

МИЛОВАН Р. ПЕЦЕЉ\*  
МИРОЉУБ А. МИЛИНЧИЋ  
МИЛИЦА ПЕЦЕЉ

### БИОКЛИМАТСКА И ЕКОКЛИМАТСКА ИСТРАЖИВАЊА – ПРАВЦИ РАЗВОЈА

**Извод:** У овом раду се разматра чињеница да у домаћој научној литератури постоји мали број текстова о биоклиматским истраживањима што је условљено изузетно малим бројем истраживачких пројеката у области биоклиматологије. Аутори желе да нагласе да је за промену оваквог стања неопходно применити мултидисциплинарни приступ у биоклиматолошким истраживањима. Као пример мултидисциплинарног приступа биоклиматским истраживањима представља се математички модел MENEX-5. Овај модел отвара нове могућности за биоклиматска истраживања актуелних еколошких проблема која су изазвана глобалним климатским променама и уништавањем озонског омотача.

**Кључне речи:** Географија, Климатологија, Биоклиматологија, Екоклиматологија, методологија истраживања, MENEX-5, мултидисциплинарност

**Abstract:** This paper discusses fact that there is small number of articles about bioclimatic research in domestic scientific literature which is correlated with small number of bioclimatic researching projects. Authors want to emphasize that for changing this condition it is necessary to applying multidisciplinary approach to bioclimatic research. As an example of multidisciplinary approach in bioclimatic research it is representing mathematical model MENEX-5. This model opens a new opportunities for bioclimatic research of actual environmental problems, which are trigger by global climate change and destruction of ozone layer.

**Key words:** Geography, Climatology, Bioclimatology, Ecoclimatology, research methodology, MENEX-5, multidisciplinary

#### Увод

Савремени туристичко-рекреативни, медицински и еколошки захтеви су некомплетни уколико им поред мониторинга времена и климе недостају озбиљне биоклиматске анализе и биопрогнозе. Ова дисциплина постаје све важнија и њена улога се мери са нарастајућим последицама савремених промена и процеса еколошке природе који се манифестују као планетарне еколошке промене, изражене нарочито, у отопљавању климата и озонској деструкцији. Са тим је отворено питање екоклиматологије.

#### Претходна истраживања

Озбиљна биоклиматолошка истраживања код нас започињу пре око пола века са радом П. Вујевића „Прилози за биоклиматологију области Копаоника”. Од тада до

---

\*Др Милован Р. Пецел, редовни професор, Географски факултет Београд.

Др Мирољуб А. Милинчић, доцент, Географски факултет Београд.

Милица Пецел, асистент, Филозофски факултет И. Сарајево.

Рад представља резултате истраживања пројекта 146010 које финансира Министарство науке Србије

данашњих дана у нашој литератури се с времена на време спорадично појављују радови из ове области. Користећи метеоподатке за Копаоник, Врњачку Бању, Куршумлију и Рашку, Вујевић даје основне термичке, плувиометријске и хигричне карактеристике, а комплексним климатским везама: температуре, брзине ветра и напона водене паре одређује еквивалентне температуре, ваздушну моћ хлађења и моћ сушења, са посебним освртом на геоклиматску моћ сушења. Различита осећања изложена су уз помоћ Кригерове и Шмитове скале.

На просторима претходне Југославије биоклиматским анализама бавили су се Н. Плешко и К. Заниновић. То су, углавном, били радови који су кроз анализе ваздушне моћи хлађења апсолвирали биоклиматологију Јадранског приморја, као биоклиматски веома занимљиве туристичке зоне. Посебно се истиче значајан допринос у емпиријској формули за израчунавање „величине охлађивања” (Zaninović, 1984: 365-368), коју су уз „ваздушну енталпију” и биоклиматску класификацију (Pleško, 1979: 203-212), коректно користили као „биоклиматски индекс”, допуњавајући неке уочене недостатке ваздушне моћи хлађења.

Озбиљна биоклиматска рејонизација Босне и Херцеговине за потребе човека, на основу еквивалентних температура, према Кригеровој подели, значајан је допринос у биоклиматологији. Допуњена је позната Кригера скала са седам на девет класа и тиме прилагођена нашим условима (Милосављевић, 1983: 120-124).

Значајан скуп „Бањска и климатска места Југославије” био је пропраћен радовима из хумане биометеорологије (Кљајић 1995: 19-127) и мониторинга у биоклиматологији (Пеган, 1995: 128-135).

Биоклиматске анализе појединих бања (Буковичка, Пећка), регионалне анализе (Косово и Метохија и Подунавље) као и урбаних система (Приштина, Призрен, Требиње) рађени су самостално или у коауторству са медицинарима (Пецељ, 1996., 1977). Биоклиматске оцене код ових радова изложене су на основу еквивалентних температура и запаре. Ради одређивања временских типова и биотипова коришћена је Кригера скала, а запара је представљана климограмом Шарлоа.

Интересантна је биоклиматска рејонизација Србије (Анић, 1972: 47)<sup>1</sup> која се ослања на „Релативне честине повољних и неповољних климатских услова, односно честине временских стања у години са здравственог гледишта” која је рађена за једну календарску годину, што је њен основни недостатак.

