

Милутин Миланковић – животно путовање и трагање за промјеном климе у прошлости

Милован Пецељ, Милица Пецељ, Светозар Кољевић

Сажетак: Ријетки су научници који су имали прилику да се, за живота, радују својим научним достигнућима. Генијални закон Милутина Миланковића – Канон осунчавања – чекао је готово пола вијека да његову научну вјеродостојност потврди и прихвати научна заједница. Милутин Миланковић успио је да осмисли и математичким језиком искаже општу теорију климе планета, као и посебну теорију о утицају особина Земљиног кретања на њено осунчавање и климу. Као угледан бечки инжењер који се прославио новим методама у градитељству, одбио је позив Универзитета у Бечу и Загребу и прихватио позив Београдског универзитета за десет пута мању плату, јер му у то вријеме Београдски универзитет није могао више дати. Знаменити Канон Миланковић је радио у малој канцеларији на Универзитету у Београду помоћу шибера, оловке и папира. Канон је пуким случајем остао неоштећен у рушевинама насталим приликом бомбардовања Београда 1941. године.

Тешко је наћи неку непознаницу о Миланковићевом животу и раду. У раду је описано неколико мање познатих секвенци из његовог живота, широко

Цитирање: Пецељ М, Пецељ М, Кољевић С (2023) Милутин Миланковић – животно путовање и трагање за промјеном климе у прошлости. У: Трбић Г, Попов Т, Мирјанић Д (уредници) Управљање природним ресурсима у ери климатских промјена. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LIV:79–130

Cite as: Pecelj M, Pecelj M, Koljević S (2023) Milutin Milanković – Life Journey and Search for Climate Change in the Past. In: Trbić G, Popov T, Mirjanić D (eds) Natural Resources Management in a Changing Climate. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LIV:79–130

образовање, господство, скромност и патриотизам, те ауторови сусрети са угледним професорима Хедом III и Бержером, који су дали значајан допринос да Миланковићева теорија постане планетарни закон, који ће га сврстати у ред великана какви су Тесла и Пупин.

Кључне ријечи: Милутин Миланковић, Тонка, Канон осунчавања, ледена доба, календар, Даљ, Беч, Београд, Београдски универзитет

3.1. Увод

Од научног открића па до његовог академског признања пут је дуг, неизвјестан и трновит. Ријетки су научници попут Милутина Миланковића који су имали прилику да се за живота радују својим научним достигнућима. Генијални закон Миланковића – *Канон осунчавања*, чекао је готово пола вијека да се његова епохална научна вјеродостојност потврди и прихвати од планетарне научне заједнице. Након трећег читања Миланковићеве трилогије *Кроз васиону и векове, Сећања и Кроз царство науке* коментарисали смо са пјесником Рајком Петровим Ногом да је у питању изврсна романирана трилогија која популарише науку и чита се као најпопуларнији роман, на шта је пјесник одговорио: Знам! То ми је причао и Светозар Кољевић.¹

Миланковић је одвећ храбро кренуо у неизвјесност из маленог Даља, са обала Дунава, на студије у Бечу, гдје је самопрегорним радом и уз урођену бистру памет стекао највише академско звање доктора наука. У Бечу се школовао да би служио Аустрији, али га је, као припадник српског народа, напустио и дошао у Београд на приједлог угледних професора Јована Цвијића и Михајла Петровића Аласа. Његову животну и научничку стазу обиљежило је епохално научно откриће које ће га сврстати у великане свјетске науке. Био је заокупљен великим темама, које су га, као младог човјека и трагаоца за новим, често тешко докучивим сазнањима, одвела у далеке звјездане просторе.

Одбио је позив Бечког универзитета и Загребачког свеучилишта и дошао на Београдски универзитет за десет пута мању плату, што је био резултат његовог изграђеног патриотског осјећаја према Србији. Дошао је међу свој народ, који му није могао више дати. Миланковић је живио у четири државе: Аустроугарској, Краљевини Србији, Краљевини Југославији и ФНР Југославији.

¹ Светозар Кољевић (1930–2016) – српски књижевник, историчар књижевности, преводилац, члан Српске академије наука и уметности и Академије наука и умјетности Републике Српске. Стручњак у области историје енглеске књижевности. Био је професор на Филозофском факултету у Сарајеву и Новом Саду. Предавао је и на Филозофском факултету у Источном Сарајеву и Никшићу.

Највећа научна достигнућа постигао је у Краљевини Југославији, и то у једној малој канцеларији Београдског универзитета, помоћу шибера, гумице и оловке. И када је као пензионер у ФНР Југославији требало да ужива у поштовању за своја научна достигнућа, доживио је непријатности будући да се сумњало у његову марксистичку определијељеност.. Човјек који је одрастао на традицијама косовског циклуса није био по вољи нових власти?!

3.1.1. Свједок епохе

Миланковић је свједок бурних збивања на свјетској позорници која су се динамички смјењивала до пред крај његовог живота. Доживио је њемачку континенталну хегемонију гвозденог канцелара Ота фон Бизмарка, па продор Аустроугарске на централни Балкан, затим велики процват Британске империје под вођством краљице Викторије, те руску револуцију, балканске ратове и слом турске империје. Свједок је катастрофе њемачког и аустроугарског царства 1914. године (Пецељ 2010). И, на крају, свједок је експанзије и краха нацизма 1945. године.

Милутин Миланковић је поживио 79 година, тако да његова животна искуства не заостају нимало за онима који су као Гете бурно поживјели и дужи вијек (89 година). Гете је напомињао Екерману како је велико преимућство бити свједок таквих драматичних догађаја. Могу ли се наши потомци похвалити таквим доживљајима уколико се догоде и згусну у једном људском животном вијеку. Вјероватно је због тога Достојевски тадашњу Европу на крају XIX вијека називао пропалом, а филозоф Шпенглер, такође, старој дами наслућује скоро изумирање. „Међутим, Европа није пропала, а није ни одумрла. Велики писац и интригантан филозоф само су метафорички опомињали на стање духа на Старом континенту” (Пецељ 2010). Дучић је тим поводом запазио: „Нико се тако крупно не вара као философи” (Дучић 2008).

Милутин Миланковић је тад био гимназиста у Осеку (данашњи Осијек), студент и докторанд у Бечу и живио је у срцу те Европе. Била је то културна Европа у којој су се школовали наши младићи, учили стране језике, али мислили српски и враћали се у своју земљу, да би се одужили своме народу. Тада су малом Србијом крупним корацима корачала велика имена. Један од тих младића био је и јунак ове наше научне предилекције – Милутин (Милана) Миланковић.

3.2. Миланковић у Даљу

Како Милутин Миланковић наводи, „првих тридесет година свога живота провео сам у бившој Хабзбуршкој монархији, а одрастао у старој српској породици која је овамо доселила за време Чарнојевићеве сеобе“ (Миланковић 2008б). Миланковић је пажљиво слушао о коријенима и на најбоље могући начин искористио успомене предака, како би описао живот славонских и војвођанских Срба све до њиховог ослобођења, како он вели – „које сам имао срећу да доживим“. Карловачким миром (1699) завршен је рат између Аустрије и Турске, а исељени Срби остали су у Хабзбуршкој монархији. Миланковићеви преци су се доселили у Даљ после велике сеобе Срба (1689–1690) под патријархом Арсенијем Чарнојевићем. Патријарх Чарнојевић је убрзо извршио „реорганизацију православне цркве у Угарској, Хрватској и Славонији“ као саставног дијела Пећке патријаршије (Миланковић 2008б). За вјерност аустријском цару Срби добише 1706. године привилегије, а исте године додијелише „српском архијепископу Чарнојевићу државно добро: села Даља, Борова и Белог Брда у власништво“ (Миланковић 2008б). На мјесту Даља било је старо римско насеље Теутибурго.

Родоначелник и патрон породице је Миланко, по коме су добили презиме Миланковић. Као педантни радозналац Милутин Миланковић сачинио је генеалогичку своје породице: „У Даљ је доселио прадеда мога прадеде, Миланко, вероватно почетком XVIII века.“ Уважио је сродничке односе који проистичу из сродства и сложио породични родослов, утврдивши тако родбинске односе. За родоначелника фамилије Миланка говорило се да је био познати трговац коњима и стоком. Миланко се једне зимске ноћи утопио у рукавцу Драве. Враћајући се кући јахао је преко замрзнуте ријеке – „а лед се под њим провалио“ (Миланковић 2008б).

Милутин Миланковић је Миланов син и унук Антонија, праунук Тодоров, чукунунук Марков, наврдеда му је био Нићифор, па све до родоначелника породице Миланка, чији су потомци од доласка живјели у Даљу пуна два и по вијека. Занимљиво је истаћи да је већ у трећем кољену, после родоначелника Миланка, Милутинов прадјед Тодор Миланковић био учен човјек који је завршио правне науке и био угледна личност у Славонији. И сам образован, Тодор је наставио школовати своје потомке, што је код Миланковића постало правило и са наредним генерацијама.

Миланковићи су били угледна трговачка породица која је припадала грађанском слоју. Од Милутиновог прадједа Тодора, Миланковићи су се редом портретисали, што показује њихов статусни положај у друштву. Прадједа Тодора, Милутин је представљао као отмјеног грађанина бидермајеровог

доба, што је у првој половини XIX вијека у њемачком говорном подручју представљало умјетнички правац и стил живота који је нарочито опонашао слој грађанског друштва. Од тада су Миланковићи полагали на образовање потомства и дали су више факултетски образованих потомака. Занимљиво је поменути Тодоровог сина Димитрија, кога је Милутин звао одмиља деда Мита (1817). Он је завршио Терезијанску војну школу, да би искористио прилику и прешао из Аустроугарске у Србију, гдје је одмах ступио у српску војску, у којој је стекао високи војни чин пуковника. Дјед Мита је био важан у Милутиновом одрастању. Боравак код дједа Мите у Београду био је пресудан да Милутин упозна познатог математичара и тадашњег ректора Београдског универзитета проф. др Богдана Гавриловића, који ће тада упознати и запазити млађаног матуранта, не слутећи да ће ускоро бити колеге на Београдском универзитету. Ова секвенца из живота Милутина Миланковића заслужује пажњу и о њој ће још бити ријечи.

Миланковићев отац Милан био је предузимљив човјек који се успјешно бавио трговином мјешовитом робом, али је развио пољопривредну производњу и виноградарство. Имање му је имало 58 хектара и представљало је за оно доба велики посјед. Дворишна башта им је излазила на Дунав, којим је Милутин био опчињен и са његових обала је у својим вечерњим сновиђењима посматрао звјездане стазе (Сл. 3.1, Сл. 3.2). Тако је одмалена ушао у звјездану авантуру, из које није изашао све до краја живота.



Сл. 3.1. Миланковићева родна кућа у Даљу, преуређена у културни и научни центар (Wikipedia 2010)

Fig. 3.1. Milanković's birth house in Dalj converted into a cultural and scientific center (Wikipedia 2010)



Сл. 3.2. Поглед на Дунав из дворишта Миланковићеве родне куће у Даљу
(Фото Пецељ ММ 2017)

*Fig. 3.2. View of the Danube river from the yard of Milanković's birth house in Dalj
(Photo Pecelj MM 2017)*

Милутинов отац умро је млад, када је он имао непуних осам година, тако да је веза са угледном српском породицом Муачевића из Осека (данашњи Осијек) из које му потиче мајка Јелисавета, била важна у његовом одрастању. Миланковић је имао четири брата и двије сестре: Љубишу, Владана, Војислава и Богдана, Милену, своју близнакињу, и Видосаву. Браћа Љубиша, Владан и Војислав рано су умрли од туберкулозе, а најмлађи брат Богдан и сестра Милена су га надживјели. Управљање имањем и радњом, после очеве смрти преузео је, како Миланковић каже, „породични тријумвират“, његова бака по оцу Антица, мајка Јелисавета и ујак Василије Васа (Миланковић 2008б). Нарочиту улогу у животу Милутина имао је ујак Василије Муачевић, или како га је звао, ујка Васа. Милутин је, у знак пажње према ујак, свом сину дао име Василије.

3.3. Школа и школовање

За вријеме владавине напредњака са познатим историчарем Стојаном Новаковићем на челу (1895–1896) у Србији је уведена пракса позивања матуранта на саборовање у Београд. На академско дружење позивани су матуранти из Србије, али и српски матуранти из Аустроугарске. На сабор матураната у Београд тада је пристигао физички слабашни матурант из Даља Милутин Миланковић са свега 53 килограма и био је, како он запажа, најмршавији и најлакши од свих. Циљ је био да се матуранти саберу и да им се покажу знаменитости из историје и културе у Србији. Матуранте су упознали са знаменитим споменицима у Београду, а потом и по Србији, међу којима је Миланковић издвојио колијевку Другог српског устанка, затим Манастир Жичу, Цркву Лазарицу, Таковски грм, Љубић, Крагујевац, Чачак, Милановац... (Миланковић 20086).

За вријеме боравка у Београду Милутин је становао код дједа Мите, који је имао стан у Мишарској улици, у близини познатог професора правних наука Стојана Марковића, са којим га је везивало дугогодишње пријатељство, које је крунисано кумством. Професор Марковић је поштовао кумство и често је са дједом Митом долазио у Даљ. Иначе, ћерка професора Марковића била је удата за математичара проф. др Богдана Гавриловића, тадашњег ректора Београдског универзитета. Долазак на послужење код Стојана Марковића важан је тренутак у даљем развоју Миланковића као личности, а на крају биће вјероватно пресудно за његов долазак на Београдски универзитет. На једну од гозби код професора Марковића позван је и његов кум, дјед Мита, који је пристигао са својим унуком Милутином. Била је то добра прилика да Милутин упозна професора Гавриловића, угледног математичара на Београдском универзитету. На тој гозби позван је као гост и Љубомир Клериф, исто тако угледни професор математике на Београдском универзитету и државни савјетник, па му је, према томе, сљедовало мјесто у прочељу софре. Професор Гавриловић је Милутина представио ласкавим ријечима, врло милостиво, распитујући се о даљим намјерама младог матуранта из Даља.

Мислећи да ће као Србин из Хабзбуршке монархије који је његовао национална осјећања одушевити друштво, Миланковић је испричао једну епизоду о свом боравку у Београду, не надајући се да ће она изазвати непријатан дијалог. Заправо, Миланковић се најприје похвалио како је био на Калемегдану и тамо се са пијететом поклонио пред спомеником Ђури Јакшићу, који је тада подигнут у част великог пјесника и сликара. На то је неочекивано реаговао професор Клериф, протестујући врло непријатно: „Жалосна времена да се таквим људима подижу споменици!“ Професор Клериф је то овако образложио: „Знам тога Ђуру бекрију, пијаницу, пропалицу!“ (Миланковић 20086). Млађани

матурант Милутин Миланковић одмах му је за пуном трпезом снажно противурјечио и неочекивано показао младалачку дрскост. Понесен жаром младости, Миланковић је „очитао лекцију“ професору Клерићу, што је изазвало тајац за столом. Умијешао се и дјед Мита у његову корист, тобож правдајући га да је у питању младалачки ентузијазам. Темпераментан „испад“ младог Милутина Миланковића изазвао је симпатије и код професора Гавриловића, који ће од тада будно пратити Миланковићево научно стасавање, не надајући се у први мах да ће само послјије тринаест година позвати тог младића на Београдски универзитет. Миланковић је волио „своју науку и своју лулу, а уживао је у поезији, музици и природи“ (Миланковић 2008а). Пред таквим човјеком не смије се омаловажавати највећи лиричар српског романтизма, изузетне имагинације, бунтовник и слободарски писац, али писац дубоког бола, приповједач, патриота и један од најдаровитијих сликара свог доба.

