

КЛИМА СРЕДЊОВЕКОВНЕ СРБИЈЕ: ПОКУШАЈ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ НА БАЗИ АСТРОНОМСКИХ ЕЛЕМЕНАТА И ШУМСКОГ ФОНДА

ВЛАДО МИЛИЋЕВИЋ^{1,2}

¹*RPS Energy Canada Ltd., 1400, 800 – 5th Ave SW
Calgary, AB T2P 3T6 Canada*

²*3VM Geo Ltd., 3219 Signal Hill Dr SW
Calgary, AB T3H 3T4 Canada
E-mail: vladomilicevic@shaw.ca*

Резиме: У раду су изложене основне поставке о Малом леденом добу (МЛД-у) и његовој вези са астрономским елементима и климатским промена које су утицале на развој шума на територији средњовековне Србије. Ефекти МЛД-а (период од 1300. до 1850. године) повезани су са значајним историјским догађајима који су се у том временском раздобљу одиграли у Србији између поробљеног српског народа и турске империје. Посебно су обрађена три хладна климатолошка таласа [Шперер минимум, Маундер минимум и Зиме српских устанака (1800-1830)] установљена на основу активности Сунца, који су највероватније утицали на већину историјских збивања. Богате српке стогодишње шуме одржавале су стабилне и хладне климатске услове. Зиме су трајале и по пола године, а било је година када су се продужавале и до средине пролећа.

1. УВОД

Када се говори о клими средњовековне Србије, онда се мора имати више ствари на уму. Прва је да наведени временски период припада тзв. прединструменталном развоју човечанства и да се, према томе, не располаже ни са једним јединим мереним податком који би могао поуздано да се искористи. Тиме смо, дакле, вишеструко ускраћени, а понајвише у оном делу који се назива адекватне анализе и закључци. Због тога се прибегава другим (индиректним) методама истраживања које често могу да одведу и на погрешан пут, па да се из тих разлога донесу нетачни закључци са свим њиховим даљим последицама и погубностима. И поред тога, у овом раду ће се прибећи покушају реконструкције климе у средњовековној Србији на бази неких астрономских елемената и шумског средњовековног покривача за који

је реална претпоставка да је био изузетно богат, а један од постулата овог аутора, као резултат израженог климатског контраста, јесте да је дуготрајном робовању под турском империјом у великој мери допринела неповољна (хладна) клима или тзв. Мало ледено доба (МЛД) које је трајало нешто више од пет векова, тј. од око 1300. до око 1850. године (Fagan, 2001 и 2003; Collier & Webb, 2001), исто колико и само робовање, и да се робовање српског народа под турском империјом у потпуности са тим поклопило (Милићевић, 2000 и 2009).

2. АСТРОНОМСКИ ЕЛЕМЕНТИ

Од времена објављивања сепаратних или интегралних делова астрономске теорије промене климе у квартарном периоду или данас познатим Миланковићевим циклусима осунчавања (примењено у методи циклостратиграфије, на пр.) протекло је већ више од шест деценија (Milankovitch, 1941; Миланковић, 1948), а од првог значајнијег рада по том питању и више од осам (Milankovitch, 1920). И поред те велике временске дистанце мало се шта учинило код нас (нешто је повољнија ситуација у светским размерама) да би се она успешно применила у историјско време као историјска климатологија или математичко-астрономска климатска историја иако се поједини делови из њених дијаграма осунчавања неоспорно намећу као изузетно применљиви и незаобилазни. Из тих, дакле, циклуса осунчавања можемо да проучимо кроз какве су климатске периоде прошле различите људске цивилизације, па тако и оне релативно новијег датума. У ту групу спада и средњовековна Србија, поробљена и подјармљена, али и окована неповољним распоредом астрономских елемената прецесије, нагиба осе ротације као и ексцентричне путање Земље око Сунца, малом активношћу Сунца и магнетним соларним циклусима (Jiang & Xu, 1986), па се све то заједно одразило као изразито неповољан климатолошки циклус МЛД-а.

По свему судећи термин ”Мало ледено доба” (МЛД) новијег је датума, а најраније помињање потиче од глацијалног геолога Франсиса Метиса (François Matthes) из 1939. године који га, наравно, није сврстао у временске одреднице од око 1300. до око 1850. године, како то чини већина савремених истраживача, али остаје записано да је први употребио овај назив. Исто тако, обележили су га бројни холандски средњовековни сликари (Lamb, 1982), ненамерно, али реалистички (принцип ”camera obscura”) као и поједини енглески и италијански. Како су нама битни астрономски елементи МЛД-а, то ћемо одмах прећи на њих уз напомену да су за детерминисање овог климатског захлађења подједнако важни узорци леда, годови дрвета, вулканске ерупције, угљеник С-14, различити историјски подаци, расад и берба грожђа, а у појединим случајевима и развој црне маслине.

Премда о узроку настанка МЛД-а постоје различита тумачења, ипак највећи број истраживача прошле климе сматра да су енергетски биланс и

количина осунчавања били основни узроци таквог стања (Lamb, 1977; Tkačuck, 1983). Наиме, скоро 80% приспеле радијације (под овим се подразумева сва количина енергије која је прошла кроз све слојеве атмосфере и доспела до Земљине површине) неповратно је рефлектована од дотад нагомилане количине снега и леда и враћена у космички интерпланетарни простор (Stucifix et al., 2002). Суштински, ово схватање у потпуности се слаже са Кепеновим сугестијама датим Миланковићу приликом његових иницијалних покушаја при изради дијаграма осунчавања и модификације првобитних прорачуна. Губитак приспеле топлотне енергије у својој основи налазило се у дуготрајном одржању претходних падавина, па је то и био елементарни разлог зашто је Миланковић извршио поделу на калорична годишња доба (Milankovitch, 1913, 1920, 1923 и 1941).

Постоје и друга размишљања или теорије о узроку настанка МЛД-а као што су нагомилане великих количина сумпорних облака у горњим деловима атмосфере (Pollack et al., 1976), бројне вулканске ерупције, специјално тестови са индонезанским вулканима Тамбора и Кракатау (Rampino & Self, 1982), малој активности на Сунцу (Eddy, 1977; Schneider & Mass, 1975) итд. који су могли допринети промени климе и захлађењу, али не у тој мери да буду доминантни фактори. У основи свега ипак и даље егзистирају астрономски елементи и однос Сунца према планетама Сунчевог система, подједнако као што све заслуге за откриће МЛД-а или његових појединих фаза припада астрономима (Г. Шперер, Е. Маундер и др.).