Потребно је посебно истаћи истраживање климе бања Србије, која је М. Мађејке<sup>2</sup> објавио као монографско дело 2003. године. То је до сада најопсежнија климатска студија бања у Србији. Не умањујући значај веома детаљне климатске анализе, посебно за ову расправу, истичемо поглавље о биоклиматским карактеристикама. Обрађене су веома значајне теме из домена биоклиматологије кроз поглавље „Здравствени значај климе” (Мађејка, 2003. стр. 281-318). Мађејка се у посебним целинама: климатофизиологија, климатопатологија, климатотерапија, хидротерапија, ландшафтотерапија, специфичности рекреативног значаја климе, еквивалентне температуре, комплексни метод климатских услова и климатско лечење у бањама Србије, бави биоклиматским анализама које су од значаја за бањски туризам Србије. Анализама је обухваћено 38 бања чиме је подигнут ниво познавања биоклиматских карактеристика бањских места Србије.

<sup>1</sup> Анић Б. (1972) уважавајући Фјодоров-Чубакову методу издваја повољна и неповољна временска стања. Иначе ова метода се прихвата уз резерву.

<sup>2</sup> Мађејка М. М., (2003) „Клима и њен здравствени значај у бањама Србије”, СГД, Београд. Ова монографија је допуњено издање скраћене верзије докторске дисертације Специфичности климата бањских места Србије и њихов здравствени значај под насловом „Клима бања у Србији” 1984. године. Обрађене су еквивалентне температуре за 38 бања Србије за период 1950-1954, стр. 302-304 и приложено, преузимајући од Б. Анића, „Релативне честине класа временског стања у %” за 1969. годину, стр. 305-308

## Правци истраживања

С обзиром да биоклиматологија проучава различите односе између организама и вишегодишњих стања атмосфере, као и трајну везу и вишеструку интеракцију у којој је доминирајући утицај физичке средине у односу на човекову повратну реакцију, доста је разлога да се покрене ово престижно истраживање у неколико праваца, сагласно са актуелним потребама времена. Оцена утицаја климатских и временских услова на организам човека изводи се на основу анализа комплексних климатских веза. Поменућемо највише коришћене методе: метод ефективних температура (ЕТ), еквивалентно-ефективне температуре (ЕЕТ), нормалних еквивалентно-ефективних температура (НЕЕТ), радијационо-еквивалентно-ефективних температура (РЕЕТ), биолошки активних температура (БАТ), топлотног биланса, суровости зимског времена, моћи сушења, моћи хлађења, коефицијента надражаја, ваздушна енталпија итд.

Примарни правац је пре свега **биоклиматско истраживање** бањско-туристичких и климатско-рекреативних места. Бањска лечилишта су истовремено и климатска места и места рекреације. Међутим, ни једна од наших бања, да не говоримо о туристичким местима, нема квалитетно обрађене и комплетне биоклиматске анализе. Будући да Србија има 38 а Република Српска (БиХ) девет бањских и много више климатских места високог ранга, забрињавајућа је неактивност у изради озбиљних и квалитетних климатско-биоклиматских проспекција, у којима би се поред балнеолошке слике презентирала лечилишно-терапеутско-рекреативна могућност појединих бања. Данас се у Европи не може замислити ниједна таква озбиљна дестинација, која преферира да буде угледно место, без озбиљне климатско-биоклиматске анализе и биопрогнозе. Целисходност израде климатско-биоклиматских проспеката за бањско-рекреативна места је недвосмислена. Постојеће формалистичке информације у проспектима наших бања су неодређене и крајње нестручне. Читајући проспекте бањских места срећемо различите рекламне текстове<sup>3</sup>. Овакве формалистичке информације кваре озбиљан статус бања као рекреативно-здравствених и климатских места.

Поред класичних метода које се користе у биоклиматским истраживањима, појављују се нови модели и методе које доприносе квалитету биоклиматских истраживања у којима фунгирају и еколошке представе Следствено томе, посебно истичемо модел размене топлоте као савремени поступак са потребном апаратуром, која може послужити за детаљнија биоклиматска истраживања. То је модел **МЕНЕХ-2005**<sup>4</sup> који разматра размену топлоте и заснован је на принципу „човек-околина”. Може се применити у различитим апликацијама у биоклиматологији: туризам и рекреација, климатотерапија, (људско здравље, урбана истраживања), термофизиологији (радни услови, управљање терморегулационим системима итд.) а затим у просторним пројектима (плановима и нацртима пејзажа) као и стамбених и рекреативних области.

<sup>3</sup> У појединим бањским проспектима срећемо следеће климатске и биоклиматске карактеризације: Буковичка бања има „здрав планински ваздух”, Звоначка Бања је представљена „специфичном ружом ветрова”, а гласовита Соко Бања је „познато бањско-климатско место” итд.

<sup>4</sup> Krzysztof Blazejczyk je MENEX-модел објавио 1994. (Blazejczyk K., 1994, New climatological –and -physiological model of the human heat balance outdoor (MENEX) and its applications in bioclimatic studies in different scales. Zeszyty IGiPZ PAN Nr 28: 27-58, а затим дао модификовану верзију која уважава процене апсорбовања сунцевог зрачења 2004. године (Blazejczyk K., 2004a, Radiation balance in man in various meteorological and geographical conditions. Geographia Polonica, 77, 1, 2004, p. 63-76). Модел је разрађен 2002. г. и публикован као посебан рад 2004. г. а коначну верзију добија 2005 (Blazejczyk K., 2005, New indices to assess thermal risks outdoors. [in:] I. Holmér, K. Kuklane, Ch. Gao (red.), Environmental Ergonomics XI, Proc. Of the 11<sup>th</sup> International Conference, 22-26 May, 2005 Ystat, Sweden, p. 222-225).

Модел је је израђен 2005. године. Тада су урађене последње модификације којима се уводе нове променљиве вредности: физиолошке субјективне температуре, ризик дехидратације (губљење воде), односно, прегревање и понашање у односу на средину која зрачи топлотом.