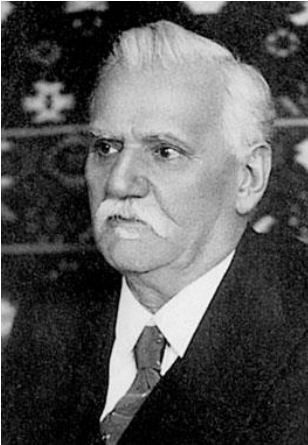
3.3.1 Академско дружење у Београду

Као физички слабашан дјечак Миланковић није ишао редовно у основну школу. Учили су га гувернанта и приватни учитељи. Приватно је полагао и завршио основну школу полагајући све испите у једном року. У Црквено-школској Осјечкој школи положио је испите из сва четири разреда. Први пут је пошао у јавну школу 1889. године у Осек (Миланковић 2008б). Ујак Ваца му је о Божићу купио књигу познатог загребачког професора Отона Кучере *Цртице о магнетизму и електрицитету* која га је неочекивано опсјенила и увела у један нови свијет који му је до тада био сасвим непознат. Био је то свијет проналазача. Мотив проналазача Миланковић је развијао упознавши се са „херојским делима пионира технике: Франклина, Галванија, Волте, Девија, Сименса, Јаблочкова“ (Миланковић 2008б). Није то више био свијет маште, него су то биле стварне чињенице које су га увеле у авантуру из које није изашао до краја живота. Био је то свијет науке. Миланковић је био изврстан теоретичар – „једини алат којим сам се служио био је ћуп моје учености, моја глава“ (Миланковић 2008б).

Миланковића је васпитавала гувернанта, па је тако научио да свира тамбуру, што је за пјесме у Славонији био престижни инструмент. Касније је са сестром учио и клавир. У одрастању Миланковића битан је и ауторитет дједа Тодора, који је био свршени правник. Он је држао до школовања потомства, тако да су Миланковићи по образовању припадали друштву интелектуалаца. Живио је у доба бидермајера, гдје се држало до стила у култури, музици, облачењу и уопште о моди. Од тада су се Миланковићи портретисали.

3.3.2. Бечки дани

Приликом избора студија, на Милутина Миланковића је нарочито утицао његов професор математике и физике у Осеку Владимир Варићак (Сл. 3.3).² Интересовање за математику, Миланковић је истицао у свакој прилици, не заборављајући да истакне име свог професора Варићака.



Сл. 3.3. Владимир Варићак (МиЅ
*Matematika i škola, časopis za
nastavu matematike 2009*)

*Fig. 3.3. Vladimir Varićak (MiŠ
Matematika i škola, časopis za
nastavu matematike 2009)*



Сл. 3.4. Емануел Чубер
(Универзитетска библиотека
„Светозар Марковић“ 2014)

*Fig. 3.4. Emanuel Czuber
(Универзитетска библиотека
„Светозар Марковић“ 2014)*

На препоруку свог професора Миланковић 1896. године одлази у Беч на студије грађевинске технике (Сл. 3.5). Миланковић је у мемоарима записао: „Варићак је имао на мене највећи утицај од свих мојих наставника. Он је пронашао у мени моје стварне способности и развио их са пуно љубави и труда“ (Миланковић 2008а). Он му је био разредни старјешина и он га је научио да цијени књигу и предложио му да се упише на студије у Беч, и то на Техничку велику школу.

Игром срећних околности математику му је на студијама у Бечу предавао познати професор Емануел Чубер (Сл. 3.4), који га је увео у вишу математику.

² Владимир Варићак (1865–1942) – математичар, физичар, члан Хрватске академије знаности и умјетности, Чешке академије наука, Српске академије наука. Професор на Загребачком свеучилишту. Имао је утицаја у развоју познатог математичара Ђуре Курепе као универзитетског професора.



Сл. 3.5. Милутин Миланковић као студент у Бечу (Википедија 2022)

Fig. 3.5. Milutin Milanković as a student in Vienna (Википедија 2022)

Миланковића је на студијама највише одушевљавао професор математике Емануел Чубер, који је био Чех, на чија предавања је редовно долазио, заузимао мјесто у првој клупи и био веома активан. Свог професора Чубера је чак и опонашао, што је овај запазио и ту увиђавност је веома цијенио. Професор Чубер га је учио математици. „Свака његова одмерено изговорена реченица била је мајсторско дело строге логике“ (Миланковић 2008а), без иједне сувишне ријечи, без иједне омашке. Ова чињеница се показала важном за вријеме Великог рата, када га је професор Чубер, захваљујући везама,

извукао као заробљеника из касарне логора у Нежидеру и омогућио му да рат проведе у Будимпешти, гдје је редовно посјеђивао библиотеку Академије наука и користио је за своје научно усавршавање.

У Бечу је тада боравио наш ненадмашни сликар историјске композиције Паја Јовановић и тамо је настало његово колосално платно *Eurot teutonicus – Германска појама*, које је на изложби са његовим осталим сликама изазвало снажну сензацију у Бечком умјетничком павиљону и добило наградно признање. Портрет Миланковића урадио је Паја Јовановић. Миланковић је, иначе, као студент Техничке високе школе проучавао градитељске стилове, тако да је често одлазио у бечке музеје и галерије слика. То му је помогло да унаприједи бечко градитељство патентом нових таваница (патент Миланковић–Кројц из 1908. године), у чему ће се прославити као инжењер и проналазач од ауторитета, што у тадашњем Бечу није било нимало лако. О Бечу тог доба најбоље говоре ријечи његовог најпознатијег становника Волфганга Амадеуса Моцарта изговорене 1871. године: „Проглашавам Беч величанственим градом. За људе из моје бранше, овај град је најбоље место на свету.”³ Биле су то похвале Бечу, у који се Моцарт одлучио преселити из родног Салцбурга. За вријеме владавине Марије Терезије, Беч је постао град музике, у коме су живјели и стварали, поред Моцарта, и велики мајстори Бетовен и Хајдн, а потом и два Штрауса, млађи и старији.

Марија Терезија⁴ је цијенила умјетност и нудила је држављанство архитектама, вајарима, сликарима, драмским умјетницима, писцима и на тај начин је претворила Беч у главни град умјетности у Европи. Слава Беча као стјечишта умјетника трајала је дуго и такав град никада раније није постојао. У граду раскошних двораца и велелепних грађевина смјењивали су се рококо и барок XVIII вијека са прелазом на неокласицизам у XIX вијеку, чији је крај и почетак XX вијека обиљежио романтизам (Карл Зите), сецесија (Ото Вагнер) и модернизам (Адолф Лос). Тада су, поред архитеката Зитеа, Вагнера и Лоса, у Бечу стварали познати умјетници Густав и Ернест Климт. Густав Климт (1862–1918) био је један од кооснивача сецесије, обиљежио је бечки Бургтеатар својим сликарством и био први умјетник који је у Бечу остварио сан „од сиромаша до богаташа”. У Бечу је на прекретници XIX и XX вијека одрастао, живио и стварао Сигмунд Фројд, човјек који је открио царство „несвјесно”, које се до тада није могло замислити, и ударио темеље психоанализи (Пецељ 2010). Миланковић је студирао у Бечу крајем XIX и почетком XX вијека, када

³ Занимљивости о композиторима 24. 7. 1921. Лада, модератор, легенда.

⁴ Марија Терезија (1717–1780) обиљежила је вријеме своје владавине као покровитељ умјетности. Била је ћерка Шарла VI. Послије његове смрти, са 23 године, наслиједила је цјелокупну имовину Хабзбурговаца. Владала је 40 година. Започела је административну и економску реформу по угледу на Француску и Пруску.

је Беч, послије економског успона који је доживио крајем XIX вијека, био један од најљепших градова у Европи. То је био Беч бидермајеровог доба.

3.3.3. Докторат

Послије завршених студија на Техничкој великој школи слиједио је докторат. Комисију за оцјену и одбрану Миланковићеве докторске дисертације саставио је професор Јохан Брик, тада декан Техничке велике школе. Поред Чубера, Миланковић је са поштовањем помињао и професора Јохана Брика (1842–1925), који му је предавао науку о грађењу. Од професора Брика Миланковић је стекао прва знања о армираном бетону, у чему ће се убрзо прославити са оригиналним патентима у предузећу барона Питела који је остварио велике приходе са новим таваницама. Касније ће Миланковић напустити компанију „Пител“. У комисију за одбрану доктората ушли су угледни професори: Јохан Брик (предсједник комисије), Јозеф Фингер (професор рационалне механике), па накнадно професор Лудвиг фон Тетмајер, који је био ректор, и математичар Емануел Чубер.⁵

Милутин Миланковић је докторирао 3. децембра 1904. године и тако постао први Србин доктор техничких наука. Наслов Миланковићеве докторске дисертације је *Теорија линија притиска (Beitrag zur Theorie der Druck-kurven)*. Годину у којој је докторирао Миланковић сматра пресудном за свој духовни развитак и каснији научнички позив, јер му је то било значајно сазнање за „пространством наука у њиховим лепотама. Видео сам да је статика којом сам онда био овладао узан простор за велика дела“ (Миланковић 2008б).

Миланковић се тада озбиљније почео бавити примјеном статичких метода на конструкцији модуларних армиранобетонских мостова. То је било нешто сасвим ново у грађевинарству, што ће му широко отворити простор за рад. Од 1905. године Миланковић је примљен у познату бечку грађевинску фирму барона Адолфа Питела, гдје је убрзо заузео једно од главних мјеста у конструктивном бироу. Фирма „Пител“ и данас послује. Међутим, Миланковић се није задовољавао постигнутим резултатима у техници. Проучавао је

⁵ Емануел Чубер (*Emanuel Czuber*, 1861–1925) – математичар, редовни професор на Њемачком техничком универзитету у Брну 1886. године, а 1890–1891. године ректор универзитета. Од тада је редовни професор на Техничком универзитету у Бечу. Чубер је био ректор у академској 1894–1895. години. Повукао се 1921. године. Његова ћерка Берта, рођена 1879. године, вјенчала се са млађим братом Франца Фердинанда д'Естеа, насљедника аустријског пријестола, 1909. године. Чубер је био дворски савјетник, што је била важна титула у царству.

Апелов уџбеник да би се упознао са динамиком и небеском механиком и слушао Кирхофова⁶ и Хелмхолцова⁷ предавања из физике.

3.4. Позиви из Беча и Загреба

Два занимљива позива која су Миланковићу упућена из Беча и Загреба завређују пажњу. Угледни професор и дворски савјетник Јохан Брик позвао је Миланковића да настави каријеру као професор на Техничком факултету у Бечу на Катедри за армирани бетон. Познатом по иновацијама и патентима у грађевинарству, Милутину Миланковићу се отворила изванредна академска каријера на престижном Бечком универзитету. Миланковић је професору и дворском савјетнику отворено казао: „Али, господине саветниче, ја сам Србин!” Брик је на то одговорио: „Не мари ништа!” Његов добри професор, који му је остао у драгој успомени, расуђивао је крајње поштено и казао Миланковићу: „Ви сте држављанин Монархије”, као и професори Чубер и Долежал, а приликом избора поштују се само научне квалификације (Миланковић 2008а). Миланковић се захвалио благонаклоном професору Јохану Брику, који му је био предсједник испитне комисије на одбрани доктората. У питању је био Миланковићев став о националном питању који није био у сагласности са Чуберовим и Долежаловим, без обзира на то што их је поштовао и уважавао, који су били на својим положајима германизовани толико да скоро нису говорили својим матерњим језиком. Био је јасан и прецизан и није прихватио позив. Захвалио се свом професору Брику, јер се није хтио одрећи своје нације, иако је сам познавао и све њене мане.

Са Анексионом кризом (1908) у Царевини су се компликовале националне прилике. Хајка на Србе, нарочито на политичке вође, била је све израженија и појачавана је у вријеме велеиздајничке парнице 1909. године. У хајци се истицао хрватски бан барон Павле Раух. Баш те, 1909. године професор из Загреба Винко Хлавинка (1862–1934) допутовао је у Беч и учинио Миланковићу посјету, са позивом да предаје на будућој Великој техничкој школи у Загребу, и то да бира Катедру за механику или Катедру армираног бетона. Миланковићу се није ишло у Загреб, највише због Рауховог режима. Међутим, приједлог комисије који је пренио професор Хлавинка био је у пријатељском духу, тако

⁶ Густаф Роберт Кирхоф (*Gustav Robert Kirchhoff*, 1824–1887) – био је пионир спектроскопије и њемачки физичар. Поставио је теорију електричних мрежа. Законе о топлотном зрачењу изложио је 1859. године.

⁷ Херман Лудвиг Фердинанд фон Хелмхолц (*Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz*, 1821–1894) – био је њемачки лекар и физичар. Сматра се једним од најзначајнијих научника XIX вијека.

да га Миланковић није могао одбити „напречац“. Прије него што се Хлавинки одговорило, Миланковић је упутио депешу ректору Београдског универзитета проф. др Богдану Гавриловићу и замолио га за савјет. Професор Гавриловић се није хтио одрећи услуга Миланковића, кога је запазио као даровитог матуранта, који је израстао у признатог математичара и бечког инжењера са патентима. Увјерен да се ради о научном потенцијалу, професор Гавриловић му је савјетовао: „Не обавезујте се ни на шта док од мене не добијете опширнијег обавештења“ (Миланковић 2008б).

Послије извјесног времена професор Богдан Гавриловић се јавио и саопштио Миланковићу да ће га професори Јован Цвијић и Михајло Петровић Алас предложити на Београдски универзитет. Тако је и било. Са нестрпљењем је чекао одговор. Када је добио телеграм да је примљен за ванредног професора на Београдски универзитет, са објашњењем – *numerus klauzus*, што је значило да је испуњена квота за пријем редовних професора, Миланковић је прихватио позив и био је срећан, без обзира на то што је напустио Беч, који је волио, и дошао у Београд за десет пута мању плату. Његова срећа била је неизмјерна.

3.5. Београдски дани – ратови

Миланковић се након доласка у Београд вратио у „крило свога народа“ те постао држављанин Србије и одмах је уписан у војску Краљевине Србије. Новац није био пресудан за Миланковића, јер је дошао међу свој народ, у свој Београд. То није имало цијену. Ипак, Беч није био довољан за његову амбицију, јер је тежио вишим циљевима и сматрао је да ће се осјећати срећним само тада ако постане научник од формата. Наизглед романтична црта његовог карактера показала се реалном.

Као инжењер у Бечу регистровао је шест патената и дизајнирао бројне мостове, аквадукте и електране у Аустроугарској. Упркос успјешној инжењерској каријери, Миланковић је од 1909. године на приједлог Јована Цвијића, Михајла Петровића и Богдана Богдановића дошао на Београдски универзитет. Иако је наставио да пројектује мостове и друге објекте у Србији, Миланковић се фокусирао на истраживања вјековних слагалица ледених доба, инсолације и температуре Земље.

У Београду се сасвим посветио научничком позиву. Али, након три године почео је Балкански рат, у коме је Милутин Миланковић са историчарем Станојем Станојевићем мобилисан у војску. Два угледна професора постављени су за референте за страну кореспонденцију у штабу Дунавске дивизије првог позива, са задатком да прате ратне извјештаје страних новина о кретању

непријатељске војске и о томе обавјештавају своје старјешине. Ратни вихор их је довео на поприште историјске Кумановске битке.⁸

3.6. Милутин Миланковић и Павле Вујевић

Миланковић је сматрао да математика заузима централни положај око којег је прстенаста област егзактних природних наука (рационалне механике, небеске механике, астрономије, физике и хемије), а око њих прстенаста област дескриптивних аорганичних природних наука (метеорологија, геофизика, геологија, минералологија и географија). Завирујући у област граничних наука Миланковић је почео са метеорологијом. Да би о метеорологији нешто више сазнао, обратио се свом колеги са студија у Бечу географу Павлу Вујевићу⁹. Павле Вујевић је већ тада био наставник метеорологије и климатологије на Београдском универзитету. Систематичан по природи и научно обдарен, Павле Вујевић је упознао Миланковића са дјелима водећег бечког метеоролога и његовог професора Јулијуса Хана и водећег париског професора Алфреда Ангоа, који је водио службу за Климатологију и инструменте у метеоролошкој служби Француске. Увидом у литературу Милутин Миланковић је запазио да је у метеорологији „море нумеричких података, тек мало физике која би те чињенице објаснила, а још мање математике и то само елементарне” (Миланковић 20086). Вујевић је додатно Миланковићу доставио расправе о соларној клими професора Трабета¹⁰ из Инзбрука, који се сматрао насљедником познатог професора Бечког универзитета Јулијуса Хана. Међутим, резултати

⁸ Станоје Станојевић је написао дјело *Српско–Турски рат 1912. године* и посветио га сјени српског официра Аце Здравковића, кога су обојица познавали, а који је погинуо у Кумановској бици.

