела Милутина Миланковића у седам књига. Међу њима по први пут налазио се “Канон осунчавања Земље и његова примена на проблем леденог доба” на српском језику.

На Рударско-геолошком факултету 1999. године одржан је први домаћи симпозијум под називом “Миланковић-јуче, данас, сутра”.

Једној неугледној улици на Новом Београду дато је име “Милутин Миланковић”. На сву срећу та је срамота исправљена и данас се уместо Трећег булевара на Новом Београду налази булевар “Милутин Миланковић”.

Астрономско друштво из Зрењанина носи назив “Милутин Миланковић”.

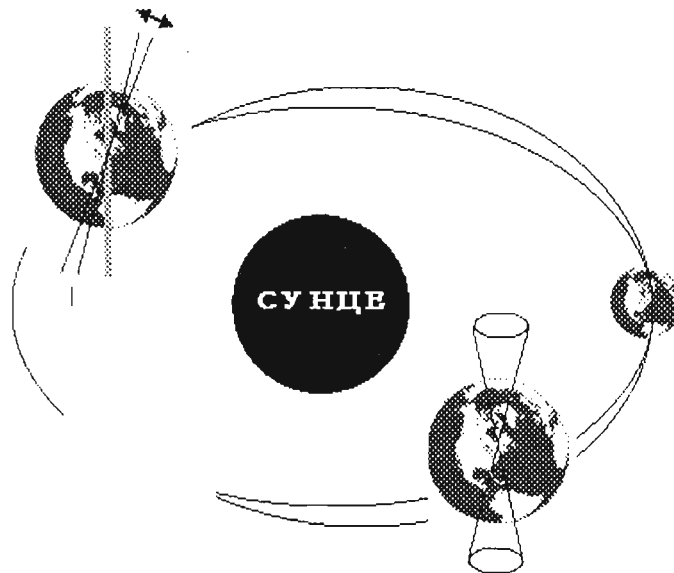
Коначно, и родна кућа Милутина Миланковића у Даљу је реновирана 2007. године. И та неправда је исправљена.

Исте године снимљен је и документарно-едукативни филм вМилутин Миланковић - путник кроз васиону и вековег у организацији новоформираног друштва “Милутин Миланковић”.

Све што смо набројали није и коначно. Миланковић заслужује и више, али то ће долазеће време, нарастајућа свест и нове генерације да исправе.

Сви наведени примери недвосмислено доказују да је Миланковићево дело из домена вечности, како је то предвиђао сам научник. Колико је Миланковић био сигуран у своју теорију најбоље сведоче редови из његове непоновљиве књиге “Кроз васиону и векове”.

*“Подударанье астрономских рачуна са свим досада утврђеним климатским променама квартарног доба показало је, несумњиво, да су климатске промене биле изазване астрономским узроцима, променама Земљине путање и нагиба Земљине осе. Тиме је квартарно доба добило свој календар! Па као што је наш обичан календар везан за астрономске појаве, дан, месец и годину, тако је и календар Земљине прошлости везан за астрономске појаве више категорије, за секуларне поремећаје Земљине путање. Те се појаве одигравају по неминовним законима небеске механике, дивне кћерке музе Ураније. Мени је пала у део велика част да ту отмену даму уведем, руку под руку, у царство геологије”.*



Секуларни поремећаји Земљине путање.



## НАЈЗНАЧАЈНИЈА ДЕЛА

Милутин Миланковић је објавио више научних дела, али је исто тако и писао популарне чланке, научно-популарне и аутобиографске књиге и дела из историје науке и астрономије. Ипак, једно дело се посебно издваја и за њега може сасвим слободно да се каже да је животно. То је најзначајнија научна књига потекла са наших простора у последњем веку. Реч је, дакле, о књизи “*Канон осунчавања Земље и његова примена на проблем леденог доба*” или у оригиналу на немачком: “*Kanon der Erdbestrahlung und Seine Arwendung auf das Eiszeitenproblem*” из 1941. године.

Друга по значају могло би се рећи да је “Кроз васиону и векове” која је доживела више издања и из које су читаоци разумели Миланковића као човека и научника.

Међу најзначајнија дела треба издвојити следеће (навођење нема хронолошки редослед):

- 1 *Успомене, доживљаји и сазнања - детињство и младост* (1879-1909), објављено 1979;
- 2 *Успомене, доживљаји и сазнања* (1909-1944), 1952;
- 3 *Успомене, доживљаји и сазнања* (после 1944), 1957;
- 4 *Небеска механика*, 1935;
- 5 *Исак Њутн* у “Исак Њутн и његова Принципија”, написано са Бокшаном, 1946;