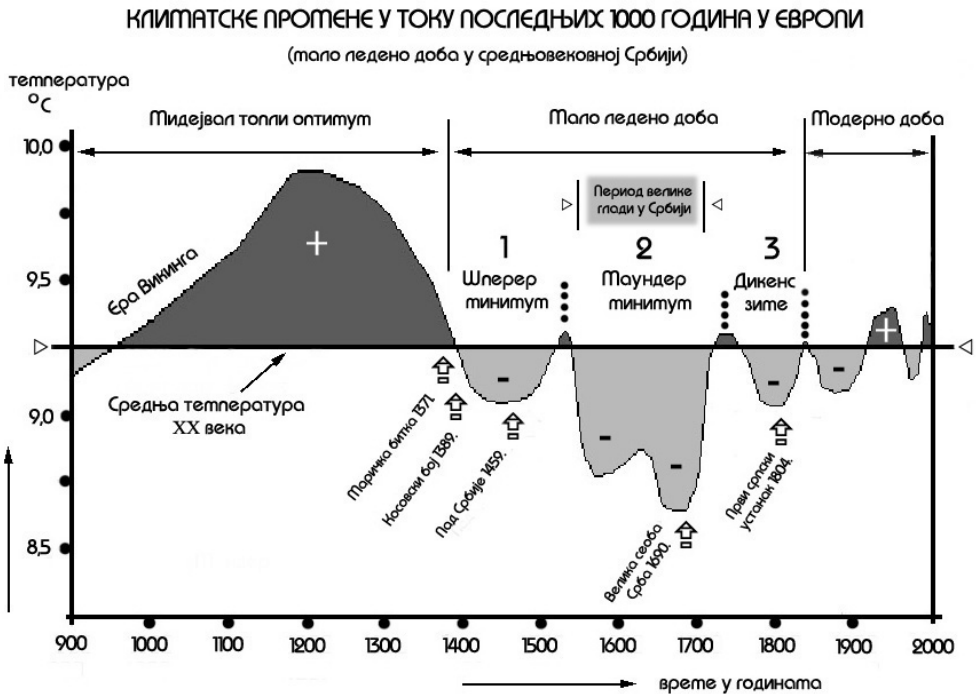
2.1. Шперер минимум (период од 1420. до 1570. године)

Немачки астроном Густав Шперер (Gustav Spörer, 1822-1895) дуги низ година бавио се проучавањем Сунчевих пега и активношћу Сунца и из тих његових упорних настојања проистекло је откриће једног хладног климатског таласа који је захватио северне делове Европе, а одразио се и на јужније крајеве и трајао око век и по, тј. од 1420. до 1570. године. Њему у част касније тај интервал је назван "Шперер минимум" као прва хладна фаза МЛД-а (види сл. 1), а уследио је непосредно после скоро четворовековног топлог оптимума или Средњовековног периода познатог још као експанзија Викинга на Гренланд и источне делове Северне Америке (тадашњи Винланд данашњи Њу Фаундленд).

За Шперер минимум можемо без икакве бојазни да тврдимо да се одиграо у времену највећег страдања српског народа. Његов зачетак подударао се са два велика биткама против Османлијске империје (Маричка и Косовски бој), а завршавао падом Србије 1459. године и почетним периодом дуготрајног ропства. Премда по свом интензитету и дужини трајања није ни приближно достигао другу фазу или Маундер минимум, ипак је по погубности и трагичности догађаја имао највише утицаја на све касније историјске догађаје. Његов максимум захлађења одиграо се већим делом у

XV веку и у просеку није падао више од $0,5^{\circ}\text{C}$ у односу на средње температуре XX века. Ипак, и као такав, потпомогнут неприпремљеношћу једне нације, међувластелинским трвењима и сукобима за власт, локалним интересима, несхватањем источних претензија (непрепознавањем развоја једне екстремно милитантне групације на светској позорници), климатски тренд је представљао додатни и изражено неповољни фактор чије ће дејство бити подједнако трагично као и ови наведени утицаји.

Ако бисмо све наведено посматрали по принципу поделе епских народних песама, тада бисмо могли да дамо закључак да у свом највећем делу Шперер минимум припада покосовском циклусу, али да не захвата период већих отпора против Турака, јер се завршио пре 1600. године. По старим кинеским записима, нпр., у XV веку су уочене само две нехомогене Сунчеве пеге (по опису црне пеге), а климатске флукуације су показале да је између 1430. и 1520. године било хладно. Слична ситуација (независно од старокинеских података) установљена је и за Европу, па, према томе, дедуктивно посматрано, тај хладни ефекат није могао да мимоиђе ни Србију тога доба.



Слика 1: Климатске промене и мало ледено доба (МЛД) представљено кроз своје три главне фазе (Шперер минимум, Маундер минимум и Зима српских устанака или Дикенс зиме) са најважнијим историјским догађајима и утицајима на развој средњовековне Србије.

Шперер минимум, међутим, и даље остаје доста магловит када је у питању Србија и веза са свеукупним историјским догађајима. Да бисмо дошли до што већег квантитета података биће неопходно потребно да се у наредном периоду примене методе угљеника С-14, анализе полена и посебно проуче спелеотеме (тзв. “пећински накит” или сталактити и сталагмити).

2.2. Маундер минимум (период од 1645. до 1715. године)

Маундер минимум климатолошки догађај (или друга фаза МЛД-а) откривен је захваљујући астрономским опажањима енглеског астронома Едварда Маундера (Edward Maunder, 1851-1928) који је установио да је у периоду од 1645. до 1715. године била изузетно мала активност на Сунцу. Каснија истраживања су потврдила његове првобитне опсервације (Eddy, 1976), а затим и проширила на скоро век и по трајања, од средине XVI до почетка XVIII века. Да бисмо што боље схватили колики утицај је Маундер минимум имао и на просторе средњовековне Србије, послужићемо се забележеним климатолошким и хронолошки наведеним подацима из прве половине XVII века који се односе на најближу околину (Табела 1), тј. делове Северне Италије, острво Крит и Швајцарску (Soon & Yaskell, 2003).

Колико наведени подаци могу бити применљиви и за терен средњовековне Србије?

Ако бисмо искључиво прихватили забележене догађаје из области Северне Италије и Швајцарске, тада бисмо могли рећи да су то ипак подалпске области и да су наведени климатолошки контрасти могући и данас. Међутим, догађаји са Крита, који се налази на средњој северној географској ширини од 35 степени, наводе нас на пажљивији приступ и могућност истих или сличних климатолошких одраза и у Србији ондашњег доба. Иако нам такви подаци за сада нису познати, ипак не можемо да одбацимо ту вероватноћу, посебно када за референцу имамо дужину и интензитет Маундер минимума (види сл. 1).

У овом контексту посебно место заузима трећи аустријско-турски рат од 1683. до 1699. године и велика сеоба Срба из 1690. године под патријархом Арсенијем III Чарнојевићем као и битка код Качаника која се одиграла 1. и 2. јануара 1690. године. Сви историјски извори бележе исход овог рата, разлоге пораза аустријске и српске војске, отварање новог ратишта између француске и аустријске војске, велику миграцију српског становништва и избеглиштво, глад, кугу, турску одмазду, пљачку српског националног богатства, рушење светиња и манастира и још један тежак пад под Османлијско царство. Нигде се, међутим, не наводи да су се пресудни историјски догађаји одиграли у времену најнеповољнијих климатолошких промена када је средња температура била нижа за 0,5-1°C у односу на средње температуре XX века. И ови пресудни догађаји пали су у најизразитијем минимуму Маундер хладне фазе када је робовање (кулучење,

харачи, потурчења) било у потпуности изједначено са великим годинама глади, куге и хладним зимама. Друга сеоба Срба из 1737. године, нпр., под партијархом Арсенијем IV Јовановићем одиграла се под сасвим другим условима.