⁹ Павле Вујевић (1881–1966) студије географије завршио је у Бечу, гдје је докторирао 1904. године (*Тиса – потамолошка студија*). Следило је усавршавање на Пруском метеоролошком институту у Берлину и Метеоролошкој опсерваторији у Потсдаму. На позив Цвијића долази у Београд 1907. године. Био је најприје приватни, па стални доцент и послје Првог свјетског рата редовни професор. Учествовао је у балканским ратовима и Првом свјетском рату. У чину водника прешао је Албанију до Крфа, а потом боравио у Енглеској и на крају у Француској. Бавио се темељно метеорологијом, климатологијом и хидрологијом. Са Цвијићем, Дедијером и Милојевићем учествује у оснивању Српског географског друштва 1910. године. Павле Вујевић је 1950. године изабран за дописног, а 1958. за редовног члана САНУ. Написао антологијске универзитетске уџбенике: *Метеорологија*, *Климатолошка статистика*, *Основи математичке и физичке географије*. Павле Вујевић је био пионир у истраживању микроклиматологије и биоклиматологије, која се касније развила у важну грану климатологије у Србији (на примјер, истраживања Реселј и сар. 2007; Реселј et al. 2010а, 2010б, 2010в, 2011, 2013, 2020, 2021; Миловановић и сар. 2017). Био је предсједник III међународне геофизичке године 1947. године, а затим управник Метеоролошке опсерваторије у Београду (Stanković 2001).

¹⁰ Вилхелм Траберт (*Wilhelm Trabert*, 1863–1921) – био је метеоролог на универзитетима у Инзбруку и Бечу и директор бечког Централног института за метеорологију и геодинамику.

Миланковићевих истраживања разликовали су се од Трабетових, јер он није уважавао „спровођење топлоте са Земљине површине у њено тло“, што је познато из Фуријеове теорије. Миланковић убрзо објављује два рада и најављује нове резултате који су представљали научну новост.

Павле Вујевић је скренуо пажњу Миланковићу на једну расправу Хопфнера о проблему распореда Сунчеве топлоте на Земљи, што му је било од користи. Дјело најзначајнијег ауторитета из метеорологије професора Јулијуса Хана о климатологији скренуло је Миланковићу пажњу на проблем ледених доба, што ће бити главни предмет Миланковићевих истраживања. Када је проучио сву литературу која је објављена у посљедњих 130 година, Миланковић је 1913. године објавио расправу у *Гласу Српске Краљевске Академије*, која ће бити камен темељац његових каснијих радова.

3.7. Будимпешта

Важан тренутак у животу Миланковића био је брак са Христином Топузовић Тинком (Сл. 3.6), ћерком Милоша и Милеве, из познате шабачке трговачке породице. Проводација у женидби била је Олга, супруга Милутиновог пријатеља, професора Станоја Станојевића. Вјенчали су се 1/14/ јуна 1914. године. Стари сват био је његов колега и пријатељ Павле Вујевић, а кум ратни друг, историчар Станоје Станојевић.



Сл. 3.6. Милутин и Христина Тинка Миланковић (Википедија 2022)
Fig. 3.6. Milutin and Hristina Tinka and Milutin Milanković (Википедија 2022)

По вјенчању у Вазнесенској цркви Миланковићи су планирали свадбено путовање на мјесец дана у Даљ, затим Беч и Женеву. Вјенчани кум, угледни историчар Станоје Станојевић, говорио му је да је атентат на престолонаследника Фердинанда унутрашња ствар Аустрије и да се ништа неће непромишљено урадити. Повјеровао је Станојевићу и на свадбени пут Миланковићи су пошли возом до Новог Сада, а онда лађом „Гизела“ до Вуковара и каруцама у Даљ. Милутин је Тинки говорио о француској књижевности и музици, наговјештавајући опуштено брачно путовање по Европи. Ипак, није ишло по плану. Избио је Велики рат и Миланковић је затечен у Даљу. У Карлсбаду је био затечен и српски војвода Путник.

Ситуација се искомпликовала и Миланковићи су тако пали у ропство. Као интернирац, Миланковић је на почетку рата био у Даљу, са упозорењем власти да се не миче из куће и да се не бави шпијунажом. „Преко дана седео сам на обали Дунава, размишљао и писао. Да довршим своје дело пре него се оконча рат. Јер да ће то бити ускоро, није нико од нас сумњао; недељу дана иза битке на Церу довршена је битка око Лавова и Руси га освојише“ (Миланковић 2008б). Али, последице Церске битке Миланковић је утамничен у Осек, затим у Карловац, а од октобра 1914. пребачен је у војни логор Нежидер, гдје су сакупљени сви грађани Србије који су затечени у Аустроугарској.¹¹

У Нежидеру је била касарна пука мађарских хусара, чија коњица је одјахала на ратно поприште у Галицију, тако да је касарна остала празна и претворена је у заточенички логор за Србе који су почетком рата затечени у Аустроугарској. У логору су услови били лоши. Супруга Тинка је била пожртвована и упорна у настојању да Милутина извуче из логора. Обратила се утицајном професору Чуберу, чија је ћерка Берта била удата за хабзбуршког надвојводу. Тинка је успјела да професору Емануелу Чуберу пренесе објективну слику о положају Миланковића у логору. Професор Чубер је показао уљудност и извукао је Миланковића из логора, уз асистенцију капетана Чобана. И ујак Васа трудио се да се некако ослободи Милутин, јер је имао везе код министра Стефана Тисе. Углавном, Миланковић је пребачен из логора у Будимпешту, гдје је живио све вријеме рата. Миланковић је добио приступ библиотеци Мађарске академије наука, захваљујући управнику, познатом математичару Коломану Силију. Била му је на располагању и библиотека Академије наука и Централног метеоролошког института, гдје је имао литературу од 144 разна дјела и бројне расправе које је користио у свом научном истраживању. Из Пеште се вратио у Београд 15. марта 1919. године, оном истом лађом „Гизела“ којом

¹¹ Нежидер је аустроугарски војни логор за интерниране цивиле и заробљене војнике, међу њима у највећем броју Србе и Српкиње, као и грађане и војнике Црне Горе у вријеме Великог рата. У логору је била смјештена српска интелектуална елита, по чему се он издваја од других у Првом свјетском рату.

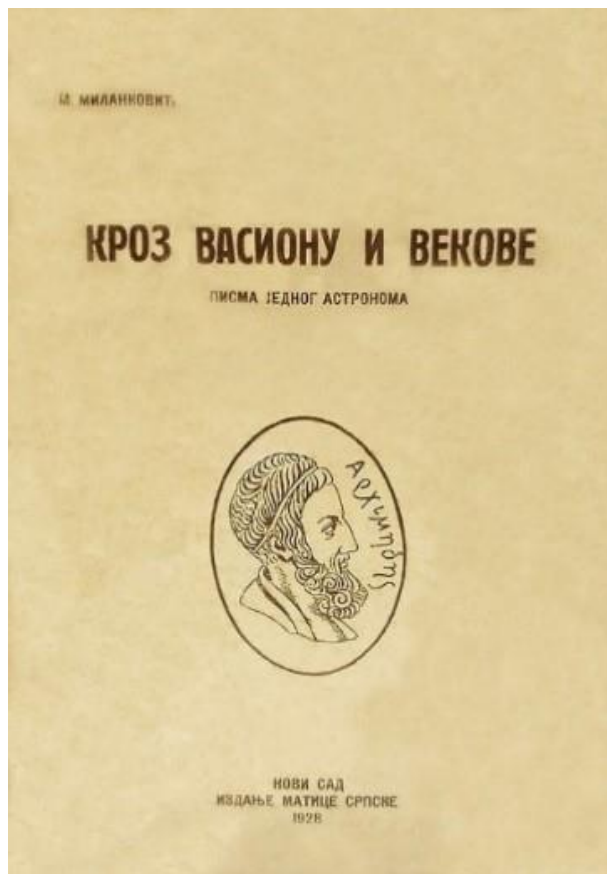
је пошао на свадбено путовање. У Београд се вратио са приновом, сином Василијем, који се 1915. године родио у Будимпешти.

3.8. Бомбардовање Београда

Миланковић је педантно водио дневник и биљежио важне детаље из живота. Тако је забиљежио да је на писању *Канона* и вођењу коректуре приликом његовог штампања утрошио 539 радних дана. *Канон* је предао у штампу штампару Русу Казамарову. Штампарија је била у једној старој кући у Космајској улици. *Канон* је био одштампан у табацима, 2. априла 1941. године. Требало је само ушити и склопити књигу, што је штампар одмах започео. Међутим, у недјељу 6. априла 1941. године Београд је бомбардован. Након шест дана бомбардовања Миланковић је дошао у Космајску улицу да види шта је са књигом и затакао је разорену кућу, којој је тешко било прићи. Срећом, под рушевинама је остао само по један одштампан примјерак табака (Миланковић 2008а). Након окупације Београда Миланковић се повукао у своју собу и три године радио је дјело *Кроз царство науке*, у коме је узбудљиво писао о личностима из свијета науке, о њиховом животу и раду, као и дOMETИМА великана и оснивача наука: Демокрита, Питагоре, Архимеда, Коперника, Фарадеја, Њутна, Дарвина и др. (Миланковић 2008в).

Књига је наставак Миланковићевог путовања започетог неколико деценија раније, на рукопису *Кроз васиону и векове*. Реченице су му сликовите, са мноштвом епитета и развијених есејистичких пасажа, али у функцији строго научних опсервација, без сувишних ријечи, крцате свјежим изворним изразима и наглашеним детаљима, које Миланковић умјешно боји у текст, тако да се књига чита са лакоћом и уживањем, као бестселер.

Књига *Кроз васиону и векове* (Сл. 3.7) одлична је научна историја астрономије представљена кроз анализу епистоларне грађе о значајним тренуцима Миланковићевих остварења. Ова путописна проза је вјештином, даровитошћу и тумачењу научних идеја, изванредним стилским запажањима важних научних идеја, од почетка рада, па до планетарних закона, представљена у књижевној форми која се може уврстити у најбоље бестселере XX вијека.



Сл. 3.7. Насловница Миланковићеве књиге *Кроз васиону и векове* (Математички факултет Универзитета у Београду, Удружење „Милутин Миланковић“ 2014а)

Fig. 3.7. Cover of Milanković's book *Through Universe and centuries* (Математички факултет Универзитета у Београду, Удружење „Милутин Миланковић“ 2014а)

У то вријеме, Миланковића је интересовало вјероватно најважније научно питање тог доба које је изазивало велику пажњу – Ајнштајнова теорија релативитета, која је имала своје присталице и противнике који су дебатовали, а и данас дебатују, о овој теорији. Најауторитативнији присталица Ајнштајнове теорије био је Де Ситер, који је на принципу константности брзина свјетлости бранио Ајнштајнову теорију, коју је Миланковић проучио и уврстио у своја предавања. Теорија је почивала на негативном исходу Михелзоновог експеримента који је био четврт вијека једна од највећих загонетки физике. У то вријеме откривене су двојне звијезде, односно небеска тијела која су удвоје везана силом гравитације, која се крећу око свога заједничког

тежишта, по елиптичним путањама и тиме потврђују да Њутнов закон важи за сва небеска тијела у најдубљим дијеловима васионе. Двојне звијезде је открио Вилијам Хершел.¹² Једна од познатих двојних звијезда је *Beta Aurige*, најснажнији члан у сазвијежђу Кочијаша.

3.9. Миланковићев живот у сјенци Другог свјетског рата¹³

Када је Миланковић био позван да одржи предавање *О астрономским средствима за испитивање климата Земљине прошлости* у Брну и Прагу 1937. године, био је упозорен да не смије да говори на њемачком језику, па је морао да чита француски превод тог предавања (Миланковић 1997б). Како је то истраживање било круна четврт вијека рада и тридесетак ранијих публикација, достојно га је обиљежио једном вечером са колегама и пријатељима у Београду. Његов први, релативно безазлени, увид у предстојеће ужасе национализма и нацизма био је такође повезан с његовим радом. Послије 1936. године почео је да наручује књиге из области историје науке од лајпцишког издавача који је објавио његово „путовање“ *Кроз васиону и векове*, па се често чудило зашто се „о животу великих научника прошлости зна несразмерно мање но о животу владара, државника и војсковођа“ (Миланковић 1997б). То је био почетак припреме за његово сљедеће популарно издање *Кроз царство наука*, које почиње поглављем о Демокриту. Али када је поручио књигу Лујиса Левенхајма о Демокриту и његовом утицају на природне науке,¹⁴ није могао да вјерује кад му је његова издавачка књижара одговорила да није у стању да му набави тражено дјело.

Но, присјетио се шта је у тому узрок: „Левенхајм је, као што му то његово име и презиме сведоче, био Јеврејин, и због тога су продаја и куповина његових дела биле забрањене. Хитлерова мржња према Јеврејима погодила је и мене, хришћанина, и старог и недужног Демокрита. Зато ми је он постао милији“ (Миланковић 1997б). Други свјетски рат је означио смак свијета у којем је

¹² Сер Фридрих Вилхелм Хершел (*Friedrich Wilhelm Herschel*, 1738–1822) – био је њемачко-британски астроном и композитор. Одредио је апекс, тачку у галаксији ка којој се Сунце креће у сазвијежђу Лира. Открио је планету Уран. Био је краљев астроном. Изградио је својевремено највећи телескоп на свијету. Открио је зрачење које је назвао инфрацрвено зрачење.

¹³ На Филозофском факултету у Палама одржан је 2004. године научни скуп поводом 125 година од рођења Милутина Миланковића. Академик Светозар Кољевић доставио је рад *Миланковићев живот у сенци Другог светског рата*, који је интегрални дио овог саопштења. Поштовање према Милутину Миланковићу исказано је и у књизи *Климатске промјене и ефекат стаклене баште* (Пецељ 2000).

¹⁴ У питању је расправа на 48 страница *Die Wissenschaft Demokrits und ihr Einfluss auf die moderne Naturwissenschaft* (Löwenheim 1914).

Миланковић живио. У њемачком бомбардовању Београда 6. априла 1941. године, мала зграда у Космајској улици, у којој је Српска академија наука штампала Миланковићево ремек-дјело *Канон осунчавања и проблеми ледених доба* на њемачком језику, била је такође погођена: „Годинама радио сам на том делу, и када сам пет дана пре бомбардовања био у штампарији, одштампан је његов последњи осамдесетдруги табак. Све табакеле дела, од сваког по 500 комада, видео сам онде, несавијене, уредно положене један на други, да би се приступило њиховом сашивању у поједине књиге. А сада, десет дана доцније, видех пред собом рушевину зграде под којом је лежало моје довршено дело, сахрањено у гробу“ (Миланковић 1997а).

Испоставило се, међутим, да је просторија у којој је *Канон* био смјештен релативно добро прошла, те да су само посљедњих осам табакела били оштећени водом од силних киша. Како је слог сачуван, они су убрзо одштампани, чим се нашла каква-таква хартија, и у јесен 1941. године Миланковић је већ имао у рукама ауторске примјерке свог дјела. Неколико тих примјерака успио је да пошаље у Њемачку, гдје су они добили похвалне приказе. Али, у мају 1944. године искрсла је нова невоља: позиви са универзитета у Минхену и Бечу! Одбити их – било би непријатно и опасно, а прихватити их – још теже. Миланковић је написао два писма у којима је захвалио на указаној части и упитао да ли би посјете могле бити одгођене до новембра исте године: „Рачуно сам да ће се до тог доба догодити много што шта, и нисам се преварио“ (Миланковић 1997б).