Модел се бави топлотном равнотежом после контакта са окружењем и уважава адаптационе процесе у топлом и хладном режиму. Уважава и ситуације интензивног загревања<sup>5</sup> и региструје стварне температурне промене тела настале под утицајем амбијенталних услова. Улазни и излазни подаци<sup>6</sup> и адекватан софтвер су доступни за детаљне биоклиматске анализе.

Други правац истраживања је комплементаран са претходним и има туристичко рекреативну формулацију. Сасвим је сигурно да у модерном туризму не би смело бити туристичке дестинације и туристичке зоне без ваљаног климатско-биоклиматског проспекта. Треба напоменути да је у развијеним земљама Европе, одакле треба очекивати будуће клијенте, посебно развијен здравствени туризам, а биоклиматске информације и свакодневне биометеоролошке прогнозе времена су уобичајена пракса. Било би добро да сваки будући гост из неопходних информација, међу којима су биоклиматске обавезне, одреди које му лечилиште с обзиром на здравствени статус највише одговара. Страни туристи се углавном опредељују на основу оваквих информација, где ће ићи на лечење или пак на одмор.

Трећи правац истраживања био би посебно занимљив у оквиру програма медицинског образовања. Посебно значење има хумана метеорологија кроз праћење времена као фактора ризика код низа обољења или патолошких стања која су провоцирана временским утицајем и позната су као метеотропна, а синоптичке ситуације као биотропне.

Значајан допринос су истраживања на изради каталога метеотропних реакција који показује интензитет негативних дејстава на основу праћења одабраних метеотропних реакција у одређеним временским фазама (Стојинић et. al. 1996: 23-31). Биопрогнозе су у том случају крајње потребан ниво, коме треба тежити.

Биоклиматска истраживања комплексних климатских веза имају значајно место у здравственом раду. Увођењем комплексних климатских веза, утврђује се биоклиматски утицај и установљавају постојећи временски типови и биотипови, што

<sup>5</sup> Прати и региструје физиолошке реакције у организму који одражава хомеотерму, уважавајући притом трајање знојења од 15-20 минута, испаравања и хлађење површине коже од 0,066°C за сваки 1 W/m<sup>2</sup>. У тим ситуацијама су адаптациони процеси на топлоту интензивни а трошење телесне топлоте регулишу топлотни рецептори под контролом нервног система (Fanger P., 1970).

<sup>6</sup> Улазни подаци су метеоролошки (температура, брзина ветра, притисак водене паре, ваздушни притисак, релативна влажност, површинска температура сунчево зрачење, облачност, висина Сунца, оптимална температура) и физиолошки (температура тела, метаболичко одавање топлоте, брзина човековог кретања, одећа као изолатор и алbedo од одеће). Физиолошки параметри су процењени, са унапред дефинисаним вредностима.

Излазни подаци су у термофизиолошким вредностима: субјективне температуре, физиолошки напор, топлотни утицај човека, физиолошки субјективне температуре, ризик губитка воде (дехидратација), ризик прегревања. За ову прилику узелимо скалу субјективних температура (табела 1). Слично су израђене табеле за физиолошки напор, физиолошке субјективне температуре, ризик дехидратације итд.

Табела 1. Субјективне температуре код човека се манифестују као различити топлотни осећаји:

Осећај топлоте	Субјективне температуре	Осећај топлоте	Субјективн температуре
Ванредна хладноћа	<-38,0	Вруће	32,0 до 45,9
Веома хладно	-38,0 до -20,1	Врело	46,0 до 54,9
Хладноћа	-20,0 до -0,5	Веома врело	55,0 до 69,9
Хладно	-0,4 до 22,5	Спарно	Преко 70,0
Удобно	22,6 до 31,9		

је истраживачки поступак који има практичну примену. У биоклиматологији и њеним дисциплинама (климатофизиологији, климатопатологији и климатотерапији), користе се различите комбинације климатских елемената, којима се добијају поједине биоклиматске величине, којима се дају биоклиматска својства неког места или предела. У таквим истраживачким поступцима је пожељна сарадња са медицинарима, метеоролозима, биолозима, еколозима и фармацеутима.

Четврти правац истраживања је незаобилазан и везан је за животну средину и њен усклађен развој. Пошто се екологија као наука развила из класичне дефиниције о узајамном дејству организама на животну средину, тако да се циљеви заштите и унапређења животне средине изводе из општих циљева развитка живота и човечјег постојања. Рецентне планетарне промене у географском омотачу које се сматрају највећим еколошким потресима савременог доба и манифестују се кроз отопљавање климата и озонску деструкцију, знатно су проширили интерес многих наука. Посебно је нарасла потреба за мултидисциплинарним истраживањима како узрока тако и последица ових процеса, са циљем да се сада већ крхка еколошка равнотежа планете Земље из неусклађеног наведе у усклађени ритам развоја.

Тако ће ово време великих еколошких потреса и промена довести у блискост екологију и климатологију. Ова два научна поља имају заједничке корене и њихов развој се може разматрати комплементарно. За такву блиску везу климатологије и екологије, Г. В. Вонап употребљава интересантну метафору „баш као ноћ и дан”. Г. В. Вонап је аутор универзитетског уџбеника „Еколошка климатологија” и бави се питањима концепције и примене климатологије и екологије у решавању постојећих проблема. Полази од чињенице да климатологија, у суштини, проучава физичко стање атмосфере, кроз тренутна стања времена, сезонску варијабилност, дугогодишњи просек временских стања и климатске промене током геолошке историје<sup>7</sup>. На другој страни он сматра да екологија проучава односе организама (биљке, животиње и микроорганизми) и животних заједница (биоценоза) према условима спољашње средине, као и односе који постоје између самих живих бића у биоценозама. Екологија се према, Г. В. Вонапу, изучава у оквиру биолошких наука, а климатологија у оквиру геофизичких наука и то примењене физике и динамике флуида. Без великих претензија да судимо, и умањујемо значај ових размишљања, износимо укратко скромну теоријско-методолошку допуну<sup>8</sup> из које произилази да се климатологија користи статистичким методама проучавања и својеврсна је географија тропосфере. Упркос заједничким коренима напредак и развој климатологије и екологије наставља се као интердисциплинарни систем наука.