- 6 *Наука и техника током векова*, 1955;
- 7 *Кроз васиону и векове*, 1928, 1952, 1979;  
у новије време, од 1990-2006. године ова књига је имала  
више издања;
- 8 *Оснивачи природних наука -*  
*Питагора-Аристотелес-Архимедес*, 1947;
- 9 *Астрономска теорија климатских промена и њена*  
*примена у геофизици*, 1948 (ова књига је представ-  
љала скраћено српско издање “Канона осунчавања  
Земље и његова примена на проблем леденог доба”);
- 10 *Анормални стадијуми планетских атмосфера*, 1922;
- 11 *Поглед на развитак механике и њен положај према*  
*осталим егзактним наукама*, 1910;
- 12 *Историја астрономске науке од њених првих*  
*почетака до 1727. године*, 1948 и 1955;
- 13 *Техника у току давних векова*, 1955;
- 14 *Мика Алас. Белешка о животу великог*  
*математичара Михаила Петровића*, са Јеленком  
Михајловић, 1946;
- 15 *Основи небеске механике*, 1947 и 1988;
- 16 *О другом постулату специјалне теорије*  
*релативитета*, 1924;
- 17 *Двадесет два века хемије*, 1953;
- 18 *Нови резултати астрономске теорије климатских*  
*промена*, 1937;
- 19 *Kanon der Erdbestrahlung und Seine Anwendung auf das*  
*Eiszeitenproblem*, 1941;
- 20 *Нумеричко израчунавање секуларне путање*  
*Земљиних полова ротације*, 1933;
- 21 *Калорична годишња доба и њихова примена у*  
*палеонтолошком проблему*, 1923;
- 22 *Matematische Klimalehre und astonomische Theorie der*  
*Klimaschwankungen*, 1930;
- 23 *О употреби векторских елемената у рачуну*  
*планетских поремећаја*, 1939;

- 24 *Астрономска теорија секуларних варијација климе*, 1930;
- 25 *Испитивања о клими планете Марс*, 1916;
- 26 *Theorie mathematique des phenomenes theramiques produits par la radiation solaire*, 1920;
- 27 *Sekulare Polverlagerrungen*, 1933;
- 28 *Astronomische Mittel zur Erforschung der erdgeschichtlichen Klimate*, 1938;
- 29 *Stellung ind Bewegung der Erde im Weltall*, 1931;
- 30 *О примени математичке теорије спровођења топлоте на проблеме космичке физике*, 1913.

Како је већ речено, најзначајније Миланковићево дело је “*Канон осунчавања Земље и његова примена на проблем леденог доба*”. Због тога заслужује да се посебно истакне, па у вези с тим дајемо потпун преглед свих до сада објављених издања:

- 1 1941: “*Kanon der Erdbestrahlung und Seine Arwendung auf das Eiszeitenproblem*” *Königliche Serbische Akademie, Spez. Publikation No. 133, 1-633, Belgrad*;
- 2 1969: “*Canon of insolation and the ice-age problem*” *Jerusalem, Israel Program for Scientific Translations*;
- 3 1997: “*Канон осунчавања Земље и његова примена на проблем леденог доба*”, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд;
- 4 1998: “*Canon of insolation and the ice-age problem*” Завод за уџбенике и наставна средства, Београд;

## МИЛАНКОВИЋ О...

Уман човек какав је био Милутин Миланковић оставио је за собом бројне мудре изреке, представе о различитим појавама и појмовима, нека размишљања која се по својој лепоти и садржајности толико истичу и намећу да би било неправедно не издвојити их. Из њих се, између осталог, могу извући закључци о Миланковићевим основним карактерним особинама. Навешћемо само неке са напоменом да је њихов број знатно већи и могу се пронаћи, пре свега, у мемоарском делу “Успомене, доживљаји и сазнања”. Ево неких примера Миланковићевих размишљања о:

... васиони:

*“Те спиралне маглине су огромне, а њихова одстојања прекорачују сваку нашу представу. У овој непрегледној васиони којој не сагледасмо ни почетка ни свршетка у простору и времену, владају исти природни закони које смо упознали на нашој Земљи. Јединствена је природа! Безгранична, вечна мајка живота.”*

... домовини:

*“Када стадох под таковски грм, осетих да се велике идеје могу родити и у уским срединама и да величина и сјај колевке не одређују судбину новорођенчета.”*

...богу:

*“Под том речју разумева се све могуће и све немогуће, јер свака религија, па и сваки поједини човек, има о томе своје посебне назоре.”*

... интуицији:

*“Дух научника мора имати способности да намирише проблеме као што ловачки пас наљуши дивљач.”*

... научном откићу и техничким проналасцима:

*“Није бадавацисање лежати у мрежи, разапетој између два стабла, па кроз њихово грање посматрати утркивање облачака и слушати цвркутање птица. При томе, ако случајно не задремам, ја размишљам без дневног реда и система, али баш то лутање и крстарење није никад узалудан посао.”*

... Михаилу Петровићу, Мики Аласу:

*“Миран, тих, скроман, човечански једноставан, надчовечански обдарен, Петровић је био један од највећих синова наше земље.”*

... будућности [1]:

*“Наука ми је дала средство у руке да гледам у будућност наше Земље, али моја властита судбина потпуно ми је скривена.”*

... будућности [2]:

*“Око године 6000. после наше ере задесиће човечанство један тежак удар. Сви оци који ће се дотле начичкати на Земљи престаће да се пуше, а све калоричне машине и мотори обуставиће рад. - Општи штрајк! - Није, нешто горе, нестало је гориво!”*

## БУДУЋЕ ЛЕДЕНО ДОБА

*“Снежне калоте које покривају сада поларне крајеве наше Земље шириће се све више и више, ледењаци ће покривати све високе брегове, а хладноћа ће постепено освајати целу Земљу. Човечанство, ако га још уопште буде било, бориће се очајно са природним непогодама, али ће стално губити на терену. Велика дела људских руку и разума опустиче и доћи у стање ових рушевина на којима сада седим.”<sup>2</sup>*

Ова суморна слика представља коначни крај планете Земље, како то види Миланковић. Овакав сценарио одиграће се после гашења Сунца.