Занимљиво је можда поменути да је приликом бомбардовања Београда у априлу 1941. године изгорио – с многим другим књигама непроцјењиве вриједности у Народној библиотеци – и један примјерак књиге коју је написао Миланковићев дјед-стриц Урош Миланковић. Иронијом, у питању је књига под насловом *Просвета човека*, у којој Урош Миланковић износи веома оптимистичан поглед на европску цивилизацију, односно њен развој у правцу просвијећеног интернационализма, који је, по његовом мишљењу, још у његово вријеме, увелико остварен! Међутим, рекло би се да су све те књиге које су изгорјеле у Народној библиотеци биле војни циљ, а не тек нека „коллатерална штета“.

Али као да нема краја историјским иронијама: када су савезници успоставили војне аеродроме у јужној Италији, Миланковић се забринуо да би и Београд могао бити бомбардован. Поменуо је то Богдану Поповићу, утемељитељу изучавања свјетске књижевности на Београдском универзитету, али стари професор и зналац свјетских прилика само је одмахнуо руком и казао да је то немогуће. Он је провео Први свјетски рат у Енглеској и добро упознао Енглезе као „центлменски народ“ (Миланковић 1997б), тако да се не би могло ни

замислити да они нападну свог „до гроба верног пријатеља обореног надмоћним непријатељем и раскрвављеног стотинама рана“, уз то пријатеља који је „ускочио“ у овај рат да би „остао веран својим савезницима из Првог светског рата (Миланковић 1997б). На Ускрс 1941. године почело је тешко засипање Београда теписима бомби! А кад је Миланковић поново посетио Богдана Поповића, пошто се догодило оно што је било незамисливо, његов уморни и резигнирани пријатељ му је рекао: „Не желим да живим у овом избеумљеном свету“ (Миланковић 1997б). У међувремену и њемачки слог лајпцишког издања Миланковићевог дјела *Кроз царство науке* био је уништен приликом британских и америчких ваздушних напада на Лајпциг у децембру 1943. Убрзо послје њемачке окупације Србије Миланковић је схватио да нема ничег заједничког са свијетом у коме се обрео, па је одлучио да напише своје мемоаре и историју науке: „Распоредио сам хартије и књиге на свом радном столу, запалио лулу и с осећањем мирног уживања почео да пишем. Сви Хитлери, Стаљини и Черчили овог света престали су да постоје. Затворио сам врата пред ужасном стварношћу људске лудости и отворио их према оним просторима у којима се људска памет показивала у свом најбољем издању. ... Морао сам да се ослоним на своју библиотеку и написао сам историју науке под насловом *Кроз царство науке* у облику серије личних догађаја у животима великих научника почев од Питагоре па све до Чарлса Дарвина. ... Тако сам остао при себи и осећао да сам у елитном друштву цело време рата“ (Berger 1995).

Послије Другог свјетског рата његов син Васко, који није био љубитељ комунизма, емигрирао је у Аустралију, али отац је са супругом остао у Београду и написао три универзитетска уџбеника: *Основи небеске механике* (1947), *Историја астрономске науке* (1948) и *Астрономска теорија климатских промена* (1948). Убрзо је схватио да се његова *Астрономска теорија климатских промена* „све чешће појављује у научној литератури широм света“, те да му је његов „научни ауторитет дао, како је то рекао, „чак и овде изузетно независан положај“: „нико ме не гњави и живим у миру“, без обавеза чак и да присуствујем масовним скуповима“ (Berger 1995). Изабран је за потпредсједника Српске академије наука 1948. године, а додијељена му је Златна докторска диплома Техничке школе у Бечу 1954. године.

Колико год да је желио да поново види Беч, није могао поднијети да лично присуствује тој церемонијалној додјели, да буде „у центру те прославе и говорништва“ (Berger 1995), односно да „слуша како га други хвале“ (Миланковић 1997б). Убрзо затим стигао је и ректоров позив да се обрати бечкој Техничкој школи и Академији, те је почетком јуна 1955. године на Техничкој школи одржао предавање *О студентским данима и инжењерским годинама у Бечу*, а у Академији *О хронологији ледених доба*. У првом

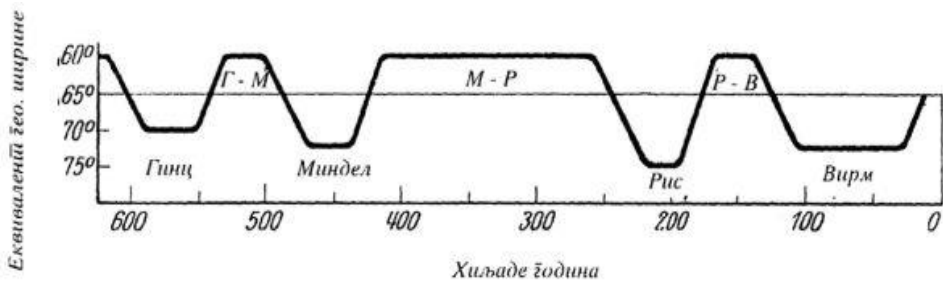
предавању захвалио је Бечкој техничкој школи на „знању и надахнућу“ које му је дала. У Академији је говорио о својој омиљеној теми излажући личне погледе и сазнања која су управо почели да привлаче све већу међународну пажњу. Поред тога, ово „сентиментално путовање“ пружило му је „замашно уживање, нарочито стога што је Беч зацелио своје ратне ране и обновио се да би опет засјао пуним сјајем“ (Berger 1995). То је, без сумње, носталгичан поглед једног старог научника великог међународног угледа, али у свјетлости историјског искуства национализама у XX вијеку и на прагу глобализације нашег мултикултуралног свијета, као и у свјетлости Миланковићевог личног патриотизма и интернационализма, може се с разлогом запитати да ли је Миланковић био рани Европљанин или један од посљедњих Мохиканаца.

3.10. Мистерија ледених доба

Милутин Миланковић се од 1911. године почео занимати за климатологију. Проучавајући детаљно научне радове савременог климатолога Јулијуса фон Хана, Миланковић је своје научно истраживање усмјерио на *мистерију леденог доба*. Геолози су доказали да су се у Европи у току најмлађе геолошке периоде квартара догодила ледена доба која су оставила дубок траг на лицу Земље. Прије ледених доба у Европи је владала топла клима. С издизањем Алпа у олигомиоцену јавља се и ледено царство. На врховима су се појавили сњежаници који су се ширили низ планине и затрпавали долине ширећи хладноћу и угрожавајући вегетацију. Човјек се повлачио у пећине остављајући трагове на цртежима пећина. Глечери су се повлачили, остављајући морене као трагове глацијације и интерглацијације.

Докази о постојању ледених доба сакупљани су деценијама у виду геолошких, палеонтолошких и хемијских трагова. Геолози су постојање ледених доба доказивали кроз различите морфолошке форме које се срећу на стијенама у виду стрија, или на основу појаве морена, затим тераса на ријечним обалама, изгубљених долина итд. Палеонтолошки докази се манифестују у промјенама географске расподјеле фосила за вријеме глацијације, затим разни организми који нису адаптирани на хладну климу и мигрирају ка тропским и екваторијалним ширинама и тако преживљавају, затим изумирање организама који су само адаптирани на топлу климу. Хемијски докази се налазе у промјенама односа изотопа у седиментним стијенама и седиментима са дна океана, као и седимената ледених језгара.

Научни став о пространству и промјенама алпске глацијације изнијели су глациолог Албрехт Пенк¹⁵ и климатолог Едуард Брикнер¹⁶ у свом дјелу *Алпи у ледено доба (Die Alpen im Eiszeitalter)* (Penck und Brückner 1909). Ово капитално дјело изашло је у три тома у периоду од 1901. до 1909. године. Пенков научни став грађен је на процјени да је од посљедњег захлађења на Земљи прошло 20.000 година, а да је укупно трајање плеистоцена износило 650.000 година. У току плеистоцена, сматра Пенк, на Алпима су се смијенила четири ледена доба: Гинц (*Günz*), Миндел (*Mindel*), Рис (*Riss*) и Вирм (*Würm*), која су одијељена трима интерглацијацијама (Граф. 3.1).



Граф. 3.1. Алпски глацијали и интерглацијали (Milankovitch 1941)
Graph. 3.1. Alpine Glacial and Interglacial periods (Milankovitch 1941)

¹⁵ Албрехт Пенк (*Fridrich Karl Albreht Penck*, 1859–1945) – њемачки глациолог, геоморфолог и геолог. Студирао је у Лајпцигу хемију, ботанику, минерологију и геологију. Био је професор Бечког универзитета (1885–1906), а од 1906. године професор Хумболтовог универзитета у Берлину. Од 1928. године предаје на Карловом универзитету у Прагу. Од 1906. године члан је Берлинско-бранденбуршке академије наука. Био је посвећен истраживањима геоморфологије и климатологије. Подигао је углед „Бечке школе” на висок међународни ниво. Сматра се једним од највећих глациолога. Изучавао је глацијацију и геоморфологију, посебно Алпа. Учествовао је на бројним експедицијама по планинама Исланда, Марока, Канаде, Аустралије, Кине, Јапана и Босне и Херцеговине. Са Брикнером је извршио класификацију климата, а потом су у литературу увели имена старих глацијација (Гинц, Миндел, Рис и Вирм). Пенк је боравио као гостујући професор на Јејл универзитету и Универзитету Колумбија. Код Пенка су докторирали Јован Цвијић и Павле Вујевић. Пенк је био пријатељ Јована Цвијића и професор Едуарда Брикнера и Јевта Дедијера.

¹⁶ Едуард Брикнер (*Eduard Brückner*, 1862–1927), поријеклом је из њемачке породице која је живјела у Петровграду. Пенков је ученик. У Хамбуршкој поморској опсерваторији помаже климатологу Владимиру Кепену у издавању часописа *Meteorologische Zeitschrift*. Тада објављује радове о колебању климе у леденом добу, пратећи велике поплаве, повлачење ледника и колебање мора (Балтичког, Црног и Каспијског), доводећи то у везу са колебањем ледника на Алпима. То је у науци познат тридесетпетогодишњи Брикнеров циклус у режиму температура ваздуха, годишње суме падавина и притиска. Катедру на Универзитету у Бечу примио је 1906. Умро је 1925. године, само два мјесеца послје Цвијића.

На основу ријечног шљунка наталоженог за вријеме ледених доба, Пенк је оцијенио распоред и дужине тих доба. Међутим, ово се није слагало са леденим добима сјевера Европе, Енглеске и Америке. У САД су била четири глацијала: Небраска (*Nebraskan*), Канзас (*Kansas*), Илиноис (*Illinois*) и Висконсин (*Wisconsin*). У Њемачкој су детектована три ледена доба: *Elster, Saale* и *Weichsel*.

Занимљива је дебата између Албрехта Пенка, неприкосновеног ауторитета из области глациологије, и Милутина Миланковића која се догодила 1936. године, на III конгресу Међународне уније за квартарна истраживања (*International Union for Quaternary Research, INQUA*) у Бечу. Пенк је био један од оснивача, почасни члан и доживотни предсједник INQUA, а Миланковић легат Југославије који је на Конгрес дошао преко пријатељских веза као замјена једном професору који је био позван. Пенк је одржао пленарно предавање и на крају упитао да ли можда неко има питање. Миланковић се јавио за дискусију. Он је похвалио Пенково предавање, али је без устручавања казао да се његови математички прорачуни не поклапају сасвим са Пенковим леденим добима. Пенк је замјерио Миланковићу на таквом ставу и казао му да је упознат са његовим прорачунима и да их чак оспорава. Миланковић није остао дужан и одговорио је Пенку како он није крив што истраживања других колега нису тачна. Тако је почео „сукоб”, који је трајао три године, све док Пенк није Миланковићу послао разгледницу у којој га је поздравио и написао да прихвата његова истраживања.

Откривајући слику Земљине прошлости, наука је застала пред загонетком: Шта је узрок таквим климатским промјенама? Дјела професора Јулијуса фон Хана нису давала одговор на ово питање. Миланковић је са задовољством констатовао да су 1921. године, за вријеме штампања четвртог издања Хановог *Уџбеника метеорологије*, ушли у ово „велико дјело“ резултати израчунавања Земљине соларне климе.

3.10.1. Утицај астрономских фактора

Идеја о утицају астрономских фактора на климатске промјене била је прави пут којим је кренуо Миланковић. Климатске промјене у прошлости и ледена доба постали су важно научно питање које је занимало бројне научнике. Осврнимо се на неке од њих који су дали значајан допринос у афирмацији астрономских фактора. Осврнимо се и на претече Миланковићевог закона који су, свако на свој начин, допринијели развоју идеје о утицају астрономских фактора на промјене климе у прошлости.

Жан-Жак д'Орту де Меран¹⁷ дошао је до кључних открића у разним областима, па и у астрономији. Де Меран је 1719. године расправљао о промјенљивој косости свјетлости, која зими узрокује хладноћу, а љети топлоту. Он је сматрао да је ефекат Сунчевог загријавања повезан са квадратом синуса његовог узвишења. Међутим, занемарио је значај ефеката атмосфере.

Познати математичари Жозеф Лагранж¹⁸ и Пјер Лаплас¹⁹ израчунали су 1782. године да се усљед кретања облик Земљине орбите мијења. То кретање названо је промјеном ексцентричности, јер се облик орбите мијењао од скоро кружног до издуженог облика. Лаплас је поставио угаони камен математичке астрономије. Он је проширио радове својих претходника и објавио је петотомну студију *Небеска механика (Mécanique Céleste)*, која представља темељно дјело физичке механике.

Астроном, математичар и природњак Џон Хершел²⁰ први је дошао на идеју о утицају астрономских фактора на климатске промјене. Он је сматрао да је узрок климатских промјена у ексцентричности Земљине путање. Џон Хершел је изнио идеју да ексцентриčnost Земљине путање утиче на промјену климе. У то вријеме геолози још нису јасно уочили проблем ледених доба. Пошто је Хершел био неоспоран научни ауторитет, његов став се дуго задржао. Хершелов став и истраживања француског астронома и математичара Ирбена Леверјеја показали су да се ексцентриčnost Земљине орбите непрестано мијења и притом су израчунали колико та промјена износи.

Француски математичар и астроном Ирбен Леверје²¹ је рачунским путем, 1843. године, утврдио да се ексцентриčnost Земљине путање мијења у циклусима од око 100.000 година, захваљујући гравитационом привлачењу других планета.

¹⁷ Жан-Жак д'Орту де Меран (*Jean-Jacques d'Ortous de Mairan*, 1678–1771) – био је француски геофизичар, астроном и хронобиолог.

¹⁸ Жозеф-Луј Лагранж (*Joseph-Louis, comte de Lagrange*, 1736–1813) – био је италијанско-француски математичар и астроном који је дао важан допринос на свим пољима анализе и теорије бројева као и класичне и небеске механике.

¹⁹ Пјер Лаплас (*Pierre-Simon, Marquis de Laplace*, 1749–1827) – био је француски математичар и астроном који је поставио камен темељац физичке механике. Његова студија *Небеска механика* сматра се ремек-дјелом геометријске студије из механике, које је користио Исак Њутн.

²⁰ Џон Фредерик Вилијам Хершел (*John Frederick William Herschel*, 1792–1871) – био је енглески математичар, астроном, хемичар и ботаничар.

²¹ Ирбен Жан Жозеф Леверје (*Urbain Jean Joseph Le Verrier*, 1811–1877) – био је француски математичар, астроном и професор небеске механике на Факултету наука. Познат је по томе што је предвидио постојање и положај планете Нептун користећи се само математичким методом. Након смрти Арагоа изабран је за директора Париске опсерваторије, на чијем челу је остао до краја живота.