<sup>7</sup> Почети климатологије се приписују Аристотелу и Теофрасту који су написали прву значајну књигу „Метеорологија”. Истражујући Земљу у 17. 18. и 19. веку природњаци и географи уочавају промене у вегетацији. Тако је А. Фон Хумболт 1800. године уочио појаву главних карактеристика код биљака чије је станиште на просторима сличне климе. Уочава да широко раздвојени региони имају структурно и функционално сличну вегетацију уколико су њихове климе сличне. Alfonso de Cendolle је објавио зоналну поделу на тропску, умерену и арктичку вегетацију. Он је претпоставио да је ова подела условљена температуром и 1874. године предлаже формалне зоне вегетације које се базирају на температурним ограничењима. Ову претпоставку је искористио В. Кепен као основу за класификацију климатских региона и издвојио пет основних климатских зона које поред температуре разграничавају De Cendolovi типови вегетације. Иако се вегетација дуго није користила да се картографски прикаже клима имала је на другој страни утицај на реконструкцију климе у прошлости коришћењем ширине прстенова на дрвету (Jacoby and D'Arrigo 1989, 1991, 1998, 2000, Wiles 1998., Pedersen 2001. год. итд.

<sup>8</sup> Дефиниција климе Алисова сматра се једном од најприхватљивијих - „Клима је законита неизменичност метеоролошких процеса, одређена комплексом физичко-географских услова, која се испољава у вишегодишњем режиму времена, осматраном у датом месту”. Дакле, климатологија проучава вишегодишњи режим типова времена, односно климу одређеног простора, са задатком да објасни услове под којима се образују климати на Земљи и њихов утицај на природу планете, као и утврђивање промена климе у прошлости и пројекције климе у будућности.

Планетарне (глобалне) еколошке промене, 1980-их и 90-тих година XX века, манифестују се отопљавањем климата и деструкцијом озонског екрана, измениле су студијски концепт екологије и климатологије. Развој климатских модела за глобалне анализе условљен је математичком презентацијом нижих граничних слојева атмосфере - међувезе са земљином површином – разменом енергије, водама и покретачком снагом између Земље и атмосфере. Ове процесе регулише и вегетација у оквиру животних процеса. Тако су се развили климатски модели који обухватају геофизичку и биофизичку основу (Deardorff 1978., Dickinson 1986., Sellers 1986.).

Физичка климатологија, хемија атмосфере, хидрологија, екологија, геологија и океанографија су одвојене академске дисциплине које проучавају граничне процесе који се одвијају на Земљи и чине систем интеракцијских физичких, хемијских и биолошких компоненти. Садржај у климатским моделима размене енергије, воде и реакција између Земље и атмосфере је значајно изменио нашу свест о улози Земље у климатском систему. Сада је широко препознатљиво да Земљин екосистем производи значајну повратну везу на климу, природне промене и промене узроковане утицајем човека у просторима који су изложени променама климе. Ради се о коеволуцији климе и живота, концепту у којој је биолошка активност регулисана климом и променама кроз кружење енергије, воде и хемијских елемената.

Симбиоза климатологије и екологије је резултирала и новом научном дисциплином **еоклиматологијом**, која је практично израсла из заједничких интереса научног истраживања појава и процеса који су везани за атмосферу и биосферу. Еоклиматологија је интердисциплинарна основа за разумевање функционисања Земљиних предела у климатском систему. Она комбинује аспекте физичке климатологије, микрометеорологије, хидрологије, педологије, физиологије биљака, биохемије, биогеографије, вегетације, да би разумели физичко-хемијске и биолошке процесе који као елементи предела делују на климу и обрнуто (Bonan, V.G., 2002. стр. 4-6)

Промене у екосистемима кроз природну динамику вегетације и кроз искоришћавање предела од стране човека су значајна повратна веза у климатском систему. Централна тема размишљања је да су екосистеми на Земљи, кроз кружење енергије и кретање материје, воде, хемијских елемената, гасова, детерминанте климе. У том правцу данас се све чешће изводе еоклиматска истраживања.

Биоклиматологија проучава различите односе између организама и вишегодишњих стања атмосфере, као и трајну везу и вишеструку интеракцију у којој је доминирајући утицај физичке средине у односу на човекову повратну реакцију. Колосалним научно–технолошким развојем, човек све више постаје планетарни фактор. У прилог томе говоре планетарне промене које су настале као последица индустријског развоја у последњих 150 година. Док је наше друштво уживало у благодетима индустријске револуције за кратко време смо, из усклађеног (одрживог), улетели у неусклађени (неодржив) развој. У том правцу биоклиматска истраживања имају значајно место и потребно их је значајније пласирати користећи нова сазнања и нове методе истраживања и моделовања на мултидисциплинарном нивоу.

