

НЕНАД ЖИВКОВИЋ
САЊА СМИЉАНИЋ*

ИЗОТЕРМНА КАРТА ИСТОЧНЕ СРБИЈЕ

Садржај: У раду је извршен покушај креирања годишње изотермне карте Источне Србије, у условима када се не располаже са довољним бројем станица, посебно оних на већим висинама. Формирано је 15 рејона према природним границама, са профилима које чине једна ниска и једна висока станица. Због величине територије било је потребно користити као репере и неке истакнуте врхове за чије температуре су вршене пројекције са нешто удаљенијих профила. Упоређујући резултате преко термичких градијената овог поступка са истим добијеним регресионом анализом, показује се његова оправданост у смислу повећања прецизности прогнозе температуре за мање територијалне целине.

Кључне речи: температура, годишње изотерме, Источна Србија, рејонизација

Abstract: In this paper is shown an attempt of creating annual isothermal map of Eastern Serbia in conditions where appropriate number of stations is not available, especially on the higher altitudes. According to the natural boundaries are formed 15 regions, with profiles that consist from one lower and one higher station. Because of area dimension it was necessary to use as referent points like some mountain picks for which temperatures were created projections according to the distant profiles. Comparing results of temperature gradients with same results obtained by regression analyses, we can make a conclusion that our method has validity in the sense of more precise prognosis of temperature for the smaller areas.

Key words: temperature, annual isotherms, Eastern Serbia, regionalization.

Увод

Више је ваљаних разлога због којих је потребно добро познавати температурне прилике над неком територијом. Примена тих сазнања су неопходна не само у географским истраживањима или у научне сврхе, већ су и егзистенцијално везана за људе. Готово да нема сфере нашег живота која није директно или посредно повезана са овом појавом. Највероватније да је и прва асоцијација на неко место на Земљи управо везана за његову температуру (ако и не у широј популацији, то је сигурно тако међу географима). Иако су данашње комуникације такве да обезбеђују брзу размену добара, ретке су насеобине у екумени које просперирају ван граница оптималних вредности климатских елемената (тамо где их има рекли бисмо да их је мука натерала). А повољни услови владају у простору где се лако обезбеђује храна, па су тако културне биљке најбољи индикатори граница нашег о(п)станка.

Одређивање температурних прилика у нашим условима ограничено је малим бројем метеоролошких станица на већим висинама. У Србији на преко 1000 m постоји тек неколико станица (Копаоник, 1710 m, Голија, 1500 m, Кукавица, 1250 m, Власина 1190 m, Драгаш, 1060 m, Златибор, 1029 m), од којих су неке мењале положај или

* Мр Ненад Живковић, асистент, Географски факултет, Студентски трг 3/III, Београд.
мр Сања Смиљанић, асистент, Географски факултет, Студентски трг 3/III, Београд.

имају прекиде у раду. Због тога и релативно густа мрежа станица у нижим пределима не добија на значају и пројектоване температуре за планинске пределе долазе са великих удаљености, са профила (ниска-висока станица) који сигурно нису прави термички репрезент. Иако су промене температуре по географској ширини правилне и мале, често локални положај, условљен углавном експозицијом и јаком дисекцијом рељефа, мења општа термичка правила. Уосталом, и упоређивање само високих станица у Србији (ослобођено утицаја рељефа) показује да је помињана правилност веома нарушена. Дакле, оно што важи за низијске пределе (хоризонтално север-југ), са порастом надморске висине се значајно мења. Зато су метеоролошке станице на планинама веома важне, а овај недостатак се у Србији посебно осећа на оним које својим положајем доминирају, као нпр. Јастребац, Радан, Проклетије, Шара.

Ово претходно посебно важи за простор Источне Србије где на преко 17000 km² не постоји ни једна станица висока преко 1000 m. Најближе тој висини су Црни врх (834 m) и Топли До (700 m). Поготово што се овде сустичу и раздвајају топлотни утицаји са свих страна света, по својим особинама потпуно различити (Ракићевић Т., 1976).