Француски математичар и астроном Жозеф Алфонс Адемар²² је 1842. године поставио хипотезу о леденим добима. Он је сматрао да су ледена доба заснована на варијацијама Земљине путање око Сунца, односно прецесији равнодневничких тачака. Због промјене упадног угла мијењала се и количина Сунчевог зрачења. Он је знао за Кеплерова открића из XVII вијека, који је доказао да орбитална путања Земље око Сунца није кружница него елипса. Адемарова идеја је употребљавала овај астрономски податак о положају Земље у односу на Сунце, али није дала потпуно правилне резултате. Адемар је 1842. године објавио књигу *Периодичне поплаве – револуције мора*, у којој је изнио прву обухватнију теорију о утицају астрономских фактора на климу Земље. Сматрао је да је прецесиони циклус узрок настанка ледених доба, која се наизмјенично јављају на сјеверној и јужној Земљиној полулопти у зависности од дужине зимских периода (Imbri i Palmer Imbri 1981). Жозеф Алфонс Адемар је идеју употпунио сценаријем о катаклизмичним поплавама изазваним колапсом јужног леда и џиновским таласима нагло загријаног мора. Теорија је кратко трајала и 1852. године њемачки географ Александар фон Хумболт показао је да је претпоставка о наизмјеничном загријавању и хлађењу полулопти погрешна. Ипак, теорија није била заборављена и била је подстрек за даља размишљања. Идеје Жозефа Алфонса Адемара прихватио је и потом развио нову астрономску теорију климе Шкотланђанин Џејмс Крол, који је сматрао да тај механизам може изазвати ледено доба и о томе је објавио научну расправу 1864. године. Чланак је изазвао велику пажњу, што га је подстакло да се овим проблемом позабави још сљедећих двадесет година.

Џејмс Крол био је пионир астрономске теорије. Бавио се узроцима ледених доба и промишљањем о природним законитостима (Nenadić i Bogićević 2010). Он је 1870-их година поставио можда најзначајнију теорију у којој је уважавао спрегу промјене ексцентричности и прецесије, затим промјену нагиба Земљине осе ротације, рефлексију са површине леда и морске струје. Крол је 1875. године објавио обимно дјело *Клима и вријеме у њиховим геолошким односима*, у којем је заокружио своје погледе на узроке ледених доба, као што је то Миланковић учинио касније у *Канону*. Прихватио је идеје Жозефа Адемара и развио нову астрономску теорију климе, те заслужује истинско поштовање. Крол је користио и астрономске прорачуне Леверијеа за протеклих 100.000 година. Дакле, Џејмс Крол је први постао свјестан важности свих астрономских циклуса и њиховог утицаја на климу на Земљи. Ипак, подаци које даје Кролова теорија нису се поклопили са временима ледених доба

²² Алфонс Жозеф Адемар (*Joseph Aphonse Adhemar*, 1797–1862) – био је француски математичар и астроном.

познатим у то вријеме (Milanković 1914). Након смрти Арагоа,²³ Крол је изабран за директора Париске опсерваторије, на чијем челу је остао до смрти.

Лудвиг Пилгрим је 1905. године међу првима тачно рачунао астрономске механизме – промјене нагиба Земљине осе ротације, ексцентрицитета и прецесије у протеклих милион година, што је Миланковићу било од користи.

Јулијус фон Хан²⁴ сматрао је да се са астрономског становишта прије може очекивати да клима буде стабилна него варијабилна.

3.10.2. Канон Миланковића

Требало је да прође још пола вијека да се појави Милутин Миланковић који се суочио са најсложенијим космичким проблемом од времена Исака Њутна и успио да осмисли и математичким језиком искаже општу теорију климе планета, као и посебну теорију о утицају особина Земљиног кретања на њено осунчавање и климу. Миланковићева теорија сматра се рјешењем тајне леденог доба.

Миланковић је проучавао радове Жозефа Адемара и Џејмса Крола, чије су пионирске теорије о астрономском поријеклу леденог доба одбацили њихови савременици. Климатолози и геолози сматрали су да ледено доба настаје чак и под утицајем океана–вулкана. Они су имали поуздане геолошке податке о простирању глацијације на Алпама, али ипак нису успјели да открију основне узроке. Миланковић је тражио рјешење овог сложеног проблема у области сферне геометрије, небеске механике и теорије физике, тако да је сматрао да се метеорологија бави прикупљањем бројних емпиријских налаза, већином нумеричких података уз коришћење физике. Миланковић је искључиво тражио рјешење у примјени напредне математике.

Први Миланковићев рад, *Прилог теорији математске климе* (1912) егзактно описује садашњу климу на Земљи. Он је утврдио како Сунчеви зраци одређују температуру на површини Земље након проласка кроз атмосферу. Рад је штампан у Београду. Годину дана касније Миланковић објављује рад под називом *О распореду Сунчеве радијације на површини Земље* (1913).

²³ Доминик Францис Жан Араго (*Dominique François Jean Arago*, 1786–1853) – био је француски астроном, физичар и политичар. Бавио се магнетизмом и поларизацијом свјетлости. Име му је уписано на Ајфеловој кули.

²⁴ Јулијус Фердинанд фон Хан (*Julius Ferdinand von Hann*, 1839–1921) – био је аустријски метеоролог. Сматра се оснивачем модерне метеорологије. Студирао је математику, хемију и физику на Универзитету у Бечу. Био је директор централног института за метеорологију у Бечу, професор метеорологије у Грацу и професор космичке физике на Универзитету у Бечу.

Миланковић је тачно израчунао интензитет осунчавања и унаприједио математичку теорију описујући климатске зоне. Он је извршио прорачун осунчавања за поједине упореднике идући од полутара до Земљиних обртних полова. Милутин Миланковић је настојао да изгради интегралну математичку теорију која ће повезати топлотне услове на планетама и њиховим кретањем око Сунца. Дакле, Миланковић је инсистирао на вјековним промјенама које су у небеској механици познате као секуларне промјене елемената планетских путања. Сматрао је да се све промјене могу обухватити математичким обрасцима и успјешно пратити у прошлост и будућност. Да би нашао везу између осунчавања Земље и температура на њој, Миланковић се ослања на физичке законе по којима Сунчеви зраци допиру до Земље. Таква теорија важила би за све планете Сунчевог система и за све те далеке свјетове. Миланковић је наставио испитивати климу далеке прошлости, када су елементи Земљине путање били другачији од данашњих, и тиме је ријешило проблем ледених доба.

У раду који је објавио 20. децембра 1913. године Миланковић је нашао „математичку везу између осунчавања планета и температура њиме изазваним“ и тај проблем је ријешило. Рад је заинтересовао нобеловца Вилхема Вина и убрзо потом објављен је у часопису *Анали физике*. Од 1912. до 1914. године Миланковић је објавио шест расправа на ту тему. У принципу, Миланковић је сматрао да су метеоролози, што се тиче климе, чисти емпиричари који не користе компликоване математичке теорије. Заправо, до тада нико није умислио да створи математичку теорију климе, будући да то изискује примјену сферне астрономије, небеске механике и теоријске физике. До 1913. године није била позната ни вриједност соларне константе, без које се нису могле дати основне црте климе наше Земље.

Миланковић је, уважавајући промјену нагиба Земљине осе ротације у односу на раван еклиптике, циклус прецесије и окретање Земљине осе, „откључао“ тајну великих промјена климе у прошлости Земље. Ова кретања утичу на температурне услове планета и данас су позната као Миланковићеви циклуси.

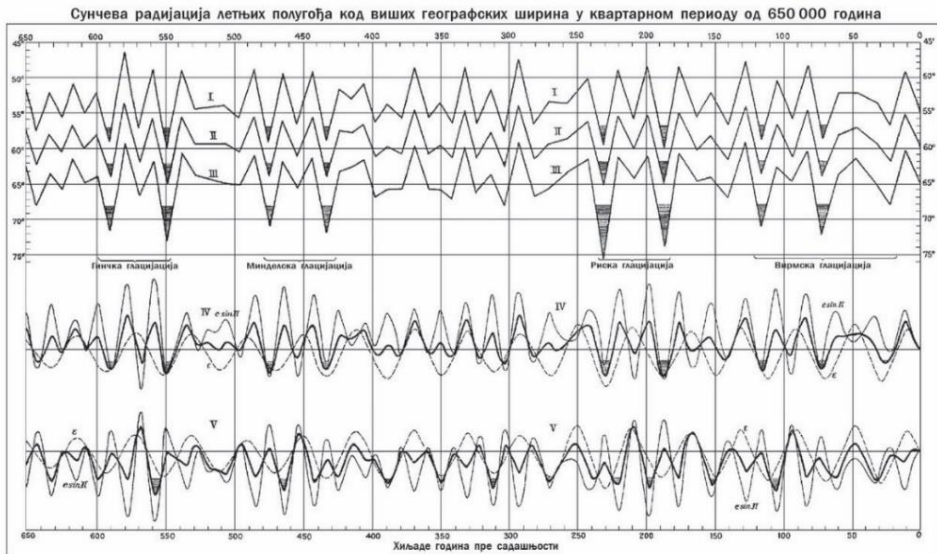
Дакле, у области палеоклиматологије – варијабилност ексцентрицитета Земље, затим нагиба њене осе ротације и прецесија, представљају три доминантна циклуса, који су данас познати као *Миланковићеви циклуси*. Миланковић је математички доказао њихов пресудан утицај на појаву и смјену ледених доба на Земљи. Секуларне промјене годишњег тока осунчавања које су посљедица промјена наведених астрономских елемената чине компликован ток осунчавања Земље, који је различит за сваку географску ширину на Земљи. Дакле, сложена комбинација 41.000-годишег циклуса нагиба осе ротације – косост (41.000), циклуса прецесије равнодневица (22.000) и циклуса

ексцентрицитета Земљине путање (105.000), утичу на интензитет термичког режима љети и зими. Ту је одговор на појаву, ширење и повлачења поларних ледника.

Миланковић је астрономску теорију климе почео постављати почетком XX вијека у малој канцеларији на Београдском универзитету. Наоружан добрим факултетским образовањем у Бечу, врло брзо је постао угледан инжењер аустроугарске престонице. Али, то није било довољно за његову амбицију, тако да је 1909. године напустио успјешну инжењерску праксу и дошао у Београд да на Универзитету предаје примијењену математику и открива неке нове свјетове.

Катедра на којој је Миланковић предавао обухватала је: сферну астрономију, небеску механику и математичку физику, таман по мјери, што је Миланковићу омогућило да се проблем дугорочних климатских промјена успјешно разријеши. Миланковић је на основу свога *Канона* постао истински великан свјетске науке који је своје дјело створио у Србији. Он је темељно проучио све претходне теорије, уочио њихове лоше и добре стране и изградио обухватну теорију климатских услова на планетама Сунчевог система, а посебно на Земљи. Тако је настала прва *Математичка климатологија*, која је повезивала осунчавање планета са промјенама климе на њима. Миланковић је на ту тему 1920. године у Паризу објавио први велики рад, који су убрзо прочитали познати њемачки климатолог Владимир Кепен и један од водећих европских геолога, астроном и геофизичар Алфред Вегенер, тада већ у брачној заједници са Кепеновом ћерком Елзом.

Сарадња са Кепеном и Вегенером увела је Миланковића у дескриптивне науке о Земљи (геологија, геофизика, метеорологија), које је он први математички повезао са егзактним наукама – небеском механиком и теоријском физиком. Владимир Кепен је сматрао да су за нагомилавање леда пресудна свјежа љета, током којих се не отопи сав снијег који напада за вријеме претходне зиме. За стварање трајног сњежног покривача типичне су географске ширине између 55. и 65. упоредника. На основу ових сазнања, Миланковић је израчунао промјене у осунчавању тих упоредника за посљедњих 600.000 година (Сл. 3.8). Своје резултате је представио у облику неправилне зупчасте линије, која је касније постала славна под називом „крива осунчавања“, у којој је Кепен распознао и дефинисао ритам ледених епоха, које су десетак година раније утврдили географи Албрехт Пенк и Едуард Брикнер. Ипак, тај ритам који је Кепен користио да би оснажио Миланковићеву теорију био је нетачан. Миланковић је сматрао да је суштина промјена у промјени геометрије орбите, која има пресудан утицај на климу.

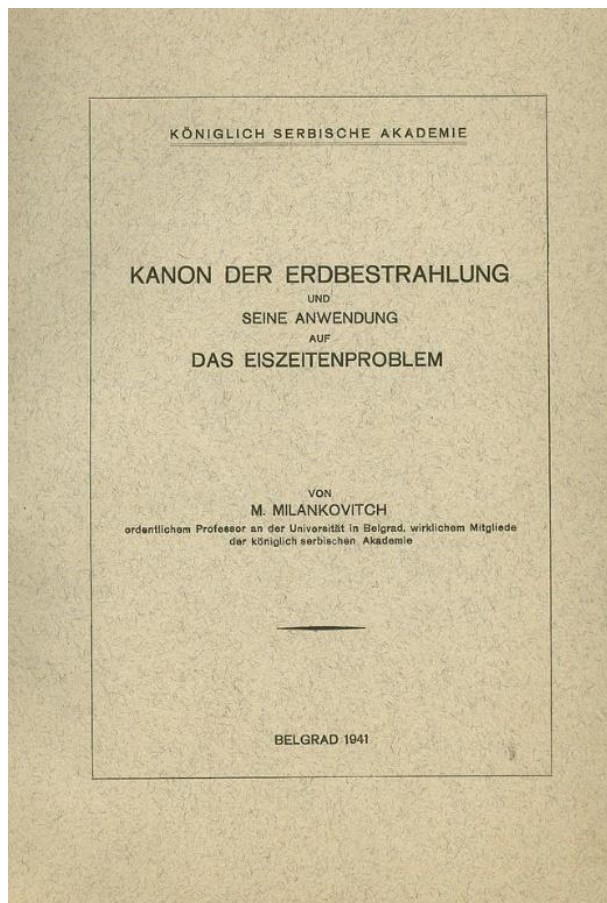


Сл. 3.8. Реконструкција Сунчевог зрачења љети на вишим географским ширинама у квартару за период од 650.000 година са означеним глацијалним периодима Гинц, Миндел, Рис и Вирм (Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ н. д.)

Fig. 3.8. Reconstruction of solar radiation in summer at higher latitudes in the Quaternary for a period of 650,000 years with marked glacial periods Günz, Mindel, Riss, and Würm (Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ н. д.)

Миланковић је почетком 1939. године започео рад на свом дјелу *Канон осунчавања*. У том дјелу сакупљен је његов цјелокупан дугогодишњи рад. Добијени резултати настали као плод мукотрпног, систематичног рада током тридесет мјесеци, као *Канон* предати су у штампу 2. априла 1941. године. Приликом бомбардовања Београда 6. априла 1941. године зграда штампарије срушена је до темеља. Срећа се осмјехнула Миланковићу. Том приликом су поново штампане само двије посљедње странице књиге, које су биле оштећене. *Канон* је тако спасен!

Миланковићев *Канон осунчавања Земље и његова примјена на проблем ледених доба* (*Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem*) (Сл. 3.9) једно је од најзначајнијих научних дјела свјетске науке. Дјело је у издању Српске краљевске академије објављено на њемачком језику на 626 страница. Миланковић је вјеровао у приступ рада и својим математичким прорачунима, са увјерењем да ће признање ускоро стићи.



Сл. 3.9. Насловница Миланковићеве књиге *Канон осунчавања Земље и његова примјена на проблем ледених доба*, објављене 2. априла 1941. године у Београду, на њемачком језику (Математички факултет Универзитета у Београду, Удружење „Милутин Миланковић“ 20146)

Fig. 3.9. Cover of Milanković's book *Canon of Insolation and the Ice-Age Problem*, published on April 2, 1941 in Belgrade, in German (Математички факултет Универзитета у Београду, Удружење „Милутин Миланковић“ 20146)

Милутин Миланковић је знатно допринио разумијевању дугорочних климатских варијација калоријске инсолације коришћењем астрономских параметара за реконструкцију климе у прошлости. Тиме је дао врхунски допринос палеоклиматологији у схватању дугорочних климатских варијација у посљедњих милион година (Berger 2021). Према Berger (2021), Миланковићеве двије изузетне књиге, *Théorie Mathématique* из 1920. године, написана на француском, и *Kanon der Erdbestrahlung* из 1941. године, написана на њемачком

и преведена на енглески 1969. године, умногоме су допринијеле његовом међународном научном угледу.

