ГЛАСНИК СРПСКОГ ГЕОГРАФСКОГ ДРУШТВА
BULLETIN OF THE SERBIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY
ГОДИНА 2011. СВЕСКА XCI- Бр. 2
YEAR 2011 TOME XCI - N° 2

Оригиналан научни рад UDC 911.2:551.524(497.11)
DOI: 10.2298/GSGD1102085I

ТЕРМИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВАЗДУХА НИШКЕ КОТЛИНЕ У ФУНКЦИЈИ БРЖЕГ РАЗВОЈА ПРИВРЕДЕ

РАДОМИР ИВАНОВИЋ [1*], НАТАША МАРТИЋ-БУРСАЋ [1],
МАРКО ИВАНОВИЋ, МИЛЕНА НИКОЛИЋ[1]

[1] *Универзитет у Нишу – Природно-математички факултет, Одсек за географију, Вишеградска 33, 18000 Ниш*

Сажетак: Карактеристике температуре ваздуха или термички режим ваздуха важан је сегмент укупних климатских карактеристика и значајан природни чинилац привредног развоја неког места или регије. Да би се оне правилно одредиле, потребан је непрекидан низ података за најмање 25-35 година. Што је низ дужи, то су и добијени подаци реалнији. Метеоролошка станица-опсерваторија "Тврђава" у Нишу (φ-43^{0} 20$^{'}$, λ-21^{0}54$^{'}$, h-201 m) једина је станица вишег реда у Нишкој котлини, па су за одређивање термичких карактеристика ваздуха коришћени подаци мерења са ове станице за период 1950-2009. На основу овог 60-годишњег периода анализиране су средње месечне, екстремне и годишње температуре, одређени температурни прагови и датуми њиховог појављивања за карактеристичне температуре и анализирана учесталост појављивања карактеристичних дана.

Кључне речи: Температура ваздуха, температурни прагови, карактеристични дани, Нишка котлина.

Увод

Нишка котлина је пространа и плитка потолина, попречно утиснута на меридијански правац јужноморавске удолине. Долина Јужне Мораве је дели на два неједнака дела. Западни део је познат под називом Добрич, а источни (већи) представља Нишку котлину у ужем смислу. Котлина је неправилног облика са дужом осом од око 44 км и краћом од око 22 км. Простире се на површини од око 620 км^{2} (Р. Ршумовић, 1967). На северу је омеђена планинском гредом Јастребац – Калафат, а на југу планином Селичевицом. На истоку су падине Суве планине и Сврљишких планина између којих је река Нишава изградила Сићевачку клисуру. Једино је на западу широко отворена према Топличкој котлини (М. Костић, 1967).

У рељефу Нишке котлине јасно се издвајају две целине. Најнижи део чини дно котлине које Нишава пресеца по дужини, где лежи град Ниш са око 250 000 становника, а интензивно се користи и за пољопривредну производњу жита и поврћа. Другу целину чини обод котлине у виду ниског побрђа веома погодан за гајење воћарских култура и винове лозе (М. Костић, 1965), као и за развој туризма, првенствено излетничког и бањског.

* radomirivanovic@live.com

Термичке карактеристике Ниша и Нишке котлине до сада нису детаљније обрађиване у нашој литератури. Оне су обрађиване у склопу климатских проучавања Србије (Т. Ракићевић, 1980;. В Дуцић, М. Радовановић, 2005; и Ђ. Радиновић, 1981), удолине Велике и Јужне Мораве (М. Милосављевић, 1969) или климе Ниша (З. Васиљевић, 1999).

Ниш је већ афирмисан индустријски центар Србије, али постоји тежња да се афирмише и у туристичком (Нишка бања и град Ниш), саобраћајном (коридор X, аеродром „Константин Велики“), пољопривредном (повртарство, воћарство и виноградарство) смислу. Зато смо се и одлучили да дамо наш скромни допринос и детаљно и свестрано објаснимо карактеристике температуре ваздуха Ниша и његове околине.

Материјали и метод рада

Термичке карактеристике Ниша и околине утврђене су на основу података са метеоролошке станице Тврђава – Ниш за период (1950-2009). Математичко-статистичким, графичким, компаративним и другим методама одређене су средње месечне температуре, а на основу њих почетак, завршетак и трајање периода са одређеним карактеристичним температурама, као и сума температура за одређене температурне прагове. Период осматрања од 60 година дозвољава и међусобно упоређивање средњих годишњих температура и одређивање њиховог колебања.

Термичке карактеристике ваздуха Нишке котлине

Средње месечне температуре

У годишњем ходу температуре ваздуха јасно се издвајају један максимум и један минимум температуре. Најнижа средња месечна температура је у јануару (0.2°C). Од јануара температуре доста правилно расту према лету да би максимум достигле у јулу (22.1°C), мада је и средња августовска температура слична (21.9°C). Према јесени се температуре такође правилно снижавају све до јануарског минимума. Дакле, запажа се доста правилан годишњи ход температуре ваздуха, с тим да је раст температуре од зиме ка лету нешто спорији у односу на пад температуре од лета ка зими (График 1), што показују и израчунати коефицијенати линеарне регресије. Коефицијент линеарне регресије средњих месечних температура у периоду јануар-август износи 3.96, а за период август- децембар износи -5.01, за средње максималне температуре коефицијенти су 3.68 и -4.83, а за средње минималне 4.66 и -5.37, респективно.

Позитивна средња јануарска температура је веома ретка у Србији, јер само неколико региона има овакву јануарску температуру: јужна Метохија – Призрен (0,16°C) (М. Пецељ и др., 1997). У литератури се могу наћи и други региони који у краћем периоду осматрања имају позитивну јануарску температуру, али због периода осматрања те податке нисмо разматрали. Такође и средње јулске температуре су врло високе и међу највишим у Србији. Сличне јулске температуре имају још само Лесковачка котлина (22,4°C) (Р. Ивановић и др.,2007), Призрен (22,2°C) (М. Пецељ и др., 1997) и Неготинска крајина – Неготин (22,9°C) (Љ. Живковић и др., 2005). Према оваквим јануарским и јулским температурама могло би се закључити да су у Нишу зиме благе, а лета топла. Требало би очекивати да ће околина бити за неколико десетих делова степена хладнија. Ово се нарочито односи на ниже делове Нишке

котлине. Амплитуда температуре је 22.3°C, што овај простор сврстава у територије са умерено-континенталном климом (амплитуде мање од 23°C) (Т. Ракићевић, 1980).