Неке дилеме и примењени поступци у раду

Покушај израде изотермне карте Источне Србије је морао узети у обзир постојеће станице и све недостатке њихових положаја. При томе се већи део ове територије морао ослањати на станицу Црни врх, као једину високу. Потребно је било одредити градијент опадања температуре са висином, с тим што се показује да једна вредност, иста за тимочки, моравски басен или слив Нишаве није најбоље решење. А ако већ мора постојати више профила, зашто не искористити све ниске станице и преко њихових термичких својстава формирати градијенте у односу на Црни врх? Тако би простор истог термичког градијента покривао територију у природним границама (речни слив или јасно издиференциран његов део), који је непосредно под профилем ниска-висока станица. Овим поступком је северни део Источне Србије добро “покривен” станицом Црни врх и ниским станицама Петровац, Жагубица, Велико Градиште, Неготин, Зајечар и Ћуприја, мада би и ту значајно помогли подаци са нпр. Дели Јована, Бељанице или јужног Кучаја, односно Доњег Милановца. Профил Неготин-Црни врх би требало да прикаже температурно стање у Крајини и Кључу али он пресеца меридијански постављен Дели Јован (1141 m) и Стол (1155 m) који сигурно донекле модификују утицаје из Влашке низије и са Јужних Карпата. Ове последње утицаје (као и важно присуство Дунава) објаснила би у Поречу станица Доњи Милановац. У том смислу би станице на Бељаници (1339 m) и јужном Кучају (1284 m) биле од значаја за сагледавање температура горње Ресаве, Раванице и Црнице, тј. десне долињске стране Велике Мораве које се овако ослањају на профил Ћуприја-Црни врх.

Још веће недоумице настају јужно од Честобродице где слаби утицај Црног врха а станица Топли До на Старој планини не може бити добар репер за Сокобањску и Сврљишку котлину, као и за Голак (Топоничка река). Слично је и са долином Трговишког Тимока који иако на правцу Књажевац-Топли До не може рачунати на овај профил због присојног положаја Топлог Дола (700 m) у односу на Миџор (2169 m) и другачијег термичког режима у сливу Височице (Радовановић М., Дуцић В., 2004). Али, с обзиром на то да других високих станица нема требало је искористити њихов утицај те преко поузданих градијената и пројекције на истакнуте врхове “премостити” настали проблем. Тако је са профила Зајечар-Црни врх одређена температура на Ртњу (1560 m), а ова коришћена за нове профиле према Књажевцу, Крушевцу и Нишу. Са профила Пирот-Топли До добијена је температура на Миџору а

са њега формиран профил ка Књажевцу. На сличан начин је решено одређивање температура крајњег југа Источне Србије (лева долинска страна Нишаве). Како су најближе високе станице Кукавица (1250 m) и Власина (1190 m) прилично удаљене од Ниша и Пирота то је са профила Бабушница-Власина одређена температура за Трем (1810 m) на Сувој планини а он онда повезан са овим ниским станицама. На овај начин је извршен покушај превазилажења недостатка високих метеоролошких станица при чему се мора имати у виду да се таквим пројекцијама врши значајно поистовећивање температура суседних рејона (ово нарочито важи за годишњу вредност, док се код сезонских или месечних јасно испољавају разлике инициране диференцијама истих периода суседних ниских станица).

На овај начин је издвојено 15 рејона хомогених за однос температура-надморска висина (овде је израз хомоген употребљен аргумент и то више на основу субјективног запажања и објективног стања локације станица). Сви они су дефинисани са две станице, односно зависност је праволинијска, што значи да се прихвата поставка о правилном и једнаком паду температуре са висином. Постоје и другачија схватања, о наводно неједнакој (криволинијској) зависности али она нису поткрепљена већим бројем станица¹, а и да јесу тешко би се применила на овај простор². Следећи корак је био формулисање зависности $T_g = f(H)$ за усвојене профиле. Овде ће се приказати годишње изотерме тридесетогодишњег периода (1961-1990), али се истим поступком могу одредити и изолитије за сезоне, месеце или било који други период (вегетациони, топли-хладни, влажни-сушни, итд.).

Табела 1. Модели за одређивање средње годишње температуре у зависности од надморске висине по рејонима.