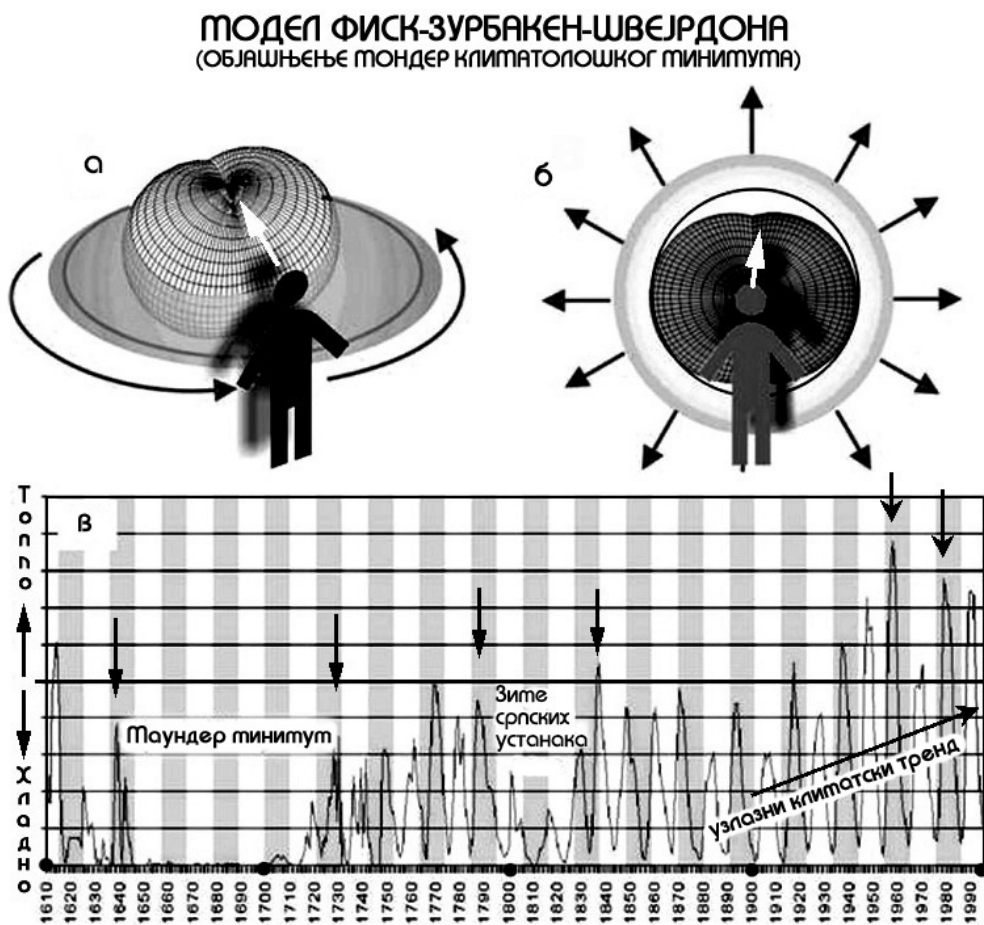
Табела 1: *Забележени климатолошки подаци из прве половине XVII века из околних европских предела који би могли имати корисне показатеље и за просторе Србије и стање у њеној атмосфери.*

ГОДИНА	ЗАБЕЛЕЖЕНИ КЛИМАТОЛОШКИ ДОГАЂАЈИ
1	2
1601	Изузетно хладни и ледени јули у Северној Италији
1608	Снег на Криту
1614	Хладнија зима за око -3°C у Северној Италији (забележено на основу првих примитивних термометара)
1623	Галилео Галилеј одустао од пута из Фиренце за Рим у новембру због хладне зиме и своје путовање остварио у априлу наредне године
1628	Лето у Швајцарској било хладно и влажно, снег прекривао планине од 1950 m и више. Од краја маја до краја августа снег падао 23 пута у току 7 недеља. Грожђе обрано тек на крају октобра после јаким мразева
1632	Велике кише на Криту одложиле бербу маслина и грожђа у јулу
1638 и 1639	Снежна мећава у околини Крита

Могуће је да је на пораз код Качаника утицао развој догађаја између Аустрије и Француске, бахато понашање аустријских војника према домаћем српском живљу са југа Србије, али је исто тако велики утицај морао имати и Маундер минимум, тј. изразито хладан период године. Тај податак ће за сада остати у домену претпоставки, али не као нешто нереално, већ само као недовољно потврђен. Један од путева за доказивање ове поставке биће и детаљна анализа познате слике "Сеоба Србаља" коју је урадио сликар Паја Јовановић 1895. године. Познато је да се за израду наведене слике Паја Јовановић припремао скоро годину дана, урадио већи број скица и да му је у том послу свесрдно помагао историчар архимандрит Иларион Руварац, али остаје и отворено питање да ли је на тој својој познатој слици ненамерно унео и неке климатолошке детаље који би били препознатљиви као одраз Маундер минимума.

Уколико се задржимо на моделима и трагањима за узроцима настанка најхладнијег периода МЛД-а, запазићемо да их има већи број и да се све више увећавају (Schröder, 1992; Lassen & Friis-Christensen, 1995; Vaquero et al., 2002), а један од понуђених је и модел Фиск-Зурбакен-Швејрдона (сл. 2).

Иако је наведени модел недовољно савршен и недоречен, јер искључиво полази од Сунчеве активности и у центар свих драстичних климатских захлађења поставља недовољну количину приспеле радијације и слабљење интензитета Сунчевог ветра, ипак даје један део одговора на питање о узроку МЛД-а као и опис карактера његове најинтензивније фазе у облицима и манифестацијама Маундер минимума.



Слика 2: Један од могућих модела за објашњење настанка и развоја Маундер минимума МЛД-а: а) посматрач је у екваторијалном положају, б) посматрач је у поларном положају и в) дијаграм промене климе од 1610. до 2000. године. Стрелица на десној страни дијаграма показује да је током XX века наступила фаза отопљавања.

У овом моделу посматрачи се налазе у тзв. екваторијалном (сл. 2а) и поларном (сл. 2б) положају (назначено стрелицама). У оба случаја видљива им је конкавна поларна површина што још више онемогућава повољно осунчавање посматраног дела планете. Уколико су такве површине прекривене снежним или леденим покривачем, тада је критична фаза осунчавања већ увелико превазиђена и ту лежи највећи разлог у даљем развоју захлађења планете, кажу аутори.

Када је средњовековна Србија у питању, Маундер минимум отвара још шире могућности и интерпретације о узроцима појединих историјских догађаја. Они и не морају бити кључни, али је очигледно да се без њих више не може посматрати развој или пропаст Србије у разматраном временском периоду.

