



Универзитет у Новом Саду
Природно-математички факултет
Департман за географију, туризам и хотелијерство



Мр ГОРАН СТОЈИЋЕВИЋ

БИОКЛИМАТСКА СЛИКА ЗАПАДНЕ СРБИЈЕ У ФУНКЦИЈИ ТУРИЗМА

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Нови Сад, 2016.

ПРЕДГОВОР

Биоклиматологија већ дуго времена представља тему многих истраживања у свету. Специфичан однос климе и човека ме је подстакао да истражујем у том правцу како би смо извели корисне закључке и понашали се у складу са њима.

За један научни рад је потребна идеја, истрајност, оригиналност и визија. Захваљујући мом ментору доценту др Биљани Басарин, која ме је својим саветима и стручношћу усмеравала у процесу писања овог рада, било је наизглед једноставно доћи до завршетка истраживања. Међутим, иза те једноставности у раду др Биљане Басарин стоји једна систематичност и студиозност која нам у будућности може донети много значајних научних радова. Захвалност дугујем и проф. др Драгану Долинају који ме је највише подстакао да наставим са магистарским и докторским студијама. Захваљујем се и члановима комисије на разумевању и ангажованости због јако кратких рокова које су имали приликом оцене рада.

Посебно желим да се захвалим својој супрузи Марији, породици и пријатељима на неизмерној подршци.

Нови Сад, јун 2016. године

Горан Стојићевић

САДРЖАЈ

1. УВОД	4
1.1. ТУРИЗАМ И КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ	4
1.2. НАСТАНАК БИОКЛИМАТОЛОГИЈЕ КАО НАУЧНЕ ДИСЦИПЛИНЕ	5
1.3. БИОКЛИМАТСКИ ИНДЕКСИ	12
1.3.1. Основне карактеристике биоклиматских индекса	13
1.3.2. Туристичка климатологија	28
1.4. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА	34
2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ	39
2.1. КЛИМАТСКИ ПОДАЦИ И ИЗРАЧУНАВАЊЕ РЕТ И UTCI.....	40
3. РЕЗУЛТАТИ	53
3.1. ГОДИШЊЕ И СЕЗОНСКЕ ВАРИЈАЦИЈЕ БИОКЛИМАТског ИНДЕКСА РЕТ	53
3.1.1. Годишње варијације биоклиматског индекса РЕТ	53
3.1.2. Варијације биоклиматског индекса РЕТ током јесени	57
3.1.3. Варијације биоклиматског индекса РЕТ током пролећа	58
3.1.4. Варијације биоклиматског индекса РЕТ током лета	59
3.1.5. Варијације биоклиматског индекса РЕТ током зиме	61
3.2. ГОДИШЊЕ И СЕЗОНСКЕ ВАРИЈАЦИЈЕ БИОКЛИМАТског ИНДЕКСА UTCI.....	62
3.2.1. Годишње варијације биоклиматског индекса UTCI	62
3.2.2. Варијације биоклиматског индекса UTCI током јесени	65
3.2.3. Варијације биоклиматског индекса UTCI током пролећа	67
3.2.4. Варијације биоклиматског индекса UTCI током лета	68
3.2.5. Варијације биоклиматског индекса UTCI током зиме	69
3.3. ТРЕНД ЕКСТРЕМНИХ ВРЕДНОСТИ БИОКЛИМАТског ИНДЕКСА РЕТ.....	71
3.3.1. Тренд вредности РЕТ између 29°C и 35°C	71
3.3.2. Тренд вредности РЕТ између 18°C и 23°C	72
3.3.3. Тренд вредности РЕТ мањих од 0°C	73
3.4. ТРЕНД ЕКСТРЕМНИХ ВРЕДНОСТИ БИОКЛИМАТског ИНДЕКСА UTCI	74
3.4.1. Тренд вредности UTCI између -13°C и -27°C	74
3.4.2. Тренд вредности UTCI између 18°C и 26°C.....	75

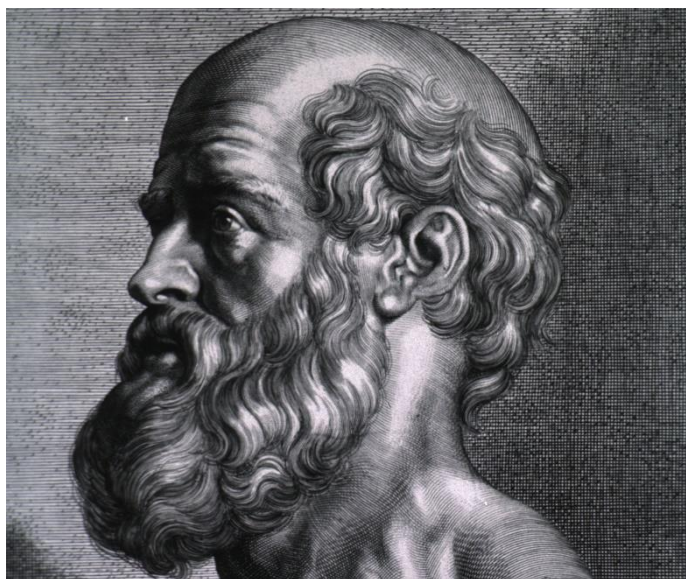
3.4.3. Тренд вредности <i>UTCI</i> између 26°C и 32°C.....	76
3.5. ПРИМЕНА БИОКЛИМАТСКИХ ИСТРАЖИВАЊА У ТУРИЗМУ НА ПРИМЕРУ ТУРИСТИЧКЕ ДЕСТИНАЦИЈЕ ЗЛАТИБОР.....	77
3.5.1. Температура ваздуха	77
3.5.2. Влажност ваздуха и напон водене паре	78
3.5.3. Падавине.....	79
3.5.4. Ветар.....	81
3.5.5. Биоклиматски услови	81
3.5.6. Климатска, туристичка информациона шема – <i>Climate Tourism information Scheme-STIS</i>	83
3.5.7. Индекс временске подобности - <i>WSI</i>	84
3.5.8. Биоклиматски летак.....	85
3.6. ДЕТАЉНА БИОКЛИМАТСКА АНАЛИЗА БАЊЕ КОВИЉАЧЕ	86
3.6.1. Годишњи ток осећаја пријатности	87
3.6.2. Фреквенције појављивања одређених осећаја пријатности	88
3.6.3. Анализа тренда дугогодишњих вредности <i>PET, UTCI, T, v, RH</i>	89
3.7. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕДНОСТИ <i>PET</i> И <i>UTCI</i> ЗА БАЊУ КОВИЉАЧУ У ПЕРИОДУ 1961-2014	96
4. ДИСКУСИЈА.....	102
4.1. БИОКЛИМАТСКА СЛИКА ЗАПАДНЕ СРБИЈЕ	102
4.2. ЕКСТРЕМНИ БИОКЛИМАТСКИ УСЛОВИ НА ПРОСТОРУ ЗАПАДНЕ СРБИЈЕ.....	107
4.4. ДЕТАЉНА КЛИМАТСКА И БИОКЛИМАТСКА АНАЛЗА ЗА ПОТРЕБЕ БОЉЕГ РАЗУМЕВАЊА ТЕРМАЛНОГ КОМФОРА.....	114
5. ЗАКЉУЧАК	117
6. ЛИТЕРАТУРА	120

1. УВОД

1.1. ТУРИЗАМ И КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ

Утицај природе на људски организам је кроз читаву историју развоја цивилизације био пресудан у формирању човекових особина и навика. Како смо се удаљавали од природе и технолошки напредовали, успевали смо да ублажимо негативне климатске утицаје, али смо и даље остали зависни од природе. На жалост, индустријски развој и енормно повећање потрошње фосилних горива утиче на климатске промене које угрожавају целу планету (Пецељ и сарадници, 2007).

Повезаност човека и природе се може уочити од самог почетка културног развоја. У немоћи да утиче на климатске елементе и временске утицаје човек је у најранијим периодима свог развоја придавао мистична значења и божанска обличја природним силама. Најчешћи идоли њихових веровања су били Сунце, ветар, облаци и др (Huntington, 1915).



Слика 1. Хипократ, 460-377 г. пре нове ере
(*Medicinska etika, MEGRAF, 2005*).

Климатске промене су током читаве историје планете Земље утицале на сав биљни и животињски свет од самог њиховог настанка, па самим тим и на човека. Познат је цитат древног филозофа Хипократа (Слика 1) „ОРГАНИЗАМ ЉУДИ РАЗЛИЧИТО СЕ ПОНАША У ПОЈЕДИНИМ ПЕРИОДИМА АТМОСФЕРСКОГ ВРЕМЕНА. НЕКИ ЉУДИ

БОЉЕ ПОДНОСЕ ЗИМУ, А ДРУГИ ЛЕТО. СУВО ВРЕМЕ ЈЕ ЗДРАВИЈЕ И МАЊЕ ОПАСНО НЕГО КИШНО“ (Цветановић и сарадници, 1988).

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. То је заправо наука која проучава утицај климе на жива бића и обрнуто, утицај живих бића на климу, где је човек у центру пажње (Пецељ и сарадници, 2007).

Истраживања која се баве утицајем климе на човека се различито називају: климатологија, клиничка климатологија, медицинска климатологија, биометереологија, биоклиматологија (Цветановић и сарадници, 1988).

Биоклиматологија представља и дејство климе кроз скуп временских прилика које карактеришу средња физичка стања атмосфере у неком месту или широј области на живе организме. Биоклиматологију можемо поделити на поједине гране као што су фотохемијска биоклиматологија која испитује утицај директног и дифузног Сунчевог зрачења на човека, биоклиматологију ваздуха која проучава дејство гасних компонената ваздуха, као што су кисеоник и водена пара на топлотни биланс тела и на хемијске процесе у организму човека, аеросолна биоклиматологија у којој се изучава утицај чврстих или течних честица које лебде у атмосфери на кожу и дисајне органе човека (Поповић, 2007).

1.2. НАСТАНАК БИОКЛИМАТОЛОГИЈЕ КАО НАУЧНЕ ДИСЦИПЛИНЕ

Научна дисциплина која проучава утицај времена и климе на људски организам првобитно је била названа „климатологијом“, „медицинском или клиничком климатологијом“ да би данас коначно добила име „биометеорологија“ (Thomas, 2004). Биометеоролози покушавају да одгонетну сложен однос многих фактора, као што су комбиновани утицаји метеоролошких елемената (температуре ваздуха, влажности ваздуха, инсолације, ветра, падавина) на организам човека (Thomas, 2004).

Данас, утицаји времена се кроз разна истраживања могу доказати и на тај начин сугерисати људима како да се понашају у појединим ситуацијама. На пример у Немачкој се 50% становништва изјашњава да време има утицаја на њих, а чак 20% њих тврди да те промене у значајној мери утичу на њихов свакодневни живот. Такође је познато да

ветровити и тмурни крајеви изазивају повећану депресију и број самоубистава. Топлији и влажни крајеви планете по правилу имају веће стопе криминала од осталих делова. Упркос бројним лошим утицајима климе на човека, поједини микроклиматски параметри могу у значајној мери да позитивно утичу на здравље. Познато је да приморска клима са повећаним садржајем соли може довести до побољшања код оболелих од астме, дерматитиса, псоријаза и др. Утицај времена није подједнак на све људе. По правилу хронични болесници, жене и деца су осетљивији од осталих категорија становника на временске прилике. Без обзира на ниво осетљивости на метеоролошке промене, сваки човек реагује на те промене. Према томе, зависност човека од временских услова и даље је велика без обзира на то што савремени услови живота мењају природне услове у његову корист. Способност човека да се адаптира на временске услове је индивидуална и зависи од много фактора, од наследних до оних стечених. (Цветановић и сарадници, 1988).

Табела 1. Табеларни приказ односа временских фаза и појава патолошких стања
(Цветановић и сарадници, 1988)

Патолошка стања	Неповољне временске фазе	Повољне временске фазе
1	2	3
1. Ишемијска обољења срца АНГИНА ПЕКТОРИС	Средиште циклона и антициклона са топлим и сувим временом; пролазак фронтана; хладних и влажних, топлих влажних и топлих сувих; топло и суво време између два фронта; магла; појачан утицај антициклона са хладним и сувим временом; утицај антициклона са сувим и хладним временом и најнеповољније почетак циклоне циркулације са топлим и сувим временом.	Зачетак антициклонске циркулације са хладним и топлим сувим временом; утицај циклона са топлим и сувим временом; слабљење поља повишеног ваздушног притиска са топлим и влажним временом; зачетак циклоналне циркулације са топлим влажним и хладним влажним временом; пролазак слабо изражених фронтана са хладним и сувим временом; слабљење утицаја циклона са хладним сувим и хладним влажним временом; топло и влажно време пред наилазак хладног фронта.
Резиме:	Променљиво топло и дуготрајно топло и суво време и нагле промене времена	Стабилно хладно суво време

Ангина пекторис и инфаркт миокарда су у директној зависности и од атмосферских промена (Табела 1). Хипертензија је најизразитија 15 до 24 часа пре изразите промене времена. Акутне респираторне инфекције су најзаступљеније за време велике влажности, магле, пада температуре уз ветар. Лепо и стабилно време има позитиван утицај на

психозе, док нестабилно време доводи до поремећаја код тих врста болесника. Повреде у саобраћају представљају посебан облик утицаја климе на човека јер се незгоде дешавају индиректно, односно преко посредника, односно особа које управљају моторним и другим возилом. На њих негативно могу утицати вредност облачности, спарина, атмосферски притисак и влажност ваздуха. Имајући у виду све наведено, недвосмислен је закључак да климатски чиниоци имају директан утицај на здравље људи и представљају евидентан метеоролошки фактор ризика у појави и погоршању метеоролошких обољења (Цветановић и сарадници, 1988).



Слика 2. Елсфорт Хантингтон
(1876-1947)
(van Schaik, 2000)

Почеци развоја биоклиматологије као научне дисциплине се везују за прве радове са почетка 20 века. Амерички географ Елсфорт Хантингтон (Ellsworth Huntington) (Слика 2) је објавио дело „Climate and civilization“ (1915) тврдећи да је управо клима у интеракцији са културним наслеђем и људским вредностима, највише утицала на просперитет цивилизације (Thomas, 2004).

За разлику од многих биометеоролога, Хантингтон је веровао да је за здравље људи најпогоднија температура од 18°C при релативној влажности од 80%. За особе које обављају тежи физички рад најпогоднији услови би били 15.5°C при истим вредностима релативне влажности ваздуха (Thomas, 2004).

Научник Вилијам Петерсон (William F. Petersen) је 1934. године написао књигу „The Patient and the Weather“ описујући утицај ваздушних маса на људски организам. Оно што се данас назива хладним фронтом, Петерсон је називао поларним фронтом. На основу својих детаљних изучавања закључио је да када наилази поларни фронт и ваздушни притисак почиње да пада, људско тело на ове промене одговара контраковањем крвних судова и смањењем кисеоника који долази до срца, плућа, мозга, бубрега и других

витаљних органа. Све ово доводи до повећања крвног притиска. Према Петерсену, да би се надокнадио смањен доток кисеоника, тело отпушта супстанце које доводе до проширења крвних судова, успостављања нормалне циркулације и снижавања крвног притиска. Веровао је да су овакве промене узрок променљивог расположења људи (Thomas, 2004).

Истраживања Вилијама Петерсена о реакцијама људског организма на промене ваздушног притиска наставио је С.В. Тромп (S.W. Tromp). Његова књига *Biometeorology: The Impact of the Weather and Climate on Humans and Their Environment* и данас се користи као стандардна литература при проучавању поменутих утицаја (Thomas, 2004; Tromp, 1980). Иако се Тромп слагао са констатацијом да неке од ових физиолошких промена настају са падом ваздушног притиска, није веровао да само промене у притиску могу бити окидач за таква стања. Његово првобитно интересовање било је везано за истраживање утицаја које геомагнетне силе имају на људски организам (Tromp, 1949; Thomas, 2004).

У исто време, Хелмут Е. Ландсберг (Helmut E. Landsberg), професор на Универзитету у Мериленду, развио је једноставан, али прилично осетљив систем класификације локалних временских услова (Sherretz, 1984; Thomas, 2004). Ландсбергов временски циклус састојао се од шест различитих фаза (Табела 2).

Табела 2. Класификација локалних временских услова по Ландсбергу (Thomas, 2004)

I Фаза	Висок ваздушни притисак, ниске температуре, умерено јак ветар, ниска влажност ваздуха, мала облачност.
II Фаза	Висок ваздушни притисак, умерено јак ветра, сунчано са ниском облачношћу.
III Фаза	Благ пад ваздушног притиска, повећање облачности.
IV Фаза	Благ пад ваздушног притиска, пораст температуре и релативне влажности ваздуха, повећана облачност, падавине.
V Фаза	Нагли пад ваздушног притиска, температуре и влажности ваздуха, олујни ветар.
VI Фаза	Благ пораст ваздушног притиска, ниска температура и влажност ваздуха, смањени удари ветра.

У току једне његове студије 20.000 посетилаца изложбе аутомобила у Немачкој добило је тест који мери брзину реакције које је требало да попуњава у току наредних 10 недеља. Користећи сопствени систем класификације временских услова, схватио је да су реакције испитаника биле брже током фаза I, II и VI, а спорије током III, IV и V фазе.

Такође, увидео је да током фаза III, IV и V људи постају нервознији, и да се током ових фаза догађа више несрећа (Thomas, 2004).

Данас, статистика показује да су ставови о утицају климе и времена на човека били исправни. Интересантно је како временски услови утичу и на ментално здравље човека. Тако је, на пример, у Шпанији највећа стопа самоубистава забележена у граду на југозападу, малом месту у ком стално дувају ветрови са Атлантског океана. Повећана стопа депресије забележена је у популацији која настањује арктички круг, док је у јужним деловима САД, где влада топла и влажна клима, забележена виша стопа насиља и криминала. Истраживања која су спроведена у Немачкој показују да је 50% становништва осетљиво на промену времена (Hörre, et al., 2002), док 70% Американаца верује да клима и временске прилике имају значајан утицај на здравље и понашање људи (Kaiser, 2002).

Са прогресом статистике, физике и физиологије, хумана биометеорологија постаје призната као научна дисциплина. У другој половини 20. века, развијале су се различите квантитативне методе и модели којима се детаљније објашњава утицај промене климатских услова у непосредном окружењу на човеков организам. Такве методе заснивају се на моделима топлотне равнотеже (Hörre, 1997).

Данас, Међународно друштво за биометеорологију (The International Society of Biometeorology) дефинише биометеорологију као научну дисциплину која се бави интеракцијом између атмосферских процеса и живих организама (биљке, животиње и људи), постављајући главно питање: „ Како време и клима утичу на благостање, односно здравље свих живих бића?“ (McGregor, 2011). Хумана биометеорологија је део биометеорологије која се бави изучавањем утицаја времена и климе на живот и здравље човека (Katanić, 2013). Хумана биометеорологија покушава да оцени атмосферске утицаје у потпуности, укључујући и негативан утицај загађености ваздуха (Hörre, 1997).

Модели топлотног комфора људи који се ослањају на нумеричке симулације имају бројне предности у односу на једноставне емпиријске индексе који су засновани на два метеоролошка елемента, температуре и влажности ваздуха. Овакав напредак је резултат схватања да на термални комфор човека поред метеоролошких елемената утичу и метаболички процеси, крвоток, температура тела, хлађење тела знојењем као и турбулентна размена латентне и осетне топлоте између тела и атмосфере. Највећи недостатак емпиријских биоклиматских индекса је у томе што не могу да задовоље услов

да за сваку њихову вредност треба да постоји одговарајући термо-физиолошки одговор (Błazejczyk et al., 2011). И поред ових недостатака, емпиријски биоклиматски индекси (Heat Index, Net Effective Temperature, Humidex, Apparent Temperature, Wind Chill Index и Wet Bulb Globe Temperature) настављају да буду у широкој употреби због релативне једноставности и лаког разумевања шире јавности (McGregor, 2011).

Процена биоклиме све више заузима пажњу климатолога и других специјалиста, попут лекара, физиолога, урбаниста и слично. Па ипак, за сад не постоји једно универзално упутство које представља постојеће методе. Они се могу пронаћи из више различитих извора (<http://www.igipz.pan.pl/bioklima.htm>).

Биоклиматологија у Србији почиње да се озбиљније проучава половином двадесетог века, а један од првих радова је био рад Павла Вујевића „Прилози за биоклиматологију области Копаоника” (1962). У каснијем периоду ова област је спорадично проучавана. Вујевић проучава област Врњачке Бање, Куршумлије, Рашке и Копаоника дајући 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 (Пецељ и сарадници, 2007).

Анић (1972) изводи биоклиматску рејонизацију Србије на основу релативне учесталости повољних и неповољних климатских услова. Она је одређена за једну календарску годину, што представља и њен највећи недостатак (Пецељ и сарадници, 2007).

Допринос биометеорологији у Србији дат је и у монографији која се бави истраживањем климе бања Србије, а које је спровео Мађејке (2003). У монографији су посебно обрађене биоклиматске карактеристике у поглављу „Здравствени значај климе”. У овом поглављу извршена су биоклиматске анализе које су од значаја за бањски туризам Србије. Анализама је обухваћено 38 бања чиме је подигнут ниво познавања биоклиматских карактеристика бањских места Србије (Мађејке, 2003; Пецељ и сарадници, 2007).

О актуелности ове теме у данашње време говори и чињеница да ни једна од наших бања и туристичка места, немају квалитетно обрађене и комплетне биоклиматске анализе. Будући да Србија има 38 бањских и много више климатских места, забрињава неактивност у изради озбиљних и квалитетних климатско-биоклиматских проспекција. Данас се у Европи не може замислити ниједна таква озбиљна дестинација без озбиљне климатско-биоклиматске анализе и биопрогнозе. Сасвим је сигурно да у модерном туризму не би смело бити туристичке дестинације и туристичке зоне без ваљаног климатско-биоклиматског проспекта (Пецељ и сарадници, 2007).

Биоклиматологија је и интердисциплинарна наука која је у тесној вези са медицином, биологијом, екологијом, метеорологијом и фармацеутском науком. Оцена утицаја климатских и временских услова на организам човека изводи се на основу анализа комплексних климатских веза (Цветановић и сарадници, 1988).

У биоклиматологији и њеним субдисциплинама (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. Биоклиматска истраживања имају важну практичну примену у туризму, пољопривреди, регионалном планирању коришћења земљишта, шумарству, архитектури, екологији итд. Туристичко-пропагандна порука била би комплетнија, уколико би садржала биоклиматске анализе и биопрогнозе. Обзиром да је туризам један од најперспективнијих извозних грана, треба озбиљно радити на изради климатско-биоклиматског проспекта. Овом важном питању прилазило се до сада на формалан начин. Развијене земље Европе (Немачка, Аустрија, Француска, Норвешка, Швајцарска, Шведска) у којима је развијен здравствени туризам, биоклиматске информације и биопрогнозе су нормална пракса. Будући да су то земље одакле треба очекивати највише туриста, сасвим коректно би било прилагодити туристичко-здравствено рекреативну понуду европским навикама (Thomas, 2004).

1.3. БИОКЛИМАТСКИ ИНДЕКСИ

Седамдесетих и осамдесетих година двадесетог века употребљавају се први модели који детаљније описују баланс топлотне енергије између човековог тела и околине. Са моделима су изведени бројни биоклиматски индекси за топлотни стрес и топлотно оптерећење који су главни предмет проучавања модерније хумане биоклиматологије. Најистакнутији иницијатор у примени овог тренда у хуманој биоклиматологији био је Фангер (Povl Ole Fanger) који је у књизи “Thermal Comphort” (1970) први пут описао практичну примену модела размене топлоте човековог тела са околином. Као резултат Фангерове једначине која дефинише комфор изведен је индекс PMV (Predicted Mean Vote) који ће убрзо у литератури постати највише примењиван биоклиматски индекс. У биоклиматологији се користе различите комбинације климатских елемената како би се израчунали биоклиматски индекси помоћу којих се добијају поједине биоклиматске величине на основу којих се одређују биоклиматске особине неког места или области. Да би се дала оцена термалног комфора, потребно је анализирати неке биоклиматске индексе који обухватају деловање атмосферских прилика на које не можемо утицати. Током прошлог века уведено је више од стотину индекса који се користе за процену стања биоклиме (Пецељ, 2011).

Данас постоји више од сто различитих индекса који процењују утицај топлоте и хладноће на човеков организам у различитим условима околине. Сви се могу поделити у две основне категорије:

- а) индексе базиране само на метеоролошким параметрима
- б) индексе који комбинују метеоролошке и физиолошке параметре.

Друга група индекса базирана је на формули топлотне равнотеже. Ова група индекса је тешка за спровођење јер укључује превише параметара који захтевају компликована мерења. У њима се врло често ти параметри узимају као константни. Индекси из прве групе се још називају и једноставни метеоролошки индекси или директни индекси. Они су због своје практичности много примењивији, а због лаке интерпретације од корисника често су коришћени од националних временских служби широм света. Једноставни индекси представљају показатељ осећаја тела према топлоти која долази од околине. Осим температуре ваздуха у обзир се узимају и други метеоролошки параметри, најчешће релативна влажност ваздуха и брзина ветра. У топлим временским условима најчешће се употребљавају они који се састоје од комбинације температуре ваздуха и

влажности ваздуха, док се у хладним обично употребљава комбинација температуре ваздуха и брзине ветра, мада постоје и индекси који истовремено комбинују температуру са више других метеоролошких елемената (Blazejczyk et al., 2012).

1.3.1. Основне карактеристике биоклиматских индекса

У прву групу, групу директних или једноставних индекса који приказују утицај одређених метеоролошких елемената (температура ваздуха, брзина ветра, облачност) на људски организам спада и **Топлотни индекс, (Heat Index - HI)**. Овај индекс комбинује температуру ваздуха и релативну влажност ваздуха да би се установио реалан осећај температуре. Једначина за HI (Rothfus, 1990) (Eq (1)) изведена је на основу вишеструке регресионе анализе температуре и релативне влажности ваздуха, а на основу првобитне Стедманове једначине (Steadman, 1979) за очигледну температуру. Када је влажност ваздуха велика, испаравање воде је смањено. То значи да тело спорије губи топлоту, што проузрокује да се она у телу задржава више него кад је сув ваздух (Blazejczyk et al., 2012).

Табела 3. Топлотни индекс - субјективан осећај температуре (Blazejczyk et al., 2012)

Температура ваздуха	Релативна влажност ваздуха (%) (°C)												
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
47	58												
43	54	58											
41	51	54	58										
40	48	51	55	58									
39	46	48	51	54	58								
38	43	46	48	51	54	58							
37	41	43	45	47	51	53	57						
36	38	40	42	44	47	49	52	56					
34	36	38	39	41	43	46	48	51	54	57			
33	34	36	37	38	41	42	44	47	49	52	55		
32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	50	53	56
31	31	32	33	34	35	37	38	39	41	43	45	47	49
30	29	31	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42	44
29	28	29	29	30	31	32	32	33	34	36	37	38	39
28	27	28	28	29	29	29	30	31	32	32	33	34	35
27	27	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	30	31

Наставак: Табела 3. Топлотни индекс - субјективан осећај температуре

Категорија	Топлотни индекс	Могући поремећаји топлоте код људи са повећаним ризиком
Екстремна опасност	54° C или више	Топлотни удар; Сунчаница
Опасност	41° C - 54° C	Сунчаница; Грчеви мишића; Топлотна исцрпљеност; Топлотни удар код продужене експозиције и физичке активности
Екстремна предострожност	32° C - 41° C	Сунчаница; Грчеви мишића; Топлотно исцрпљење код продужене експозиције и физичке активности
Предострожност	27° C - 32° C	Могућ замор код продужене експозиције и физичке активности

Топлотни индекс се израчунава на основу формуле:

$$\begin{aligned}
 HI = & -8.784695 + 1.61139411 \cdot T + 2.338549 \cdot RH \\
 & - 0.14611605 \cdot T \cdot RH - 1.2308094 \cdot 10^{-2} \cdot T^2 \\
 & - 1.6424828 \cdot 10^{-2} \cdot RH^2 + 2.211732 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 \cdot RH \\
 & + 7.2546 \cdot 10^{-4} \cdot T \cdot RH^2 - 3.582 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \cdot RH^2
 \end{aligned}
 \tag{Eq (1)}$$

где је T температура ваздуха и RH релативна влажност ваздуха (Blazejczyk et al., 2012).

HI се примењује у условима када је температура ваздуха изнад 20°C и вредности су категорисане на основу могућих последица на људско здравље (Табела 3).

Хумидекс (Humidex - H) је индекс који је први пут употребљен у Канади 1965. године. Формулу (Eq (2)) за овај индекс извели су канадски метеоролози у жељи да опишу како просечна особа доживљава топло и влажно време. Индекс Хумидекс се користи у свакодневним временским прогнозама у Канади и упозорења се издају на основу израчунатих вредности (Табела 4). Комбинује температуру ваздуха (T) изражену у °C и напон водене паре (v_p) изражен у hPa у јединствен број који одражава доживљену температуру. Представља спољашњу субјективну температуру коју осећа човек у топлој и влажној средини. Хумидекс се користи као мера топлоте која произилази из прекомерне влаге и високе температуре (Blazejczyk et al., 2012).

$$\text{Humidex} = T + 0.5555 \cdot (vp - 10) \quad \text{Eq (2)}$$

$$vp = 6.11 \cdot e^{\left(\frac{5417.753}{273.16} \left(\frac{1}{273.16 + td} \right) \right)}$$

где је td је росна тачка у °C (Blazejczyk et al., 2012).

Табела 4. Скала за степен комфора индекса Humidex (Blazejczyk et al., 2012)

	Humidex (°C)	Степен комфора
	20–29	Без нелагодности, пријатно
	30–39	Мала непријатност
	40–45	Веома нелагодно, избегавати физичко напрезање

Ефективна температура – Effective temperature (ET) је индекс који су првобитно употребљавали стручњаци из области физиологије рада. Математички израз овог биоклиматског индекса дао је Мисенард (Missenard 1933). Овим индексом се успоставља веза између терморегулације људског организма, температуре и влажности ваздуха. Користећи овај индекс могуће је одредити ефективну температуру коју осећа људско тело при одређеним вредностима метеоролошких елемената и која указује на ниво размене топлоте између организма и окружења.

Табела 5. Скала за степен комфора индекса ET (Blazejczyk et al., 2012)

ET (°C)	Степен комфора
<1	Веома хладно
1 – 9	Хладно
9 – 17	Свеже
17 – 21	Прохладно
21 – 23	Пријатно
23 – 27	Топло
>27	Веома топло

Узимајући у обзир нормалан ваздушни притисак и температуру тела од 37°C у комбинацији са температуром и релативном влажности ваздуха, као и са брзином ветра могуће је израчунати ET на основу једначине Eq (3) (Blazejczyk et al., 2012).

$$ET = 37 - \frac{37 - T}{0.68 - 0.0014 \cdot RH + \frac{1}{1.76 + 1.4v^{0.75}}} - 0.29 \cdot T \cdot (1 - 0.01 \cdot RH) \quad \text{Eq (3).}$$

где је v брзина ветра (m/s) на висини од 1.2 m од тла, T је температура ваздуха ($^{\circ}\text{C}$) а RH је влажност ваздуха (%). Овај индекс је био у употреби у Источној Немачкој, СССР-у и Пољској (Blazejczyk et al., 2012).

Постоји неколико скала за оцену комфора на основу ET , али у централној Европи највише се користи скала коју су развили Baranowska и Gabryl 1981. године (Табела 5).

Wet-bulb-globe-temperature – WBGT је топлотни индекс који се користи широм света. Развијен је од стране Америчке морнарице као део истраживања поремећаја насталих током војних вежби у веома топлим климатским условима. Овај индекс почива на коригованој ефективној температури и састоји се од температуре сувог и влажног термометра као и сунчевог зрачења. Користи се у индустрији (заштите на раду), спорту и у војсци како би се одредило максимално време боравка и рада на виском температурама. Израчунава се на основу формуле (Eq (4)):

$$WBGT = 0.567 \cdot T + 0.393 \cdot v_p + 3.94 \quad \text{Eq (4).}$$

На основу категорије WBGT утврђене су препоруке за одређене активности (Табела 6).

Табела 6. Препоручене активности за одређене вредности WBGT (Blazejczyk et al., 2012)

WBGT($^{\circ}\text{C}$)	Препоруке
<18	Нема ограничења.
18 – 23	Бити на опрезу због могућег пораста T и симптома топлотног стреса.
23 – 28	Ограничити активности за неаклиматизоване особе.
28 – 30	Ограничити активности за све осим за веома добро аклиматизоване особе.
>30	Прекинути све активности.

Очигледна температура (*Apparent temperature – AT*) је индекс који показује температуру која на одређеној релативној влажности изазива исти ниво нелагодности као и онај који се осећа при тренутним вредностима температуре, релативне влажности ваздуха и сунчевог зрачења (Steadman, 1984). У основи, овај индекс представља прилагођавање температуре датој релативној влажности ваздуха. Апсолутна влажност ваздуха са росном тачком од 14°C је изабрана за референтну вредност. Уколико је влажност ваздуха виша од референтне, тада ће АТ бити већа од температуре ваздуха и обрнуто. Касније је формула проширена како би се укључио и утицај ветра (Eq (5)).

$$AT = T + 0.33 \cdot vp - 0.7 \cdot v - 4.0 \quad \text{Eq (5)}$$

где је T је температура ваздуха (°C), vp напон водене паре (hPa), v ветар (m/s).

Овај индекс се може примењивати у многим климатским зонама, јер укључује и хладан утицај ваздуха при ниским температурама. Једноставна верзија АТ за топло време је *heat index* (HI) (Blazejczyk et al., 2012).

Индекс хлађења (*Wind chill index - WCI*) је индекс који показује утицај ветра на изложени део коже у хладном окружењу. Укључује заједничко деловање ветра и индексе спољашње температуре (Blazejczyk et al., 2012). WCI дефинише окружење еквивалентно оном стварном у условима ниских температура и појачаног ветра. Овај индекс се до недавно користио у метеоролошкој служби САД као значајан показатељ хладног времена. Израчунава се на основу формуле Eq (6).

$$WCI = 13.12 + 0.6215 \cdot T - 11.37 \cdot v_{10}^{0.16} + 0.3965 \cdot T \cdot v_{10}^{0.16} \quad \text{Eq (6)}$$

Табела 7. Категорије WCT и могућих последица по човека (Blazejczyk et al., 2012)

WCT (°C)	Ризик од појаве промрзлина	Здравствене последице
0 - -9	Низак	Појачана нелагодност
-10 - -27	Низак	Нелагодно: Ризик од хипотермије уколико се борави напољу без адекватне заштитне одеће.
-28 - -39	На изложеним деловима промрзLINE се могу појавити за 10-30 мин.	Ризик од појаве промрзлина на лицу и екстремитетима.
-40 - -47	Висок ризик: На изложеним деловима промрзLINE се могу појавити за 5-10 мин	Ризик од хипотермије уколико се борави напољу без адекватне заштитне одеће и склоништа од ветра и ниске температуре.
-48 - -54	Веома висок ризик: На изложеним деловима промрзLINE се могу појавити за 2-5 мин.	Повећан ризик од појаве промрзлина на лицу и екстремитетима.
< -55	Екстремно висок ризик: На изложеним деловима промрзLINE се могу појавити за мање од 2 мин.	Ризик од хипотермије уколико се борави напољу без адекватне заштитне одеће и склоништа од ветра и ниске температуре. Појава промрзлина на лицу и екстремитетима.
		ОПАСНОСТ! Услови за боравак ван склоништа опасни по живот.

Категорије WCT, слично као и HI, одређене су на основу могућих последица по човека (табела 7).

Људско тело може се прилагодити различитим временским условима и постићи топлотну равнотежу са околином чак и у случајевима кад објективно не постоје услови за осећај пријатности. Осећај пријатности се постиже уколико су производња и губитак топлоте једнаки. Ако је губитак топлоте већи од количине коју тело прими, човеку ће бити хладно, а ако је добија више него што одаје околина, биће му топло. Начини којима се човек прилагођава променама топлоте су облачење додатних комада одеће или свлачење сувишних, повећање активности током хладнијег времена односно мировање током топлијих периода. За разлику од ових наведених параметара које човек може мењати према потреби, на метеоролошке параметре не може утицати већ им се може само прилагођавати. На човеков осећај пријатности, осим температуре, утичу струјање и влажност ваздуха али такође и зрачење. Зрачење Сунца и околних предмета у знатној мери утичу на осећај топлоте, па је врло битно утврдити да ли је човек изложен директном Сунчевом зрачењу или није. Струјање ваздуха поспешује одвођење топлоте са површине

тела, па код ниских температура повећава осећај хладноће, а код високих смањује осећај топлоте. Међутим, што је температура ваздуха виша и ближа телесној температури, расхлађујући утицај ветра се смањује, а кад температура ваздуха премаши температуру тела, струјање ваздуха чак и повећава осећај топлоте. Утицај влажности ваздуха већи је у топлом делу скале него код ниских температура. Испаравање зноја с површине тела троши енергију и смањује осећај топлоте. Кад ваздух садржи више водене паре, испаравање зноја с површине тела отежано је што доприноси осећају топлоте и спарине код високих температура (Zaninović i saradnici., 2008).

Уколико желимо да оценимо топлотни утицај околине на људско тело неопходно је узети у обзир све интегрисане утицаје свих топлотних параметара. Ако се жели одгонетнути утицај климе на људски организам у најширем смислу, потребно је проценити не само утицај једног већ свих топлотних компоненти, што наводи на закључак о нужности моделовања људске топлотне равнотеже (Норре, 1999).

Сви модели базирају се на једначини топлотне равнотеже за људско тело:

$$M + W + R + C + E_d + E_{re} + E_{sw} + S = 0 \quad (W) \quad \text{Eq (7)}$$

где је:

M - метаболизам (унутрашња енергија произведена оксидацијом хране),

W – физички рад,

R – топлота ослобођена зрачењем тела,

C – ток топлоте услед конвекције,

E_d – латентни ток топлоте услед дифузије водене паре кроз кожу,

E_{re} – збир токова топлоте због загревања и влажења удахнутог ваздуха,

E_{sw} - ток топлоте због испаравања зноја,

S – ток топлоте који зависи од загревања или хлађења тела.

Поједини изрази у једначини Eq (7) имају позитивне предзнаке уколико предају топлоту телу (M), односно негативне предзнаке уколико одводе топлоту од тела (W , E_d и E_{sw}) и директно су под утицајем следећих метеоролошких параметара:

1. Температуре ваздуха: C , E_{re} ,

2. Влажности ваздуха: E_d , E_{re} , E_{sw} ,
3. Брзине ветра: C , E_{sw} ,
4. Средње температуре зрачења: R (Нөрре, 1999).

Један од првих и још увек врло популарних модела топлотне равнотеже јесте једначина за осећај пријатности коју је дефинисао Фангер (Fanger, 1972). Развијена је за услове ентеријера, а осећај пријатности се изражава помоћу индекса који се назива средњи процењен осећај - **Predicted Mean Vote - PMV** и претпостављеног дела оних који ће осећати непријатност - **Predicted Percentage Dissatisfied - PPD**. Овај модел су користили инжењери приликом пројектовања уређаја за климатизацију просторија. Нешто касније у првобитни модел убачени су сложени прорачуни спољашњег зрачења као и адекватни параметри (Jendritzky, 1979; 1990) чиме је настао модел Klima Michel. Овај модел користи се за израчунавање топлотне равнотеже у спољашњим условима (Нөрре, 1999). Међутим и овај модел као и Фангеров, створен је како би се израчунао индекс за топлотну компоненту климе, а не да би приказао реално стање услова за топлотну равнотежу људског тела. У Фангеровом моделу температура коже и знојење означени су само као вредности помоћу којих се долази до осећаја пријатности и који су зависни само од физичке активности, али не и од метеоролошких параметара (Нөрре, 1999).

Како би модели били погодни за општу употребу, морају истраживачима омогућити предвиђање „стварних вредности“ мерљивих топлотних величина као што су температура коже, унутрашња телесна температура, ниво знојења или влажности коже. Управо зато је неопходно узети у обзир све системе за одржавање сталне телесне температуре ко што су ширење и сужавање периферних крвних судова као и физиолошки степен знојења (Нөрре, 1993, 1999). Такав модел је **Münich Energy balance Model for Individuals – MEMI** (Нөрре, 1984, 1994) који је основа за израчунавање физиолошки еквивалентне температуре (**Physiological Equivalent Temperature - PET**), индекса коришћеног у овој студији.

MEMI модел базиран је на једначини енергетске равнотеже људског тела и неких параметара из Гагеевог двочворног модела (Gagge et al., 1971). У једначини Eq(7) поједини елементи зависе од средње површинске температуре одеће, средње температуре коже или нивоа знојења, а ти елементи су под утицајем спољашњих чинилаца. Физиолошки степен знојења (основа за израчунавање E_{sw}) зависи од телесне температуре

на коју утичу спољашњи елементи и физичка активност. Зато, да би се једначина енергетске равнотеже решила, неопходно је прво одредити три непозната елемента, односно средњу површинску температуру одеће (T_{cl}), средњу температуру коже (T_{sk}) и унутрашњу телесну температуру (T_c). Поред једначине Eq(7) потребне су још две које описују ток топлоте из унутрашњости тела до површине коже (F_{CS}) и ток топлоте од површине коже кроз одећу до површине одеће (F_{SC}) (Нөрре, 1999).

$$F_{CS} = v_b \cdot \rho_b \cdot c_b \cdot (T_c - T_{sk}) \quad (\text{W/m}^2) \quad \text{Eq(8)}$$

где је:

v_b ток крви од унутрашњости тела према кожи((l/s)/ m²))

ρ_b густина крви(kg/l)

c_b специфична топлота((W · s)/(kg · K)).

$$F_{SC} = \frac{1}{I_{cl}} \cdot (T_{sk} - T_{cl}) \quad (\text{W/m}^2) \quad \text{Eq(9)}$$

где је: I_{cl} топлотна отпорност одеће(K · m²/W).

Помоћу овог система од три једначине и одређених термофизиолошких околности, могуће је израчунати, за било коју комбинацију метеоролошких елемената, активности и типа одеће, топлотно стање тела одређено токовима топлоте, телесним температуром и степеном знојења. Најважнија разлика у односу на Гагеов двочворни модел је начин израчунавања физиолошког степена знојења (у зависности од T_{sk} и T_c) као и одвојено рачунање токова топлоте кроз делове површине коже која је гола или покривена одећом (Нөрре, 1999).

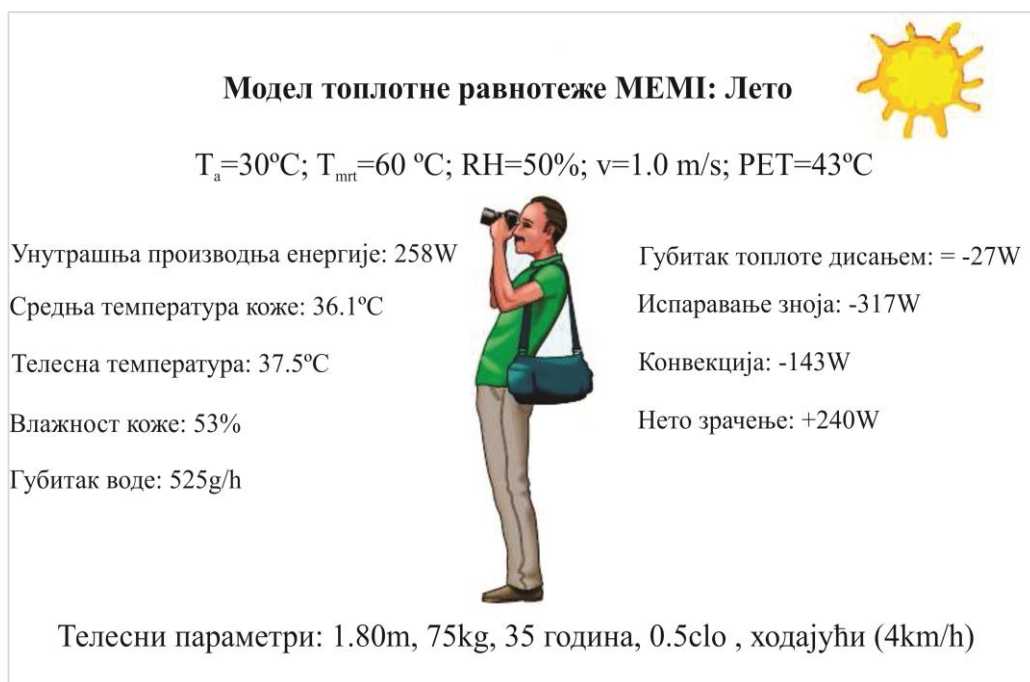
Мејер и Хоупе (Mauger, Nörre, 1987) су 1987. године за оцену осећаја пријатности увели физиолошки еквивалентну температуру (PET). PET је индекс који је дефинисан као физиолошки еквивалентна температура на било којем месту, било отвореном или затвореном и еквивалентна је температури ваздуха у затвореном простору при којој би топлотна равнотежа људске активности (радни метаболизам 80W лагане активности који се додаје базном метаболизму а то одговара *лаганом раду уз стајање*; топлотна отпорност

одеће 0.9 clo- лагана спортска одећа: памучна мајица, панталоне, мајица кратких рукава, доњи веш, чарапе, ципеле и лагана памучна јакна) била одржана на истом нивоу са унутрашњом и температуром коже (Нёрре, 1999). То значи да је физиолошки еквивалентна температура она температура у затвореном простору при којој би се човек осећао једнако као у стварним условима (Слика 3). За затворени простор узете су следеће претпоставке:

- Средња температура зрачења једнака температури ваздуха ($T_{mrt} = T_a$)
- Брзина ветра 0.1 m/s
- Напон водене паре подешен на 12 h Pa (приближно еквивалентно релативној влажности од 50% при $T_a = 20$ °C).

Процес израчунавања физиолошки еквивалентне температуре обухвата:

- израчунавање топлотних услова људског тела (T_{sk} и T_c) помоћу MEMI модела за дату комбинацију метеоролошких параметара
- убацивање израчунатих вредности за средњу температуру коже и унутрашњу температуру модел MEMI и решавање система једначина за температуру ваздуха T_a (уз $v = 0.1$ m/s, $VP = 12$ h Pa, $T_{mrt} = T_a$)
- добијена температура ваздуха је физиолошки еквивалентна температура (PET).



Слика 3. Пример израчунавања топлотне равнотеже помоћу MEMI модела топлотне равнотеже за услове топлог и сунчаног дана (Нёрре, 1999)

Конкретно, то би значило да особа која се налази у затвореној просторији температуре ваздуха 43°C достиже једнако тоplotно стање као да се налази на топлом и осунчаном отвореном простору. Уколико би се особа с осунчаног подручја померила у хлад, PET би се са 43°C смањио на 29°C. Из приложене табеле (табела 8) може се приметити да, уз једнаке спољашње температурне услове, тоplotно оптерећење организма може бити различито што се врло јасно може представити физиолошки еквивалентном температуром.

Табела 8. Примери PET за различите услове: T_a – температура ваздуха, T_{mrt} – средња температура зрачења, v – брзина ветра, VP – напон водене паре (Hörre, 1999)

Услови	$T_a(^{\circ}\text{C})$	$T_{mrt(^{\circ}\text{C})}$	v (m/s)	VP (hPa)	PET ($^{\circ}\text{C}$)
Затворен простор	21	21	0.1	12	21
Зима, сунчано	-5	40	0.5	2	10
Зима, хлад	-5	-5	5.0	2	-13
Лето, сунчано	30	60	1.0	21	43
Лето, хлад	30	30	1.0	21	29

Вредности за активност и одевеност, при израчунавању физиолошки еквивалентне температуре, сматрају се константним како би се дефинисао индекс независан од индивидуалног понашања (Matzarakis et al., 1999).

PET је прави климатски индекс који описује тоplotну околину према тоplotно-физиолошким условима. Употреба овог индекса омогућује човеку да доживи тоplotну компоненту времена на властитом примеру. Пуно је лакше замислити шта тоplotно значи температура ваздуха просторије од 30°C него да сазнамо да се очекује ведро небо, умерен ветар и температура ваздуха од 20 °C. Тада човек може, из сопственог искуства, сам одредити како ће се обући и који тип активности би био прикладан за такве услове (Hörre, 1999).

У поређењу са осталим индексима, који су такође добијени из модела енергетске равнотеже тела и околине, предност физиолошки еквивалентне температуре је општепозната мерна јединица ($^{\circ}\text{C}$), што резултате чини врло приступачним и особама које нису упознате са терминологијом модерне биометеорологије (Matzarakis et al., 1999).

Осећај пријатности се, према физиолошкој еквивалентној температури одређује на основу Табеле 9 (Matzarakis, Mayer 1996).

