

ЧАЧАК – УРБАНО ОСТРВО ТОПЛОТЕ

АУТОРИ:

УЧЕНИЦИ „ПРЕХРАМБЕНО – УГОСТИТЕЉСКЕ ШКОЛЕ“ У ЧАЧКУ

МЕНТОРИ:

ПРОФЕСОРИ „ПРЕХРАМБЕНО – УГОСТИТЕЉСКЕ ШКОЛЕ“ У ЧАЧКУ

ЧАЧАК,
НОВЕМБАР, ДЕЦЕМБАР 2022. ГОДИНЕ

АПСТРАКТ

- Сврха овог пројекта је да утврди и прикаже постојање и интензитет урбаног острва топлоте у Чачку.
- У раду анализирани су и упоређивани подаци који приказују средње, максималне и минималне дневне температуре између метеоролошких станица које се налазе у градској средини – Чачку и руралној средини – селу Слатина код Чачка. На основу ових вредности изведен је закључак о постојању појаве урбаног острва топлоте на подручју Чачка.
- При изради рада коришћени су подаци Републичког хидрометеоролошког завода Србије са две помоћне аутоматске метеоролошке станице; метеоролошке станице у Чачку смештене у урбаној зони и метеоролошке станице у селу Слатина код Чачка.

- Примећене су одређене разлике у температурама између ове две станице, које највећи интензитет имају код минималних и максималних дневних температура, где достижу до $3,2^{\circ}\text{C}$.
- У појединачним случајевима јављале су се и веће температурне разлике у средњим дневним температурама 2.12. ($4,9^{\circ}\text{C}$) и 21.11. ($4,3^{\circ}\text{C}$).
- Резултати истраживања указују на присутност урбаног острва топлоте у Чачку. Вероватно је да температурне разлике између Слатине и Чачка варирају у зависности од периода године, што би било доказано даљим праћењем температура у следећој години.

Кључне речи: урбано острво топлоте, метеоролошка станица, температура ваздуха, Чачак, село Слатина код Чачка

УВОД

- Све интензивнији утицај човека на климу и њене промене последњих деценија условио је интензивирање климатолошких истраживања која за циљ имају не само да боље упознају основне карактеристике климе неког подручја, већ и да упозоре човечанство са несагледивим последицама њене деградације.
- Убрзан процес урбанизације доводи до низа последица од којих су неке: превелика концентрација становника на релативно малом простору, прекомерно загађење, смањење квалитета живота људи, али и модификовање параметара урбане атмосфере; међу њима је и појава урбаног острва топлоте, као области у којој је знатно топлије него у руралним подручјима која га окружују.

- Урбана острва топлоте настају сакупљањем топлотне енергије свих људи, превозних средстава и производа индустрије, углавном на местима са великом густином насељености. Јављају се у подручјима где су куће, зграде и индустријски објекти изграђени на веома малом растојању и у висину, обично од грађевинског материјала који потпомаже задржавање топлоте при земљиној површини. Тако долази до смањеног хлађења у касним поподневним и вечерњим сатима, што доводи до више температуре у граду током ноћи. Урбана острва топлоте су најинтензивнија у току стабилних синоптичких ситуација са ведрим небом и slabим ветром.

- На нашим просторима проблематиком урбаног острва топлоте није се до сада бавио нико од значајнијих истраживача.
- Ово стога јер се најближа главна метеоролошка станица налази у Краљеву које је око 40 километара удаљено од Чачака. Такође, помоћна аутоматска метеоролошка станица у селу Слатина (у дворишту школе) је постављења тек пре неколико година - 2019. године, тако да пре њеног пуштања у рад није било могуће извести податке који би показали температурне разлике Чачка – градског насеља и сеоског подручја у околини Чачка. Веома важан оправдавајући аргумент за непостојање поређења температура села и града Чачка је то да се подаци са метеоролошких станица у Чачку и Слатини не објављују у метеоролошким годишњацима РХМЗ Србије.