2.3. Зиме српских устанака (период од 1800. до 1830. године)

За наведени термин који захвата крај XVIII и почетак XIX века можемо пре рећи да би у домаћој терминологији требало да гласи "Зиме српских устанака" (скраћено ЗСУ), јер у потпуности одражава историјске догађаје на тлу Балкана. За нас је мање важно то што је енглески писац Чарлс Дикенс (Charles Dickens, 1786-1851) у својој новели описао период свог детињства и у њему оштре и хладне зиме, а посебно снежне падавине које су прекривале Лондон у време божићних празника када је то иначе изузетно ретко. Самољубиви Енглези су се брже-боље потрудили да се Дикенсу у част доделе овај термин, али он није ни озваничен нити било где прихваћен иако га поједини већ увелико користе. Срби са своје стране имају пуно право да га назову ЗСУ, јер у потпуности одговара периоду Првог и Другог српског устанка.

Опште је познато да је Први српски устанак припреман и подигнут у време оштрих зима (Милићевић, 2000). Иста је ситуација била и са Другим српским устанком, јер је трећа хладна фаза МЛД-а трајала све до скоро 1830. године. С тим у вези познати су и Вишњићеви описи небеских појава "кад им време није", али они немају само карактер предсказања, већ и реалну основу у климатолошким приликама. Грмљавина на Светог Саву уочи Првог српског устанка може представљати симболику, али исто тако и знак наглих и оштрих дневних температурних колебања. Када је познато да су зиме од 1804. до 1810. године биле веома хладне, а да је снег умео да пада и током лета, онда слика о ЗСУ постаје комплетна и сасвим слободно можемо рећи идентична по свом интензитету Шперер минимуму, јер су средње годишње температуре биле исто тако умањене за око 0,5°C у односу на средње температуре XX века (сл. 1).

О последњој хладној фази МЛД-а тек треба да се изврше детаљније анализе, али сада је већ поуздано сигурно да је играла итекако значајну улогу у догађајима који су у потпуности променили слику целокупног Балкана и довели до коначног ослобађања вековно поробљених народа.

3. ШУМЕ КАО КЛИМАТОЛОШКИ ФАКТОР

Сасвим поуздано можемо да тврдимо да су шуме играле изузетно значајну улогу у одржању стања у атмосфери, чак је слично утврђено и за бореалне шуме (Harvey, 1988; Bonan et al., 1992; Pielke & Vidale, 1995), познате као ретке, па нам то на изванредан начин омогућава (чак и олакшава) да исто правило пренесемо и у прошлост и кажемо да се нешто слично могло односити и на просторе средњовековне Србије. Са богатим шумама у централном делу (посебно Шумадији, по чему је и добила име) и шумама у источним деловима земље (почев од Ђердапа са севера па све до Руј планине на југу) моравске долине, нпр., нису биле тако простране и огољене као што су данас, већ, напротив, у великој мери затворене и сужене на ограничене, затрављене, уске и меридијално издужене површи. Према томе, и да нису постојале природне баријере какве су познате на југу (на пр., планине оријентисане правцем запад-исток, посебно Шар планина), топли фронт са Медитерана не би могао да продре до обода Панонске низије на север Србије која је у то доба, такође, била под густом шумом, нарочито у свом најјужнијем делу.

Овај закључак можемо веома лако да извучемо из бројних докумената и сведочанстава, а један од њих су и Миланковићеви мемоари "Успомене, доживљаји и сазнања" где аутор књиге наводи како су његови преци (неки Миланко, а затим му син Нићифор и даље синови Јеврем и Марко и остали потомци) по доласку са Косова после 1690. године и сеобе Срба под Арсенијем III Чарнојевићем првобитно поступили тако што су "некадашње стогодишње шуме биле, трудом српских ратара, претворене у најплодније оранице, ливаде и винограде..." и тек после тога коришћене (Миланковић, 1997, стр. 55). Шумски фонд је, према томе, био знатно богатији него што је данас, а то је, између осталог, у великој мери омогућавало одржање хладније и оштрије климе, тј. интеракцију клима-шуме и шуме-клима (Crucifix & Sanchez-Goni, 2005). Неконтролисано сечом и уништавањем шумског фонда драстично се мењала структура екосистема у једном региону са свим последицама које је то носило са собом, а то је посебно утицало на циркулацију у атмосфери и климу једне области (Henderson-Sellers, 1993; Pretince, 2001).

На супротној западној страни Србије није било толико листопадне шуме, јер су много више заступљеније високе планине динарског типа, али зато јесте четинарско дрво што је донекле одржавало ниже температуре приповршинских делова тла. Ипак, високи планински ланци и дубоко усечена речна корита (нарочито дринско) данас не могу да одрже хладнију климу од благо заталасаног шумадијског побрђа на истоку и о томе поседујемо бројне метеоролошке доказе (Метеоролошки годишњаци за период 1951-2000, СХМЗ; Радовановић и Дуцић, 2004).

Размотримо у сажетом приказу шта је шума значила за средњовековну Србију и колико је могла бити од користи.

Шуме су често представљале изванредна скровишта и стедишта отпора народа. У то доба, посебно у XIV и XV веку, међутим, сазнање о таквом начину ратовања није било познато или је тек било у повоју. Војске су се углавном сукобљавале на отвореном простору, претежно фронтално (пример Косовски бој) или тактичким надмудривањем или изненађењима (Маричка битка), па тако ни каснији пример хајдучког начина ратовања није у тој мери био довољно организован ни ефикасан да би могао да доведе до трајног ослобођења од ропства. Услед хладније климе него што је то данашња, хајдуковало се од Ђурђевдана (око 6. маја) до Митровдана (око 8. новембра), а онда ишло у јатаке приближно пола године, што је веома добро познато из бројних еписких народних песама. Сасвим једноставно и поуздано можемо да закључимо да су се времена јатаковања скоро у потпуности поклапала са Миланковићевом поделом калоричних годишњих доба на летњу и зимску полугодину, тј. на периоде између два еквиноција (Миланковић, 1923).

Разлику између Ђурђевдана (тзв. хајдучког састанка) и стварног пролећног еквиноција (око 20. или 21. марта) и Митровдана (тзв. хајдучког растанка) и јесењег еквиноција (око 20. или 21. септембра) можемо интерпретирати утицајем МЛД-а и вегетативним закашњавањем које се под тим утицајем догађало. У времену данашњег глобалног загревања, дакле, под претпоставком да постоје идентични историјски услови, хајдуковало би се и пре Ђурђевдана, али и после Митровдана, јер је вегетативни период продужен, а зимски смањен и та разлика већ достиже скоро један месец у дужини трајања. За потврду изнетог става довољно је само констатовати мерене метеоролошке податке од 1980. године или тзв. "нулте" године глобалног загревања до данас и установити да је пораст средње годишње температуре скоро 1°C. Ово довољно говори да време листања започиње већ почетком марта (понекад чак и крајем фебруара), а време опадања листа завршава се тек крајем новембра или у другој половини јесени.

Да бисмо доказали да је шумски фонд играо веома значајну улогу за климу средњовековне Србије није неопходно да то проверавамо путем устаљених метода моделирања, симулације или аналитичким поступцима (Foley et al., 1994), већ је много сврсисходније такав тест извести директно на терену пошумљавањем огледних површина, што може имати вишеструку корист. Уколико би се ипак прибегло компјутерским симулацијама, онда би се оне морале заснивати на различитим старосним границама шума (на пр., модели по годинама 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500 и 1000), јер то би могло представљати интервале по којима се најбоље запажају промене у осунчавању посматраног простора по јединици површине средњогеографских ширина.