Табела 9. Класификација осећаја пријатности према физиолошки еквивалентној температури (PET) (Matzarakis, Mayer 1996)

PET (°C)	ОСЕЋАЈ ПРИЈАТНОСТИ
< 4	врло хладно
4 – 8	хладно
8 – 13	свеже
13 - 18	пријатно свеже
18 – 23	пријатно
23 - 29	пријатно топло
29 - 35	топло
35 - 41	вруће
> 41	врло вруће

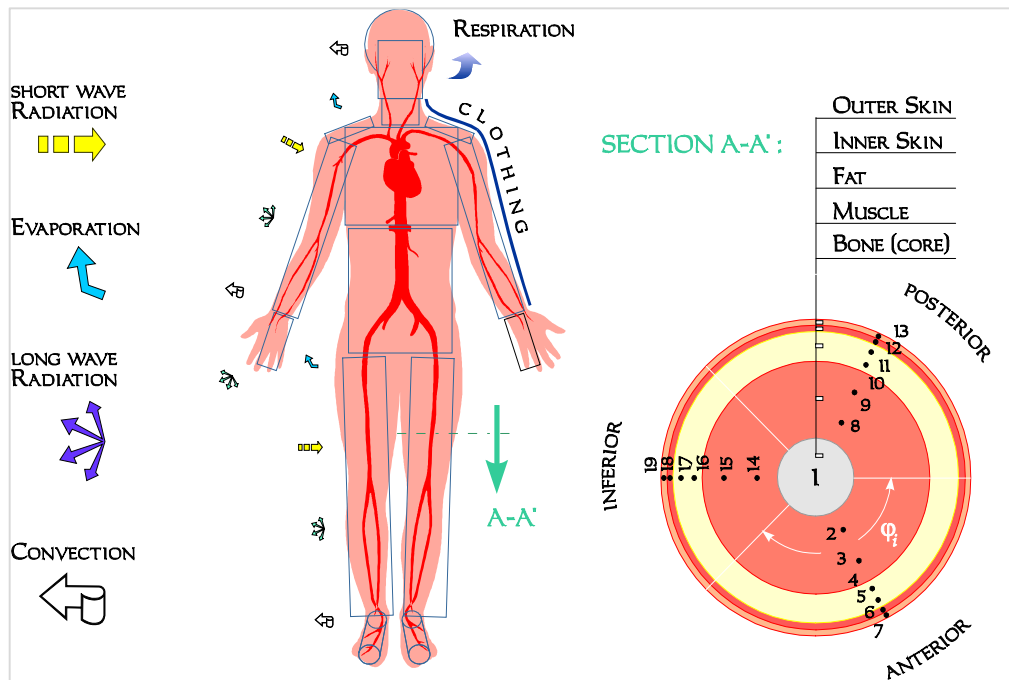
Током последње четири деценије много детаљнији, више-чворни модели човекове терморегулације су развијени (Stolwijk, 1971; Wissler, 1985; Fiala et al., 1999, 2001, 2003; Huizenga et al., 2001; Tanabe et al., 2002). Ови модели симулирају пренос топлоте из унутрашњости тела до саме површине узимајући при том у обзир анатомске, термалне и физиолошке карактеристике људског тела. Поред ових карактеристика вишечворни модели могу да предвиде температуру појединих делова људског тела, као нпр. температуру коже на изложеном делу шаке. Резултати истраживања су показали да ови вишечворни модели могу да предвиде термофизиолошке карактеристике тела у веома различитим спољашњим условима (Fiala et al. 2001, 2003, Havenith, 2001; Huizenga et al. 2001). Један од новијих и веома комплексних више-чворних мода је и **UTCI-Fiala** модел који представља основу за израчунавање **Универзалног термалног климатског индекса UTCI**, индекса који је такође коришћен у овој студији.

У овом моделу људски организам је подељен у два система терморегулације који су међусобно зависни:

- а) активни систем контроле који укључује терморегулаторне одговоре, термогенеза, знојење и периферни крвоток,

- б) пасивни систем контроле који укључује људско тело и трансфер топлоте између човека и околине.

Поред тога модел укључује и модел топлотне угодности који предвиђа понашање организма на основу физиолошког стања. Пасивни систем је више-сегментна, више-слојна репрезентација људског тела са информацијама о анатомским и физиолошким карактеристикама. Модел представља просечног човека, масе 73.5 kg, проценат телесне масноће 14% и површином коже 1.86 m². Овако тело је идеализовано, јер сферни и цилиндрични елементи сачињавају концентричне слојеве ткива. Пасивни систем се састоји од 12 елемената тела који су сачињени од 187 активних чворова (Слика 4).



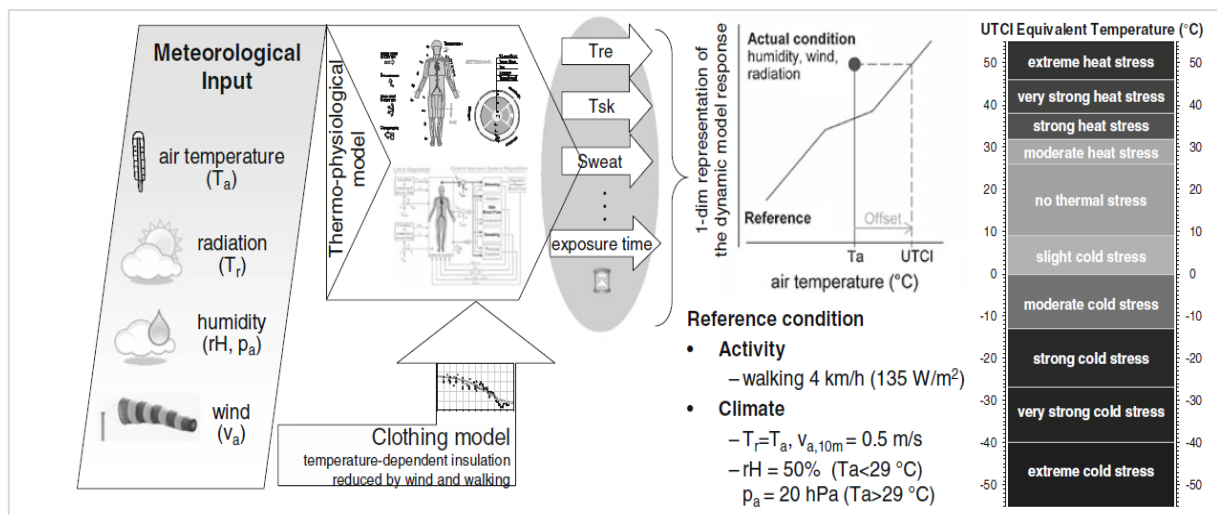
Слика 4. UTCI-Fiala модел (Fiala et al., 2011)

Активни систем UTCI-Fiala модела претпоставља терморегулативне реакције централног нервног система као нпр. вазокстрикција - скупљање крвних судова, вазодилатација-ширење крвних судова, термогенеза дрхтањем и стопа знојења. Активни систем је формиран на основу измерених вредности добијених у серији физиолошких експеримената у условима хладног стреса, умереног и топлог као и на различитим нивоима физичке активности (Fiala et al., 2011).

О комплексности модела говори и чињеница да је људско тело подељено на 12 сферних или цилиндричних елемената: глава, лице, врат, рамена, грудни кош, абдомен, надлактице и подлактице, шаке, надколенице и подколенице и стопала (Слика 4). Елементи тела сачињени су од ткива поређаног у концентричне кругове (одељак А-А“ на слици 5): мозак, плућа, кости, мишићи, унутрашњи органи, сало и кожа (Fiala et al., 1999) и даље подељени у још 63 сектора (Fiala et al., 2011).

Универзални термални климатски индекс UTCI дефинише се као температура ваздуха референтне средине која изазива исте реакције модела као и стварни услови. Према томе UTCI је температура ваздуха која би довела у условима референтне средине исти топлотни напор као и стварни услови. Дефинисани метеоролошки, термофизиолошки фактори који се користе при израчунавању UTCI:

- брзина ветра (v_a) од 0.5 m/s на висини од 10 m изнад тла (око 0.3 m/s на висини од 1.1 m изнад тла);
- средња температура зрачења (T_{mrt}) једнака температури ваздуха;
- напон водене паре (v_p) који одговара релативној влажности ваздухом; при високим температурама ваздуха ($>29^\circ\text{C}$) референтна вредност износи 20 hPa;
- лагана активности који одговара лагајој шетњи (4 km/h (1.1 m/s)), што одговара радном метаболизму од 2.3 MET (135 Wm^{-2}) (Слика 5).



Слика 5. Концепт UTCI модела (Bröde et al., 2012)

Табела 10. UTCI табела за мерење топлотног стреса (Bröde et al., 2012)

UTCI(°C)	Оцена физиолошког стреса
испод -40	Екстремно хладан стрес
-40 до -27	Веома јак хладан стрес
-27 до -13	Јак хладан стрес
-13 до 0	Средње хладан стрес
0 до 9	Пријатно хладан стрес
9 до 26	Без топлотног стреса
26 до 32	Средње топао стрес
23 до 29	Пријатно топао стрес
32 до 38	Јак топао стрес
38 до 46	Веома снажно топао стрес
изнад 46	Екстремно топао стрес

Отпор одеће прилагођава се промени климатских услова. Према томе, принцип UTCI био је да сагледа навике у облачењу људи у Европи, а на основу података сакупљених теренским истраживањем. Оцена топлотне пријатности према UTCI врши се на основу Табеле 10.

Модел **MENEX (Man-ENVIRONMENT-heat-EXchange)** подразумева размену топлоте између човека и околине (Błażejczyk, 1994). Модел је први пут објављен 1994. године а потом неколико пута допуњаван, последњи пут 2005. године. Овај модел има различите примене у биоклиматологији (за туризам и рекреацију, климатотерапију, здравље људи и урбану климатологију), у термофизиолошким изучавањима као и у просторном планирању (Błażejczyk, 1994). Као резултат овог модела изведени су биоклиматски индекси као што су: **субјективна температура - STI (°C)**, **физиолошко напрезање - PhS** (бездимензионална величина), **физиолошка субјективна температура - PST**, **топлотно оптерећење код човека - HL** (бездимензионална величина) као и **индекс временске погодности - WSI** (Błażejczyk, 2008), индекс коришћен у овој студији.

За израчунавање човекове топлотне равнотеже моделу су потребна два типа података: метеоролошки подаци (температура ваздуха, брзина ветра, влажност ваздуха, радијација, облачност) и физиолошки параметри (температура коже човека, метаболичка продукција топлоте, изолација одеће, албедо одеће и брзина кретања човека). MENEX модел решава једначине у два корака. У првом се рачунају елементи једначине који се јављају непосредно после контакта човека са околином. Активирају се температурни рецептори и дају физиолошки одговор организма како би задржао унутрашњу

температуру тела. У условима хладнијег времена, температура коже се не мења много, тако да рецептори у кожи региструју стварну температуру коже због актуелног процеса у атмосфери. У топлијим условима, услед интензивног испаравања зноја, након 15-20 минута почиње хлађење, тако да рецептори у кожи региструју нову, нижу температуру коже (0.066°C за сваки 1Wm^{-2} испаравања, Fanger, 1972) (Blażejczyk 2005).

У другом кораку, модел израчунава једначину топлотне равнотеже узимајући при том у обзир температуру коже насталу услед процеса терморегулације. Односно, компоненте једначине топлотне равнотеже представљају ниво размене топлоте између човека и животне средине након 15-20 минута од процеса адаптације (Blażejczyk 2005).

Модел MENEX представља основу за израчунавање индекса временске подобности (**The Weather Suitability Index – WSI**). Индекс временске подобности представља оцену временских услова који су погодни за различите врсте активности, а које је могуће упражњавати у природи: за сунчање – SB (тј. за стајање на осунчаном простору WSI_SB), за тзв. „проветравање“ – AB (тј. за стајање на свежем ваздуху у хладовини – WSI_AB), за комбиноване активности – MR (нпр. шетња, лаке игре, куповина – WSI_MR), за интензивне активности – AR (нпр. фудбал, бициклизам, планинарење, цогирање итд. – WSI_AR) и за скијање као и остале зимске спортове – ST (WSI_ST) (Blażejczyk, 2008).

1.3.2. Туристичка климатологија

Туризам представља привредну грану која је у другој половини двадесетог века доживела највећу експанзију. Туризам у свету је порастао за рекордних 260% између 1960. и 1970. године прошлог века (Hale and Altalo, 2002). Преко 3 милиона људи ради у сектору туризма. Један од пресудних фактора за развој ове гране привреде је клима, али досадашња истраживања нису у довољној мери објашњавала међусобни утицај климе и туристичких кретања. Значај доброг теоријског познавања зависности туристичких кретања у односу на климу може да створи одличне предуслове за добро планирање и развој туристичких капацитета. Наравно клима није једини чинилац који утиче на туристичка кретања. Географска ширина, топографија, пејзаж, флора и фауна и др. су такође фактори који утичу на одлуку туристе о избору дестинације. Чињеница да у појединим деловима године туристи радије иду, на пример, на море говори да је клима пресудан фактор за одлуку о путовању (de Freitas, 2003).

Поседовање информације када је најбоље време за посету, која је одећа прикладна за које доба године, очекивани временски екстреми туристичког места доприносе информисаности туристе и правилном коришћењу туристичких капацитета. Познавање климатских карактеристика неког подручја може да помогне да се туристима алтернативно понуде садржаји који на, пример, могу да буду мање зависни од климе што може да задржи туристу дужи низ година (de Freitas, 2003).

За правилно планирање туристичке привреде у односу на климу неопходно је добро познавање свих чињеница, а за то је потребна озбиљна стручност. Али, уколико се подаци о климатским кретањима публикују на језик који је свима разумљив ефекти могу бити веома корисни. Подаци који могу бити корисни за планирање могу бити доступни из архивске грађе директним увидом у мерне инструменте и праћењем временске прогнозе (de Freitas, 2003).

Правилно тумачење климатских прилика неке туристичке дестинације може помоћи у правилном планирању смештајних капацитета и пропратних садржаја. На тај начин туристима могу да се понуде одговарајући комфор, а туристичком привреднику оптимално улагање у инфраструктуру. Генерално, истраживања могу да иду у правцу утврђивања позитивних или негативних климатским услова у одмаралиштима или сличним локацијама. Циљ је добијање релевантних података и закључака, дужина периода током године у којем објекти могу профитабилно да функционишу, начин пласирања и публикације климатско туристичке информације са алтернативном понудом дестинације у случају неповољних климатских услова (de Freitas, 2003).

Дисциплина названа туристичка климатологија изучава повезаност климе и туризма у најширем смислу. Заједно са географским положајем, топографијом, рељефом, флором и фауном, време и клима сачињавају природну основу за рекреацију и туризам. Концепт туристичке климатологије посматра климу и временске прилике које чине рекреациони потенцијал неке туристичке дестинације и могу бити класификовани као пожељни али и као непожељни (Hibbs, 1966; de Freitas, 2003). Према томе, клима је ресурс који је експлоатисан у туризму, и тај ресурс мора бити мерљив. Тако се клима може посматрати као економска предност одређене туристичке дестинације.

Карактеристике климе и времена не сачињавају нужно туристички потенцијал, али су важан економски фактор за организаторе туристичких кретања као и део личног

искуства туриста. Свака дестинација има свој туристички потенцијал у зависности од климатских карактеристика (de Freitas, 2003). Из перспективе туристичких кретања, клима је означена као значајан природни ресурс за туризам (de Freitas, 2003; Gomez-Martin, 2005; Scott et al., 2012). Неке од најзначајнијих карактеристика овог природног потенцијала су: бесплатна је, обновљиви ресурс, не може се складиштити и преносити (Gomez-Martin, 2005). Три основна аспекта климе су: термална, физичка и естетска компонента (de Freitas, 2003). Термална компонента се односи на термални комфор туриста, физичка компонента укључује падавине и ветар и може бити ограничавајући фактор у туристичким кретањима. Естетска компонента укључује инсолацију, облачност, појаву магле и изглед неба. Међутим, клима није увек користан ресурс за дестинацију. Она може бити и ограничавајући фактор јер климатски услови варирају по сезонама (Andriotis, 2005; Gomez-Martin, 2005). Метеоролошки елементи као што су инсолација и температура посматрају се као покретачки и привлачни фактори. Истраживање спроведено у западној Канади које је имало за циљ да утврди значај туристичких атрибута на пет различитих дестинација (Хаваји, Аустралија, Француска и Кина) показало је да клима спада међу четири најзначајнија туристичка потенцијала (Hu, Ritchie, 1993).

У покушају да се оцени погодност климе дестинације за туризам бројни методи и индекси су развијени. Најчешће се туристима нуде информације које укључују дневну температуру ваздуха, релативну влажност ваздуха, падавине, инсолацију, брзину ветра UV зрачење као и загађење ваздуха. Међутим, ове информације које долазе са метеоролошких станица нису довољне како би туристи могли да оцене погодност времена за одређене активности. Ове вредности су обично представљене као средње вредности за одређен период што за туристе нема велики значај (Matzarakis 2006, de Freits 2003, Hamilton, Lau 2005; Zaninović, Matzarakis 2009; Scott, Lemieux 2009). Информације о климатским карактеристикама требало би представити у форми коју ће туристи лако разумети и користити, па је стога предложено да се ове информације представе у виду јединственог индекса (de Freitas, 2003).

Првобитно овакви индекси нису били развијени за потребе туризма и рекреације него за потребе климатологије и хумане биоклиматологије. Најпознатији индекс развије за потребе туризма је **Туристички климатски индекс (TCI)** који је развио развио је Збигњев Мјечковски (Zbigniew Mieczkowski) 1985. године (Mieczkowski, 1985). Овај индекс је највише употребљаван како би се оценила погодност климе за туристичка

кретања (Scott et al., 2004, 2012). Основне карактеристике и примене TCI имају директну корист за туристе. Чак и они туристи који нису мотивисани климатским карактеристикама дестинације, желе да одаберу најповољнији део године за путовање. TCI обезбеђује управо такве информације, а нарочито је то од помоћи за стране туристе који нису у потпуности упознати са климом дестинације коју посећују. Поред тога, TCI индиректно помаже бољој употреби климатских ресурса широм планете, нарочито дестинацијама које тек проналазе своје место на туристичком тржишту (Mieczkowski, 1985).

TCI је осмишљен тако да узима у обзир седам метеоролошких елемента: средњу месечну максималну дневну температуру, средњу месечну температуру, средњу месечну минималну вредност релативне влажности ваздуха, средњу месечну вредност релативне влажности ваздуха, укупну месечну количину падавина, просечан број сунчаних сати у месецу и просечну месечну брзину ветра. Комбинација ових променљивих параметара чини пет подиндекса чије се вредности користе у коначној формули за израчунавање TCI (Scott, McBoyle, 2001).

Табела 11. Компоненте туристичког климатског индекса (Модификовано према: Scott, McBoyle, 2001; Perch-Nielsen et al., 2010; Mantao, 2013)

Подиндекс	Климатске променљиве (месечне вредности)	Утицај	Удео (%)
CID	T_{\max} (°C)	Топлотна пријатност када се јавља максимум туристичких активности	40
	RH_{\min} (%)		
CIA	T_{mean} (°C)	Топлотна пријатност током читавих 24 сата, укључујући и ноћне сате	10
	RH_{mean} (%)		
R	Укупна количина падавина (mm)	Негативан фактор на свеукупно искуство	20
S	Просечан број сунчаних сати (h/дану)	Позитиван фактор на свеукупно искуство	20
W	Просечна брзина ветра (km/h) T_{\max} (°C)	Позитиван фактор код високих температура, негативан код ниских температура	10

Пет подиндекса (табела 11) који се користе у коначном израчунавању TCI-а јесу (Mantao, 2013):

1. CID (Daytime comfort index)- индекс пријатности током трајања дневне светлости, који представља комбинацију максималне месечне температуре (T_{max}) ($^{\circ}C$) и минималне месечне релативне влажности ваздуха (RH_{min}) (%)
2. CIA (Daily comfort index) - дневни индекс пријатности, који представља комбинацију средње месечне температуре (T_{mean}) ($^{\circ}C$) и средње месечне релативне влажности ваздуха (RH_{mean}) (%)
3. R (Precipitation)- подиндекс за падавине (mm)
4. S (Sunshine)- подиндекс за инсолацију (hrs)
5. W (Wind) - подиндекс за ветар (km/h ili m/s)

Туристички климатски индекс се израчунава на основу формуле:

$$TCI = 2 \cdot (4 \cdot CID + CIA + 2 \cdot R + 2 \cdot S + W) \quad \text{Eq(10)}$$

Подиндекси CID и CIA су параметри термалне пријатности док остали сачињавају три основна аспекта климе значајна за туристичка кретања, термални, естетски и физички (Mieczkowski, 1985). Главне предности TCI су стварање јединственог индекса који је лако разумљив и може се на адекватан начин приказати туристима. У прилог томе иде и његова једноставна интерпретација, на скали од -30 до 100 (Табела 12), најмања вредност указује на најнеповољније услове и обрнуто (Scott, McBoyle 2001; Perch-Nielsen et al. 2010).

Иако је овај индекс формиран пре 30 година, и даље је највише коришћен за оцену погодности климатских прилика дестинације. Туристички климатски индекс коришћен је за оцену постојећих климатских услова (Cengiz et al., 2008; Farajzadeh, Matzarakis 2009; Roshan et al., 2009) као и за процену у будућности коришћењем резултата климатских модела (Scott, McBoyle, 2001; Scott et al., 2004; Amelung, Viner, 2006; Amelung et al., 2007; Hein, 2007; Nicholls, Amelung 2008; Amelung, Moreno 2009; Hein et al., 2009; Yu et al., 2009a, 2009b; Perch-Nielsen et al., 2010; Whittlesea, Amelung 2010).

Табела 12. Категорисање TCI на основу његове вредности
(Модификовано према: Mieczkowski, 1985)

TKI	Категорија
90-100	Идеалан
80-89	Одличан
70-79	Врло добар
60-69	Добар
50-59	Прихватљив
40-49	Маргиналан
30-39	Неповољан
20-29	Веома неповољан
10-29	Крајње неповољан
-30 до 9	Немогућ

Унапређењем TCI створен је Модификован климатски индекс за туризам (MCIT) (Yu et al., 2009a, 2009b). За израчунавање овог индекса коришћени су метеоролошки елементи мерени сваког сата. MCIT је употребљен за оцену погодности климе на две потпуно различите дестинације Флориду и Аљаску (Yu et al., 2009a).

Упркос широкој примени TCI, многи аутори су истакли његове недостатке коју су сврстани у три главне групе: није могућа његова примена на све туристичке активности, велика субјективност при избору метеоролошких елемената и оцени подиндекса у коначној формули и придавање највећег значаја компоненти топлотног комфора. Иако је настао да би се извршила оцена услова за најпознатију туристичку активност (разгледање), није могућа примена овог индекса без модификација на друге врсте туристичких активности (Scott et al. 2004, Amelung et al. 2007, de Freitas et al. 2008).

Постоје три врсте крајњих корисника климатских информација у туризму: они који желе информације о времену у наредних неколико дана, планери у туризму којима су информације неопходне за читаву туристичку сезону и туристичка индустрија којој су потребне информације о читавој години (Zaninović et al., 2009).

Један од начина за добијање оваквих информације је и биоклиматска брошура. Замишљена је тако да буде једноставна за употребу, да је крајњи корисници могу веома

лако интерпретирати као и да обезбеди климатске информације организаторима туристичких кретања. Садржи податке о годишњем циклусу метеоролошких елемената који су значајни за туризам, а који су приказани на десетодневним периодима (Zaninović 2001; Lin and Matzarakis 2008; Zaninović et al., 2009).

Оваква временска резолуција (десетодневни периоди) је веома погодна јер годишњи одмори и боравак туриста на некој дестинацији обично трају десет дана. Изабрани метеоролошки елементи задовољавају термални (температура и биоклиматски индекси), физички (киша, снег и ветар) као и естетски (инсолација и облачност) аспект климе погодне за туристичка кретања (de Freitas, 1990; de Freitas, Matzarakis 2005; Zaninović et al., 2009). Такође су приказане и вредности минималне, максималне и средње дневне температуре као и број дана у години када се јављају температурни екстреми (мразни и ледени дани, летњи дани, тропски дани и тропске ноћи (Zaninović et al., 2009).

Естетске компоненте климе приказане су бројем сунчаних дана у години као и бројем дана са високом облачношћу током године. Годишњи број дана са маглom, такође, би могао бити приказан. Од физичких компоненти број дана са падавинама као и сума месечних падавина се приказује на брошури. За зимске туристичке центре био би приказан и број дана са снегом као и просечна висина снежног покривача (Zaninović et al., 2009).

Поред биоклиматске брошуре за оцену времена и климе у туристичким регијама развијена је и Климатско-туристичка информациона шема (Climate-Tourism-Information Scheme (CTIS)). На овој шеми приказана је учесталост појављивања, одређених климатских и биоклиматских елемената неопходних за туристичка кретања (Matzarakis, 2007; Lin, Matzarakis, 2008).

Неопходне информације о клими одређене туристичке дестинације морају бити презентоване и визуализоване на начин који могу разумети посетиоци дестинације (Matzarakis, 2007).

1.4. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Чињеница је да лична перцепција термалног комфора наводи појединца да бира места са климатским и еколошким карактеристикама које му највише пријају. Самим тим

подаци о климатским карактеристикама датог простора представљају важан фактор при одлучивању посете датом простору (Nakamura et al. 2008).

Биоклиматски индекси као релевантан показатељ погодности климе за туризам на интересантан начин су представљени на биоклиматској брошури острва Хвар у Хрватској. То је први пут да на овај начин релевантни подаци буду приказани и лако доступни туристима (Zaninivić et al., 2009).

У Бурси (Турска), коришћењем биоклиматских метода одређени су биоклиматски услови овог подручја. Приказ климатских погодности за туристичка кретања извршен је помоћу РЕТ, као и климатско-туристичком информационом шемом. На основу добијених резултата закључено је да су положај, надморска висина и топографске карактеристике главни фактори који утичу на туристичку климатологију и биоклиматологију овог простора. Поредећи хладан период (новембар-април) када се јавља снажан хладан стрес, и период када се јавља топао стрес (јун-август), ипак је закључено да прелазни периоди са пријатним топлотним условима преовлађују током године (Çalışkan et al., 2012).

Анализом топлотних услова Ирана утврђиване су могуће топлотне перцепције у различитим месецима у периоду од 1976. до 2005. године коришћењем РЕТ. Калкулација РЕТ рађена је по RayMan моделу. За израчунавање коришћени су следећи метеоролошки елементи: температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, брзина ветра и облачност. На основу истраживања закључено је да је најхладнија РЕТ вредност у североисточном и северозападном делу Ирана (Арзејбеџански регион), посебно за време зимских месеци. Топлотни комфор највише се осећа у пролеће, у априлу месецу, у северозападном и југоисточном делу обале Каспијског мора, где је и највећа популација туриста (Esmaili, Ghalhari, 2014).

Једно од занимљивих истраживања је спроведено у северозападном Ирану, како би се одредио најпогоднији месец у којем се човек најпријатније осећа на језера Урмија. Урмија је једно од највећих језера у Ирану. Подаци који су коришћени за израчунавање РЕТ по RayMan моделу су температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, брзини ветра у периоду 1985-2005. године. Језеро је слано, тако да помаже у лечењу неких болести. Резултати показују да су најбољи месеци за туризам, спорт и рекреативне активности између јуна и септембра, а да су најгори услови за долазак на језеро зима и

јесен. Познајући ове детаље, могу успешно да се планирају стратегије развоја туризма у Ирану (Farajzadeh, Matzarakis, 2011).

У четири национална парка у Тајвану анализирани су следећи метеоролошки елементи: температура ваздуха, киша и услови термалне пријатности. Узете су у обзир и екстремне вредности. На основу добијених резултата закључено је да је пораст броја туриста за 60% управо последица познавања климатских елемената (Lin, Matzarakis, 2007).

У истраживању урбане биоклиме Дар ес Салама (Танзанија) извршена је анализа биометеоролошких услова путем физиолошки еквивалентне температуре – PET, користећи се RayMan моделом, за период 2001-2011. и дневним вредностима. Резултати су показали да је период од децембра до фебруара најнепријатнији, нарочито у поподневним часовима када су PET вредности прелазиле 35°C, тада се јавља највећи ниво топлотног стреса. Док се, са друге стране, период од јуна до августа показао као релативно пријатна туристичка сезона (Ndetto, Matzarakis, 2013).

Студија која се бави истраживањем климатских промена и његових утицаја на развој туризма, урађена је за планински регион у југозападној Немачкој, Црна Шума која је позната по својим туристичким и рекреационим потенцијалима. Климатски модели за период 2021-2050 засновани на REMO-UBA симулацијама са високом просторном резолуцијом од по 10 km упоређени су са референтним периодом од 30 година (1971-2000), користећи се IPCC сценаријима А1В и В1. Резултати су показали да ће средња температура ваздуха у зимским сезонама порасти за 1.8°C, што је поредећи са осталим сезонама најнаглашеније загревање. Годишња количина падавина ће се повећати за 5% у сценарију А1В, а у сценарију В1 се повећава за 10%. Самим тим закључено је да ће се хладан стрес смањити у просеку до 25%. На основу добијених резултата закључено је да ће се окружење загревати, а самим тим и да ће се ски центри и зимске спортске активности померати на више надморске висине (Endler, Matzarakis, 2011).

Коришћењем индекса PET извршена је процена биоклиматских услова у различитим градовима, познатим туристичким дестинацијама као што су Истанбул и Париз (Bouyer et al. 2007), Гетеборг (Svensson et al., 2003) Сегедин (Gulyas et al. 2006), Матсудо, предграђе Токија (Thorsson et al. 2007), као и за поједине регионе као што су, на пример, Крит (Bleta et al., 2013), руски далеки исток – Далекоисточни федерални округ Руске федерације (Grigorieva and Matzarakis 2011).

Анализа климатских услова за будућност у регији Луксембурга имала је за циљ да истражи туристичке потенцијале централне Европе. У истраживању су коришћени РЕТ, падавине и климатско-туристичка информативна шема. Закључено је да све врсте извршених анализа на основу ових климатских модела показују сличности. Резултати могу бити коришћени за основне климатолошке и биоклиматске анализе на различитим дестинацијама, у овом случају за Луксембург. У том смислу овакве анализе стоје раме уз раме са урбанизмом, здрављем, рекреацијом или квалитетом живота уопште. Резултати климатско-туристичка информативне шеме дају могућност информисања о основним климатским условима као и очекиваним променама у ближој или даљој будућности (Matzarakis et al., 2013).

Климатски туристички потенцијал Хрватске квантификован је и представљен коришћењем података са изабраних метеоролошких станица које се налазе у различитим климатским регијама земље. За анализу климатских туристичких потенцијала коришћен је РЕТ, као и остали релевантни климатски елементи. Резултати су показали да током летњих послеподневних часова услови на обали али и у континенталном делу земље не дозвољавају веће физичке активности, резултирајући при том смањеним туристичким активностима. У будућности оваква ситуација показује растући тренд што указује да организатори туристичке делатности морају да усвоје и спроводе нове стратегије развоја (Brosy et al., 2014).

Ново развијени биоклиматски индекс *UTCI* поређен је са постојећим индексима на основу синоптичких података за Фрајбург (Немачка). Обезбеђени су сви метеоролошки параметри који се користе за израчунавање *UTCI* и осталих биоклиматских индекса. У овом истраживању дошло се до закључка да је веза између *UTCI* и једноставних топлотних индекса (HI, WBGT, Humidex) веома слаба. Међутим, вредности веома сличне *UTCI* су пронађене у моделима индекса људске топлотне равнотеже (PET, ST, SET). Ово истраживање рађено је у Немачкој на три станице (Фрајбург, Варнемуенде и Фелдберг) за период од 1996-1995. године на основу синоптичких података (Blazejczyk, et al., 2012).

Биоклиматски индекси имају широку примену у различитим и специфичним микроклиматским условима. У архипелагу Сварбалд (Svalbard archipelago) у марту 2008. године анализирани су микроклиматски услови. Мерења су вршена на глечеру у периоду од 12 сати. Током излагања на отвореном простору температура ваздуха варирала је од -15

до -20°C , брзина ветра била је 8-11 m/s и сунце је сијало само сат времена око поднева. Волонтери су открили веома снажан хладан стрес. Међу једноставним индексима ET је имала вредност слично као UTCI, а од топотних индекса SET* (*Standard effective temperature*) је имао најбољу усклађеност са UTCI (Blazejczyk, et al., 2012).

UTCI је често био коришћен како би се направила разлика између градова у погледу термалног стреса. Биоклиматске карактеристике Рима, Будимпеште, Париза и Варшаве оцењиване су коришћењем UTCI. Резултати су показали да услови без термалног стреса (пријатни) преовладавају у овим градским срединама у току већег дела године, док су негативне вредности UTCI забележене у Варшави, Паризу и Будимпешти, а екстремно виске које спадају у категорију снажног топлотног стреса се јављају у Риму и Будимпешти (Idzikowska, 2010).

Lindner (2011) је детаљније посматрао биоклиматске услове Варшаве, а Novak (2011) Чешке. Биоклиматска анализа дневних варијација UTCI извршена је за неколико градова у Пољској, Козалин, Варшава и Вроцлаб у оним периодима године када су ови градови били под утицајем различитих ваздушних маса арктичке, поларно-маритимне, поларно-континенталне и тропске (Bakowska, 2010).

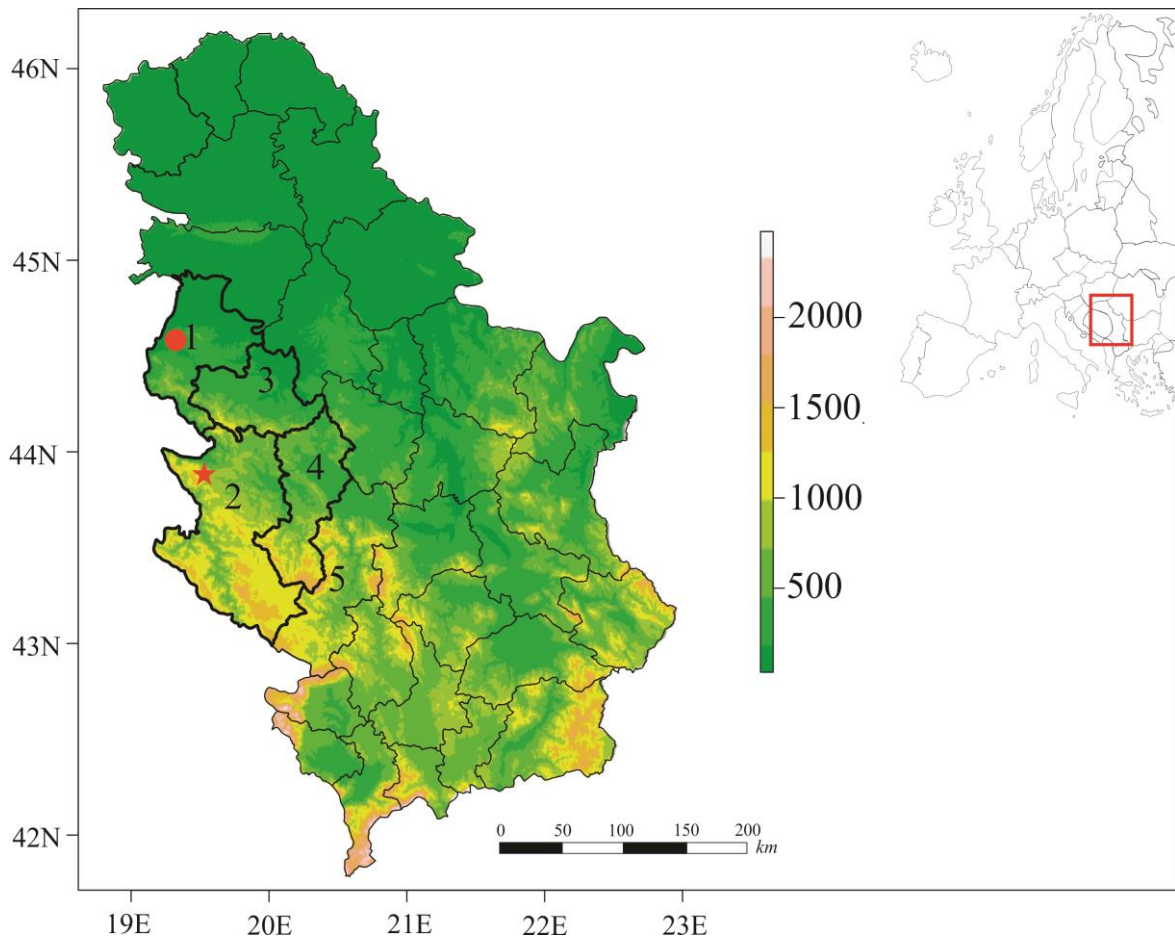
Снажан утицај рељефа и конфигурације терена на варијације UTCI доказао је Kunert (2010), који је рачунао UTCI у различитим временским условима у низијама у околини Варшаве.

У Србији се истраживањем ове области бавили су се Шушњар и Пецељ (2014), Pecelj et al. (2010a, 2010b, 2007), Pecelj, M. (2013), Pecelj M et al. (2010, 2012), Пецељ, М. и Пецељ Ј. (2011), Basarin et al., (2014a, 2016).

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Циљ ове студије је одређивање биометеоролошких карактеристика Западне Србије. Коришћене методе обезбеђују временску и просторну расподелу осећаја угодности. Годишњи и сезонски ток физиолошки еквивалентне температуре и универзалног термалног климатског индекса је анализиран. Утврђене су екстремне вредности датих индекса како би се установило да ли је дошло до климатских промена. На дате вредности примењен је непараметријски метод за детекцију тренда, Мен Кенделов тест.

Израчунавање PET и UTCI, годишњи и сезонски ток као и екстремне вредности су први пут израчунаване за територију Србије (карта 1).



Карта 1. Физичко-географска карта Србије и њен положај у Европи. Окрузи 1. Мачвански, 2. Златиборски, 3. Колубарски, 4. Моравички и 5. Рашки.

Западна Србија заузима западни део Републике Србије (Карта 1) простирући се до границе са Босном и Херцеговином на западу. На северу се граничи са Сремским округом, на североистоку са територијом града Београда, на истоку са Шумадијским а на

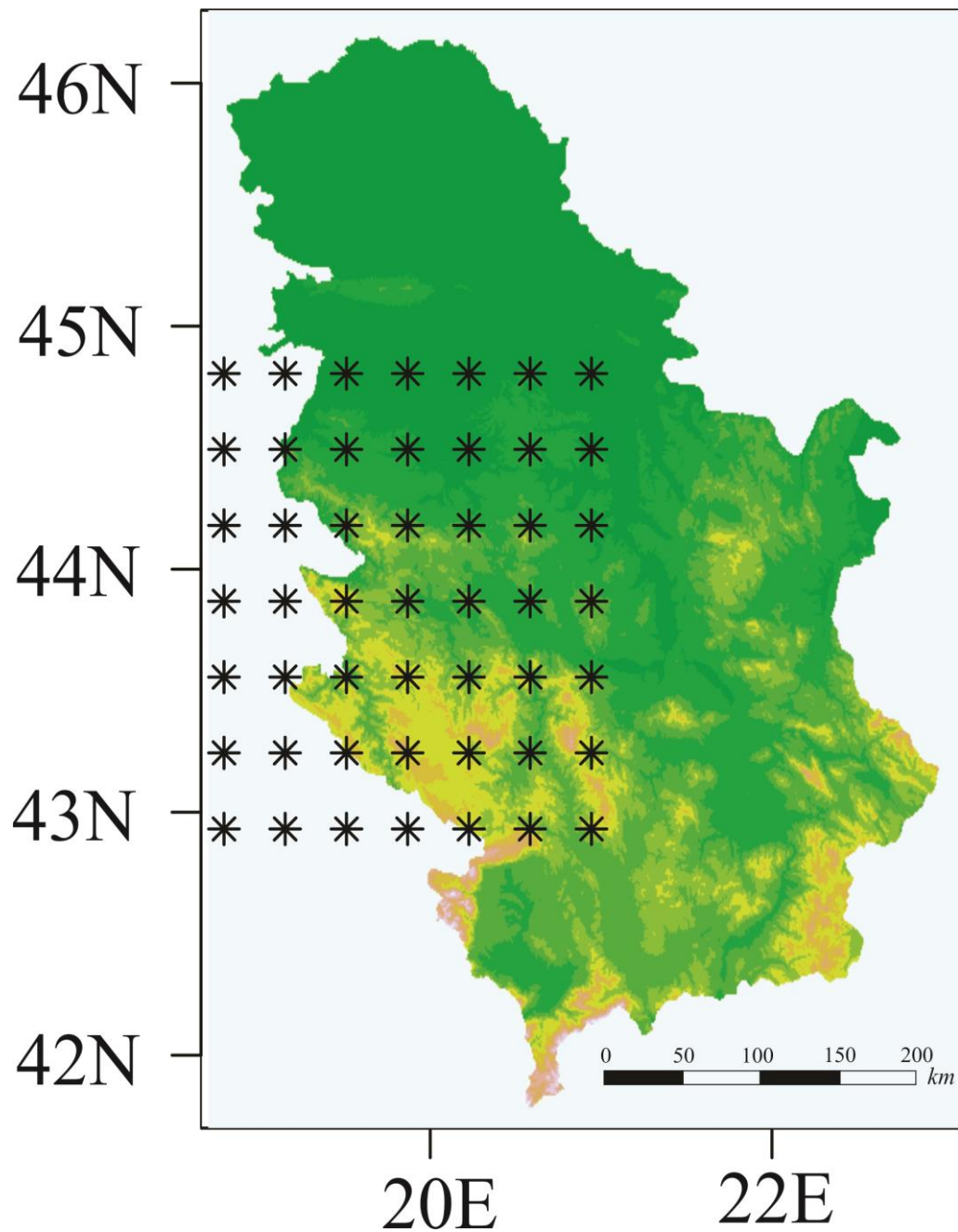
југоистоку са Рашким округом. На југозападу се граничи са Републиком Црном Гором. Територија има издужен, неправилан облик са правцем пружања север-југ (Филиповић, 2013).

Административно, територија Западне Србије подељена је на управне округе Мачвански, Колубарски, Моравички и Златиборски. За потребе детаљније анализе, ова студија обухвата и Рашки округ (Карта 1).

Територију Западне Србије одликује умерено континентална клима, док је на планинама заступљена планинска клима. Средња годишња температура у Лозници за период од 1981. до 2010. износи 11.6°C, док се током лета температуре могу попети и на 40°C, а зими се могу спустити на -20°C. Златибор, као најпознатија планинска туристичка дестинација не само у Западној Србији, него у читавој земљи, има средњу годишњу температуру од 8°C. Зиме се одликују нижим температурама које се могу спустити и до -19°C. Поред тога зиме су са снегом, а снежни покривач на Златибору у просеку траје и до 100 дана годишње. Лета су топла са температурама које се крећу од 15°C до 25°C (http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13367). Захваљујући оваквим климатским карактеристикама, туризам у Западној Србији има велики потенцијал.

2.1. КЛИМАТСКИ ПОДАЦИ И ИЗРАЧУНАВАЊЕ PET И UTCI

За потребе детаљне биоклиматске анализе простора Западне Србије било је неопходно прибавити квалитетне податке о релевантним метеоролошким елементима. За израчунавање PET и UTCI биоклиматских индекса потребни су дневни метеоролошки подаци за дату област. Како на истраживаном простору постоје свега 4 главне метеоролошке станице којима су доступни подаци о дневним вредностима метеоролошких елемената, било је неопходно користити податке климатског модела. Реанализа система климатске прогнозе (**Climate Forecast System Reanalysis-CFSR**) сачињена је иницијално за период од 31 годину, од 1979. до 2009. године. Овај систем је направљен и дистрибуиран као глобални, здружени атмосфера-океан-копно модел високе резолуције. Данас, модел обухвата период од 36 година, од 1979. до 2014. године. Просторна резолуција модела износи око 38 km (Fuka et al., 2013; Dile, Srinivasan, 2014). Доступни подаци обухватају температуру (T, °C), релативну влажност ваздуха (RH, %), падавине (P, mm), ветар (v, m/s) и сунчево зрачење (S, MJ/m²) (<http://globalweather.tamu.edu/>).



Карта 2. Положај тачака са релевантним климатским подацима коришћеним за анализу

У овој студији коришћене су вредности за 49 тачака (карта 2), за област омеђену од 42.9° до 44.8° СГШ и 19.1° и 20.1° ИГД. У Табели 13 приказане су географске координате као и надморска висина свих тачака коришћених у анализи.

Табела 13. Географске координате и надморска висина тачака коришћених за израчунавање биоклиматских индекса

тачке	Географска ширина (°)	Географска дужина (°)	Надморска висина (m)
w-429191	42.931	19.063	1066
w-432191	43.244	19.063	1752
w-436191	43.556	19.063	919
w-439191	43.868	19.063	1053
w-442191	44.18	19.063	317
w-445191	44.493	19.063	246
w-448191	44.805	19.063	110
w-429194	42.931	19.375	1785
w-432194	43.244	19.375	1123
w-436194	43.556	19.375	851
w-439194	43.868	19.375	873
w-442194	44.18	19.375	175
w-445194	44.493	19.375	214
w-448194	44.805	19.375	96
w-429197	42.931	19.688	1710
w-432197	43.244	19.688	716
w-436197	43.556	19.688	901
w-439197	43.868	19.688	765
w-442197	44.18	19.688	711
w-445197	44.493	19.688	200
w-448197	44.805	19.688	59
w-429200	42.931	20	988
w-432200	43.244	20	1070
w-436200	43.556	20	1129
w-439200	43.868	20	373
w-442200	44.18	20	456
w-445200	44.493	20	106
w-448200	44.805	20	63
w-429203	42.931	20.313	909

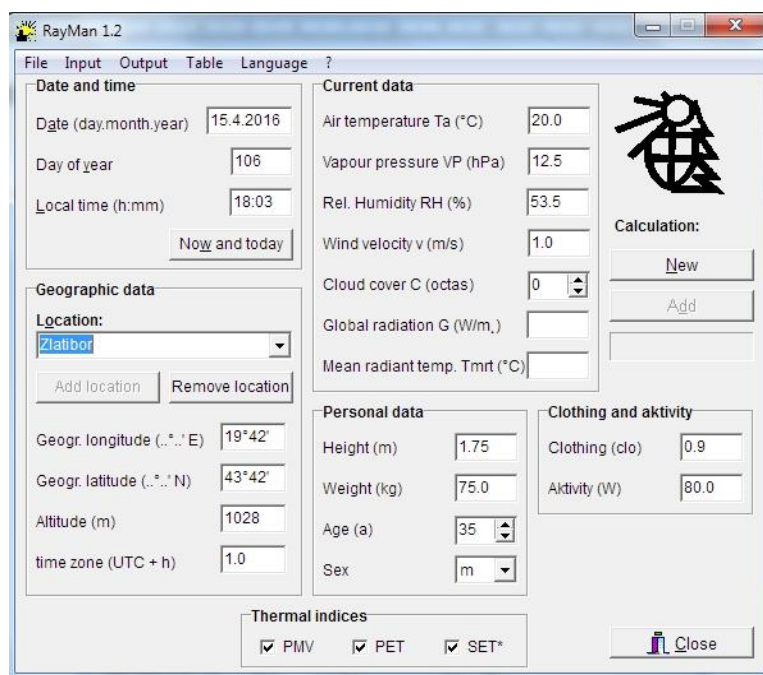
Наставак: Табела 13. Географске координате и надморска висина тачака коришћених за израчунавање биоклиматских индекса

w-432203	43.244	20.313	1126
w-436203	43.556	20.313	1032
w-439203	43.868	20.313	364
w-442203	44.18	20.313	270
w-445203	44.493	20.313	89
w-448203	44.805	20.313	83
w-429206	42.931	20.625	699
w-432206	43.244	20.625	525
w-436206	43.556	20.625	607
w-439206	43.868	20.625	413
w-442206	44.18	20.625	334
w-445206	44.493	20.625	158
w-448206	44.805	20.625	59
w-429209	42.931	20.938	948
w-432209	43.244	20.938	776
w-436209	43.556	20.938	656
w-439209	43.868	20.938	505
w-442209	44.18	20.938	265
w-445209	44.493	20.938	122
w-448209	44.805	20.938	79

Термални индекси који су израчунати на основу топлотне равнотеже људског тела имају велики значај за туристичка кретања. Приликом израчунавања РЕТ коришћен је софтвер RayMan, док је за израчунавање UTCI коришћен програм BioKlima. RayMan је софтверски пакет који је развијен од стране професора Андреаса Матзаракиса (Matzarakis et al., 2007). Његова основна карактеристика је моделовање кратко и дуготаласног зрачења. То је програм створен за рад у Windows окружењу, који комбинује податке везане за организам човека као и климатске параметре. Овај модел процењује флуксе израчивања као и ефекте облачности и чврстих препрека на тлу на краткоталасно израчивање. Коначан резултат модела је средња температура израчивања која је неопходна за утврђивање топлотне равнотеже људског организма. Такође, неопходна је за

израчунавање комплексних биоклиматских индекса PMV, PET и SET* (Standard Effective Temperature). Метеоролошки елементи неопходни за израчунавање PET вредности су температура ваздуха (T , °C), релативна влажност ваздуха (RH, %), ветар (v , m/s) као и стандардни подаци MEMI модела за људски организам (Matzarakis et al., 1999).