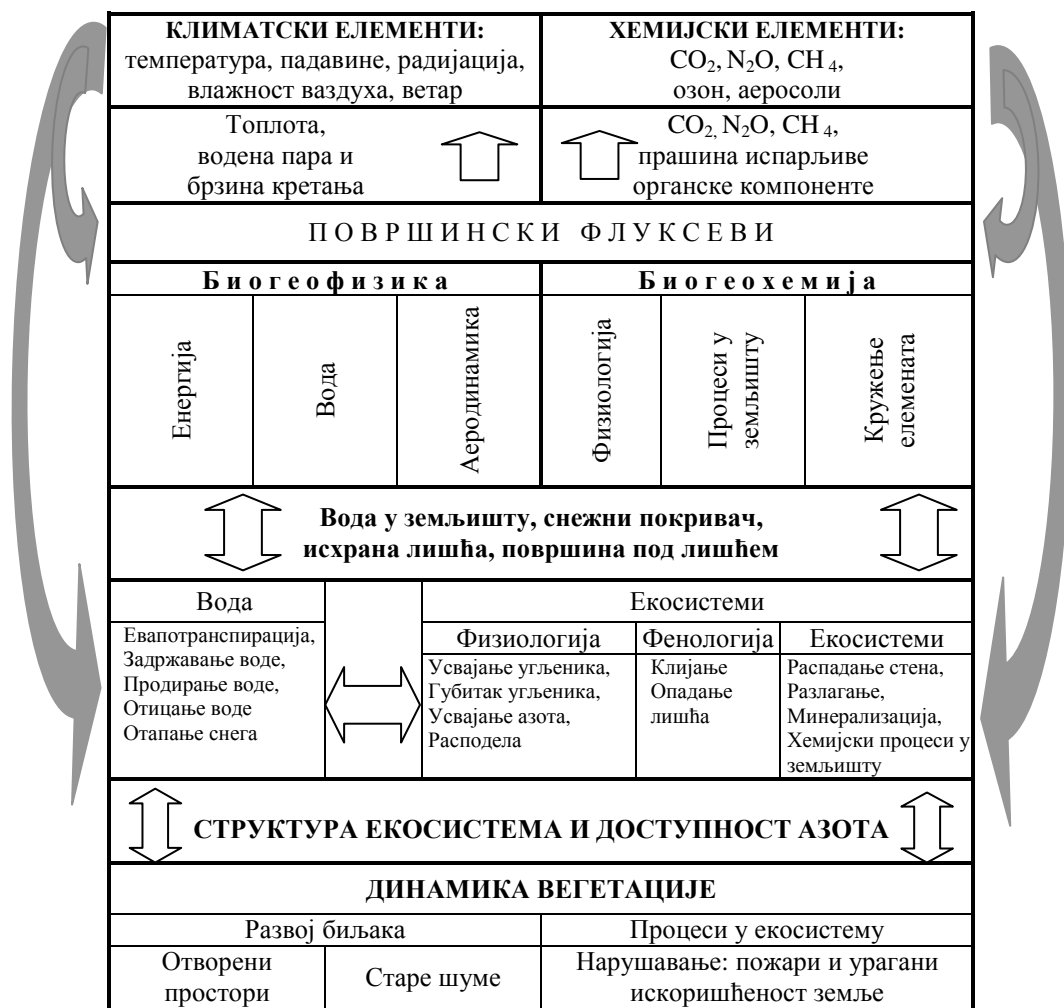
Уважавајући претходно изнето неоспорна је блиска веза између биоклиматологије и еоклиматологије. Научно-истраживачки оне се снажно прожимају и комплементарно допуњују. У том правцу биоклиматска истраживања имају фундаментални значај и потребно их је уврстити у геофизички научни систем истраживања користећи нова сазнања, методе и моделе на мултидисциплинарном нивоу.

Пети правац истраживања односи се на микроклиматска истраживања и одређивање термичког комфора радних просторија, здравствених установа, школских

учионица итд. Примена ових метода у градитељству је данас у том смислу незаобилазна (Смајилхоић Х., 1987).

Сваки од истраживачких праваца захтева темељну анализу, што проистиче из познавања локалних и регионалних биоклиматских карактеристика. Ту је и суштина директне релације, клима – здравље или пак индиректне, што се односи на избор лечилишта или рекреативне дестинације.

Прилог 1. Еоклиматски приказ биогеофизичких и биогеохемијских процеса<sup>9</sup>



#### Анализа неких биоклиматских веза

Поред стандардних граничних климатских вредности за биоклиматску анализу или рејонизацију користе се комплексне климатске везе. Суштина оваквих веза је да се у одабиру климатских елемената одреди оптималан осећај угодности, односно термички комфор. Негде су то физиолошки осећаји топлоте и временски типови

<sup>9</sup> Прилог Еоклиматски приказ биогеофизичких и биогеохемијских процеса преузет од, Bonan B. G. (2002, 4) Ecological Climatology, concepts and applications, Cambridge, Univerwsitety press, London.

(еквивалентне температуре), негде зоне угодности, односно зоне запаре (климограм запаре) итд. Тако се долази до полазне основе за одређивање биотипова путем одговарајућих скала, а затим биоклиматских анализа које уважавају факторе који утичу на термички комфор човека, било у отвореном или затвореном простору. На све то утичу различити фактори метеоролошке и неметеоролошке природе.

У литератури се употребљава позната Хилова величина „моћ хлађења”, која показује колики је губитак топлоте са јединице површине тела при датим температурама и ветру које се комбинују и добијене величине уврштавају у једну од скала (Конрадова или Шмитова), да би се одредило „осећање” преко моћи хлађења - суво или влажно.

Клоће је увео величину „моћ сушења”, која показује колико течности издаје људски организам испаравањем при одеређеном временском стању. Ова метода се мање користила понајвише због компликованости, а мање што не уважава влагу.

Ваздушна енталпија је садржај топлоте у ваздуху. Добија се комбинацијом температуре и влаге. Слабост овог индекса је што не уважава утицај ветра. У биоклиматологију је уведена 1964. године а скалу је дефинисао Brazol.