Богате шуме средњовековне Србије могле су играти веома значајну улогу и на релацији шума-снег алbedo. Познато је да површине под шумама имају мањи алbedo од отворених површина под снегом (Otterman, 1974; Otterman et al., 1984), а под овим подразумевамо да се мања рефлексија Сунчевих зрака од површина под шумом задржавала у једном дужем периоду године

(продуженом зимском периоду), али то није могло значајније да допринесе да зиме буду топлије. Напротив, то је омогућавало трајање већег броја тзв. ледених дана и врло је вероватно, иако немамо мерених података, да су веома оштре зиме трајале од периода новембра до краја фебруара, а покадкад чак и до краја марта. Зима се понекад продужавала и у април, а постоје и забележени историјски подаци да су се сличне појаве дешавале и у мају чак и јуну (Милићевић, 2000).

Површински алbedo не зависи само од количине снега и леда, већ у великој мери на њега утиче и тип шуме (Berger, 2001). Како је у средњовековној Србији преовладало листопадно дрво, то значи да је алbedo био већи, јер су површине биле отвореније, па самим тим долазимо до одговора на питање о разлозима великог броја ледених дана у току разматраног средњовековног периода.

Снага ветра је у то време могла бити знатно умањена. Шума је онемогућавала његове хладне ударе и играла важну заштитничку улогу. Средњовековна кошава није могла несметано да продре дуж природног пролаза између карпатских и балканских планина (клисуре Ђердапа) до јужних делова Панонског басена, па смо зато ближи уверењу да су знатно веће утицаје у то време имали северозападни ветрови са Алпа. Ипак, ни они нису били тако изражени, јер је шума и са те стране била исто толико добро развијена да је могла успешно да компензује све те неповољне метеоролошке ударе.

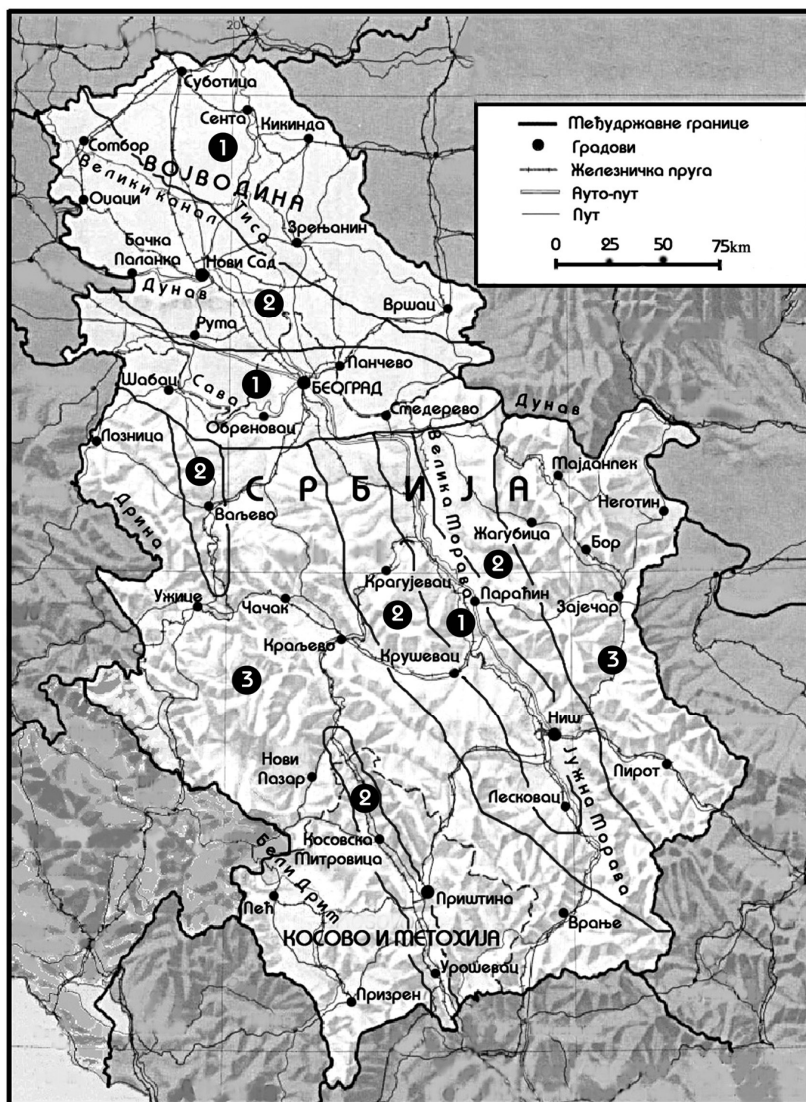
Чврста веза на релацији клима-шума-клима (Sud et al., 1995; MacDonald et al., 2000; Lischke et al., 2002) одржавала се више од четири века и тек са почецима развоја индустрије и пољопривреде у Србији драстично је нарушена. То се догодило у другој половини XIX века, онда када је интензитет МЛД-а већ почео да опада, национална свест сазрева, а ослобађање од турског јарма улази у своју завршну фазу.

Уколико за основу узмемо већ наведене астрономске елементе, активност на Сунцу и њихов одраз кроз климатолошке промене као и историјске догађаје у Србији, тада нам се намеће закључак да је најинтензивнији развој шуме био током XVIII века (сл. 3). Размотримо то време мало детаљније.

У периоду после велике сеобе Срба 1690. године простори Србије су у великој мери били демографски испражњени. Највећи број исељеника-прогнаника који су бежали пред турском одмаздом отишао је на север у аустријску царевину (Војводина, околина Будимпеште, Сентандреја), а други западни крак доспео је до Дубровника и околине и даље до Задра. Ову насилну демографску промену пратила је и климатолошка, јер се крајем XVII века завршио Маундер минимум и наступила је скоро вековна релативно топла међуфаза, по својим карактеристикама веома слична средњим температурама XX века (сл.1).

Са другом сеобом Срба из 1737. године под патријархом Арсенијем IV Јовановићем простори Србије су још више испражњени, а како неке претпос-

МОГУЋ РАСПОРЕД ШУМСКОГ ФОНДА У
ОСАМНАЕСТОМ ВЕКУ НА ТЕРИТОРИЈИ СРБИЈЕ



Слика 3: Прелиминарна реконструкција распореда шумског фонда на територији Србије у току осамнаестог века. За основне критеријуме узети су топла међуфаза између Маундер минимума и Зима српских устанака (ЗСУ), демографско пражњење територије после великих сеоба Срба из 1690. и 1737. године, релативна надморска висина, правци ветрова, водни ресурси и степен ерозије терена: 1 – мало пошумљени и ливадски (затрављени) простори, 2 – простори под листопадном и делимично зимзеленом шумом и 3 – простори под густом вишегодишњом мешовитом шумом.