RayMan се састоји од дијалог прозора у који је неопходно унети податке за сваку тачку за коју желимо да израчунамо PET. Поред поменутих метеоролошких елемената, података о људском организму, потребно је унети и географске координате станице као и њену надморску висину (Слика 6).



Слика 6. Радни прозор RayMan модела

Излазне величине обухватају резултате за споменуте биоклиматске индексе, средњу температуру зрачења, време изласка и заласка сунца за дату географску ширину и доба године (слика 7).

RayMan 1.2 @ 2000
 Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany
 place: Zlatibor
 Horizon limitation: 0.0% sky view factor: 1.000
 geogr. longitude: 19°42' latitude: 43°42' timezone: UTC +1.0 h
 personal data: height: 1.75 m weight: 75.0 kg age: 35 a sex: m clothing: 0.9 clo activity: 80.0 W

date	day of year	time h:mm	sun rise	sun set	Gact W/m2	Sact W/m2	Dact W/m2	Ts °C	Ta °C	Tmrt °C	FMV	PET °C	SET* °C
1.1.1992	1	18:03	7:21	16:09	0	0	0	-12.4	-8.5	-26.9	-7.4	-17.4	-20.9
2.1.1992	2	18:03	7:21	16:10	0	0	0	-9.0	-7.3	-24.5	-8.4	-16.9	-28.2
3.1.1992	3	18:03	7:21	16:11	0	0	0	-4.7	-3.4	-20.4	-7.7	-13.1	-24.5
4.1.1992	4	18:03	7:21	16:12	0	0	0	-2.5	-0.7	-18.1	-6.8	-10.1	-19.2
5.1.1992	5	18:03	7:21	16:13	0	0	0	-2.9	-1.1	-18.4	-6.9	-10.5	-19.7
6.1.1992	6	18:03	7:20	16:14	0	0	0	-2.9	-1.1	-18.4	-6.9	-10.5	-19.7
7.1.1992	7	18:03	7:20	16:15	0	0	0	-4.0	-2.2	-19.5	-7.2	-11.6	-21.2
8.1.1992	8	18:03	7:20	16:16	0	0	0	-1.0	1.7	-16.2	-5.9	-7.4	-13.9
9.1.1992	9	18:03	7:20	16:17	0	0	0	-2.6	0.0	-17.7	-6.3	-9.2	-15.9
10.1.1992	10	18:03	7:20	16:18	0	0	0	1.4	3.2	-13.9	-5.8	-6.0	-13.8
11.1.1992	11	18:03	7:19	16:19	0	0	0	1.1	3.8	-13.6	-5.4	-5.2	-11.1
12.1.1992	12	18:03	7:19	16:20	0	0	0	-0.2	1.6	-15.4	-6.2	-7.7	-15.9
13.1.1992	13	18:03	7:19	16:21	0	0	0	-6.5	-2.4	-20.9	-6.2	-11.3	-14.3
14.1.1992	14	18:03	7:18	16:22	0	0	0	-9.1	-5.1	-23.7	-6.7	-14.0	-17.2
15.1.1992	15	18:03	7:18	16:23	0	0	0	-7.3	-4.8	-22.5	-7.4	-14.1	-22.0
16.1.1992	16	18:03	7:17	16:24	0	0	0	-2.7	-0.9	-18.1	-6.8	-10.3	-19.4
17.1.1992	17	18:03	7:17	16:25	0	0	0	-9.6	-5.6	-24.1	-6.8	-14.5	-17.7
18.1.1992	18	18:03	7:16	16:27	0	0	0	-5.5	-3.8	-21.1	-7.6	-13.3	-23.4
19.1.1992	19	18:03	7:16	16:28	0	0	0	-7.4	-4.9	-22.6	-7.4	-14.2	-22.2
20.1.1992	20	18:03	7:15	16:29	0	0	0	-8.1	-2.1	-21.7	-5.1	-10.3	-8.0
21.1.1992	21	18:03	7:14	16:30	0	0	0	-10.8	-8.4	-26.0	-8.2	-17.8	-26.7
22.1.1992	22	18:03	7:14	16:32	0	0	0	-13.1	-7.4	-26.8	-5.9	-15.1	-12.4
23.1.1992	23	18:03	7:13	16:33	0	0	0	-2.0	0.6	-17.0	-6.2	-8.5	-15.2

Слика 7. Резултати добијени коришћењем RayMan модела

Програм BioKlima (Błażejczyk, 2005) коришћен је за израчунавање UTCI индекса (слика 8). BioKlima је нов програм дизајниран за лако израчунавање 60 различитих биометеоролошких и термофизиолошких индекса. Поред тога, могуће је израчунати основне елементе дескриптивне статистике за изабране индексе. За израчунавање UTCI индекса потребни су следећи метеоролошки елементи: брзина ветра на 10m од тла (v_{10m} , m/s), средња температура зрачења (Tmrt) која је једнака температури ваздуха, напон водене паре или влажност ваздуха (RH, %), као и температура ваздуха (T). Поред ових елемената, неопходни су и елементи везани за метаболизам човека као и подаци о топлотној изолацији одеће (Blażejczyk, et al., 2010). UTCI се израчунава на основу полиномске регресионе функције на основу T, v_{10m} и RH која може бити и шестог степена. Уколико недостају подаци за брзину ветра на 10m од тла онда се она прорачунава на основу стандардне измерене брзине ветра на 2m од тла ($v_{10m} = v / 0.667$).

	day	month	hour	min	lat	t	Mrt	f	v
1	1.1.2000	1	21	0	43.44	-9.40	-9.40	91.00	0.90
2	2.1.2000	2	21	0	43.44	-7.20	-7.20	91.80	0.00
3	3.1.2000	3	21	0	43.44	-5.60	-5.60	81.30	4.10
4	4.1.2000	4	21	0	43.44	-4.40	-4.40	80.80	1.80
5	5.1.2000	5	21	0	43.44	-2.80	-2.80	88.70	1.80
6	6.1.2000	6	21	0	43.44	-3.90	-3.90	100.00	3.20
7	7.1.2000	7	21	0	43.44	-6.70	-6.70	88.40	1.80
8	8.1.2000	8	21	0	43.44	-3.30	-3.30	92.10	1.70
9	9.1.2000	9	21	0	43.44	-2.30	-2.30	90.80	2.00
10	10.1.2000	10	21	0	43.44	-6.10	-6.10	95.50	0.00
11	11.1.2000	11	21	0	43.44	-6.10	-6.10	95.50	0.90
12	12.1.2000	12	21	0	43.44	-7.20	-7.20	91.80	0.00
13	13.1.2000	13	21	0	43.44	-1.10	-1.10	85.00	1.80
14	14.1.2000	14	21	0	43.44	-2.80	-2.80	65.90	1.80
15	15.1.2000	15	21	0	43.44	-8.30	-8.30	100.00	1.80
16	16.1.2000	16	21	0	43.44	-8.30	-8.30	95.40	1.80
17	17.1.2000	17	21	0	43.44	-5.00	-5.00	95.60	3.20
18	18.1.2000	18	21	0	43.44	-5.60	-5.60	91.90	3.20
19	19.1.2000	19	21	0	43.44	-7.20	-7.20	95.50	3.20
20	20.1.2000	20	21	0	43.44	-9.40	-9.40	83.30	3.20
21	21.1.2000	21	21	0	43.44	-5.60	-5.60	96.30	4.10
22	22.1.2000	22	21	0	43.44	-5.00	-5.00	80.70	3.20
23	23.1.2000	23	21	0	43.44	-10.60	-10.60	91.60	1.80
24	24.1.2000	24	21	0	43.44	-13.30	-13.30	91.40	1.80
25	25.1.2000	25	21	0	43.44	-16.70	-16.70	87.40	0.90

Слика 8. Радни прозор програма

На основу добијених дневних вредности PET и UTCI индекса израчунате су сезонске и годишње варијације за читав простор Западне Србије. За израчунавање сезонских вредности коришћене су стандардне метеоролошке сезоне: пролеће – од марта до маја, лето – од јуна до августа, јесен – од септембра до новембра, зима – од децембра до фебруара.

На истраживаном простору, за свих 49 тачака, израчунат је и годишњи број дана са одређеним вредностима биоклиматских индекса, PET и UTCI. На основу табела 9 и 10 одређене су екстремне вредности PET и UTCI, а потом израчунат број дана са вредностима ових елемената. За PET коришћене су вредности које одговарају следећим осећајима пријатности:

1. веома хладно ($PET < 0^{\circ}\text{C}$), ако је PET_{ij} вредност $PET < 0$ на дан i у периду j онда је

$$n = \sum_{i=1}^{j=365} PET_{ij}$$

2. веома топло ($29^{\circ}\text{C} < PET < 35^{\circ}\text{C}$), ако PET_{ij} одговара $29^{\circ}\text{C} < PET < 35^{\circ}\text{C}$ на дан i у периду j онда је

$$n_1 = \sum_{i=1}^{j=365} PET_{ij}$$

3. пријатно ($18^{\circ}\text{C} < \text{PET} < 23^{\circ}\text{C}$) ако PET_{ij} одговара $18^{\circ}\text{C} < \text{PET} < 23^{\circ}\text{C}$ на дан i у периду j онда је

$$n_2 = \sum_{i=1}^{j=365} PET_{ij}$$

Слична калкулација урађена је и за добијене дневне вредности $UTCI$ индекса. Утврђен је број дана годишње када је:

1. $-27^{\circ}\text{C} < UTCI < -13^{\circ}\text{C}$ (јако хладан стрес), ако $UTCI_{ij}$ одговара $-27^{\circ}\text{C} < UTCI < -13^{\circ}\text{C}$ на дан i у периду j онда је

$$m = \sum_{i=1}^{j=365} UTCI_{ij}$$

2. $26^{\circ}\text{C} < UTCI < 32^{\circ}\text{C}$ (веома топло), ако $UTCI_{ij}$ одговара $26^{\circ}\text{C} < UTCI < 32^{\circ}\text{C}$ на дан i у периду j онда је

$$m_1 = \sum_{i=1}^{j=365} UTCI_{ij}$$

3. $18^{\circ}\text{C} < UTCI < 26^{\circ}\text{C}$ (пријатно), ако $UTCI_{ij}$ има вредности $18^{\circ}\text{C} < UTCI < 26^{\circ}\text{C}$ на дан i у периду j онда је

$$m_2 = \sum_{i=1}^{j=365} UTCI_{ij}$$

За анализу трендова ових екстремних вредности примењен је непараметријски Мен Кендалов (Mann-Kendall) тест тренда. Мен Кендалов тест тренда је статистички метод за утврђивање постојања тренда у климатским и хидролошким временским серијама. Постоји неколико погодности при коришћењу овог теста. Прва је да је он непараметријски тест што значи да подаци не морају имати нормалну дистрибуцију. Друга се односи на неосетљивост теста на нагле промене у подацима које настају као последица нехомогентности података. Према Мен Кендалов тесту тренда постављају се две хипотезе

H_0 која каже да тренд није присутан у подацима и друга H_a која каже да постоји статистички значајан тренд. Статистичка значајност p се посебно израчунава. При израчунавању у овом тесту се посматра временска серија која се састоји од n података и T_i и T_j као две субсерија података где је $i = 1, 2, 3, \dots, n-1$ и $j = i+1, i+2, i+3, \dots, n$. Сваки податак у временској серији пореди се са наредним и уколико је та наредна вредност виша од оне са којом се упоређује вредност S се повећава за 1 и обрнуто. Коначан резултат тих повећања и смањења је крајња вредност S (Mann 1945; Kendall 1976). Мен Кендалов S се израчунава на следећи начин:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(T_j - T_i)$$

$$\text{sgn}(T_j - T_i) = \begin{cases} 1 & \text{ako } T_j - T_i > 0 \\ 0 & \text{ako } T_j - T_i = 0 \\ -1 & \text{ako } T_j - T_i < 0 \end{cases}$$

Eq(11)

где су T_i и T_j годишње вредности у годинама j и i при чему је $j > i$.

Вредност S користи се за оцену тренда у подацима, при чему висока позитивна вредност S представља индикатор растућег тренда, а негативна опадајућег. Стандардна статистика теста Z_s

$$Z_s = \begin{cases} \frac{S-1}{\sigma} & \text{za } S > 0 \\ 0 & \text{za } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sigma} & \text{za } S < 0 \end{cases}$$

Eq(12)

где је σ^2 варијанса за нормалну расподелу S за временске серије $n \geq 10$. Мера статистичке значајности теста p израчунава се на следећи начин:

$$p = \left(1 - f(Z) \right) \cdot 100$$

Eq(13)

где је $f(Z)$ расподела вероватноће Z са средњом вредности 0 и стандардном девијацијом 1. Израчунава се по формули:

$$f(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{Z^2}{2}\right) \quad \text{Eq(14)}$$

Вредност p креће се између 0 и 100%. Ова вредност се користи за тестирање статистичке значајности постављених хипотеза H_0 и H_a . Уколико је израчуната p вредност мања од изабраног нивоа значајности (нпр. 95%) нулта хипотеза H_0 се одбацује и усваја се алтернативна хипотеза H_a и обрнуто.

Примена Мен Кенделовог теста на екстремним вредностима израчунатих биоклиматских параметара извршена је коришћењем статистичког софтвера R и употребом пакета *Kendall* (<http://www.stats.uwo.ca/faculty/aim>).

Могућност употребе биоклиматских анализа у туризму приказана је на примеру најпознатије туристичке дестинације Западне Србије, Златибора (Карта 1, црвена звезда). За потребе израчунавања биоклиматских индекса и њихове употребе у туристичке сврхе коришћени су дневни метеоролошки елементи из годишњака Републичког хидрометеоролошког завода за период од 1992. до 2014. године. (www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php). Преузети су подаци за температуру ваздуха (минималну, максималну и средњу дневну), влажност ваздуха, напон водене паре, брзину ветра, облачност, инсолацију и падавине који су мерени у 7, 14 и 21 час. Такође, преузети су подаци и о дубини снежног покривача. На основу ових вредности, а коришћењем софтвера RayMan и BioKlima израчунате су вредности PET и UTCI које одговарају временским терминима 7, 14 и 21 часова. Средње дневне вредности PET и UTCI чине аритметичку средину вредност израчунатих у поменутиим интервалима. На тај начин добијена је детаљнија слика о флукуацији дневних вредности биоклиматских индекса и омогућено је идентификовање периода и доба дана који су најповољнији за одређене туристичке активности.

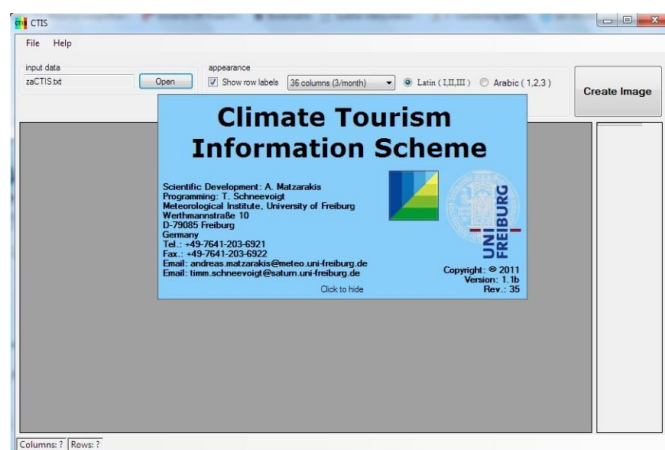
Детаљан приказ метеоролошких елемената омогућен је приказивањем у десетодневним интервалима на годишњем нивоу. Месеци су подељени на десетодневне периоде у којима су појаве приказане у процентима од вредности параметара (Zaninović,

Matzarakis, 2009). На овај начин омогућено је приказивање учесталости појављивања одређених вредности температуре ваздуха, релативне влажности ваздуха, напона водене паре, падавина као и биоклиматских индекса PET и UTCI. Поред тога вредности температуре ваздуха као и израчунатих индекса за временске интервале од 7, 14 и 21 часова искоришћене су приказ дневног тока ових елемената.

Да би се добаро приказале различите климатске компоненте од значаја за туризам, развијена је Климатска туристичка информациона шема - Climate Tourism information Scheme - CTIS (Matzarakis 2007, Lin and Matzarakis 2008). Компоненте CTIS сачињавају следећи елементи: термални, естетски и физичке компоненте. Овом шемом приказана је учесталост појављивања различитих биоклиматских и туристичких климатских фактора. Појаве одређених класа климатских и биоклиматских елемената представљене су у десетодневним интервалима.

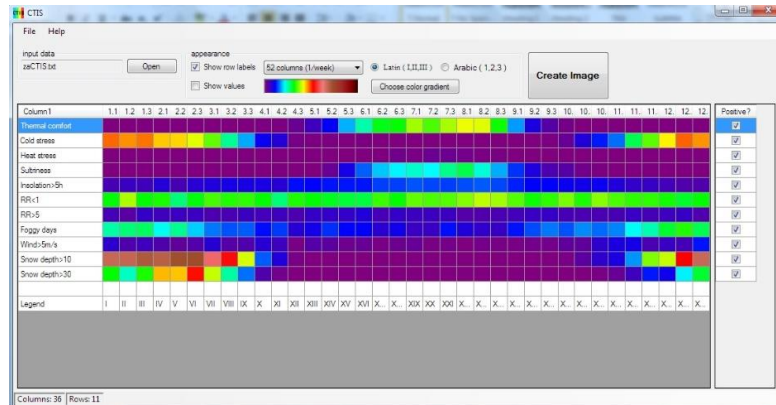
Да би се направила оваква визуелна презентација биоклиматских и климатских елемената од значаја за туризам, коришћен је софтвер CTIS. Његова употреба је релативно једноставна. Ишчитава фајлове у којима се налазе резултати израчунавања учесталости појављивања одређених елемената и презентује их у форми одговарајућег дијаграма. Елементи коришћену у CTIS добијају оцену на скали од 0 до 1 или од 0 до 100, уколико желимо да их прикажемо у процентима.

а.



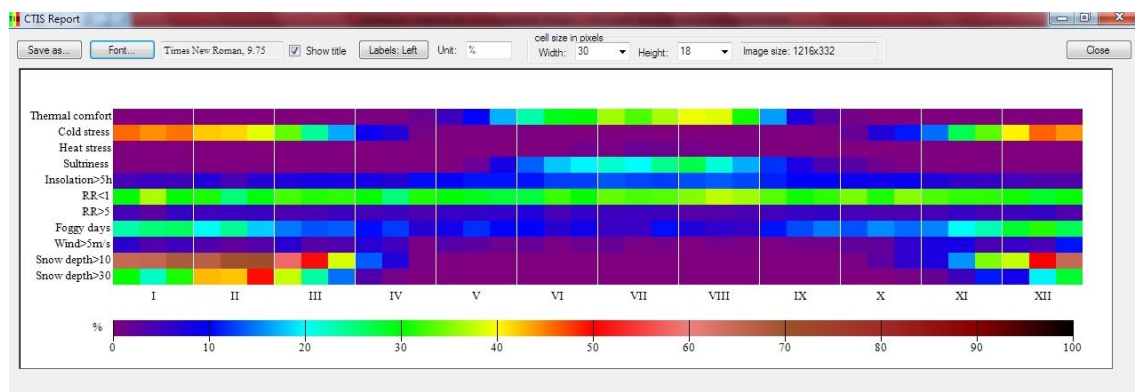
CTIS софтвер се састоји од два основна дела: главног прозора у којем се подаци уносе у програм (слика 9а и 9б) и припремају за анализу и другог дела који је у ствари прозор са коначним резултатима (слика 10).

б.



Слика 9. а) CTIS софвер, б) главни прозор са унешеним подацима

Детаљна биоклиматска анализа употпуњена је одређивањем индекса временске подобности (WSI) који представља оцену временских услова погодних за различите врсте активности. Овај индекс је израчунат употребом софтвера BioKlima (Błażejczyk, 2005).



Слика 10. Прозор са коначним резултатима

Начин представљања погодности климе и биоклиматских услова туристима омогућен је израдом биоклиматског летка за туристичку дестинацију Златибор. Коришћене су максималне и минималне дневне температуре у десетодневним интервалима и дани са различитим температурама: ледени дани ($t_{max} < 0^{\circ}\text{C}$), мразни дани ($t_{min} < 0^{\circ}\text{C}$), летњи дани ($t_{max} \geq 25^{\circ}\text{C}$), тропски дани ($t_{max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) и тропске ноћи ($t_{min} \geq 20^{\circ}\text{C}$). Извршена је анализа облачности и инсолације на годишњем нивоу, такође у десетодневним интервалима. Анализирани су облачни (облачност > 8 десетина) и ведри дани (облачност < 2 десетина), као и правац и брзина ветра. Неизоставни елементи оваквог

биоклиматског летка су дневни и годишњи ток биоклиматских индекса PET и UTCI, климатска, туристичка информациона шема као и индекс временске подобности.

Детаљна биоклиматска као и климатска анализа извршена је на примеру познатог лечилишта Бање Ковиљаче (Карта 1, црвена тачка). За потребе израчунавања биоклиматских индекса и коришћени су дневни метеоролошки елементи из годишњака Републичког хидрометеоролошког завода за период од 1961 до 2014. (www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php). Преузети су подаци за температуру ваздуха влажност ваздуха, као и брзину ветра. Поред тога, за период од 1993. до 2014. преузети су исти подаци али у терминима у 7, 14 и 21 часова.

За анализу временских промена анализирани су флукуације и трендови годишњих вредности биоклиматских индекса PET и UTCI као и метеоролошких елемената који утичу на осећај пријатности: температуре ваздуха, релативне влажности ваздуха и брзине ветра.

Краткопериодичне флукуације уклоњене су коришћењем 11-годишње клизне аритметичке средине. Израз за 11-годишњи клизну аритметичку средину је:

$$\bar{x}_t = \sum_{i=-n}^{+n} w_i \cdot x_{t+i} \quad \text{Eq(15)}$$

где је x_t филтрирана вриједност низа која одговара t - том члану док је w_i тежина којом је $(i-t)$ - ти члан низа помножен.

Трендови годишњих варијација биоклиматских и метеоролошких параметра утврђени су коришћењем Мен Кенделовог теста. Поред тога, израчунати су трендови екстремних биоклиматских догађаја, годишњег броја дана са екстремно високим и екстремно ниским вредностима оба биоклиматска индекса. Утврђен је број, фреквенције појављивања и учесталост топлих и хладних таласа. Топли таласи су дефинисани као шест или више узастопних дана са температурама изнад 95% у референтном периоду према препорукама Светске Метеоролошке организације (WMO). Као референтни период, узет је период од 30 године између 1971-2000. године. Хладни таласи су дефинисани на сличан начин, као шест или више узастопних дана са температурама испод 5% у односу на референтни период.

3. РЕЗУЛТАТИ

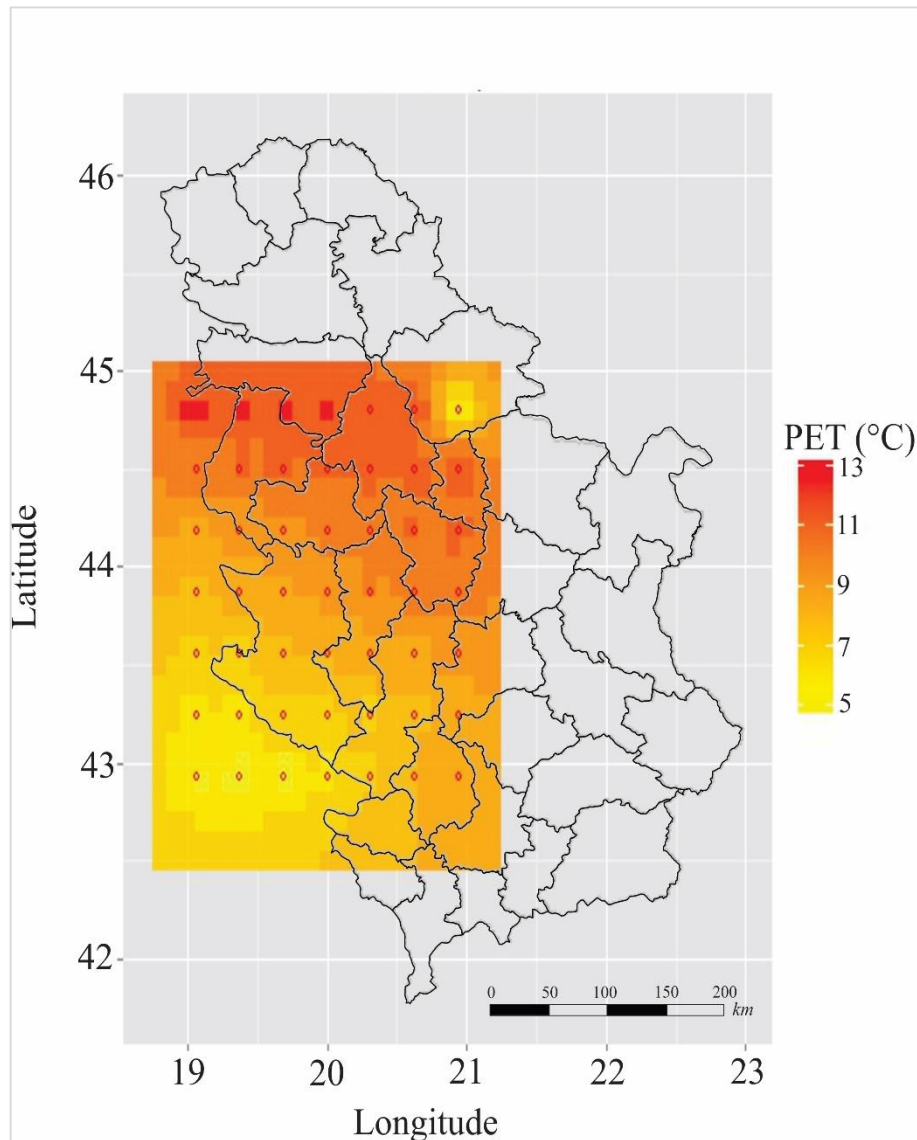
Поглавље садржи резултате детаљне биоклиматске анализе простора Западне Србије као и најзначајније туристичке дестинације Златибора. Поред тога, поглавље садржи резултате о флукуацијама биоклиматских индекса, ако и њихове екстремне вредности за Бању Ковиљачу, за период 1961-2014. године.

3.1. ГОДИШЊЕ И СЕЗОНСКЕ ВАРИЈАЦИЈЕ БИОКЛИМАТСКОГ ИНДЕКСА РЕТ

Годишње и сезонске варијације биоклиматског индекса РЕТ приказане су на картама ради боље прегледности.

3.1.1. Годишње варијације биоклиматског индекса РЕТ

Средње годишње вредности биоклиматског индекса РЕТ за период од 1979. до 2013. године означавају да на територији Западне Србије током године преовладавају вредности између 8 и 13°C. Годишње кретање индекса РЕТ, на основу приказане карте (слика 11), је у највећој мери условљено надморском висином. То се може закључити на основу вредности РЕТ које су најниже на крајњем југу у области Прибоја, Пријепоља, Нове Вароши, Сјенице и Пештерске висоравни са вредностима око 6,5°C. Идући ка северу у области Златибора вредности РЕТ су већ значајно више, 9°C. На крајњем северу Златиборског округа у области Косјерића и Дивчибара температура износи око 10°C. Већи део Колубарског округа је са вредностима од 10°C до 11°C. Област око Лознице и Бање Ковиљаче има вредности од 11,5°C. Мачва и Поцерина бележе највише температуре целе Западне Србије са вредностима близу 12°C. Препознате су и тачке са највећим температурама од готово 13°C у непосредној близини ушћа Дрине у Саву и границе Мачве са Сремом на току реке Саве.



Слика 11 . Годишње варијације биоклиматског индекса PET на простору Западне Србије за период 1979 – 2013. године

Интересантна је чињеница да су највише средње годишње PET вредности израчунате за последњих седам година истраживаног периода (1979 – 2013) док су најниже утврђене у току првих десет година.

За већину истражених тачака (преко 67 %) највише средње годишње PET вредности забележене су 2007. године, затим 2011. за нешто више од 22 % тачака, 2009. за 6% од укупног број тачака и свега 2 % у 2013. и 2014. години. Температура од 14.9°C утврђена је за крајњи северни део истраживане области и измерена је управо 2007. године.

Најниже средње годишње вредности PET, у највећем броју случајева (преко 34%) израчунате су за 1984. и 1985. годину. Нешто мањи број тачака (више од 24%) најниже средње годишње вредности PET имало је 1980. године, док је 1996. најнижу вредност PET

имало свега 10% истраживаних тачака. Најнижа средња годишња вредност РЕТ утврђена је за југозападни део истражене области (Сјеница и Пештерска висораван, 3,2°C) и измерена је 1996. године.

Табела 14. Резултати Мен Кенделовог теста на годишњим и сезонским вредностима РЕТ индекса

	Годишња	Пролеће	Лето	Јесен	Зима
	Тренд	Тренд	Тренд	Тренд	Тренд
x1	0.050119 ^b	0.057367 ^c	0.106159 ^a	0.044308	0.003118
x2	0.054776 ^b	0.082174 ^a	0.099185 ^a	0.041958	0.012685
x3	0.092551 ^a	0.156522 ^a	0.111831 ^a	0.061172 ^c	0.07219 ^c
x4	0.097227 ^a	0.157043 ^a	0.105047 ^a	0.052359 ^c	0.063173
x5	0.075924 ^a	0.144263 ^a	0.090026 ^a	0.031868	0.021319
x6	0.07343 ^a	0.113333 ^a	0.101087 ^a	0.040025	0.040412
x7	0.062047 ^a	0.082046 ^a	0.09962 ^a	0.029808	0.037516
x8	0.056658 ^b	0.056969 ^c	0.101812 ^a	0.047088	0.018519
x9	0.055956 ^a	0.074714 ^a	0.097101 ^a	0.047959 ^c	0.027109
x10	0.092524 ^a	0.156871 ^a	0.112124 ^a	0.061074 ^c	0.072247 ^c
x11	0.082728 ^a	0.11564 ^a	0.107686 ^a	0.048943 ^c	0.04021
x12	0.072686 ^a	0.117589 ^a	0.092354 ^a	0.035577	0.026
x13	0.07116	0.086005 ^a	0.103422 ^a	0.040755	0.040556
x14	0.055757 ^a	0.072414 ^a	0.09837 ^a	0.025622	0.0345
x15	0.056433 ^b	0.069203 ^b	0.092935 ^a	0.051764 ^c	0.040741
x16	0.062797 ^a	0.073715 ^a	0.100311 ^a	0.054396 ^c	0.037302
x17	0.061846 ^a	0.070023 ^a	0.100851 ^a	0.044524	0.025556
x18	0.068753 ^a	0.082609 ^a	0.099534 ^a	0.043498 ^c	0.040921
x19	0.061255 ^a	0.08555 ^a	0.087733 ^a	0.027839	0.031245
x20	0.065355 ^a	0.072343 ^a	0.101389 ^a	0.035783	0.038687
x21	0.05415	0.068707 ^b	0.097041 ^a	0.022606	0.029029
x22	0.04458 ^a	0.04639	0.08365 ^a	0.047253 ^c	0.013148
x23	0.058663 ^a	0.059655 ^b	0.097011 ^a	0.049634 ^c	0.032591
x24	0.053646 ^a	0.053339 ^b	0.093818 ^a	0.037569	0.017685
x25	0.071206 ^a	0.082065 ^a	0.100849 ^a	0.047724 ^c	0.053259

Наставак: Табела 14. Резултати Мен Кенделовог теста на годишњим и сезонским вредностима РЕТ индекса

x26	0.062887 ^a	0.073299 ^a	0.089402 ^a	0.033305	0.044907
x27	0.066348 ^a	0.072418 ^a	0.101993 ^a	0.040612	0.041455
x28	0.063887 ^a	0.072383 ^b	0.106957 ^a	0.034432	0.035162
x29	0.045599 ^a	0.049361	0.086413 ^a	0.042715 ^c	0.010101
x30	0.061128 ^a	0.071377 ^a	0.093297 ^a	0.046966 ^c	0.032269
x31	0.060058 ^a	0.067663 ^a	0.091934 ^a	0.043107 ^c	0.02761
x32	0.07696 ^a	0.088199 ^a	0.105525 ^a	0.050458 ^c	0.05333
x33	0.060433 ^a	0.073 ^a	0.088043 ^a	0.033585	0.049654
x34	0.065949 ^a	0.070995 ^a	0.0975 ^a	0.039904	0.047862
x35	0.066412 ^a	0.077059 ^a	0.106576 ^a	0.039066	0.039217
x36	0.05689 ^a	0.061848 ^b	0.095773 ^a	0.044414 ^b	0.01322
x37	0.062208 ^a	0.071429 ^a	0.090353 ^a	0.041555	0.0325
x38	0.059937 ^a	0.067935 ^a	0.092449 ^a	0.043328	0.027381
x39	0.070433 ^a	0.096146 ^a	0.102989 ^a	0.045295 ^c	0.058981 ^c
x40	0.058745 ^a	0.071584 ^a	0.089016 ^a	0.03037 ^c	0.054192
x41	0.060392 ^a	0.07 ^b	0.093223 ^a	0.035348	0.044484
x42	0.059991 ^a	0.070652 ^b	0.098732 ^a	0.035073	0.03762
x43	0.053381 ^a	0.060462 ^b	0.097619 ^a	0.036735 ^b	0.014916
x44	0.060834 ^a	0.087549 ^a	0.086387 ^a	0.035879 ^c	0.039888
x45	0.077405 ^a	0.096273 ^a	0.095652 ^a	0.051932 ^b	0.057717 ^c
x46	0.083203 ^a	0.106522 ^a	0.1092 ^a	0.049451 ^b	0.069375 ^b
x47	0.075691 ^a	0.093711 ^a	0.096739 ^a	0.041392 ^b	0.068 ^c
x48	0.071536 ^a	0.089087 ^a	0.098641 ^a	0.044396 ^b	0.052355
x49	0.040512 ^c	0.055495 ^c	0.085714 ^a	0.030366	0.010177

^a Статистичка значајност већа од 99% ($p < 0.01$)

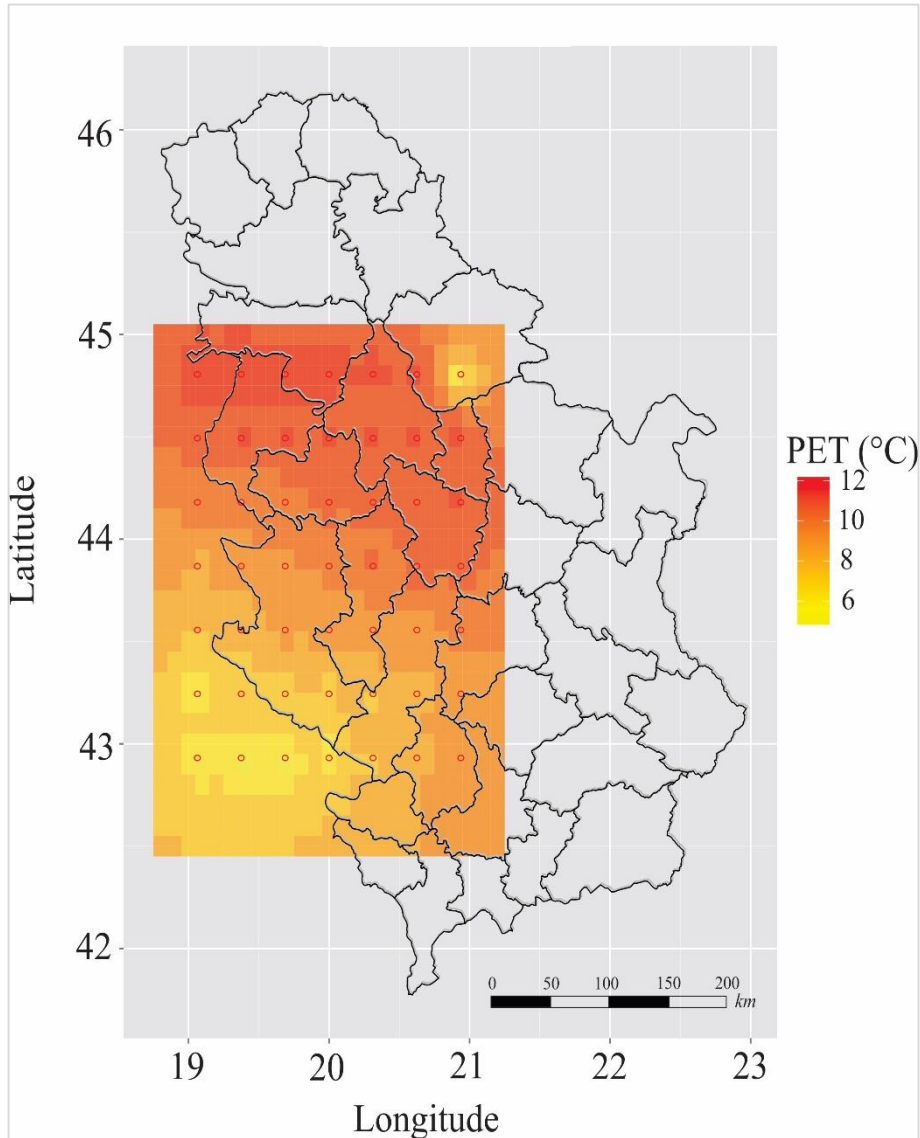
^b Статистичка значајност између 95% и 99% ($0.05 > p > 0.01$)

^c Статистичка значајност између 90 и 95% ($0.1 > p < 0.05$)

Резултати Мен Кенделовог тренд теста указују на пораст средње годишње РЕТ вредности на истраживаном подручју у току посматраног периода (табела 14). Овај тренд је на свим истраживаним тачкама статистички значајан ($p < 0.1$). За читаву Западну Србију средња годишња вредност РЕТ у просеку расте за 0,065°C годишње. Највећи пораст од

око $0,09^{\circ}\text{C}$ годишње утврђен је на крајњим западним деловима истраживане области, док је најмањи тренд од око $0,05^{\circ}\text{C}$ израчунат за југоисточне делове области.

3.1.2. Варијације биоклиматског индекса PET током јесени



Слика 12. Варијације биоклиматског индекса PET на простору Западне Србије за период 1979 – 2013. године током јесени

Вредности PET током јесени смањују се од севера ка југу Западне Србије. На крајњем северу око Шапца и Лознице температура износи око 12°C . Област око Коцељеве, Ваљева, Уба и Љига има вредности око $11,5^{\circ}\text{C}$. Идући још јужније око места Љубовија, Косјерић, Ужице и планина Маљен и Дивчибара температура опада на 10°C . Планинске масиве Таре и Златибора одликују јесење PET температуре од $8,5^{\circ}\text{C}$. Области Пријепоља и Сијенице одликују температуре између 5 до 6°C (слика 12).

Година 2012. је специфична јер се све највише израчунате РЕТ вредности јављају баш тада за цео проучавани период са максималном температуром од 14,9°C која је забележена на истоку Мачве. Најниже вредности су забележене у 2007. години за око 51% истражених тачака. Године 1988. најниже вредности забележене су за 39% тачака док су за мали проценат тачака најниже температуре утврђене 1995. и 1996. године. Најнижа температура је забележена на најјужнијој тачки мерења и износи 2,9°C, и измерена 2007. године.

Резултати Мен Кенделовог теста указују да је тренд биоклиматског индекса РЕТ током јесени у порасту. Цела територија Западне Србије има позитиван тренд са просечном вредношћу од 0,042°C на годишњем нивоу. Тренд није статистички значајан за све истраживане тачке (табела 14). Највише вредности тренда су регистроване у крајње југозападним деловима Србије 0,061°C годишње, а најнижи је забележен у близини Шапца и износи 0,023°C годишње.

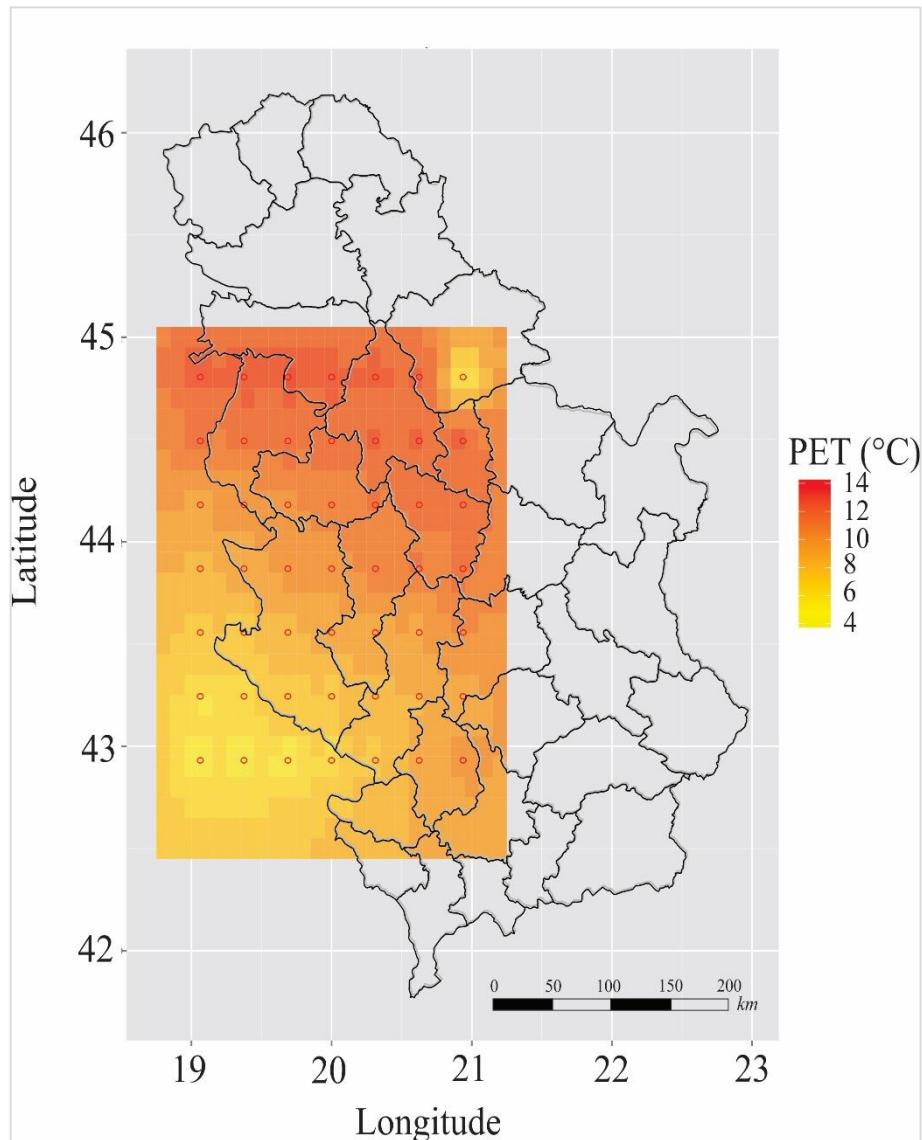
3.1.3. Варијације биоклиматског индекса РЕТ током пролећа

Највише вредности РЕТ током пролећа су забележене на крајњем северном делу истраживане области, у Мачви са температуром од 13,5°C. Јужно, око Цера и Лознице вредност РЕТ износи 12°C. Пад температуре на 11°C се бележи око Ваљева и Љубовије, а око Ужица и Дивчибара су температуре око 10°C. Планине Златибор и Тара су у границама од 8 до 9°C. Крајње јужне делове Западне Србије одликује температура која се спушта и до 6°C (слика 13).

У односу на пролећне РЕТ вредности може се приметити да се поклапају области са температурним кретањем али се такође може видети да су температуре током пролећа веће него у јесен.

Највећи број истраживаних тачака највишу вредност РЕТ има у 2007. години 80%. Највиша забележена температура је износила 16,2°C 2007. године у Мачви.

Најнижа пролећна РЕТ вредност износи око 0,9°C и забележен је 1987. године када око 82% истражених тачака има најнижу пролећну вредност. Године 1980 13% тачака је имало најнижу температуру, а 1984. свега 6%.



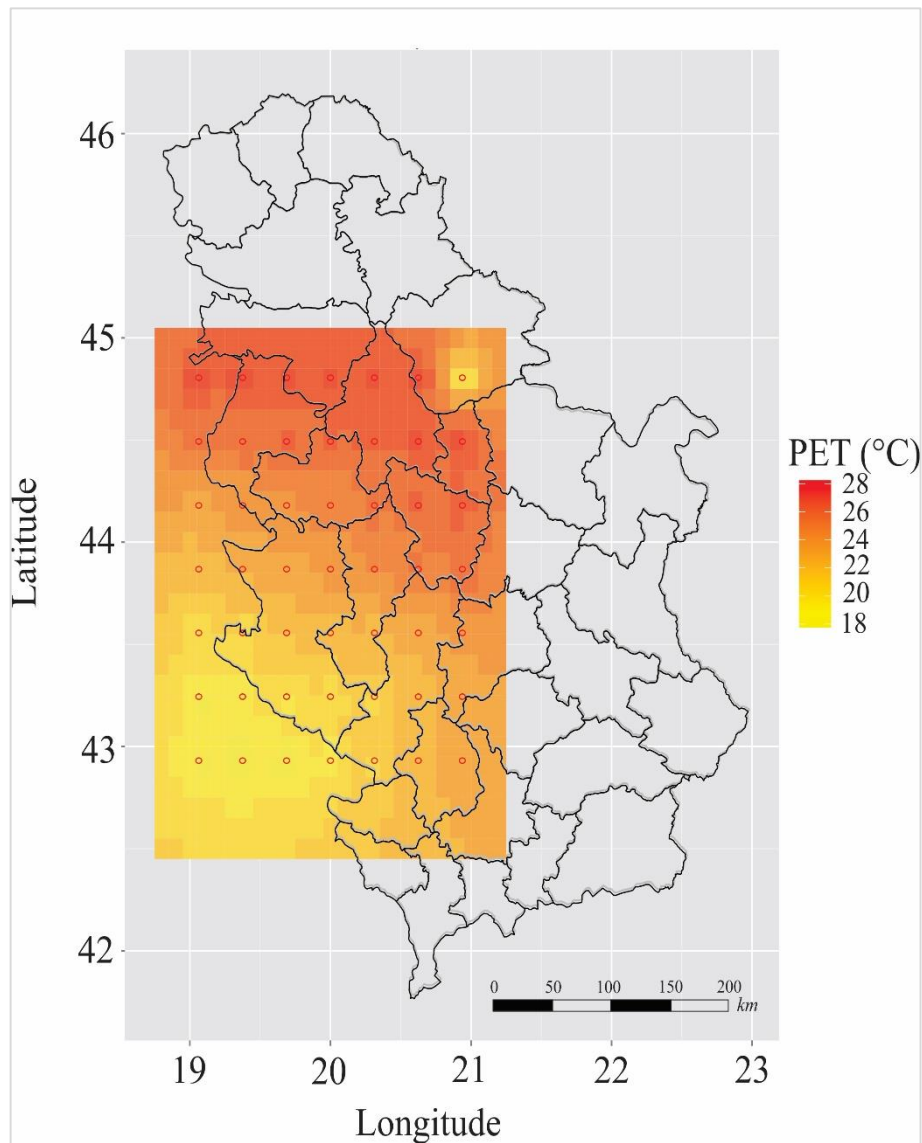
Слика 13. Варијације биоклиматског индекса *PET* на простору Западне Србије за период 1979 – 2013. године током пролећа

Статистички значајан растући тренд пролећне *PET* вредности забележен је на свим истраженим тачкама и за читаву област износи $0,081^{\circ}\text{C}$ годишње. Најмањи пораст од $0,049^{\circ}\text{C}$ годишње бележи се у области Мачве, док је највећи пораст од $0,157^{\circ}\text{C}$ утврђен у југозападном делу Западне Србије (табела 14).

3.1.4. Варијације биоклиматског индекса *PET* током лета

PET вредности током лета имају најнижу вредност од 19°C у области Пештерске висоравни. Идући на север значајан део масива Златибора је у температурном опсегу од 21°C до 22°C што даје овој планини изузетан туристички потенцијал због одличног осећаја пријатности. Слична температурна ситуација је и на Тари, док у области Дивчибара

температура расте на 24°C. Бању Ковиљачу, Цер и Поцерину одликују РЕТ вредности од око 26 °С. У Мачви је забележи највиша температура од 28°C (слика 14).