Реј.	Профил	Модел $T_g = \dots$	Реј.	Профил	Модел $T_g = \dots$
1.	Петровац-Црни врх	$-0,0064 \cdot H + 11,786$	9.	Књажевац-Ртањ	$-0,0061 \cdot H + 11,784$
2.	В.Градиште-Црни врх	$-0,0059 \cdot H + 11,362$	10.	Књажевац-Миџор	$-0,0052 \cdot H + 11,530$
3.	Неготин-Црни врх	$-0,0058 \cdot H + 11,307$	11.	Ниш-Трем	$-0,0058 \cdot H + 12,548$
4.	Ћуприја-Црни врх	$-0,0060 \cdot H + 11,469$	12.	Пирот-Трем	$-0,0059 \cdot H + 12,714$
5.	Жагубица-Црни врх	$-0,0059 \cdot H + 11,384$	13.	Пирот-Топли До	$-0,0057 \cdot H + 12,659$
6.	Зајечар-Црни врх	$-0,0057 \cdot H + 11,183$	14.	Димитровград-Власина	$-0,0055 \cdot H + 12,166$
7.	Крушевац-Ртањ	$-0,0061 \cdot H + 11,825$	15.	Димитровград-Топли До	$-0,0042 \cdot H + 11,599$
8.	Ниш-Ртањ	$-0,0067 \cdot H + 12,732$			

¹ У том случају би требало обезбедити неколико метеоролошких станица од подножја до врха на истој, изразито високој планинској страни и пратити климатске елементе тридесетак година у континуитету.

² Први рејон (Петровац-Црни врх) обухвата слив Млаве низводно од Горњачке клисуре, као и десну страну Доњевеликоморавске котлине. Други рејон (Велико Градиште-Црни врх) обухвата сливове свих притока Дунава од Рама до Доњег Милановца (најважнији су Пек и Поречка река). Трећем рејону (Неготин-Црни врх) припадају Крајина и Кључ. Четврти рејон (Ћуприја-Црни врх) обухвата десне притоке Велике Мораве од Црице до Ресаве. Пети рејон (Жагубица-Црни врх) припада Хомољу (Жагубичка котлина) и формиран је због својих посебних термичких својстава. Шести рејон (Зајечар-Црни врх) обухвата слив Црног Тимока, Белог Тимока низводно од Вратарничке клисуре и Великог Тимока до клисуре Соколовице. Седмом рејону (Крушевац-Ртањ) припадају сливови Јовановачке реке, Ражањске реке и Сокобањске Моравице. Осми рејон (Ниш-Ртањ) је формиран од слива Топоничке реке и северног дела нишке котлине. Деветом рејону (Књажевац-Ртањ) припада лева долинска страна Белог Тимока узводно од Вратарничке клисуре и слив Сврљишког Тимока. Десети рејон (Књажевац-Миџор) захвата десну долинску страну Белог Тимока узводно од Вратарнице и слив Трговишког Тимока. Једанаести рејон (Ниш-Трем) обухвата Заплање, слив Црвене реке и Сићевачку клисуру. Дванаести рејон (Пирот-Трем) спаја Коритничку реку, Присјанску реку и десну долинску страну Нишаве од Беле Паланке до ушћа Темштице. Тринаестом рејону (Пирот-Топли До) припада слив Темштице низводно од Височке Ржане (укључујући Дојкиначку реку) и део Видлича приближно од потеса Крупац-Височка Ржана. Четрнаести рејон (Димитровград-Власина) обухвата леву долинску страну Нишаве од границе до Пирота. Последњи, петнаести рејон (Димитровград-Топли До) укључује Забрђе и слив Височице узводно од Височке Ржане.

Посматрајући моделе у претходној табели могу се уочити и висински температурни градијенти. Коефицијент испред надморске висине помножен са 100 даје просечан пад температуре са висином на годишњем нивоу. Од свих 15 рејона једино последњи значајно одступа, односно на профилу Димитровград-Топли До постоји блажи пад температуре (0,42°C/100 m). Нешто већи је на профилима Књажевац-Миџор (0,52) и Димитровград-Власина (0,55), док су највећи забележени на профилу Ниш-Ртањ (0,67°C/100 m) и Петровац-Црни врх (0,64). Код свих осталих је овај градијент у распону од 0,57 до 0,61°C/100 m (Карта 1 у прилогу).