Сл. 1, 2 - Помоћна аутоматска метеоролошка станица у Слатини
(у категоризацији РХМЗ Србије)

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

- Рад је производ удружених групних активности тридесет ученика и пет професора наше школе.
- Приликом овог проучавања бележене су, анализиране и поређене средње (T_{sr}), максималне (T_{max}) и минималне (T_{min}) дневне температуре ваздуха метеоролошких станица у Чачку и селу Слатина код Чачка.
- У првој фази рада ученици су склопили метеоролошке инструменте мини школске метеоролошке станице и истражили на интернету међународне метеоролошке ознаке, које су такође добили на картицама у оквиру пакета мини метеоролошке станице.



Сл. 3, 4, 5, 6 - Склапање школске мини метеоролошке станице





Сл. 6, 7, 8, 9 - Истраживање и усвајање међународних метеоролошких ознака



- У другој фази рада две групе ученика су задужене да паралелно бележе температурне податке аутоматских метеоролошких станица у Чачку и Слатини свакодневно у трајању од 20 дана у 7, 14 и 21 час, почев од 18. новембра.
- Претходно су се ученици упознали са начином истраживања температурних и других података на сајту Републичког хидрометеоролошког завода Србије (РХМЗ).



Сл. 10 - Рад на
упознавању и
истраживању података
сајта
РХМЗ Србије

- Мерење тренутних климатских елемената са метеоролошким инструментима на терену ученици су са професорима обавили у делу дворишта школе - „јапанском врту“ 2. децембра 2022. године. У уводном делу рада кратко предавање о метеоролошким станицама у окружењу (Краљево – главна аутоматка станица, Чачак и Слатина – помоћне аутоматске станице, школске и др. метеоролошке станице) одржала је професор географије Слађана Луковић.

• Сл. 11, 12, 13, 14, 15





Сл. 16, 17, 18 - Мерење климатских елемената у дворишту школе уз помоћ мини метеоролошке станице коју смо добили у оквиру СТЕМ пројекта



Сл. 19 - Професори Катарина Спасојевић, Биљана Ћировић и Слађана Луковић са делом ученика – учесника у пројекту „Чачак – урбано острво топлоте“

Овом приликом ученици су обишли и инструменте фиксне школске метеоролошке станице у дворишту школе и инструмент који читава и приказује податке са ових инструмената и упознали се са њиховим начином рада.



Сл. 20, 21, 22 - Фиксна метеоролошка станица у дворишту школе

У даљем делу рада група ученика вођена инструкцијама професора физике Катарине Спасојевић је припремила и одржала предавање на тему глобалног загревања, његових узрока и последица.



У уводном делу рада професор Виолета Василијевић је ученике који нису укључени у пројекат а присуствовали су овом предавању упознала са појмом и циљевима STEM пројекта.

Сл. 23, 24 - професор Виолета Василијевић

По завршетку бележења температура ваздуха метеоролошких станица у Чачку и Слатини и израчунавања средњих дневних температура, група ученика је табеларно и графиконом приказала уочене разлике, истражила на интернету и у штампаној литератури главне одике изабраних насеља, могуће разлоге за настанак ових разлика и сачинила презентацију о датом проблему.

Чачак и Слатина – основне географске одлике



Чачак се налази у средишњем делу централне Србије, у Шумадији, између општине Горњи Милановац на северу и општине Лучани на југозападу. Административно припада Моравичком управном округу, чији је административни центар. Надморска висина града је 242 m. На површини од 636 km² град Чачак има 58 насеља.

По попису из 2011. године Чачак има 73.331 становника, а по процени УН 2016. године 72.195.

Сл. 29. Чачак – географски положај у Србији

Клима Чачка и његове ближе околине припада умерено-континенталном типу са топлим летима и хладним зимама. Средња годишња температура ваздуха је 10,47 °C, а влажност ваздуха 80,7%. Чачак и околина нису изложени јаким ветровима. Ветрови долазе са севера и североистока, ређе са запада јер је окружен планинама. Просечна брзина ветрова је 2,3 m/s код северних, и 1,4 m/s код западних. Просечна годишња количина падавина је 692,9 mm.