Слика 14. Варијације биоклиматског индекса РЕТ на простору Западне Србије за период 1979 – 2013. године током лета

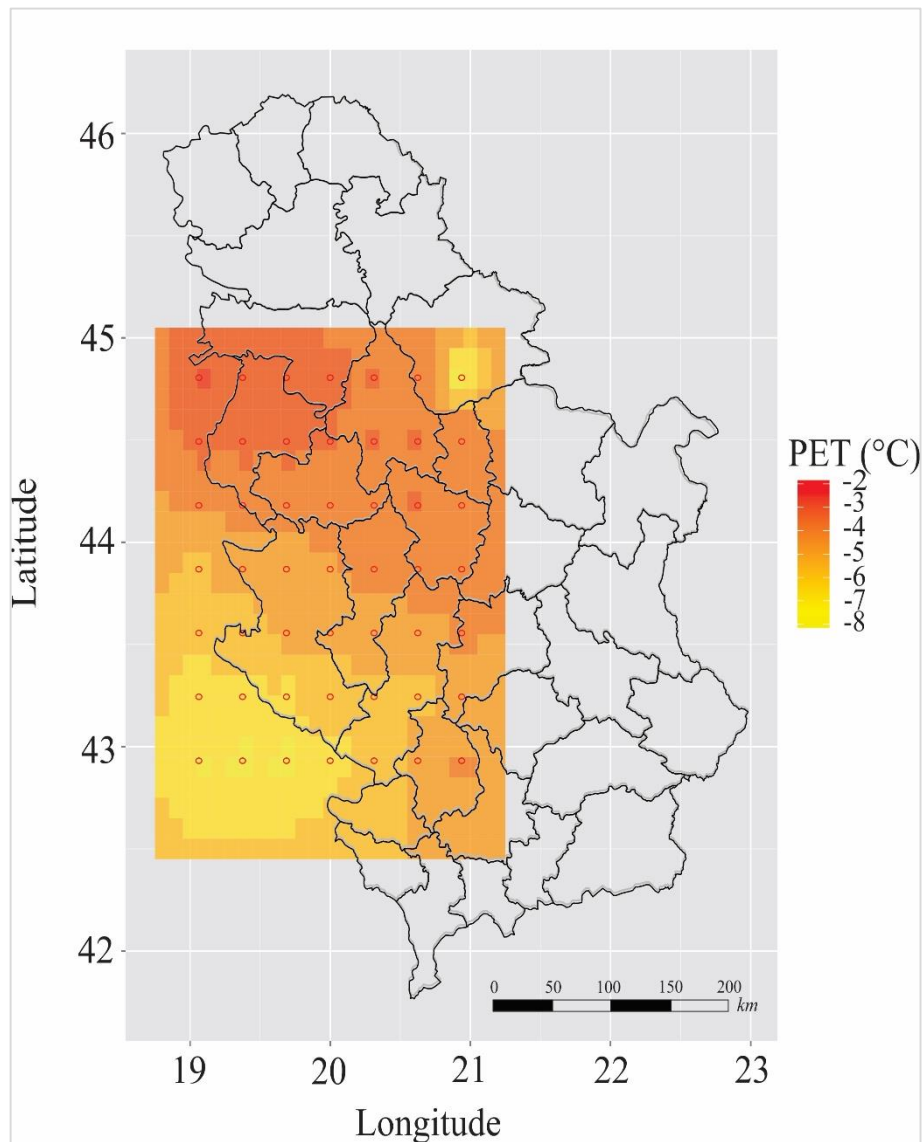
Године 2012. је 51% тачака имало највише летње вредности РЕТ са максимумом од 31,8°C западно од Богатића на граници са Републиком Српском. Значајан проценат истраживаних тачака (27%) имао је највишу летњу температуру 2007. године.

Најниже летње вредности РЕТ за већину истражених тачака (63%) утврђене су у 1984. години (63%) док 1980. године 37% има најниже летње температуре. Најмања вредност (за све мерне тачке) је 14,7°C на крајњем југу регије.

Статистички значајан растући тренд летњих PET вредности идентификован је за све истраживане тачке. У просеку летње температуре расту за $0,098^{\circ}\text{C}$ годишње. Највећи пораст је на северу регије и износи $0,112^{\circ}\text{C}$ (табела 14).

3.1.5. Варијације биоклиматског индекса PET током зиме

Зимске температуре опадају идући од севера ка југу. Зимске PET вредности у већем делу Мачванског округа су од $-2,5$ до -3°C .



Слика 15. Варијације биоклиматског индекса PET на простору Западне Србије за период 1979 – 2013. године током зиме

Колубарски округ и део Мачванског, западно од Колубарског ка реци Дрини се одликује уједначеним вредностима од око -4°C . У односу на Златибор, Тара је хладнија за

0,5°C са забележених -5°C. Најниже температуре су забележене у најјужнијим деловима Западне Србије са минималних -6,5°C. Као и у свим годишњим добима приметна је правилност у смањењу температура од севера ка југу првенствено због повећања надморске висине ка југу регије (слика 15).

Најнижа РЕТ зимска вредност измерена је на крајњем југу регије код Бродарева и износила је -10,8°C. Године 1985, је 65% тачака имало најнижи зимске температуре, а значајан број тачака са најнижим температурама је прочитан и у 1981. години (33 %).

За највећи број тачака највише зимске температуре измерене су 2007. године (96%), тада је највиша вредност у току зиме износила 2,2°C на западу Мачве.

Мен Кенделов тест тренда показује да зимске температуре расту у просеку за 0,037°C годишње (табела 14). Вредност од 0,003°C је најнижа и забележена је у крајњим јужним деловима регије. Највиши пораст од 0,072°C годишње утврђен је западно од Прибоја. Растући тренд није статистички значајан (табела 14).

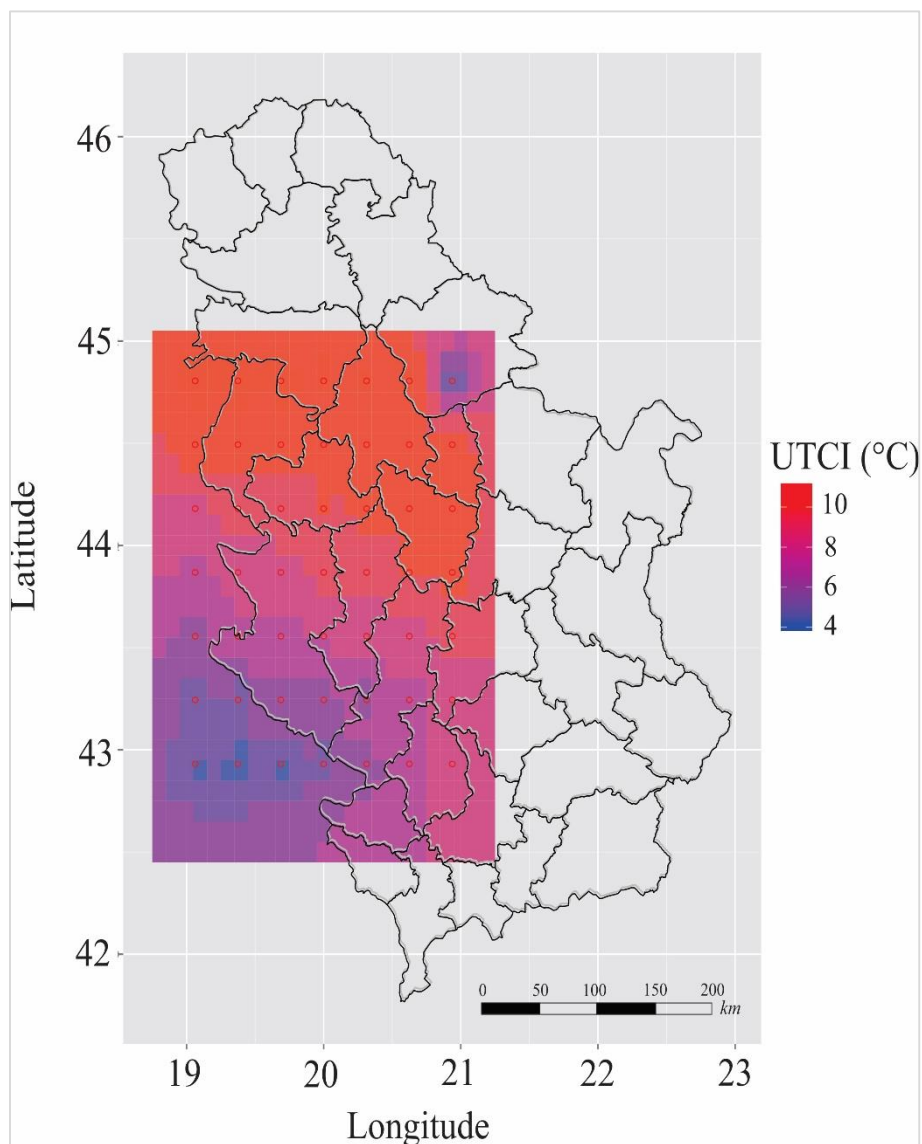
3.2. ГОДИШЊЕ И СЕЗОНСКЕ ВАРИЈАЦИЈЕ БИОКЛИМАТСКОГ ИНДЕКСА UTCI

Годишње и сезонске варијације биоклиматског индекса UTCI су такође приказане на картама ради боље прегледности.

3.2.1. Годишње варијације биоклиматског индекса UTCI

Годишње вредности UTCI индекса се као и код РЕТ индекса смањују идући од севера ка југу што се доводи у директну везу са повећањем надморске висине. Крајњи југ (област око Пештера) карактеришу вредности од 5°C до 5,5°C.

Повећање температуре запажа се око Нове Вароши и Прибоја. У области Златибора и Таре температура се креће око вредности од 8°C приближавајући се граници пријатног осећаја. Крајњи јужни делови Мачванског и Колубарског округа и најсевернији делови Златиборског округа су окарактерисани као пријатни са температуром од 9°C (слика 16). Између Мачве као најтоплије са 11°C и јужних делова Мачванског и Колубарског округа се простире широка област са температурама од 10°C до 10,5°C.



Слика 16. Годишње варијације биоклиматског индекса UTCI на простору Западне Србије за период 1979 – 2013.

Резултати Мен Кенделовог тренд теста указују на пораст средње годишње UTCI вредности у току посматраног периода (табела 15). Овај тренд је на свим истраживаним тачкама статистички значајан ($p < 0.05$) сем у тачки 49. За Западну Србију средња годишња вредност UTCI у просеку расте за $0,052^{\circ}\text{C}$ годишње. Највећи пораст од око $0,08^{\circ}\text{C}$ годишње и утврђен је у југозападним деловима истраживане области, док је најмањи тренд од око $0,03^{\circ}\text{C}$ годишње установљен за непосредну близину Тутина.

Табела 15. Резултати Мен Кенделовог теста на годишњим и сезонским вредностима
УТСИ индекса

	годишња	Пролеће	Лето	Јесен	Зима
	тренд	тренд	тренд	тренд	тренд
x1	0.034317 ^b	0.05158	0.067669 ^a	0.041274	0.014713
x2	0.041439 ^b	0.068708 ^b	0.06459 ^a	0.037121	0.022728
x3	0.081216 ^a	0.135727 ^a	0.077721 ^a	0.052353 ^c	0.089752 ^c
x4	0.079273 ^a	0.13347 ^a	0.058797 ^a	0.040224 ^c	0.075974 ^c
x5	0.060533 ^a	0.12607 ^a	0.049239 ^a	0.022016	0.038546
x6	0.055223 ^a	0.082244 ^a	0.056569 ^a	0.029922	0.050434
x7	0.048689 ^a	0.059739 ^a	0.054642 ^a	0.024206	0.052582
x8	0.046077 ^b	0.050679	0.06938 ^a	0.051872 ^c	0.028913
x9	0.042438 ^b	0.057388 ^b	0.06351 ^a	0.04398	0.037557
x10	0.05304 ^a	0.068296 ^b	0.065221 ^a	0.036009	0.042706
x11	0.062784 ^a	0.094763 ^a	0.056572 ^a	0.036005 ^c	0.049769
x12	0.054187 ^a	0.096378 ^a	0.049168 ^a	0.024012	0.036989
x13	0.054424 ^a	0.066468 ^a	0.058883 ^a	0.029357	0.05329
x14	0.044499 ^b	0.048374 ^b	0.053994	0.025286	0.052205
x15	0.050494 ^a	0.058262 ^b	0.065545 ^a	0.052429 ^c	0.050672
x16	0.051726 ^a	0.058523 ^c	0.06042 ^a	0.048109	0.04085
x17	0.044694 ^b	0.050327 ^b	0.054272 ^a	0.033795	0.037294
x18	0.049908 ^a	0.066951 ^b	0.04997 ^a	0.028453	0.055038
x19	0.044687 ^a	0.064135 ^b	0.046111 ^a	0.026018	0.045721
x20	0.050817 ^a	0.054484 ^b	0.057514 ^a	0.032182	0.058801
x21	0.043437 ^b	0.047045 ^c	0.05519 ^a	0.028403	0.047778
x22	0.036127 ^b	0.03759	0.051088 ^a	0.045625 ^c	0.028244
x23	0.048016 ^a	0.047944 ^c	0.055949 ^a	0.045173 ^c	0.048065
x24	0.034962 ^a	0.039251 ^c	0.05109 ^a	0.026591	0.029979
x25	0.052491 ^a	0.064183 ^b	0.053988 ^a	0.035547	0.062947
x26	0.048028 ^a	0.050107 ^b	0.053646 ^a	0.031581	0.05745
x27	0.052207 ^a	0.052415 ^b	0.059655 ^a	0.037176 ^c	0.058627
x28	0.049292 ^a	0.053039 ^b	0.064045 ^a	0.037713	0.054657
x29	0.0331 ^b	0.03531	0.050043 ^a	0.036103	0.017058

Наставак: Табела 15. Резултати Мен Кенделовог теста на годишњим и сезонским вредностима UTCI индекса

x30	0.049959 ^a	0.056589 ^b	0.056202 ^a	0.041104	0.047694
x31	0.047102 ^a	0.051134 ^b	0.052444 ^a	0.039088	0.040795
x32	0.059543 ^a	0.065541 ^a	0.060193 ^a	0.044462 ^c	0.063203 ^c
x33	0.051377 ^a	0.051278 ^b	0.05432 ^a	0.034208	0.062186
x34	0.051971 ^a	0.053471 ^b	0.058405 ^a	0.039028 ^c	0.057036
x35	0.05441 ^a	0.053471 ^b	0.065096 ^a	0.042901 ^c	0.057283
x36	0.040632 ^a	0.047159 ^b	0.060061 ^a	0.036016 ^c	0.02411
x37	0.054975 ^a	0.069649 ^a	0.052606 ^a	0.03556	0.041661
x38	0.056219 ^a	0.068009 ^a	0.056471 ^a	0.040274 ^c	0.054951 ^c
x39	0.061938 ^a	0.069236 ^a	0.058459 ^a	0.043937 ^c	0.067957 ^c
x40	0.053595 ^a	0.058401 ^b	0.054002 ^a	0.031859	0.065531
x41	0.05249 ^a	0.055724 ^b	0.054679 ^a	0.038616 ^c	0.060871
x42	0.053363 ^a	0.054331 ^b	0.058613 ^a	0.040619 ^c	0.053574
x43	0.041004 ^a	0.046016 ^b	0.055728 ^a	0.030412	0.017662
x44	0.05113 ^a	0.075428 ^a	0.052751 ^a	0.029785 ^c	0.049016
x45	0.066502 ^a	0.084159 ^a	0.060618 ^a	0.044625 ^b	0.066131 ^b
x46	0.068274 ^a	0.084875 ^a	0.06435 ^a	0.049947 ^b	0.082738 ^b
x47	0.066123 ^a	0.076831 ^a	0.059337 ^a	0.045293 ^b	0.086964 ^c
x48	0.061475 ^a	0.073532 ^b	0.060509 ^a	0.045841 ^b	0.073443 ^c
x49	0.038886	0.050132 ^c	0.061492 ^a	0.030224	0.017843

^a Статистичка значајност већа од 99% ($p < 0.01$)

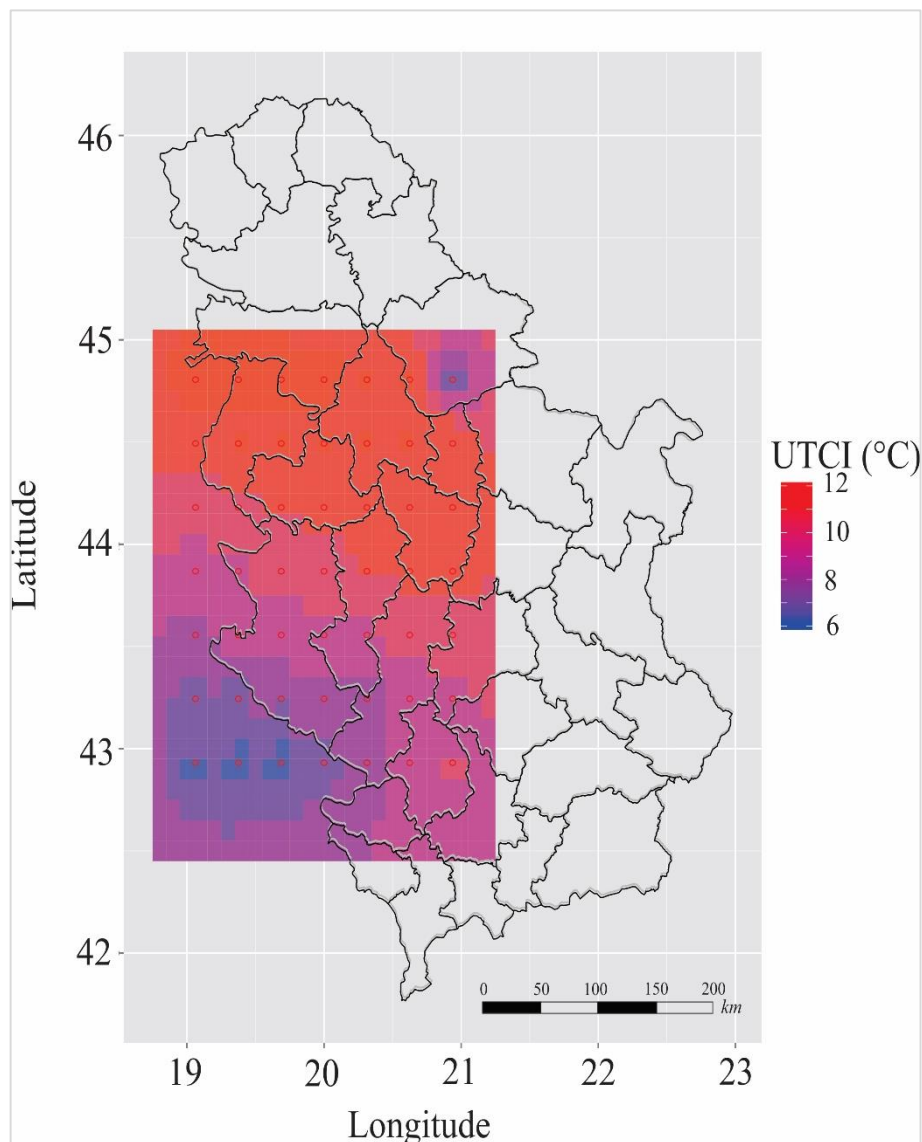
^b Статистичка значајност између 95% и 99% ($0.05 > p > 0.01$)

^c Статистичка значајност између 90 и 95% ($0.1 > p < 0.05$)

3.2.2. Варијације биоклиматског индекса UTCI током јесени

Вредности UTCI индекса током јесени су највише у Поцерини и Мачви са температуром која је виша од 12°C. Остатак Мачванског и цео Колубарски округ карактеришу се температурама од 10,5°C до 11,5°C. Север Златиборског округа има вредности од 10°C до 10,5°C. Централни делови Златиборског округа, рачунајући Тару и Златибор, су на горњој граници осећаја *пријатно хладно*, са температуром од око 9°C. Пријепоље, Сјеница, Пештер су као најјужнији делови области окарактерисани температурама које су у распону од 6,5°C до 7,5°C (слика 17).

Највиша јесења UTCI вредност износи $14,7^{\circ}\text{C}$ и забележена је у Мачви. Најнижа је пак на крајњем југу око Сијенице и износи $5,3^{\circ}\text{C}$. Највиша температура је за већину истражених тачака (90%) забележена 2007. године док је 2000. године најнижа UTCI вредност израчуната за свега 10% тачака. Најниже температуре су за већину тачака (51%) израчуната 2007. године као и 1988. године (41%).

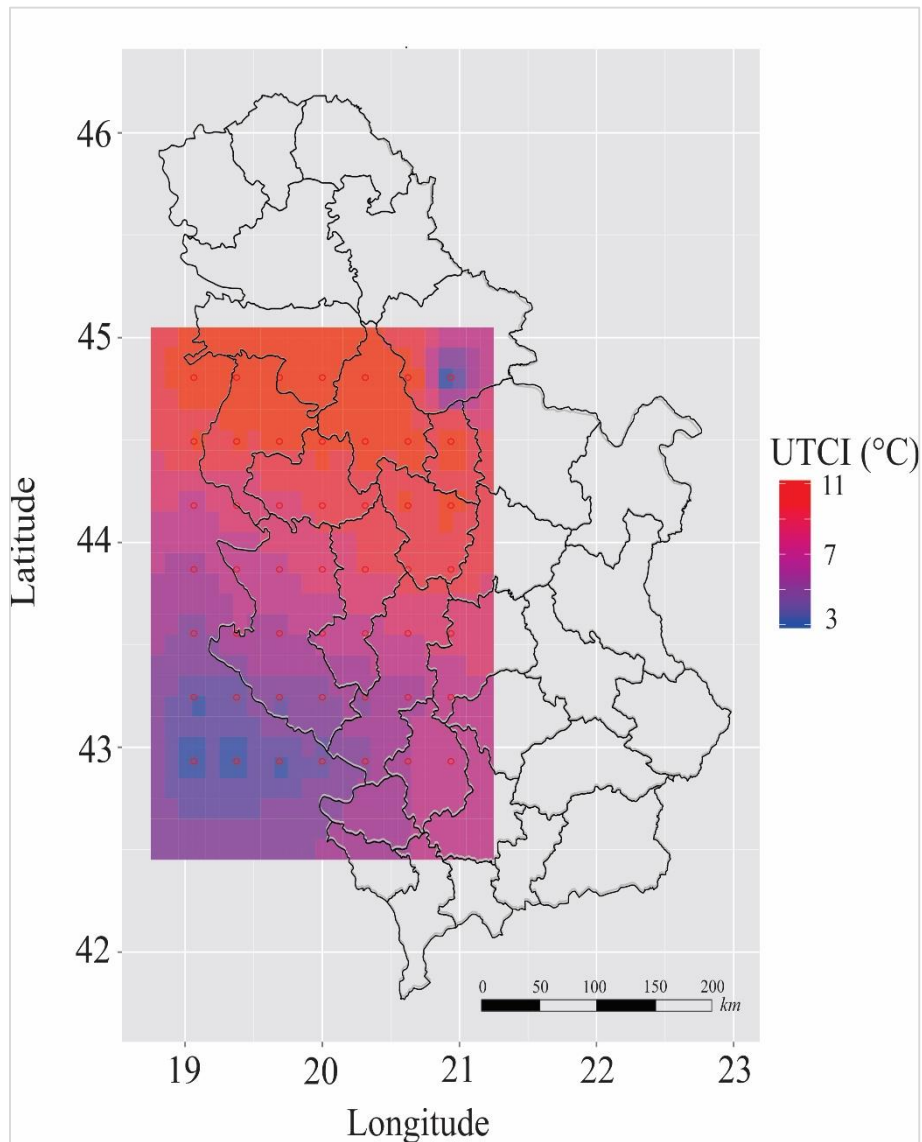


Слика 17. Варијације биоклиматског индекса UTCI на простору Западне Србије за период 1979 – 2013. током јесени.

Мен Кенделов тренд тест указује да UTCI вредности имају растући тренд са просечном вредности од око $0,037^{\circ}\text{C}$ годишње. Најмањи пораст има вредности од $0,022^{\circ}\text{C}$ годишње, док је највиши $0,52^{\circ}\text{C}$ годишње на југу и југо-западу посматраног подручја (табела 15).

3.2.3 Варијације биоклиматског индекса *UTCI* током пролећа

Посматрајући пролећне вредности *UTCI* индекса одмах се може приметити сличност у просторном распореду температура са јесењим. Област са температурама од 10°C до 11°C утврђена је на северу истраживане области. У односу на јесен температуре су ниже за око 1°C. Око Врњачке Бање, Лознице, Коцељеве, Ваљева и Љига *UTCI* вредности крећу се око 9,5°C, настављајући да падају идући ка југу. Слично јесени, север Златиборског и крајњи јужни делови Колубарског и Мачванског округа су са температурама око 8°C. Масиви Таре и Златибора припадају зони у којој влада осећај *пријатно хладно* са температурама од 6,5°C до 7,5°C. Идући јужно од поменутих планина температуре константно падају до минималних 4°C у области Пештера (слика 18).



Слика 18. Варијације биоклиматског индекса *UTCI* на простору Западне Србије за период 1979 – 2013. током пролећа

Године 2007, највећи број истражени тачака има највишу средњу пролећну вредност (61%), а највиша температура износила је 13,3°C и утврђена је на северу регије управо 2007. године. Са 82% 1987. година доминира као година са најхладнијим пролећем. Температура од 0,7°C представља најнижу вредност за период посматрања и забележена је 2013. године на крајњем југу у близини Бродарева.

У читавој регији утврђен је статистички значајан растући тренд за све истраживане тачке. У просеку пролећне температуре расту за 0,064°C годишње. Највећи пораст од 0,081°C годишње утврђен је на југозападу а најмањи од 0,033°C годишње на југоистоку (табела 15).

3.2.4. Варијације биоклиматског индекса UTCI током лета

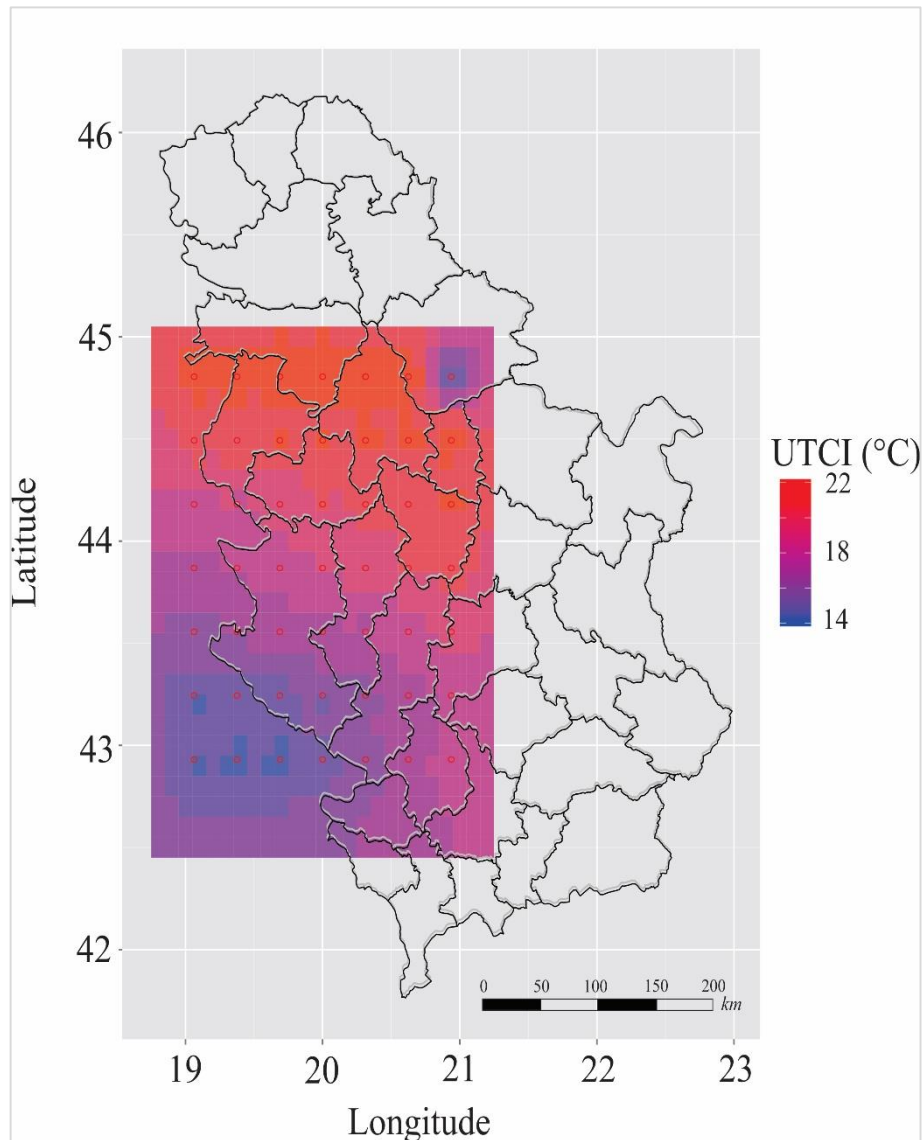
Мачва и Поцерина се издвајају по највишим вредностима UTCI током лета са вредностима од 21,5°C, али и даље без топлотног стреса. Централни делови Мачванског и северни Колубарског имају температуру од 20,5°C. Ширу област одликују температуре од 19°C.

Предели Златибора и Таре са температуром од 17,5 до 18°C представљају веома пријатне дестинације за туризам. Са температурама од 16,5°C прибојски и нововарошки крај настављају тренд пада температура ка југу регије где се бележе и најниже вредности од око 14°C. Занимљиво је да је разлика у температури северног и јужног дела Западне Србије током лета чак 7,5°C (слика 19).

Током проучаваног периода од 49 истражених тачака највише температуре се најчешће јављају у 2012. години (61%), затим 2007. године (37%) и 2003. године (2%). Највиша температура је измерена 2007. године са 23,8°C.

Најниже температуре су на 71% тачака измерене 1984. године као и 1980. године на 19% тачака. Најнижа вредност је забележена 1984. године и износила је 12,5°C.

Као и што се може очекивати највише температуре су израчунате за област Мачве, док су најниже карактеристика крајњег југа Западне Србије.



Слика 19. Варијације биоклиматског индекса *UTCI* на простору Западне Србије за период 1979 – 2013. током лета

Статистички значајан растући тренд летњих вредности *UTCI* утврђен је за читаву истраживану област. Температуре у просеку за читаву регију расту $0,057^{\circ}\text{C}$ годишње. Највећи пораст летњих *UTCI* је $0,077^{\circ}\text{C}$ годишње, док је најмањи $0,046^{\circ}\text{C}$ годишње (табела 15).

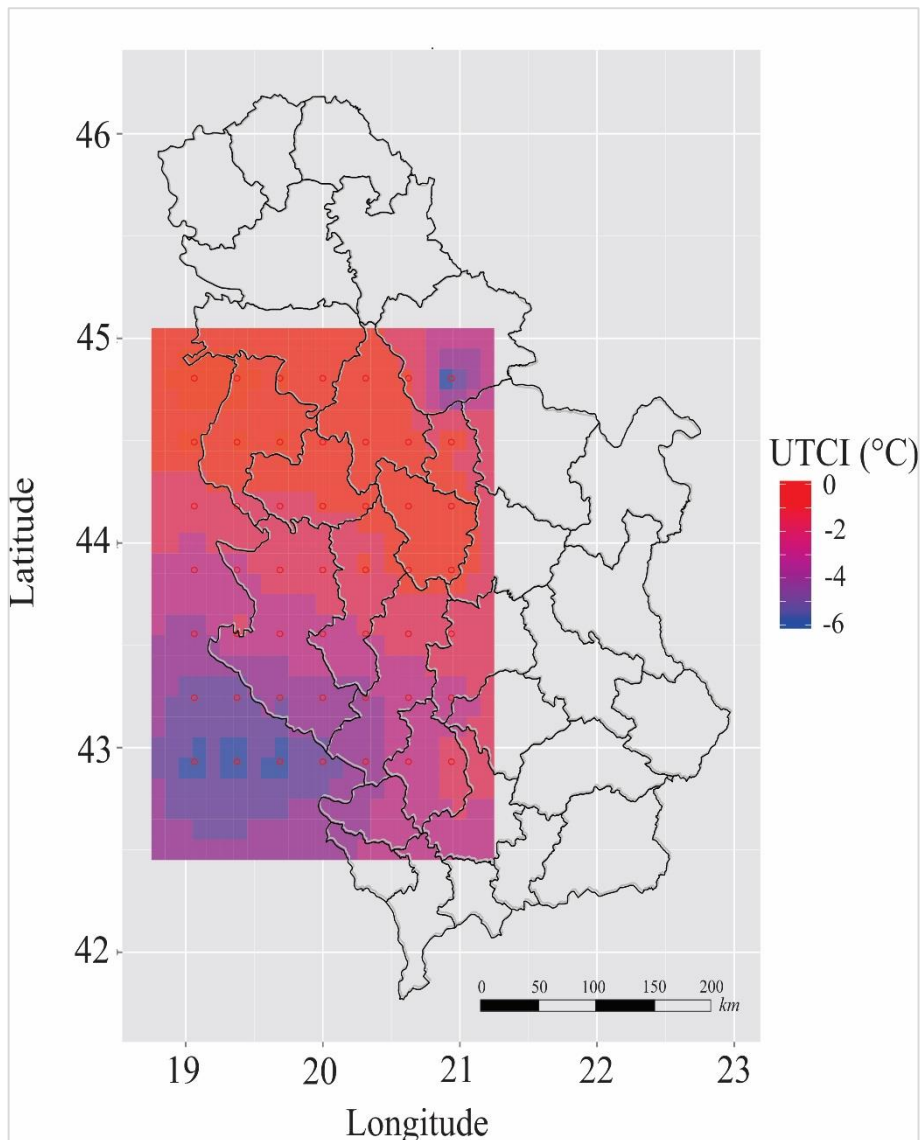
3.2.5. Варијације биоклиматског индекса *UTCI* током зиме

Вредности *UTCI* током зиме указују да је присутан осећај *средње хладног стреса* у целој регији са температурно просторним трендом као и код осталих годишњих доба. Најниже температуре се бележе на крајњем југу са вредностима од $-4,5^{\circ}\text{C}$. Идући ка северу у централним деловима Златиборског округа температура износи од -2°C до -3°C . Пораст

температуре је приметан у области Ужица, Косјерића и Дивчибара са вредношћу од $-1,5^{\circ}\text{C}$ до -2°C . Готово читава Мачва и Колубарски регион су у температурном опсегу од 0 до $-0,5^{\circ}\text{C}$ У односу на најниже вредности забележене на југу указује на температурну разлику од $4,5^{\circ}\text{C}$ (Слика 20).

Зимске UTCI вредности су биле највише 2007. године на 94% истражених тачака, а највиша температура је $4,8^{\circ}\text{C}$ измерена у Мачви.

Најниже вредности су за већину испитаних тачака (61%) утврђене 1985. године, док је 1981. године 37% тачака имало најнижу зимску температуру. Најнижа температура од $-9,2^{\circ}\text{C}$ је измерена 1981. године у Бродареву.



Слика 20. Варијације биоклиматског индекса UTCI на простору Западне Србије за период 1979 – 2013. током зиме

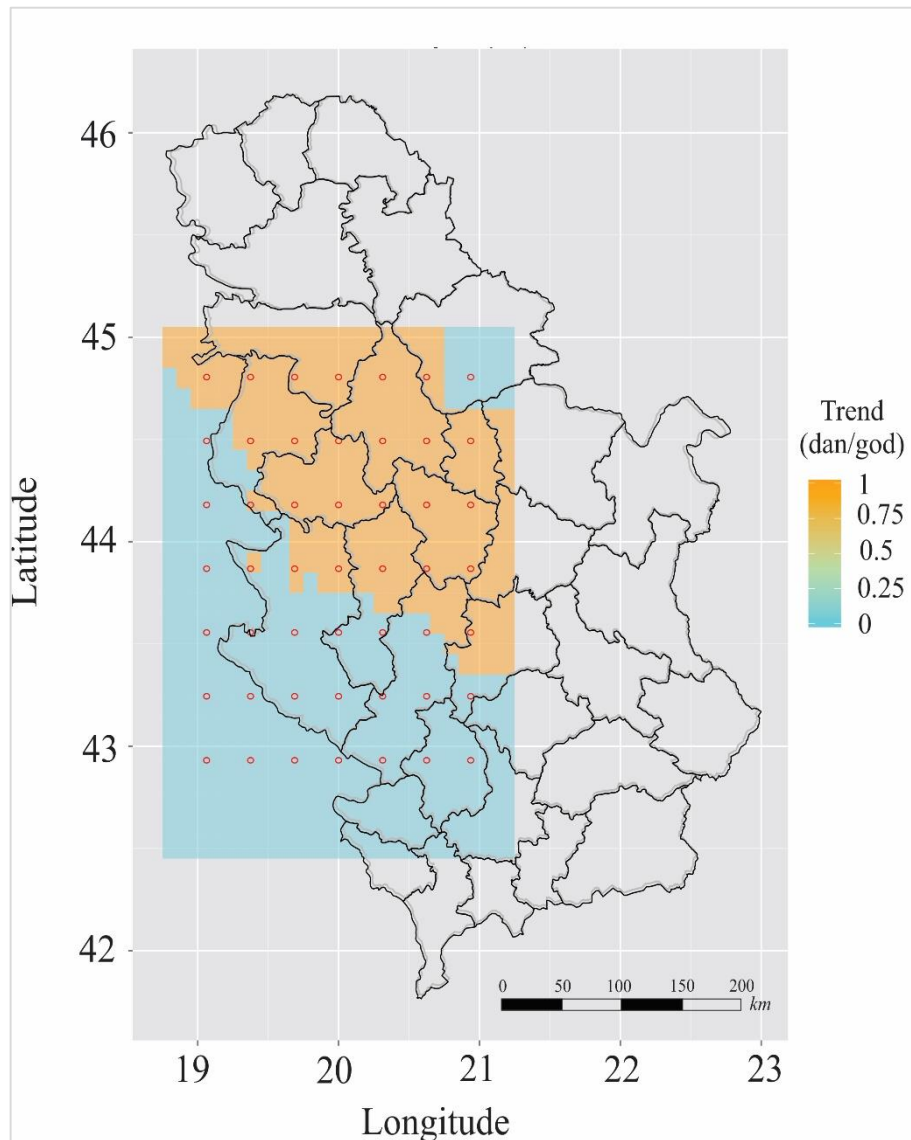
Мен Кендел тест тренда указује на то да зимске UTCI вредности у периоду од 1979-2014. расту у просеку за $0,049^{\circ}\text{C}$ годишње. Тренд пораста није статистички значајан (табела 15).

3.3. ТРЕНД ЕКСТРЕМНИХ ВРЕДНОСТИ БИОКЛИМАТСКОГ ИНДЕКСА РЕТ

За потреба детаљнијег проучавања индекса РЕТ анализирани су и екстремне вредности.

3.3.1. Тренд вредности РЕТ између 29°C и 35°C

Број дана са РЕТ између 29°C и 35°C на истраживаном подручју расте из године у годину. Најмањи пораст је утврђен у јужним деловима регије.

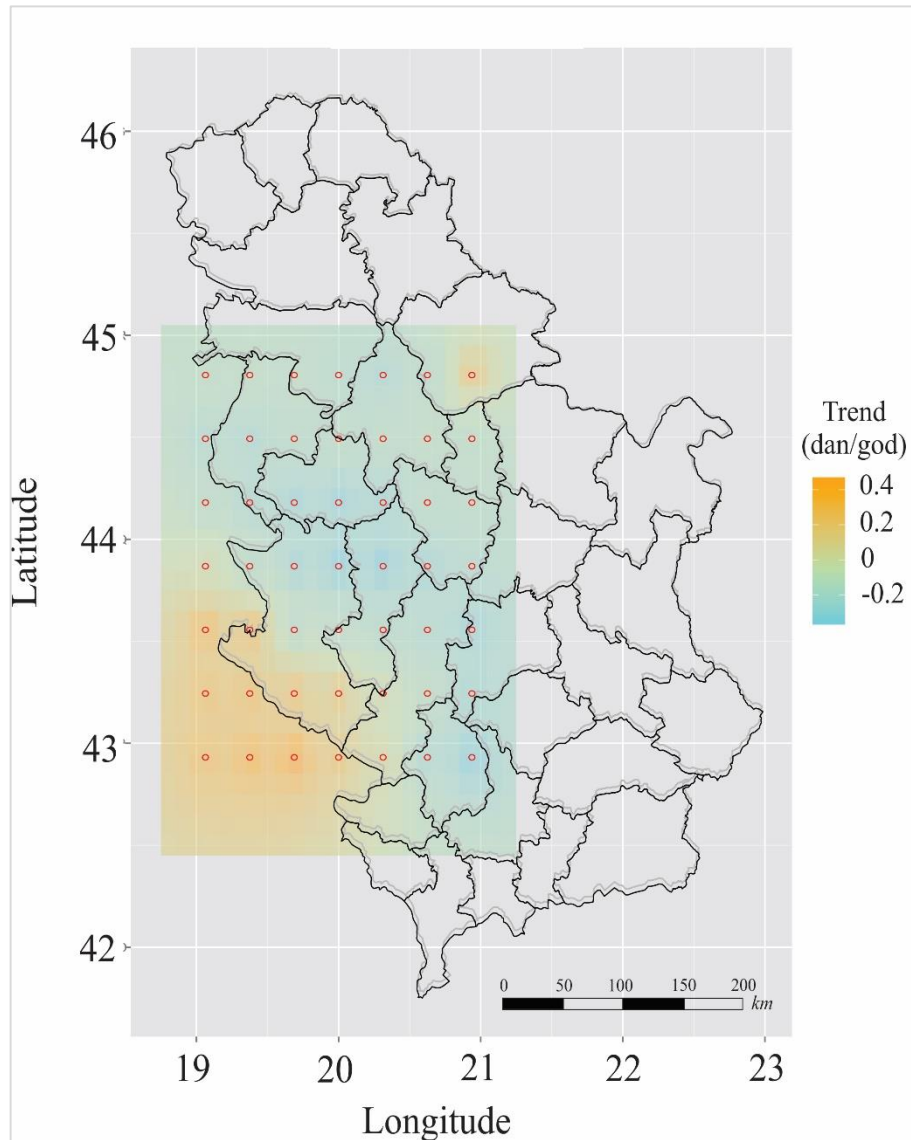


Слика 21. Тренд вредности РЕТ између 29°C и 35°C на простору Западне Србије (вредности су изражене у броју дана годишње)

Идући ка северу тренд се постепено повећава да би највише вредности постигао управо на крајњем северу (0,691 дана годишње). Најзначајније планинске туристичке дестинације Златибор и Тара имају годишње око 0,5 дана више екстремно топлих дана (слика 21).

3.3.2. Тренд вредности РЕТ између 18°C и 23°C

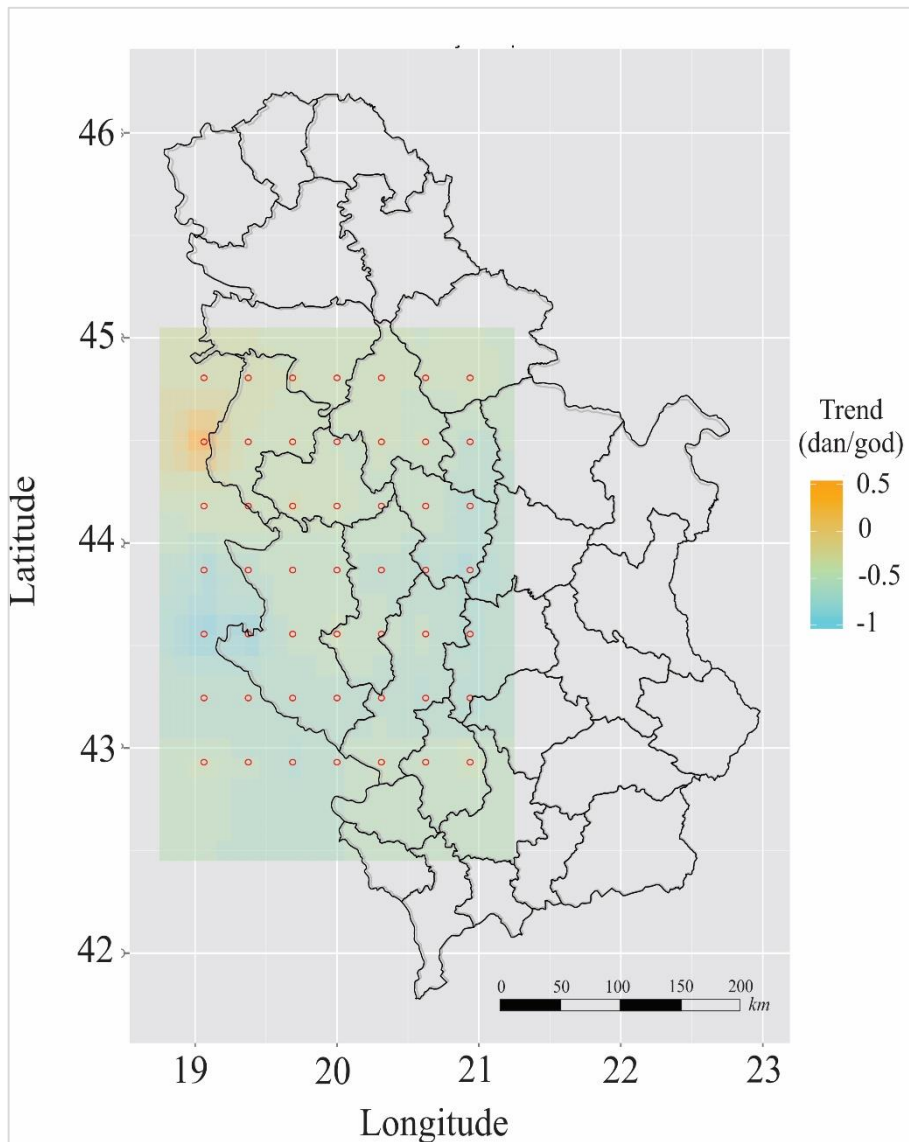
Број дана са вредностима РЕТ између 18°C и 23°C на посматраној територији Србије се генерално смањује што говори о тренду опадања броја дана са овим температурама.



Слика 22. Тренд вредности РЕТ између 18°C и 23°C на простору Западне Србије (вредности су изражене у броју дана годишње)

Највеће смањење броја пријатних дана од 0,34 дана годишње је забележен у јужним деловима Колубарског округа док се на крајњем северу у Мачви број дана са пријатним температурама смањује за 0,11 годишње а на Пештеру за око 0,25. Тара и Златибор имају тренд смањења између 0,18 до 0,30 дана годишње (слика 22).

3.3.3. Тренд вредности РЕТ мањих од 0°C



Слика 23. Тренд вредности РЕТ <0°C на простору Западне Србије (вредности су изражене у броју дана годишње)

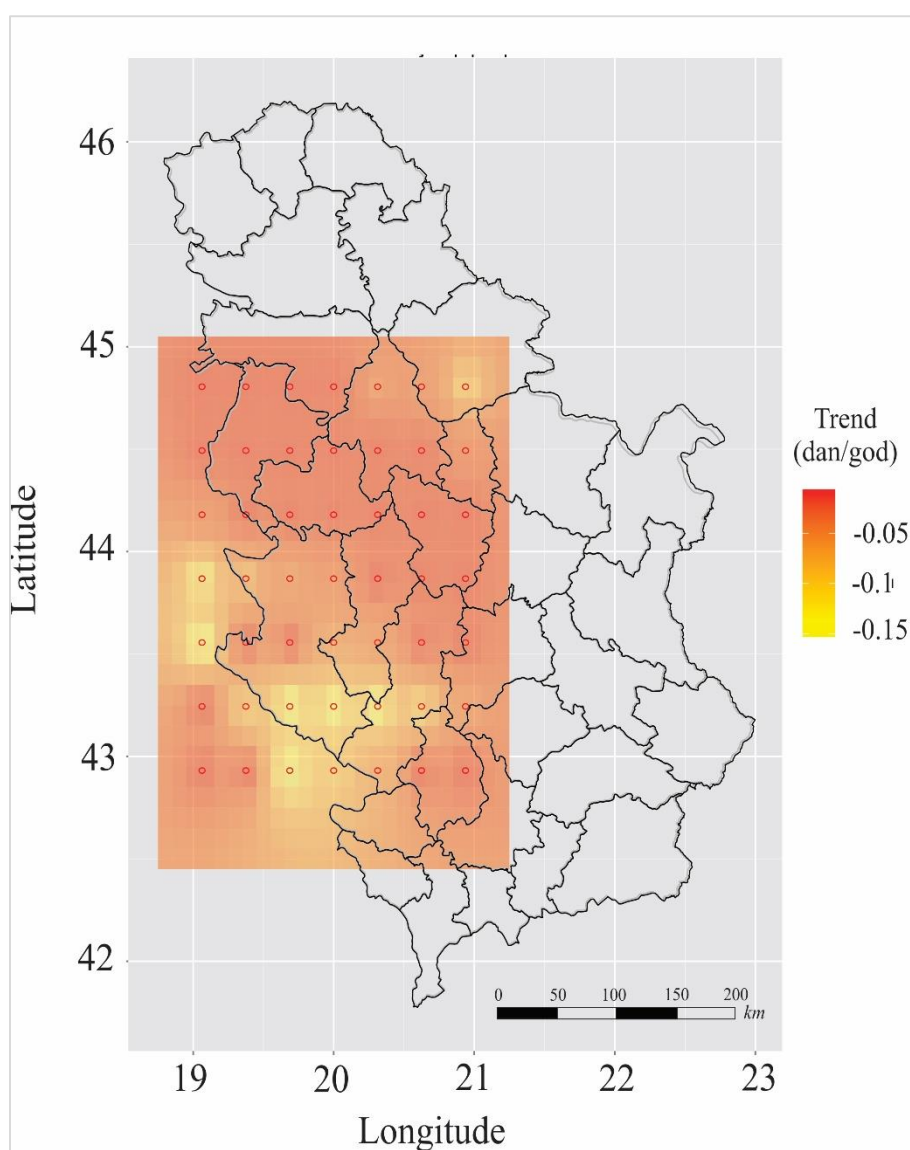
Тренд вредности РЕТ мањих од 0°C је углавном негативан што говори да се број дана годишње са овом температуром смањује. Највеће смањење екстремно хладних дана износи 1,04 дана годишње и забележена је у области Прибоја. У Мачви, у близини Богатића, у току године број дана са екстремно ниским температурама се смањује за 0,28 (слика 23).