Када се комбинују ваздушна енталпија и моћ хлађења, добија се индекс охлађивања (Zaninović, 1984: 365-368), који је коришћен приликом биоклиматске анализе Јадрана посебно Хвара итд.

Еквивалентне температуре подразумевају комбинацију температура и напона (притиска) водене паре. Значај еквивалентних температура је у томе што изазивају различита осећања топлоте код здравих и болесних људи. У литературу их уводи Bezold W., 1900. године, предлажући једноставну везу температура и притиска водене паре. У теоријским релацијама еквивалентне температуре су практично температуре сувог ваздуха коју би он имао када би се при константном притиску кондензовала сва водена пара у влажном ваздуху и тиме ослободила сва топлота која је претходно утрошена приликом процеса којим се остварује доток водене паре у атмосферу (евапорација, транспирација). Дакле, она уважава латентну топлоту на коју рачунамо приликом кондензационо-сублимационих процеса, који уз претходно прате енергетско-трансформациону динамику, што у географском омотачу изазива грандиозне процесе. Немачки климатолог Е. Krüger је 1944. године предложио седмостепену класификацију еквивалентних температура.

Еквивалентне температуре смо користили приликом наших досадашњих анализа. За биоклиматску идентификацију временских типова и биотипова коришћена је Кригерова скала која је допуњена са још две класе и на тај начин прилагођена за наше просторе (Милосављевић 1983: 120-124). За биоклиматску оцену коришћен је климограм запаре по Шарловом методу. Он представља графички приказ комбинације температура и релативне влажности ваздуха на основу које се одређује зона угодности и зона запаре. Као прилог овом раду износимо један део биоклиматске анализе Вишеградске бање<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Користимо део биоклиматских анализа Вишеградске бање М. Пецељ.

Класификација физиолошких осећаја топлоте и временских типова по Кригеровој скали.

ЕТ У °С	< 5°С	5-18°С	18-22°С	22-30°С	30-40°С	40-50°С	50-58°С	58-70°С	>70
Физиолошки осећај топлоте	врло хладно	хладно	веома прохладно	свеже	угодно	топло	мало запарно	запарно	веома запарно
Временски тип	Х л а д н и			П р и ј а т н и			П р е г р е ј а н и		

У Вишеградској бањи су заступљени **Х л а д н и в р е м е н с к и т и п** (5°С < Ет < 22° С) од новембра закључно са мартом. Физиолошки осећај топлоте који се квалификује као **х л а д н о** (Ет = 5 - 18°С) поклапа се са зимским периодом. Физиолошки осећај топлоте **в е о м а п р о х л а д н о** (Ет= 18-22,0°С) карактерише први пролећни месец март (Ет=18,5°С) и последњи јесењи месец новембар (Ет=20,0°С). Није констатован физиолошки осећај топлоте **в р л о х л а д н о** (Ет < 5 °С). То практично значи да је зими најмање акумулиране латентне топлоте.



Ефективне температуре (ЕТ) добијају се комбинацијом температуре и релативне влаге (Missenard 1937). Да би поправио улогу ефективне температуре, исте године Missenard, поред температуре и релативне влаге комбинује и ветар, дајући лимите којима се одређује запара или граница термичког комфора. Вредности ефективних температура од 24°C су разуман критички праг врућина и изнад ње је гранична вредност за људски комфор (human comfort). У зависности од области он граничну линију помера до 30°C. Изнад те тачке смањују се физички и ментални капацитети. Распон собног термичког комфора иде од 17°C до 21°C. Отворени простори због сталне флукуације ветра морају у обзир узимати овај климатски елемент. Missenard је у Француској увео и резултанту температура, што подразумева ефективне температуре које осим метеоролошких фактора узимају у обзир и деловање топлоте одане зрачењем других предмета. У принципу оне су једнаке у оној просторји у којој је температура зидова иста. Могу се посебно примењивати у хигијени и медицини (Прица 1957).

Еквивалентно-ефективне температуре (ЕЕТ) се користе у биоклиматским истраживањима као комбинација температуре, влаге и ветра.

Радијационо-еквивалентно ефективне температуре (РЕЕТ) се користе у биоклиматским анализама као комбинација температура и релативне влажности које уважавају и Сунчево зрачење. Њима се објашњава различит осећај у хладу или на сунцу. Тако повећање Сунчеве топлоте за 2,93 J подиже осећај РЕЕТ од 20°C на 23°C (Дукић 1977).

Биоклиматска истраживања и постављање емпиријских формула, које се заснивају на топлотном билансу за обнажено и одевено тело и објашњавају енергетско-адаптациону могућност организма, познати су као метод парног притиска (Маринов, 1967).

Ово је само кратак осврт на биоклиматске величине које се најчешће користе, допуњен новим моделима у складу са планетарним проблемима еколошке нарави. Поред постојећих емпиријских формула и одговарајућих скала на основу којих се одређују поједини биотипови или пак термички комфор, данас постоје модели који су опремљени софтверским пакетима од којих смо један такав модел и пакет и понудили.

Биоклиматска и еоклиматска истраживања подразумевају висок степен мултидисциплинарности. Тако развој медицинске географије добро кореспондира две научне области: географију и медицину (Јовичић Ж., 1998). Она се бави проучавањем разних фактора спољне средине који су битни за унапређење и заштиту здравља народа једне земље, као и организацију и рад здравствене службе. Унутар ње се развила инозогеографија, која се бави проучавањем општих законитости у погледу географске распрострањености оболења људи (Radić and Funtek 1987: 6-74). У Перуђи је 1995. године, у организацији географа, одржан пети интернационални семинар (Geografia medica). У том смислу потврђен је значај медицинске биоклиматологије као дела хумане биоклиматологије (Straser and Godić, 1969).