Уводећи сваку од ових формула у распон надморских висина сваког рејона добијају се граничне годишње температуре, а између њих и све оне везане за одговарајуће висине. Пошто ће изотермна карта бити приказана са распонем температура од 1°C, то се у следећој табели дају надморске висине по рејонима за које важе температуре целих степени.

Табела 2. Надморске висине (m) по рејонима према одговарајућим температурама (°C).

°C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Рејони											
1.						904	748	592	435	279	122
2.					1080	910	740	570	400	230	
3.					1087	915	742	570	398	225	54
4.				1245	1078	910	745	578	410	245	
5.				1251	1082	904	743	573	404	235	
6.			1435	1260	1085	910	734	559	383	208	
7.			1447	1282	1119	955	790	627	463	300	135
8.					1100	950	801	652	503	355	205
9.				1277	1112	949	785	620	457	292	
10.	2025	1831	1640	1449	1256	1065	870	679	486	295	
11.			1648	1473	1300	1129	957	782	610	440	267
12.			1647	1477	1309	1138	969	800	630	460	290
13.	2045	1870	1695	1519	1343	1169	991	818	642	467	291
14.			1666	1485	1302	1121	939	758	576	392	
15.			2048	1810	1571	1332	1095	857	618	381	

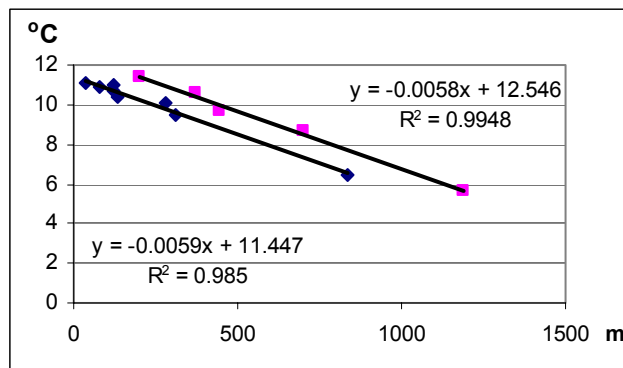
Из табеле се јасно запажа да, генерално, за исте температуре расте надморска висина идући од севера Источне Србије ка југу, што је последица ниже географске ширине. Тако, годишња изотерма од нпр. 6°C се у северним рејонима налази на око 900 m, док се на Сувој планини налази на око 230 m више, односно на југоистоку Старе планине чак на 1330 m. Очигледно је и то да иако су границе између рејона правилно одређене, оне не могу бити експлицитне линије, што се показује преко разлика у висини за исте температуре суседних рејона. Уосталом, смисао овакве рејонизације је и био да укаже на термичке посебности појединих природних целина, а повезивање изолинија по рејонима је само ствар технике. Дакле, ако прихватимо овакве резултате, границе између рејона би биле појас различите ширине у коме би се вршило спајање истих изотерми а полазећи од различитих надморских висина.

Чини се да је највеће неслагање између суседних рејона настало при поменутих пројекцијама на већу удаљеност, односно на прелазу утицаја високих станица Црни врх и Топли До. Тако је за највише средње годишње температуре разлика у висини рејона 6 и 7 и до 100 m док се Сврљишки и Трговишки Тимок на нижим изотермама разликују и до 200 m. Мали градијенти, односно високе изотерме и значајне разлике са суседима на Забрђу и Височици се морају приписати специфичном положају

станица у Димитровграду (мразиште) и Топлом долу (изразити присој), тј. малој разлици у њиховим надморским висинама (Карта 2 у прилогу).

У случају да је потребно одредити температуру у било којој тачки то се може урадити директно са карте или ако је потребна веће прецизност користећи формулу за поједини рејон (са заменом надморске висине).