- **Слатина** је село у општини / граду Чачак. Од гадског насеља удаљена је 16,3 км. Према попису из 2011. У селу је било 575 становника. У селу се налази ОШ „Бранислав Петровић” Слатина у чијем дворишту је пре три године постављена помоћна аутоматска метеоролошка станица. На територији села се налази и Слатинска бања. Надморска висина села је 297 m, а протеже се на површини од 8,42 km².

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

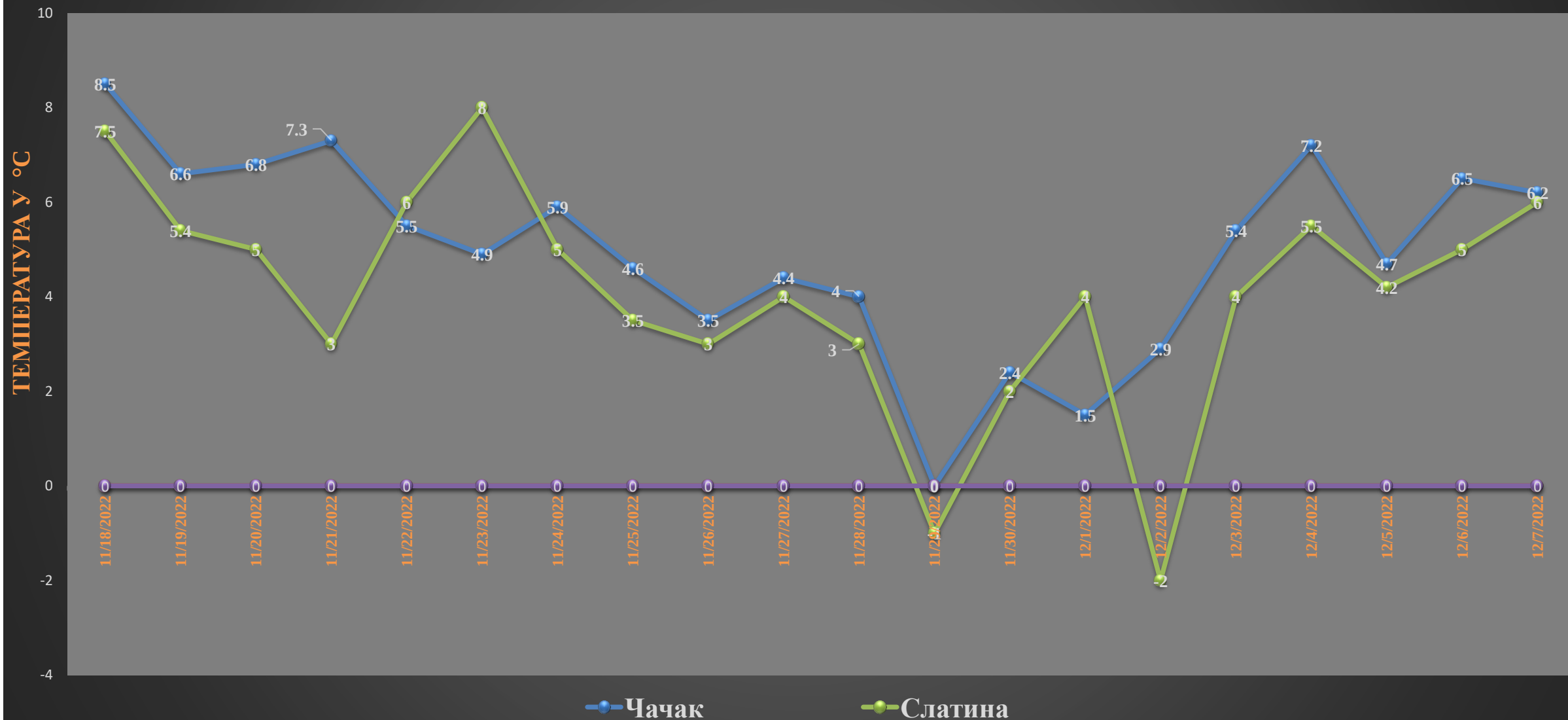
СРЕДЊЕ ДНЕВНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ

- На основу средњих дневних температура у посматраном периоду у трајању од 20 дана, од 18. 11. 2022. до 7. 12. 2022. године уочено је да су у само три дана (22.11, 23.11, и 1.12) посматраног периода средње дневне температуре биле веће у селу Слатина него у градском подручју Чачка.
- У осталих 17 дана средње дневне температуре су биле веће у Чачку.
- Највеће разлике средњих дневних вредности температура за Чачак и Слатину биле су 2.12. ($4,9^{\circ}\text{C}$) и 21.11. ($4,3^{\circ}\text{C}$).
- Гледано укупно у посматраном периоду T_{sr} за Чачак је била за $16,3^{\circ}\text{C}$ већа него T_{sr} за Слатину.