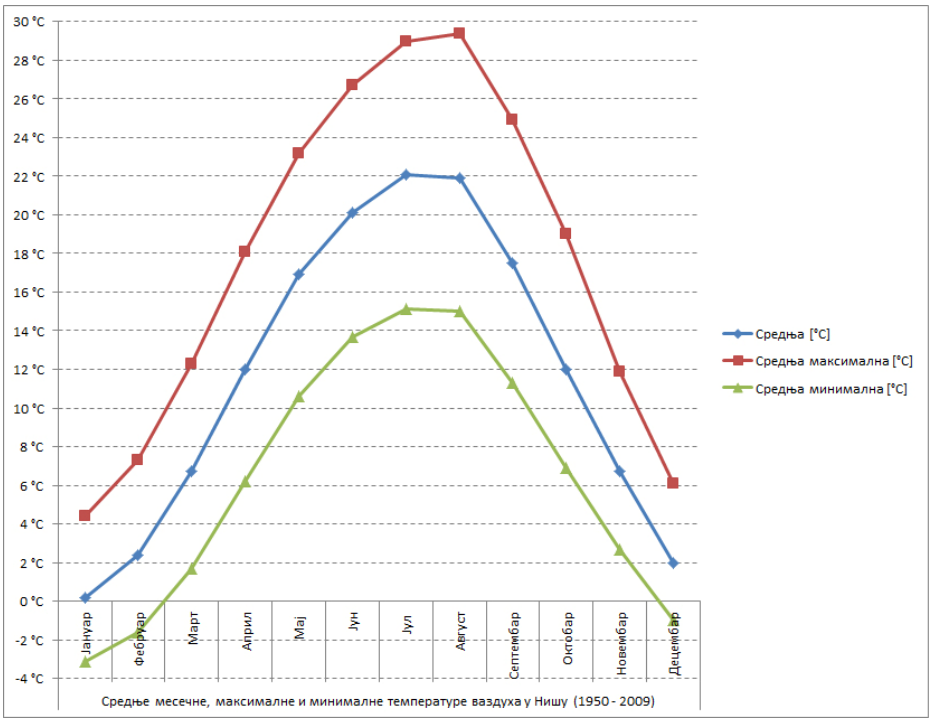

График 1 - Средње месечне, максималне и минималне температуре ваздуха у Нишу (1950 - 2009)

Средње максималне и минималне температуре показују сличан ток као и средње месечне. Највиша средња максимална температура није у јулу, као средња месечна, већ је померена на август, док је најнижа остала у јануару. Разлика средње максималне августовске и јулске температуре је 0.4°C, што је веће од разлике средње месечних у овим месецима. Средња годишња максимална температура износи 17.7°C. У годишњем току средњих минималних температура запажају се и негативне вредности у три зимска месеца. Најнижа средња минимална температура је у јануару (-3.1°C), а највиша у јулу (15.1°C), али и августовска је слична (15.0°C). Средња годишња минимална температура је 6.5°C.

На основу средњих месечних температура израчунате су просечне температуре годишњих доба (Табела1). Средње зимске и летње температуре су изразито високе, док су температуре прелазних годишњих доба (пролећа и јесени) прилично уједначене. Амплитуда средњих месечних температура је мала, а јесен је топлија од пролећа, што указује на известан степен термичке маритимности климе Ниша и околине. Високе температуре у јесен, нарочито у септембру и октобру, повољно делују на продужење вегетационог периода, односно на сазревање воћа и винове лозе. На то указују и остварене температурне суме у овим месецима: 525°C у септембру и 272°C у октобру.

Табела 1 . Средње темературе годишњих доба у Нишу (1950-2009)

Годишње доба	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Средња температура	1.53 °C	11.87 °C	21.37 °C	12.07°C

Пролеће траје у периоду у којем су средње дневне температуре између 5°C и 18°C. (Д. Дукић, 1973). У Нишу, пролеће почиње 5. марта, а завршава се 27. маја, односно траје 83 дана.

Лето је период са средњим дневним температурама вишим од 18°C. У Нишу лето почиње 27. маја, завршава се 12. септембра, односно траје 108 дана.

Јесен је период са средњим дневним температурама између 18°C и 5°C. Дакле, јесен у Нишу почиње 12. септембра, завршава се 26. новембра, што значи да траје 75 дана.

Зима је период са средњим дневним температурама нижим од 5°C. То је период између 26. новембра и 5. марта, што значи да траје 99 дана.

На основу средњих месечних температура за посматрани период, урађене су и активне температуре. Активне температуре су средње дневне температуре ваздуха више од биолошког минимума за вегетациони период или фенолошку фазу биљке. Биолошки минимум за већину ратарских култура је 5°C, за винову лозу 10°C, а за суптропске културе 15°C. Зато се и раде суме активних температура за ове температурне прагове јер су оне најбољи показатељ успешности гајења одређених култура.

За потребе пољопривреде, утврђују се температурни прагови за температуре изнад 5, 10 и 15°C и остварена сума активних температура за те периоде. У Нишкој котлини, први датум појаве средње дневне температуре од 5°C је 5. март, а последњи 26. новембар, што значи да траје 266 дана (73% од године) и при том се оствари сума од 4115,8°C. Први датум појаве средње дневне температуре од 10°C је 4. април, последњи 26. октобар, што значи да траје 205 дана и при том се оствари сума од 3655°C. Средња дневна температура од 15°C први пут се у пролеће појављује 4. марта, последњи датум у јесен је 28. септембра, што значи да овај период траје 147 дана и у њему се оствари сума од 2903.3°C.
За потребе туризма и рекреације често се користе други температурни прагови и карактеристичне температуре. **Рекреационо-купалишни период** је онај са средњом дневном температуром вишом од 20°C (Д. Дукић,1973). У Нишу овај период почиње 1. јуна, а завршава се 28. августа. То значи да купалишна сезона на нишким базенима и рекама траје 88 дана. За излетнички туризам погодне су температуре више од 12°C. Овај период почиње 15. априла, завршава се 7. новембра, односно траје 206 дана годишње.