Док се то не догоди, Миланковић предвиђа нова ледена доба, јер ће неминовно и даље бити дугопериодичних цикличних осунчавања, хладних и топлих фаза, прецесије, промене

---

<sup>2</sup> Мисли се на хеленски град Стоби који се налази на око 150 километара северно од Солуна, данас бивша југословенска република Македонија. Био је важан војни, стратегијски, економски и културни центар на путу Via Egnatia који је повезивао Егејско море и Дунав. Нађене бронзане фигуре доказују да је формиран још у неолитско доба и да се развијао у гвозденом. Обновљен је у раном и средњем римском периоду, а у III веку наше ере био је јеврејско насеље са синагогом која је срушена. На њеним темељима сазидана је хришћанска базилика. Град је опљачкан 479. године н.е. од стране Источних Гота, а затим га је снажни земљотрес разорио 518. године н.е.

нагиба осе ротације и ексцентричне путање Земље око Сунца. Ново ледено доба је неминовност и будућност човечанства, исто као што је неминовност путовање Земље око наше звезде или наше звезде око њеног галактичког центра.

Човек се данас налази у периоду интерглацијације или топле фазе. Ледници се за сада задржавају на високим географским ширинама, на половима, Гренланду или врховима високих планинских ланаца и за сада не прети опасност од њиховог ширења ка јужним пределима. Најнеповољнији подаци (песимистички сценарио) показује да ће ово стање трајати још само око два миленијума. После тога климатска крива ће лагано поћи ка свом минимуму и неминовно ће започети фаза новог леденог доба.

Ова тврдња изнета је на основу Миланковићеве астрономске теорије ледених доба и његовог дијаграма осунчавања који пружају егзактну основу за предвиђање развоја климе на планети. У данашње време промена нагиба Земљине осе ротације и ексцентрична путања око Сунца делују у смеру захлађења, док прецесија има смер загревања. Ова неуједначеност неће променити природни климатски циклус све док се сва три астрономска елемента не усагласе у једном правцу деловања. На основу математичког модела и формуле коју је разрадио Џон Имбри, проистекло је да ће се максимум нове глацијације догодити кроз 23 000 година.

Миланковићеви циклуси осунчавања потпадају под категорију који носи назив природни дугопериодични токови. Орбиталне законитости доводе до удруживања три основна астрономска елемента о којима смо говорили и они утичу на количину пријема Сунчеве радијације на планети. Било која осцилација, већа или мања количина топлоте, директно се одражава на критичне граничне површине на планети и то покреће границе ледника јужно или северно, у зависности који процес преовлада.

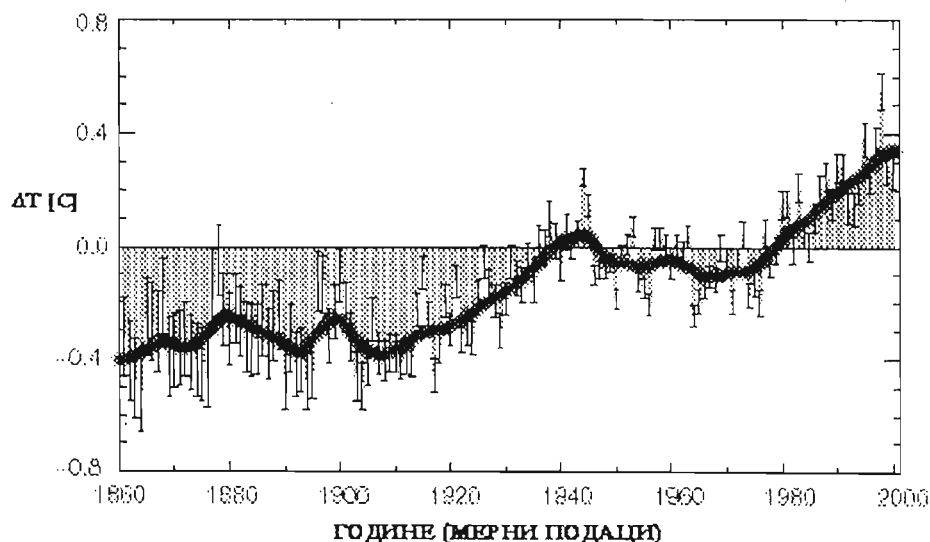
Свој математички апарат Миланковић је разрадио за последњих 600 хиљада година. Он је, међутим, универзалан и применљив за читаву геолошку историју Земље. На тај начин

постало је разумљиво откуд ледени трагови у периодима пре 400 или 600 милиона година или, обрнуто, откуд бујна вегетација и велике наслаге каменог угља пре око 350-300 милиона година. Палеоклиму је, дакле, било могуће разумети и у фази отопљавања и климатског максимума и у фази захлађења и климатског минимума.

Савремени климатски токови, међутим, показују тенденцију која је сасвим супротна природној. Шта је разлог томе?

Човек је својим несавесним односом према Природи успео да поремети орбитални циклус!

Климатолози сматрају да је највећи допринос дала индустријализација која је започела у деветнаестом и наставила се у двадесетом веку, а захуктала се у последње две деценије претходног века. За највећег кривца проглашена су фосилна горива (нафта и угаљ) и емисија угљен-диоксида која је створила ефекат “стаклене баште” или непробојан штити рефлектованом зрачењу у повратку кроз атмосферу и неповратном одласку у интерпланетарни простор. Тај заробљени гас, талац индустријализације, подигао је средњу годишњу температуру за око 1,5 степен Целзијуса, што је било довољно да се поремети општа планетарна клима и изазову бројни природни хазарди.



Глобална промена температуре за последњих век и по.  
У последњих 20 година евидентан је пораст температуре.