Канон је подијељен у шест одјељака:

- 1) *Кретање планета око Сунца и узајамни поремећаји тих кретања,*
- 2) *Обртање Земље – са општим једначинама теорије обртања и њихова примјена на дневно обртање Земље, прецесију и нутацију Земљине осе,*
- 3) *Секуларна помјерања полова Земљине ротације – изнесена је Миланковићева теорија са картографским и табеларним приказима добијених резултата,*
- 4) *Осунчавање Земље и његове секуларне промјене – садржи резултате,*
- 5) *Веза између осунчавања Земље и температуре њене површине и атмосфере – принципи Миланковићеве математичке теорије климе,*
- 6) *Ледено доба, његов механизам, његово рашчлањавање и његова хронологија – резултати истраживања и библиографија.*

Канон је преведен на енглески језик 1969. године (*Canon of Insolation and the Ice-Age Problem*) (Milankovitch 1969). Други пут је објављен 1998. године под насловом *Canon of Insolation and the Ice Age Problem, With Introduction and Biographical Essay by Nikola Pantic* (Milanković 1998).

Нажалост, Миланковић није дочекао сва признања за своје епохално дјело. Коначно, пројекат под називом Клима: дугорочно истраживање, мапирање и прогнозирање (*Climate: Longrange Investigation, Mapping and Prediction, CLIMAP*) – доказује Миланковићеве циклусе осунчавања. Временску скалу климатских догађања саставили су и доказали 1972. године, за посљедњих 700.000 година, на основу дубокоморских језгара, геолози Шекелтон и Опдајк.

Четири године касније, 1976. године, Џејмс Хејс, Џон Имбри и Николас Шекелтон извели су спектралну анализу језгара и утврдили да се у протеклих 500.000 година клима мијењала у зависности од промјена ексцентрицитета, нагиба Земљине осе ротације и прецесије (Imbri i Palmer Imbri 1981). Прорачуни Милутина Миланковић из 1920. године, које су Кепен и Вегенер објавили 1924. године, били су тачни. Миланковићеви циклуси осунчавања дефинитивно су доказани 1976. године (Imbri i Palmer Imbri 1981).

Нови пројекат из 1988. године, Кооперативни пројекат мапирања холоцена (*Cooperative Holocene Mapping Project, SONMAP*), реконструисао је обрасце глобалних климатских промјена у посљедњих 18.000 година. Поново су кључну улогу имали астрономски фактори. Пројекат под називом Пројекат спектралног

мапирања (*Spectral Mapping Project*, СПЕСМАР), из 1989. године, показао је да до климатских промјена долази због промјена у Сунчевом зрачењу сваког од ова три астрономска циклуса.

3.11. Кепенова дописница као реликвија

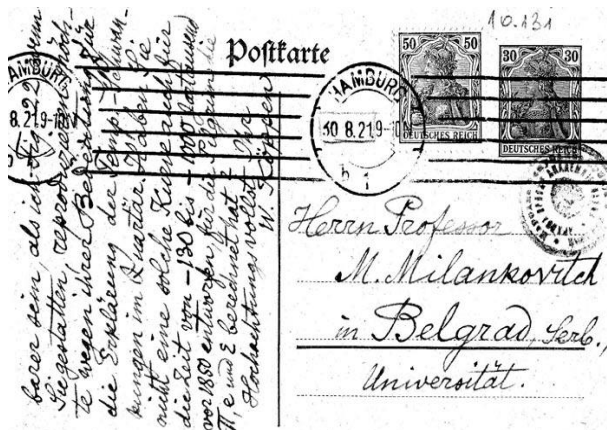
Миланковић је сматрао да су дескриптивне природне науке, геологија и географија, на основу бројних чињеница и факата обавијестиле научну јавност о просторној расподјели ледених доба, али нису биле у стању дати поуздано обавјештење о узроцима и временском току климатских промјена за вријеме квартара. Узроци тих појава били су, према мишљењу Миланковића, изван видокруга тих наука и они су искључиво космички проблем који се може ријешити само уз познавање закона којима се Земља, приликом обртања око осе и обилажења око Сунца, покорава законима планетарног система.

Први који је уочио овај проблем био је климатолог Владимир П. Кепен²⁵, који је Миланковићеву рачуницу осунчавања за посљедњих 650.000 година проучио и сматрао озбиљним научним открићем. Кепен је сугерисао Миланковићу да продужи период рачунања за ризичне упореднике од 55, 60 и 65 степени. На

²⁵ Владимир Петровић Кепен (*Wladimir Peter Köppen*, 1846–1940) – био је један од најзначајнијих географа, климатолога, метеоролога и ботаничара с краја XIX и почетка XX вијека. Најпознатији је по класификацији климата, која се широм свијета користи и данас. Његов дјед, по струци љекар, емигрирао је из Њемачке по позиву руске царице Катарине II, са задатком да побољша хигијену у руским провинцијама. Владимиров отац Петар био је истакнути руски географ, етнограф, демограф, историчар и академик Петербуршке академије наука од 1839. године и један од оснивача Руског географског друштва. Средњу школу је завршио у Симферопољу (Крим), а студије ботанике уписао је 1864. године у Санкт Петербургу. Често је са породицом путовао на релацији Крим – Санкт Петербург, гдје се бавио истраживањем и проучавањем флоре и утицаја климе на њу. Докторирао је на Универзитету у Хајделбергу 1867. године на тему утицај температуре на гајење биљака. Кепен је између 1872. и 1873. године био запослен у Руској метеоролошкој служби, да би се двије године касније вратио у Њемачку и наставио свој рад у Њемачком маринском центру за метеорологију. Био је задужен за прогнозу времена на мору и копну сјеверног дијела земље. Убрзо је отпочео експериментисање временом и метеоролошким балонима у циљу прикупљања података о стању у горњој атмосфери и истраживања је објавио 1884. године. Тај рад био је основа за климатску класификацију коју је објавио 1900. године, а коначна верзија завршена је 1936. године. Кепен је био упознат и са палеоклиматологијом, а 1924. године објавио је са својим зетом Алфредом Вегенером дјело *Клима геолошке прошлости* (*Die Klimate der Geologischen Vorzeit*), које ће Милутину Миланковићу бити основица за теорију ледених доба. Пред крај живота сарађивао је са њемачким климатологом Рудолфом Гајгером, са којим је написао петотомно дјело *Климатологија* (*Handbuch der Klimatologie*). Након његове смрти 1940. године, Гајгер је наставио рад на климатској класификацији и њеном побољшању. Владимир Кепен се залагао за употребу есперанта зарад мира у свијету.

тај начин Кепен је открио тијесну везу између секуларног тока осунчавања Земље, како га је Миланковић рачунао и кривама представио, и промјена климе на Земљи, које су доказане геолошким налазима. Кепеново мишљење било је важно, јер се радило о најутицајнијем климатологу тога времена, који је са Вегенером увидио пресудан значај астрономских фактора у појави и распореду ледених доба на Земљи.

Миланковићева преписка са Кепеном представља почетак епохалних научних подухвата. Писмена преписка између великана небеске механике Милутина Миланковића и климатолога Владимира Кепена и метеоролога и геофизичара Алфреда Вегенера побудила је интересовање научника, који су се убрзо удружили, што им је омогућило научну славу. Ова преписка је везана за њихов заједнички рад у периоду од 1919. до 1941. године, који је резултовао планетарним научним дометом. Када је Милутин Миланковић 22. септембра 1922. године добио прву дописницу од Владимира Кепена (Сл. 3.10), записао је: „Једном ће се та једноставна дописна карта, коју ја чувам као реликвију, наћи у мојој заоставштини. Карту је из Хамбурга одслао Владимир Кепен, велики немачки климатолог, а у њој је било речи о мојој тек објављеној теорији. Временом уследише једно за другим 49 писама и дописница, тако да нашу узајамну кореспонденцију чини стотину међусобних дописа” (Миланковић 2008а) (Сл. 3.11).



Сл. 3.10. Прва дописница Владимира Кепена Милутину Миланковићу (Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ н. д.)
Fig. 3.10. The first correspondence of Vladimir Kepen to Milutin Milanković (Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ н. д.)

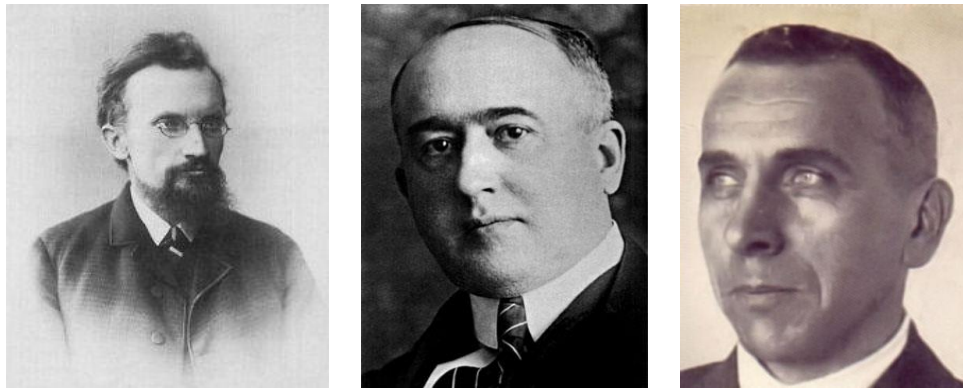
30-VIII
1922
Hamburg, Nicolastr. 7.
Sehr geehrter Herr Professor!
Erst jetzt komme ich dazu,
Ihr Buch zu studieren, das Sie so
freundlich waren, mir zu senden.
Ich bewundere ~~und~~ die Reichhaltigkeit
Wahrheit Ihrer Entwicklungen und danke
Ihnen bestens für das wertvolle Jahrbuch.
Ganz besonders interessieren mich
Ihre Berechnungen über die Säku-
lar-Änderungen der Insolation,
in denen Sie zu wesentlich anderen
Ergebnissen kommen, als Spita-
ler, weil dieser die Änderungen
der Ekliptik-Schiefen zu wenig berück-
sichtigt hat. Unbegreiflich ist mir
dabei, dass ^{die} Fig. 22, die die Insolation
des 70° N-Br. darstellt, ~~da~~ beim Sommer-
Solstitium fast identisch ist mit der
obern Hälfte von Fig. 21, die η_h für
den Parallel 48° N gibt. Für eine
Erklärung würde ich am so dank-

Сл. 3.11. Дописна карта коју је Миланковићу послао Владимир Кепен 21. септембра 1922. године из Хамбурга (Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ н. д.)

Fig. 3.11. Correspondence card sent to Milanković by Wladimir Köppen on September 21, 1922 from Hamburg (Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ н. д.)

Милутин Миланковић је у то вријеме интензивно радио на истраживању утицаја секуларних промјена елемената путање Земље на њено осунчавање и промјена температуре које настају на различитим географским ширинама. Објављени резултати Миланковићевих прорачуна изазвали су велику пажњу у научном свијету. То је заинтересовало чувеног климатолога и управника Поморске метеоролошке опсерваторије из Хамбурга Владимира Петровића

Кепена, који му је послао писмо и позвао га на сарадњу на њиховом дјелу *Клима Земљине прошлости*, које је почео да пише са Алфредом Вегенером²⁶ (Сл. 3.12).



Сл. 3.12. Владимир Кепен (лијево) (Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ н. д.), Милутин Миланковић (у средини) (Математички институт Српске академије наука и уметности н. д.) и Алфред Вегенер (десно) (непознати аутор н. д.)

Fig. 3.12. Wladimir Köppen (left) (Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ н. д.), Milutin Milanković (in the middle) (Математички институт Српске академије наука и уметности н. д.) and Alfred Wegener (right) (Unknown photographer n. d.)

Управо преко тог Кепеновог дјела, Миланковићеве криве су ушле у свијет науке, гдје су нашле своју примјену. Миланковић и Вегенер ће се убрзо упознати у Инзбруку 1924. године. Тако је започела сјајна сарадња и преписка, у којој су, како је то Миланковић казао, учествовали са њим „Владимир Кепен и његов зет Алфред Вегенер, две дивне научне фигуре“ (Миланковић 2008а).

Кепен је у писму Миланковићу предложио да своје дотадашње прорачуне од 130.000 година прошири на 600.000 година. Миланковић је идеју Кепена

²⁶ Алфред Вегенер (*Alfred Wegener*, 1880–1930) – био је њемачки метеоролог, бавио се астрономијом и геофизиком, а у науци је остао познат по теорији помјерања континената, која је позната као теорија Вегенера. Био је професор универзитета у Хамбургу и у Грацу. Вегенер је створио тезу по којој су континенти настали прије око 200 милиона година усљед распада једног суперконтинента Пангее. Своју теорију је јавно представио 1912. године. Савременици су оспоравали његову теорију, посебно што Вегенер није рекао шта је покренуло тај континент да се распадне. Тек средином XX вијека, када је прикупљено довољно солидних доказа, Вегенерова теорија је прихваћена. Рањен је за вријеме Првог свјетског рата, а живот је изгубио приликом једне истраживачке експедиције на Гренланду. Био је велики пријатељ и поштовалац Милутина Миланковића.

прихватио и наставио да израчунава секуларни ток осунчавања Земље на спољњој граници атмосфере за посљедњих 650.000 година за упореднике од 55, 60 и 65 степени сјеверне географске ширине, пресудне за ледена доба квартара.

Да би се резултати новог прорачуна могли цитирати у Кепеновој и Вегенеровој књизи, Миланковић их је реферисао у Српској краљевској академији 13. новембра 1922. године и потом их објавио у *Гласу Српске краљевске академије*. Миланковић је сматрао да су писма и боравци код Кепена у Грацу били од великог значаја за његов научни рад, „благодарећи двојици научника са којима ме је судбина довела у везу” (Миланковић 2008а).

Кепен је 1927. године предложио Миланковићу да му за прву свеску *Приручник из климатологије* уради поглавље о астрономској теорији и обухвати проблем ледених доба за посљедњих 600.000 година. Миланковић је прихватио позив Кепена и рукопис завршио 1930. године. Ово важно Миланковићево дјело изашло је из штампе као засебна књига на њемачком језику, под насловом *Математичка климатологија и астрономске теорије климатских промјена*, а 1939. године преведена је и на руски језик.

3.12. Потврда ледених доба

Њемачки геолог Волфганг Сергел уочио је у свом родном крају око града Вајмара трагове климатских промјена у лесу, палеолитским културама, дилувијалним наносима и помјерањима ријечног корита које су се ту одиграле за вријеме геолошке прошлости. Сергел је уочио да на тим просторима има више ледених доба него што их је претпостављала Пенкова схема у којој су назначена четири ледена доба. Свој став Сергел је изнио након анализе долине ријеке Илм, која протиче кроз његово родно мјесто и нашао доказе у терасама у сливу ријеке Сале, у коју се Илм улива. Доказао је да су све терасе настале као посљедица промјене климе, да су наноси шљунка су настали за вријеме леденог доба, а усјечи и терасе у вријеме благе климе. Сергел је утврдио чак 11 периода хладних љета и 11 периода топлих љета и резултате је објавио 1924. године, два мјесеца прије Кепен–Вегереновог дјела, у коме су први пут саопштени Миланковићеви резултати. Волфганг Сергел није знао за саопштене резултате и због тога је био изненађен када је увидио потпуно подударане са Миланковићевом кривом осунчавања објављеној у Кепен–Вегенеровом дјелу. Превлачењем двије криве, по Кепеновом тумачењу, прва два зупца криве осунчавања су ледена доба Гинца, друга два Риса и наредна три ледена доба Вирма (Миланковић 2008б). Сви упади хладноће оставили су трага на терасама ријеке Илм, док је сљедећа два Сергел означио „Пре-Рис

и Пре-Вирм”. Дакле, ријека Илм је својим терасама регистровала све значајне замахе криве осунчавања.

Волфганг Сергел се у дјелу *Рашчлањавање и апсолутна хронологија леденог доба* огласио тим поводом 1925. године. „Ретко када су”, како је Сергел рекао, „два покушаја решења једног проблема, изведена независно један од другог...”, и то потпуно различитим методама, „дала тако подударне резултате” (Миланковић 2008а). Сергел је 1938. године објавио монографију *Ледено доба*, у којој је, на основу Миланковићеве криве осунчавања, одредио када је живио хајделбершки праčovјек.