**Таб. 1 - Средње дневне температуре у Чачку и Слатини
у периоду 18 . 11. 2022. до 7. 12. 2022. у °C**

Дан	I Чачак	II Слатина	Разлика I-II Т. Чачак-Слатина
18. 11. 2022	8,5	7,5	1,0
19. 11. 2022	6,6	5,4	0,8
20. 11. 2022	6,8	5	1,8
21. 11. 2022	7,3	5	4,3
22. 11. 2022	5,5	6	-0,5
23. 11. 2022	4,9	8	-3,1
24. 11. 2022	5,9	5	0,9
25. 11. 2022	4,6	3,5	1,1
26. 11. 2022	3,5	3	0,5
27. 11. 2022	4,4	4	0,4
28. 11. 2022	4	3	1,0
29. 11. 2022	0	-1	1,0
30. 11. 2022	2,4	2	0,4
01. 12. 2022	1,5	4	-2,5
02. 12. 2022	2,9	-2	4,9
03. 12. 2022	5,4	4	1,4
04.12.2022	7,2	5,5	1,7
05.12.2022	4,7	4,2	0,5
06.12.2022	6,5	5	0,5
07.12.2022	6,2	6	0,2

Граф. 1 - СРЕДЊЕ ДНЕВНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ЗА ЧАЧА И СЛАТИНУ
У ПЕРИОДУ ОД 18.11.2022. ДО 7.12.2022. У °С



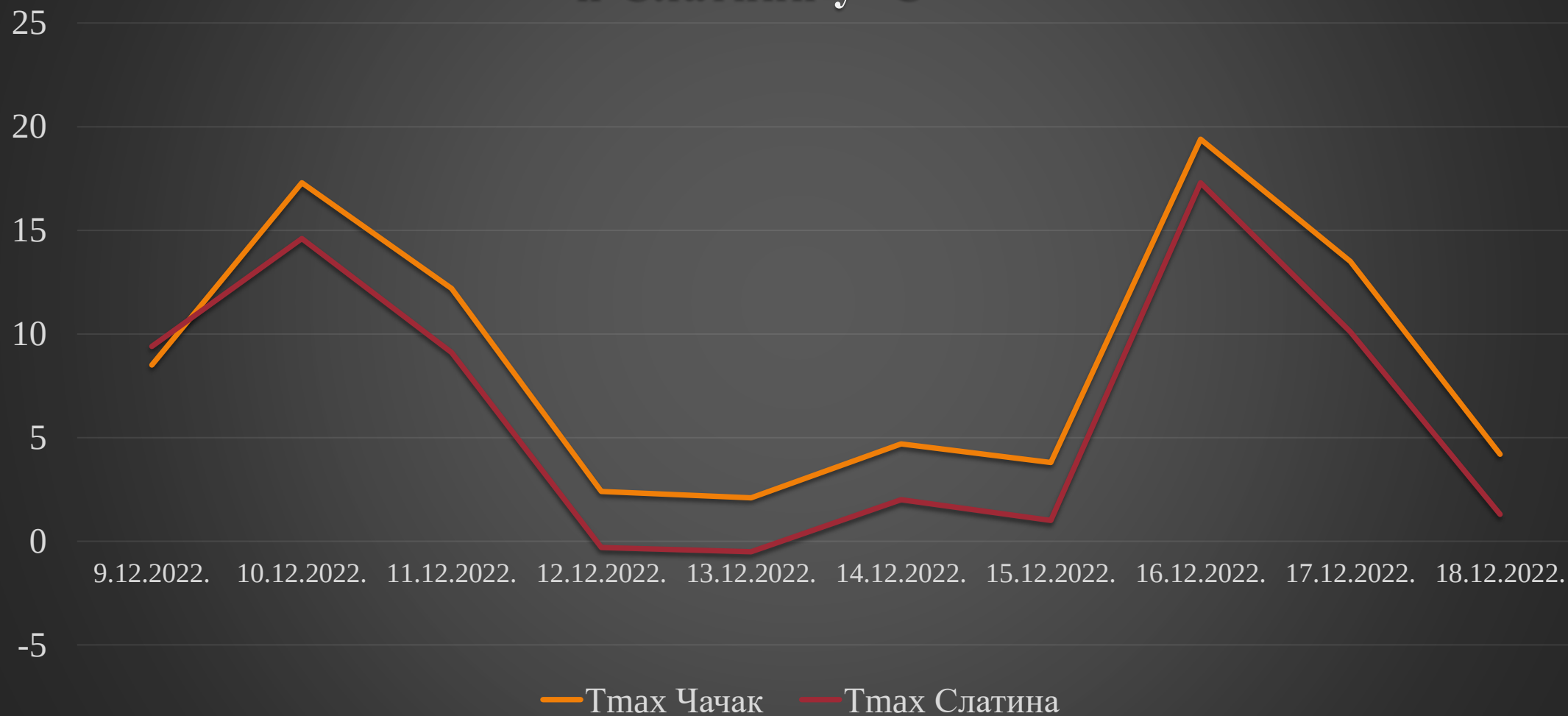
МАКСИМАЛНЕ ДНЕВНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ

