

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра П. Угриновић

**УТИЦАЈ МИКРОКЛИМАТСКИХ
ПАРАМЕТАРА НА ОЧУВАЊЕ И
ПРЕЗЕНТАЦИЈУ АНТИЧКИХ МОЗАИКА *IN
SITU*: УНАПРЕЂЕЊЕ УСЛОВА СРЕДИНЕ У
ВИЗИТОРСКОМ ЦЕНТРУ ЦАРСКЕ ПАЛАТЕ У
СИРМИЈУМУ**

докторска дисертација

Београд, 2024. године

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF ARCHITECTURE

Aleksandra P. Ugrinović

**THE INFLUENCE OF MICROCLIMATE
PARAMETERS ON THE PRESERVATION AND
PRESENTATION OF ANCIENT MOSAICS *IN
SITU*: IMPROVEMENT OF ENVIRONMENTAL
CONDITIONS IN THE VISITORS' CENTER OF
THE SIRMIUM IMPERIAL PALACE**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2024.

Ментор:

Др Будимир Судимац, ванредни професор
Универзитет у Београду - Архитектонски факултет

Чланови комисије:

др Ана Никезић, редовни професор
Универзитет у Београду – Архитектонски факултет

др Жељко Савковић, научни сарадник
Универзитет у Београду – Биолошки факултет

др Мирослав Малиновић, ванредни професор
Универзитет у Бањој Луци, Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

Датум одбране:

ИЗЈАВА ЗАХВАЛНОСТИ

У изради докторске дисертације велику подршку и помоћ пружили су ми професори, породица и пријатељи. Такође, током овог вишегодишњег процеса упознала сам стручњаке из различитих области мултидисциплинарне теме истраживања који су били спремни да поделе своја знања са мном. Имајући у виду да је свако од њих на неки начин допринео да спроведем планирана истраживања имам потребу да им се захвалим.

Превасходно велику захвалност упућујем свом ментору, професору др Будимиру Судимцу, на подршци и безрезервној помоћи у целокупном процесу израде докторске дисертације, на разговорима, сугестијама и саветима, како приликом њене израде, тако и у заједничком професионалном научно-истраживачком и наставном раду.

Професорки др Ани Никезић захвална сам на помоћи у методолошкој поставци дисертације, бројним консултацијама, конструктивним саветима, заједничком раду од прве године докторских студија и изузетној посвећености приликом реализације мог истраживања.

Захваљујем се научном сараднику др Жељку Савковићу са Биолошког факултета Универзитета у Београду на великој помоћи у реализацији биолошких анализа, коришћењу материјала и уређаја лабораторије, одлазака на терен, посвећености и конструктивним коментарима.

Професору др Мирославу Малиновићу захваљујем се на ажурности и корисним сугестијама од пријаве тезе до њене завршне фазе.

Велику захвалност упућујем професорки др Гордани Милошевић Јевтић која је у мени пробудила жељу да се бавим научноистраживачким радом, на чијим сам предметима као студент, а и касније као сарадник приликом посета археолошких локалитета добила инспирацију да истражујем ову тему, на подршци свих ових година, на контактима, професионалним и пријатељским саветима приликом формирања теме и процеса израде докторске дисертације.

Професорки др Александри Крстић Фурунџић захвална сам на конструктивним коментарима приликом процеса пријаве докторске дисертације, на заједничким професионалним, наставно-научним подухватима и сарадњи.

Такође, велику захвалност упућујем:

колегама из Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици директору Љубиши Шулаји на дозволи и сагласности да реализујем предвиђена испитивања у Визиторском Центру Царске палате Сирмијума, археологу – конзерватору Биљани Лучић, на послатој литератури и неизмерној подршци и помоћи приликом прикупљања документације за пријаву на конкурс суфинансирања пројеката у области непокретног културног наслеђа Министарства културе и информисања, архитекти – конзерватору Ивану Филиповићу на инспиративним разговорима и послатој документацији, сараднику Здравку Тривићу на техничкој подршци, кустосу Визиторског Центра Царске палате Сирмијума Душици Остојић на срдачности и гостопримству;

колегама из Републичког Завода за заштиту споменика културе у Београду мр Владимиру Булајићу, конзерватору – рестауратору и Алекси Јеликићу, хемичару, на изради реплика мозаика, помоћи приликом поставке и реализације експерименталних испитивања *in situ*, издатим мерама техничке заштите и стручном надзору приликом постављања и демонтаже инструмената за микроклиматски мониторинг;

Немањи Смичикласу, мастер сликару – рестауратору, доценту Факултета примењених уметности, на препознавању значаја теме истраживања, разговорима и контактима;

колегама из Лабораторије за испитивање материјала у културном наслеђу при Технолошком факултету Универзитета у Новом Саду проф. др Јањуи Раногajeц (*Jonjaua Ranogajec*), доц. др Снежани Вучетић, и осталим члановима тима на реализацији експерименталних, лабораторијских испитивања, симулација микроклиматских режима на реплике мозаика у климатској комори за старење материјала;