3.4. ТРЕНД ЕКСТРЕМНИХ ВРЕДНОСТИ БИОКЛИМАТСКОГ ИНДЕКСА UTCI

Као и за PET анализиране су и екстремне вредности за UTCI.

3.4.1. Тренд вредности UTCI између -13°C и -27°C

Број дана са екстремно ниским UTCI током године се смањује у читавој регији. У области Пештера сваке године број екстремно хладних дана је мањи за 0,16. Златибор и Тара се одликују изузетно малим смањењем броја дана са UTCI између -13°C и -27°C , од 0,04 до 0,08 дана годишње.

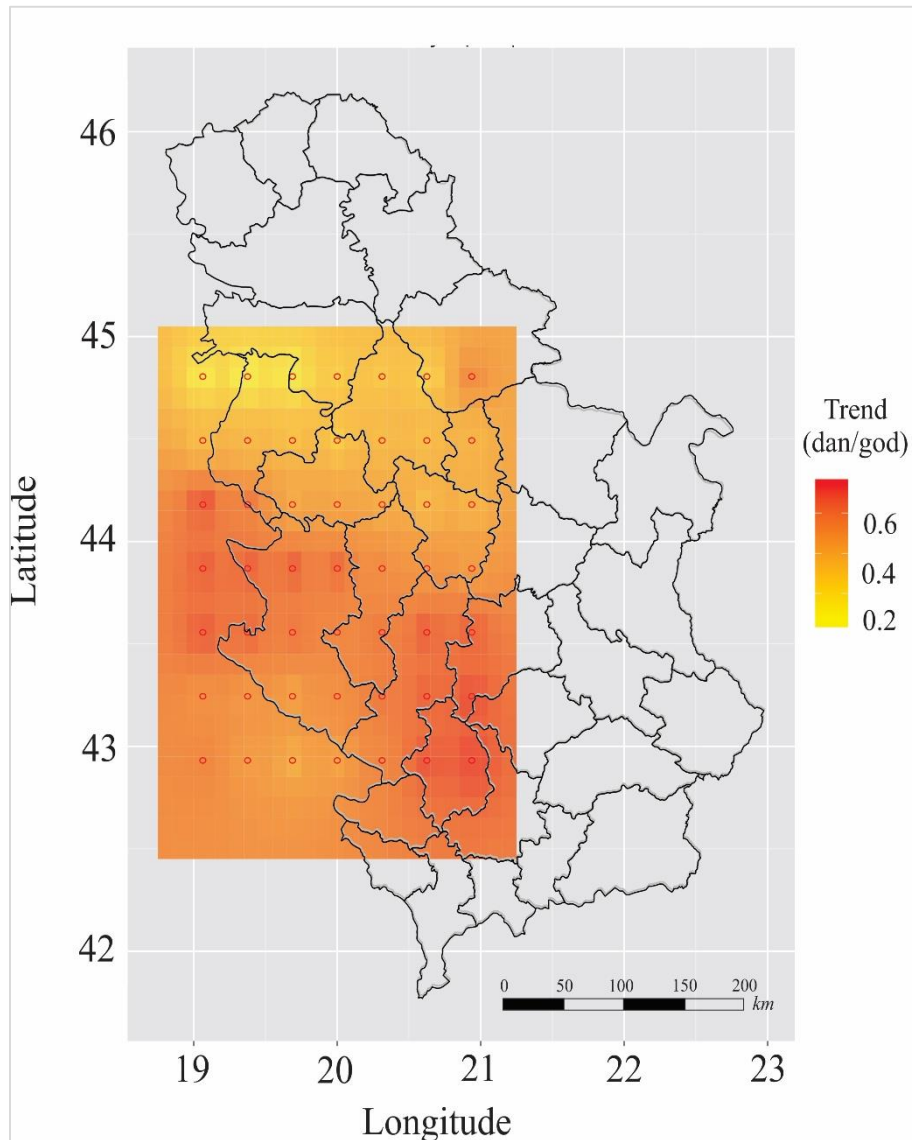


Слика 24. Тренд вредности UTCI између -13°C и -27°C на простору Западне Србије (вредности су изражене у броју дана годишње)

Цео Мачвански и Колубарски округ је без тренда за UTCI. Надморска висина највише утиче на учесталост појаве ових температура тако да је управо у оним областима где постоје услови за изузетно ниске температуре приметан тренд, мислећи на планинске масиве у централним и јужним деловима регије (слика 24).

3.4.2. Тренд вредности UTCI између 18°C и 26°C

За разлику од PET температура које карактеришу пријатан осећај UTCI вредности од 18 °C до 26°C показују позитиван тренд.



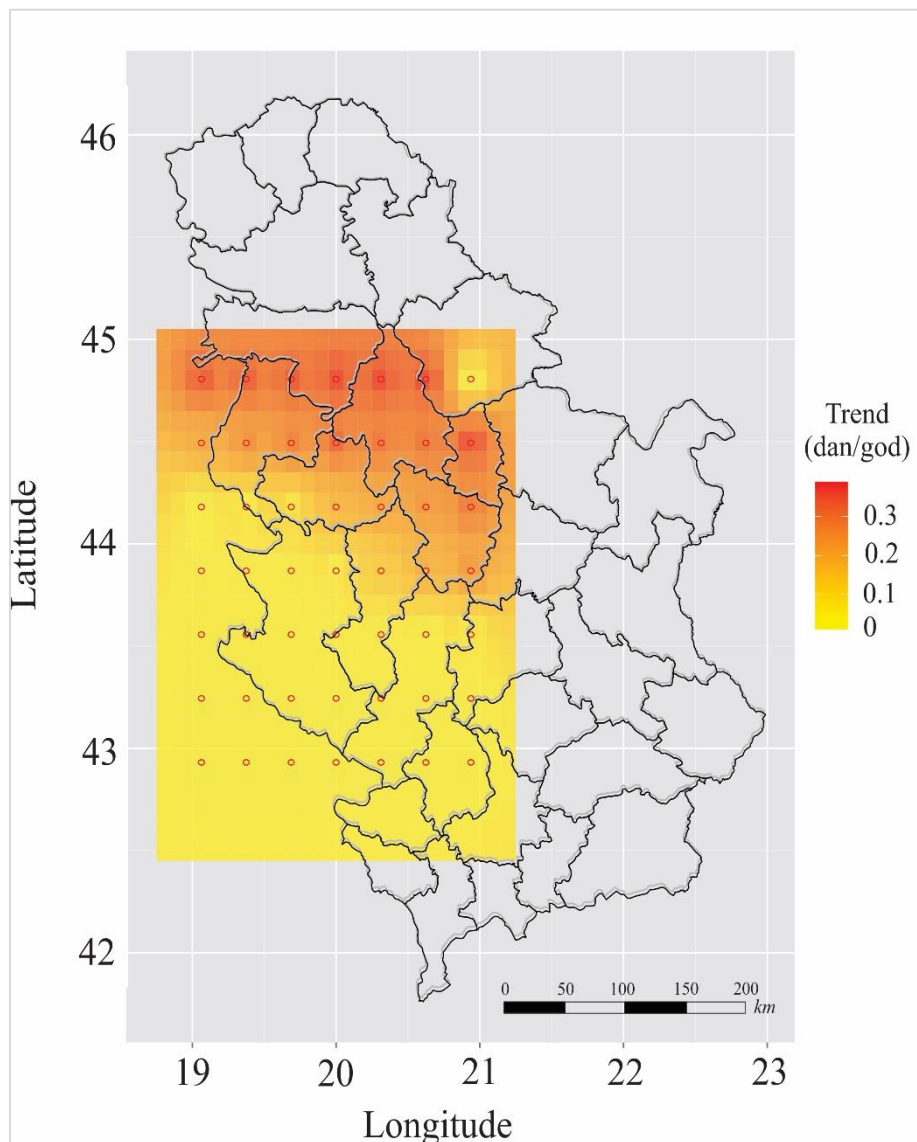
Слика 25. Тренд вредности UTCI између 18°C и 26°C на простору Западне Србије (вредности су изражене у броју дана годишње)

На крајњем југу регије у току године број пријатних дана порасте за 0,75, што уједно чини и највећи пораст у целој регији. Изузетно висок тренд је забележен у области

Златибора и Таре а идући ка северу између Ваљева и Љига број дана са UTCI вредностима између 18°C и 26°C опада на 0,24 дана годишње (слика 25).

3.4.3. Тренд вредности UTCI између 26°C и 32°C

Број дана са екстремно високим температурама, UTCI између 26°C и 32°C (слика 26) на читавој територији Западне Србије сваке године расте. Највећи пораст од 0,39 екстремно топлих дана забележен је у Убу, док је најмањи пораст 0,03 дана годишње утврђен за области источно од Ужица.



Слика 26. Тренд вредности UTCI између 26°C и 32°C на простору Западне Србије (вредности су изражене у броју дана годишње)

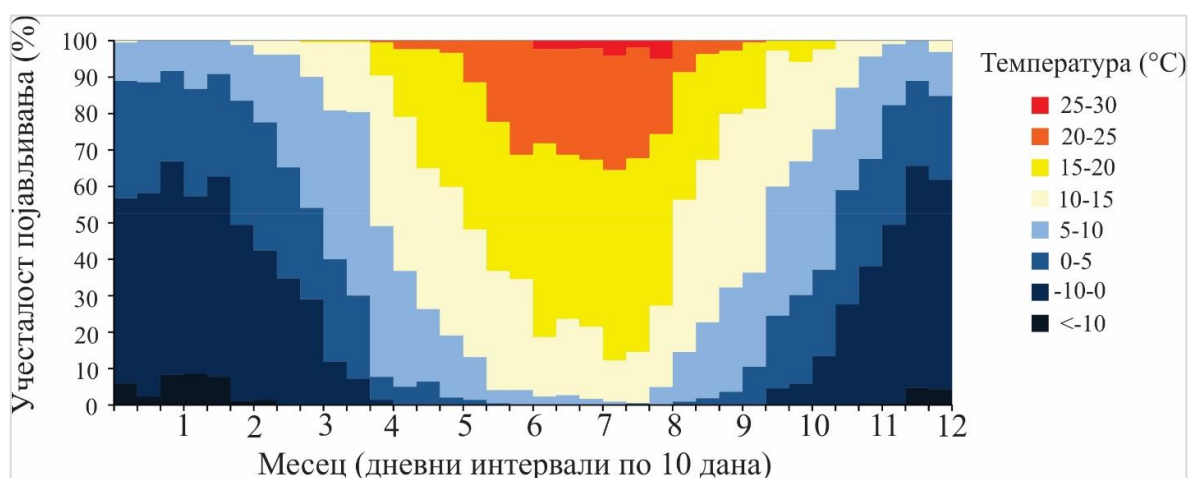
3.5. ПРИМЕНА БИОКЛИМАТСКИХ ИСТРАЖИВАЊА У ТУРИЗМУ НА ПРИМЕРУ ТУРИСТИЧКЕ ДЕСТИНАЦИЈЕ ЗЛАТИБОР

Планина Златибор је популарна туристичка дестинација у Србији и издваја се као планина изврских природних и антропогених вредности. Информације о клими и биоклими су представљене коришћењем PET и UTCI током периода од десет дана. На тај начин су анализирани добијене средње вредности перцепције топлоте. CTIS је такође коришћен будући да приказује климатске и биоклиматске информације за намене у туризму на основу граничних вредности релевантних параметара и њихове фреквенције. Индекс погодности времена је, такође, израчунат зато што пружа синтетичке информације о погодности времена за различите облике рекреативних и туристичких активности. Добијени резултати су коришћени за израду биоклиматског летка за Златибор који ће омогућити туристима да изаберу најбоље време за свој одмор у зависности од личних преференција и захтева.

3.5.1. Температура ваздуха

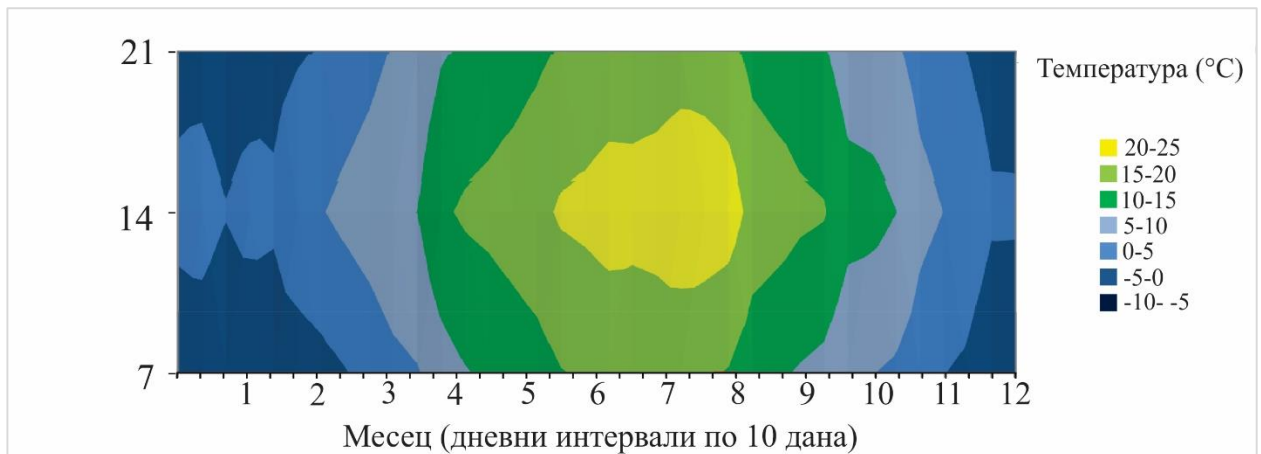
Фреквенција дистрибуције одређених класа температуре ваздуха за период од 1992. до 2013. године приказана је на слици 27.

Најтоплији дани јављају се током летњих месеци са до 5% вредности у распону од 25°C до 30°C у јулу и августу. Највећи проценат примећен је у трећем периоду августа. Најхладнији дани могу се приметити од друге декаде у октобру па све до почетка априла. У децембру и јануару, више од 50% дана има температуре између -10 и 0°C. Дани са температуром испод -10°C су ретки и у највећем проценту (8%) јављају се у трећој декади у јануару и фебруару.



Слика 27. Дијаграм релативне фреквенције средњих дневних температура ваздуха за Златибор за период од 1992. до 2013. године.

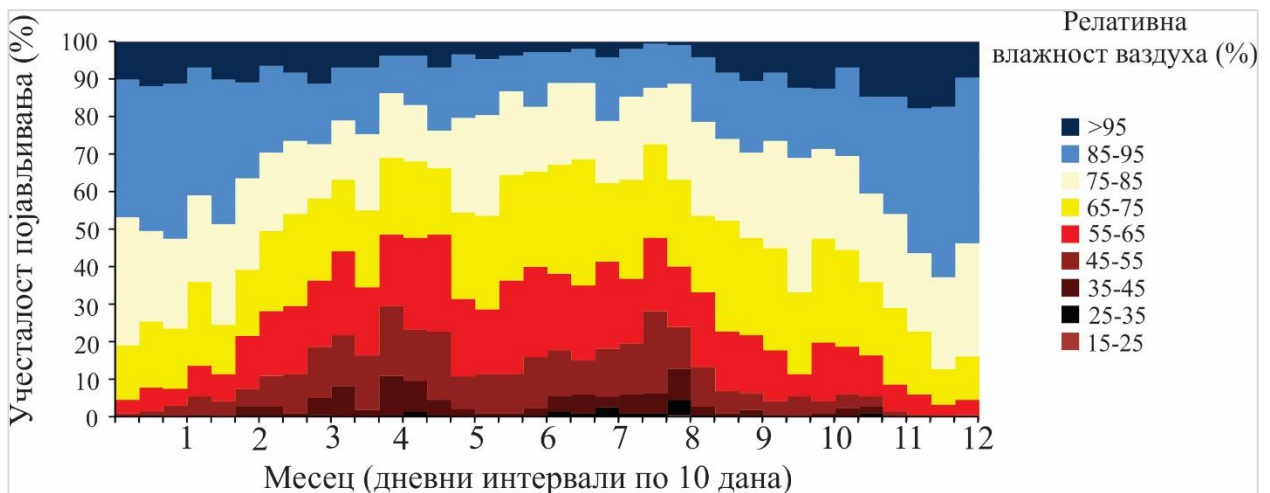
Температура ваздуха је такође анализирана путем годишњег курса десетодневних средњих вредности измерених у 7, 14 и 21 часова у току године (слика 28). Јутра и касна поподнева су веома хладна (од -5°C до 0°C) од новембра све до краја фебруара. Од друге декаде у априлу до треће декаде у августу јутра и касна поподнева су пријатна са температурама у распону од 10°C до 20°C . У току поднева током летњих месеци температуре могу бити веома високе са просечним вредностима између 20°C и 25°C .



Слика 28. Годишњи курс средњих температура ваздуха по декадама у 7, 14 и 21 часова на Златибору за период од 1992. до 2013. године.

3.5.2. Влажност ваздуха и напон водене паре

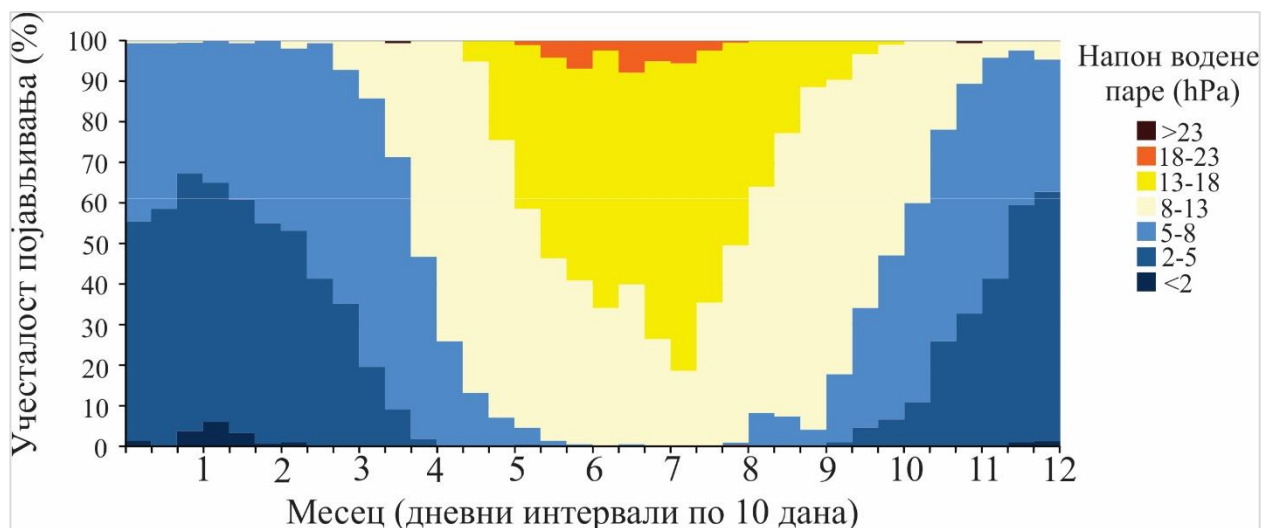
Вредности RH показују високу променљивост са атипичним годишњим циклусом. Више од 50% вредности у распону од 85 и 95 и преко 95% RH, или чак и више примећено је током зимских месеци, децембра, јануара и фебруара.



Слика 29. Дијаграм релативне учесталости RH на основу декада за средње дневне вредности за Златибор за период од 1992. до 2013. године.

У току истог тог периода RH између 65% и 85% заузимају отприлике око 50% вредности. Током летњих месеци, вредности RH између 45% и 75% јављају се отприлике у 50% случајева. Вредности ниже од 45% као и вредности више од 85% су ретке и заузимају 10% до 15% случајева (слика 29).

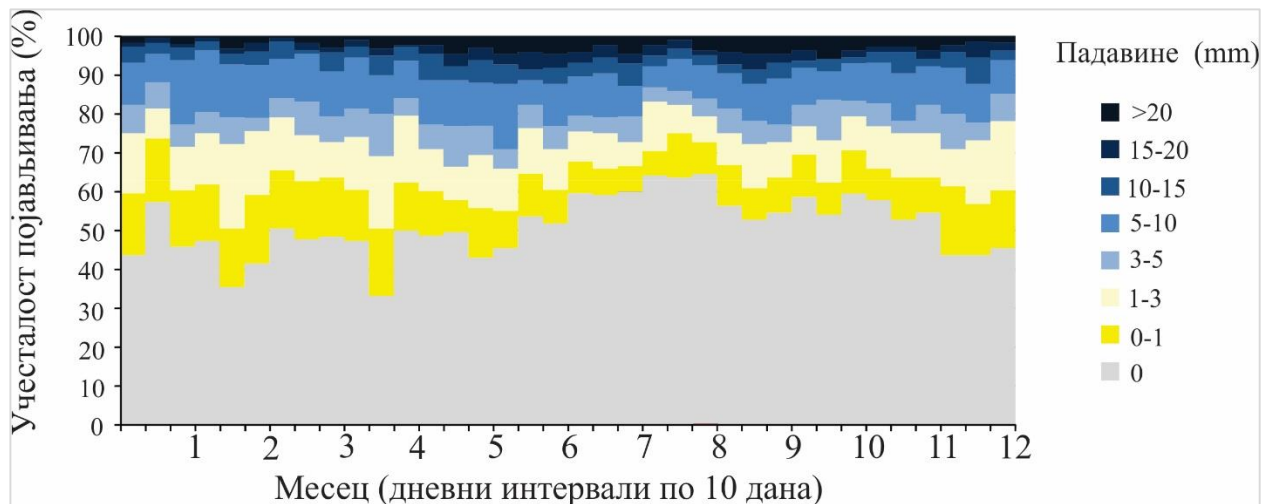
Слика 30 показује дијаграм релативне учесталости за напон водене паре. До вредности напон водене паре једнаких или већих од 18hPa које карактерише спарина долази у просеку од јуна до августа а највећим делом у току јула са око 10% случајева. Ова бројка показује да су спарни дани веома ретки на планини Златибор у току испитиваног периода.



Слика 30. Дијаграм релативне учесталости напона водене паре на основу декада за средње дневне вредности за Златибор за период од 1992. до 2013. године.

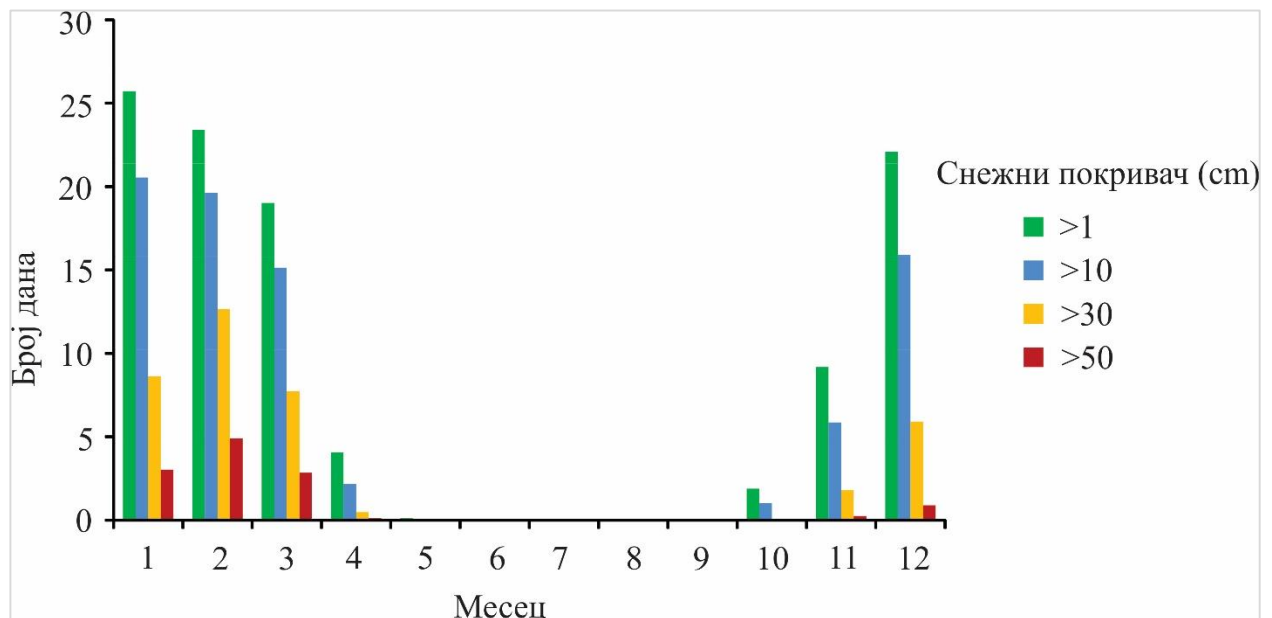
3.5.3. Падавине

Просечан број дана са падавинама (RR) годишње за Златибор у току испитиваног периода износио је 178. Дани без кише јављају се на дужи рок просечно 187 дана, док се дани са количином падавина већом од 5мм могу приметити 72 дана. Учесталост дистрибуције RR за Златибор анализирана је са циљем да се опишу кишни периоди (слика 31) и покрива исти период од 1992. до 2013. године. Киша слабијег интензитета (RR 0-1мм) пада током целе године у отприлике 5-15% случајева. Обилне падавине се такође јављају током читаве године али изгледа да су концентрисане на касно пролеће и на летње месеце. Примећен је и део најинтензивнијих падавина (RR >20.0 mm дневно) у току године али током зимских месеци само у 1-3% случајева.



Слика 31. Дијаграм учесталости за количине падавина на планини Златибор за период од 1992. до 2013. године.

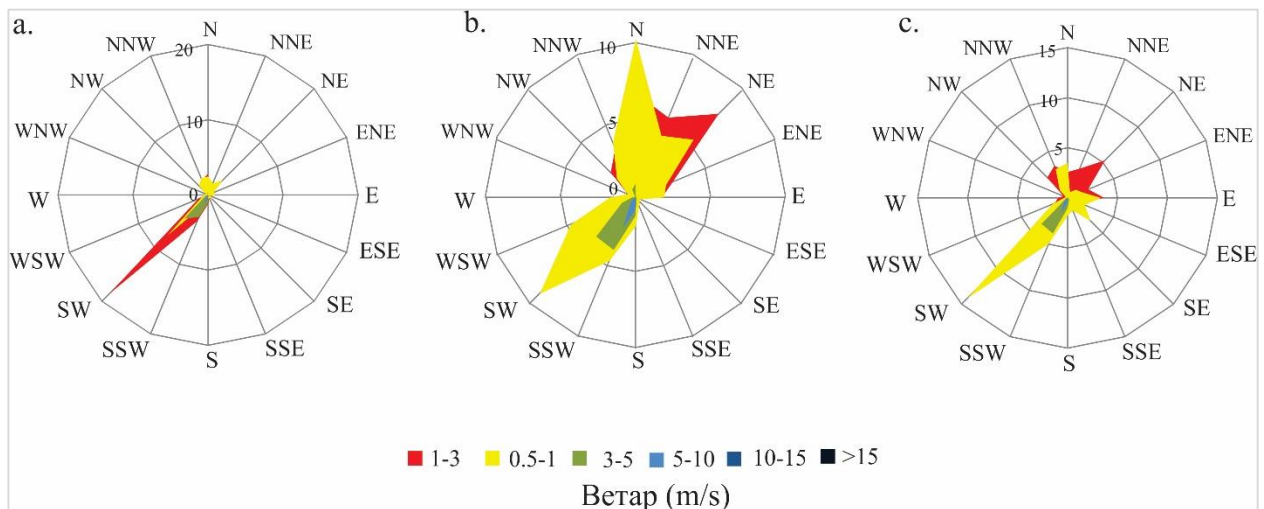
Снежни покривач мањи од и једнак 1cm може се очекивати на планини Златибор од прве половине октобра до друге половине априла. Снежне зиме трају просечно дуже од пет месеци (али не увек са непрекидним снежним покривачем). Слика 32 описује годишњи курс средњег броја дана месечно са снежним покривачем различите дубине ($\geq 1\text{cm}$, $\geq 10\text{cm}$, $\geq 30\text{cm}$ и $\geq 50\text{cm}$). Може се видети да се јесењих месеци (септембар - новембар) као и првог дела зиме (децембар) ређе појављује снежни покривач него у другој половини снежне сезоне (јануар и фебруар).



Слика 32. Годишњи курс средњег броја дана месечно са снежним покривачем различите дубине за планину Златибор за период од 1992. до 2013. године.

3.5.4. Ветар

Дистрибуција правца ветра је замишљена уз помоћ графикана ветра заснованих на средњим вредностима измерених дневно у 7 h, 14 h и 21 h за период од 1992. до 2013. године (слика 33 а-с). Правци ветра који преовлађују су југозападни за све вредности. Средином дана северни правци постају доминантни. Брзине ветра између 1 и 3 m/s могу се приметити у отприлике 20% случајева који су забележени у 7 h ујутру. Током поднева преовлађују северни и југозападни ветар са брзинама између 0,5 до 1 m/s у 10% случајева. Увече доминантни ветрови имају брзине у истом распону као у току поднева (0,5-1 m/s).

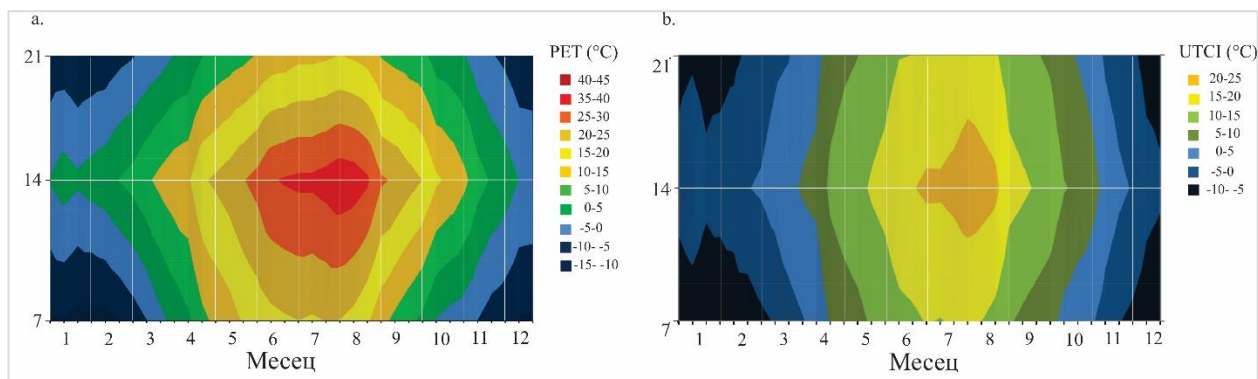


Слика 33. Руже ветрова за планину Златибор на основу дневних вредности за период од 1992. до 2013. године (изузимајући периоде без ветра); а) вредности измерене у 7 h (без ветра = 9,7%), б) вредности измерене у 14 h (без ветра = 3,7%), и с) вредности измерене у 21 h (без ветра = 11,9%).

3.5.5. Биоклиматски услови

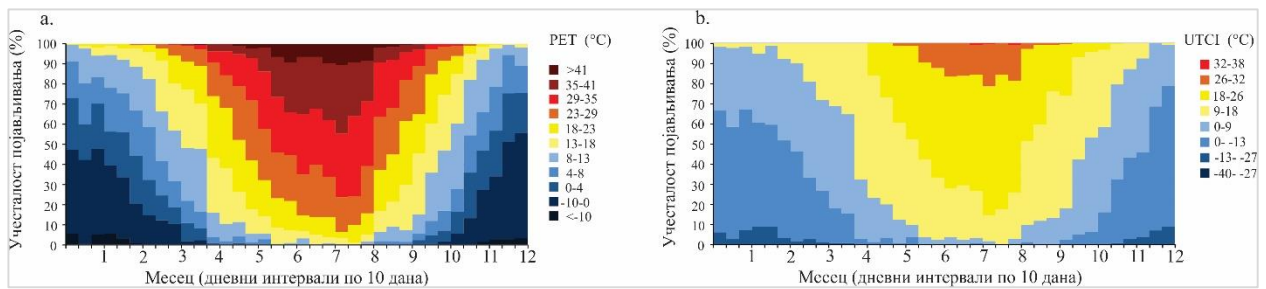
На слици 34 приказани су различити топлотни осећаји према вредностима PET и UTCI у 7h, 14h и 21h по декадама. Анализа средњих вредности PET на Златибору за декаде између 1992. и 2013. године показује да се стрес на екстремну хладноћу може осетити у јутарњим и вечерњим сатима током хладнијег дела године (од краја октобра па све до друге декаде у марту). Током поподнева је стрес на екстремну хладноћу релативно мање присутан. Бољи услови за топлотну угодност су током пролећа и јесени. Друга половина априла, мај, септембар и прва половина октобра окарактерисани су вредностима PET које су углавном пријатне преко целог дана. Током лета, јун, јул и август имају

пријатне топлотне услове ујутру и касно поподне. У току поднева у овим месецима може се приметити стрес на врућину (слика 34а). Примећени су и слични топлотни осећаји које се тичу UTCI (слика 34b). Стрес на екстремну хладноћу видљив је током целог дана у новембру, децембру, јануару, фебруару и чак и у марту. Пријатни топлотни услови преовлађују током читавог дана, од друге декаде у априлу до јула и од треће декаде у августу до краја септембра. Стрес на врућину присутан је само током поднева у јулу и августу (слика 34b).



Слика 34. Годишњи курс средњих вредности топлотних осећаја по декадама а) PET б) UTCI у 7h, 14h и 21h на планини Златибор за период од 1992. до 2013. године.

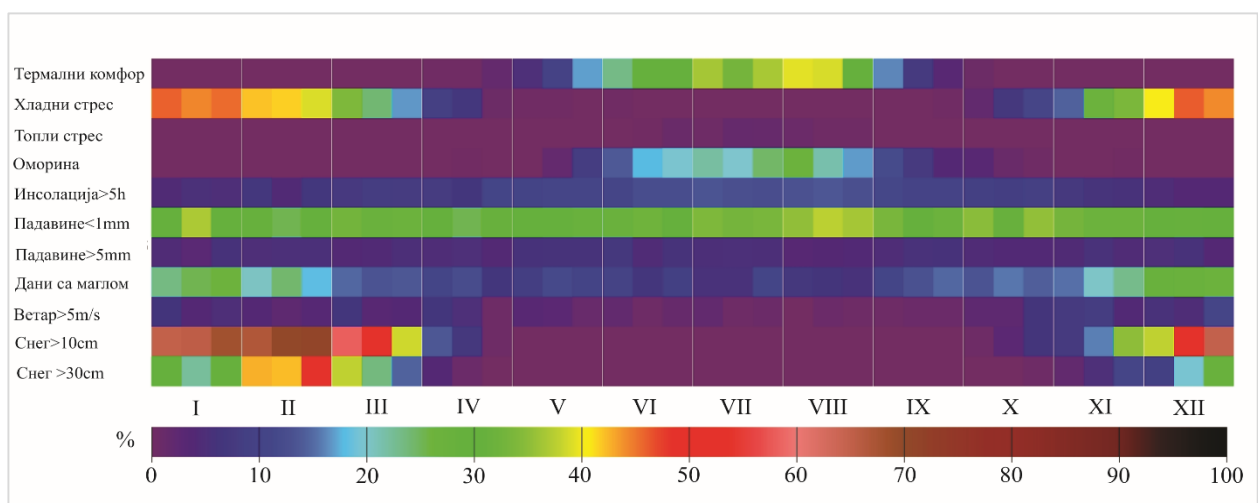
Релативне учесталости вредности PET подељене на 11 класа представљене су на слици 35а. Посебни топлотни услови представљени су посебном класом за десетодневне интервале у 14h преко целе године током периода од 1992. до 2013. године. Слично томе, учесталости UTCI од 14h су такође приказане по декадама за целу годину у току испитиваног периода (слика 35b). Топлотна угодност траје током читаве године према PET и UTCI. До вредности PET између 18°C и 23°C са највећом вероватноћом (>25%) долази у трећој декади априла, у мају, као и пред крај септембра и октобра. Класа UTCI пријатне топлоте дешава се углавном током пролећних и јесењих месеци са највећом вероватноћом од преко 50%. Класе PET које указују на услове стреса на хладноћу (<0°C) могу се видети од октобра до краја марта са највећом учесталошћу (~50 %) од децембра до краја јануара. У току тог истог периода вредности UTCI које су ниже од 0°C могу се видети од септембра до маја. Највећа учесталост стреса на екстремну хладноћу (>50%) присутна је од децембра до краја фебруара. Дани са стресом на велику врућину дефинисани преко вредности PET као >35°C могу се видети од треће декаде априла до краја септембра са максималном учесталошћу (~30%) током јуна, па све до августа. Вредности UTCI>26°C примећене су од краја маја до краја септембра са највећом учесталошћу почетком августа (~20%).



Слика 35. Вероватноћа јављања различитих топлотних осећаја а) UTCI и б) UTCI у 14h на планини Златибор за период од 1992. до 2013. године.

3.5.6. Климатска, туристичка информациона шема – Climate Tourism information Sheme- CTIS

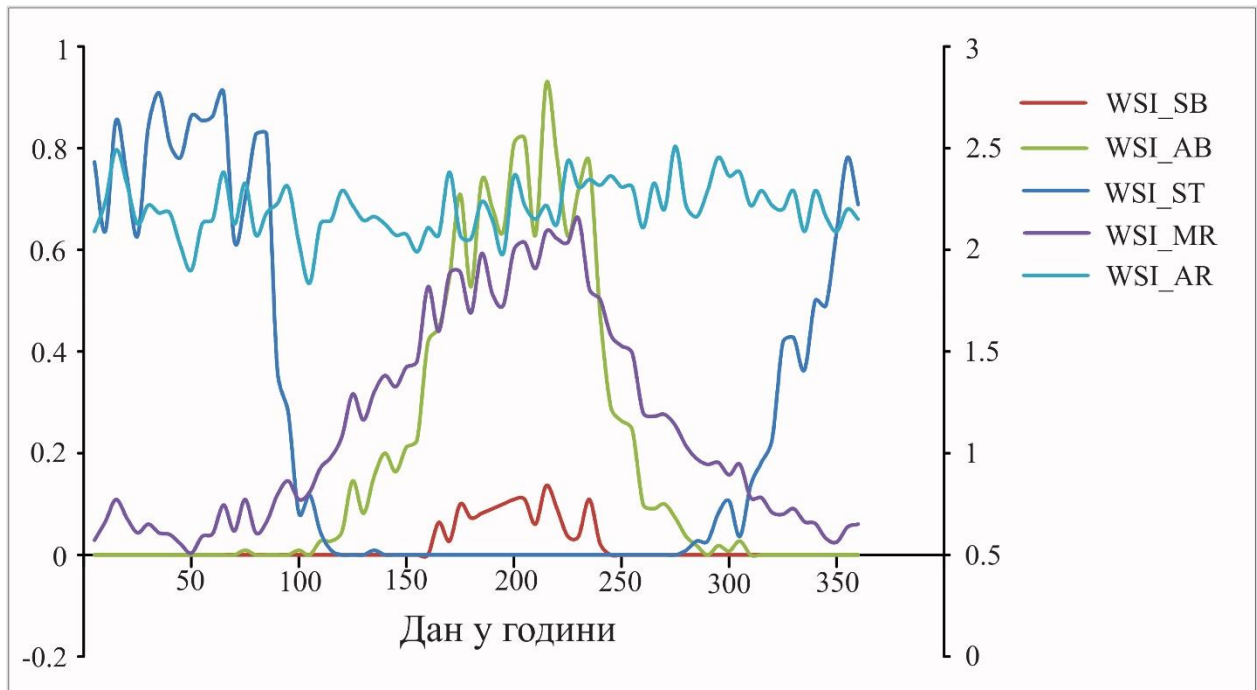
Годишњи курсеви различитих параметара и фактора који су раније описани јасно су сумирани у CTIS за планину Златибор (слика 36). Пратећи учесталост топлотно непријатних класа PET, највећи проценат дана са стресом на хладноћу и топлоту може се наћи у месечним декадама са великом пропорцијом стреса на хладноћу или топлоту. Стога су месеци са ниским процентом ових неповољних класа PET топлотно повољни. Највећа количина топлотно повољних дана може се наћи у јуну, јулу и августу. Ако упоредимо проценат сунчаних дана у којима сунце сија дуже од 5h са сувим данима може се видети да током читаве године постоји позитивна дистрибуција. Недостатак дана са великом брзином ветра доприноси погодности биоклиматских услова Златибора током летњих месеци. Снежни покривач који представља предност у туристичком погледу, углавном се концентрише крајем децембра, током јануара и у фебруару који је и месец са највећом појавом дана са снежним покривачем већим од 10 cm.



Слика 36. CTIS за планину Златибор (учесталост јављања у периоду од 1992. до 2013. године у процентима)

3.5.7. Индекс временске подобности - WSI

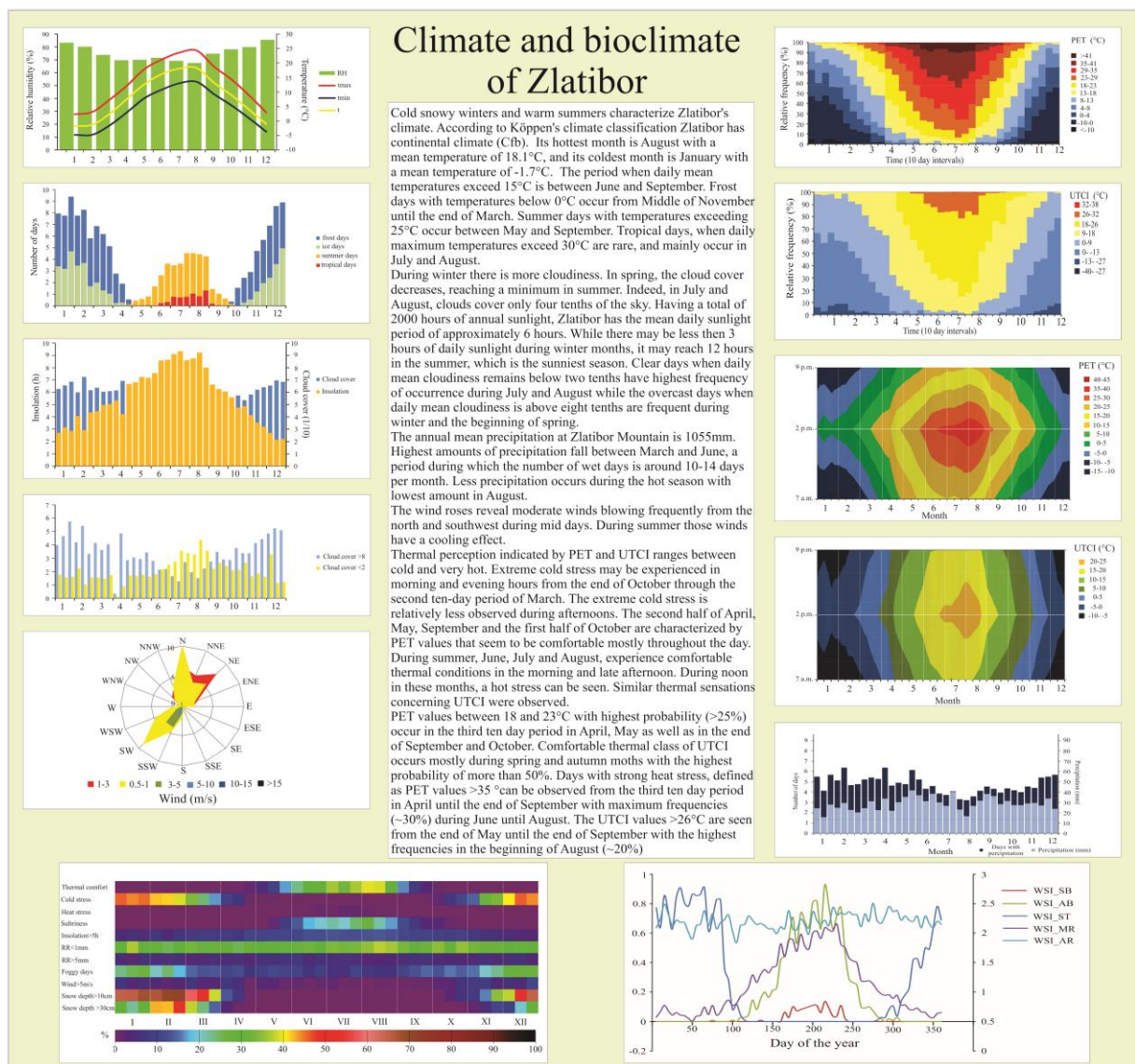
Индекс погодности времена (WSI) пружа још један важан путоказ о биоклиматским условима туристима и рекреативцима. Користи се да се процени погодност одређених временских услова за различите облике активности. Слика 37 показује обрасце годишње променљивости (WSI). Може се приметити да су временски услови који су најповољнији за пасивну рекреацију (сунчање и боравак на чистом ваздуху WSI_SB и WSI_AB) присутни током летњих месеци. Међутим, услови за благе рекреативне активности (нпр. шетање, лагане игре, куповина - WSI_MR) најбољи су током топлијег дела године од 150 дана до 300. дана. Са друге стране интензивни облици активне рекреације (WSI_AP) могу се практиковати током целе године. Временски услови за ски туризам (WSI_ST) су повољни током зиме захваљујући снежном покривачу и трајању снежног покривача. Сезона скијања се продужава коришћењем система вештачког оснежавања који је инсталиран у ски центру Торник.



Слика 37. Годишњи ток WSI за планину Златибор на основу петодневних интервала за период од 1992. до 2013. године.

3.5.8. Биоклиматски летак

На слици 38 представљен је биоклиматски летак за планину Златибор. У левој колони приказани су температурни услови дати у виду годишњег курса средње температуре, средње минималне и средње максималне вредности температуре ваздуха и годишњег курса релативне влажности ваздуха. Дани са екстремним вредностима температуре су класификовани (врући дани, тропски дани, дани са мразом и тропске ноћи) а њихова годишња расподела је дата по декадама.



Слика 38. Биоклиматски летак планине Златибор

Представљене су и компоненте естетских временских услова као што су облачност, сунчани дани као и број ведрих и облачних дана. Топлотни параметри су анализирани коришћењем вредности PET и UTCI по декадама. Број дана са падавинама и кишом је

такође укључен као и дани са различитим класама дубине снега. Поред тога, летак такође садржи и ружу ветрова која је нацртана са циљем да покаже средњу брзину ветра и смер ветра током године. За туристе који су љубитељи различитих рекреативних активности на свом одмору WSI би такође могао бити укључен у проспект.