- Разлике у максималним дневним температурама крећу се од $2,1^{\circ}\text{C}$ до $3,1^{\circ}\text{C}$ у корист Чачка. Ово није био случај једино 9.12. када је максимална дневна температура била за $0,9^{\circ}\text{C}$ већа у Слатини.
- Максималне дневне темпертуре јављале су се углавном поподневним сатима, а 11.12, 12.12. и 17.12. у раним поноћним сатима, јер су температурне вредности ових дана константно падале у односу на температуре претходних дана, тј. дошло је до захлађења, тако да је T_{max} 10.12. износила $17,3^{\circ}\text{C}$, а већ 13.12. само $2,1^{\circ}\text{C}$ за Чачак, слично је било и у оближњој Слатини у којој се овог дана температура спустила испод 0°C .

Таб. 2 - Максималне дневне температуре за Чачак и Слатину у °С

Датум	Време	$T_{\max}$ Чачак I	Време	$T_{\max}$ Слатина II	Разлика I - II
9.12.2022.	15 ⁵⁵	8,5	19 ⁰⁵	9,4	-0,9
10.12.2022.	14 ¹⁵	17,3	13 ⁰⁵	14,6	2,7
11.12.2022.	1 ²⁵	12,2	2 ⁰⁵	9,1	3,1
12.12.2022.	1 ⁰⁵	2,4	1 ⁰⁵	-0,3	2,7
13.12.2022.	14 ⁴⁵	2,1	14 ⁰⁵	-0,5	2,6
14.12.2022.	16 ⁰⁵	4,7	16 ⁰⁵	2	2,7
15.12.2022.	14 ²⁵	3,8	16 ⁰⁵	1	2,8
16.12.2022.	15 ⁵⁵	19,4	15 ⁰⁵	17,3	2,1
17.12.2022.	1 ¹⁵	13,5	1 ⁰⁵	10,1	2,4
18.12.2022.	13 ⁴⁵	4,2	14 ⁰⁵	1,3	2,9