Погрешно је, међутим, мишљење да је повећана количина угљен-диоксида у атмосфери једини разлог пораста средње годишње температуре на планети. Тих гасова “стаклене баште”, како се другачије називају, има већи број, а њихови извори су различити као и утицаји на климу. Због тога је и интересантан табеларни преглед из кога могу да се уоче ове релације.

Већина гасова (угљен-диоксид, метан, азот-оксид, озон, хлорофлуороугљеник), како се може видети из приложене табеле, апсорбују инфрацрвено зрачење. Озон уједно апсорбује и ултраљубичасто, док сумпор-диоксид формира аеросоле који расејавају Сунчеву радијацију. Уз све то угљен-моноксид утиче на стратосферски озон, воду и водену пару као и на циклус стварања угљен-диоксида. Сви наведени процеси имају изузетан утицај на климу, већином негативан, јер гасови задржавају једну количину Сунчеве топлоте и одржавају планету под повећаном температуром. Уколико је процес временски дужи и штетност по живи свет је већа.

Утицај сваког од наведених гасова је различит и сваки би могао да се анализира појединачно. Из пажљиве анализе може да се уочи да нису само човек и индустријализација одиграли главну улогу у измени планетарне средње годишње температуре, већ да постоје и други гасови који су, такође, природним путем допринели том стању.

Тако, на пр., количина сумпор-диоксида зависи од степена вулканизма. Уколико су вулкани активнији, тада је и већа количина овог гаса у атмосфери, самим тим већи је и ефекат на планетарну климу. Класични примери су ерупције два индонежанска вулкана, Тамбора из 1815. године и Кракатау из 1883. Када је Кракатау експлодирао таласни фронт је седам пута обишао планету, изазвавши неизмерну катастрофу, четвородневну ноћ, атмосферу препуну сумпор-диоксидом и коначно нагли пад средње годишње температуре за 1,5 степена Целзијуса и “нуклеарну зиму” наредне две године. Исто тако, година 1816. позната је као “година без лета”, јер је вулкан Тамбора изазвао глобалну климатску промену.

Табела 1 Основне особине неких главних гасова “стаклене баште”

ИМЕ ГАСА	ИЗВОРИ	РЕАКЦИЈА	УТИЦАЈ НА КЛИМУ
<b>Угљен-диоксид</b> (CO <sub>2</sub> )	Сагоревање фосилних горива	Преузима океан; Фотосинтеза биљака	Апсорпција инфрацрвеног зрачења; Утицај на озон
<b>Метан</b> (CH <sub>4</sub> )	Сагоревање; Ферментација	Реакције са са водом; Микро-организми преузимају из земљишта	Апсорпција инфрацрвеног зрачења; Разарање тропосферског O <sub>3</sub> и воде; Разарање стратосферског O <sub>3</sub> и повећање CO <sub>2</sub>
<b>Азот-оксид</b> (N <sub>2</sub> O)	Сагоревање биомасе; Фосилна горива	Измена земљишта; Стратосферска фотолиза и реакција са O	Апсорпција инфрацрвеног зрачења; Утицај на стратосферски O <sub>3</sub>
<b>Озон</b> O <sub>3</sub>	Фото-хемијске реакције	Каталитичке хемијске реакције	Апсорпција ултраљубичастиог и инфрацрвеног зрачења
<b>Угљен-моноксид</b> (CO)	Емисије биљака; Човеков утицај	Преузима земљиште; Реакције са водом	Утицај на стратосферски O <sub>3</sub> и воду; Циклуси производње CO <sub>2</sub>
<b>Хлоро-флуоро-угљеник</b> (CFC)	Индустрија	Безначајан у тропосфери; Фотолиза и реакција са O	Апсорпција инфрацрвеног зрачења; Утицај на стратосферски O <sub>3</sub>
<b>Сумпор-диоксид</b> (SO <sub>2</sub> )	Вулкани; Угаљ и сагоревање биомасе	Сува и течна депозиција; Реакција са водом	Формира аеросоле који расејавају Сунчево зрачење

За разлику од сумпор-диоксида остали гасови повећавају средњу годишњу температуру. Овај, пре свега, вештачки утицај представља супротан процес природном, али и не припада дугопериодичним климатским променама. У основи повећана количина гасова представља продужетак процеса интергласације и одржање стања прегрејаности планете са многобројним штетним последицама.

Данас је због тога изузетно актуелна полемика око питања где иде човечанство. Да ли климатска промена представља велики hazard и могућу катаклизму несагледивих размера? Да ли је повећање средње годишње температуре само природни циклус који се наизменично смењује током одређеног временског периода?

Ова два супротна питања и истовремено дијаметрално супротна виђења будућности планете немају ничег заједничког, али зато веома често садрже крута или драматична предвиђања. Индустријски или нафтни лоби дефинитивно одбија “црни” сценарио климатског развоја, док климатолози и научници чије делатности имају додирних тачака са климом планете упорно тврде да је Земља увелико зашла у “неконтролисан и прегрејан” развој са несагледивим последицама. Због свега тога поставља се ново питање: ко је од њих у праву? Које предвиђање је исправно?

На бази својих математичких прорачуна Миланковић изводи закључак да је ново ледено доба неминовност и законитост по којој ће се кретати Земља на својој орбити око Сунца. То је неминовност која ће се остварити у току наредних 12-15 хиљада година. “Успоравање” овог процеса неки климатолози сагледавају у чињеници да је глобално загревање тек у почетној фази и да ће њена доминантна фаза довести читаву планету до “кашњења” природног процеса за исто толико година. Дакле, ново ледено доба требало би да започне тек за око 25-30 хиљада година!