колегама из Одељења за конзервацију и рестаурацију Народног музеја у Београду Вељку Џикићу и др Маји Франковић на конструктивним саветима, контактима и послатој литератури;

запосленима у Лабораторији д.о.о. Роберту Цеху и Светомиру Петровићу на техничкој подршци приликом инсталирања *Testo* дата логера за микроклиматски мониторинг и преузимања снимљених података;

економисти Стефану Керановићу на помоћи у аналитичкој обради података у програму *Excel*;

Драгану Јевтићу на конструисању статива за постављање дата логера;

брату Урошу Угриновићу на снимању археолошког локалитета 1а Царске палате Сирмијума дроном;

пријатељима и колегама Аници Радојчић, Маји Василев, Милице Војводић, асист. Ени Такач, асист. Николи Милетићу и доц. др Николи Мацуту;

својој породици, мајци, оцу и брату Николи, на неизмерној подршци свих ових година.

Докторску дисертацију посвећујем свом деди Миролјубу који је напустио овај свет у њеној завршној фази израде.

Александра П. Угриновић
Београд, јануар 2024.

Реализација докторске дисертације започета је у оквиру пројеката „Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“, (43007) који финансира Министарство просвете науке и технолошког развоја Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања (од 2011-2019. године), а завршена у оквиру институционалног модела финансирања истраживача МПНТР којим се остварује општи интерес за Републику Србију у оквиру истраживачке Лабораторије којом руководи проф. др Будимир Судимац на Архитектонском факултету Универзитета у Београду.

Експериментални део истраживања докторске дисертације реализован је кроз пројекат *Испитивање утицаја микроклиматских услова средине на постојаност налаза у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царска палата Сирмијума* који је суфинансиран од стране Министарства културе и информисања Републике Србије. Финансијска средства су добијена на конкурс за финансирање или суфинансирање пројеката из области откривања, прикупљања, истраживања, документовања, проучавања, вредновања, заштите, очувања, представљања, интерпретације, коришћења и управљања непокретним културним наслеђем у 2021. години. Пројекат *Испитивање утицаја микроклиматских услова средине на постојаност налаза у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царска палата Сирмијума*, у данашњој Сремској Митровици, представља мултидисциплинарни приступ истраживања и заснива се на сарадњи Архитектонског факултета Универзитета у Београду, Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици, Републичког Завода за заштиту споменика културе и Лабораторије за испитивање материјала у културном наслеђу при Технолошком факултету Универзитета у Новом Саду. Такође, успостављена је сарадња са Институтом Јевремовац у Београду где су урађена микробиолошка испитивања.

УТИЦАЈ МИКРОКЛИМАТСКИХ ПАРАМЕТАРА НА ОЧУВАЊЕ И ПРЕЗЕНТАЦИЈУ АНТИЧКИХ МОЗАИКА *IN SITU*: УНАПРЕЂЕЊЕ УСЛОВА СРЕДИНЕ У ВИЗИТОРСКОМ ЦЕНТРУ ЦАРСКЕ ПАЛАТЕ У СИРМИЈУМУ

Сажетак

Предмет истраживања докторске дисертације јесте испитивање утицаја микроклиматских услова средине, температуре и релативне влажности ваздуха на механизме детериорације и степен оштећења античких, подних мозаика у циљу формирања оптималног микроклиматског режима за њихову презентацију *in situ*, у затвореном простору, за климатске услове у Србији. Истраживање је иницирано проблемима који су настали наткривањем археолошких локалитета са мозаицима у Србији заштитним структурама при чему су се нагло изменили микроклиматски услови средине, што је изазвало деструктивне промене и оштећења у морфолошкој структури мозаика. Полазећи од чињенице да не постоје стандарди о оптималним микроклиматским параметрима за очување и презентацију мозаика *in situ*, може се установити да је микроклиматски аспект у Србији занемарен приликом пројектовања и реализације ове категорије објеката, о чему сведоче присутни проблеми у пракси. Неуравнотежени микроклиматски услови негативно утичу на постојаност мозаика изазивајући детериорацију и оштећења њихове морфолошке структуре. Из тих разлога мозаици нису презентовани *in situ* већ су прекривени слојем песка како би се заштитили.

Основни циљ истраживања је да се установе оптимални микроклиматски услови за очување и презентацију античких, подних мозаика *in situ* у затвореном простору за климатске услове у Србији као и да се формира процедура долажења до истих. Имајући у виду специфичност сваког локалитета понаособ, а на основу присутних проблема, археолошки локалитет 1а Царска палата у Сирмијуму представља полигон за експериментална истраживања.