Граф. 2 - Максималне дневне температуре у Чачку
и Слатини у °C



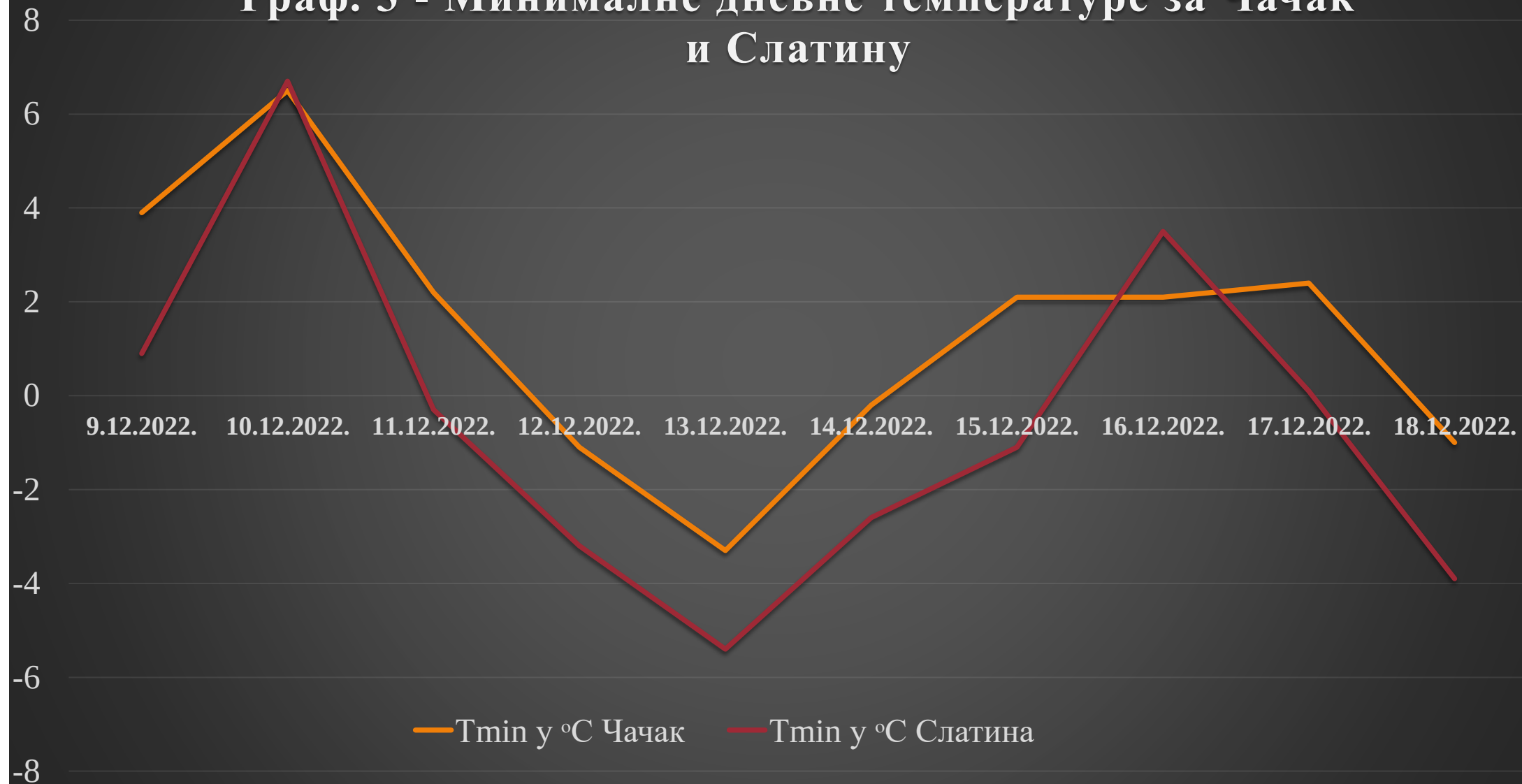
МИНИМАЛНЕ ДНЕВНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ

- На постојање урбаног острва топлоте у великој мери указују минималне дневне температуре, јер су оне најсличније онима у ноћном и раном јутарњем периоду, када је дејство урбаног острва топлоте најјаче.
- Највећа измерена разлика забележена је 15.12. у 8⁵⁵ и износила 3,2°C. Преко 2°C су износиле и температурне разлике у осталим данима осим 10.12. када је $T_{\min}$ била незнатно већа (за 0,2°C) у Слатини и 16.12. када је минимала температура у Слатини била већа за 1,4°C.