Већ смо навели да Миланковићеве циклусе осунчавања, и поред свих супротних тврдњи, ништа не може да заустави. Тај лагани ход планете ка њеном климатском минимуму ипак

ће се одвијати по законитостима небеске механике, а не по предвиђањима или човековом сценарију.

Ако се вратимо у шездесете или седамдесете године двадесетог века, уочићемо да је преовладало мишљење да ће Земља веома брзо ући у фазу захлађења и да ће се највећа количина светских фосилних горива потрошити већ крајем двадесетпрвог века. Почетком осамдесетих, међутим, дошло је до пораста средње годишње температуре, затим се наставило током деведесетих и мишљење из шездесетих и седамдесетих се нагло променило и преовладала је концепција глобалног загревања планете гасовима “стаклене баште”.

Ова концепција у великој мери је подржана када је изнета чињеница да је средњи садржај угљен-диоксида у дужем временском периоду (помиње се чак и време од неколико милиона година!) износио од 180-280ppmv (запремински делови по милиону). Данас је тај садржај повећан за 30% и износи 380ppmv, што није очекивано и за многе научнике већ је алармантно по живи свет на планети.

Гасови “стаклене баште”, међутим, нису непознати нити су искључиво производ индустријализације. Земља је током свог геолошког развоја непрестано пролазила кроз топле и хладне фазе и о томе постоје бројни докази (фораминифере, корали, речне терасе, годови дрвета, варве, кисеоник-18, миграције народа у историјским добу итд.) и то ће се неминовно догађати и у будућности.

Један од типичних примера велике количине постојања гасова у атмосфери представља креда или геолошка периода у којој су се намножили диносауруси на копну или шкољке (коколити) у морима од којих је касније настала бела писаћа креда, па је по томе читава периода и добила име. У тих фантастичних 80 милиона година није било ледених капа на половима као што их има данас, а вероватно да је изузетно мало било и Сунчевих пега, док је индекс Сунчеве активности био веома низак.

Чак је и магнетно поље било веома стабилно, јер је и дан данас необјашњиво зашто се није мењала поларност у

времену од 124-83 милиона година (означено као С34). Дакле, преко 40 милиона година одржавала се нормална поларност, док је у последњих 18 милиона година (од 83-65 милиона година, што припада горњој креди или кампан-мастрихту) промењена само три пута у веће реверсне хроне поларности (горњи део С33, С31 и С29, који је уједно и гранични између креде и терцијара).

Да би започело једно ледено доба, потребно је да се развију глацијални центри или средишта заглечеравања одакле ће ледници моћи да се шире на различите стране. Њихово исходиште не мора увек бити највиши врх неке планине, то може бити, на пр., и северна планинска падина или бивше ледничко језеро које не прима довољну количину Сунчеве енергије у току сезонске полугодине.

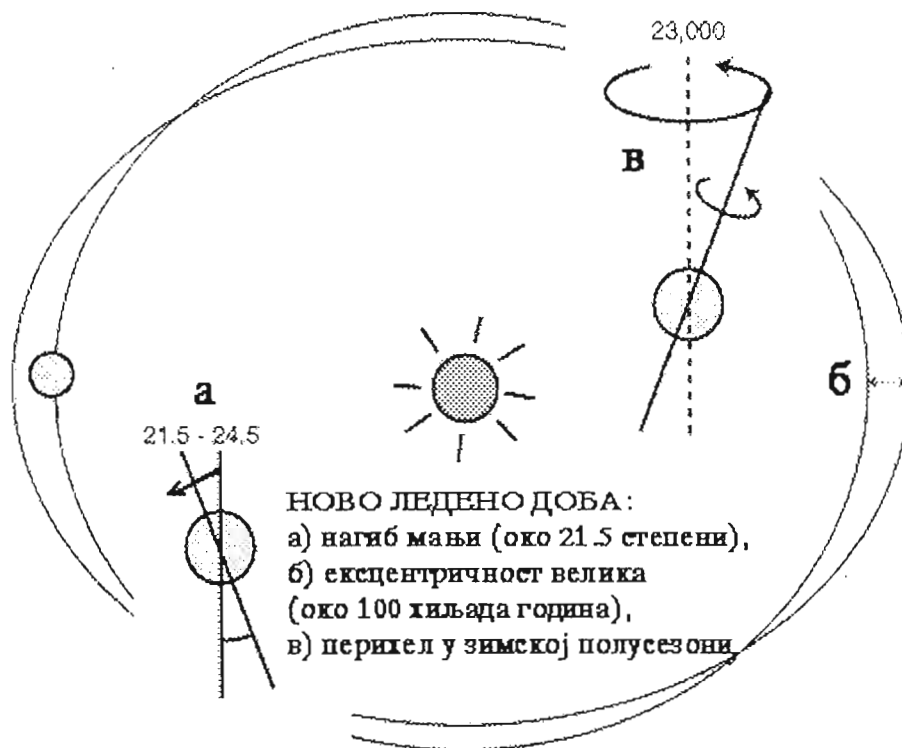
Да би настало ново ледено доба морају бити испуњена три услова:

- нагиб осе ротације треба да буде што мањи;
- ексцентричност треба да буде што већа и
- перихел треба да се појави у току зимске полусезоне на северној хемисфери.