Основно истраживачко питање је: „Које су оптималне вредности микроклиматских параметара за презентацију античких мозаика *in situ* у затвореном простору за климатске услове Србије, као и који је поступак долажења до истих?“ Детектовањем узрока и разумевањем самог процеса оштећења мозаика направљен је први корак у истраживању ове проблематике. Применом метода „*Lessons learned*“ – учењем из искуства или по моделу, односно учењем из примера добрих или лоших пракси установљене су предности и недостаци примене затворених заштитних структура за презентацију мозаика *in situ*. На основу класификације и евалуације заштитних структура установљени су главни узрочници детериорације мозаика настали као последице њихових карактеристика чији су утицаји на мозаике испитани у експерименталним истраживањима, хипотетичком и практичном моделу.

Експериментална испитивања утицаја микроклиматских параметара на практичном моделу, у реалном окружењу, на археолошком локалитету 1а Царске палате Сирмијума, обухватају једногодишњи микроклиматски мониторинг, физичка и биолошка испитивања на мозаицима, као и анализу присуства растворљивих соли. Након спроведених испитивања, установљене су узрочно-последичне релације утицаја микроклиматских услова средине температуре и релативне влажности ваздуха на физичке, биолошке и хемијске процесе детериорације мозаика. Упоредном анализом и евалуацијом добијених резултата детектовани су постојећи ризици по очување античких мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума који представљају показатељ неопходности унапређења микроклиматских услова средине.

Експериментална испитивања хипотетичких модела у лабораторијским, контролисаним условима, климатским коморама за старење материјала, реализована су кроз две фазе. У првој фази се на реплике мозаика симулирају годишњи екстреми, максималне и минималне

термохигрометријске вредности измерене у Визиторском центру Царске палате Сирмијума, док се у другој фази симулирају претпостављене оптималне амбијенталне вредности годишњег опсега температуре и релативне влажности ваздуха за очување и презентацију мозаика. На основу индикативних метода и индикатора установљен је степен оштећења реплика мозаика приликом утицаја оба симулирана режима. Упоредном анализом и евалуацијом добијених резултата, установљено је да је узорак мозаика на који је симулиран режим присутан у Визиторском центру Царске палате Сирмијума претрпео веће промене у односу на узорак мозаика на који је симулиран претпостављени оптималнији микроклиматски режим са мањим годишњим термохигрометријским опсегом.

Упоредном анализом резултата експерименталних истраживања *in situ* и у контролисаним, лабораторијским условима, у климатској комори за старење материјала, може се закључити да постојећи микроклиматски услови у Визиторском центру Царске палате Сирмијума нису адекватни за презентацију мозаика *in situ*, односно антички мозаици би били постојанији уколико би се термохигрометријске вредности кретале у опсегу препорученог и симулацијама потврђеног оптималнијег микроклиматског режима. Синтезом претходних сазнања и нових којим се истраживањем дошло, односно на основу “*Lessons learned*” – учења из грешака или по моделу реализованих заштитних структура, резултата испитивања *in situ* и симулација у климатској комори проистекле су препоруке и смернице за унапређење постојећих микроклиматских услова средине у Визиторском центру Царске палате Сирмијума.

Резултати истраживања имају директну практичну примену у Визиторском центру Царске палате Сирмијума у циљу санације постојећих проблема и побољшања микроклиматских услова средине. Највећи допринос истраживања се заснива на формирању методологије, процедуре утврђивања оптималних микроклиматских услова за очување и презентацију античких мозаика *in situ* која је апликативна, применљива и код других археолошких локалитета. Имајући у виду да је микроклиматски аспект запостављен код пројектовања заштитних структура, а представља значајан фактор за очување мозаика, резултати истраживања су указали на неопходност увођења микроклиматског мониторинга у обавезну процедуру приликом наткривања археолошких локалитета са мозаицима, а све у циљу одрживог коришћења и презентације материјалних налаза *in situ*.

Кључне речи: презентација античких мозаика *in situ*, заштитне структуре, микроклиматски параметри, препоруке за унапређење, Царска палата у Сирмијуму

Научна област: Архитектура и урбанизам

УДК: 904:738.5(497.113 Sirmijum)(043.3)

THE INFLUENCE OF MICROCLIMATIC PARAMETERS ON THE PRESERVATION AND PRESENTATION OF ANCIENT MOSAICS *IN SITU*: IMPROVEMENT OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN THE VISITORS' CENTER OF THE SIRMIIUM IMPERIAL PALACE

Abstract

The subject of the research of the doctoral dissertation is the examination of the influence of the microclimatic conditions of the environment, temperature and relative humidity on the mechanisms of deterioration and the degree of damage of ancient floor mosaics in order to form the optimal microclimatic regime for their presentation *in situ*, in a closed space, for the climatic conditions in Serbia. The research was initiated by the problems that originated from the covering of archaeological sites with mosaics in Serbia with protective structures, during which the microclimatic conditions of the environment suddenly changed, which brought about destructive changes and damage in the morphological structure of the mosaics. Based on the fact that there are no standards on optimal microclimatic parameters for the preservation and presentation of mosaics *in situ*, it can be established that the microclimatic aspect in Serbia was neglected during the design and realization of this category of objects, as evidenced by the present problems in practice. Unbalanced microclimatic conditions negatively affect the stability of mosaics, causing deterioration and damage to their morphological structure. As a result, the mosaics were not presented *in situ* but were instead covered with a layer of sand as a protection.