Технички једноставнији, али исто тако добар начин за одређивање годишње температуре је коришћење регресионе анализе. Почиње се са узорком који чине све метеоролошке станице у Источној Србији (парови података T_g и H) и проверава се значајност и квалитет ове везе. Показује се да је зависност линеарна са коефицијентом детерминације око 84%. Али на графикону је већ било очигледно то да у узорку постоје две одвојене групе станица са много бољим везама. Испоставило се да једну чине станице северног дела Источне Србије, а другу станице у сливу Нишаве.



Графикон 1. Приказ регресионих линија $T_g = f(H)$ у северном и јужном делу Источне Србије.

Доња линија представља северни део, са Црним врхом као највишом станицом, где је коефицијент детерминације 98,5% а термички градијент $0,59^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Горња линија је веза ових параметара на југу (придодата и станица Власина), са објашњеношћу температуре од чак 99,5% и градијентом од $0,58^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Ако би користили ове моделе граница рејона би морала пролазити развођем Топоничке реке према Сокобањској Моравици и Сврљишком Тимоку, односно Нишаве и Тимока. Примећује се да су термички градијенти готово идентични али да је полазишна температура за прогнозу у јужном рејону померена за око $1,1^{\circ}\text{C}$ навише. Погрешка прогнозе у ова два модела (која је иначе мала) је био разлог да се проба са већим бројем рејона и везама високих са околним ниским станицама.

Коментар

Посматрано регионално, одређивање годишњих температура за веће природне целине или конкретне сливове најтачније би се добило пондерисањем температурних зона у границама те територије. За приближан податак може послужити и средња надморска висина за коју се процењује температура. Примера ради, ако би користили овај последњи метод, добили би се следећи резултати за неке целине у Источној Србији, према израчунатим висинама (Živković N., 2005): Неготинска крајина и Кључ $9,8^{\circ}\text{C}$, Хомољска котлина $6,87^{\circ}\text{C}$, слив Топоничке реке $8,15^{\circ}\text{C}$, рејон 13 у овом раду (Стара планина) $7,32^{\circ}\text{C}$, итд. Примењујући последње две формуле за северни и јужни рејон, а познавајући њихове средње надморске висине добијају се следеће вредности:

северни рејон 9,02°C, јужни рејон 8,16°C. И на крају, пондеришући ове две вредности, процена средње годишње температуре за читаву Источну Србију би била 8,86°C.

Можда би се нешто од ових поступака могло и довести у сумњу, али је то био ризик да се они примене на великој територији којој недостаје оно главно, више поузданих високих метеоролошких станица. Испоставило се да ризик и није био велики пошто је регресионом анализом потврђена оправданост деобе овако великог простора на рејоне хомогене за тражени однос. Требало је само да та анализа претходи примењеном поступку формирања рејона преко две станице како би се избегло превелико уситњавање територије.