У исто доба када је Сергел започео испитивања, и Бартел Еберл је вршио истраживања у сливу Дунава код Улма, на мјесту гдје се ријеке Лех и Илер уливају у Дунав (Миланковић 2008б). Еберл је испитао трагове глацијације, морене, ријечне наносе, терасе и картографски их представио у размјери 1 : 250.000. Он је добио зупчасту криву која је показивала још више захлађења него што је констатовао Миланковић, јер је он обухватио интервал од 650.000 година и ушао у период прије прве фазе Гинцовог леденог доба, констатујући још неколико упада ледених доба. Еберл се обратио Кепену, а он Миланковићу 1926. године, коме је казао за Еберлове резултате и предложио му да обрачуна резултате за милион година и пошаље их Бартелу Еберлу. Рачун је показао још пет упада хладноће, а то је одговарало оном што је независно утврдио Еберл, који је истраживао редослијед глацијације у сјеверном предгорју Алпа. Еберл је своје резултате објавио 1930. године у књизи на 440 страна, гдје су репродуковане Миланковићеве криве осунчавања за интервал од милион година.

Миланковићева полазна претпоставка била је да клима зависи од количине Сунчевог зрачења коју примају различити дијелови Земљине лопте, а да количина зрачења зависи од растојања Земље до Сунца и положаја Земље у простору, укључујући нагиб осе ротације. Користећи математичке прорачуне њемачког астронома Лудвика Пилгрима о орбиталним параметрима које је он изнио за протеклих милион година, Миланковић је утврдио три основна елемента који се периодично мијењају кроз геолошку историју планете Земље: периодична промјена положаја Земљине осе (прецесија) од 19.000 до 23.000 година, периодична промјена нагиба еклиптике од 41.000 година и периодична промјена ексцентрицитета орбите од 100.000 година. Промјене ових елемената Миланковић доводи у везу са промјеном климе.

3.13. Кепен и Вегенер

Прву примјену Миланковићеве криве осунчавања имали су Кепен и Вегенер. Постављало се питање да ли је осунчавање на Земљи било само по себи довољно да изазове велике климатске промјене које су се десиле у вријеме квартера. Због тога је била потребна веза између осунчавања Земље и климатских промјена. Миланковић је проблем објаснио у дјелу *Математичка климатологија*, али је остао проблем висинске границе леда и осунчавања уоченог предјела. Миланковић је сматрао да је висински положај границе вјечног снијега у функцији географске ширине. Потом је Кепен на основу података о положају границе вјечног снијега израдио графички дијаграм средњег висинског положаја вјечног снијега на различитим географским ширинама Земљине површине. Ова размишљања Миланковић затвара са уважавањем рефлексије сњижних површина, које имају велику способност албеда, тако да у интерпланетарни простор враћају знатан дио топлоте. Тај мањак топлоте се рачуна и доводи у везу са „његовим примарним узроком, секуларним током осунчавања Земље“ (Миланковић 2008б).

О топлотној рефлексији снијега и леда рачуницу је изнио Жозеф Девоа, који је рачун изводио на примјеру ледника Пиринеја, Алпа и Гренланда. То је оно што је било потребно Миланковићу за рачунање, а што је била корисна допуна расправа које су садржале *Нове резултате астрономске теорије климатских промена*, објављене 1937. и 1938. године у *Гласу и Билтену* Српске краљевске академије.

3.14. Миланковић и Вегенер

Миланковић је присуствовао Вегенеровом предавању које је он изложио у Инзбруку на тему *Климате Земљине прошлости* и тада се први пут упознао са њим. Вегенер је поред Кепена био је један од првих научника који је прихватио Миланковићеву теорију осунчавања и афирмативно говорио о њој са посебним осјећајем поштовања. Миланковић је Вегенера цијенио и недвосмислено исказао велику приврженост и бескрајно поштовање према свом дугогодишњем колеги, сараднику, а касније и пријатељу. Тај сусрет са Вегенером отворио је још једно важно питање које је било непознато у науци и односило се на теорију помјерања Земљиних полова.

Наиме, Вегенер је 1910. године изашао у научни свијет са теоријом помјерања континената. Сматрао је да су у геолошкој прошлости Земље континенти образовали један праконтинент Пангеу, а затим се раздвојили заузимајући

садашњи положај, не мијењајући га према половима Земље, па самим тим не мијењајући ни распоред климатских зона. За вријеме тих процеса оса ротације Земље није битно мијењала свој положај у односу на раван еклиптике по којој се Земља креће кружећи око своје осе и око Сунца.

Миланковић је дошао на идеју да континенти „плове“ на флуидној подлози и да на положај континенталних маса, у односу на осу ротације, утичу центрифугалне силе инерције, које могу избацити Земљину осу из равнотеже и натјерати је да се креће. Вегенерова трагедија је мотивисала Миланковића да истраје у рјешавању проблема помјерања полова и у томе је успио.

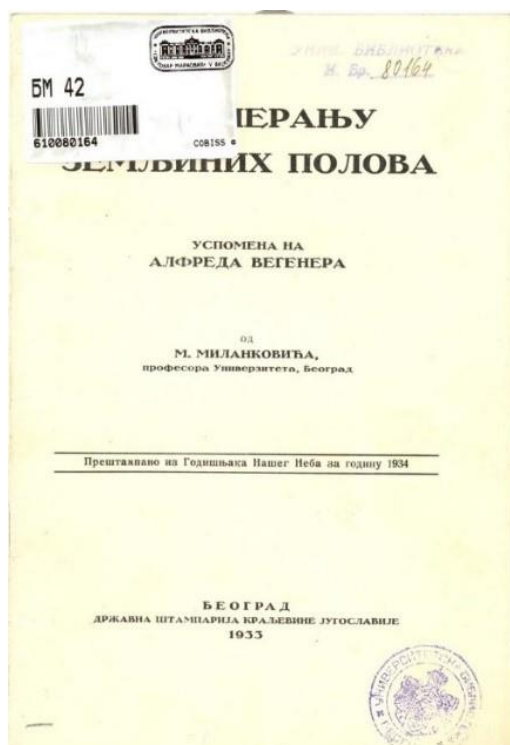
Убрзани развој науке, а тиме и глобалне тектонике, у другој половини XX вијека дао је нова сазнања и објаснио механизам кретања континената. Миланковић овај процес објашњава на свој начин. Магма која се излива из дубине Земље претвара се у стијене, које потискују старије стијене према континентима, који се лагано подвлаче под континенте потискујући их. Тако континенти заједно са дијелом горњег омотача Земље практично плове по његовом флуидном дијелу. Тиме је доказано да се полови Земље не помјерају, него да континенти, који се крећу по површини Земљине лопте, мијењају положај у односу на полове.

Године 1927. Миланковић од Кепена добија позиве за сарадњу, а убрзо затим и од Гутенберга за писање рада из одређене области у приручнику из геофизике, из области за коју је он стручњак. Након прибављања потребне литературе у Берлину, Миланковић се прихвата велике обавезе и испуњавања обећања датог обојци колега. У току 1928. године успоставља сарадњу и са геофизичаром Беном Гутенбергом²⁷, професором Универзитета у Пасадени. За Гутенбергов *Приручник геофизике* пише четири дијела: *Положај и кретање Земље у васиони*, *Ротациона кретања Земље*, *Секуларна помјерања полова* и *Астрономска средства за проучавање климе у току историје Земље*.

Дошавши у Грац 1930. године Миланковић не затиче Вегенера, који је управо тада јавио да је стигао на Гренланд. Међутим, тамо је изгубио живот под необичним околностима. Због чврстог пријатељства са покојним Алфредом Вегенером, који му је са професором Беном Гутенбергом из Пасаде не сугерисао да се посвети феномену помјерања полова ротације, Миланковић је био мотивисан да докаже путању кретања полова у прошлости. То је био сложен задатак, који је он ипак успио да ријешити. Полазна тачка је била у чињеници да Земља као цјелина има у основи особине флуидних тијела, која

²⁷ Бено Гутенберг (*Beno Gutenberg*, 1889–1960) – био је њемачко-амерички геофизичар и сеизмолог који је дао неколико значајних доприноса у науци. Био је колега и ментор Чарлса Рихтера на Калифорнијском институту и његов сарадник на развоју Рихтерове скале магнитуде за мјерење јачине земљотреса.

под дејством гравитационих и центрифугалних сила има облик спљоштеног елипсоида, који је она добила у вријеме када се налазила у првобитном флуидном стању, које је задржала до данас. Подстакнут успоменом на Алфреда Вегенера, Миланковић је 31. марта 1932. године урадио и послао манускрипт рада *Секуларно померање полова*, који је урадио уз помоћ колега, професора Билимовића и Жардецког. У раду открива механизам помјерања полова и проналази једначине њихове путање, те га шаље геофизичару Бену Гутенбергу. Гутенберг је одмах дао рад у штампу, што је у научном свијету изазвало велико интересовање (Миланковић 2008а). Књигу *О померању Земљиних полова* Миланковић је објавио у Београду 1933. године и посветио је успомени на Алфреда Вегенера (Сл. 3.13). Миланковићев *Приручник* садржао је 200 страна текста (Миланковић 2008б). Он је дорадио своју теорију и 1933. године објавио је под насловом *Нумеричко израчунавање секуларних путања Земљиних полова*, на српском и њемачком језику, у *Гласу и Билтену Српске краљевске академије*.



Сл. 3.13. Насловница Миланковићеве књиге *О померању Земљиних полова* (Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ н. д.)

Fig. 3.13. Cover of Milanković's book *Secular wanderings of the rotational poles of the Earth* (Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ н. д.)

3.15. Миланковићев допринос науци

Милутин Миланковић се у геофизици сматра за коаутора теорије тектонских плоча, и то на основу рада *Померање Земљиних обртних полова*. Треба поменути да је Миланковић аутор или коаутор осам патената, које је у периоду 1905–1933. године регистровао у различитим државама. Милутин Миланковић је дао немјерљив допринос науци:

- *Канон осунчавања Земље* важи за све планете Сунчевог система;
- теоријско објашњење дуготрајних климатских промјена на Земљи узрокованих астрономским промјенама њеног положаја у односу на Сунце, што је познато као Миланковићеви циклуси који објашњавају појаву ледених доба током геолошке прошлости Земље, као и климатске промјене на Земљи које се могу очекивати у будућности;
- поставио је темеље планетарној климатологији, израчунавањем температурних услова у горњим слојевима Земљине атмосфере, на планетама унутрашњег Сунчевог система (Меркуру, Венери и Марсу), као и на Земљином природном сателиту – Мјесецу;
- Миланковића у геофизици сматрају коаутором теорије тектонских плоча – овај научни домет је представио у публикацијама *Теорија о померању Земљиних полова* и *Померање Земљиних обртних полова*;
- Миланковић је реформатор календара – он је израдио до сада најпрецизнији календар, који је познат као Миланковићев календар (Миланковић 1923).

На свом кључном дјелу *Канон осунчавања Земље* Миланковић је радио 25 година. *Канон* се не тиче једне науке, него је у основи математичка подлога, али и рационална механика, небеска механика, термодинамика, оптика и динамичка метеорологија (Томић 1999).

3.16. Џејмс Џим Хед III и Андре Берже

У организацији Српске академије наука и уметности (САНУ), у септембру 2004. године, организован је симпозијум посвећен 125-годишњици од рођења Милутина Миланковића (*Milutin Milankovic Anniversary Symposium: Paleoclimate and the Earth's Climate System, August 30–September 2, 2004, Belgrade, Serbia and Montenegro*). Учесници су на крају имали екскурзију, током које су обилазили Фрушку гору и Нови Сад, у који нису могли прећи преко моста код Каменице јер је био срушен приликом НАТО-бомбардовања. По повратку са екскурзије имали су пријем у Белом двору код принца Александра II Карађорђевића (Сл. 3.14), гдје се приликом свечаног пријема

један од учесника симпозијума, под утиском срушеног Каменичког моста у Новом Саду преко Дунава, извинио због варварског бомбардовања Србије 1999. године и казао да иза таквог геста не стоји народ Америке. Био је то Џејмс Џим Хед III (*James Jim W. Head III*) (Сл. 3.15), угледни професор Браун универзитета у Провиденсу, у Роуд Ајленду (САД), професор геолошких наука, који се бави проучавањем процеса формирања површине литосфере на планетама.



Сл. 3.14. Бели двор у Београду. Учесници научног скупа који је САНУ организовала 2004. године у част Милутина Миланковића, били су гости принца Александра II Карађорђевића и принцезе Катарине. Стрелица здесна налијево: Андре Берже, Џим Хед III и Милован Р. Пецељ. (Фото Пецељ МР 2004)

Fig. 3.14. Beli dvor in Belgrade. Participants in the scientific symposium organized by SANU in 2004 in honor of Milutin Milanković were guests of Prince Alexander II Karađorđević and Princess Katherine. Arrow from right to the left: Andre Berge, Jim Head III and Milovan R. Pecelj (Photo Pecelj MR 2004)

Говорио је да се бави геологијом и да пише књигу о клими Марса ослањајући се на Миланковићеву теорију, према коме је изражавао велико поштовање. Године 1968. придружио се свемирском програму Аполо како би помогао да се оствари сан председника Кенедија о слању људи на Мјесец: „Наш посао

је да мислимо на наш пут до Мјесеца и назад.“ То је чувених дванест ријечи које су промијениле ток каријере професора Џима Хеда III.

Као угледни геолог анализирао је потенцијална мјеста слијетања Апола. Проучавао је Мјесечеве узорке и податке и пружао обуку астронаута Апола. Од научног интереса професора Хеда III је упоредна планетологија, као и теме планетарне еволуције и њихова примјена у проучавању историје ране Земље. Он је истраживач вулканизма, тектонизма и глацијације на активним вулканима, затим и на вулканским наслагама на морском дну.



Сл. 3.15. Џим Хед III (NASA 2008)

Fig. 3.15. Jim Head III (NASA 2008)

Један од оних научника и поштовалаца Милутина Миланковића, који има покриће из домена астрономске теорије и палеоклиматологије, јесте белгијски научник и професор универзитета Андре Берже.²⁸ Као угледан научник на пољу палеоклиматологије учествовао је седамдесетих година XX вијека у обнови и промовисању астрономске теорије палеоклиме, познате као

²⁸ Андре Берже (*André Berger*, 1942–) редовни је професор метеорологије и динамике климе (1989) на Католичком универзитету Лувен и директор Института за астрономију и геофизику „Жорж Леметр“ (*Georges Lemaître*) на Католичком универзитету Лувен (1978–2001), затим гостујући професор на Врије Универзитету у Бриселу (*Vrije Universiteit Brussel*) (1982–1993). Иностранци је члан САНУ (2006), затим Европске академије (1989), Холандске академије (1997), Краљевске академије Белгије (2002), Француске академије наука (2003), Краљевског астрономског друштва – Лондон (2003), Краљевске академије наука, књижевности и умјетности Белгије (2004) и Академије наука Краљевског друштва Канаде (2007). Члан је Европског геофизичког друштва (предсједник 2000–2002), Међународног института за науку, Америчке геофизичке уније, Европске уније геонаука, Свјетске асоцијације научника „Еторе Мајорана“ (*Ettore Majorana*), Асоцијације климатолога Европе и Друштва метеоролога Француске.

Миланковићева теорија. Његово главно истраживање односи се на моделирање климатских промјена у прошлости. Пружио је прво прецизно израчунавање дугорочне варијације Земљиних орбиталних параметара за палеоклиматске студије током посљедњих милион година. Овај прорачун је успјешно упоређен са геолошким подацима из различитих извора, а касније је проширен како би се обезбиједили прецизни параметри за климатске симулације током посљедњих пет милиона година. То сада служи као основа за већину палеоклиматских реконструкција или симулација. Берже је допринио астрономској теорији палеоклимата који објашњавају рецидив глацијално–интерглацијалних циклуса из дугорочних варијација Земљине орбите око Сунца. Проширио је ране Миланковићеве радове и по први пут израчунао дугорочне варијације дневних, мјесечних и сезонских осунчавања (Berger 1978; Berger and Loutre 1991). Показао је да, за разлику од калоричног сезонског осунчавања Миланковића, дневна инсолација варира са много већом амплитудом и да спектрална структура његових параметара осунчавања садржи много више информација. Показао је да је дневна инсолација углавном функција прецесије свуда на Земљи (за разлику од калоричне инсолације Миланковића) и да укупна количина енергије примљене током сезоне зависи само од нагиба (Berger et al. 2010).