Екстремне температуре ваздуха

Анализом екстремних температура дошли смо до закључка да су екстремно ниске и екстремно високе температуре ваздуха у Нишкој котлини ретке, али могуће (Табела 2).

Табела 2 Апсолутне температуре ваздуха (А-максималне, Б-минималне) у Нишу (1950-2009)

	I	II	III	IV	V	VI
max	31.1.2002. 21.7°C	25.2.2008. 23.5°C	30.3.1952. 33.5°C	10.4.1985. 33.0°C	27.5.1950. 35.3°C	26.6.2007. 40.3°C
min	25.1.1963. -23.7°C	5.2.1950. -21.6°C	1.3.1965. -13.2°C	9.4.2003. -5.6°C	13.5.78. -1.0°C	9.6.62. 4.2°C
	VII	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
max	24.7.2007. 44.2°C	11.8.1994. 16.8.1952. 42.2°C	1.9.1952. 39.6°C	2.10.1952. 34.9°C	1.11.1990. 27.1°C	18.12.1958. 21.8°C
min	15.7.1993. 4.1°C	29.8.1981. 4.6°C	30.9.1970. -2.2°C	28.10.1988. -6.8°C	30.11.1989. -14.0°C	15.7.1993. 4.1°C

Апсолутно максимална температура забележена је 24. јула 2007. године и износила је 44.2°C. Година 2007. препознатљива је по екстремно високим температурама. Од 18. до 24. јула те године, дакле седам дана за редом, температуре ваздуха су прелазиле 40° C, да би 24. јула достигле апсолутни максимум за посматрани период. То је вероватно најтоплији период икад забележен у Нишу. Током јула и почетком августа 2007. године изнад Европе је дошло до формирања јаког антициклона, односно до формирања тзв. "блокирајуће ситуације". Јачање термобаричког гребена у висинској југозападној струји и адвекција изузетно топлог афричког ваздуха, на целом Балканском полуострву изазвала је екстремно топло време и рекордне температуре. У многим станицама забележени су апсолутни максимуми температуре ваздуха.

Апсолутно минимална температура забележена је 15. јануара 1963. године и износила је -23.7°C. Према вредностима апсолутних температура из табеле 2, види се да једино током три летња месеца нису забележене негативне температуре ваздуха.

Амплитуда апсолутних температура је доста велика (67.9°C), што указује на увећан степен континенталности климе Ниша.

Иако су и средње јануарске и средње зимске температуре позитивне, током зиме, али и ван овог годишњег доба, могуће су појаве негативних температура. Најранија појава мраза забележена је 29. септембра 1977. године (-1.0°C), а најкаснија 13. маја 1978. године (-1.0°C). Ова чињеница нам говори да пољопривредници већ у октобру и чак у мају могу да рачунају на евентуалну појаву мразева у најнижим деловима котлине (Ј. Павлица, 1980).

Карактеристични дани

Озбиљнија анализа термичких услова не може се замислити без анализе карактеристичних дана, тј. дана са температурама изнад или испод одређене вредности. У том смислу су у климатолошку праксу уведени термини: мразни дани (t min < 0°C), ледени дани (t max < 0°C), летњи дани (t max > 25°C), тропски дани (t max > 30°C) и тропске ноћи (t min > 20°C).

Мразни дани су они дани у којима је минимална температура ваздуха била нижа од 0°C. Наравно, учесталост ових дана је највећа током зиме (јануар 21.8; фебруар 16.5 и децембар 17.4), али су чести и у марту (10.1) и новембру (7.8), а потпуно изостају у периоду мај-септембар (График 2). Током године имамо просечно 77.2 оваква дана.

Ледени дани су они у којима је током целог дана температура била нижа од 0°C. Такође, највише их је зими (јануар 6.5, децембар 4.0 и фебруар 3.8) а потпуно изостају у периоду април-октобар (График 2). Годишње је свега 15.3 ледених дана.

Летњи дани су они у којима је максимална дневна температура била виша од 25°C. У Нишу је просечно годишње 102.2 оваква дана. Подједнак број ових дана је евидентиран у јуну и августу (24.4), у јулу (19.4), септембру (15.5), али су запажени чак и у марту и новембру (График 2).

Тропски дани су још топлији од летњих. То су дани у којима је максимална дневна температура била виша од 30°C. Нормално, њихова учесталост је највећа у три летња месеца (августу 14.1; јулу 13.2 и јуну 7.2). Интересантно је истаћи да су у посматраном периоду ови дани забележени, у мањој мери и у марту и октобру. У току године је 41.9 тропских дана.

Тропске ноћи су ретка појава у Србији, па и у Нишу. Свега 3.5 дана у току целе године се могу овако окарактерисати. Највише их је у августу 1.7 и јулу 1.2, али су забележене појаве оваквих дана и у мају и октобру.

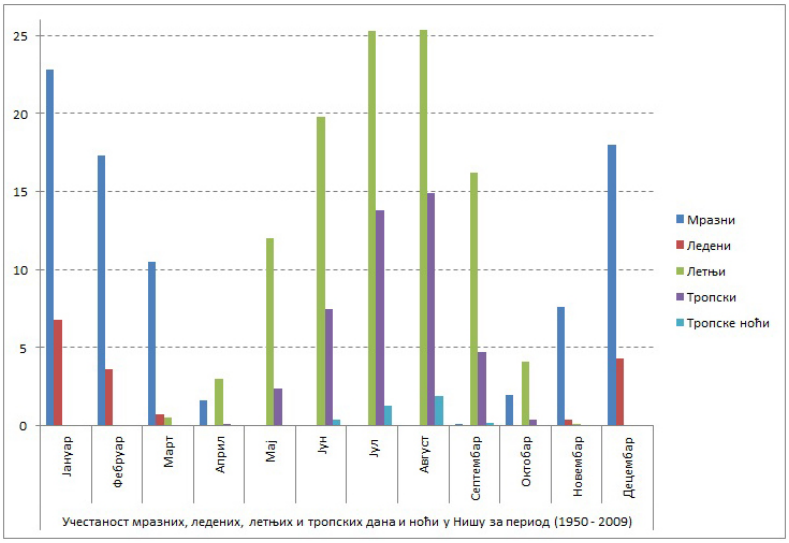

График 2.- Учестаност мразних, ледених, летњих и тропских дана и ноћи у Нишу за период (1950 - 2009)

Средње годишње температуре ваздуха

На основу средњих годишњих температура ваздуха у Нишу у периоду (1950–2009), добијена је просечна средња годишња температура ваздуха од 11.77°C која се може означити као климатска нормала. Одступање највеће средње годишње температуре ваздуха од климатске нормале износи +1.73 °C, док је одступање најниже средње годишње температуре -1.37°C. То значи да апсолутна променљивост или апсолутно колебање средњих годишњих температура износи 3.1°C.