ЛИТЕРАТУРА

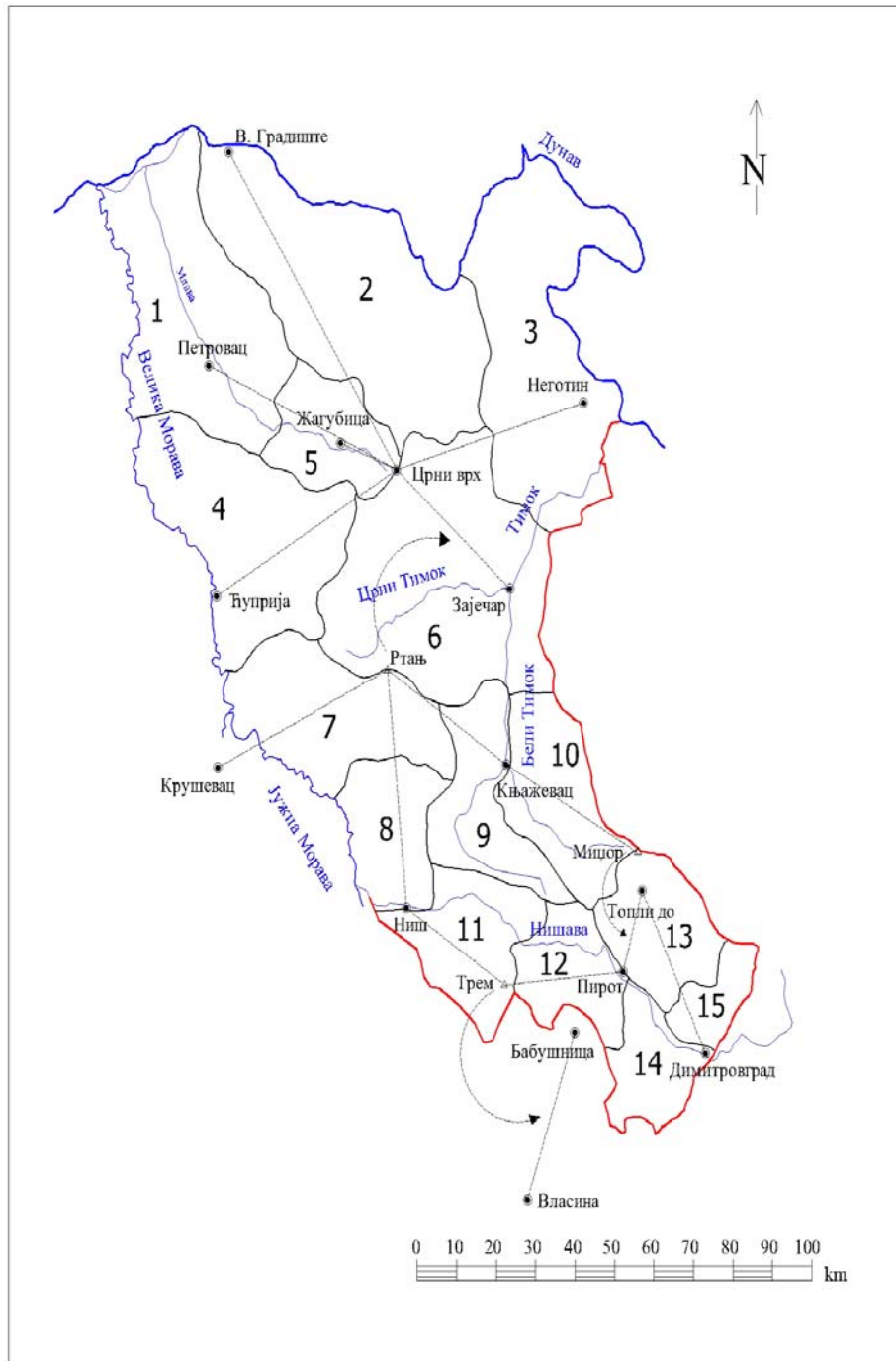
- Радовановић М., Дуцић В. (2004): **Колебање температуре ваздуха у Србији у другој половини XX века**. Гласник СГД св. LXXXIV, бр. 1, Београд.
- Živković N. (2005): **Precipitation in Eastern Serbia in the period 1961-1990**. Physico-geographical problems of Carpatho-balkanian mountains in Serbia, Edition: Physical Geography of Serbia, volume 2, Belgrade.
- Ракићевић Т. (1980): **Климатско рејонирање СР Србије**. Зборник радова ГИ ПМФ, св. 27, Београд.
- Ракићевић Т. (1976): **Климатске катактеристике Источне Србије**. Зборник радова ГИ “Јован Цвијић”, књ. 28, Београд.