тавке о броју избеглих у току обеју великих сеоба манипулишу и са цифрама од скоро пола милиона становништва, онда би то могло да представља трагичан износ од невероватних 50% популације у збегу.

Ако у све то укључимо средње надморске висине српских терена, правце ветрова, степен ерозије, богатство водама и велико одсуство сече шума, тада постаје јасно да је све то заједно представљало идеалне услове за брзи развој вегетације, посебно несметано надирање шума. Због тога смо и чврстог уверења да су српске шуме из XVIII века биле изузетно опасне, јер су их настањивале бројне дивље звери, а да су најопаснији били чопори вукова којих је било у највећем броју. Можда у свему томе и потичу корени народног веровања о вукодлагима, дрекавцима или утварама које су господариле густим шумама.

Реконструкција шумског фонда из XVIII века и генерални изглед српских простора из тог доба није неизводљив поступак уколико су познати основни параметри развоја ових простора. И ово треба да буде један од наредних значајних корака ка бољем разумевању средњовековне Србије, а све то комбиновано са математичким моделима и симулацијама може да омогући осветљавање додатних сазнања која нису могла бити доступна класичним методама истраживања или лимитираним знањем о историјским догађајима.

Овом приликом, међутим, дата је само прелиминарна карта могућег распореда шумског фонда која ће неизоставно морати да се модификује у будућности (сл. 3). Исто тако, нећемо је детаљније анализирати, јер читав тај поступак плански остављамо за наредно пројектоване идеје, али ћемо зато са већим степеном поузданости констатовати да су у XVIII веку српски простори и већи део Балканског полуострва највероватније били најшумовитије области у Европи и да су се затрављене површине и пашњаци могли наћи само поред великих река и у њиховим долинама.

Коначно, за богат шумски фонд средњовековне Србије сасвим поуздано можемо да тврдимо да је представљао значајан климатолошки фактор, сигурну заштиту од турске најезде и одмазде, као и незаобилазан елемент каснијих отпора према завојевачу. Да којим случајем тих шума није било, зиме би биле још хладније, јер би слободна ваздушна струјања још више обарала средње температуре приповршинских делова тла (тзв. ледени удари ветра), а реке и посебно друге стајаће водене површине биле би током већег дела године залеђене области.

Како данас тешко можемо да применимо методу година дрвета да бисмо све те изнете ставове директно и на најбољи могући начин проверили, јер више нема стогодишње шуме у Србији, онда нам као помоћне методе остају пећински накит (сталактити и сталагмити) и ”прокси” методе (анализе полена) које могу да покажу колико смо правилно схватили климу. И поред свега тога, за шумски фонд и некадашњу климу морамо изнети став да су веома тесно повезани и да у том смислу тек треба унети корекције за различите врсте шуме, температурне разлике и количине падавина (Tarasov

et al., 1999) да бисмо досегли један виши ниво знања о њиховој међусобној зависности и интеракцији.

4. ЗНАЧАЈ ЗНАЊА И ИЗВОРИ КЛИМЕ СРЕДЊОВЕКОВНЕ СРБИЈЕ

Зашто је потребно да знамо што више о клими средњовековне Србије? Да ли зато да бисмо оправдали једно тешко и дуготрајно робовање наших предака или постоје и други разлози? Да ли из тог познавања можемо да пронађемо директну корист или само научне резултате који немају ширу примену?

На сва наведена питања можемо да одговоримо једном једином констатацијом: клима средњовековне Србије, иако хладна и подударна са данашњом климом северне Европе или Канаде, ипак је омогућавала знатно боље услове за даљи развој једног народа и области коју је тај народ настањивао од, рецимо, севернијих европских предела. Ипак, историјске неповољности или експанзија једне скитачко-милитантне групације са истока, претворена у средњовековни империјализам, зауставила је тај успешни раносредњовековни развој и омогућила бржи и несметани напредак западним и северним крајевима Европе. Ово назадњаштво, комбиновано са неповољним климатским приликама, не само да је представљало огромну баријеру у развоју српског народа, већ је директно утицало и на популациону динамику, знатно умањење броја Срба на Балкану и једну вишевековну стагнацију и погубно наслеђе. Клима се у том контексту јавља као додатни фактор, нешто мање неповољан, али довољно значајан, утицајан и незаобилазан.

Са тачнијим познавањем климе, далеко поузданије моћићемо да говоримо о узроцима појединих историјских догађаја (паду појединих градова, разлозима мигрирања, међувладарским сукобима и нетрпељивостима), напретку или заостатку становништва (развоју занатства, рударства и ратарства, писмености, уметности, отпору према завојевачу и сл.), али и о начину одевања, обичајима, традиционалној градњи, периодима глади, масовним болестима и заразама итд. У свим тим наведеним областима клима је играла већу или мању улогу, значајнију или мање значајну, међутим, увек довољно присутну, а, како смо видели да је у већем делу развоја средњовековне Србије, владало МЛД-а, онда без икакве бојазни можемо да закључимо да је промена климе увек диктирала и бројне историјске преокрете. У првобитној фази МЛД-а (Шперер минимум) климатске промене су биле погубне, у максимуму захлађења (Маундер минимум) то се одразило у још катастрофалнијим размерама и потпуној немогућности пружања значајнијег отпора или организованијег устанка, а у периодима Зима српских устанака (ЗСУ), када је МЛД-а јењавало по интензитету и дужини трајања, тек тада су сазрели услови за коначну слободу поробљеног народа.

За боље познавање климе Србије у средњем веку неизоставно је исто тако да треба проучити докумената из српских средњовековних манастира, јер је у њима највероватније могуће пронаћи драгоцене информације и забелешке о климатским догађајима. Те забелешке, ненаменски писане или случајне, могу бити само спорадичне или корисне за једно одређено време, али ипак употребљиве за поједине временске интервале.

Пошто су манастири и њихова документа вредни извори информација, изузетно би значајно било изучавање њихове савремене климе да би се путем дедукције дошло до података о некадашњој. По ауторовом мишљењу, локације манастира нису биране само зато што су их српска властела или црквени великодостојници одређивали по свом слободном нахођењу или градили на скровитим местима да би се на њима монаси удаљили од осталог света и живели у миру природе, тамо сакривали драгоцености или заштитили од разбојника и освајача, већ и зато што су познавали ћуди климе или благодети једног предела. По правилу већина манастира је изграђена на заклоњеним местима са специфичном микро климом, без ветрова, на заштићеним и осунчаним узвишењима или падинама окруженим шумом, а понекад на тако скровитим местима да их је могуће уочити само онда када им се посматрач непосредно приближи. Из избора тих манастирских локација неоспорно је да извиру и вредни климатолошки подаци који су до сада мало или нимало коришћени.

Још један значајан извор информација о клими средњовековне Србије крије се у епским народним песмама. Ово је једна посебна и вероватно широко применљива тема која заслужује следећи битан корак у истраживању. Њу до сада нико од српских историчара није сагледао на тај начин, али, како се временом све више нагомилавају подаци о МЛД-у, тако она добија на све већем значају и у скорије време биће незаобилазна иако се привидно стекао утисак да су сазнања о средњовековној Србији у великој мери исцрпљена. Рекли бисмо ипак да је истина супротна и да астрономско откриће МЛД-а намеће потпуно нове погледе на историју средњег века. Због тога је ауторово мишљење да би то требало да буде први и неизоставно наредни корак у откривању климе средњовековне Србије. Сем тога, до сада су о средњовековној Србији трагове оставили историчари, сликари, композитори, песници, народни певачи, драмски писци, романијери, филмски уметници, вајари, па је и време да се и наука огласи по том питању. Ово би у сваком случају требало да буде само први, али користан корак у том правцу.