Разлике између средње годишње и просечне годишње температуре ваздуха за сваку годину дате су у табели 3. Те индивидуалне разлике су у неким годинама позитивне, а у неким имају негативни предзнак. У истој табели дат је и укупан збир девијација, без обзира на знак, као и средња девијација.

Табела 3. Одступања средњих годишњих температура ваздуха од нормале, сума апсолутних одступања (Σ) и средња девијација (μ) у Нишу (1950-2009)

Година	Одступање	Година	Одступање	Година	Одступање
1950	1.53	**1970**	-0.57	**1990**	0.53
1951	1.33	**1971**	-0.27	**1991**	-0.97
1952	1.33	**1972**	0.03	**1992**	0.13
1953	-0.27	**1973**	-0.87	**1993**	-0.07
1954	-0.97	**1974**	-0.37	**1994**	1.43
1955	-0.07	**1975**	-0.17	**1995**	-0.07
1956	-1.27	**1976**	-1.27	**1996**	-0.37
1957	0.13	**1977**	0.13	**1997**	-0.67
1958	0.73	**1978**	-0.97	**1998**	0.23
1959	-0.37	**1979**	-0.07	**1999**	0.33
1960	0.33	**1980**	-1.37	**2000**	1.33
1961	0.33	**1981**	-0.37	**2001**	0.63
1962	-0.27	**1982**	-0.17	**2002**	0.93
1963	-0.17	**1983**	-0.17	**2003**	0.63
1964	-0.57	**1984**	-0.47	**2004**	0.23
1965	-0.47	**1985**	-0.77	**2005**	-0.57
1966	0.33	**1986**	-0.37	**2006**	0.13
1967	0.03	**1987**	-0.17	**2007**	1.73
1968	0.13	**1988**	-0.27	**2008**	1.38
1969	-0.87	**1989**	-0.27	**2009**	0.91
Σ =	**33.88**				
μ = ±	**0.56**				

Добар показатељ колебања температуре око нормалне вредности је средња променљивост средњих годишњих или месечних температура ваздуха. Стандардна девијација σ средњих годишњих температура ваздуха у Нишу, за обрађени период, износи ± 0.73 °C .

Међуквартилни опсег средњих годишњих температура или интерквартил износи 0.73°C. Ова вредност показује да су се средње годишње температуре ваздуха у половини обрађеног периода (1950 – 2009) разликовале за 0.73 °C, односно да су одступања била релативно мала. То истовремено значи да у 25% обрађеног периода средње годишње температуре нису прелазиле 11.38°C (први квартил), односно да у 75% обрађеног периода средње годишње температуре нису прелазиле вредност 12.10°C (трећи квартил). Медијана је на 11.65 °C. У нормалном опсегу температура Tср ± σ налази се 70 % мерених температура.

Током седам година температуре се налазе у опсегу хипернормалних температура, између Tср+σ и Tср+2σ (1950, 1951, 1952, 1994, 2000, 2002, 2008, 2009), што је 13.33 % од укупно измерених температура, а само једна година, односно 1.67

% температура, налази се у подручју веома хипернормалних температура, температура већих од Тср + 2σ (2007).

У подручју субнормалних температура, између Тср-σ и Тср-2σ, налази се девет година (1954, 1956, 1969, 1973, 1976, 1978, 1980, 1985, 1991), односно 15 % од укупно измерених температура. Веома субнормалне температуре, температуре мање од Тср-2σ, нису се јављале.

Пажљивим посматрањем приказа средњих годишњих температура (График 3) могу се уочити три периода готово подједнаке дужине трајања. Период од 1950. до 1969. године одликује се већим колебањима температуре јер се у њему налазе и године са хипернормалним температурама, али и године са субнормалним температурама. Период од 1969. до 1991. године карактеришу нешто снижене температуре, па се он може сматрати хладнијим од остала два. У овом периоду је чак седам година било са субнормалним температурама. Од 1991. године до данас је трећи период. Њега карактерише већи број хипернормалних температура, а две године су биле са изразито хипернормалним температурама. Због тога, али и због чињенице да у овом периоду није било субнормалних температура, можемо сматрати да је ово нешто топлији период од остала два.

