

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.

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°C. У појединачним случајевима јављале су се и веће температурне разлике у средњим дневним температурама 2.12. (4,9°C) и 21.11. (4,3°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

Идеја пројекта „Чачак – урбано острво топлоте“ је да истражи и докаже температурне разлике између Чачка - градског насеља и сеоског насеља у околини, у овом случају села Слатине, које једино поред града има као и градско насеље помоћну аутоматску метеоролошку станицу у нашој општини.

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.

До варијација температуре долази због разлике у структури површине тла у градској и руралној средини, али и због различитих физичких карактеристика природних објеката. 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. Нагли пораст забележен је око и непосредно после заласка сунца, док њихов интензитет споро опада током ноћи, па је око обданице незнатан и врло често занемарљив.

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 постављена 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. Такође веома важан оправда вајући 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.



*Помоћна аутоматска метеоролошка станица у Слатини
(у категоризацији РХМЗ Србије)*

Ученици и наставници школе су послали захтев РХМЗ Србије у ком потражују податке са ове две метеоролошке станице за целу 2021. годину, али тражени подаци нису пристигли у школу року који нам је био постављен за израду пројекта. Поређењем података из целе календарске године или неколико година извео би се закључак о температурним разликама у току годишњих доба између села Слатина и града Чачак, што би свакако дало јаснију прецизнију слику о постојању урбаног острва топлоте у граду.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Приликом овог проучавања анализиране су средње (T_{sr}), максималне (T_{max}) и минималне (T_{min}) дневне температуре ваздуха.

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.





Склапање школске мини метеоролошке станице



Истраживање и усвајање међународних метеоролошких ознака

Након овога професори и ученици (20 ученика) су се поделили у четири групе по пет ученика. Свакој групи припао је и један професор – ментор. Ова подела није строго поштована јер је у свим фазама рада учествовало неколико група ученика и више професора, такође и ученици и професори који нису били задужени за рад на пројекту, али су имали жељу да присуствују деловима рада на пројекту, што се из приложених фотографија и види.

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). Након овога ученици су се подсетили како се рачуна средња дневна температура ваздуха.



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.





Мерење климатских елемената у дворишту школе уз помоћ мини метеоролошке станице коју смо добили у оквиру STEM пројекта



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.



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 Васиљевић је ученике који нису укључени у пројекат а присуствовали су овом предавању упонала са појмом и циљевима СТЕМ пројектата.



Сл. Виолета Васиљевић у уводној речи о СТЕМ пројектима



Сл – Предавање Катарине Спасојевић о глобалном загревању, његовим узроцима и последицама

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 могуће разлоге за настанак ових разлика и сачинила презентацију о датом проблему. Планирано је и предавање ученика на тему „Чачак – урбано острво топлоте“ у холу школе или кабинету географије. Надамо се да ће за присуство овом предавању бити заинтересован велики број ученика и професора.

На крају, ако то техничке могућности дозволе ученици и професори школе би били ради да посете главну хидрометеоролошку станицу за наше подручје у Краљеву, чиме би проширили своја знања из области климатологије и метеорологије и добили заслужену награду за уложени рад на овом пројекту.