Поред свих наведених аргумената било би исто тако значајно трагати и за Миланковићевим циклусима осунчавања у краткоприродичним временским интервалима и још више допринети да се његово бесмртно дело унапреди (Dimitrijević, 2006; Димитријевић, 2009). Као круна свега или оно што неоспорно краси српске просторе - то је благородна клима која се као таква одржала у једном дугом вишевековном периоду. Њено познавање,

коришћење и одржавање представљаће највеће богатство онима који је упознају и поштују.

5. ЗАКЉУЧАК

Средњовековна Србија (период од 1300. до 1850. године, познат као МЛД-а) била је, поред тешког турског ропства, непрестано изложена изразито неповољним климатским приликама. Средње годишње температуре биле су за око 1 до 1,5°C ниже од данашњих, а зиме дуже, хладније, оштрије са знатно већим бројем ледених дана. Могуће је да је у најнеповољнијим периодима Шперер и Маундер минимума број ледених дана износио и по 60 или више у континуитету. Овакво стање у потпуности је онемогућавало било какав ефикасан облик отпора према завојевачу, а посебно дужи ослободилачки процес. Зато и треба тражити разлоге зашто је окупаторска власт превасходно запоседала градове, већа насеља и равнице или пределе поред река и значајних путева, а сиротињи раји препуштала села, брдовитије пределе и шуме где је пољопривреда била на веома ниском степену развоја, бројне житарице непознате или тек у повоју, земљишта сиромашнија или неплодна, а глад и болештине највећа мука поробљеног становништва.

Богате стогодишње шуме су у великој мери одржавале стабилне климатске, али у то време неповољне услове. У поређењу са данашњим, зиме су трајале и по пола године, а било је година када се продужавала и у средину пролећа, чак до Ђурђевдана. Дуготрајни снежни покривач је омогућавао висок алbedo, а југоисточни или северозападни ветрови у великој мери били су контролисани распоредом и густином стогодишње шуме.

У неком наредном периоду, да би се још боље упознала клима средњовековне Србије, биће неопходно потребно проучити пећинске спелеотеме и извршити анализу полена (Милићевић, 2009), а свакако не треба изоставити из вида ни различите климатске моделе, симулације, математичке анализе или трагати за краћим периодима у Миланковићевим циклусима осунчавања (Milankovitch, 1941).

НАПОМЕНА АУТОРА

Клима Србије у средњем веку скоро да се нигде не помиње у историјским изворима иако је представљала итекако важан фактор у развоју становништва. Исто тако, пратила је све пресудне догађаје и чинила једну нераскидиву везу са тадашњом пољопривредом и великим годинама глади и куге који су се јавили у најинтензивнијем минимуму Маундер хладне фазе Малог леденог доба. Аутор овог рада стоји на тврдом становишту да је ово само иницијални поступак у расветљавању климе тога доба и њене чврсте везе са свим значајнијим збивањима и да би у том правцу не само требало наставити са даљим истраживањима, већ и предузети озбиљније кораке кроз

један мултидисциплинарни пројекат који би могао да одговори на многа крупнија питања. Климатске одлике српских простора и већег дела Балканског полуострва далеко су повољније од већине европских области и то је један од основних разлога зашто су они одувек представљали изазов за велики број завојевача током историје постојања Србије. Српски народ са своје стране доста се пасивно односио према свим тим благодарним предусловима која су му природним путем понуђени и мало је шта чинио да их заштити или трајно очува. Један од круцијалних разлога поменутог мултидисциплинарног пројекта састојао би се и у трагању за узроцима бројних миграција и њихових веза са стањем у атмосфери. Истовремено, то би могло да представља трајну опомену да сеобе и напуштања прадедовских огњишта као такви никада ни једној заједници нису могли донети напредак у развоју, већ, напротив, један претежак и непремостив дисконтинуитет који су неминовно морале да плаћају наредне генерације. Миграције су за собом остављале само страдања и трагедије народа, јер су као трајне последице имале бројна физичка и психичка уништавања, мртвила и изнуривања које је Милош Црњански у својим ”Сеобама” окарактерисао речима ”Умире камен, а камоли човек...”

Литература

- Berger, A.: 2001, The role of CO₂, sea level, and vegetation during the Milankovitch-forced-glacial-interglacial cycles. In: *Geosphere-Biosphere Interactions and Climate* (Bengtsson & Hammer, eds.), 119-146.
- Bonan, G. B., Pollard, D. & Thompson S. L.: 1992, Effects of boreal forest vegetation on global climate. *Nature*, **359**, 716-718.
- Vaquero, J. M., Sanchez-Bajo, F. & Gallego, M. C.: 2002, A measure of the Solar Rotation During the Maunder Minimum. *Solar Physics*, **207** (2), 219.
- Dimitrijević, M. S.: 2006, Milutin Milanković and the astronomical solution of the ice age problem. In: Historical events and people in aeronomy, geomagnetism, and solar-terrestrial physics. (W. Schroeder, ed.), *Beitraege zur Geschite der Geophysik und Kosmischen Physik*, VII, 1, AKGGP/SHGCP Sci. Edit., 98-108, Bremen-Potsdam.
- Димитријевић, М. С.: 2009, Милутин Миланковић и његово астрономско дело – тајна ледених доба. Научни скуп: ”Сећање на Милутина Миланковића”, (М. Јевтић, уред.), *Удружење универзитетских професора и научника Србије*, 21-39, Београд.
- Eddy, J. A.: 1977, The case of the missing sunspots. *Scientific American*, **236** (5), 80-92.
- Eddy, J. A.: 1976, The Maunder Minimum. *Science*, **192**, 1189-1202.
- Jiang, Y. & Xu, Z.: 1986, On the Spörer Minimum. *J. Astrophys. Space Sci.*, **118**, 159-162.
- Lamb, H.H.: 1977, Climate - Present, Past and Future. Vol. 2, Climatic history and future, *Methuen*, 1-613, London.
- Lamb, H. H.: 1982, Climate, History and the Modern World. *Methuen*, 1-434, London.
- Lassen, K. & Friis-Christensen, E.: 1995, Variability of the solar cycle length during the past five centuries and the apparent association with terrestrial climate. *J. Atmosph. Terres. Phys.*, **57** (8), 835.