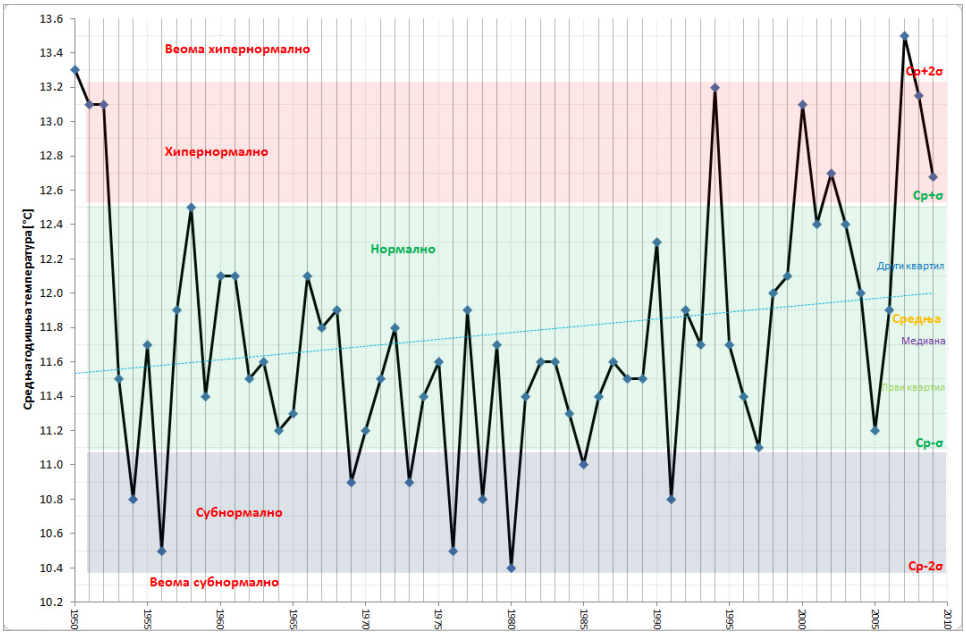

График 3 . Средње годишње температуре ваздуха и њихово одступање од просечне температуре у Нишу за период (1950-2009).

Закључак

Годишњи ток средњих месечних температура измерених на опсерваторији "Тврђава" у Нишу за период (1950-2009) показује њихов правилан распоред са појавом једног истакнутог минимума у јануару и максимума који је готово истоветан током јула и августа. Јули је, у просеку, топлији од августа за 0.2°C. Најнижа средња

месечна температура је позитивна, што је реткост у Србији и указује на благе зиме. Максимална средња месечна температура је прилично висока (22.1°C), што је индикатор веома топлог лета. Мала амплитуда средње месечне температуре (22.3°C) сврстава Ниш и околину у пределе са умерено-континенталном климом. Са средњом годишњом температуром од 11.74°C, Ниш спада у најтоплије градове Србије.

Лето је у Нишу дуго и топло. Траје 108 дана (15 дана дуже од календарског лета) са средњом температуром од 21.37°C. Током јула и августа готово сви дани су са температуром изнад 25°C (летњи дани), сваки други је тропски дан (учесталост је у августу 14.9), а забележене су и тропске ноћи (3.7 дана).

Зиме су дуге, али не превише хладне. Трају у просеку 99 дана са средњом температуром од 1,53°C. Позитивна јануарска и висока средња зимска температура указује на општи карактер зиме у Нишу. Међитим, и те како су могући краћи периоди са негативним температурама. Средњи број мразних дана није велики (77.2 дана), али они се јављају од септембра до априла. Такође, није ретка ни појава ледених дана. Готово сваки четврти јануарски дан би се могао сврстати у категорију ледених дана.

Пролеће и јесен су у правом смислу прелазна годишња доба. Пролеће је дуже од јесени за осам дана, али јесен је топлија од пролећа за 0.2°C.

Суме активних температура указују на могућност гајења великог броја ратарских и воћарско-виноградарских култура. Дуг вегетациони период и период сазревања требало би што рационалније искористити. Ипак, чињеница да се најранији мраз јавио већ 29. септембра, а накаснији чак 13. маја, указује произвођачима осетљивих култура на додатну меру опреза, нарочито у нижим деловима котлине.

Ниш и околина, према термичким показатељима, имају велики потенцијал у погледу развоја туризма, нарочито излетничког и рекреационог. Излетничка сезона траје 206 дана, а купалишна и рекреациона 88 дана. Ове чињенице би требало искористити у сврху подизања и уређења што већег броја шеталишта и излетничких места, поготову што обод Нишке котлине и околне планине пружају велике могућности.

Литература

Живковић, Љ., Живковић, Н., Јанић-Сиригански, М. (2005). Термички режим Неготинске крајине. *Гласник Српског географског друштва,* свеска LXXXV-1, 39-48.

Ршумовић, Р. (1967). Нишко–Алексиначки део удолине Јужне Мораве. *Зборник радова Географског института "Јован Цвијић",* књ. 21, 101-193.

Ракићевић, Т. (1980). Климатско рејонирање СР Србије. *Зборник радова Природно-математичког факултета, Географски институт,* Београд, св. 27, 31-42.

Дуцић, В., Радовановић, М. (2005). Клима Србије. *Завод за уџбенике и наставна средства,* Београд, 1-179.

Радиновић, Ђ. (1981). Време и клима Југославије. *ИРО "Грађевинска књига"*, Београд, 1-423.

Милосављевић, М. (1969). Климатске карактеристике удолине Велике и Јужне Мораве. *Зборник радова Географског института "Јован Цвијић", књ. 22*, 145-199.

Пецељ, М., Ивановић, Р., Попара, С. (1997). Климатске и биоклиматске карактеристике Призрена. *Урбани развој и обнова Призрена, Институт за архитектуру и урбанизам Србије*, Београд, 154-163.

Дукић, Д. (1973). Термички режим ваздуха у новосадском региону. *Зборник радова Географског института Природно-математичког факултета,* Београд, св. XX, 37-52.

Костић, М. (1967). Нишка котлина - студија друштвено географског развоја. *Зборник радова Географског института "Јован Цвијић",* књ. 21, 295-359.

Ункашевић, М., Тошић, И. (2009). Heat Waves in Belgrade and Niš. *Geografica Panonica, Vol. 13, Issue 1, Department of Geography, Turism & Hotel Management, Novi Sad*, 4-10.

Васиљевић, З. (1999). Клима Ниша. *Саветовање "Метеоролошки подаци - национално благо", Републички Хидрометеоролошки Завод Србије*, Београд, 366-375.

Костић, М. (1954). Физичко-географске и привредно-географске одлике слива Јелашничке реке. *Зборник радова Природно-математичког факултета, Географски завод,* књига I, Београд.

Динић, Ј. (1988). Проблеми агроклиматског рејонирања СР Србије. *Географски годишњак,* свеска 24, Крагујевац.

Радовановић, М., Дуцић, В. (2004). Колебање температуре ваздуха у Србији у другој половини XX века. *Гласник Српског географског друштва,* свеска 84 (1).

Динић, Ј. (1970). Климатске зоне винограда у СР Србији. *Матица српска, Зборник за природне науке,* свеска 38, 184-200.

Костић, М., Гајић, Ш. (1965). Специјализовано повртарство у Јужном Поморављу. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“,* књига 20, 103-145.