Чачак и Слатина – основне географске одлике



Сл. Чачак – географски положај у Србији

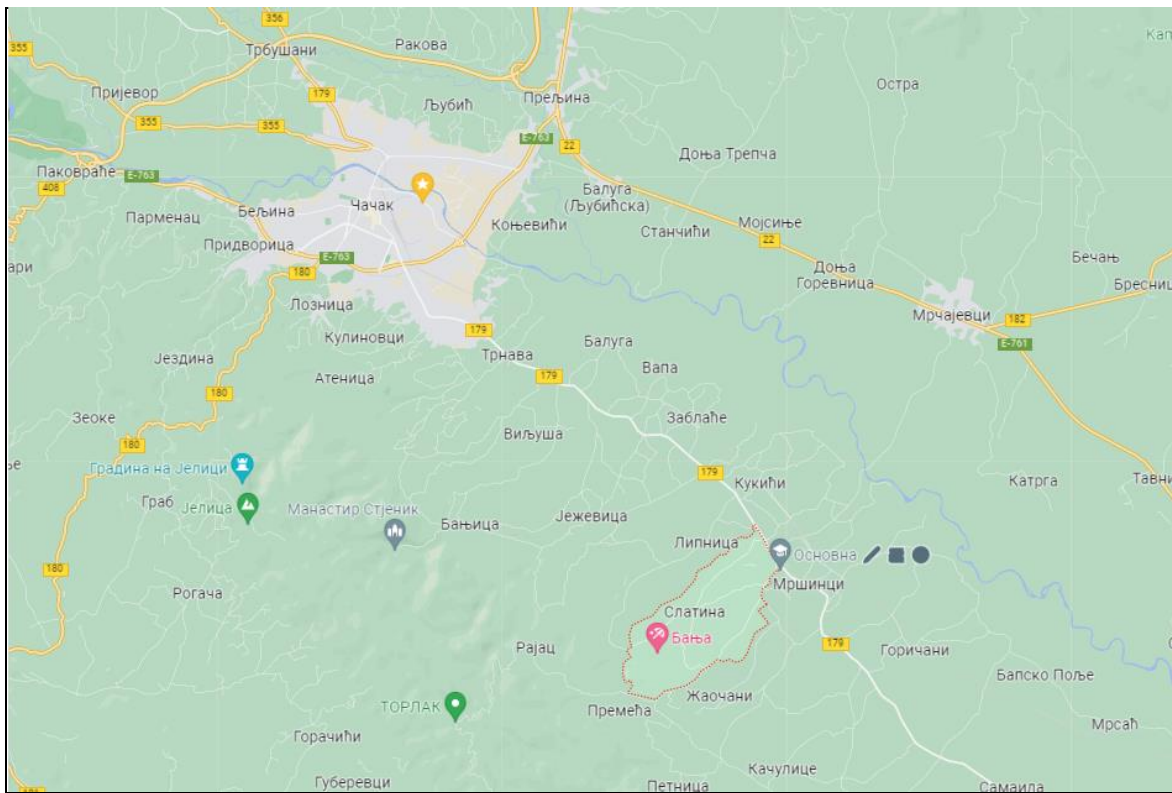
Извор: www.cacak.org.rs

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.

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.

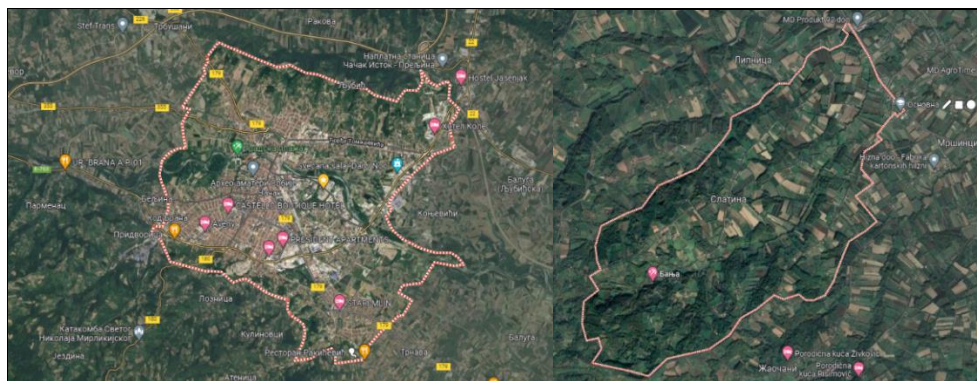
Према попису из 2011. У селу је било 575 становника. У селу се налази ОШ „Бранислав Петровић” Слатина у чијем дворишту је пре три године постављена помоћна аутоматска метеоролошка станица. На територији села се налази и Слатинска бања. Надморска висина села је 297 m, а протеже се на површини од 8,42 km².