The main goal of the research is to establish the optimal microclimatic conditions for the preservation and presentation of ancient floor mosaics *in situ* in a closed space for the climatic conditions in Serbia, as well as to form a procedure for reaching them. Considering the specificity of each site individually, and based on the present problems, the archaeological site 1a Sirmium Imperial Palace presents a testing ground for experimental research.

The research answers the following question: "What are the optimal values of microclimatic parameters for the presentation of ancient mosaics *in situ* in a closed space for the climatic conditions of Serbia, and what is the procedure for reaching them"? By detecting the cause and understanding the very process of mosaic damage, the first step in the research of these issues was made. By applying the "*Lessons learned*" method - learning from experience or by model, that is, learning from examples of good or bad practices, the advantages and disadvantages of using closed protective structures for the presentation of mosaics *in situ* were established. Based on the classification and evaluation of protective structures, the main causes of mosaic deterioration were detected as a consequence of their characteristics, whose effects on mosaics were examined in experimental research, hypothetical and practical models.

Experimental tests of the influence of microclimatic parameters on a practical model, in a real environment, at the archaeological site 1a Sirmium Imperial Palace include microclimatic monitoring during the course of one year, physical and biological tests on mosaics, as well as analysis of the presence of soluble salts. After the conducted tests, the cause-and-effect relationships of the influence of the microclimatic conditions of the environment, temperature and relative air humidity on the physical, biological and chemical processes of mosaic deterioration were established. Through the comparative analysis and evaluation of the obtained results, existing risks for the preservation of

ancient mosaics in the Visitors' Center of the Sirmium Imperial Palace were detected, which represent the necessity of improving the microclimatic conditions of the environment.

Experimental tests of hypothetical models in controlled, laboratory conditions, in climatic ageing chambers were realized through two phases. In the first phase, the annual extremes, maximum and minimum thermohygrometric values measured in the Visitors' Center of the Sirmium Imperial Palace are simulated on the mosaic replicas, while in the second phase, the assumed optimal ambient values of the annual range of temperature and relative humidity for the preservation and presentation of the mosaic are simulated. Based on indicative methods and indicators, the degree of damage to the mosaic replicas under the influence of both simulated regimes was established. Applying comparative analysis and evaluation of the obtained results, it was demonstrated that the mosaic sample, on which the regime present in the Visitors' Center of the Sirmium Imperial Palace was simulated, underwent greater changes compared to the mosaic sample on which the assumed optimal microclimatic regime with a smaller annual thermohygrometric range was simulated.

Through a comparative analysis of the results of experimental research *in situ* and in controlled, laboratory conditions, in a climatic ageing chamber, it can be concluded that the existing microclimatic conditions in the Visitors' Center of the Sirmium Imperial Palace are not adequate for the presentation of mosaics *in situ*, that is, ancient mosaics would be more stable if thermohygrometric values were within the range of the recommended and more optimal microclimatic regime confirmed by simulations. Recommendations and guidelines for improving the existing microclimatic conditions of the environment in Visitors' Center were derived from the synthesis of previous knowledge and the new one obtained through research, that is, on the basis of "*Lessons learned*" - learning from mistakes or based on the model of realized protective structures, the results of *in situ* tests and simulations in the climatic chamber in the Visitors' Center of the Sirmium Imperial Palace.

The results of the research have a direct practical application in the Visitors' Center of the Sirmium Imperial Palace in order to rehabilitate existing problems and improve the microclimatic conditions of the environment. The greatest contribution of the research is based on the formation of a methodology, a procedure for determining the optimal microclimatic conditions for the preservation and presentation of ancient mosaics *in situ*, which is apt and applicable to other archaeological sites. Bearing in mind that the microclimatic aspect was neglected in the design of protective structures, and that it represents a significant factor for the preservation of mosaics, the results of the research indicated the necessity of introducing microclimatic monitoring into the mandatory procedure when covering archaeological sites with mosaics, all with the aim of sustainable use and presentation of material findings *in situ*.

Key words: presentation of ancient mosaics *in situ*, protective structures, microclimatic parameters, recommendations for improvement, Sirmium Imperial Palace

Scientific field: Architecture and urbanism

UDC: 904:738.5(497.113 Sirmijum)(043.3)

1. УВОД	1
1.1. Уводне напомене о теми истраживања	1
1.2. Проблем и предмет истраживања	1
1.3. Просторни и временски оквир истраживања	3
1.3.1. Просторни оквир истраживања	3
1.3.2. Временски оквир истраживања	3
1.4. Циљеви истраживања	4
1.5. Задаци истраживања	5
1.6. Полазне хипотезе	6
1.7. Научне методе истраживања	7
1.8. Научна оправданост, очекивани резултати и практична примена резултата истраживања	7
1.9. Преглед садржаја дисертације	9

ЦЕЛИНА ПРВА.