Када је мањи нагиб осе ротације (најчешће је између 22 и 21,5 степени), тада је и мања разлика између средњих сезонских температура, док у исто време више географске ширине примају више светлости (посебно поларне области). Због тога настају кратка хладнија лета и кратке благе зиме, а пролећа и јесени у средњоширинским појасевима постају уједначенија и дужа. Због оваквог развоја кратко хладно лето није у стању да отопи претходно нагомилани снег и он се задржава до наредне зиме и нових снежних падавина. Уколико се то понови у три-четири полусезоне, почињу да се развијају центри заглечеравања, а затим наступа фаза њиховог даљег ширења и освајања великих простора. Снег и лед се претварају у моћне освајаче и њихово даље надирање више ништа не може да заустави.

Облик Земљине путање мења се током времена. За развој леденог доба потребно је да Земљина путања око Сунца

буде елиптична, односно да ексцентричност буде што већа. Познато је да је у том случају максимално одступање од кружне путање 7%, а Земља то достиже после 95-100 хиљада година. Да би поново дошла у максималну могућу кружну путању потребно је да прође око 100-105 хиљада година, тј. то се дешава по завршетку нових 200-205 хиљада година. После око 410-415 хиљада година Земља окончава потпун циклус.



Основни услови под којима настаје једно ледено доба.  
 Објашњење дато под а, б и в.

Да бисмо Миланковићеве циклусе осунчавања правилно схватили, потребно је да сва наша разматрања усресредимо искључиво на северну хемисферу и географске ширине између 45 и 65 степени. Зашто је то тако?

Прво, на северној хемисфери далеко је већи број континената. Северна Америка, Европа и делимично северни део Азије, као и Гренланд били су идеални центри на којима су се у геолошкој прошлости развијали глечери, посебно у квартару. На јужној хемисфери то је могло само на Антарктику, али у односу на претходно наведене просторе у питању је једна мања и усамљена континентална површина.

Друго, на јужној хемисфери нема много континенталних простора са наведеним критичним географским ширинама као на северној. Због свега тога најупечатљивији трагови, а и најбоља изученост ледених доба потиче из Европе (Алпи и Скандинавија) и Северне Америке где су бројни и видљиви у облику морена, глечерских језера, егзотичних блокова, планинских страна и профила, препуни стрија и углачаних површина или и даље активних глечерских центара.

Интергласијално доба има другачије карактеристике. Оно настаје у условима високе вредности нагиба осе ротације као и када се перихел појављује у летњој полусезони. Екцентричност у овом случају не игра посебно значајну улогу, она се лагано мења, али није доминантна као прецесија и промена нагиба осе ротације. Иако прецесија еквиноција доводи до оштријег захлађења и хладније зиме на северној хемисфери, а самим тим и бржег развоја центара заглечеравања, ипак комбинација високе вредности нагиба осе ротације и мали износ ексцентричности одржавају планету у фази интергласијације, јер у току топле летње сезоне долази до отапања претходно нагомиланог снега.

Према свему досад речено, долазак новог леденог доба може ипак бити “успорен”. Међутим, овај термин треба адекватно објаснити и истовремено правити јасну разлику између Миланковићевог циклуса осунчавања и ефекта “стаклене баште”. Нешто раније већ је речено да ће се климатски минимуми одвијати по законитостима небеске механике и то је процес који ништа не може да заустави. Према томе, Земља ће лагано “клизнути” ка минимуму нагиба осе ротације, максимуму ексцентричне путање око Сунца, а перихел ће на северној хемисфери бити достигнут у току зимске полусезоне.

Земљина орбитална путања ће мењати свој облик, али ће се и враћати у положај када ће због тога бити оствариво климатско захлађење на планети.

Међутим, поставља се следеће питање: шта ће се догодити са Сунчевом радијацијом, јер ће на свом путу са површине планете ка интерпланетарном простору и даље остајати

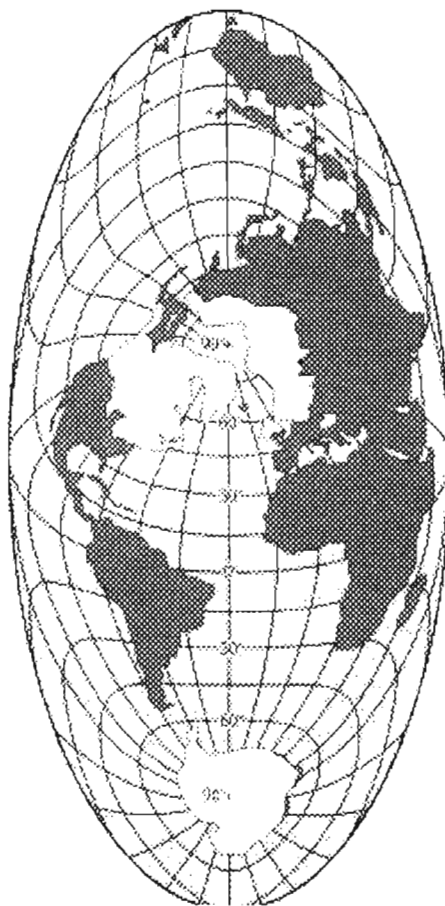
заробљена због непробојног плашта већ набројаних гасова “стаклене баште” у атмосфери?

**Овде, дакле, престају да важе Миланковићеви циклуси осунчавања и законитости небеске механике, а започиње да делује антропогени фактор и све негативне последице створене услед неконтролисане емисије штетних гасова у Земљину атмосферу.**

Како “омогућити” новом леденом добу несметан долазак? Како планету вратити њеном природном циклусу загревања и хлађења? Како заштити климу и живи свет на Земљи?