3.6. ДЕТАЉНА БИОКЛИМАТСКА АНАЛИЗА БАЊЕ КОВИЉАЧЕ

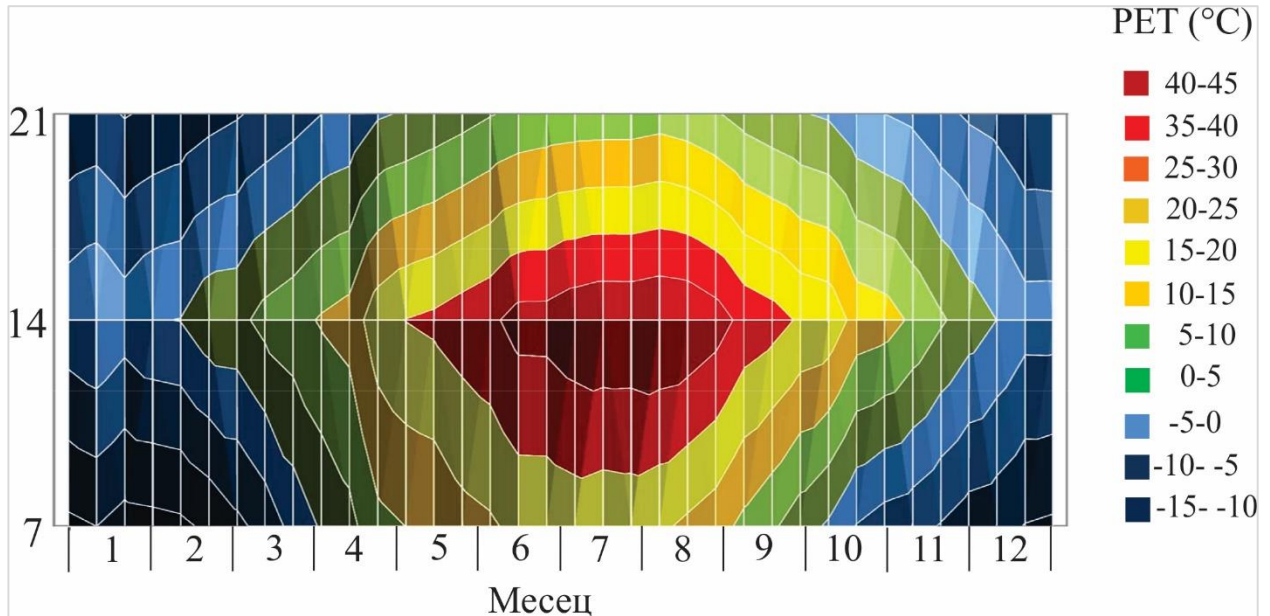
Регион Јадра се налази у северозападном делу перипанонске Србије и припада Доњем Подрињу. Регија захвата површину 612,2 km² у којој је смештено 54 насеља. У демографском и функционалном погледу најзначајнија су два градска насеља - Лозница и Бања Ковиљача (Гајић, Вујадиновић, 2010). Административно припада Мачванском округу.

Најзначајније су воде Бање Ковиљаче, које се јављају у виду више извора. Према садржају растворених хемијских елемената сврстане су у алкално-муријатичне, гвожђевите и сумпоровите. Истраживања показују да је вода Бање Ковиљаче HCO₃, ClNa, Ca, Mg типа, укупне минерализације 1,41 g/l, температуре око 30°C и тврдоће (pH) 6,6 (Ракићевић Т., 1997).

На територији Јадра највећи економски ефекти остварени су кроз развој здравствено-лечилишног туризма, пре свега у Бањи Ковиљачи (карта 1, црвени круг) која је достигла највећу туристичку афирмацију. Захваљујући повољном положају и саобраћајној повезаности, изузетним климатским и амбијенталним вредностима, Бања представља изузетно атрактивну бањско-туристичку дестинацију. Сматра се да су њене лековите воде коришћење за време Римљана, а посебно Турака, који су често долазили у бању на „теферич”. Од природног лечилишта, формираног под ведрим небом, Ковиљача осамдесетих година XX века прераста у водеће бањске и рехабилитационе центре у Србији (Гајић, Вујадиновић, 2010).

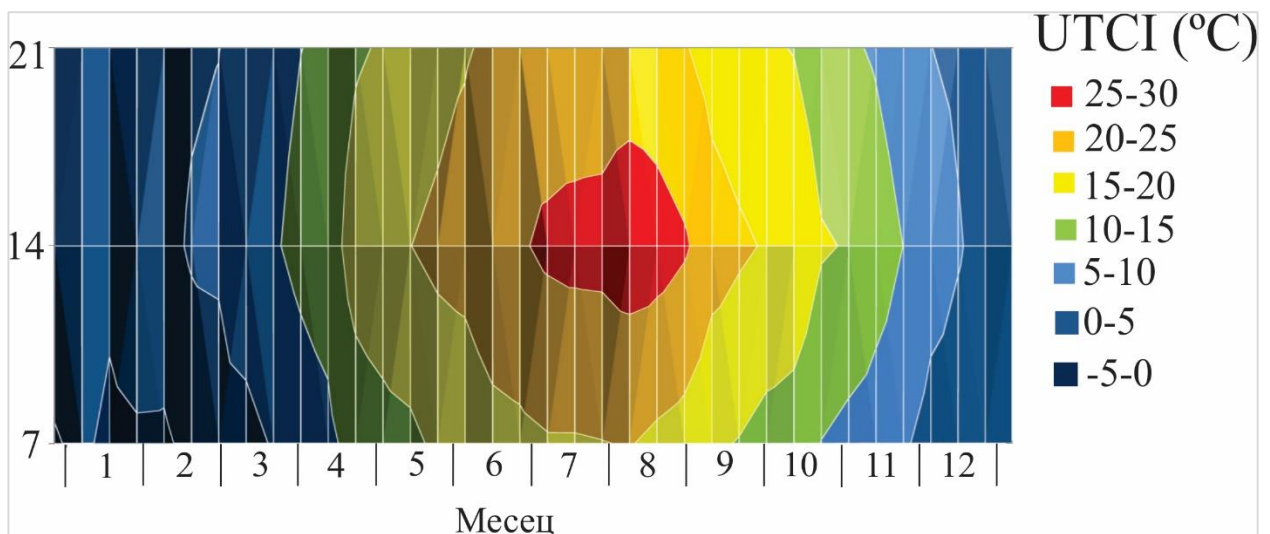
3.6.1. Годишњи ток осећаја пријатности

Годишњи курс десетодневних средњих вредности *PET* измерених у 7, 14 и 21 часова у току године приказан је на слици 39.



Слика 39. Годишњи ток *PET* вредности по декадама израчунатих у 7, 14 и 21 часова у Лозници за период од 1993. до 2014. године.

Јутра и касна поподнева су веома хладна (од -10°C до 0°C) од октобра све до краја фебруара. Од друге декаде у априлу до треће декаде у августу јутра и касна поподнева су пријатна са температурама у распону од 10°C до 25°C . У току поднева и јутра током летњих месеци температуре су пријатне са вредностима између 15°C и 25°C . Од маја до августа веома високе температуре (од 25°C до 40°C) чине боравак у природи непријатним.



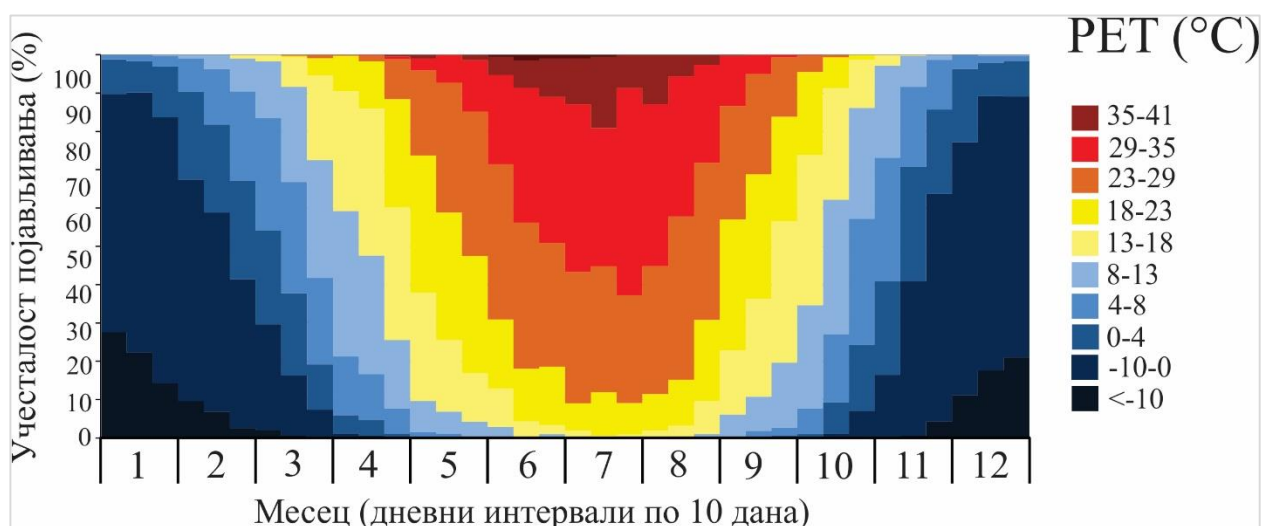
Слика 40. Годишњи ток *UTCI* вредности по декадама израчунатих у 7, 14 и 21 часова у Лозници за период од 1993. до 2014. године.

На слици 40 приказани су различити топлотни осећаји према вредностима UTCI у 7h, 14h и 21h на сваких 10 дана током године. Највише вредности од 25°C до 30°C јављају се од треће декаде јуна до краја августа и то у периоду од поднева па до каснијих подневних часова. Током овог периода који се поклапа и са летњом туристичком сезоном, пријатније температуре јављају се током раног јутра и касног поднева.

Веома ниске вредности од -5°C јављају се током јануара и фебруара али у раним јутарњим и касним подневним, односно вечерњим сатима. UTCI вредности од 0°C до 5°C заступљене су скоро читавог дана од новембра па до краја марта.

3.6.2. Фреквенције појављивања одређених осећаја пријатности

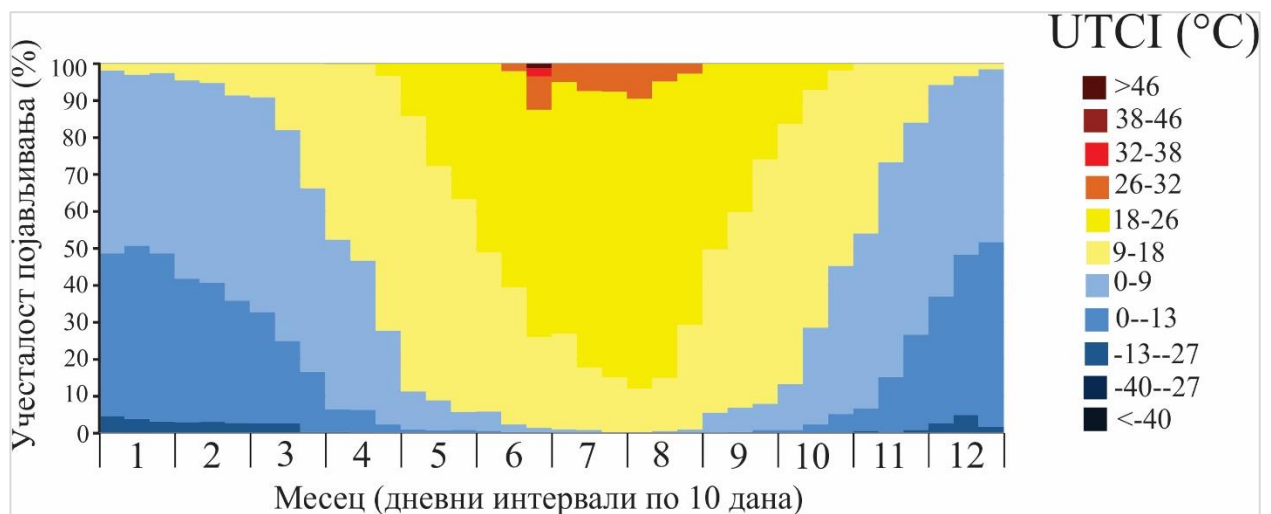
У посматраном периоду (1961-2014) током јануара и фебруара преовлађују изузетно ниске PET температуре са учесталошћу до максималних ~25% у првој декади јануара. Хладан стрес је присутан од друге декаде септембра све до краја друге декаде априла са максималним процентом од ~70% почетком децембра. Од краја марта, па до почетка новембра се појављују температуре које су већ пријатне (од 18°C до 23°C) са максималном фреквенцијом од 30% почетком маја. Осећај *топло* по скали PET има доста велику учесталост од половине маја до почетка октобра са максимумом од ~30% у задњој декади јула. У току лета су заступљене јако високе температуре са осећајем *врुће* али у малом проценту (10-20%) током јула (слика 41).



Слика 41. Дијаграм фреквенција средњих дневних PET вредности за Лозницу за период од 1961. до 2014. године.

У току тог истог периода вредности UTCI које су ниже од -13°C чине екстремно хладан топлотни стрес и имају учесталост до ~5% у интервалу од краја новембра до

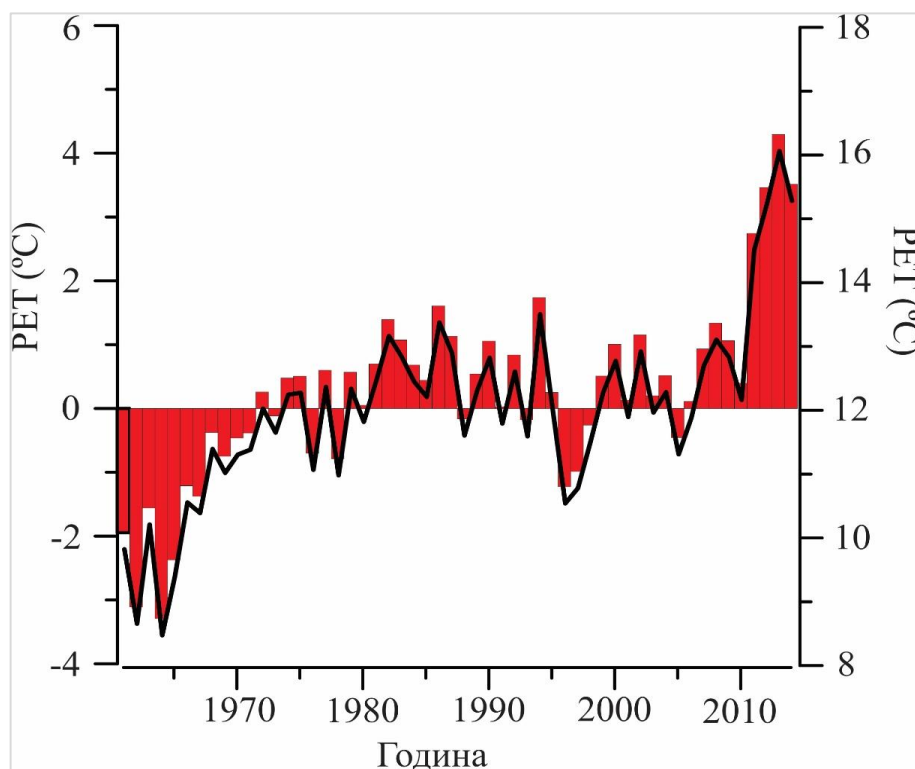
друге декаде марта. Блаже форме хладног стреса (од 0°C до -13°C) су заступљене чак од друге декаде октобра, па до друге декаде априла. Највећи удео од скоро 50% ове температуре имају крајем децембра и почетком јануара. Температуре од 9°C до 18 °C јављају се читаве године али са најмањим процентом у зимским месецима ~5%, док је највећи удео током пролећа и јесени, ~50%. Вредности од 18°C до 23°C највећу заступљеност имају од краја јуна до краја августа, скоро 60%. Екстремно високе вредности јављају се у врло малом проценту, мањем од 10% и то само током јуна, јула и августа (слика 42).



Слика 42. Дијаграм фреквенција средњих дневних UTCI вредности за Лозницу за период од 1961. до 2014. године.

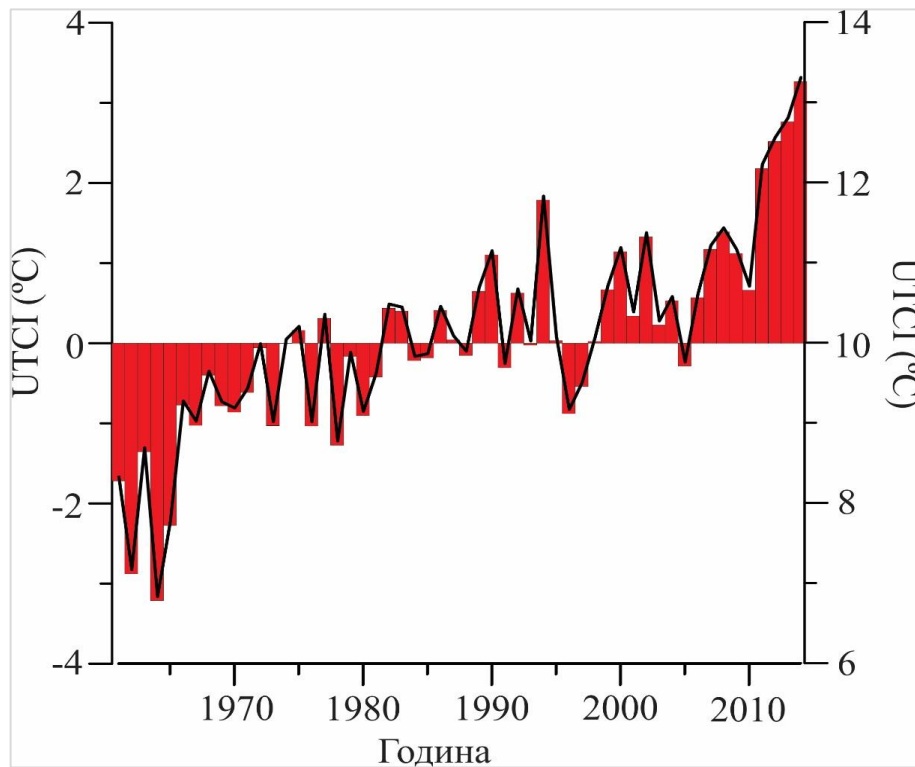
3.6.3. Анализа тренда дугогодишњих вредности PET, UTCI, T, v, RH

Средње годишње вредности PET за период од 1961. до 2014. године као и PET аномалије приказане су на Слици 43. Референтни период на основу кога су рачунате аномалије је период од 30 година, од 1971. до 2000. године. Средња вредност PET израчуната за референтни период износи 12,1°C, док за период од 1961 до 1971 та вредност износи 10,1°C, а за последњих 15 година чак 13,1°C. У току читавог посматраног периода највиша PET вредност измерена је 2013. године, 16,1°C, а најнижа 1962. године 8,5°C.



Слика 43. Средње годишње вредности PET (црна линија) за Лозницу за период 1961-2014. и PET аномалије за исти период израчунате на основу базног периода 1971-2000. (црвени стубићи)

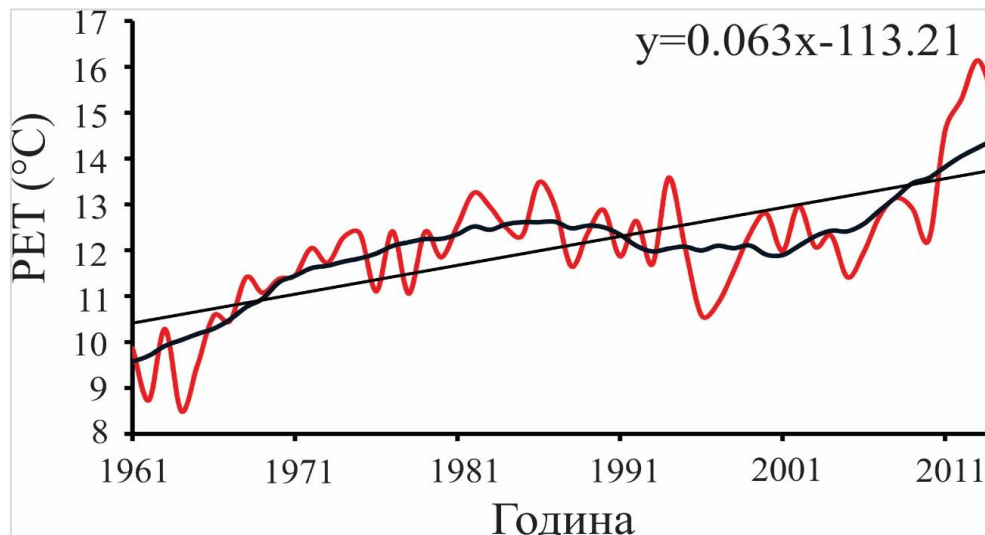
Негативне PET аномалије јављају се од почетка посматраног периода, па све до 1971. године са минимумом од приближно $-3,3^{\circ}\text{C}$. Од поменуте године бележе се у највећој мери позитивне аномалије са наглим скоком у последњих 6 година посматраног периода (слика 43). Године 1962, 1964. и 1965. издвајају се као године са врло ниским годишњим вредностима PET, које од референтног периода одступају за око -3°C . Са друге стране, године 2013, 2014, 2011. и 2012. издвајају се као године са највишим PET аномалијама, изнад 3°C .



Слика 44. Средње годишње вредности UTСИ (црна линија) за Лозницу за период 1961-2014. и UTСИ аномалије за исти период израчунате на основу базног периода 1971-2000. (црвени стубићи).

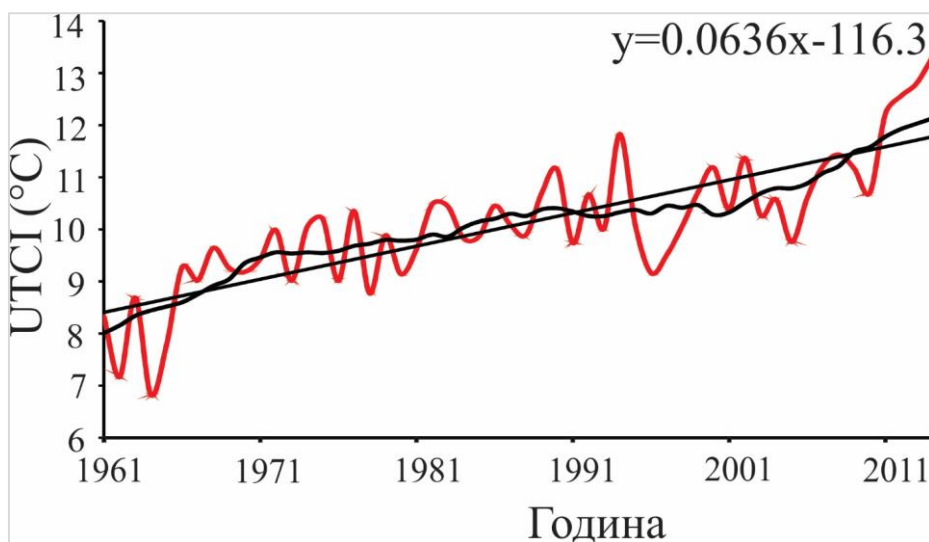
Средње годишње вредности UTСИ за период од 1961. до 2014. године као и UTСИ аномалије приказане су на слици 44. Референтни период на основу ког су рачунате аномалије је исти као и за РЕТ вредности. Средња вредност UTСИ израчуната за референтни период износи 10°C, док за период од 1961. до 1971. та вредност 1,5°C нижа, а за последњих 15 година чак 11,3°C. У току читавог посматраног периода највиша UTСИ вредност измерена је 2014. године, 13,3°C, а најнижа 1964. године 6,8°C.

Слично РЕТ вредностима негативне аномалије јављају се током првих 10 година истраживаног периода. Године 1962, 1964. и 1965. издвајају се као године са најнижим температурним аномалијама од око 3°C. Позитивне UTСИ аномалије и пораст вредности јављају се од 1995. године. Као године са највећим UTСИ аномалијама истичу се 2014, 2013. и 2012. када она износи више од 2,5°C (слика 44).



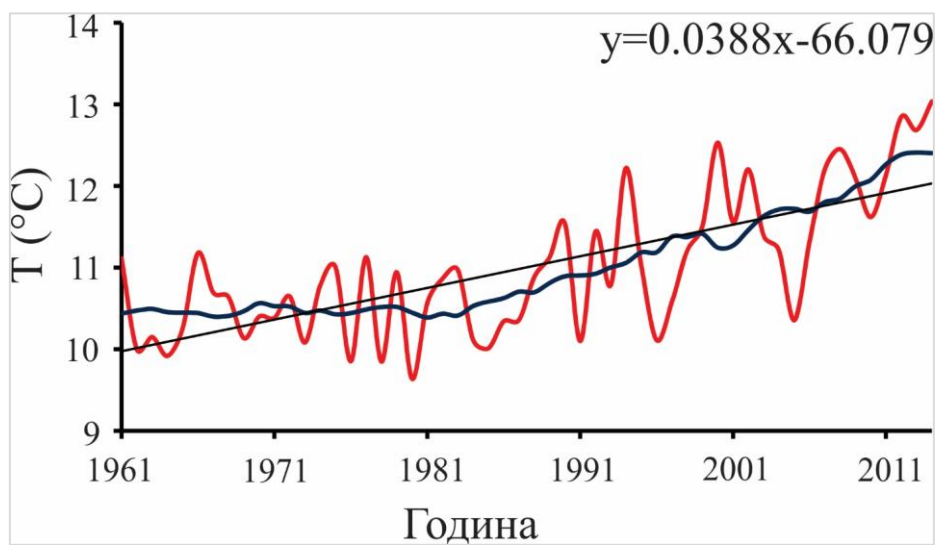
Слика 45. Временски низ средњих годишњих PET вредности (црвена линија), 11-годишњи биномни клизни средњак (црна линија) и линеарни тренд (тања црна линија)

Средња годишња PET вредност (слика 45) у читавом истраживаном периоду има узлазни тренд. Покретна 11 годишња средња вредност показује пораст вредности од почетка посматраног периода све до 1987. године када се бележи силазни тренд до 2001. године. Период од 2001. до 2014. године одликује изузетно висок узлазни тренд. Једначина линеарног тренда указује на пораст PET вредности током године од $0,063^{\circ}\text{C}$. Резултати Мен Кенделовог теста указују на постојање статистички значајног узлазног тренда, који има сличну вредност као и линеарни $0,059^{\circ}\text{C}$ годишње ($0,6^{\circ}\text{C}/10$ година) (табела 16).



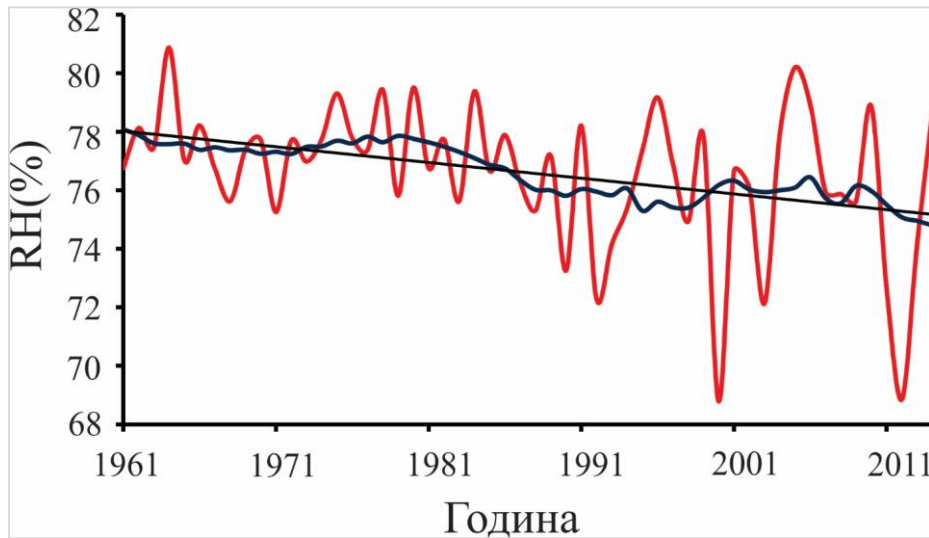
Слика 46. Временски низ средњих годишњих UTCI вредности (црвена линија), 11-годишњи биномни клизни средњак (црна линија) и линеарни тренд (тања црна линија)

Као и за вредности РЕТ и за средње годишње варијације UTCI везан је позитиван, растући тренд (слика 46). Покретна 11-годишњи средња вредност указује на постојање пораста вредности од 1961. до 1964. године. Од тада па до 1994. приметан је константан, али врло благ пораст средњих годишњих UTCI вредности. Благи пад, а потом нагли пораст до краја посматраног периода чине главну карактеристику последњих 15 година. Једначина линеарног тренда указује на пораст UTCI вредности током године од $0,063^{\circ}\text{C}$, док резултати Мен Кенделовог теста указују на постојање статистички значајног узлазног тренда, који има сличну вредност као и линеарни $0,06^{\circ}\text{C}$ годишње ($0,6^{\circ}\text{C}/10$ година) (табела 16).



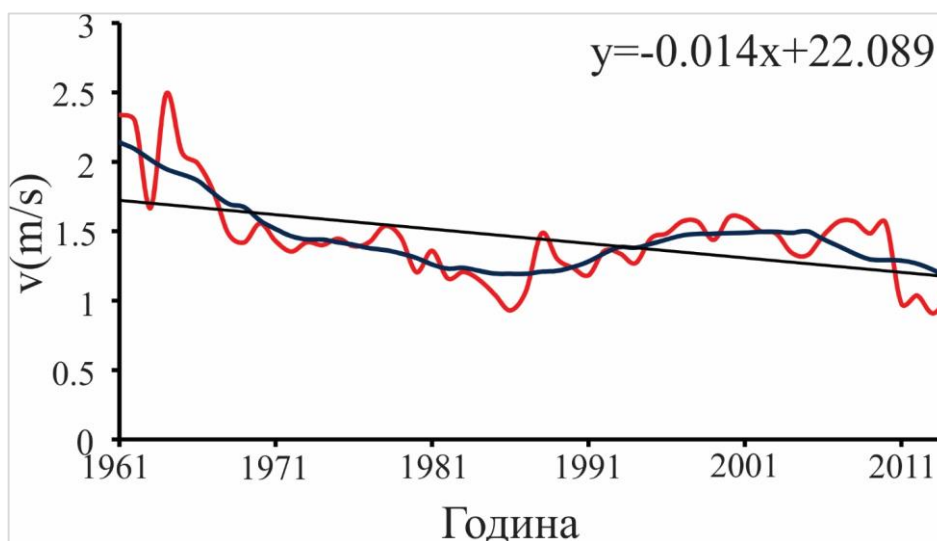
Слика 47. Временски низ средњих годишњих вредности температуре (црвена линија), 11-годишњи биномни клизни средњак (црна линија) и линеарни тренд (тања црна линија)

Ради бољег разумевања флукуација годишњих РЕТ и UTCI вредности анализирани су и параметри који утичу на њих, температура ваздуха, релативна влажност ваздуха и ветар. Посматрајући тренд температуре на 11-годишњој покретној аритметичкој средини примећује се благи пад до 1981. године од када се, сем 2001. године, бележи пораст до краја посматраног периода (слика 47). Линеарни тренд указује на пораст температуре ваздуха за $0,04^{\circ}\text{C}$ годишње. Највиша средња годишња температура измерена је 2013 године, 13°C , док је најнижа утврђена 1980. године, $9,6^{\circ}\text{C}$. Мање флукуације видљиве су у првих 25 година истраживаног периода, док су веће карактеристичне за други период. Анализа тренда (табела 16) указује на постојање статистички значајног ($p<0.05$) растућег тренда.



Слика 48. Временски низ средњих годишњих вредности релативне влажности ваздуха (црвена линија), 11-годишњи биномни клизни средњак (црна линија) и линеарни тренд (тања црна линија)

Смањење средњих годишњих вредности релативне влажности ваздуха приметно је током читавог истраживаног периода. Покретна средња вредност указује на благ пораст у периоду од 1973. до 1985. Године, а потом на сталан пад са врло малим флукуацијама. Најниже као и највише вредности релативне влажности ваздуха забележене су током последњих 15 година истраживаног периода. Најнижа вредност забележена је 2000. године, 68%, док је највиша вредност од 80% утврђена 2005. године (слика 48). У табели 16 се може видети да је присутан статистички значајан тренд опадања са око 0.03% годишње.



Слика 49. Временски низ средњих годишњих брзина ветра (црвена линија), 11-годишњи биномни клизни средњак (црна линија) и линеарни тренд (тања црна линија)

Као и код влажности ваздуха и брзина ветра се стално смањује у читавом истраживаном период. Од 1961 - 1986. године брзина ветра се смањује, а тада достиже и минималну вредност од 0,9 m/s. Потом следи благи пораст до 2005. године када брзина ветра поново опада до краја истраживаног периода. Анализирајући тренд брзине ветра за последњих 50 година, није утврђено присуство статистички значајног опадајућег тренда (табела 16). Једначина линеарног тренда показује да се брзина ветра на годишњем нивоу смањује за око 0,01 m/s (слика 49).

Анализирајући све трендове, пораст температуре ваздуха, смањење релативне влажности ваздуха као и брзине ветра као главних компонената биоклиматских индекса PET и UTCI, довело је до пораста ових вредности током читавог истраживаног периода.

Табела 16. Резултати Мен Кенделовог теста на средњим годишњим вредностима PET, UTCI, T, v, RH

	trend	pvalue
PET	0.05901	0.002446124
UTCI	0.060305	4.145e-08
T	0.04	3.38E-07
RH	-0.03806	0.031125274
V	-0.0072	0.76481992

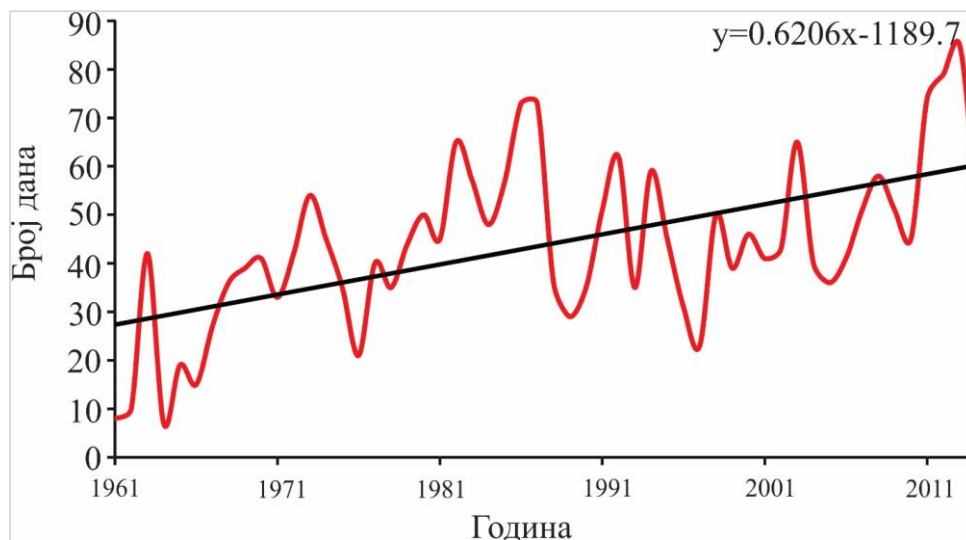
3.7. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕДНОСТИ PET И UTCI ЗА БАЊУ КОВИЉАЧУ У ПЕРИОДУ 1961-2014

За детаљну биоклиматску анализу Бање Ковиљаче истражени су и екстремни биоклиматски услови. Анализа биоклиматских екстрема подразумева утврђивање броја дана годишње са екстремно високим и екстремно ниским температурама (табела 17)

Табела 17. Опис екстремних биоклиматских индекса коришћена у биоклиматској анализи Бање Ковиљаче

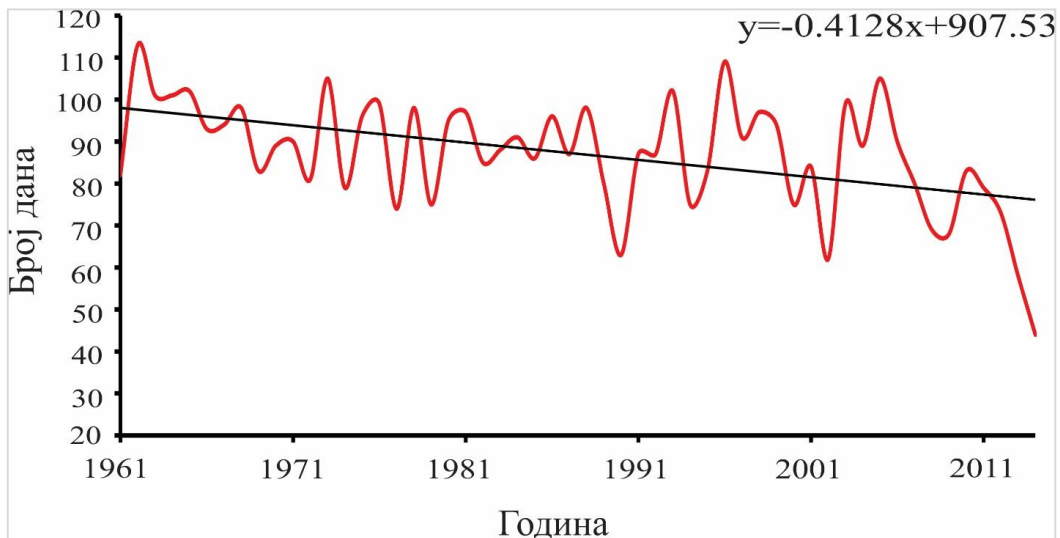
Индекс	Значење	Јединица
PET0	Годишњи број дана када је PET<0°C	Дани
PET-10	Годишњи број дана када је PET<-10°C	Дани
PETx	Максимална PET вредност у месецу	°C
PETn	Минимална PET вредност у месецу	°C
PEThw	Годишњи број дана са 6 или више узастопних дана када је PET>95% - топли таласи	Дани
PETcw	Годишњи број дана са 6 или више узастопних дана када је PET<5% - хладни таласи	Дани
PET35	Годишњи број дана када је PET>35°C	Дани
PET29	Годишњи број дана када је PET>29°C	Дани
PET	Годишњи број дана када је PET између 18°C and 23°C	Дани
UTCI -13--27	Годишњи број дана када је UTCI између -13°C и -27°C	Дани
UTCIO	Годишњи број дана када је UTCI<0°C	Дани
UTCI 32-38	Годишњи број дана када је UTCI између 32°C и 38°C	Дани
UTCI 26-32	Годишњи број дана када је UTCI између 26°C и 32°C	Дани
UTCI	Годишњи број дана када је UTCI између 18°C и 26°C	Дани
UTCIx	Максимална UTCI вредност у месецу	°C
UTCIn	Минимална UTCI вредност у месецу	°C
UTCIfhw	Годишњи број дана са 6 или више узастопних дана када је PET>95% - топли таласи	Дани
UTCIfcw	Годишњи број дана са 6 или више узастопних дана када је PET<5% - хладни таласи	Дани

Број дана са екстремно високим температурама $PET > 29^{\circ}\text{C}$ је у сталном порасту током читавог истраживаног периода (слика 50). На почетку посматраног периода, 1963. године, број дана са овим вредностима PET био преко 40 да би потом нагло опао на свега 7, 1964, што је уједно и најмањи број дана у истраживаном периоду. Године 2011, 2012 и 2013 истичу се као године са највишим бројем дана са $PET > 29^{\circ}\text{C}$, преко 75, док су 1964, 1962. и 1965. године са најнижим бројем екстремно топлих дана. Анализа тренда показала је постојање статистички значајног ($p < 0.05$) растућег тренда током читавог истраживаног периода. У току године број дана са $PET > 29^{\circ}\text{C}$ расте за 0,44 дана. Број дана са $PET > 35^{\circ}\text{C}$ није показао постојање статистички значајног тренда (табела 18).



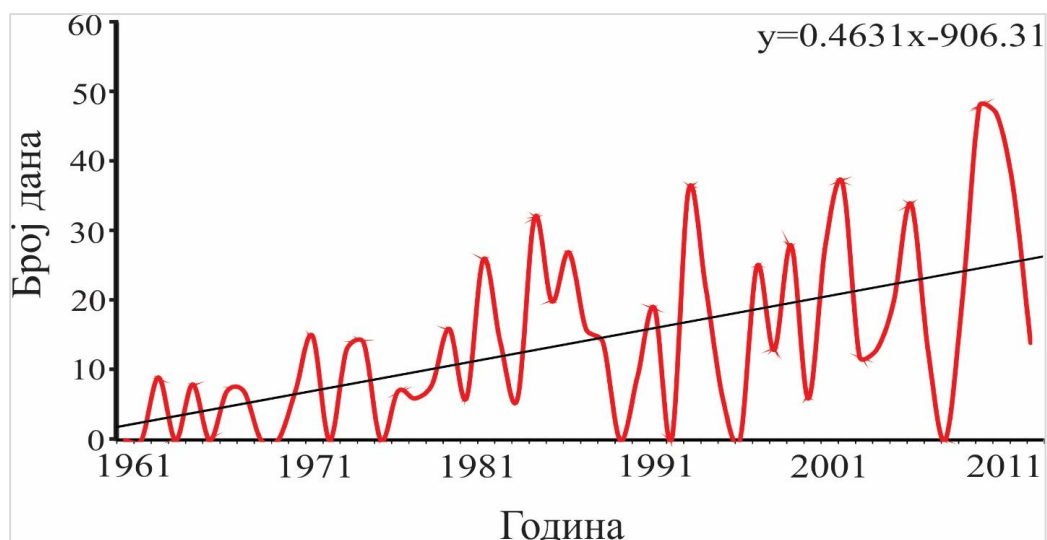
Слика 50. Број дана у години са $PET > 29^{\circ}\text{C}$ (црвена линија) и линеарни тренд (црна линија)

Број дана са пријатним температурним условима (PET са вредностима од 18°C до 23°C) опада сваке године за 0,22 дана. Највиша месечна вредност PET (PET_x) расте из године у годину, али Мен Кенделов тест тренда показује да то повећање није статистички значајно. Слично је и са најнижом месечној вредности PET (PET_n) која је сваке године већа за $0,03^{\circ}\text{C}$, али тренд није статистички значајан (табела 18).



Слика 51. Број дана у години са $PET < 0^{\circ}\text{C}$ (црвена линија) и линеарни тренд (црна линија)

Број дана са екстремно ниским температурама је у сталном паду током читавог истраживаног периода (слика 51). Највећи број дана са $PET < 0^{\circ}\text{C}$ утврђен је на почетку истраживаног периода, 1962. и износи 113 дана годишње. Године 1965, 1973. и 1996. истичу се као године са највећим бројем екстремно хладних дана, изнад 100. Најмањи број дана у години са $PET < 0^{\circ}\text{C}$ утврђен је 2014. године. Анализа тренда указује на постојање статистички значајног опадајућег тренда у току последњих 50 године (0,4 дана годишње) (табела 18).



Слика 52. Број дана у години са PET изнад 95 перцентила – топли таласи (црвена линија) и линеарни тренд (црна линија)

Топли таласи дефинисани су као шест и више узастопних дана са температурама изнад 95% референтног периода за дати месец. Топли таласи према PET вредностима

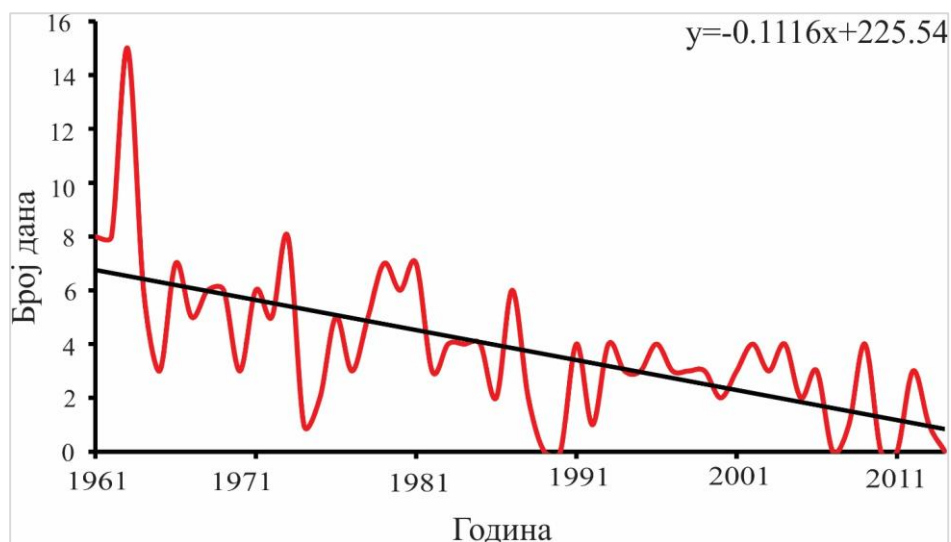
(слика 52) показују константан и нагли раст, нарочито током последњих 15 година. Изузетно висок број дана забележен је 1994, 2003. и 2011. године. Тренд раста од 0,44 дана годишње статистички је значајан (табела 18).

Хладни таласи су дефинисани на сличан начин као и топли стим да вредности PET морају бити испод 5% за дати месец. Број хладних таласа у Бањи Ковиљачи опада сваке године (0,33 дана), али пад није статистички значајан (табела 18).

Табела 18. Резултати Мен Кенделовог теста на екстремним вредностима PET и UTCI у периоду 1961-2014.

	PET-10	PET0	PET29	PET35	PET	PETx	PETn	PEThw	PETcw
trend	-0.19	-0.39	0.44	0.11	-0.22	0.04	0.03	0.44	-0.33
p value	0.01	0	0	0.25	0.05	0.79	0.32	0	0.14
	UTCI-13-- 27	UTCI0	UTCI 32-38	UTCI 26-32	UTCI	UTCIX	UTCIn	UTCIfhw	UTCIfcw
trend	-0.10	-0.50	0.00	0.16	0.57	0.05	0.23	0.38	0.00
p value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30

Слично, и за UTCI вредности одређени су трендови екстремно ниских и екстремно високих вредности.

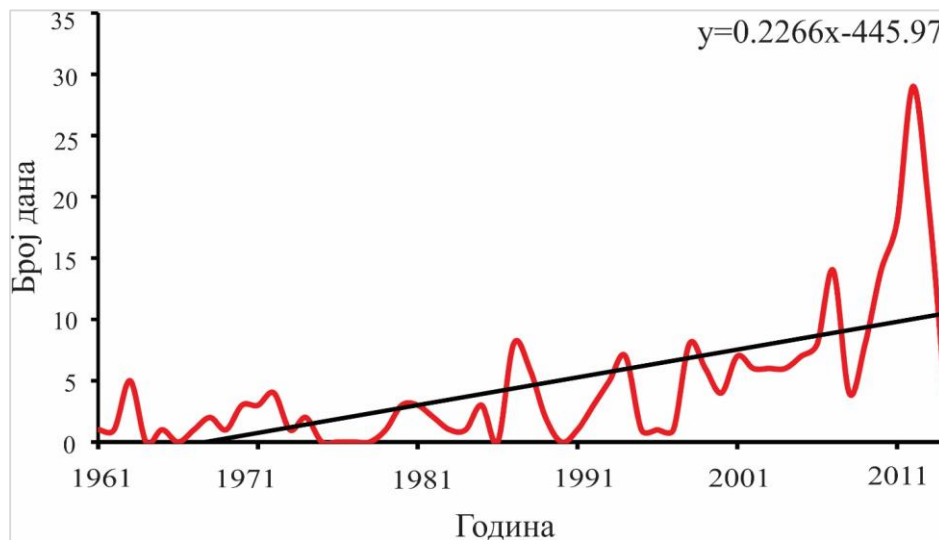


Слика 53. Број дана у години са UTCI између -13°C и -27°C (црвена линија) и линеарни тренд (црна линија)

Броја дана у години са UTCI између -13°C и -27°C опада сваке године. Највећи број дана са екстремно ниском температуром утврђен је 1962. године и износи 15 (слика 53). Године 1961, 1963. и 1973. истичу се као године са највећим бројем екстремно хладних

дана, док 2007, 2010, 2011. и 2014. нису се јавиле овако ниске температуре. Резултати тренд теста указују на постојање статистички значајног опадајућег тренда у читавом истраживаном периоду (табела 18). Сваке године број дана са UTCI између -13°C и -27°C се смањи за 0,1.

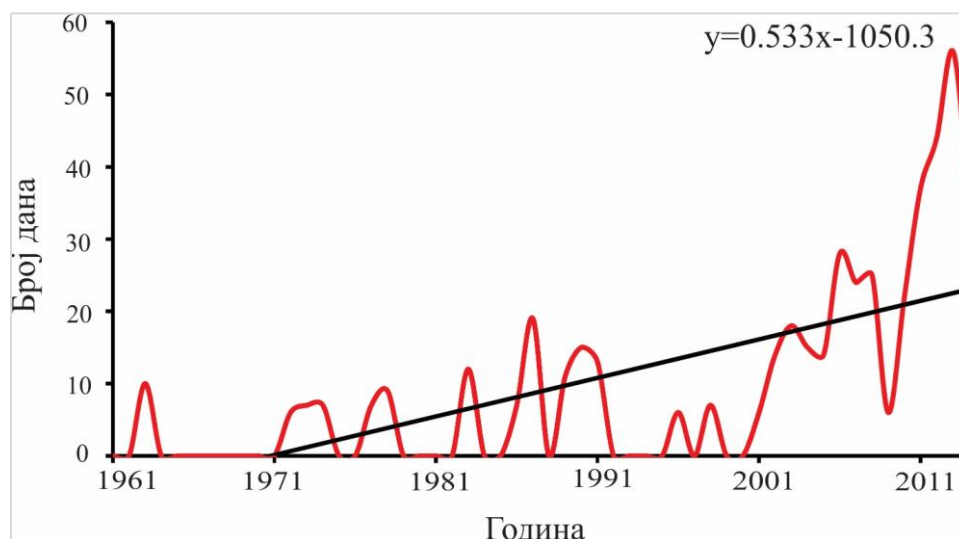
Број дана са $\text{UTCI} < 0^{\circ}\text{C}$ је такође у опадању, али је тај тренд доста већи и износи 0,5 дана годишње (табела 18)



Слика 54. Број дана у години са UTCI између 26°C и 32°C (црвена линија) и линеарни тренд (црна линија)

Број дана у години са UTCI између 26°C и 32°C приказан је на слици 54. На основу једначине линеарног тренда сваке године број дана са екстремно високим температурама има значајан пораст од 0,16 дана годишње према Мен Кенделу (табела 18). Највећи број дана забележен је 2012, потом 2013. и 2011. године, док се од 1975. до 1979. године нису јавиле овако високе дневне вредности UTCI.