Сл – Географски положај Чачка и села Слатина
Извор: Google mapе



Сл. Чачак
Извор: www.cacak.org.rs



Сл. Чачак, Слатина

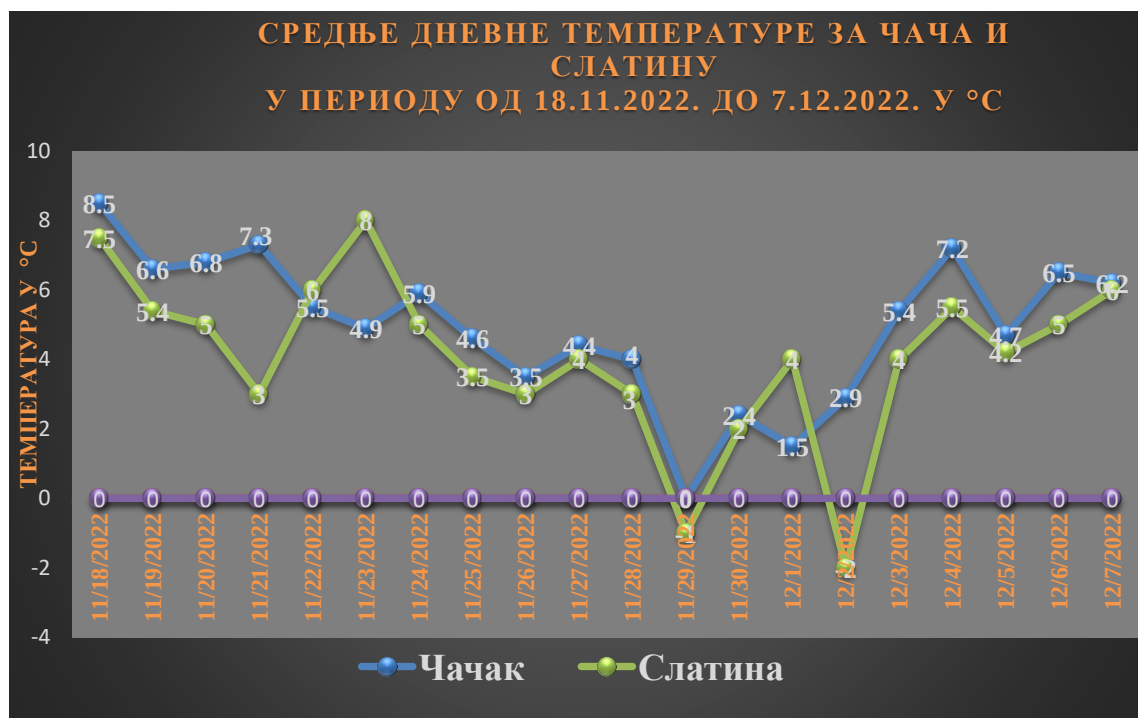
Извор: Google maps

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

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.

Средње дневне температуре у Чачку и Слатини у периоду 18 . 11. 2022. до 7. 12. 2022. у $^{\circ}\text{C}$			
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