NENAD ŽIVKOVIĆ
SANJA SMILJANIĆ

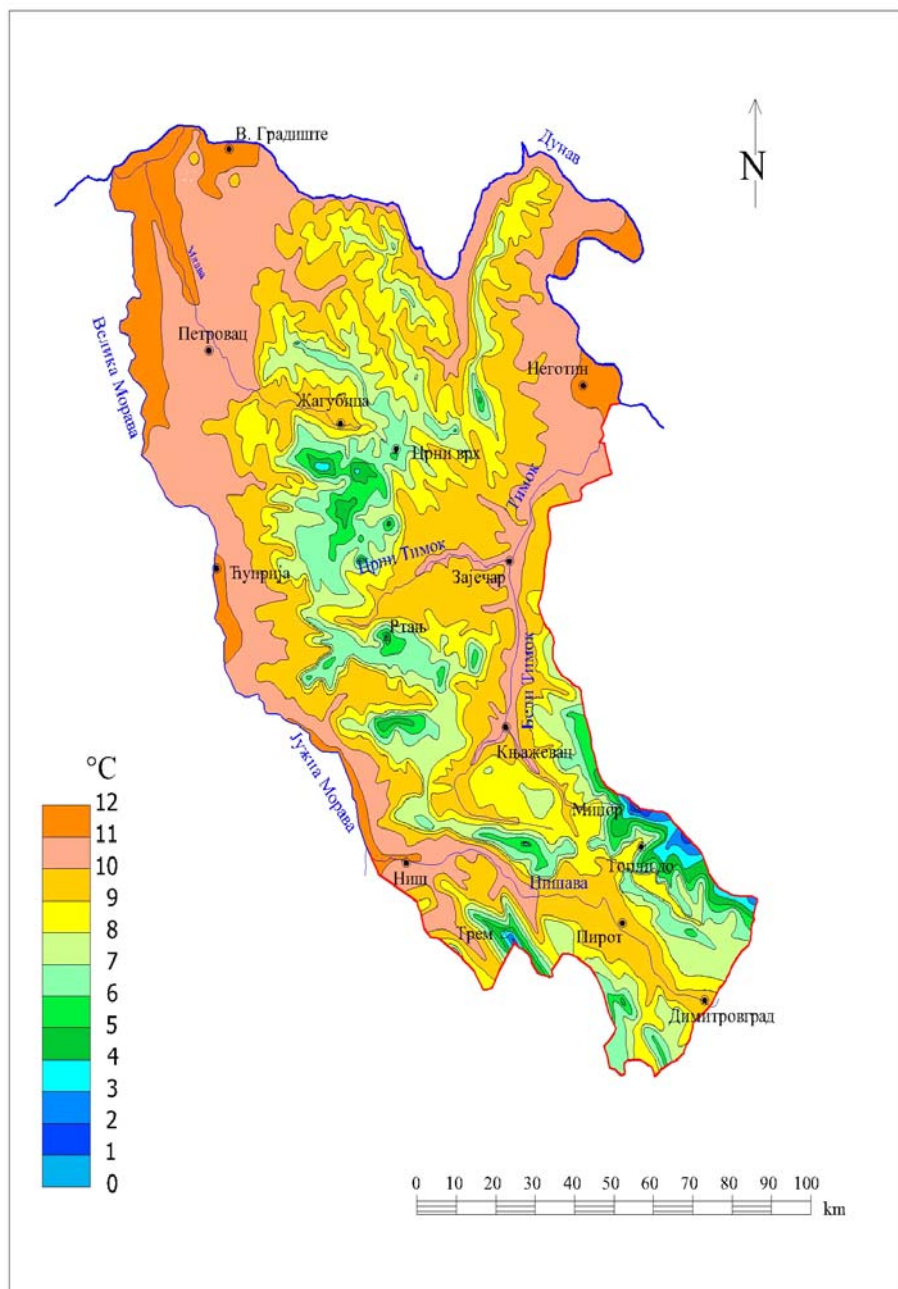
S u m m a r y

THE ISOTHERM MAP OF EASTERN SERBIA

The survey results for regions according to the relation $T_g = f(H)$ are shown that most rapid temperature fall exists on the southern slopes of Ozren and Devica mountains (0,67°C/100 m), more exactly in the Mlava's valley (0,64°C/100 m), while gradients are least rapid in the water sources of Visočica and Trgoviški Timok on the Stara planina (0,42 и 0,52°C/100 m). For each temperature degree is determined height above sea level per regions, and after that were created isotherms which are in connection with neighboring areas, and they are shown on the map by line. Results are undoubtedly valuable, but major point of paper was in methods, their advantages and disadvantages.



Карта 1. Формирани рејони у Источној Србији за однос $T_g = f(H)$, а према станицама повезаним испрекиданим линијама (криве испрекидане линије са стрелицом показују профил са кога је пројекцијом добијена температура за поједини врх)



Карта 2. Годишња изотермна карта Источне Србије за период 1961/90.