Број дана са пријатним температурним условима (UTCI са вредностима од 18 до 23°C) сваке године расте за 0,57 дана. Тај пораст је и статистички значајан (табела 18). Највиша месечна вредност UTCI (UTCI_x) расте из године у годину, за 0,05 дана годишње ($p < 0,05$). Слично је и са најнижом месечном вредности UTCI (UTCI_n) која је сваке године већа за $0,23^{\circ}\text{C}$ и тренд пораста је статистички значајан (табела 18).



Слика 55. Број дана у години са UTCI изнад 95 перцентила – топли таласи (црвена линија) и линеарни тренд (црна линија)

Број топлих таласа према UTCI показује нагли пораст од 2002. године, док је 2013. забележен највећи број дана са UTCI изнад 95%, 54 (слика 55). На самом почетку истраживаног периода до 1971. године, није било топлих таласа изузев 1963. године. Мен Кенделов тест тренда показује постојање статистички значајног пораста од 0,38 дана годишње у току читавог истраживаног периода (табела 18).

За хладне таласе, дане са UTCI испод 5%, није утврђено постојање тренда у току последњих 50 година (табела 18).

4. ДИСКУСИЈА

Биоклиматски услови су од великог значаја не само за оне који доносе одлуке везане за туризам, него и за општу популацију (De Freitas et al., 2007). Биоклиматски индекси обухватају метеоролошке параметре као што су температура и влажност ваздуха, брзина ветра, краткоталасно и дуготаласно зрачење, који утичу на човека у термофизиолошком смислу (Нёрре, 1993).

Биоклиматски индекси могу се израчунавати и користити на различитим временским и просторним скалама. Данас постоји растућа потреба за просторно и временски детаљном биоклиматском анализом која ће бити коришћена у туризму и туристичкој климатологији (Matzarakis, 2006; Shiue, Matzarakis, 2011). Ови захтеви могу бити испуњени употребом биоклиматских карата које би на мезоскали (≥ 1 km) приказивале просторни распоред биоклиматских услова.

4.1. БИОКЛИМАТСКА СЛИКА ЗАПАДНЕ СРБИЈЕ

Регионалне биоклиматске студије имају за циљ повезивање географских информација и климатских података како би се добила просторна расподела биоклиматских индекса. Процена биоклиматских услова може се извршити на различитим нивоима у зависности од сврхе истраживања (Jendritzky et al., 1990; Matzarakis et al., 1999; Koch et al., 2005; Zaninović et al., 2006). На микроскали (резолуције од ~ 1 cm – 1 km) истраживања се врше да би се испитали мали, микроклиматски феномени, као што су биоклиматске карактеристике улица у граду или парка или чак појединачне зграде (Matzarakis, 2001; Mayer, Matzarakis, 1998a, 1998b; Picot, 2004; Gulyás et al., 2006; Knez, Thorsson, 2006). Подаци добијени у таквим студијама могу се користити у архитектонским и урбанистичким плановима (Ali-Toudert, Mayer, 2006; Lin et al., 2006). Студије на локалном и мезо нивоу (~ 100 m – 200 km) могу омогућити добијње података неопходних у урбаном и регионалном планирању, туризму (Matzarakis et al., 2004; Brandenburg, Matzarakis, 2007). У највећем броју случајева топографске методе користе се за биоклиматске анализе већих области на макро нивоу (> 200 km). Данас, анализа биоклиматских карата представља саставни део процеса регионалног планирања у земљама са развијеном туристичком инфраструктуром и (Matzarakis et al., 2004; Lin, Matzarakis, 2008).

Основна карактеристика ове студије је израда карата Западне Србије које приказују резултате биоклиматских истраживања. Поред тога, приказана је могућност примене

биоклиматских истраживања у туризму на примеру најпознатије туристичке дестинације ове области, Златибора. На примеру друге значајне туристичке дестинације, Бање Ковиљаче приказана је употреба биоклиматских индекса у детаљним биоклиматским анализама и утицају климатских промена.

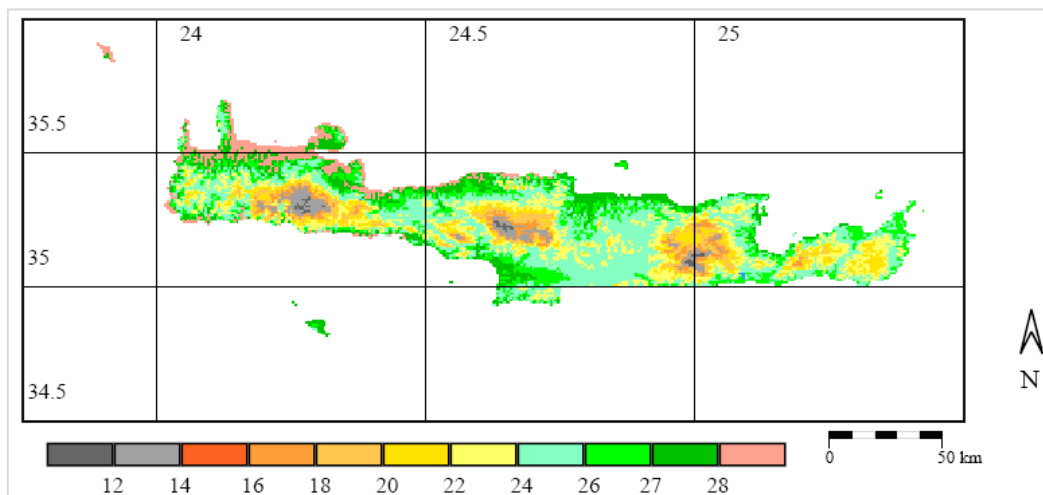
Простор Западне Србије карактеришу велике разлике у надморској висини, па су због тога и резултати биоклиматских индекса PET и UTCI доста разнолики. На годишњем нивоу вредности се крећу у оквирима свежег осећаја пријатности (од 8°C до 13°C), односно између 5°C и 12°C према UTCI. Регионалне разлике између најнижих и највиших измерених температура су око 7°C и условљене су надморском висином.

Пролећне и јесење вредности биоклиматских индекса PET и UTCI врло су сличне. Статистички значајан тренд пораста забележен за већину истраживаних тачака упућује на чињеницу да би ова годишња доба у будућности могла чинити главни део туристичке сезоне. Летње вредности за све тачке имају доста високе температуре и утичу на појаву топлотног стреса, док са друге стране зимске температуре су ниске и осим на планинама, као што је Златибор доприносе смањењу термалног комфора туриста.

Посматрајући читаву истраживану област може се видети да генерално постоје две зоне термалног комфора између највиших и најнижих PET и UTCI индекса. На пример, средње летње вредности PET индекса крећу се у распону од 18°C до 28°C чиме су обухваћена три нивоа осећаја пријатности (табела 9). У случају UTCI индекса читава област припада једној класи осећаја пријатности током летњег периода.

Сличне регионалне биоклиматске студије урађене су за простор Мађарске (Gulyás, Matzarakis, 2007, 2009), Ирана (Esmaili, Ghalhari, 2014), Пољске (Błażejczyk, Matzarakis, 2007; Błażejczyk, 2011) простора читаве Централне Европе (Błażejczyk, Błażejczyk, 2014), централне и Јужне Европе (Błażejczyk, et al., 2015), Крита (Matzarakis, Nastos, 2011), Хрватске (Brosy et al., 2014; Zaninović, Matzarakis, 2007).

Процена и анализа климатских параметара и термалног комфора урађена је за острво Крит за период 1955-2001. Поред тога дефинисани су најзначајнији туристички потенцијали острва. Анализа је показала да доступни метеоролошки подаци омогућавају израчунавање PET вредности и коришћење у туризму. Анализа екстремних вредности PET индекса као и учесталости појављивања одређених класа PET вредности за туристичку сезону претстављају значајан додатак туристичкој понуди острва (слика 56) (Matzarakis, Nastos, 2011).



Слика 56. Пример биоклиматске карте Крета која показује просторни распоред PET индекса у летњој туристичкој сезони за период од 1961-1990 (Matzarakis, Nastos, 2011)

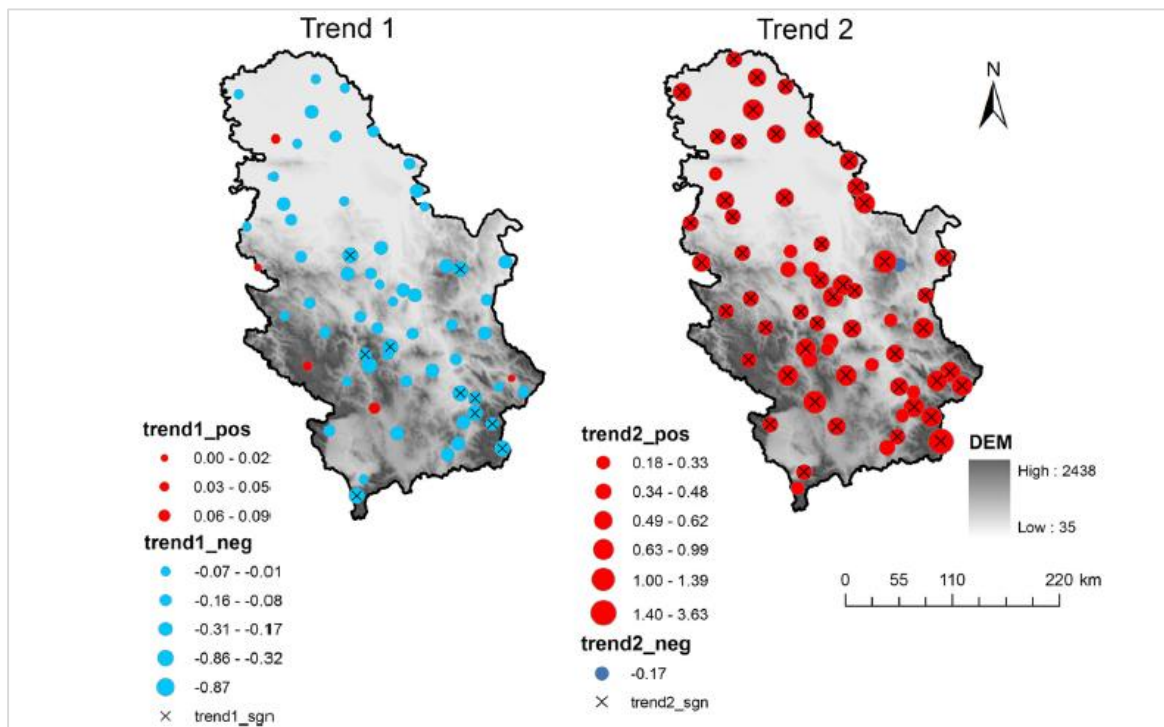
Биоклиматска регионализација Пољке извршена је коришћењем биоклиматских индекса PST, PhS, PET и WSI на годишњем и сезонском нивоу. На основу ових индекса издвојено је осам биоклиматских региона Пољске. Поред тога, WSI је такође израчунат за различита годишња доба, а све у циљу употребе резултата за различите потребе као што су регионална планирања, употреба у туризму, рекреацији, организацији спортских догађаја и сл. (Błażejczyk, Matzarakis, 2007).

UTCI је искоришћен за оцену регионалних биоклиматских услова у Централној и Јужној Европи али користећи и Кепенову класификацију климата као основу. Изабране метеоролошке станице у Централној и Јужној Европи, Колобжег, Варшава и Свјерадов (Пољска), Праг, Будимпешта, Љубљана, Милано, Рим и Атина послужиле су за оцену биоклиматских услова коришћењем и Кепенове класификације климата. Према тој класификацији првих пет станица припада хладним климатским зонама (Dfb, Dfc), а последње четири умереним климатским зонама (Cfa, Cfb, Csa) (Błażejczyk, et al., 2015).

Поменута регионална биоклиматска истраживања као и истраживање спроведено у овој студији указују на вишеструке могућности примене биоклиматских метода. Биоклиматска регионализација и оцена термалног комфора могу у великој мери употпунити и унапредити туристичку понуду датог региона. Израда биоклиматских карата као и израчунавање WSI указало би не само туристима, него и организаторима туристичке делатности када је најбољи период године за одређене активности. Такође, туристи са хроничним обољењима добили би комплетније информације када је најбоље време за посету одређеним туристичким локалитетима.

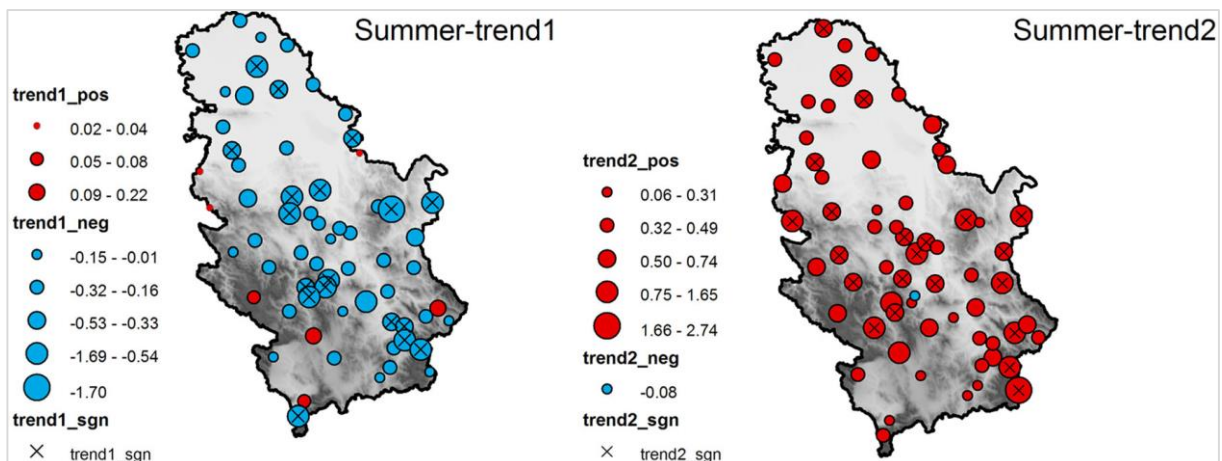
Статистички значајни трендови пораста средњих годишњих вредности PET и UTCI, као и летњих и пролећних, указују да ће у будућности доћи до промене биоклиматских услова погодних за развој туризма. На повећање ових вредности утичу у највећој мери трендови основних метеоролошких елемената који се користе при њиховом израчунавању, температуре ваздуха, релативне влажности ваздуха и ветра. Статистички значајан тренд раста температуре ваздуха, на основу анализе 64 метеоролошке станице у Србији, почео је 1989. године на већини истражених станица (Вајат et al., 2015). Њихов модел процењује да је средња температура опадала за $-0,01^{\circ}\text{C}$ до $-0,87^{\circ}\text{C}$ по декади до 1989. године када почиње да расте за $0,18^{\circ}\text{C}$ до $3,62^{\circ}\text{C}$ по декади (слика 57). Резултати указују на негативан температурни тренд пре 1989. године осим за зимску сезону. Након 1989. године почиње изражен и статистички значајан тренд пораста. Резултати студије су у сагласности са резултатима сличних истраживања у Европи и свету (Вајат et al., 2015). Анализа средњих месечних температура ваздуха показује тренд захлађења праћен трендом раста температура на 35 од 64 испитане станице у Србији. У студијама о трендовима температура у Европи тренд захлађења престаје средином 1970-их година, када почиње тренд пораста температура (Balling et al. 1998; Klein Tank et al. 2002). У студији о трендовима температура ваздуха у Израелу аутори су закључили да промена у тренду настаје крајем 1980-их и почетком 1990-их (Gurevich et al., 2011). Истражујући температурне аномалије у Италији Toreti, Desiato (2008) су закључили да до промене у тренду долази 1981. године, а Unkašević et al. (2005) запажају тренд пораста температуре ваздуха у Београду за $1,3^{\circ}\text{C}$ по декади почев од 1975. године.

Истраживани период у овој студији обухвата 35 година, од 1979. до 2014. растући тренд статистички је значајан за целу истражену регију, за оба биоклиматска индекса што је у сагласности са претходно споменутиим студијама.



Слика 57. Просторна расподела коефицијената тренда средње годишње температуре ваздуха у Србији за период 1961-2010. Слика лево је тренд пре 1989. године, а десно после. Кругови са \times показују станице са статистички значајним ($p < 0.05$) позитивним или негативним трендом. На легенди су приказани $^{\circ}\text{C}$ по декади (Вајат et al., 2015)

Током пролећа благ, али статистички без значаја, растући тренд забележен је на територији Србије од 1981. године. Тренд пораста износио је између $0,32^{\circ}\text{C}$ и $2,34^{\circ}\text{C}$ на сваких 10 година (Вајат et al., 2015).



Слика 58. Просторна расподела коефицијената тренда летње температуре ваздуха у Србији за период 1961-2010. Слика лево је тренд пре 1989. године, а десно после. Кругови са \times показују станице са статистички значајним ($p < 0.05$) позитивним или негативним трендом. На легенди су приказани $^{\circ}\text{C}$ по декади (Вајат et al., 2015)

Током летњег периода, статистички значајан тренд пораста температура ваздуха ($0,06^{\circ}\text{C}$ и $2,74^{\circ}\text{C}/10$ година) забележен је на 22 истражене метеоролошке станице (слика 58). Са друге стране, тренд пораста температуре током зиме ($0,02^{\circ}\text{C}$ и $1,82^{\circ}\text{C}/10$ година) није статистички значајан. Опадајући тренд током јесени статистички је значајан на само једној испитаној метеоролошкој станици. У Србији, летња сезона, односно статистички значајан тренд пораста температура током овог годишњег доба, највише допринео тренду на годишњем нивоу (Вајат et al., 2015).

Гоцић и Трајковић (2013) су анализирали релевантне климатске параметре за период од 30 година на годишњој и сезонској бази. Закључили су да минималне и максималне температуре значајно расту ($0,4^{\circ}\text{C}$ годишње на Златибору). Сезонске вредности нису биле статистички значајне, једино за зимску сезону на свим истраженим станицама (Госић, Трајковић, 2013).

Вредности релативне влажности ваздуха (RH_{\min} и RH_{\max}) показују негативан, опадајући тренд за годишње вредности као и за сва годишња доба. Метеоролошку станицу Златибор карактерише значајан ($p < 0.05$) опадајући тренд RH_{\max} током пролећа као и током лета за RH_{\min} (Госић, Трајковић, 2013). Брзина ветра се у периоду 1981-2010. смањује на свим истраженим метеоролошким станицама али тај тренд није статистички значајан (Госић, Трајковић, 2013).

Анализа трендова појединих метеоролошких параметара показује да долази до пораста физиолошке еквивалентне температуре ваздуха као и универзалног термалног климатског индекса. Неопходне су детаљне климатске анализе и израчунавање биоклиматских индекса за читаву територију Србије како би се ова хипотеза у потпуности потврдила.

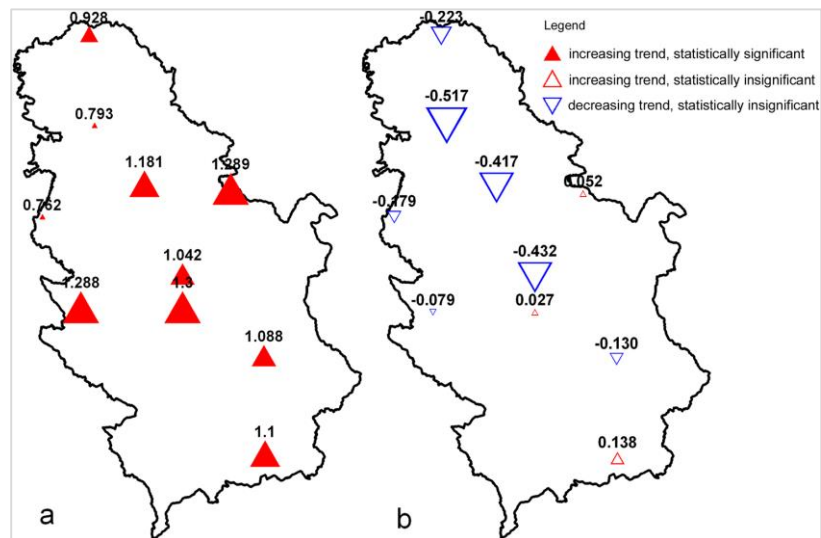
4.2. ЕКСТРЕМНИ БИОКЛИМАТСКИ УСЛОВИ НА ПРОСТОРУ ЗАПАДНЕ СРБИЈЕ

Промене у броју екстремних климатских догађаја заокупљају пажњу научника последњих деценија јер могу имати далекосежне последице по глобалну економију, привреду и здравље човека (Aguilar et al. 2009). Екстремне вредности у температури ваздуха и падавина истраживане су на глобалном али, и на регионалном и локалном нивоу. Истраживања на глобалном нивоу међу првима је извео Frich et al. (2002). У својој студији дошли су до закључка да постоји значајано опадање броја мразних дана, али и значајан пораст дана са максималним температурама изнад 90% (Frich et al. 2002). Анализе изведене након извештаја Међународног панела за климатске промене (IPCC) из

2007. године генерално подржавају закључке из извештаја, нарочито оне који се односе на смањење броја екстремно хладних дана и ноћи као и мразних дана од 1960 године (Brown et al. 2008; Ballester et al. 2010). Такође, бројна истраживања показују да у одређеним регионима долази до пораста броја екстремно хладних и екстремно топлих дана као што су делови Азије и Пацифика (e.g., Sun 2016; Limsakul, Singhruck, 2016; Choi et al. 2009). Поред тога у Северној Америци (Aleksander et al. 2006; Aquilar et al. 2005; Peterson, Manton 2008) као и у Централној Европи (Kurbis et al. 2009; Bartholy, Pongracz 2007) долази до пораста броја дана са високим температурама као и топлих ноћи.

Промене у биоклиматским екстремима нису толико детаљно истраживане. Биоклиматологија топлих таласа анализирана је на основу индекса термалног комфора (e.g. Matzarakis, Mayer 1997; Matzarakis, Nastos 2011; Basarin et al. 2016). Поред тога морталитет и болести проузроковане високим температурама су такође истраживани (Pantavou et al. 2008; Dolney, Sheridan 2006; Fouillet et al. 2006; Basu, Samet 2002; Matzarakis et al. 2011; Zaninović, Matzarakis 2014). Са друге стране утицај хладних таласа на здравље човека су такође анализирани (e.g. Aylin et al. 2001; Ballester et al. 2003; Vøkenes et al. 2000, 2004). Анализа екстремних биоклиматских догађаја у Новом Саду показала је да број веома топлих дана расте као и број топлих таласа од 1981. године. Поред тога резултати су показали да просечна дужина топлих таласа у Новом Саду расте али да број хладних таласа опада (Basarin et al. 2016).

Анализа екстремних температура у Србији указује да клима Србије генерално постаје топлија током последњих 61 годину. Најдраматичнији пораст трендова температура ваздуха забележен је током лета (Unkašević, Тошић, 2013). Недавно објављене студије о климатским екстремима у Србији указују да периоди екстремно топлог времена постају све дужи док периоди екстремно хладног времена постају све краћи. Током летњег дела године периоди са екстремно високим температурама постају израженији, а периоди пријатних топлотних услова краћи. Максимално трајање екстремно топлих дана (MCWD) је индекс који показује највећи број узастопних дана са температурама изнад 90%. Овај индекс показује значајан растући тренд за читаву територију Србије, али за регион Западне Србије са вредностима изнад 1,2 дана на сваких 10 година (слика 59) (Malinović-Milićević et al., 2015).



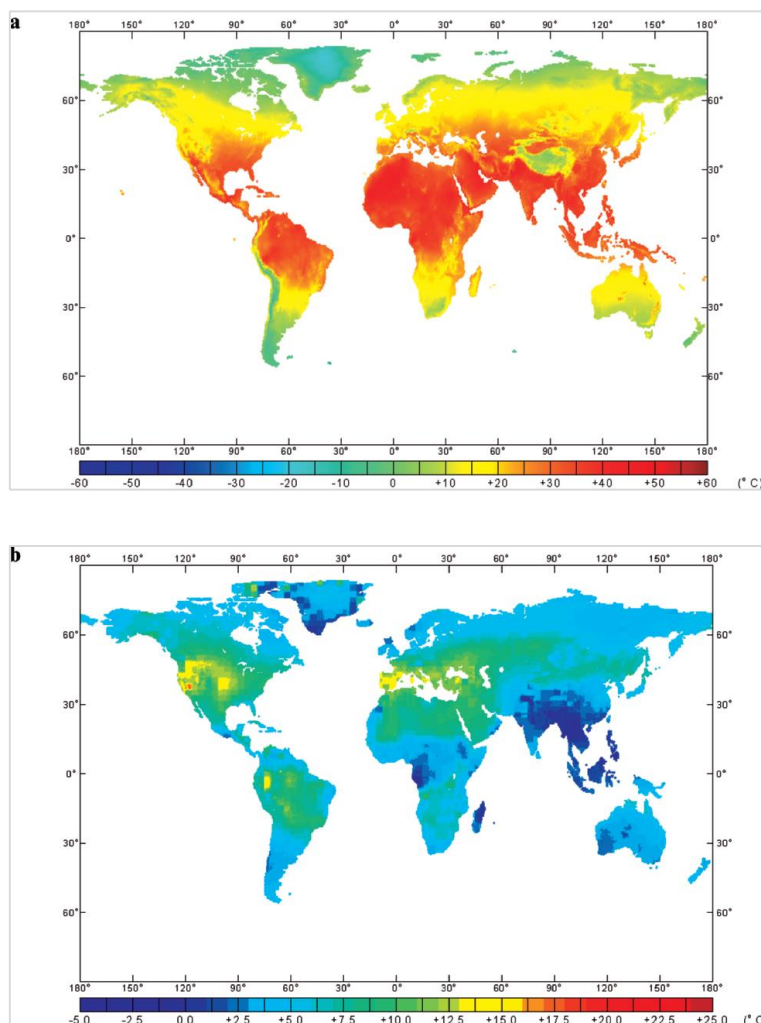
Слика 59. Трендови у а) (MCWD) за лето б) Максимално трајање хладних ноћи (MCCN) за зиму у Србији у периоду 1961–2010 (Malinović-Milićević et al. 2015)

Анализа екстремних вредности PET и UTCI статистички значајан растући тренд за екстремно високе вредности. Ови резултати су у сагласности са студијама које истражују трендове екстремно високих температура ваздуха у Србији. Са друге стране забележен је и статистички значајан опадајући тренд екстремно ниских PET вредности док за UTCI тај тренд није статистички значајан. Треба нагласити да су PET и UTCI биоклиматски индекси који представљају компликовану комбинацију метеоролошких параметара, али и елемената топлотне равнотеже човека. Овакви резултати би могли да укажу на чињеницу да тренд загревања у Западној Србији потиче од израженијих и дуготрајнијих екстремних биоклиматских услова. Број дана са екстремно високим и екстремно ниским PET и UTCI вредностима је у снажној корелацији са осцилацијама у минимални и максималним температурама ваздуха у Србији (Unkašević, Tošić 2009).

Bleta et al. (2014) су испитивали временску серију броја дана са вредностима PET и UTCI изнад одређених вредности. Закључили су да није могуће утврдити постојање статистички значајног тренда током истраживаног периода од 30 година (1975-2004). Непостојање тренда могло би бити објашњено маритимним утицајем на температуру ваздуха истраживаног подручја (Bleta et al., 2014).

Према постојећим растућим трендовима топлих екстремних вредности може се очекивати да ће се и екстремни биоклиматски услови у будућности променити. Вредности PET у будућности израчунате су за период 2071-2100. користећи резултате глобалних климатских модела. Коришћени су сценарији A1F and B1A из другог IPCC извештаја који симулирају највеће и умерено загревање. Приказани су резултати за летњу и зимску

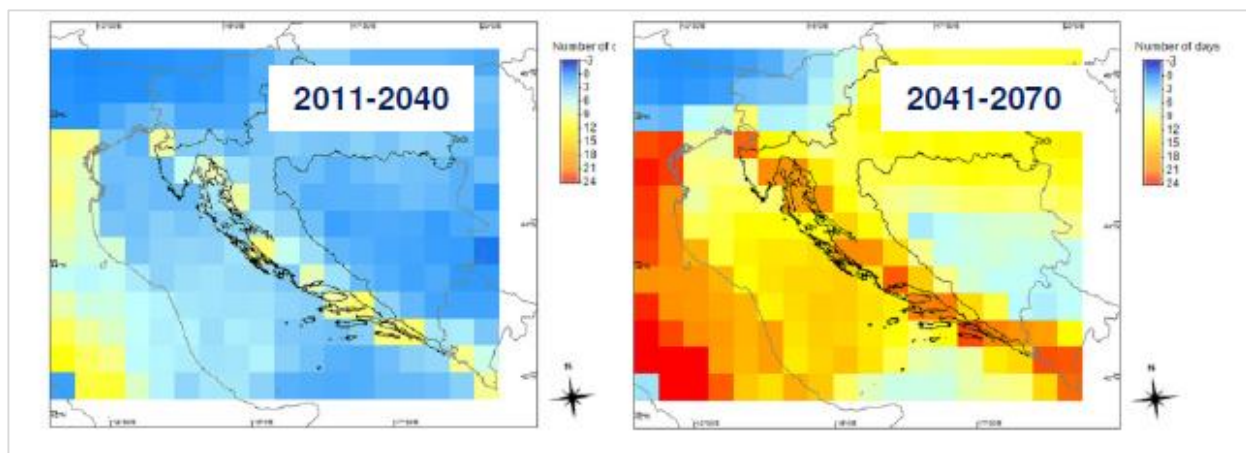
сезону, који омогућавају идентификовање области са екстремним и непријатним термалним условима. У многим деловима света као што су Медитеран и Северна Америка промене у PET превазилазе предвиђене промене у температури ваздуха (слика 60). Овакви услови имаће велике али неповољне последице по здравље човека, као и за привреду а нарочито туризам (Matzarakis, Amelung, 2008)



Слика 60. Вредности PET а) током летњег период године б) разлике у PET између будућности (2070–2100) и садашњости (1961–1990) за сценарио A1F (Matzarakis, Amelung, 2008)

Слична истраживања спроведена су и на регионалном нивоу. Тако истражујући биоклиматске услове у Аустрији у будућности 2021-2050. дошло се до закључка да ће се број екстремно хладних дана смањити за око 20 нарочито на југу и југоистоку земље. Број дана са пријатним температурама ће порасти за око 10, али не свуда, нарочито не у урбаним срединама. Број дана са екстремно високим температурама ће такође порасти, али на надморским висинама изнад 1.000 m промена се неће осетити (Rudel et al., 2007).

Анализа будућих климатских услова у Хрватској показала је да ће средње температуре ваздуха и РЕТ расти, али да ће се промене пре осетити у приобалним деловима земље него у континенталним (слика 61). Промене у континенталном делу земље показују да ће број дана са екстремно високим РЕТ вредностима ($RET > 35^{\circ}\text{C}$) порастати за 24% у периоду 2011-2040. и за 60% за период 2041-2070. године. Овај пораст предвиђен је за најисточнији део земље (Brosy et al., 2014).



Слика 61. Промене у боју дана са $RET > 35^{\circ}\text{C}$ у Хрватској (Zaninović, 2013)

Према сценаријима А1В и А2 за Србију температура ваздуха ће порастати на читавој територији за 2°C до 4°C , док ће се сума падавина смањити од 13mm до 6 mm у периоду 2071–2100. Такође је вероватно да ће се број дана са апсолутно максималном температуром ваздуха изнад 30°C повећати, а број дана са температурама испод 0°C смањити (Kržić et al., 2011). Овакви резултати указују да ће у будућности доћи до промене биоклиматских екстрема на територији Србије, па самим тим и на простору Западне Србије. Због потенцијалних негативних ефеката оваквих климатских промена неопходно је пронаћи најбоље стратегије прилагођавања и смањивања негативних последица на здравље људи као и на туристичка кретања.

4.3. БИОКЛИМАТСКА ИСТРАЖИВАЊА КАО ДОДАТАК ТУРИСТИЧКОМ ПРОИЗВОДУ ДЕСТИНАЦИЈЕ

Резултати ранијих истраживања показали су да биоклиматски индекси попут РЕТ и UTCI дају бољу слику о топлотним условима него температура ваздуха, релативна влажност ваздуха и други метеоролошки елементи сами. РЕТ је коришћена да се процене биоклиматски услови на различитим местима као што су Истанбул и Париз (Bouyer et al., 2007), Гетеборг (Svensson et al., 2003), Сегедин (Gulyas et al., 2006), Мацудо (град у

близини Токија), Јапан (Thorsson et al., 2007), Далекоисточни федерални округ Руске федерације (Grigorieva and Matzarakis, 2011), Грчка (Giannaros et al., 2015). Осим тога, ПЕТ је коришћена да се процени биоклиматски потенцијал за туризам и рекреацију на алпским дестинацијама, Сонблик, Раурис и Салцбург (Matzarakis et al., 2012), у Луксембургу као туристичкој дестинацији централне Европе (Matzarakis et al., 2013), Бурси у Турској (Çalışkan et al., 2012), Хрватској (Broisy et al., 2014) и њеним главним туристичким дестинацијама (Zaninović and Matzarakis, 2009) као и Одеси, Украјина (Katerusha and Matzarakis, 2015).

UTCI је још један биоклиматски индекс који је коришћен приликом процењивања климатског туристичког потенцијала одређене дестинације. UTCI је примењен како би се одредили биоклиматски услови у четири града Риму, Будимпешти, Паризу и Варшави. Резултати су показали да се „топлотни стрес“ не дешава током године ни у једном од ова четири града (Idzikowska, 2010). Такође биоклиматско истраживање у којем је коришћен UTCI спроведено је у Варшави (Lindner, 2011) и у Чешкој од стране Novák (2011). Оно што је интересантно јесте да је откривено да карактеристике рељефа имају највећи утицај на модификовање топлотних услова (Kunert, 2010). Ови резултати су веома важни за планирање различитих рекреативних активности, поготово за дестинације планинског туризма. ПЕТ и UTCI су такође коришћени како би се проценили нивои термофизиолошког стреса у десет различитих градова на острву Крит (Bleta et al., 2014). Употреба биоклиматских индекса у облику биоклиматских дијаграма, временске расподеле и трендова ПЕТ и UTCI помоћи ће заинтересованим странама и доносиоцима одлука да разумеју и интерпретирају климу одређене дестинације како би направили потребне адаптације и боље се прилагођавали очекиваним климатским променама.

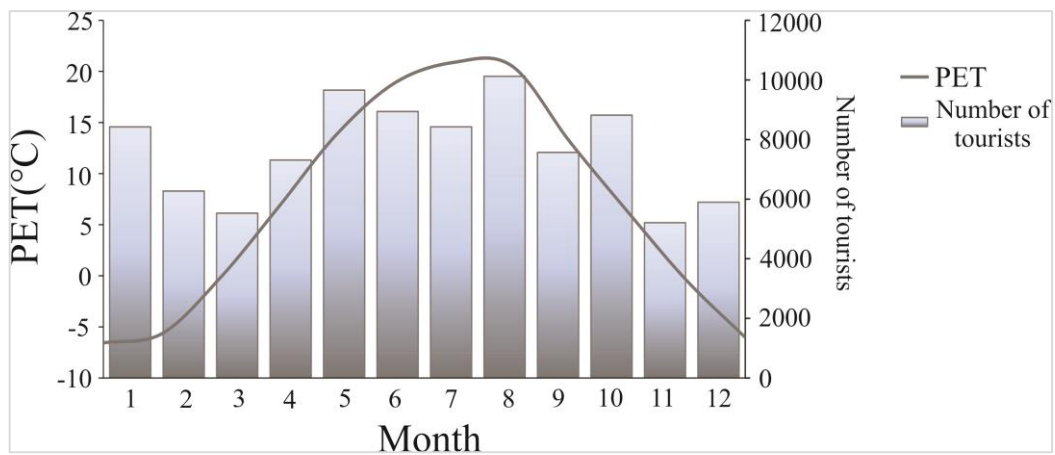
Познато је да на већим надморским висинама климатске промене доводе до топлијих временских услова у зимској половини године, што у великој мери утиче на зимске туристичке активности (Scott et al., 2003, 2006, 2007). Истражујући планинске области са аспекта климатских промена Matzarakis, Tinz (2008) назначили су следеће промене:

- a) Промене у климатским туристичким аспектима (термалним, естетским и физичким),
- b) Опасности од природних катастрофа,
- c) Промене у дебљини и трајању снежног покривача,
- d) Промене у биодиверзитету (Matzarakis, Tinz, 2008).

У овој студији извршена је и анализа биоклиматског потенцијала за туризам једне од најважнијих туристичких дестинација у Србији, Златибора. Недавно је развијена идеја биоклиматског проспекта као средства претстављања климатских и биоклиматских информација туристима (Zaninović, Matzarakis, 2009). На сличан начин је и у овом истраживању направљен климатски и биоклиматски просpekt, будући да би могао да помогне туристима да сазнају више о клими ове дестинације и да изаберу најбоље време за путовање. Просpekt евалуира естетске, физичке и топлотне услове на планини Златибор како би открио његов потенцијал за туризам и рекреацију.

Биоклиматски индекси попут PET и UTCI су разумљивији људима који користе своје искуство у затвореном простору да процене спољашње топлотне услове. Штавише, учесталости PET и UTCI по декадама у комбинацији са резултатима анализе естетских временских компоненти као и физичким променљивама приказује вероватноћу одређених опажаја детаљно за целу годину (Zaninović, Matzarakis, 2009).

Истраживање биоклиматског потенцијал планинских туристичких дестинација у последњим годинама добија на све већем значају. Два туристички позната локалитета један у Хрватској, Завижан у Динаридима и Кедарица у Јулијанским Алпима била су предмет биоклиматске студије. Користећи метеоролошке податке за период од 60 година аутори су израчунали PET вредности које су указале да су лета пријатно хладна а зиме веома хладне (Zaninović et al., 2006).



Слика 62. Годишњи и сезонски број туриста који су посетили Златибор током периода од 2000. до 2013. године.

Тренд пораста PET вредности током истраживаног периода није довео до промена у осећају пријатности (Zaninović et al., 2006). Постоји растуће тржиште за туристичке туре и друге рекреационе активности на Велебиту. Кедарица ће остати најпопуларнија планинска туристичка дестинација у Јулијанским Алпима. Повећање броја екстремно

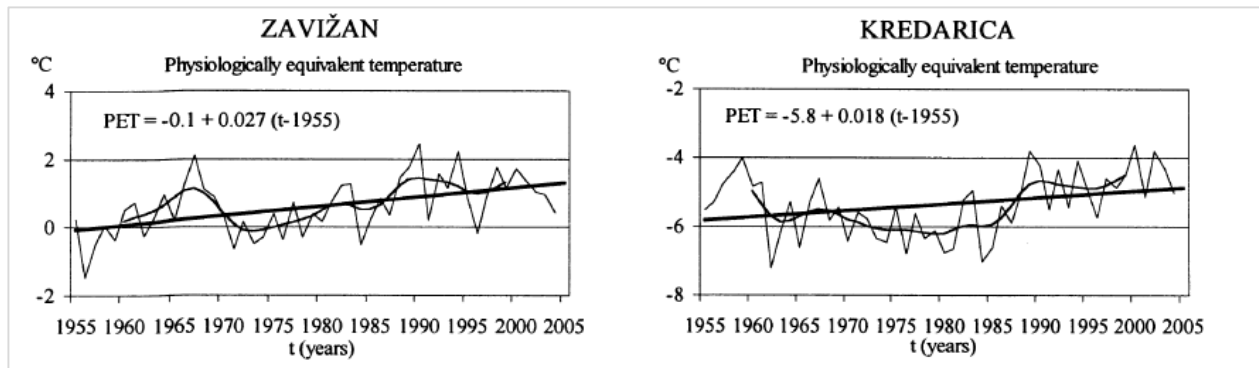
топлих дана у низијским пределима и дестинацијама могао би довести до брзог развоја еко туризма и туристичких кретања у летњим месецима (Zaninović et al., 2006).

Lin and Matzarakis (2008) показали су да на број туриста који посећују Језеро Сунца и Месеца на Тајвану не утичу у великој мери климатски и биоклиматски фактори. Они су сматрали да периоди најчешћих посета нису најбоље време за посету будући да туристи могу доживети стрес на хладноћу или кишу (Lin, Matzarakis, 2008). Број туриста који посећују Златибор је у порасту. Према Републичком заводу за статистику више од 106.000 људи, већином домаћих туриста, посетило је ову дестинацију. Слика 62 показује годишњи и месечни број туриста на Златибору као и средњу месечну РЕТ за период од 2000. до 2013. године. Пирсонов коефицијент корелације је израчунат ($p < 0,05$), између годишњих вредности и тај однос није био статистички значајан. Са друге стране коришћењем месечних података о туристичким посетама за период од 2000. до 2013. године и просечних месечних вредности РЕТ за исти период коефицијент корелације је 0,6 и статистички је значајан ($p < 0,05$). Када се упореде средње месечне вредности UTCI Пирсонов коефицијент корелације је још већи 0,7 ($p < 0,05$). Може се видети да највећи број туриста посећује Златибор током маја, јуна, августа и септембра када се услови топлотне угодности јављају у више од 30% случајева за РЕТ и више од 50% за UTCI пошто је опсег угодности скале UTCI знатно виши.

4.4. ДЕТАЉНА КЛИМАТСКА И БИОКЛИМАТСКА АНАЛЗА ЗА ПОТРЕБЕ БОЉЕГ РАЗУМЕВАЊА ТЕРМАЛНОГ КОМФОРА

Информације о клими могу бит веома корисне за оне који доносе одлуке у туризму уколико су представљени у одговарајућој форми. Због тога је веома важно идентификовање критеријума који су од велике важности за разумевање утицаја климатских фактора на човека (de Freitas, 1990).

Разумевање флукуација биоклиматских параметара подразумева и разумевање кретања метеоролошких параметара који су неопходни за њихово израчунавање. Истраживање тренда РЕТ у познатим туристичким дестинацијама на Јадранској обали (Zaninović, Matzarakis, 2007) планинским туристичким дестинацијама (Segnar, Matzarakis, 2007; Zaninović et al., 2006). Растући тренд у РЕТ вредностима објашњаван је растућим трендом у температурама ваздуха и смањењем брзине ветра (Zaninović, Matzarakis, 2007). Растући тренд је уз помоћ секвенцијалног Мен Кенделовог теста идентификован од 1980 године (Zaninović, Matzarakis, 2007). Слични резултати добијени су за планинске туристичке дестинације у Хрватској и Словенији (Zaninović et al., 2006) (слика 63).

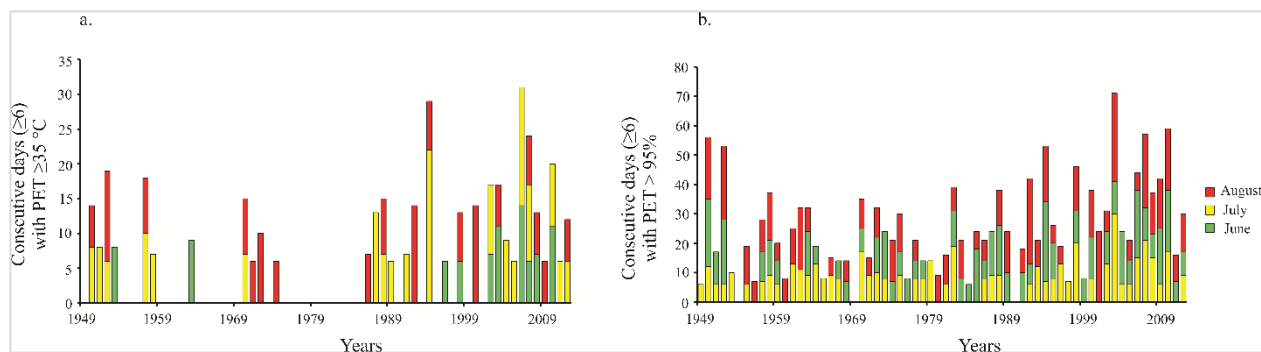


Слика 63. Трендови PET вредности на годишњем нивоу за Завижан (Хрватска) и Кредарица (Словенија) (Zaninović et al., 2006)

Детаљна биоклиматска анализа Бање Ковиљаче, трендови пораста PET током године објашњени су порастом температуре ваздуха, смањењем релативне влажности ваздуха као и брзине ветра. У будућности, с обзиром на резултате климатских модела (Kržić et al., 2011), и утицаја температуре ваздуха на кретање вредности биоклиматских индекса може очекивати пораст и померање у другу класу осећаја пријатности.

Анализа биоклиматских екстрема за Бању Ковиљачу је показала статистички значајан растући тренд за екстремно високе али и статистички значајан опадајући тренд за екстремно ниске температуре. Овакви резултати су у сагласности са студијама које се истражују климатске екстреме на територији Србије (Unkašević, Tošić, 2013, 2009; Malinović-Milićević et al. 2015; Arsenović et al., 2015; Knežević et al., 2014), али и Европе (Frich et al. 2002; Kurbis et al. 2009; Bartholy, Pongracz 2007). Такође, утврђено постојање статистички значајног тренда у броју топлих таласа за вредности PET и UTCI који се јављају од 1961 године. Друга половина двадесетог века је на северној хемисфери најтоплији 50 годишњи период у току последњих 500 година, а највеће загревање забележено је у току зиме и пролећа (Schär et al., 2004). Топли и хладни таласи су у Србији до сада истраживани на основу максималних и минималних дневних температура ваздуха. Учесталост појављивања и дистрибуција топлих и хладних таласа током године су такође били предмет истраживања, као и веза ових високих температура са атмосферским циркулацијама (Unkašević, Tošić 2009, 2011, 2013, 2014). Прва студија о топлим и хладним таласима употребом биоклиматског индекса PET урађена је за Нови Сад (Basarin et al., 2016). Анализа тренда је показала постојање статистички значајног растућег тренда у аномалијама летњих PET, броју дана са екстремно високим температурама, броју топлих таласа као и просечном трајању топлог таласа од 1980. године. Зимске PET аномалије, број дана са екстремно ниским температурама као и број хладних таласа опада од 1980.

године, али тај тренд није статистички значајан. Највећи број топлих таласа забележен је у последњој декади истраживаног периода (1949-2012) (слика 64), са друге стране број хладних таласа током свих 60 година је доста сличан, а разлике су веома мале (Basarin et al., 2016). Слични резултати су добијени и за Бању Ковиљачу за оба посматрана биоклиматска индекса.



Слика 64. a) Топли таласи за Нови Сад дефинисани као шест и више узастопних дана са $PET \geq 35$ °C, b) Топли таласи за Нови Сад дефинисани као шест и више узастопних дана са $PET > 95\%$

Према томе, адаптација екстремним температурама је од виталног значаја за човека и његове свакодневне активности. Анализа би требало да укључује и средње вредности као и фреквенције појављивања и интензитет екстремно хладних и екстремно топлих услова. Као одговор на екстремне биоклиматске догађаје многи градови у свету увели су системе за упозорење. Такав систем назван heat/health watch warning systems (HHWWS) постају кључни у предвиђању и прилагођавању екстремно топлим и екстремно хладним условима (Kalkstein et al 2009). Методе аклиматизације коришћене у биоклиматским студијама (Корпе, Jendritzky 2005; Basarin et al., 2016; Matzarakis Nastos, 2011) прилагођавају иницијалне вредности биоклиматских индекса локалној клими. Такође, овај систем описује термални комфор у смислу здравствених последица и до сада је имао велики значај за хроничне болеснике (Kalkstein, 2000). Оно што је јако значајно је представљање овог система јавности и туристима и њихова едукација како би препознали знаке упозорења на екстремно високе или ниске температуре. Овакви системи упозорења могли би бити од користи у свим градовима наше земље а нарочито у туристичким местима или бањским лечилиштима.