Наравно, једино исправно решење састоји се у редукцији и стиктној контроли емисије гасова “стаклене баште”. Ово истовремено значи и смањење потрошње фосилних горива, али и удар на макроекономски систем најразвијених земаља на свету. Тако строга рестрикција не иде у прилог најбогатијима и ово питање, уколико се даље разматра, превазилази првобитну замисао и оквире ове књиге. Због тога као закључак треба навести да човек неће моћи да поправи лош планетарни климатски тренд уколико не буде размишљао глобално.

Према томе, глобално загревање је питање и Европљана, и Американаца, и Азијата, и Африканаца, и Аустралијанаца, и пингвина са Антарктика, и белих медведа са Арктика, и питање свеукупне питке воде на планети итд. Зато је и чудно да се неке земље, претежно најбогатије, данас здушно залажу за процес гло-



Један од најхладнијих периода у развоју планете догодио се у периоду пре око 2 милиона година (бело означава површине под снегом и ледом).



бализације, а истовремено беже од глобалног решења климе на планети.

Према томе, када је у питању клима, човек се данас налази на раскршћу. Један пут води у прегрејану планету, а други у природни циклус захлађења и ново ледено доба. Оба неминовно носе одређене консеквенце, али, како је овом приликом тема будуће ледено доба и чврста веза са Миланковићем и његовим циклусима осунчавања, задржаћемо се само на другопредоченом путу.

Будуће ледено доба неминовно носи са собом миграцију свих живих бића, и људи, и животиња, и биљака. Ледени талас ће чак пред собом носити неизмерно велике блокове стена или ће проширивати долињске или планинске стране, стварајући нове “U” профиле у рељефу. Ако интензитет глацијације буде као што је био пре 18 хиљада година, тада ће ниво Светског мора пасти чак за 120 метара, а сви врхови изнад 2000 метара биће под ледом.

Човек ће изгубити преко 25% територије или обрадивог земљишта, а највећи губитак биће на просторима Северне Америке, Гренланда и Европе. У беле пустиње ће се претворити све скандинавске државе, Швајцарска, Аустрија, делимично Италија, Француска и Немачка, Канада неће постојати као ни данашње северне државе из састава САД.

Интересантна ће бити ситуација са руским Сибиrom. За очекивати је да ће се и тамо ширити ледени штит, али он неће заузимати тако велике просторе као у Северној Америци.

Коначно, размотримо каква би ситуација могла да се догоди у Србији. Да ли ће ледено доба представљати тако велику катастрофу и природни хазард какав ће бити са већ наведеним земљама? Ово питање постављамо са пуна права, јер не само да је Миланковић свету дао објашњење о настанку ледених доба, већ је из Србије потекао и Јован Цвијић, светски познати географ, антрополог, геоморфолог чији је предмет истраживања, такође, била глациологија.

У Србији нема тако високих планина, па према томе неће бити ни центара заглечеравања. Србија у најгорем случају

може постати степски предео какав је била пре око 10 до 11 хиљада некалибрисаних година раније или у време Млађег Драјс<sup>3</sup> хладног интервала или стадијала, али то је био специфичан климатски догађај и веома редак у развоју планете. Пре би могло да се каже да ће средње годишње температуре бити ниже за око 3-4 степена Целзијуса, али никада неће бити тако сурових зима и немогућности за живот.

Опстанак на територији Србије биће отежан у планинским и заравњеним панонским пределима. Све области са преко 500 метара надморске висине имаће кратка блага лета и дуге хладне зиме. У неку руку врх Авале могао би у том новом леденом добу да представља референтну раван и добру метеоролошку станицу.

Панонски предели Србије постаће негостољубиви због северних и северозападних ветрова са глечерских Алпа и северног скандинавског инландајса. Уколико би се једним осмишљеним пројектом пошумљавања северног дела војвођанског панонског басена та замисао остварила, ефекат будућег леденог доба у великој мери био би умањен.

Најбоље услове за одржање живота и даљи развој државе биће у благо заталасаном шумадијском побрђу. Уколико до времена новог леденог доба сазри свест у српском народу да у подручју вардарске зоне располаже са богатом и исплативом геотермалном енергијом, тада ће и природни циклус захлађења бити лако подношљив.

Друга, исто тако повољна област налазиће се у моравској долини као и у једном њеном источном краку, да га условно тако назовемо, Ђердапској клисури.

---

<sup>3</sup> Млађи Драјс хладни интервал или стадијал (добило име по дивљем цвету тундре *Dryas octopetala*) коришћен је од појединих научника као доказ да Миланковићев дијаграм осунчавања има своје недостатке и нетачности! Када се узме уобзир да је овај стадијал трајао само хиљаду година, а да Миланковићеви првобитни прорачуни задиру до 600 хиљада година, тада је то само 0,2% од Миланковићевог прорачуна. Да ли је то могло бити значајно, ако се упореди са израженијим и дуготрајнијим леденим доби-ма какви су били гинц, миндел, рис и вирм?

Будуће ледено доба је веома широка тема. Она задире у све поре опстанка живог света на планети, јер се њиме мења свеопшта слика планете и у појединим сегментима дотиче или преплиће са катастрофизмом. У сваком случају сагледавање последица новог леденог доба, превентивно деловање и заштита живота и материјалних добара треба да буде тема посебне студије са мултидисциплинарним приступом.