Костић, М. (1958). Нишка бања. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“,* свеска V, 111-130.

Павлица, Ј. (1980). Неке карактеристике у Нишкој котлини при северозападном висинском струјању. *Саветовање о времену, клими и агроклиматским условима и карактеристикама у брдско-планинским подручјима СФРЈ.* Копаоник, 115-125.

Ивановић, Р., Мартић-Бурсаћ, Н., Ђокић, М. (2007). Агроклиматске карактеристике Лесковачке котлине. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“,* књига 57, 87-93.

UDC 911.2:551.524(497.11)
DOI: 10.2298/GSGD1102085I

THERMAL CHARACTERISTICS OF AIR OF THE BASIN OF NIS FOR THE PURPOSE OF QUICKER ECONOMIC DEVELOPMENT

RADOMIR IVANOVIC [1*], NATASA MARTIC-BURSAC [1], MARKO IVANOVIC, MILENA NIKOLIC

[1] *University of Nis – Faculty of Science and Mathematics, Department of Geography, Visegradska 33, 18000 Nis*

Abstract: The characteristics of air temperature or heat mode the air is an important segment of the overall climate and the natural resource factor in the economic development of any place or region. In order to properly determine those, needs is a continuous series of data for at least 25-35 years. As longer as series are, the obtained data are more realistic. Weather Station-observatory "Tvrdjava" in Nis (φ-430 20 ', λ-21054', h-201 m), is the only higher-order station in the Niš valley, so, for determining the thermal properties of air, used measurement data from this station, for the period 1950-2009. Based on this 60-year period, analyzed the mean monthly, extreme temperature and annual temperature, the certain temperature thresholds and dates of onset for characteristic temperatures, and analyzed the frequency of occurrence some typical days.

Key words: Air temperature, temperature thresholds, typical days, Niš valley.

Introduction

The basin of Nis is a spacious and shallow depression, transversally embedded in the meridian direction of the South Morava valley. The South Morava valley splits it into two unequal parts. The western part is known as Dobric, and the eastern (greater) one represents the basin of Nis in the narrow sense. The basin has an irregular shape with a longer axis of around 44 km and a shorter one of around 22 км. It spreads in the area of approximately 620 km^2 (R. Rsumovic, 1967). In the north, it is bounded by the mountain range of Jastrebac – Kalafat, and the mountain Selicevca in the south. In the east, there are the slopes of Suva Planina and the Svrljig mountains between which the river Nisava formed the Sicevo Gorge. It is widely open towards the basin of Toplica only in the west (M. Kostic, 1967).

The relief of the basin of Nis is clearly divided into two parts. The lower part forms the bottom of the basin which the Nisava cuts lengthwise, where the city of Nis lies, with the population of 250000 people, and it is intensively used for the agricultural production of wheat and vegetables. The second part is the rim of the basin in the form of a long upland, highly suitable for growing fruit cultures and grapevines (M. Kostic, 1965), as well as the development of tourism, primarily in the form of excursions or spas.

The thermal characteristics of the basin of Nis have not been covered in great detail in our literature. They were covered as parts of the climatic studies of Serbia (T. Rakicevic, 1980; V Ducic, M. Radovanovic, 2005; and Dj. Radinovic, 1981), the valley of the Great and South Morava (M. Milosavljevic, 1969) or the climate of Nis (Z. Vasiljevic, 1999).

Nis is an already established industrial center of Serbia, but there is also a desire for it to establish itself in the sense of tourism (Spa of Nis and the city of Nis), traffic (corridor X, airport "Constantine the Great") and agriculture (vegetable crops, growing fruit and viticulture). Therefore, we have decided to give our modest contribution and explain the

* radomirivanovic@live.com

characteristics of the temperature of the air in Nis and its surroundings in greater detail and versatility.

Materials and Work Method

The thermal characteristics of Nis and the surrounding area have been determined based on the information from the meteorological station of the Fortress – Nis for the period from 1950 to 2009. By employing mathematical-statistical, graphic, comparative and other methods, average monthly temperatures were determined, and based on these, the beginning, ending and duration of the period with certain characteristic temperatures, as well as the sum of temperatures for specific temperature thresholds. The 60-year observation period also allows cross-referencing average annual temperatures and determining their fluctuations.

Thermal characteristics of the air in the basin of Nis

Average Monthly Temperatures

In the annual changes of air temperatures, there are clear distinctions of the maximum and minimum temperature. The lowest average monthly temperature occurs in January (0.2°C). From January, the temperature rises towards the summer in a considerably consistent way, only to reach its maximum value in July (22.1°C). However, the average temperature in August is similar (21.9°C). Towards autumn, the temperature also consistently falls up to the minimum value in January. Therefore, it is noted that there is a considerably consistent annual change in the air temperature, with the increase of temperature from the winter to the summer being slightly slower than the drop in the temperature from the summer to the winter (Graph 1), which is also stressed by the calculated coefficients of linear regression. The coefficient of linear regression of the average monthly temperatures in the period from January to August equals 3.96, while it equals -5.01 for August-December. In terms of the average maximum temperature, the coefficients are 3.68 and -4.83, while they equal 4.66 and -5.37 for the average minimum, respectively.

The positive average temperature in January is very rare in Serbia, because only several regions have such temperature in January: South Metohija – Prizren (0.16°C) (M. Pecelj et al., 1997). Literature shows other regions which have positive temperature in January over a brief observation period, but such data have not been considered owing to the observation period. Furthermore, the average temperature in July is also extremely high and among the highest in Serbia. Similar temperatures in July are noted only in the basin of Leskovac (22.4°C) (R. Ivanovic et al, 2007), Prizren (22.2°C) (M. Pecelj etc, 1997) and Negotinska Krajina – Negotin (22.9°C) (Lj. Zivkovic et al, 2005). According to such temperatures in January in July, it could be concluded that winters are mild in Nis, and that summers are warm. It should be expected that the surrounding area will be colder by several tenths of a degree. This is especially related to the lower part of the basin of Nis. The temperature amplitude is 22.3°C, which classifies this area into territories with a moderate continental climate (amplitudes lower than 23°C) (T. Rakicevic, 1980).