5. ЗАКЉУЧАК

Кроз целу историју развоја човечанства клима је имала једну од најважнијих улога на формирање човекових особина и навика. То је и био један од главних разлога да се подробније заинтересујемо за тему овог рада, а у складу са потребама човека у савременом друштву.

Развој туризма је у великој зависности од климатских услова, посебно на оним дестинацијама чија је атрактивност директно условљена климом. Циљ ове студије је био одређивање биометеоролошких карактеристика Западне Србије кроз годишњи и сезонски ток физиолошки еквивалентне температуре (**Physiologically Equivalent Temperature - PET**) и универзалног термалног климатског индекса (**Universal Thermal Climate Index - UTCI**). Коришћена су два различита климатска индекса због различите реакције на промене температуре ваздуха, инсолације, релативне влажности и брзине ветра. Оба индекса користе опште познату јединицу (°C) тако да су резултати разумљиви широј популацији. PET и UTCI су рачунате на основу вредности метеоролошких елемената мерених у 7, 14 и 21 h . На истраживаном простору извршено је прикупљање података са 49 тачака.

За потребе детаљне биоклиматске анализе простора Западне Србије било је неопходно прибавити квалитетне податке о релевантним метеоролошким елементима. Како на истраживаном простору постоји свега 4 главне метеоролошке станице на којима су доступни подаци о дневним вредностима метеоролошких елемената, коришћени су подаци климатског модела. Реанализа система климатске прогнозе (Climate Forecast System Reanalysis-CFSR) сачињена је иницијално за период од 31 годину, од 1979 до 2009. године. Просторна резолуција модела износи око 38 km (Fuka et al., 2013; Dile, Srinivasan, 2014).

Приликом израчунавања PET коришћен је софтвер RayMan, док је за израчунавање UTCI коришћен програм BioKlima. Да би на добар начин приказали различите климатске компоненте од значаја за туризам развијена је Климатска, туристичка информациона шема (**Climate-Tourism/Transfer-Information-Scheme - CTIS**) Овом шемом приказана је учесталост појављивања различитих биоклиматских и туристичких климатских фактора.

За визуализацију презентација биоклиматских и климатских елемената од значаја за туризам коришћен је софтвер CTIS. Трендови годишњих варијација биоклиматских и метеоролошких параметра утврђени су коришћењем Мен Кенделовог теста. Поред тога, израчунати су трендови екстремних биоклиматских догађаја, годишњег броја дана са екстремно високим и екстремно ниским вредностима оба биоклиматска индекса. Утврђен је број, фреквенције појављивања и учесталост топлих и хладних таласа. Индекс погодности времена (**Weather Suitability Index - WSI**) је такође израчунат зато што пружа синтетичке информације о погодности времена за различите облике рекреативних и туристичких активности. Добијени резултати су коришћени за израду биоклиматског проспекта за Златибор који ће омогућити туристима да изаберу најбоље време за свој одмор у зависности од личних преференција и захтева.

У раду су утврђене екстремне вредности датих индекса како би се установило да ли је дошло до климатских промена. На дате вредности примењен је непараметријски метод за детекцију тренда, Мен Кенделов тест.

Простор Западне Србије карактеришу велике разлике у надморској висини, па су због тога и резултати биоклиматских индекса PET и UTCI доста разнолики. На годишњем нивоу вредности се крећу у оквирима свежег осећаја пријатности (8°C -13°C), односно између 5°C и 12°C према UTCI. Регионалне разлике између најнижих и највиших измерених температура су око 7°C и условљене су надморском висином. Пролећне и јесење вредности биоклиматских индекса PET и UTCI врло су сличне. Статистички значајан тренд пораста забележен за већину истраживаних тачака упућује на чињеницу да би ова годишња доба у будућности могла чинити главни део туристичке сезоне. Анализа екстремних вредности PET и UTCI указује на статистички значајан растући тренд за екстремно високе вредности. Ови резултати су у сагласности са студијама које истражују трендове екстремно високих температура ваздуха у Србији. Са друге стране, забележен је и статистички значајан опадајући тренд екстремно ниских PET вредности, док за UTCI тај тренд није статистички значајан.

Резултати Мен Кенделовог тренд теста углавном указују на пораст вредности са статистички значајним трендом на истраживаном подручју у току посматраног периода.

РЕТ резултати указују да се најповољнији период за путовања, без топлотног стреса, јавља од маја до септембра, а код UTCI период без топлотног стреса је период од маја до октобра.

На основу резултата CTIS најбољи период за посету Златибору је од маја до октобра, тај период је и одговарајући за рекреацију, туристичке активност у природи, пливање. Мен-Кендалови тестови указују на постојање позитивног тренда у зимским и пролећним сезонама и негативног тренда у јесењим и летњим сезонама.

Биоклиматски услови су од великог значаја не само за оне који доносе одлуке везане за туризам него и за општу популацију (De Freitas et al. 2007). Данас, постоји растућа потреба за просторно и временски детаљном биоклиматском анализом која ће бити коришћена у туризму и туристичкој климатологији (Matzarakis 2006; Shiue and Matzarakis 2011). Ови захтеви могу бити испуњени употребом биоклиматских карата које би на мезоскали (≥ 1 km) приказивале просторни распоред биоклиматских услова. Данас, анализа биоклиматских карата представља саставни део процеса регионалног планирања у земљама са развијеном туристичком инфраструктуром и (Matzarakis et al., 2004; Lin and Matzarakis, 2008). Основна карактеристика ове студије је израда карата Западне Србије које приказују резултате биоклиматских истраживања. Поред тога, приказана је могућност примене биоклиматских истраживања у туризму на примеру најпознатије туристичке дестинације ове области, Златибора. На примеру друге значајне туристичке дестинације, Бање Ковиљаче приказана је употреба биоклиматских индекса у детаљним биоклиматским анализама и утицају климатских промена.

Овај рад представља наставак истраживања биоклиматских услова, туристичке привреде и њихов међусобни однос а резултати су упоређени са сличним радовима у свету.

Добијени резултати овог рада могу бити основа за даља истраживања везе климе и туризма.

Туристички климатски индекси би могли у будућности да се користе у туристичким брошурама, на интернет сајтовима туристичких агенција у циљу обезбеђивања информација о повољности климатских услова за туристичке активности.

6. ЛИТЕРАТУРА

- Анић Б (2002). Основе биоклиматске рејонизације Србије. 7 саветовање климатолога Југославије, Будва, СХМЗ, Београд.
- Пецељ М, Пецељ Ј (2011) Могућност примене биоклиматских истраживања у бањском туризму. Трећи конгрес српских географа : зборник радова, књ. 1, 12–13. октобар, Бања Лука : Српско географско друштво, 268–280.
- Пецељ М (2011) Биоклиматска анализа бањских места у Републици Српској у функцији бањског туризма. Бања Лука: Природно-математички факултет, докторска дисертација.
- Пецељ М, Милинчић М, Пецељ М (2007) Биоклиматска и еоклиматска истраживања-правци развоја. Гласник Српског Географског Друштва, Свеска LXXXVII - Бр. 2.
- Aguilar E, Aziz Barry A, Brunet M et al (2009) Changes in temperature and precipitation extremes in western central Africa, Guinea, Conakry, and Zimbabwe, 1955–2006. *J Geophys Res* 114: D02115. doi:10.1029/2008JD011010
- Alexander LV et al (2006) Global observed changes in daily climatic extremes of temperature and precipitation. *J. Geophys. Res.* 111 (D05109) <http://dx.doi.org/10.1029/2005JD006290>.
- Ali-Toudert F, Mayer H (2006) Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Build. Environ.* 41, 94-108.
- Amelung B, Moreno A (2009) Impacts of Climate Change in Tourism in Europe. PESETA-Tourism Study, JRC Scientific and Technical Reports, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Seville. Retrieved June 3, 2012 from <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC55392.pdf>.
- Amelung B, Nicholls S, Viner D (2007) Implications of Global Climate Change for Tourism Flows and Seasonality. *Journal of Travel Research*, 45(2), 285-296.
- Amelung B, Viner D (2006) Mediterranean Tourism: Exploring the Future with the Tourism Climatic Index. *Journal of Sustainable Tourism*, 14(4), 349-366.
- Andriotis K 2005. Seasonality in Crete: problem or a way of life? *Tourism Economics*, 11 (2), 207–224.
- Arsenović P, Tošić I, Unkašević M (2015) Trends in combined climate indices in Serbia from 1961 to 2010. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 127(4), 489-498.

- Aylin P, Morris S, Wakefield J, Grossinho A, Jaru L, Elliott P (2001) Temperature, housing, deprivation and their relationship to excess winter mortality in Great Britain, 1986–1996. *Int J Epidemiol* 30: 1100–1108. doi:10.1093/ije/30.5.1100
- Bajat B, Blagojević D, Kilibarda M, Luković J, Tošić I (2015) Spatial analysis of the temperature trends in Serbia during the period 1961–2010. *Theor Appl Climatol* 121:289–301. doi:10.1007/s00704-014-1243-7
- Bąkowska M (2010) Influence of air circulation and geographical factors on daily rhythm of biothermal conditions. [in:] A. Matzarakis, H. Mayer, F-M. Chmielewski (eds.), *Proceedings of the 7th Conference on Biometeorology. Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*, no. 20, pp. 479-484.
- Ballester F, Michelozzi P, Iniguez C (2003) Weather, climate, and public health. *J Epidemiol Community Health* 57:759–760
- Ballester J, Giorgi F, Rodó J (2010) Changes in European temperature extremes can be predicted from changes in PDF central statistics: a letter. *Clim Chang* 98:277–284
- Balling RC, Michaels PJ, Knappenberger PC (1998) Analysis of winter and summer warming rates in gridded temperature timeseries. *Clim Res* 9:175–181.
- Baranowska M, Gabryl B (1981) Biometeorological norms as tolerance interval of man to weather stimuli. *Int J Biometeorol* 25:123–126.
- Bartholy J, Pongrácz R (2007) Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001. *Glob Planet Change* 57: 83–95. doi:10.1016/j.gloplacha.2006.11.002
- Basarin B, Kržič A, Lazić L, Lukić T, Đorđević J, Janićijević Petrović B, Čopić S, Matić D, Hrnjak I, Matzarakis A (2014) Evaluation of bioclimate conditions in two special nature reserves in Vojvodina (Northern Serbia). *Carpathian J Earth Environ Sci* 9:93–108
- Basarin B, Lukić T, Matzarakis A (2016) Quantification and assessment of heat and cold waves in Novi Sad, Northern Serbia. *Int J Biometeorol* 60:139–150. doi:10.1007/s00484-015-1012-z
- Basu R, Samet JM (2002) Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev* 24:190–202
- Błażejczyk 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.
- Błażejczyk K (2005a) BIOKLIMA software MENEX. Website: http://www.igipz.pan.pl/tl_files/igipz/ZGiK/opracowania/indywidualne/blazejczyk/MENEX_2005.pdf [10 January 2012]

- Blazejczyk K (2005b). New indices to assess thermal risks outdoors. [in:] I. Holmér, K. Kuklane, Ch. Gao (red.), *Environmental Ergonomics XI*, Proc. Of the 11th International Conference, 22-26 May, 2005 Ystad, Sweden.
- Błażejczyk K (2008). Bioclimatic principles of health tourism. *TIES Conference Reports*, R-01-2009, 20, pp. 28- 43.
- Błażejczyk K 2011. Assessment of regional bioclimatic contrasts in Poland. *Miscellanea Geographica*, 15, 79-91.
- Błażejczyk K, Baranowski J, Jendritzky G, Błażejczyk A, Bröde P, Fiala D (2015) Regional features of the bioclimate of central and southern Europe against the background of the Köppen-Geiger climate classification. *Geographia Polonica*, 88, 3, 439-453, <http://dx.doi.org/10.7163/GPol.0027>.
- Błażejczyk K, Błażejczyk A (2014) Assessment of bioclimatic variability on regional and local scales in central Europe using UCTI. *Scientific annals of „Alexandru Ioan Cuza” University Of Iași*. 40, 1.
- Błażejczyk K, Bröde P, Fiala D, Havenith G, Holmér I, Jendritzky G, Kampmann B, Kunert A (2010) Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale. *Miscellanea Geographica*, vol. 14, pp. 91-102.
- Blazejczyk K, Epstein Y, Jendritzky G, Staiger H, Tinz B (2012) Comparison of UTCI to selected thermal indices. *Int J Biometeorol* 56:515–535.
- Blazejczyk K, Matzarakis A (2007) Regional and local bioclimatic differentiation of Poland. *Geographia Polonica* 80, 64-77.
- Bleta, A, Nastos PT, Matzarakis A (2014) Assessment of bioclimatic conditions on Crete Island, Greece. *Regional and Environmental Change*, 14, 1967–1981.
- Bøkenes L, Alexandersen TE, Østerud B, Tveita T, Mercer JB (2000) Physiological and hematological responses to cold exposure in the elderly. *Int J Circumpolar Health* 59:216–221
- Bøkenes L, Alexandersen TE, Tveita T, Osterud B, Mercer JB (2004) Physiological and hematological responses to cold exposure in young subjects. *Int J Circumpolar Health* 63:115–128
- Bouyer J, Vinet J, Delpech P, Carré S (2007) Thermal comfort assessment in semi-outdoor environments: application to comfort study in stadia. *Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics*, 95, 144–149.
- Brandenburg C, Matzarakis A (2007) Das thermische Empfinden von Touristen in der Region Neusiedlersee, *Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg* Nr. 16, 67-72.

-
- Bröde P, Krüger EL, Rossi FA, Fiala D (2012) Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI – a Case Study from Southern Brazil. *Int J Biometeorol*, this special issue. doi:10.1007/s00484-011-0452-3
- Brosy C, Zaninović K, Matzarakis A (2014) Quantification of climate tourism potential of Croatia based on measured data and regional modeling. *International Journal of Biometeorology*, 58, 1369–1381.
- Brown SJ, Caesar J, Ferro AT (2008) Global changes in daily extreme temperatures since 1950. *J Geophys Res Atmos* 113: D05115. doi:10.1029/2006JD008091
- Çalışkan O, Çiçek I, Matzarakis A (2011) The climate and bioclimate of Bursa (Turkey) from the perspective of tourism. *Theoretical and Applied Climatology*, 107, 417–425.
- Cegnar T, Matzarakis A (2004) Climate and bioclimate variations in Slovenia and their application for tourism. *Advances in tourism climatology*, (12), 66-73.
- Cengiz T, Akbulak C, Caliskan V, Kelkit, A (2008) Climate Comfortable for Tourism: A Case Study of Canakkale. BALWOIS, Ohrid, Macedonia. Retrieved March 23, 2011 from http://www.balwois.com/balwois/administration/full_paper/ffp-1184.pdf.
- Choi G, Collins D, Guoyu R et al (2009) Changes in means and extreme events of temperature and precipitation in the Asia-Pacific Network region, 1955–2007. *Int J Climatol* 29(13):1956–1975. doi:10.1002/joc.1979
- Cvetanović S, Đekić M, Stožinić S, Vojnović-Kljajić R, Tramošljanin M, Jovanović O, 1988. *Uticaj vremena na zdravlje ljudi*. Naučna knjiga, Beograd.
- de Freitas CR (1990) Recreation climate assessment. *International Journal of Climatology*, 10, 89-103.
- de Freitas CR (2003) Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *Int J Biometeorol* 48(1):45–54
- de Freitas CR, Matzarakis A (2005) Recent developments in tourism climatology. *Bulletin of the German Meteorological Society* 1/ 2005:2–4
- De Freitas CR, Matzarakis A, Scott D (2007) Climate, tourism and recreation: a decade of the ISB's commission on climate, tourism and recreation. In *Proceedings 3rd International Workshop on Climate, Tourism and Recreation*, 19–22 September 2007, Alexandroupolis, Greece
- de Freitas CR, Scott D, McBoyle G (2008) A Second Generation Climate Index for Tourism (CIT): Specifications and Verifications. *International Journal of Biometeorology*, 52, 399-407.

-
- Dile Y T, Srinivasan R (2014) Evaluation of CFSR climate data for hydrologic prediction in data-scarce watersheds: an application in the Blue Nile River Basin. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)* 1-16. DOI: 10.1111/jawr.12182
- Dolney TJ, Sheridan SC (2006) The relationship between extreme heat and ambulance response calls for the city of Toronto, Ontario, Canada. *Environ Res* 101:94–103
- Endler C, Matzarakis A (2011) Analysis of high-resolution simulations for the Black Forest region from a point of view of tourism climatology – a comparison between two regional climate models (REMO and CLM). *Theor Appl Climatol* (2011) 103:427–440
- Esmaili R, Ghalhari GF (2014) Seasonal bioclimatic mapping of Iran for tourism. *European Journal of Experimental Biology*, 4(3):342-351
- Fanger PO (1972) *Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering*. McGraw-Hill, New York
- Farajzadeh H, Matzarakis A (2009). Quantification of Climate for Tourism in the Northwest of Iran. *Meteorological Applications*, 16(4), 545-555.
- Fiala D, Havenith G, Bröde P, Kampmann B, Jendritzky G (2012) UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. *Int J Biometeorol* 56:429–441.
- Fiala D, Lomas KJ, Stohrer M (1999) A computer model of human thermoregulation for a wide range of environmental conditions: The passive system. *J Appl Physiol* 87: 1957-1972
- Fiala D, Lomas KJ, Stohrer M (2001) Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions. *Int J Biometeorol* 45: 143-159
- Fiala D, Lomas KJ, Stohrer M (2003) First Principles Modelling of Thermal Sensation Responses in Steady State and Transient Boundary Conditions. *ASHRAE Trans* 109 (1): 179-186.
- Fouillet A, Rey G, Laurent F, Pavillon G, Bellec S, Guihenneuc-Jouyaux C, Clavel J, Jouglu E, Hémon D (2006) Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int Arch Occup Environ Health* 80:16–24
- Frich P, Alexander LV, Della-Marta P, Gleason B, Haylock M, Klein Tank AMG, Peterson T (2002) Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Clim Res* 19:193–212
- Fuka DR, MacAllister CA, Degaetano AT, Easton V (2013) Using the Climate Forecast System Reanalysis dataset to improve weather input data for watershed models. *Hydrol. Proc.* DOI: 10.1002/hyp.10073.
- Gagge AP, Stolwijk JAJ, Nishi Y (1971) An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response, *ASHRAE Trans*, 77: 247–257.
-

-
- Gocić M, Trajković S (2013) Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia, *Global and Planetary Change* 100, 172-182
- Gomez-Martin M (2005) Weather, climate and tourism. A geographical perspective. *Ann Tourism Res* 32:571–591
- Grigorieva E, Matzarakis A (2011). Physiologically equivalent temperature as a factor for tourism in extreme climate regions in the Russian Far East: preliminary results. *European Journal of Tourism, Hospitality and Recreation*, 3, 127–142.
- Gulyás Á, Matzarakis A (2007) Selected examples of bioclimatic analysis applying the physiologically equivalent temperature in Hungary. *Acta Climatologica Et Chorologica* 40-41, 37-46.
- Gulyás Á, Matzarakis A (2009) Seasonal and spatial distribution of PET – physiologically equivalent temperature (PET) in Hungary . *IDŐJÁRÁS* 113, 221-231.
- Gulyas A, Unger J, Matzarakis A (2006). Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: modelling and measurements. *Building and Environment*, 41, 1713–1722.
- Gurevich G, Hadad Y, Ofir A, Ohayon B (2011) Statistical analysis of temperature changes in Israel: an application of change point detection and estimation techniques. *Glob Nest J* 13:215–228
- Hamilton JM, Lau M (2005) The Role of Climate Information in Tourist Destination Choice Decision-Making. Pp. 229-250. In: Gössling, S. and C.M. Hall (eds.). *Tourism and Global Environmental Change*. London: Routledge.
- Havenith G, Holmér I, Parsons KC (2002) Personal factors in thermal comfort assessment: clothing properties and metabolic heat production. *Energy Build* 34:581–591.
- Hein L (2007) The Impact of Climate Change on Tourism in Spain. *CICERO Working Paper*, 2007:02. Center for International Climate and Environmental Research, Oslo, Norway. Retrieved 6 September 2011, from <http://www.cicero.uio.no/media/5119.pdf>.
- Hein L, Metzger MJ, Moreno A (2009) Potential Impacts of Climate Change on Tourism: A Case Study for Spain. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(2), 170-178.
- Hibbs JR (1966) Evaluation of weather and climate by socioeconomic sensitivity indices. In: Sewell WRD (ed) *Human dimensions of weather modification*. Research paper no 105. University of Chicago, Department of Geography, Chicago, pp 91–110
- Höppe P (1984) *Die Energiebilanz des Menschen* (dissertation), *Wiss Mitt Meteorol Inst Univ München*, 49.
- Höppe P (1993) Heat balance modelling. *Experientia* 49, 741–746.

- Höppe P (1994) Die Wärmebilanzmodelle MEMI und IMEM zur Bewertung der thermischen Beanspruchung am Arbeitsplatz, *Verh Dtsch Ges Arbeitsmed Umweltmed*, 34 : 153 – 158.
- Höppe P (1997) Aspects of human biometeorology in past, present and future. *Int J Biometeorol*. 40(1):19-23.
- Höppe P (1999) The physiological equivalent temperature—a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int J Biometeorol* 43:71–75.
- Höppe, P, von Mackensen S, Nowak D, Piel E (2002) Prevalence of weather sensitivity in Germany, 15th Conference on Biometeorology and Aerobiology, 28 October–1 November, Kansas City, MO.
- Hu Y, Ritchie J (1993) Measuring destination attractiveness: A contextual approach. *Journal of Travel Research*, 32: 25
- Huizenga C, Zhang H, Arens E (2001) A model of human physiology and comfort for assessing complex thermal environments. *Build Environ* 36(6): 691-699.
- Huntington E., 1915. *Civilization and climate*. Yale University Press, London.
- Idzikowska D (2010) Differences in bioclimatic conditions in four European cities: Budapest, Paris, Rome and Warsaw. (Paper presented at the 7th conference on biometeorology, Proceedings of the 7th conference on biometeorology, 20: 201–206.)
- IPCC (2007) *Climate Change 2007: The physical science basis*. Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge
- Jendritzky G, Menz H, Schirmer H, Schmidt-Kessen W (1990) Methodik zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell). *Beitr. Akad. Raumforsch. Landesplan*. No. 114.
- Jendritzky G, Sönning W, Swantes HJ (1979) Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt- und Landschaftsplanung (Klima-Michel-Modell), *Beiträge der Akademie für Raumforschung und Landesplanung*, 28. Hermann Schroedel, Hannover.
- Kaiser M (2002) *How the Weather Affects Your Health*, Melbourne: Michelle Anderson.
- Kalkstein LS, Sheridan SC, Kalkstein AJ (2009) Heat/health warning systems: development, implementation, and intervention activities. In: Ebi KL et al. (eds) *Biometeorology for adaptation to climate variability and change*, 33 © Springer Science + Business Media
- Katanić D (2013) Human Biometeorology. *Med Pregl* I (7-8): 281-284.
- Katerusha O, Matzarakis A (2015). Thermal Bioclimate and Climate Tourism Analysis for Odessa. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 97, 4: 671-679.

-
- Kendall MG (1976) Rank Correlation Methods. 4th Ed. Griffin
- Klein Tank, AMG, Wijngaard JB, Können GP et al (2002) Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. *Int J Climatol* 22:1441–1453
- Knez I, Thorsson S (2006) Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *Int. J. Biometeorol.* 50: 258-268
- Knežević S, Tošić I, Unkašević M, Pejanović G (2014). The influence of the East Atlantic Oscillation to climate indices based on the daily minimum temperatures in Serbia. *Theoretical and applied climatology*, 116(3-4): 435-446.
- Koch E, Marktl W, Matzarakis A, Nefzger H, Rudel E, Schunder-Tatzber S, Zygmuntowski M (2005) Klimatherapie in Österreich. Broschüre zu den Potentialen der Klimatherapie in Österreich. Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit.
- Koppe C, Jendritzky G (2005) Inclusion of short-term adaption to thermal stresses in a heat load warning procedure. *Meteorol Z* 14:271–278
- Kržič A, Tošić I, Djurdjević V, Veljović K, Rajković B (2011) Changes in climate indices for Serbia according to the SRES-A1B and -A2. *Clim Res.* doi:10.3354/cr01008
- Kunert A (2010) Modeling of UTCI index in various types of landscape. (Paper presented at the 7th conference on biometeorology, Proceedings of the 7th conference on biometeorology, 20, 302–307.)
- Kurbis K, Mudelsee M, Tetzlaff G, Brazdil R (2009) Trends in extremes of temperature, dew point, and precipitation from long instrumental series from central Europe. *Theor Appl Climatol* 98:187–195. doi:10.1007/s00704-008-0094-5
- Limsakul A, Singhruck P (2016) Long-term trends and variability of total and extreme precipitation in Thailand, *Atmospheric Research* 169 (A), 301-317
- Lin TP, Matzarakis A (2008). Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *International Journal of Biometeorology* 52:281-290.
- Lin TP, Matzarakis A, Huang JJ (2006) Thermal comfort and passive design strategy of bus shelters. PLEA2006 - The 23 Conference on Passive and Low Energy Architecture. Geneva, Switzerland.
- Lindner K (2011) Assessment of sensible climate in Warsaw using UTCI. *Prace i Studia Geograficzne WGSR UW*, 47: 285–291.
- Maćejka M (2003) Klima i njen zdravstveni značaj u banjama Srbije. Beograd: Srpsko geografsko društvo, Posebna izdanja.

-
- Malinović-Milicević S, Radovanović MM, Stanojević G, Milovanović B (2015). Recent changes in Serbian climate extreme indices from 1961 to 2010. *Theor Appl Climatol*. doi:10.1007/s00704-015-1491-1
- Mann HB (1945) Nonparametric tests against trend. *Econometrica* 13:245-259
- Mantao T (2013). Comparing the ‘Tourism Climate Index’ and ‘Holiday Climate Index’ in Major European Urban Destinations. *Geography – Tourism Policy and Planning*, Waterloo.
- Matzarakis A (2001) Die thermische Komponente des Stadtklimas. *Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg* Nr. 6.
- Matzarakis A (2006) Weather and climate related information for tourism. *Tourism and Hospitality Planning & Development* 3:99–115
- Matzarakis A (2007a) Assessment method for climate and tourism based on daily data. In: Matzarakis A , de Freitas CR, Scott D (eds) *Developments in tourism climatology*. German Meteorological Society, pp 52–58
- Matzarakis A (2007b) Climate, human comfort and tourism. In: Amelung B, Blazejczyk K, Matzarakis A (ed) *Climate Change and Tourism: Assessment and Coping Strategies*. 139-154
- Matzarakis A, Amelung B (2008) Physiologically Equivalent Temperature as indicator for impacts of climate change on thermal comfort of humans. In: M. C. Thomson, R. Garcia-Herrera, M. Beniston (eds.), *Seasonal Forecasts, Climatic Change and Human Health*. *Advances in Global Change Research* 30, Springer-Sciences and Business Media, 161-172.
- Matzarakis A, de Freitas C, Scott D (eds.) (2004) *Advances in tourism climatology*. *Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg* Nr. 12, 6-9.
- Matzarakis A, Hämmerle M, Koch E, Rudel E (2012) The climate tourism potential of Alpine destinations using the example of Sonnblick, Rauris and Salzburg. *Theoretical and Applied Climatology* 110: 645-658.
- Matzarakis A, Mayer H (1996) Another kind of environmental stress: thermal stress. *WHO News* 18:7–10.
- Matzarakis A, Mayer H (1997) Heat stress in Greece. *Int. J. Biometeor.* 41, 34-39.
- Matzarakis A, Mayer H, Iziomon MG (1999) Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *Int J Biometeorol* 43:76–84
- Matzarakis A, Mayer H, Iziomon MG (1999) Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature , *Int J Biometeorol*, 43 : 76 – 84.
-

-
- Matzarakis A, Muthers S, Koch E (2011) Human biometeorological evaluation of heat-related mortality in Vienna. *Theor Appl Climatol* 105:1–10
- Matzarakis A, Nastos P (2011) Analysis of tourism potential for Crete Island, Greece. *Global Nest Journal* 13, 142-150.
- Matzarakis A, Rammelberg J, Junk J (2013) Assessment of thermal bioclimate and tourism climate potential for central Europe—the example of Luxembourg. *Theoretical and Applied Climatology*, 114: 193–202.
- Matzarakis A, Rammelberg J, Junk J (2013) Assessment of thermal bioclimate and tourism climate potential for Luxembourg. *Theoretical and Applied Climatology* 114: 193-202.
- Matzarakis A, Rutz F, Mayer H (2007) Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model. *Int J Biometeorol* 51:323–334
- Matzarakis A, Tinz B, (2008) Tourismus an der Küste sowie in Mittel und Hochgebirge: Gewinner und Verlierer. In: J. Z. Lozán, H. Graßl, G. Jendritzky, L. Karbe, K. Reise (Eds) *Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken Gefahren für Menschen, Tiere und Pflanzen. GEO/Wissenschaftliche Auswertungen*, 247-252.
- Mayer H, Höppe P (1987) Thermal comfort of man in different urban environments, *Theor Appl Clim* 38: 43 – 49
- Mayer H, Matzarakis A (1998a) The urban heat island seen from the angle of human-biometeorology. *Proc. Int. Symposium on Monitoring and Management of Urban Heat Island*. Fujisawa, Japan, 84-95.
- Mayer H, Matzarakis A (1998b) Human-biometeorological assessment of urban microclimates' thermal component. *Proc. Int. Symposium on Monitoring and Management of Urban Heat Island*. Fujisawa, Japan, 155-168.
- McGregor GR (2011) Human biometeorology. *Progress in Physical Geography* 39: 536-553
- Mieczkowski Z (1985) The tourism climate index: a method for evaluating world climates for tourism. *Canadian Geographer*, 29, 220–233.
- Missenard FA (1933) Température effective d'une atmosphere Généralisation température résultante d'un milieu. In: *Encyclopédie Industrielle et Commerciale, Etude physiologique et technique de la ventilation*. Librairie de l'Enseignement Technique, Paris, 131–185.
- Nakamura M, Yoda T, Crawshaw LI, Yasuhara S, Saito Y, Kasuga M, Nagashima K, Kanosue K (2008) Regional differences in temperature sensation and thermal comfort in humans. *J Appl Physiol* 105:1897–1906
- Ndetto EL, Matzarakis A (2013) Basic analysis of climate and urban bioclimate of Dar es Salaam, Tanzania. *Theor Appl Climatol* (2013) 114:213–226

-
- Nicholls S, Amelung B (2008) Climate Change and Tourism in Northwestern Europe: Impacts and Adaptation. *Tourism Analysis*, 13: 21-31.
- Novák M (2011) UTCI – Pierwsze testy w Republice Czeskiej (UTCI – First test in the Czech Republic). *Prace i Studia Geograficzne* 47: 319–325.
- Pantavou K, Theoharatos G, Nikolopoulos G, Katavoutas G, Asimakopoulos D (2008) Evaluation of thermal discomfort in Athens territory and its effect on the daily number of recorded patients at hospitals' emergency rooms. *Int J Biometeorol* 52:773–778
- Pecelj M, Krajić A, Trbić G, Stevanović B, Golijanin J (2013) Bioclimatic Characteristics of the City of Novi Sad Based on Human Heat Balance. *Proceedings of the 6th International Conference on Climate Changes, Global Warming, Biological Problems (CGB '13)*, Lemesos, 244–249.
- Pecelj M, Pecelj MR, Mandić D, Pecelj J, Milinčić M, Tošić D (2010) Informational Technology in Bioclimate Analysis of Banja Luka for Tourism Recreation, 9th WSEAS International Conference on Telecommunication and Informatics, University of Catania, Sicily, Italy, 35-39.
- Pecelj MR, Milinčić M, Pecelj M (2007) Bioklimatska i ekoklimatska istraživanja-pravci razvoja, *Glasnik Srpskog geografskog društva*, 87 (2):199-210.
- Pecelj MR, Pecelj M, Mandić D, Pecelj J, Lukić B, Filipović D (2010a) Informational technology in bioclimate analysis of Višegrad for health spa tourism, 7th WSEAS International Conference on Engineering Education, ISBN: 978-960-474-202-8, ISSN: 1792-426X, Corfu Island, Greece, pp.322-325 .
- Pecelj MR, Pecelj M, Mandić D, Pecelj J, Vujadinović S, Šećerov V, Šabić D, Gajić M, Milinčić M (2010b) Bioclimatic Assessment of Weather Condition for Recreation in Health Resorts, 8th WSEAS international conference on Environment, Ecosystems and Development, Athens, Greece, 211-214.
- Perch-Nielsen S, Amelung B, Knutti R (2010) Future Climate Resources for Tourism in Europe Based on the Daily Tourism Climatic Index. *Climate Change*, 103(3-4): 363-381.
- Peterson TC, Manton MJ (2008) Monitoring changes in climate extremes - a tale of international collaboration. *Bull Am Meteorol Soc* 89:1266–1271. doi:10.1175/2008BAMS2501.1
- Peterson W, Milliken M (1934) *The Patient and the Weather*. Edwards Bros, Michigan.
- Picot X (2004) Thermal comfort in urban spaces: impact of vegetation growth. Case study: Piazza della Scienza, Milan. *Italy Energy and Buildings* 36: 329–334.
- Popović BM (2007) *Priče o vremenu i klimi*. Hidrometeorološki zavod Srbije, Beograd.

-
- Roshan G, Rousta I, Ramesh M (2009) Studying the Effects of Urban Sprawl of Metropolis on Tourism – Climate Index Oscillation: A Case Study of Tehran City. *Journal of Geography and Regional Planning*, 2(12): 310-321.
- Rothfus LP (1990) The heat index equation. NWS Southern Region Technical Attachment, SR/SSD 90–23, Fort Worth, Texas
- Rudel E, Matzarakis A, Koch E (2007) Bioclimate and mortality in Vienna. In: Matzarakis, A., Mayer, H. (Eds.), *Proceedings zur 6. Fachtagung BIOMET. Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg Nr. 16*: 25-31.
- Rudel E, Zygmuntowski M, Matzarakis A, Koch E (2005) Thermal bioclimate conditions in the alpine regions of Austria. *Croatian Meteorological Journal* 40: 194-197.
- Schär C, Vidale PL, Lüthi D, Frei C, Häberli C, Liniger M, Appenzeller C (2004) The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature* 427:332–336
- Scott D, Gössling S, Hall CM (2012) International tourism and climate change. *WIREs Clim Chang* 3:213–232
- Scott D, Gössling S, Hall CM (2012) International tourism and climate change. *WIREs Clim Change* 3:213–232. doi: 10.1002/wcc.165
- Scott D, Lemieux C (2009) *Weather and Climate Information for Tourism*. White Paper, commissioned by the World Meteorological Organisation.
- Scott D, McBoyle G (2001) Using a 'tourism climate index' to examine the implications of climate change for climate as a natural resource for tourism. A. Matzarakis and C. de Freitas (Eds.). *Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation*. 5-10 October 2001: International Society of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and Recreation, Greece.
- Scott D, McBoyle G (2007) "Climate change adaptation in the ski industry", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(8): 1411–1431. doi:10.1007/s11027-006-9071-4
- Scott D, McBoyle G, Mills B (2003) Climate change and the skiing industry in Southern Ontario (Canada): Exploring the importance of snowmaking as a technical adaptation. *Climate Research*. 23: 171
- Scott D, McBoyle G, Minogue A, Mills B (2006) Climate Change and the Sustainability of Skibased Tourism in Eastern North America: A Reassessment. *Journal of Sustainable Tourism*, 14(4): 376–398. doi:10.2167/jost550.0
- Scott D, McBoyle G, Schwartzentruber M (2004) Climate change and the distribution of climatic resources for tourism in North America. *Clim Res* 27:105–117

-
- Scott D, McBoyle G, Schwartzentruber M (2004) Climate Change and the Distribution of Climatic Resources for Tourism in North America. *Climate Research*, 27(2): 105-117.
- Sherretz LA (1984) 'Weather and the classroom climate', doctoral dissertation, Boulder, CO: University of Colorado.
- Shiue I, Matzarakis A (2011) Climate and Tourism in the Hunter Region, Australia in the early 21st Century. *International Journal of Biometeorology* 55: 565-574.
- Steadman RG (1979) The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *J Appl Meteorol* 18:861–873.
- Steadman RG (1984) A universal scale of apparent temperature. *J Appl Meteorol Climatol* 23:1674–1687.
- Stolwijk JAJ (1971) A mathematical model of physiological temperature regulation in man. NASA contractor report, NASA CR-1855, Washington DC.
- Sun W, Mu X, Song X, Wu D, Cheng A, Qiu B (2016) Changes in extreme temperature and precipitation events in the Loess Plateau (China) during 1960–2013 under global warming. *Atmospheric Research* 168, 33-48
- Šušnjar S, Pecelj M (2014) Bioclimate analysis of Mountain Bjelašnica. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 44(1): 91-104.
- Svensson MK, Thorsson S, Lindqvist S (2003) A geographical information system model for creating bioclimatic maps— examples from a high, mid-latitude city. *International Journal of Biometeorology*, 47: 102–112.
- Tanabe S, Kobayashi K, Nakano J, Ozeki Y, Konishi M (2002) Evaluation of thermal comfort using combined multi-node thermoregulation (65MN) and radiation models and computational fluid dynamics (CFD). *Energ Buildings* 34(6): 637-646.
- Thomas P (2004) *Under The Weather: How Weather and Climate Affect Our Health*. Sheena Dewan, London.
- Thorsson S, Honjo T, Lindberg F, Eliasson I, Lim E (2007) Thermal comfort and outdoor activity in Japanese Urban Public Places. *Environment and Behavior*, 39(5): 1-25.
- Toreti A, Desiato F (2008) Temperature trend over Italy from 1961 to 2004. *Theor Appl Climatol* 91:51–58
- Tromp SW (1980) *Biometeorology : the impact of the weather and climate on humans and their environment (animals and plants)*. Heyden, London.
- Unkašević M, Tošić I (2009) An analysis of heat waves in Serbia. *Glob Planet Chang* 65:17–26. doi:10.1016/j.gloplacha.2008.10.009

- Unkašević M, Tošić I (2011) The maximum temperatures and heat waves in Serbia during the summer of 2007. *Clim Chang* 108:207–223
- Unkašević M, Tošić I (2013) Trends in temperature indices over Serbia: relationships to large-scale circulation patterns. *Int J Climatol* 33: 3152–3161
- Unkašević M, Tošić I (2014) Seasonal analysis of cold and heat waves in Serbia during the period 1949–2012. *Theor Appl Climatol*. doi:10.1007/s00704-014-1154-7
- Unkašević M, Vujović D, Tošić I (2005) Trends in extreme summer temperatures at Belgrade. *Theor Appl Climatol* 82:9–205
- van Schaik S (2000) Ellsworth Huntington and the Central Asian Manuscripts at Yale, IDP [International Dunhuang Project] News 17, Winter, 2000/2001, p. 4.
- Whittlesea E, Amelung B (2010) Cost-a South West: What Could Tomorrow's Weather and Climate Look Like for Tourism in the South West of England?, National Case Study. Exeter, UK: South West Tourism.
- Wissler EH (1985) Mathematical simulation of human thermal behavior using whole body models. In: A. Shitzer, R.C. Eberhart (eds): Heat transfer in medicine and biology – analysis and applications, Plenum New York London: 325–373.
- Yaglou CP, Minard D (1957) Control of heat casualties at military training centers. *Am Med Assoc Arch Ind Health* 16:302–316.
- Yu G, Schwartz Z, Walsh JE (2009a) A Weather-resolving Index for Assessing the Impact of Climate Change on Tourism Related Climate Resources. *Climate change*, 95: 551-573.
- Yu G, Schwartz Z, Walsh JE (2009b) Effects of Climate Change on the Seasonality of Weather for Tourism in Alaska. *Arctic*, 62(4): 443-457.
- Zaninović K (2001) The bioclimatic potential of Croatian Adriatic coast. In: Matzarakis A, de Freitas CR (eds) Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation: 257–265
- Zaninović K, Gajić-Čapka M, Perčec Tadić M, i sur. (2008) Klimatski atlas Hrvatske, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb.
- Zaninović K, Matzarakis A (2007) Biometeorological basis for Croatian tourism. In: A. Matzarakis, C. R. de Freitas, D. Scott (Eds.), *Developments in Tourism Climatology*, 24-28.
- Zaninović K, Matzarakis A (2007) Climatic changes in thermal comfort at the Adriatic coast. In: Amelung, B., Blazejczyk, K., Matzarakis, A., (eds.) *Climate Change and Tourism: Assessment and Coping Strategies*. 155-164.

Zaninović K, Matzarakis A (2009) The bioclimatological leaflet as a means conveying climatological information to tourists and the tourism industry. *International Journal of Biometeorology*, 53: 369–374.

Zaninović K, Matzarakis A (2014) Impact of heat waves on mortality in Croatia. *Int J Biometeorol* 58, 1135-1145. doi:10.1007/s00484-013-0706-3

Zaninović K, Matzarakis A, Cegnar T (2006) Thermal comfort trends and variability in the Croatian and Slovenian mountains. *Meteorol. Z.* 15: 243-251.

Zaninović K, Matzarakis A, Cegnar T (2006) Thermal comfort trends and variability in the Croatian and Slovenian mountains. *Meteorologische Zeitschrift* 15: 243-251.

КРАТКА БИОГРАФИЈА



Горан Стојићевић је рођен 9. јула 1975. године у Шапцу, где је завршио основну и средњу школу. Школске 1997/1998. године уписује Географски факултет Универзитета у Новом Саду, смер професор географије. Дипломира 2001. године, а школске 2003/2004. године уписује постдипломске студије на Географском факултету Универзитета у Београду. Године 2007 стиче звање магистар туризма, са одбрањеним радом под називом „Потенцијали и ограничења развоја туризма у Поцерини и Мачви.

Од септембра 2000. године до децембра 2010. године ради у више школа као професор географије. Године 2011. ступа на дужност директора Центра за стручно усавршавање у Шапцу. У 2016. години постаје помоћник Градоначелника града Шапца задужен за образовање.

Нови Сад, 28.06.2016.

Горан Стојићевић

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

РЕДНИ БРОЈ:
РБР

ИДЕНТИФИКАЦИОНИ БРОЈ:
ИБР

ТИП ДОКУМЕНТАЦИЈЕ: Монографска документација
ТД

ТИП ЗАПИСА: Текстуални штампани материјал
ТЗ

ВРСТА РАДА: Докторска дисертација
ВР

АУТОР: мр Горан Р. Стојићевић
АУ

МЕНТОР/КОМЕНТОР: др Биљана Басарин, доцент, Природно-
МН математички факултет, Нови Сад

НАСЛОВ РАДА: Биоклиматска слика Западне Србије у
НС функцији туризма

ЈЕЗИК ПУБЛИКАЦИЈЕ: Српски/ћирилица
ЈЗ

ЈЕЗИК ИЗВОДА: Српски/Енглески
ЈИ

ЗЕМЉА ПУБЛИКОВАЊА: Република Србија
ЗП

УЖЕ ГЕОГРАФСКО ПОДРУЧЈЕ: Западна Србија
УГП

ГОДИНА: 2016.
ГО

ИЗДАВАЧ: Ауторски репринт
ИЗ

МЕСТО И АДРЕСА: 21000 Нови Сад, Трг Доситеја

МС	Обрадовића 3.
ФИЗИЧКИ ОПИС РАДА: ФО	6 поглавља, 141 страна, 195 литературних цитата, 18 табела, 2 карате и 64 слике.
НАУЧНА ОБЛАСТ: НО	Географија
НАУЧНА ДИСЦИПЛИНА: ДИ	Туризам
ПРЕДМЕТ ОДРЕДНИЦА/КЉУЧНЕ РЕЧИ: ПО	Западна Србија, туризам, клима, климатски индекси, РЕТ, УТСИ, тренд
УДК:	
ЧУВА СЕ: ЧУ	Библиотека Департмана за географију, туризам и хотелијерство, ПМФ, Нови Сад
ВАЖНА НАПОМЕНА: ВН	нема
ИЗВОД: ИЗ	

Главну тему рада представља анализа биоклиматских фактора на локалитетима Златибора и Бање Ковиљаче уз помоћ два биоклиматска топлотна индекса РЕТ - Физиолошки еквивалентне температуре и Универзалног топлотног климатског индекса -УТСИ. Анализирани су биоклиматски услови Златибора и Бање Ковиљаче и приказани су коришћењем вредности на бази РЕТ и УТСИ, у десетодневним интервалима током године. Осим Златибора и Бање Ковиљаче прикупљени су подаци на још 47 тачака у Западној Србији. Прикупљени су сви неопходни климатски подаци за израчунавање УТСИ-а и РЕТ-а. Добијени резултати су упоређени са сличним истраживањима која су рађена у свету. Резултати мерења УТСИ и РЕТ треба да имају већи значај у развоју туризма на Златибору и у Бањи Ковиљачи односно генерално у Србији, као информација за туристе, али и за туристичке раднике као показатељ у ком правцу треба развијати туристичке дестинације и туристичку приведу.

ДАТУМ ПРИХВАТАЊА ТЕМЕ: 22.10.2015.
ДП

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ (НАУЧНИ СТЕПЕН / ИМЕ И ПРЕЗИМЕ /ЗВАЊЕ/
ФАКУЛТЕТ):
КО

Председник: Др Лазар Лазић, редовни професор, ПМФ, Нови Сад
Члан (ментор): Др Биљана Басарин, доцент, ПМФ, Нови Сад
Члан: Др Милан Радовановић, виши научни сарадник, Географски
Институт „Јован Цвијић“, Београд
Члан: Др Тин Лукић, ПМФ, доцент, Нови Сад
Члан: Др Мирослав Вујичић, ПМФ, асистент, Нови Сад

ДАТУМ ОДБРАНЕ:
ДО

**UNIVERSITY OF NOVI SAD FACULTY OF NATURAL
SCIENCES & MATHEMATICS**

KEY WORDS DOCUMENTATION

ACCESSION NUMBER:

ANO

IDENTIFICATION NUMBER:

INO

DOCUMENT TYPE:

DT

Monograph type

TYPE OF RECORD:

TR

Printed text

CONTECT CODE:

CC

PhD Thesis

AUTHOR:

AU

Goran Stojićević

MENTHOR/CO-MENTHOR:

MN

PhD Biljana Basarin

TITLE:

TI

Bioclimatic pictures of Western Serbia in
the function of tourism

LANGUAGE OF TEXT:

LT

Serbian/Cyrilic

LANGUAGE OF ABSTRACT:

LA

Serbian/English

COUNTRY OF PUBLICATION:

CP

Serbia

LOCALITY OF PUBLICATION:

LP

Western Serbia

PUBLICATION YEAR:

PY

2016.

PUBLISHER:

PB ИЗ

Author's reprint

PUBLICATION PLACE:

PL

Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi
Sad, Serbia

PHYSICAL DESCRIPTION:
PD 6 chapters, 141 pages, 195 literature notes,
18 tables, 64 pictures, 62 maps.

SCIENTIFIC FIELD:
SF Geography

SCIENTIFIC DISCIPLINE:
SD Tourism

SUBJECT/KEY WORDS:
SKW Western Serbia, tourism, climate, climate
UC: indices, PET, UTCI, trend

HOLDING DATA:
HD Library of the Department of Geography,
Tourism and Hotel Management, Novi Sad,
Serbia

NOTE:
NO none

ABSTRACT:
AB

The main topic of the paper is the analysis of bioclimatological conditions on Zlatibor Mountain and in Banja Koviljaca with the help of two bioclimatological thermal indexes PET - Physiologically Equivalent Temperature and UTCI - Universal Thermal Climate Index. Bioclimatological conditions of Zlatibor and Banja Koviljaca were analyzed and they were presented by means of values based on PET and UTCI, in ten-day periods during the year. Apart from Zlatibor and Banja Koviljaca, the data were gathered on 47 points in West Serbia. All the climatological data necessary to calculate UTCI and PET were obtained. The results were compared with the similar research conducted around the world. The results of measuring UTCI and PET should have greater significance for the development of tourism on Zlatibor and in Banja Koviljaca, that is to say in Serbia in general, as information for tourists, but also for tourist workers as an indicator of the direction in which tourist destinations and tourist industry should develop.

ACCEPTED BY THE SCIENTIFIC BOARD ON:
ASB 22.10.2015.

THESIS DEFEND BOARD (DEGREE / NAME & SURNAME / TITLE / FACULTY):
DB

President: Lazar Lazić, PhD, full professor at the Faculty of Sciences, Novi Sad
Member (mentor): Biljana Basarin, PhD, assistant professor at the Faculty of Sciences in Novi Sad
Member: Milan Radovanović, Senior Research Associate, Geographical Institute “Jovan Cvijic” SASA
Member: Tin Lukić, PhD, assistant professor at the Faculty of Sciences in Novi Sad
Member: Miroslav Vujcic, PhD, assistant professor at the Faculty of Sciences in Novi Sad

DEFENDED ON:
DE