Савремени интердисциплинарни оквир презентације античких мозаика *in situ*

2. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ АРХЕОЛОШКИХ ЛОКАЛИТЕТА СА МОЗАИЦИМА	12
2.1. Теоретска упоришта – почеци презентације	12
2.2. Конституисање принципа заштите и презентације	19
2.2.1. Оснивање организација у области заштите	19
2.2.2. Правна заштита – повеље, конвенције и декларације у области заштите	22
2.3. Холистички приступ презентације античких мозаика <i>in situ</i>	30
2.3.1. Музеолошки аспект	31
2.3.2. Социо-културолошки аспект	34
2.3.3. Економски аспект	36

ЦЕЛИНА ДРУГА.

Принципи и технике заштите и презентације античких мозаика *in situ*

3. ТИПОВИ АНТИЧКИХ МОЗАИКА И МЕТОДЕ ЗАШТИТЕ И ОЧУВАЊА	42
3.1. Стратиграфија и типологија античких подних мозаика презентованих <i>in situ</i>	42
3.2. Типови оштећења и методе заштите античких мозаика	48
3.2.1. Узроци и типови оштећења	48
3.2.2. Методе заштите и очувања	58
3.3. Приступ презентације античких мозаика на археолошким локалитетима	65
4. ПРИМЕНА ЗАШТИТНИХ СТРУКТУРА НА АРХЕОЛОШКИМ ЛОКАЛИТЕТИМА У ЦИЉУ ЗАШТИТЕ И ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ АНТИЧКИХ МОЗАИКА	68
4.1. Систематизација заштитних структура	68
4.2. Класификација	76
4.3. Евалуација	85
4.4. Предности примене затворених заштитних структура за климатске услове у Србији	91
5. УТИЦАЈ МИКРОКЛИМАТСКИХ УСЛОВА СРЕДИНЕ НА ОЧУВАЊЕ И ПРЕЗЕНТАЦИЈУ АНТИЧКИХ МОЗАИКА У ВИЗИТОРСКОМ ЦЕНТРУ ЦАРСКЕ ПАЛАТЕ СИРМИЈУМА: СТУДИЈА СЛУЧАЈА	94
5.1. Историјски контекст – архитектонски налази	94
5.2. Примењене методе и технике (ре)конзервације античких подних мозаика	99
5.3. Карактеристике Визиторског центра Царске палате Сирмијума	111
5.4. Промена микроклиматских услова средине	119

ЦЕЛИНА ТРЕЋА.

Утврђивање оптималних микроклиматских услова средине за презентацију мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума: Експериментална истраживања

6. МИКРОКЛИМА И МИКРОКЛИМАТСКИ ПАРАМЕТРИ	123
6.1. Карактеристике климе у Србији.....	124
6.2. Утицај спољних и унутрашњих фактора на формирање микроклиме у објектима	136
6.3. Анализа стандарда о микроклиматским условима за очување музејских збирки	144
7. ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА МИКРОКЛИМАТСКИХ ПАРАМЕТАРА НА МОЗАИК У КЛИМАТСКОЈ КОМОРИ	154
7.1. Дефинисање микроклиматских режима старења реплика мозаика – опис експеримента	154
7.2. Методе и материјали коришћени за испитивање постојаности мозаика приликом симулација Т и RH у климатској комори за старење материјала	162
7.2.1. Визуелно праћење стања површине мозаика дигиталном оптичком микроскопијом	162
7.2.2. Испитивање механичких карактеристика “drill” методом	163
7.2.3. Испитивање текстуралних карактеристика живином порозиметријом	163
7.3. Резултати лабораторијских испитивања утицаја микроклиматских параметара на мозаик	164
7.3.1. Режим 1: Симулација постојећег микроклиматског режима у Визиторском центру Царске палате Сирмијума	164
7.3.2. Режим 2: Симулација претпостављеног оптималног микроклиматског режима за презентацију мозаика	170
7.4. Упоредна анализа остарених узорака мозаика и евалуација добијених резултата	176
8. ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА МИКРОКЛИМАТСКИХ УСЛОВА СРЕДИНЕ НА ПОСТОЈАНОСТ МОЗАИКА У ВИЗИТОРСКОМ ЦЕНТРУ АРХЕОЛОШКОГ ЛОКАЛИТЕТА 1А ЦАРСКЕ ПАЛАТЕ СИРМИЈУМА	179
8.1. Дефинисање параметара – опис експеримента.....	179
8.2. Материјал и методе	187
8.2.1. Микроклиматски мониторинг	187
8.2.2. Праћење равнотежног садржаја влаге и температуре у мозаицима	189
8.2.3. Праћење температуре на површини мозаика.....	190
8.2.4. Статистичка обрада података физичког мониторинга и прорачун изведених параметара	191
8.2.5. <i>In situ</i> оптичка микроскопија мозаика	193
8.2.6. Узимање узорака са мозаика неинвазивним методама адхезивном траком и стерилним брисом.....	193
8.2.7. Аеробиолошко узорковање и одређивање концентрације спора у ваздуху.....	195
8.2.8. Идентификација микромицета	196
8.2.9. Квалитативна анализа присуства растворљивих соли	198
8.3. Резултати реализованих испитивања <i>in situ</i>	199
8.3.1. Микроклима унутар и изван Визиторског центра Царске палате Сирмијума.....	199
8.3.2. Резултати физичких испитивања на мозаицима М23 и М34.....	219
8.3.3. Биолошка колонизација мозаика.....	226
8.3.4. Квантитативна и квалитативна заступљеност пропагула микроорганизама у ваздуху	237
8.3.5. Присуство растворљивих соли	241
8.4. Упоредна анализа и евалуација резултата реализованих испитивања <i>in situ</i>	242
8.4.1. Упоредна анализа резултата микроклиматског мониторинга	242
8.4.2. Упоредна анализа резултата физичких испитивања у мозаицима М23 и М34	251
8.4.3. Упоредна анализа биолошке контаминације мозаика М23 и М34 по сезонама узорковања	254
8.4.4. Упоредна анализа контаминације ваздуха фунгалним пропагулама код мозаика М23 и М34 по сезонама узорковања.....	258
8.4.5. Упоредна анализа присуства растворних соли на мозаицима М23 и М34	262