Graph 1. Average monthly temperature, maximum and minimum air temperatures in Nis (1950 - 2009)

The average maximum and minimum temperatures present a similar trend as the average ones. The highest average maximum temperature is not in July, as the average monthly one, but is shifted to August, while the lowest one remains in January. The difference of the average maximum temperature in August and July is 0.4°C, which is

greater than the difference of the average monthly ones in these months. The average annual maximum temperature equals 17.7°C. In the annual course of average minimum temperatures, negative values have also been noted in the three winter months. The lowest average minimum temperature occurs in January (-3.1°C), and the highest one in July (15.1°C), but the one in August is similar (15.0°C). The average annual minimum temperature is 6.5°C.

Average temperatures of the seasons (Table 1) have been calculated based on the average monthly temperatures. The average temperatures in the winter and summer are extremely high, while the temperatures of the seasons of transition (spring and autumn) are considerably uniform. The amplitude of monthly average temperatures is low, and autumn is warmer than spring, which stresses a certain level of thermal maritime of the climate of Nis and the surrounding area. High temperatures in autumn, especially September and October, favorably react to the extensions in the vegetation period, i.e. ripening of fruit and grapevine. This is further emphasized by the temperature sums for these months: 525°C in September and 272°C in October.

Table 1. Average temperature of the seasons in Nis (1950-2009)

Spring lasts in the period when average daily temperatures are between 5°C and 18°C. (D. Dukic, 1973). In Nis, spring starts on 5th March, and ends on 27th May, i.e. it lasts 83 days

Summer is a period with the average daily temperatures higher than 18°C. In Nis, summer starts on 27th May, and ends on 12th September, i.e. lasts 108 days.

Autumn is a period with average daily temperatures between 18°C and 5°C. Therefore, autumn in Nis starts on 12th September, and ends on 26th November, which entails that it lasts 75 days.

Winter is a period with average daily temperatures lower than 5°C. This is the period between 26^{h} November and 5th March, lasting 99 days.

Active temperatures have also been calculated based on the average monthly temperatures for the observed period. Active temperatures are average daily temperatures of air higher than the biological minimum for the vegetative period or the phenological phase of a plant. The biological minimum for most crop cultures is 5°C, while it is 10°C for grapevine, and 15°C for subtropical cultures. This is the reason for calculating the sums of these temperature thresholds, since they are the best indicators of the success in cultivating certain cultures.

For agricultural purposes, temperature thresholds are determined for temperatures above 5, 10 and 15°C and the realized sum of active temperatures for such periods. In the basin of Nis, the first date of the occurrence of daily temperature of 5°C is 5th March, and the last is 26th November, which entails that it lasts 266 days (73% of the year) and realizes the sum of 4115.8°C during that time. The first data of the occurrence of the average daily temperature of 10°C is 4th April, and the last one 26th October, meaning that it lasts 205 days and realizes the sum of 3655°C during that time. The average daily temperature of 15°C occurs during spring on 4th March for the first time, and the last date in autumn is 28th September, which means that this period lasts 147 days and that it generates a sum of 2903.3°C.

For the requirements of tourism and recreation, other temperature thresholds and characteristics are often used. The **recreational-bathing period** is the one with the average daily temperature higher than 20°C (D. Dukic, 1973). In Nis, this period starts on 1st June, and ends on 28th August. This means that the bathing season at the pools and rivers of Nis

lasts 88 days. Temperatures higher than 12°C are suitable for excursion tourism. This period starts on 15th April, and ends on 7th November, i.e. lasts 206 days per year.

Extreme Air Temperatures

By analyzing extreme temperatures, we have reached a conclusion that extremely low and extremely high air temperatures in the basin of Nis are rare, but possible (Table 2).

Table 2 - Absolute air temperatures (A-maximum, Б-minimum) in Nis (1950-2009)

The absolute maximum temperature was noted on 24th July 2007 and equaled 44.2°C. Year 2007 is well-known for extremely high temperatures. From 18th to 24th July of this year, i.e. seven consecutive days, air temperatures exceeded 40° C, only to reach the absolute maximum on 24th July for the observed period. This was probably the hottest period ever recorded in Nis. During July and at the beginning of August 2007, a strong anticyclone, i.e. "blocking situation", was formed over Europe. The strengthening of the thermobaric ridge in the high-altitude south-west current and the advection of the extremely hot African air on the whole Balkan Peninsula caused extremely hot weather and record temperatures. Many stations recorded absolute maximums of air temperature.

The absolute minimum temperature was recoded on 15th January 1963 and equaled -23.7°C. According to the values of absolute temperatures from Table 2, it can be seen that negative air temperatures were not recorded only in the three summer months.

The amplitude of absolute temperatures is considerably high (67.9°C), which stresses the extreme level of the continental nature of the climate of Nis.

Although both the average temperature in January and the one in the winter are positive, the occurrence of negative temperatures is possible during the winter, but outside this season as well. The earliest occurrence of frost was recorded on 29th September 1977 (-1.0°C), and the latest on 13th May1978 (-1.0°C). This fact tells us that the farmers can count on the possible occurrence of frost already in October and even in May in the lowest parts of the basin (J. Pavlica, 1980).

Characteristic Days

A more serious analysis of thermal conditions cannot be envisioned without the analysis of characteristic days, i.e. days with temperatures above or below a certain value. In this sense, the following terms were introduced to the climatic practice: frost days (t min < 0°C), freezing days (t max < 0°C), summer days (t max > 25°C), tropical days (t max > 30°C) and tropical nights (t min > 20°C).

Frost days are the days on which minimum air temperature was lower than 0°C. Of course, the frequency of these days was the greatest during winter (January 21.8; February 16.5 and December 17.4), but are also frequently in March (10.1) and November (7.8), but they do not occur at all in the period between May and September (Graph 2). During the year, there are 77.2 such days on average.

Freezing days are the days on which the temperature was lower than 0°C during the whole day. Therefore, most of them occur in winter (January 6.5, December 4.0 and February 3.8) but they do not occur at all in the period between April and October (Graph 2). There is a total of 15.3 freezing days per year.