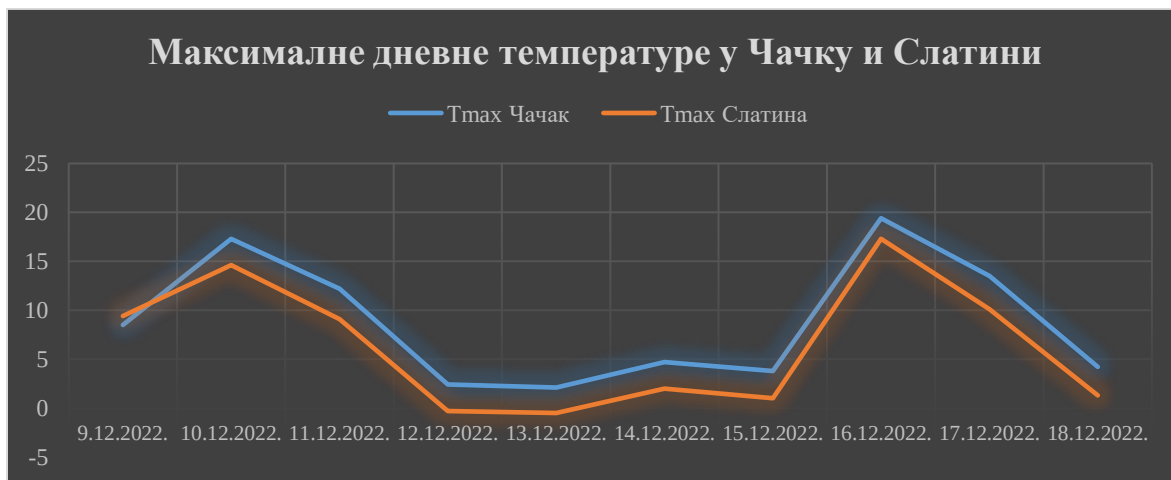


Разлике у максималним дневним температурама крећу се од 2,1°C до 3, 1°C у корист Чачка. Ово није био случај једино 9.12. када је максимална дневна температура била за 0,9°C већа у Слатини. Максималне дневне темпертуре јављале су се углавному поподневним сатима, а 11.12. и 17.12. у раним поноћним сатима, 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°C, а већ 13.12. само 2,1°C за Чачак, слично је било и у оближњој Слатини у којој се овог дана температура спустила испод 0°C.

Табела - Максималне дневне темературе за Чачак и Слатину у °С

Датум	Време	T_{max} Чачак	Време	T_{max} Слатина	Разлика
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

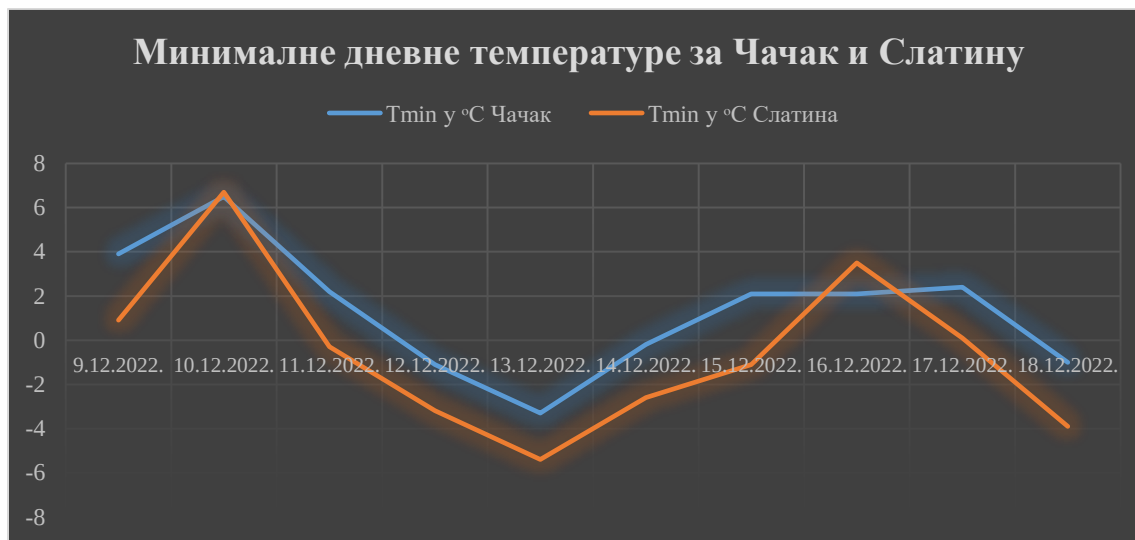


Добијени резултати указују на постојање урбаног острва топлоте у Чачку. На његово постојање у великој мери указују дневне минималне температуре, јер су оне најсличније онима у ноћном и раном јутарњем периоду, када је дејство урбаног острва топлоте најјаче. Највећа измерена разлика измерена је 15.12.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

Табела - Минималне дневне температуре за Чачак и Слатину у °C

Датум	Време	T _{min} у °C Чачак	Време	T _{min} у °C Слатина	Разлика
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



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 представљених 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 метеоролошке станице.

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 максималне и минималне 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 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 интензитета 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. Само то је најважнији разлог што научних истраживања на ову тему у Чачку до сада није било, па се надамо да ће наш покушај бити први корак у даљим истраживањима на ову тему која ће уследити.

ЛИТЕРАТУРА

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

Носиоци активности

Слађана Луковић географија,

Катарина Спасојевић физика и електротехника,

Александра Ковачевић рачунарство и информатика,

Јелена Ђуровић математика, Тања Симовић математика,

Виолета Василијевић рачунарство и информатика