9. УНАПРЕЂЕЊЕ МИКРОКЛИМАТСКИХ УСЛОВА СРЕДИНЕ – ДИСКУСИЈА	264
9.1. Дискусија резултата симулација у климатској комори.....	264
9.2. Дискусија резултата спроведних испитивања <i>in situ</i>	265
9.3. Упоредна анализа резултата симулација у климатској комори и испитивања <i>in situ</i>	268
9.4. Препоруке за унапређење микроклиматских услова средине у Визиторском центру Царске палате Сирмијума у Сремској Митровици.....	270
10. ЗАКЉУЧЦИ И ПРАВЦИ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА	273
11. ИЗВОРИ И ЛИТЕРАТУРА	275
11.1. Извори.....	275
11.2. Литература	279
12. ПОПИС ПРИЛОГА, ТАБЕЛА, СЛИКА, СКРАЋЕНИЦА, ОЗНАКА И СИМБОЛА	291
12.1. Прилози	291
12.2. Табеле	343
12.3. Слике.....	345
12.4. Скраћенице, ознаке и симболи	356
13. Биографија аутора	357
14. Изјава о ауторству	358
15. Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада	359
16. Изјава о коришћењу	360

1. УВОД

1.1. Уводне напомене о теми истраживања

Постоје многобројна савремена решења у светској пракси где се затечени налази градитељског наслеђа штите и презентују посетиоцима *in situ*. Од 2000. године доношењем Конвенције о културном пределу, коју је Србија ратификовала 2011. године, презентација налаза *in situ* препозната је као потенцијал за развој креативних индустрија и културног туризма. У прилог томе је и чињеница да културно наслеђе заузима значајно место у брендирању градова, али и у њиховим стратегијама као средство за економски раст и развој.

Актуелност презентације налаза, атничких мозаика *in situ*, потврђује велики значај који се придаје преиспитивању постојећих и стварању нових приступа у заштити и управљању наслеђем. То је изазов за многе професије које су укључене у интердисциплинаран и свеобухватан процес, од археолошких истраживања до презентације и отварања локалитета за јавност, а тиме и за архитектонску професију. Иако постоје различити приступи у заштити и презентацији мозаика на археолошким налазиштима наткривање се често примењује.

У Србији од почетка XXI века постоји тренд наткривања археолошких локалитета заштитним структурама. Овај начин заштите је примењен на неолитском локалитету Дреновац код Параћина, на археолошком локалитету Виминацијум код Костолца, затим на археолошким локалитетима са античким мозаицима, на Медијани код Ниша и изнад остатака Царске палате у Сирмијуму, у данашњој Сремској Митровици.¹ Наткривањем локалитета дошло је до нагле промене микроклиматских услова средине. На основу прегледа литературе, али и увида у стање античких мозаика на археолошким локалитетима у Србији, уочене су промене у морфолошкој структури мозаика и његовом изгледу. Услед овакве ситуације, а у циљу спречавања даље девастације, антички мозаици су покривени земљом или песком, при чему презентација истих није остварена. Сходно томе, неопходно је приступити детаљним испитивањима утицаја микроклиматских услова средине на античке мозаике и утврдити механизме детериорације² које узрокују како би се установили оптимални микроклиматски параметри за њихову презентацију *in situ*.