**Пријатни временски тип** ( $22,0^{\circ}\text{C} < \text{Et} < 50,0^{\circ}\text{C}$ ) карактерише део пролећа (април и мај), јесени (септембар и октобар) и почетак лета (јул). Заступљене су све класе овог временског типа. Физиолошки осећај топлоте **свеже** ( $\text{Et} = 22,0 - 30,0^{\circ}\text{C}$ ) заступљен је само у априлу ( $\text{Et} = 28,5^{\circ}\text{C}$ ). Класа **угодно** је заступљена у мају ( $\text{Et} = 39,0^{\circ}\text{C}$ ) и октобру ( $\text{Et} = 30,3^{\circ}\text{C}$ ) када је блиска граничној вредности свеже. Класа **топло** ( $\text{Et} = 40,0 - 50,0^{\circ}\text{C}$ ) заступљена је у јуну ( $\text{Et} = 47,1^{\circ}\text{C}$ ) и септембру ( $\text{Et} = 41,8^{\circ}\text{C}$ ), мада је тада блиска класи угодно.

**Прегрејани временски тип** ( $50,0^{\circ}\text{C} < \text{Et} < 70,0^{\circ}\text{C}$ ) заступљен је са класом **мало запарно** ( $\text{Et} = 50,0 - 58,0^{\circ}\text{C}$ ) у два најтоплија месеца јулу ( $\text{Et} = 50,7^{\circ}\text{C}$ ) и августу ( $\text{Et} = 51,3^{\circ}\text{C}$ ). Вредности еквивалентних температура у јулу и августу благо прелазе границу пријатног временског типа што се може сматрати релативном вредношћу, јер се бања налази на око 100 метара већој надморској висини од позиције метео станице у Вишеграду, у брдско-планинском и шумовитом окружењу, због чега има и повољнија биоклиматска својства. Класе **запарно** и **веома запарно** нису заступљене.

Истраживања на овом плану су блиска и геологији. Развој медицинске географије је текао са попуњавањем празнине у пограничној области између географије и геологије која је запажена на релацији жива-нежива природа. Тако ће настати веома важна научна дисциплина, геохемија ландшафта. У том правцу је немерљив допринос Вернадског који је утемељио биохемију и геогхемију и створио опште учење о биосфери и тиме указао на међусобну повезаност свих процеса у атмосфери, литосфери и хидросфери са процесима који се дешавају у живој материји. Напоменимо да се тако развила и научна дисциплина медицинска геологија (Коматина М., 2001), а потом палеобиоклиматологија, биомедицинска хидрогеологија, биогеохемија итд.

Тренутна планетарна еколошка стварност, настала отопљавањем климата и озонском деструкцијом, резултирала је великим геоеколошким променама и утицала на нагли развој хумане метеорологије. У том правцу значајне су везе на релацији метеорологије и климатологије са екологијом.

Праћења термичког комфора у радним стамбеним и другим просторијама указује на везу између биометеорологије, биоклиматологије и еоклиматологије са градитељством.

Везе са биологијом су многоструке. О узајамном прожимању биологије и климатологије, разуме се и са биоклиматологијом и еоклиматологијом, указују и њене дисциплине фитобиоклиматологија и зообиоклиматологија.

Биоклиматска и еоклиматска истраживања полазе, у епистемолошком смислу, од чињенице да између човека и природне средине постоји трајна веза из које проистичу вишеструке интеракције са посебним освртом на различите односе између организама и вишегодишњих стања атмосфере. То захтева озбиљан методолошки приступ. У истраживању је потребно применити низ општенаучних метода и статистичких поступака. Поред општих научно-теоријских приступа примењују се и конкретне, односно посебне географске, биолошке, метеоролошке, еколошке и медицинске методе, које је потребно у фазама рада разврстати и провести кроз емпиријску фазу, фазу систематизације и генерализације. Данас су то мултидисциплинарна истраживања за која је неопходан тимски научно-истраживачки рад и перманентна иновација информатичко-софтверских апаратура и модела.