Summer days are the days on which the maximum daily temperature was greater than 25°C. In Nis, there are 102.2 such days on average. An equal number of these days was recorded in June and August (24.4), in July (19.4), September (15.5), but they were also recorded in March and November (Graph 2).

Tropical days are even warmer than the summer ones. These are days on which the maximum daily temperature was greater than 30°C. Of course, their frequency is the greatest in the three summer months (August 14.1; July 13.2 and June 7.2). It is interesting to stress that such days were recorded in this period, and in March and October as well, to a smaller degree. During the year, there are 41.9 tropical days.

Tropical **nights** are a rare occurrence in Serbia, and therefore in Nis as well. Only 3.5 days during the whole year can be characterized in this way. They mostly occur in August (1.7) and July (1.2), but the occurrence of such days have also been noted in May and October.

Graph 2 . The frequency of frost, freezing, summer and tropical days and nights in Nis for the period from 1950 to 2009

The Average Annual Air Temperature

Based on the average annual temperatures of the air in Nis in the period from 1950 to 2009, we have calculated an average annual air temperature of 11.77°C, which can be regarded as climatically normal. Deviations in the greatest average annual air temperature from the normal climatic value equals +1.73 °C, while deviations of the lowest average annual temperature are -1.37°C. This means that absolute variability or absolute fluctuations of average annual temperatures equals 3.1°C.

The difference between the annual average and the long period average air temperature for each year has been specified in Table 3. Such individual differences are positive in some years, while they bear a negative prognosis in others. The same table also contains the total sum of deviations, regardless of the sign, as well as average deviations.

Table 3 - Deviations in average annual temperatures of the air from their normal value, the sum of absolute deviations (Σ) and the average deviation (μ) in Nis for the period from 1950 to 2009

A good indicator of temperature fluctuations around the nominal value is the average variation of average annual or monthly air temperatures. For the processed period, the standard deviation of average annual air temperatures in Nis equals ± 0.73 °C.

The range of average annual temperatures between quartiles, i.e. the interquartile range, equals 0.73°C. This value indicates that the average annual air temperatures in half of the processed period (1950 – 2009) differed by 0.73 °C, i.e. that the deviations were relatively small. At the same time, this means that in 25% of the processed period, average annual temperatures did not exceed 11.38°C (the first quartile), and that in 75% of the processed period, average annual temperatures did not exceed the value of 12.10°C (third quartile). The median is at 11.65 °C. In the normal temperature range Tcp ± σ, there is 70 % of measured temperatures.

Over seven years, temperatures were in the range of hypernormal temperatures, between Tcp+σ andTcp+2σ (1950, 1951, 1952, 1994, 2000, 2002, 2008, 2009), which is 13.33 % from the total recorded temperatures, and only one year, i.e. 1.67 % of the temperatures is in the range of highly hypernormal temperatures, i.e. temperatures greater than Tcp + 2σ (2007).

There are nine years (1954, 1956, 1969, 1973, 1976, 1978, 1980, 1985, 1991) in the range of subnormal temperatures, between Tcp-σ and Tcp-2σ, i.e. 15 % of the total recorded temperatures. There were no occurrences of highly subnormal temperatures, lower than Tcp-2σ.

By close observation of average annual temperatures (Graph 3), it can be noted that three periods are of practically equal duration. The period from 1950 to 1969 is characterized by greater fluctuations in temperatures since it contains years with

hypernormal temperatures, as well as years with subnormal temperatures. The period from 1969 to 1991 is characterized by slightly lower temperatures, and it can be considered colder that the remaining two. In this period, subnormal temperatures occurred in as much as seven years. The third period has existed from 1991 to the present. It is characterized by a greater number of hypernormal temperatures, and two years contained extreme hypernormal temperatures. For this reason, as well as the fact that there have not been subnormal temperatures in this period, it can be concluded that this period is slightly warmer than the other two.

Graph 3 - Annual average air temperatures and their deviations from the average temperature in Nis for their period from 1950 to 2009

Conclusion

The annual course of average monthly temperatures recorded on the observatory "Tvrdjava" (The Fortress) in Nis for the period from 1950 to 2009 indicates their regular distribution with the occurrence of a single stressed minimum in January and the maximum which is practically equal during July and August. July is, on average, warmer than August by 0.2°C. The lowest average monthly temperature was positive, which is rare in Serbia and indicates mild winters. The maximum average monthly temperature is considerably high (22.1°C), which is an indicator of a highly warm summer. The small amplitude of average monthly temperature (22.3°C) classifies Nis and the surrounding area into regions with moderate continental climate. With the average annual temperature of 11.74°C, Nis falls under the category of the hottest cities in Serbia.

The summer in Nis is long and warm. It lasts 108 days (15 days longer than the calendar summer) with the average temperature of 21.37°C. During July and August, almost all days have a temperature above 25°C (summer days), every other is a tropical day (the frequency occurs in August: 14.9), and tropical nights have also been recorded (3.7 days).

The winters are long, but not too cold. They average approximately 99 days with an average temperature of 1.53°C. The positive temperature in January and the high average winter temperature emphasize the general character of winter in Nis. However, there is a definite occurrence of a short period with negative temperatures. The average number of frost days is not great (77.2 days), but they occur from September to April. Furthermore, the occurrence of freezing days is also not rare. Practically every fourth January day could be classified in the category of the freezing days.

Spring and autumn are transitional seasons in the original sense. Spring is longer than autumn by eight days, but autumn is warmer than spring by 0.2°C.

The sums of active temperatures emphasize the possibility of cultivating a great number of crops and fruit and grapevine cultures. The long vegetative period and ripening period should be used in the most rational way. However, the fact that the earliest frost occurred already on 29th September, and the latest one even on 13th May, emphasizes the need for additional precautions by the manufacturers of sensitive cultures, especially in the lower parts of the basin.

According to thermal indicators, Nis and the surrounding area have a great potential in the sense of the development of tourism, especially in terms of excursions and recreation. The excursion season lasts 206 days, and the bathing and recreational seasons last 88 days. These facts are to be used with the aim of building and reorganizing the greatest possible number of walkways and places for excursions, especially since the rim of the basin of Nis and the surrounding mountains offer great possibilities.

References

See references on page 92