Берже је добитник медаље Милутин Миланковић из 1993. године, коју му је додијелило Европско геофизичко друштво, у оквиру Секције за океане и атмосферу. Медаља се додјељује научницима за изузетна истраживања у области дугорочних климатских промјена и моделирања.²⁹

Редовно учествује на симпозијумима које организује САНУ у поводу јубиларних годишњица посвећених Милутину Миланковићу. Тако је учествовао и на горепоменутом симпозијуму *Палеоклима и климатски систем Земље*, посвећеном 125-годишњици од рођења Милутина Миланковића, са саопштењем о палеоклими и Земаљском климатском систему (Berger et al. 2005). Приликом боравка на једном од међународних симпозијума под називом *Промена климе Земље: Стање науке и последице*, одржаног у Београду 2017. године у организацији САНУ, обишао је родну кућу Миланковића у Даљу, гдје су направљене фотографије (Сл. 3.16).

²⁹ Медаља Милутина Миланковића (*The Milutin Milankovic Medal*) годишња је награда из области геонаука коју је 1993. године установило Европско геофизичко друштво (*European Geophysical Society, EGS*), у оквиру Секције за океане и атмосферу. Додјељује се као признање за научна и уређивачка достигнућа. Од 2003. године награду додјељује Европска унија геонаука (*European Geosciences Union, EGU*), Одјељење за климу: прошлост, садашњост и будућност. Медаља се додјељује научницима за изузетна истраживања у области дугорочних климатских промјена и моделирања.



Сл. 3.16. Андре Берже поред бисте М. Миланковића у Даљу (лијево) и Милица Пецељ и Андре Берже у спомен-соби Миланковића у Даљу (десно) (Фото Пецељ ММ 2017)

Fig. 3.16. André Berger next to the bust of Milanković in Dalj (left) and Milica Pecelj and Andre Berže in the Milanković Memorial Room in Dalj (right) (Photo Pecelj MM 2017)

3.17. Епилог

Документ који је нађен у Архиву Србије у досјеу Министарства просвете јарко говори како су се нове власти односиле према Милутину Миланковићу. Документ је заведен под бројем Г–183, М–XXX–43 (Сл. 3.17).

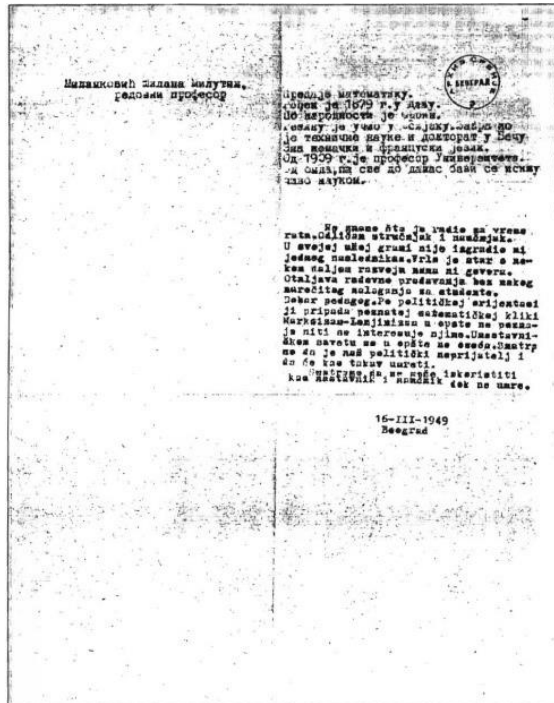
Текст документа гласи:

„Миланковић Милана Милутин – Редовни професор. Предаје математику. Рођен 1879. г. у Даљу. По народности је Србин. Реалку је учио у Осијеку. Завршио је факултет техничких наука и докторат у Бечу. Зна немачки и француски језик. Од 1909. г. је професор Универзитета. Од онда, па све до данас бави се искључиво науком. Не знамо шта је радио за време рата. Одличан је стручњак и научњак. У својој ужој грани није изградио ни једног наследника. Врло је стар. О неком даљем развоју нема ни говора. Отаљава редовно предавања без неког нарочитог залагања за студенте. Дobar педагог. По политичкој оријентацији припада познатој математичкој клици.

Марксизам—Лењинизам уопште не познаје нити се интересује њиме. У наставничком савету се у опште не осећа. Сматрамо да је наш политички непријатељ и да ће као такав умрети. Сматрамо да се може искористити као наставник и научник док не умре.

16 – III – 1949.

Београд“ (Миловановић и Поповић 1999).



Сл. 3.17. Извјештај Министарства просвете о подобности Миланковића (Миловановић и Поповић 1999)

Fig. 3.17. Report of the Ministry of Education on the suitability of Milanković (Миловановић и Поповић 1999)

Умјесто да се власти Миланковићевом епохалном дјелу поклоне, оне га проглашавају политичким непријатељем земље, у коју је дошао напустивши Беч као успјешан инжењер, пред којим је била сјајна градитељска каријера. Похитао је у Србију међу свој народ, који му није могао више дати. Правда је задовољена, јер га данас тај народ сврстава у ред планетарних великана. Миланковић је преминуо, а да није знао за истраживање тадашњих власти о његовој подобности. Један је Миланковић.

Литература

- Berger A (1978) Long-Term Variations of Daily Insolation and Quaternary Climatic Changes. *Journal of Atmospheric Science* 35(12):2362–2367
- Berger A, Loutre MF (1991) Insolation Values for the Climate of the Last 10 Million Years. *Quaternary Science Reviews* 10(4):297–317
- Berger A (ed) (1995) *Milutin Milankovic 1879–1958 (From His Autobiography with Comments by His Son, Vasko and a Preface by André Berger)*. European Geophysical Society, Katlenberg-Lindau, pp 139
- Berger A, Ercegovac M, Mesinger F (eds) (2005) *Paleoclimate and the Earth Climate System: Invited Lectures, Milutin Milankovitch Anniversary Symposium*. Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, pp 190
- Berger A, Loutre MF, Yin QZ (2010) Total Irradiation During the Interval of the Year Using Elliptical Integrals. *Quaternary Science Reviews* 29(17–18):1968–1982. doi.10.1016/j.quascirev.2010.05.007
- Berger A (2021) Milankovitch, the Father of Paleoclimate Modelling. *Climate of the Past* 17(4):1727–1733. doi.10.5194/cp-17-1727-2021
- Википедија (2022) Милутин Миланковић. Доступно на: <https://sr.wikipedia.org/sr-ec/>, Приступљено: 11. јануар 2022
- Вујевић П (1928) Едуард Брикнер. *Гласник Српског географског друштва* 14:187–189
- Дучић Ј (2008) Стаза поред пута. Штампарија „Макарије”, Блиц, Београд, стр 270
- Imbri Dž, Palmer Imbri K (1981) *Ledeno doba – rešenje tajne*. Nolit, Београд, стр 217
- Löwenheim L (1914) *Die Wissenschaft Demokrits und ihr Einfluss auf die moderne Naturwissenschaft*. Leonhard Simion, Berlin, s 244
- Математички институт Српске академије наука и уметности (н. д.) Математички институт САНУ. Доступно на: http://www.mi.sanu.ac.rs/novi_sajt/rs/, Приступљено: 13. март 2022
- Математички факултет Универзитета у Београду Удружење „Milutin Milanković“ (2012) *Milutin Milanković Digitalni legat*. Доступно на: <http://legati.matf.bg.ac.rs/milankovic/papers.waf1>, Приступљено: 20. март 2021
- Математички факултет Универзитета у Београду, Удружење „Milutin Milanković“ (2014a) *Kroz vasionu i vekove*. *Milutin Milanković Digitalni legat*. Доступно на: http://legati.matf.bg.ac.rs/milankovic/book.waf1?c=Null&book=kroz_vasionu_i_vekove, Приступљено: 20. јун 2022
- Математички факултет Универзитета у Београду, Удружење „Milutin Milanković“ (2014b) *Kanon der Erdbestrahlung*. *Milutin Milanković Digitalni legat*. Доступно на: http://legati.matf.bg.ac.rs/milankovic/book.waf1?c=Null&book=kanon_der_erd_bestrahlung, Приступљено: 20. јун 2022
- Milanković M (1914) *O pitanju astronomskih teorija ledenih doba*. Tisak dioničke tiskare, Zagreb, str 150
- Миланковић М (1923) *Реформа Јулијанског календара*. Српска Краљевска академија научника и уметника, Београд, стр 52

- Milankovitch M (1941) *Kanon der erdbestrahlung und seine anwendung auf das eiszeitenproblem*. Königlich Serbische Akademie, Belgrad, s 546
- Milankovitch M (1969) *Canon of Insolation and the Ice-Age Problem (Series Section of Mathematical and Natural Sciences, 33, Special Publications, 132)*. Israel Program for Scientific Translations (IPST), Jerusalem, pp 484
- Миланковић М (1997а) Кроз васиону и векове – Кроз царство наука (Изабрана дела, Књига 4). Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, стр 491
- Миланковић М (1997б) Успомене, доживљаји и сазнања (Изабрана дела, Књига 7). Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, стр 934
- Milanković M (1998) *Canon of Insolation and the Ice Age Problem, With introduction and Biographical Essay by Nikola Pantic*. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, pp 634
- Миланковић М (2008а) Кроз васиону и векове. Дерета, Београд, стр 400
- Миланковић М (2008б) Сећања. Дерета, Београд, стр 525
- Миланковић М (2008в) Кроз царство науке. Београд, Дерета, стр 400
- Миловановић Б, Радовановић М, Станојевић Г, Пецељ М, Николић Ј (2017) *Клима Србије*. У: Радовановић М (уредник) *Географија Србије*, стр 94–156. Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ
- Миловановић НД, Поповић ЛЧ (1999) О једном документу из 1949. године. Симпозијум „Миланковић – јуче, данас, сутра“, поводом 120 година од рођења Миланковића и 90 година од доласка на Београдски универзитет, 25. – 26. новембар 1999, Београд, Рударско-геолошки факултет, САНУ, Зборник, стр 122–124
- Miš Matematika i škola, časopis za nastavu matematike (2009) Vladimir Varićak (1865.–1942.) Доступно на: <https://mis.element.hr/fajli/563/09-07.pdf>, Приступљено: 13. јануар 2021
- NASA (2008) *Head Uses Apollo Days as Springboard to Planetary Geology Fascination*. Доступно на: https://www.nasa.gov/centers/langley/news/researchernews/rn_colloquiumhead.html, Приступљено: 20. јун 2022
- Nenadić D, Bogičević K (2010) Džejms Krol (1821–1890), pionir astronomske teorije o uzrocima ledenih doba. *Phlogiston* 71–81
- Penck A, Brückner E (1909) *Die Alpen im Eiszeitalter*. Tauchnitz, Leipzig, s 1170
- Pecelj M, Pecelj MR, Mandić D, Pecelj J, Milinčić M, Tošić D (2010a) *Informational Technology in Bioclimate Analysis of Banja Luka for Tourism Recreation*. The 9th WSEAS International Conference on Telecommunication and Informatics, May 29 – 31, 2010, Sicily, WSEAS, Book of Preceedings, pp 35–39
- Pecelj M, Pecelj MR, Mandić D, Pecelj J, Vujadinović S, Šećerov V, Šabić D, Gajić M, Milinčić M (2010б) *Bioclimatic Assessment of Weather Condition for Recreation in Health Resorts*. The 8th WSEAS International Conference on Environment, Ecosystems and Development, December 28 – 30, 2010, Athens, WSEAS, Book of Preceedings, pp 211–214
- Pecelj MR, Pecelj MM, Mandić D, Pecelj J, Lukić B, Filipović D (2010в) *Informational Technology in Bioclimate Analysis of Višegrad for Health Spa Tourism*. The 7th

- WSEAS International Conference on Engineering Education, July 22 – 24, 2010, Corfu Island, WSEAS, Book of Preceedings, pp 322–332
- Pecelj M, Pecelj M, Cutovic M, Pavlovic M, Zivkovic D, Zivkovic L, Vujadinovic S, Pecelj J, Gajic M, Mandic D (2011) Bioclimate Weather Classification of Doboј for Helth Spa Tourism. The 10th WSEAS International Conference on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Data Bases, February 20 – 22, 2011, Cambridge, WSEAS, Book of Proceedings, pp 292–296
- Pecelj M, Trbić G, Pecelj MR (2013) Biothermal Condition Based on the Bioclimatic Index Heat Load. The 7th WSEAS International Conference on Waste Management, Water Pollution, Indoor Climate, March 20 – 22, 2013, Limasol, WSEAS, Book of Proceedings, pp 250–254
- Pecelj M, Lukić M, Filipović D, Protić B, Bogdanović U (2020) Analysis of the Universal Thermal Climate Index During Heat Waves in Serbia. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 20(7):2021–2036. doi.10.5194/nhess-20-2021-2020
- Pecelj M, Matzarakis A, Vujadinović M, Radovanović M, Vagić N, Đurić D, Cvetkovic M (2021) Temporal Analysis of Urban-Suburban PET, mPET and UTCI Indices in Belgrade (Serbia). *Atmosphere* 12(7):916. doi.10.3390/atmos12070916
- Пецељ МР (2000) Климатске промјене и ефекат стаклене баште. Републички педагошки завод, Бања Лука, стр 90
- Pecelj MR, Milinčić M, Pecelj MM (2007) Bioklimatska i ekoklimatska istraživanja— pravci razvoja. *Glasnik Srpskog geografskog društva* 87(2):199–210
- Пецељ МР (2010) Јевто Дедијер – живот и дело. Географски факултет Универзитет у Београду, Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци, Београд–Бања Лука, стр 502
- Stanković S (2001) Written Word of Pavle M Vujević. *Collection of Papers – Faculty of Geography at the University of Belgrade* 69:79–101
- Томић М (1999) Успомене на Миланковића. Симпозијум „Миланковић – јуче, данас, сутра“, поводом 120 година од рођења Миланковића и 90 година од доласка на Београдски универзитет, 25. – 26. новембар 1999, Београд, Рударско-геолошки факултет, САНУ, Зборник, стр 13–16
- Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ (2014) Milutin Milankovic – World Famous Scientist from Belgrade University, Virtual Exhibition. Доступно на: http://arhiva.unilib.rs/unilib/eng/about_us/exhibitions/milankovic_virtual/1914.php, Приступљено: 13. март 2021
- Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ (н. д.) Изложбе. Доступно на: http://arhiva.unilib.rs/unilib/o_nama/izlozbe/arhiva/index.php, Приступљено: 12. април 2021
- Wikipedia (2010) Rodna kuća Milutina Milankovića. Доступно на: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Rodna_ku%C4%87a_Milutina_Milankovi%C4%87a.jpg, Приступљено: 11. јануар 2022

Milutin Milanković – Life Journey and Search for Climate Change in the Past

Milovan Pecelj, Milica Pecelj, Svetozar Koljević

Summary

Those scientists who have had the opportunity to rejoice in their scientific achievements during their lifetime are really rare. The law of Milutin Milanković called *The canon of Insolation*, waited for almost half a century for its scientific credibility to be confirmed and accepted by the scientific community. As a polished Viennese engineer, famous with new methods in construction, he rejected the invitation of the University of Vienna and University of Zagreb to become a professor there but accepted the invitation of the University of Belgrade for ten times less salary. The famous law of Milanković's canon was made in a small office at the University of Belgrade with pen and paper. The canon was accidentally left undamaged during the bombing of Belgrade in 1941.

It is difficult to find any unknowns about his life and work. Several lesser-known sequences from his life, broad education, lordship, modesty and patriotism, and the author's meetings with eminent professors Hed III and Berger, who made a significant contribution to Milanković's theory becoming a planetary law, ranking him among the greats such as Tesla and Pupin.

Keywords: Milutin Milanković, Tonka, *The Canon of Insolation*, Ice age, Calendar, Dalj, Vienna, Belgrade University