- Lischke, J., Lotter, A. F. & Fischlin, A.: 2002, Untangling a Holocene pollen record with forest model simulations and independent climate data. *Ecol. Model*, **150**, 1-21.
- MacDonald, G. M., Velichko, A. A., Kremenetski, C. V., Borisova, O. K., Goleva, A. A., Andreev, A. A., Cwynar, L. C., Riding, R. T., Forman, S. L., Edwards, T. W. D., Aravena, R., Hammarlund, D., Sziec, J. M. & Gattaulin, V. N.: 2000, Holocene treeline history and climate change across Northern Eurasia. *Quat. Res.*, **53**, 302-311.
- Миланковић, М.: 1913, О распореду Сунчеве радијације на површини Земље. *Државна штампарија Краљевине Србије*, 1-43, Београд.
- Milankovitch, M.: 1920, Théorie Mathématique des Phénomènes Thermiques Prooduits par la Radiation Solaire, *Gauthier Villars*, Paris.
- Миланковић, М.: 1923, Калорична годишња доба и њихова примена у палеоклиматском проблему. *Глас СКА*, књ. СХ, елек. издање НБС, 1-30.
- Milankovitch, M.: 1941, Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeiten-problem. *Koniglich Serbische Akademie*, **133**, 1-633, Belgrade.
- Миланковић, М.: 1948, Астрономска теорија климатских промена и њена примена у геофизици. *Научна књига*, 1-84, Београд.
- Миланковић, М.: 1997, Успомене, доживљаји и сазнања. *Завод за уџбенике и наставна средства*, 1-938, Београд.
- Милићевић, В.: 2000, 2006 и електронско издање, Миланковић – прошлост, садашњост, будућност, *Клуб НТ*, 1-228, Београд.
- Милићевић, В.: 2008, Разор обрађених њива (Есеј о Миланковићу). *ЗВМ Geo Ltd. ("Фонд др Милићевић") и Удружење "Милутин Миланковић"*, 1-256, Бања Лука-Београд-Калгари.
- Милићевић, В.: 2009, Миланковићева крива осунчавања од максимума последње глацијације до почетка културе Лепенског Вира. Зборник радова конференције *Астрономија код Срба V*, (М. Димитријевић, уред.), *Публ. астр. друш. "Руђер Бошковић"*, 8, 335-376.
- Метеоролошки годишњаци СХМЗ-а: Годишњаци за 1951-2000. годину. <http://www.hidmet.sr.gov.yu>
- Otterman, J.: 1974, Baring high-albedo soils by overgrazing: a hypothesized desertification mechanism. *Science*, **186**, 531-533.
- Otterman, J., Chou. M. D. & Arking, A.: 1984, Effects of nontropical forest cover on climate. *J. Appl. Meteorol.*, **23**, 762-767.
- Pielke, R. A. & Vidale, P. L.: 1995, The boreal forest and the polar front. *J. Geophys. Res.*, **100**, 25755-25758.
- Pollack, J. B., Toon, O. B., Sagan, C., Summers, A., Baldwin, B. & Van Camp, W.: 1976, Volcanic explosions and climatic change: A theoretical assessment. *J. Geophys. Res.* **81**(6), 1071-1083.
- Prentice, I. A.: 2001, Interactions of Climate Change and the Terrastrial Bioshere. In: *Geosphere – Biosphere Interactions and Climate*, 176-195, Cambridge Univ. press.
- Радовановић М. и Дуцић В.: 2004, Колебање температуре ваздуха у Србији у другој половини XX века. *Гласник Српског географског друштва*, LXXXIV, 1, 19-28.
- Rampino, M. R. & Self, S.: 1982, Historic eruptions of Tambora (1815), Krakatau (1883), and Agung (1963), their stratospheric aerosols, and climatic impact. *Quat. Res.*, **18**, 127-143.
- Schneider, S. H. & Mass C.: 1975, Volcanic dust, sunspots, and temperature trends. *Science*, **190**, pp. 741-746.

- Schröder, W.: 1992, On the existence of the 11-year cycle in solar and auroral activity before and during the so-called Maunder Minimum. *J. Geomag. & Geoelec.*, **44** (2), 119-128.
- Soon, W. & Yaskell, S. H.: 2003, The Maunder Minimum and the Variable Sun-earth. *World Scientific*, 1-278.
- Sud, Y. C., Lau, K. M., Walker, G. K. & Kim, J. H.: 1995, Understanding biosphere – precipitation relationships: Theory, model simulations and logical inferences. *Mausam*, **46**, 1-14.
- Tarasov, P. E., Peyron, O., Guiot, J., Brewer, S., Volkova, V. S., Bezusko, L. G., Dorofeyuk, N. I., Kvavadze, E. V., Osipova, I. M. & Panova, N. K.: 1999, Last Glacial Maximum climate of the former Soviet Union and Mongolia reconstructed from pollen and plant macrofossil data. *Clim. Dyn.*, **15**, 227-240.
- Tkachuck, R.: 1983, The little ice age. *Origins*, **10** (2), 51-65.
- Fagan, B.: 2001, The little ice age (How climate made history 1300-1850), *Basic books*, 1-246, New York.
- Fagan, B.: 2003, The long summer: how climate changed civilization, *Basic books*, 1-275, New York.
- Foley, J., Kutzbach, J. E., Coe M. T., & Levis, S.: 1994, Feedbacks between climate and boreal forests during the Holocene epoch. *Nature*, **371** (6492), 52-54.
- Harvey, L. D. D.: 1988, On the role of high latitude ice, snow and vegetations feedback in the climatic response to external forcing changes. *Clim. Change*, **13**, 191-224.
- Henderson-Sellers, A., Dickinson, R. E., Durbidge, T. B., Kennedy, P. J., McGuffie, K. & Pitman, A. J.: 1993, Tropical deforestation: modeling local – to regional – scale climate change. *J. Geophys. Res.*, **98**, 7289-7315.
- Collier, M. & Webb, R. H.: 2001, Floods, drought, and climate change. *The Univ. Arizona press*.
- Crucifix, M., Loutre, M. F., Tulkens, P., Fichet, T. & Berger, A.: 2002, Climate evolution during the Holocene: A study with an Earth system model of intermediate complexity. *Clim. Dyn.*, **19**, 43-60.
- Crucifix, M. & Sanchez-Goñi, M. F.: 2005, About climate, vegetation and astronomical forcing. Milutin Milankovitch Anniv. Symp. “*Paleoclimate and the Earth Climate System*”, SASA, 161-172, Belgrade.

**THE CLIMATE OF MEDIEVAL SERBIA: AN ATTEMPT OF
RECONSTRUCTION ON THE BASIS OF ASTRONOMICAL ELEMENTS
AND FOREST'S RESERVES**

In this paper, we discuss Medieval Serbia and its climate. We concluded in periods of Spörer Minimum, Maunder Minimum and Winters of Serbian Revolution (1804-1813 and 1815-1830) winters were bitterly cold and followed all historical events. During five centuries under Turkish Empire (from 13th to 19th), climate in Serbia was between 1 to 1.5°C less than today. That was one of the most important reasons why Turkish Empire influences on Balkan Peninsula lasted for centuries.

Forest's reserves were very reach. Winters lasted half a year or longer. Sometimes winters' presence could be felt until today's mid spring time. Albedo was very high. Southeastern and northwestern winds were under forest's control.

In order to explore climate in the Medieval Serbia, we will analyze historical documents such as epic poems, monastery books, frescoes, speleothemes, climate model/simulations, and ring trees.