1.2. Проблем и предмет истраживања

Последњих двадесет година у Србији је препознат значај презентације античких мозаика на археолошким локалитетима у циљу отварања локалитета за посетиоце и укључивања у туристичку понуду. Како би се мозаици презентовали посетиоцима *in situ*, а у исто време заштитили од атмосферских утицаја поједини археолошки локалитети су наткривени. Извођењем заштитних структура измењени су микроклиматски услови средине који су изазвали нове проблеме засноване на променама у морфолошкој структури мозаика и њихово оштећење. Да би се ублажило дејство новоформираних микроклиматских услова средине на мозаике, у циљу њихове заштите и спречавања даље девастације прекривени су песком. Иако је извршено наткривање археолошких локалитета заштитним структурама нису се створили адекватни услови да би се мозаици могли изложити и презентовати посетиоцима.

Континуирана презентација античких мозаика *in situ* може се једино остварити у затвореном простору при чему се микроклиматски услови средине могу контролисати, док код шелтера, отворених заштитних структура то није случај. У Србији не постоје стандарди о

¹ Изузето је помињање конструкције изнад Лепенског Вира јер је локалитет дислоциран.

² *Детериорација* (lat. deterioro гори) – погоршање. Милан Вујаклија. *Лексикон страних речи и израза*, (Београд: Просвета, 1996/7), 208.

оптималним микроклиматским условима, односно адекватним вредностима температуре (Т) и релативне влажности ваздуха (RH) за очување и презентацију античких, подних мозаика *in situ* у затвореном простору. За разлику од водећих светских земаља у области заштите наслеђа, на националном нивоу не постоје ни стандарди о микроклиматским условима за очување и презентацију музејских збирки. Од 2001. године је на снази *Стручно упутство о условима и начину чувања и коришћења уметничко-историјских дела*³ Народног музеја у Београду које и поред тога што је непрецизно, а и превазиђено у односу на савремена становишта у превентивној конзервацији, се не поштује. Такође, европски стандард EN 15757: 2010 је у Србији ратификован 2016. године (SRPS EN 15757:2016, идентичан са EN 15757: 2010)⁴ међутим ни он, не дефинише опсеге Т и RH ваздуха у зависности од типа колекције већ представља опште смернице за мониторинг и процену микроклиматских услова средине. Праћење микроклиматских услова средине на археолошким локалитетима наткривеним заштитним структурама у Србији нису уврштена у обавезну процедуру, тако да је овај битан аспект запостављен. Повод за истраживање оптималног микроклиматског режима, односно вредности Т и RH ваздуха за презентацију античких, подних мозаика *in situ* у затвореном простору и поступка долажења до истих је проистекао из претходно наведених проблема на археолошким локалитетима у Србији при чему мозаици нису презентовани посетиоцима.

Предмет истраживања докторске дисертације јесте испитивање утицаја микроклиматских услова средине, Т и RH ваздуха на механизме детериорације и степен оштећења античких, подних мозаика у циљу формирања оптималног микроклиматског режима за њихову презентацију *in situ*, у затвореном простору, за климатске услове у Србији. Имајући у виду да су услови окружења, а и материјали који граде морфолошку структуру мозаика различити, односно јединствени су за сваки локалитет понаособ, на конкретном примеру, у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царске палате Сирмијума, ради се једногодишњи микроклиматски мониторинг Т и RH ваздуха и испитују се њихови утицаји на механизме детериорације античких мозаика. Да би се установили оптимални микроклиматски услови за презентацију мозаика, врше се симулације измерених екстремних вредности Т и RH ваздуха годишњег опсега у Визиторском центру Царске палате Сирмијума и претпостављеног оптималнијег режима са мањим распонем термохигрометријских вредности годишњег опсега у контролисаним, лабораторијским условима, у климатској комори за старење материјала, при чему се прате промене и проверава степен оштећења мозаика који настаје њиховим дејством.

Сходно претходно изнетом, основни проблем истраживања је утврђивање оптималних вредности микроклиматских параметара за презентацију античких мозаика *in situ* у затвореном простору за климатско подручје Србије које архитектонска решења треба да испуне како би се омогућила њихова презентација и успорио процес пропадања. Такође, проблем истраживања се заснива и на дефинисању методологије, процедуре испитивања утицаја микроклиматских параметара на античке мозаике, односно формирање поступка долажења до оптималног микроклиматског режима.

Остали проблеми истраживања су:

- недовољна истраженост утицаја микроклиматских параметара на степен оштећења мозаика,
- недовољна заступљеност истраживања ове тематике у научним круговима,
- недовољна материјална средства за одржавање и омогућавање презентације мозаика на археолошким локалитетима у Србији.

³ Народни музеј Београд, *Стручно упутство о условима и начину чувања и коришћења уметничко-историјских дела*, Београд: 2001.

⁴ EN 15757:2010 – *Conservation of cultural property – Specification for temperature and relative humidity to limit climate-induced mechanical damage in organic hygroscopic materials*, индентичан са ИСС, Институт за стандардизацију Србије. “SRPS EN 15757: 2016 - Конзервација културних добара – Спецификације за температуру и релативну влажност у сврху ограничења климатски изазваних механичких оштећења у органским хигроскопним материјалима.” Београд: Институт за стандардизацију Србије, јун 2016.