## ЛИТЕРАТУРА:

- Анић, Б. (1972). Основе биоклиматске рејонизације СР Србије. *VII саветовање климатолога Југославије*, Будва, СХМЗ, Београд.
- Анић, Б. (1972). Средње годишње ефективне температуре у Србији. *VII саветовање климатолога Југославије*, Будва, СХМЗ, Београд.
- Boer, W. (1964). *Technische Meteorologie*, Teuhner Verlagsgesellschaft. Leipzig.
- Bonan, G. B. (2002). *Ecological Climatology, concepts and applications*. Cambridge, University press, London.
- Блажејczyk, К. (1994). New climatological-and-physiological model of the human heat balance outdoor (MENEX) and its applications in bioclimatic studies in different scales. *Zeszyty IGiPZ PAN* Nr 28: 27-58.
- Блажејczyk, К. (2004a). Radiation balance in man in various meteorological and geographical conditions. *Geographia Polonica*, 77, 1, 2004, p. 63-76.
- Блажејczyk, К. (2004b). *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*. Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 192.
- Блажејczyk, К. (2005). New indices to assess thermal risks outdoors. [in:] I. Holmér, K. Kuklane, Ch. Gao (red.), *Environmental Ergonomics XI, Proc. Of the 11<sup>th</sup> International Conference*, 22-26 May, 2005 Ystat, Sweden.
- Gregorczyk, M. (1968). Bioclimates ofte world related to air enthalpy. *Int. J. Bio-meteor.*, vol. 12 No 1.
- Дукић, Д. (1981). *Климатологија*. Београд: Научна књига.
- Дукић, В. и Радовановић М., (2005): *Клима Србије*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Knoch, K. (1932). *Handbuch der Klimatologie von Julius von Harm. I. Band Allgemeine Klimatologie*. J. Ehgelhorns Nachf, Stuttgart.
- Fanger, P. (1970). *Thermal comfort*. Danish Techn Press, Copenhagen.
- Jacoby, G.C, & Arrigo, R.D. (1989). Reconstructed Northern Hemisphere annual temperature since 1671 based on high-latitude tree rings and 20 th-century warming. *Science* 273: 771-773.
- Јовичић, Ж. (1998): *Основе медицинске географије Србије, Теоријско-методолошки концепт*. Београд: СГД.
- Komatina, M. (2001). *Medicinska geologija*. Beograd: Tellur.
- Кљаић, Р. (1995). Метеорологија у функцији мултидисциплинарног приступа бањско-климатском потенцијалу Југославије. Бањска и климатска места Југославије, Београд.
- Милосављевић, Р. (1983). Биоклиматска рејонизација Босне и Херцеговине за потребе човека, *Зборник радова XI конгреса географа Југославије*, Подгорица.
- Милосављевић, М. (1985). *Климатологија*, Београд: Научна књига.
- Милинчић, А.М. (2001). *Србија – Геополитика животне средине*. Београд: СГД.
- Маринов, Б. (1967). *Нов метода карактеризирани на топлинното уравниоесјавене на човешкија организам кам ваздушината*. Софија: докторска дисертација.
- Маринов, Б. и Ангелов. (1980). *Медицинска климатологија*. Софија.
- Мађејка, М. (1985). *Клима бања уже Србије*. Београд: СГД, књ. 63.
- Мађејка, М. (2003). *Клима и њен здравствени значај у бањама Србије*. Београд: СГД.
- Прица, М. (1957). *Хигијена*, Београд: Научна књига.
- Пеган, Д. (1995). Неопходност успостављања мреже метеоролошких станица у бањским и климатским местима. Бањска и климатска места Југославије, Београд.
- Pleško, N. (1979). *Turističko-zdravstveni aspekti klimatskih prilika na Jadranu. Druga konferencija o zaštiti Jadrana, Zbornik referata*, Hvar.
- Palagiano, C. (1995). *Le Politiche Sanitarie e le atualiprospective*. Perugia: Geografia medica, Quinto seminario Internazionale.
- Пецел, Р. М. (1996): Биоклиматске карактеристике Пећке бање. *Зборник радова, Физичко-географски процеси на Косову и Метохији*, Приштина.
- Пецел, Р. М. (1997). Биоклиматска оцена Косова и Метохије на основу еквивалентних температура и запаре. *Зборник радова, Физичко-географски процеси на Косову и Метохији II*, Приштина.
- Пецел, Р. М, Попара, С, Јовић, Г. и Стевановић, В. (1996). Биоклиматске карактеристике Подунавља, *Зборник радова научног скупа, „Подунавље у Србији”, уређење, заштита и развој*, Нови Сад.
- Пецел, Р. М, Palagiano, С, Попара, С. и Јамаџија, Б. (1996). Биоклиматске карактеристике Буковичке бање. *Научно-стручни скуп, минералне, термалне, изворске воде, „Ecologica”*, Београд.
- Пецел, Р. М. (2004). Биоклиматска истраживања, методологија и мултидисциплинарност. Радови, Филозофски факултет И. Сарајево.
- Стојинић, С, Ламбић, И. и Бабић, М. (1996). *Акутни коронарни синдроми*, Наука, Београд.
- Штрасер, Т. и Годић, В. (1969). *Увод у медицинску биоклиматологију и основи балнеоклиматологије*. Медицинска књига, Београд.
- Zaninović, K. (1984). *Combined Biometeorological Temperature. Wind Speed and Humidity Index*, Beograd: SHMZ.
- Смајилхоић, Х. (1987). *Клима просторије и физикални фактори који утичу на удобност у њој*. Бања Лука: Заштита и унапређење човјекове средине
- Hentschel, G. (1986). *Human Biometeorology Classification of Climate for large and local skale*, Climate and Human Health, World climate programme applications WCAP-No. 1.
- Вернадскиј, В. И. (1940). *Биогеохемические очерки*. Москва, Лењинград.

Вујевић, П. (1948). *Метеорологија*, Београд: Научна књига.

Вујевић, П. (1961). Прилози за биоклиматологију Копаоника. *Зборник радова, Институт „Ј. Цвијић”*, Београд.

Шегота, Т. (1976). *Климатологија за географе*. Загреб: Школска књига

MILOVAN PECELJ

MIROLJUB A. MILINČIĆ

MILICA PECELJ

#### S u m m a r y

### **BIOCLIMATOLOGY AND ECOCLIMATOLOGY PROSPECTING - RIGHT OUD DEVELOPMENT**

Within contemporary bioclimatology analysis and forecast are serious segment of tourism and recreation analysis, medical and environment analysis. These discipline getting significant dangle on the consequence living shift and environment process. In presence itself reflections on transmogrify within make oscillate and ozone extermination. These issues are within bind with ecoclimatology definition.

In addition to the clasical method which use within bioclimatology researchs, there is a new systems analysis whom operate on quality themselves. On-stream is accent Menex 2005 model that analysing trade-off heat within power system planning humans-environment. Menex 2005 model can be prepared within diferent bioclimatology applications as desk are tourist industry and recreation, climate therapy, thermophysiology, landschape planning, etc.