Овај кратак осврт на могуће утицаје будућег леденог доба имао је за циљ, између осталог, да покаже да су Миланковићеви циклуси осунчавања и законитости дале широку могућност и археолозима да објасне бројне миграције народа у прошлости. Померање граница ледених области и њихово ширење ка јужним упоредницима имали су за последицу велике сеобе, јер су нестајала плодна земљишта. Уосталом, најстарије државе, писмо, књижевност, култура, наука и др. настајале су на тлу Египта, Месопотамије, Персије, Кине, Грчке и Рима, а све то било је омогућено само захваљујући погодној клими.

Дакле, Миланковић је свету понудио светлост, осунчавање и обрнут поглед од уобичајеног. Од његовог времена наше видике усмеравамо и са Сунца ка Земљи.

Свет се Миланковићу издашно захвалио и одужио, па је ред да то учини и његов народ. Иако мали по броју у Срба је било много умних глава, а једна од њих свакако је и Милутин Миланковић.

ЛИТЕРАТУРА<sup>4</sup>

- [1] **Анђелић Т. 1979:** Живот и дело Милутина Миланковића У: “Живот и дело М. Миланковића 1879-1979”, САНУ, Београд.
- [2] **Berger A. 1979a:** Insolation signatures of Quaternary climatic changes, II *Nuovo Climento*, 2С, 63-87.
- [3] **Berger A. 1979b:** Milankovitch theory of climatic changes, the mounthly insolation approach У: “Живот и дело М. Миланковића 1879-1979”, САНУ, Београд.
- [4] **Berger A., Guiot J., Pestiaux P & Kukla G. 1979:** Milankovitch theory of climatic changes, the mounthly approach, part II, Insolation index. In: “The Life and Work of M. Milankovitch” SASA, Belgrade.
- [5] **Berger A. & Loutre M.F. 1994:** Astronomical forcing through geological time, In: de Boer P.L. & Smith D.G., eds. “Orbital forcing and cyclic sequnces”, *Inter. Ass. Sedimentologists, Spec. Publ.* 19: 15-24.
- [6] **D’Argenio B., Fischer A.G., Premoli-Silva I., Weissert H. & Ferreri V., eds. 2004:** Cyclostratigraphy: Approaches and case histories, *SEPM, Spec. Publ.*,81: 1-311.
- [7] **Imbrie J. & Imbrie K.P. 1979:** *Ice-Ages: Solving the Mystery*, Harvard Univ. press.
- [8] **Imbrie J. 1979:** A modern perspective on the Milankovitch theory of the Ice Ages. У: “Живот и дело М. Миланковића 1879-1979”, САНУ, Београд.
- [9] **Kopen W. & Wegener A. 1924:** *Die Klimate der Geologischen Vorziet*, Berlin.
- [10] **Kukla G. 1975:** Missing link between Milankovitch and climate, *Nature*, 253: 600-603.

---

<sup>4</sup> Да се не би понављало у литературу нису унети радови Милутина Миланковића, јер је то већ учињено у поглављу “Најзначајнија дела”. Уједно, то представља саставни део литературе.

- [11] **Kukla G. 1977:** Pleistocene land - sea correlations, I Europe, Earth Sci. Rev., 13: 307-374.
- [12] **Latta D.K., Anastasio D.J., Hinnov L., Elrick M. & Kodama K. 2006:** Magnetic record of Milankovitch rhythms in lithologically noncyclic marine carbonates, Geology, 1, 34: 29-32.
- [13] **Maher B. & Thompson E., eds. 1999:** Quaternary climate, environments and magnetism, Cambridge Univ. press, 1-402.
- [14] **Милићевић В. 1995:** Милутин Миланковић - живот и дело, Петничке свеске, геолошки чланци, 36: 1-32, Петница.
- [15] **Милићевић В. 1997:** Сјај звезде Миланковић, Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду, 1-205, Београд.
- [16] **Милићевић В. 2000:** Миланковић - прошлост, садашњост, будућност, Клуб НТ, Популарна наука, 1-223, Београд.
- [17] **Милићевић В. 2006:** Миланковић у делима и слици, ауторско издање, 1-173, Београд.
- [18] **Пантић Н. 1988:** Допринос М. Миланковића у тумачењу климатских промена у геолошкој прошлости, "Универзитет у Београду 1938-1988", 543-564, Београд.
- [19] **Shackleton N.J. & Kennett J.P. 1975:** Paleotemperature History of the Cenozoic and Initiation of Antarctic glatiation: Oxygen and Carbon Isotope Analyse in DSDP Sites 277, 279 and 281, In: Initial Report 29.
- [20] **Shackleton N.J. 1978:** Evolution of the Earth climate During the Tertiary Era, Colloque international d. CNES, 49-58.
- [21] **Shackleton N.J., McCave I.N. & Weedon G.P., eds. 1999:** Astronomical (Milankovitch) calibration of the geological timescale, Royal Sc. of London Phil. Trans., A, 357: 1733-2007.
- [22] **Трбуховић В. 1979:** Допринос Милутина Миланковића расветљавању неких појава у праисторији, У: "Живот и дело М. Миланковића 1879-1979", САНУ, Београд.
- [23] **Hays J.D., Imbrie J. & Shackleton N.J. 1976:** Variations in the Earth's Orbit: Pacemaker of the Ice Ages, Science, 195: 1121-1132.
- [24] **Cess R.D. & Wronka J.C. 1979:** Ice ages and Milankovitch theory: a study of interactive climate feedback mechanisme, Tellus, 31: 185-192.
- [25] **Weertman J. 1976:** Milankovitch Solar Radiation and Ice Age Sheet Sizes, Nature, 261: 17-20.