Таб. 3 - Минималне дневне температуре за Чачак и Слатину у °С

Датум	Време	$T_{\min}$ Чачак I	Време	$T_{\min}$ Слатина II	Разлика I - II
9.12.2022.	7 ⁰⁵	3,9	6 ⁰⁵	0,9	2
10.12.2022.	8 ²⁵	6,5	3 ⁰⁵	6,7	-0,2
11.12.2022.	1 ¹⁵	2,2	23 ⁰⁵	-0,3	2,5
12.12.2022.	23 ⁵⁵	-1,1	23 ⁵⁵	-3,2	2,1
13.12.2022.	8 ¹⁵	-3,3	8 ⁰⁵	-5,4	2,1
14.12.2022.	3 ³⁵	-0,2	5 ⁰⁵	-2,6	2,4
15.12.2022.	8 ⁵⁵	2,1	9 ⁰⁵	-1,1	3,2
16.12.2022.	3 ³⁵	2,1	3 ⁰⁵	3,5	-1,4
17.12.2022.	20 ⁴⁵	2,4	23 ⁵⁵	0,1	2,3
18.12.2022.	23 ⁵⁵	-1	23 ⁵⁵	-3,9	2,9

**Граф. 3 - Минималне дневне температуре за Чачак
и Слатину**



- Модификатори добијених резултата могу бити река Западна Морава и надморска висина, као фактори који могу утицати на обе станице, у руралној и градској зони.
- На основу удаљености од Западне Мораве и околних планина (Јелица, Овчар, Каблар, Вујан, Котленик), као и од чачанске урбане зоне, са око 70.000 хиљада становника, без додатних детаљних и исцрпних климатолошких и статистичких анализа, тешко се може изнети сигурна констатација да ови модификатори имају утицаја на временске прилике метеоролошких станица.

ЗАКЉУЧАК

- Истраживачки рад под називом „Чачак - урбано острво топлоте” имао је за циљ да, коришћењем статистичких података Републичког хидрометеоролошког завода Србије и доступне литературе, утврди постојање урбаног острва топлоте у Чачку и његов интензитет.
- Анализом разлика средњих, максималних и минималних дневних температура између метеоролошких станица Чачак (урбана зона) и Слатина (рурална зона) примећена су позитивна одступања, односно најчешће више температуре у урбаној зони.

- Гледано свеукупно на постојање урбаног острва топлоте у наведеним примерима више су указивеле минималне, а затим и максималне дневне температуре, чије разлике су биле чешће преко 2°C повремено и 3°C. Посматрано на средње дневне температуре овакве разлике су се појављивале у бележеном периоду, али знатно ређе, што указује да урбанизација као комплексан процес, са скоро свим својим одликама, има највећи утицај на минималну, а затим и максималну температуру ваздуха у Чачку.
- На основу тих запажених параметара изведен је закључак да је у Чачку изражен утицај урбане климе, а самим тим и да постоји урбано острво топлоте. Урбано острво топлоте узрочник је бројних појава чији су настанак или дејство људима често нејасни.

- Прецизнији закључак о постојању и интензитету урбаног острва топлоте у Чачку могао би се добити анализом и поређењем температура у току целе претходне календарске године или још боље од пуштања у рад метеоролошке станице у Слатини тј. 2020, 2021. и 2022. године.
- Пошто се подаци са помоћних метеоролошких станица у Слатини и Чачку не обрађују и не објављују и Метеоролошким годишњацима РХМЗ, а подаци који су професори школе тражили од РХМЗ Србије нису пристигли у року који смо имали за израду пројекта, а и цена те услуге РХМЗ је веома скупа (више десетина хиљада динара) нисмо били у могућности да дођемо до овако прецизних закључака. Вероватно је то разлог што озбиљнијих научних истраживања на ову тему у Чачку до сада није било.
- Надамо да ће наш покушај бити први корак у даљим истраживањима на ову тему која ће уследити.

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ

1. <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/urban-heat-island/>
2. [РХМЗ - Републички Хидрометеоролошки завод Србије \(hidmet.gov.rs\)](http://hidmet.gov.rs)
3. Симулирани историски подаци о клими и времену за Чачак - meteoblue