1.3. Просторни и временски оквир истраживања

1.3.1. Просторни оквир истраживања

Како је истраживање иницирано уоченим проблемима презентације античких мозаика на археолошким локалитетима у Србији, у циљу проналажења механизма за њихово решавање неопходно је сагледати шире поље и извршити преглед искуства и пракси других земаља. Просторни обухват се мења у зависности од аспекта посматрања презентације мозаика *in situ*. Главни критеријуми за формирање просторног оквира су слични климатски услови са нашим поднебљем, затим сличне културолошке карактеристике и подручје некадашњег римског царства на којима се данас могу наћи тековине античке културе и цивилизације, односно подни мозаици изузетне уметничке вредности и технологије израде. На основу ових критеријума просторни оквир истраживања биће заснован на Србији и земљама у окружењу при чему ће се сагледати искуства развијених средњоевропских земаља и Северне Италије, које имају исте климатске услове као наша земља (умерено-континентални климат), како би се позитивна искуства презентације мозаика *in situ* из иностране праксе применила у Србији. Примери реализованих решења из праксе који нису на подручју просторног обухвата умерено-континенталне климе, а значајно их је анализирати због конструктивног решења, материјализације или неке друге особености, биће уврштени у анализу као специјални случајеви.

1.3.2. Временски оквир истраживања

Временски оквир истраживања обухвата период од доношења Европске конвенције о пределу⁵, од 2000. године до данас. Разлог одабира овог временског оквира је значај доношења Европске конвенције о пределу као полазне тачке у дефинисању културног предела и конституисању холистичког приступа⁶ планирања његовог развоја. Још један разлог за одабир овог временског оквира је чињеница да је највећи број античких мозаика презентован на археолошким локалитетима тек након 2000. године (*Прилог 1*).⁷ Овај податак је у складу са развојем активног приступа заштите археолошких локалитета који се заснива на њиховој презентацији и укључивању у савремени живот грађана кроз коришћење.

⁵СОЕ. European Landscape Convention, <https://rm.coe.int/1680080621>, приступљено 28.4.2020.

⁶ Холистички приступ представља свеобухватан процес при чему се археолошки локалитети не могу разумети, тумачити, а ни адекватно презентовати уколико се не сагледају у односу на целину, у овом случају културно-историјски контекст у коме су настали.

⁷ На обједињеној, интегрисаној шеми (*Прилог 1*) приказан је кроз *time line* историјски развој презентације археолошких локалитета са мозаицима. Идентификоване су кључне тачке које су условиле промене у начину вредновања материјалних тековина прошлости и презентације мозаика (од преношења у музеје, до излагања *in situ* и наткривања заштитним структурама). На шеми је објашњено формирање савременог интердисциплинарног оквира истраживања, холистичког приступа презентације мозаика, кроз допринос ауторитета из различитих области од значаја, делатности организација у области заштите и развоја правне заштите кроз повеље, конвенције и препоруке. Сходно томе, дефинисан је временски оквир истраживања. Обједињена, интегрисана шема је дата у прилозима, али ће се на њене сегменте позивати у тексту током истраживања.

1.4. Циљеви истраживања

Основни циљ истраживања је да се установе оптимални микроклиматски услови за очување и презентацију античких, подних мозаика *in situ* у затвореном простору за климатске услове у Србији као и да се формира процедура⁸ долажења до истих. Археолошки локалитет 1a Царска палата у Сирмијуму је полигон на коме ће се спровести експериментална испитивања утицаја микроклиматских параметара на античке мозаике *in situ* и у лабораторијским контролисаним условима. Синтезом сазнања резултата испитивања *in situ*, затим резултата добијених у лабораторијским контролисаним условима, као и на основу учења по моделу *lessons learned* из примера добре или лоше праксе формирају се препоруке и смернице за унапређење постојећих и постизање оптималнијих микроклиматских услова средине за презентацију античких мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума без бојазни за њихову девастацију. Сходно наведеним разлозима за истраживање проблематике утврђивања оптималних микроклиматских параметара за презентацију античких мозаика *in situ* циљеви истраживања су у складу и на нивоу научног сазнања. Остали циљеви овог истраживања су:

- Указивање на сложеност процеса конзервације и презентације античких мозаика на археолошким локалитетима и неопходност сарадње стручњака различитих дисциплина.
- Теоријско-апликативни у смислу извршења аналитичке дескрипције различитих приступа презентације мозаика на археолошким локалитетима у домаћој и иностраној пракси заштите и примена добрих искустава у Србији.
- Индентификовање предности и недостатака примене различитих типова заштитних структура за презентацију античких мозаика *in situ*.
- Проширивање сазнања о узрочницима, механизмима детериорације и оштећењима античких, подних мозаика презентованих *in situ*.
- Увид у постојаност материјала коришћених за реконзервацију мозаика у реалним условима експлоатације, на основу чега би се могле донети одлуке о начину даље заштите и презентације мозаика.
- Формирање препорука и смерница за унапређење постојећих и постизање оптималних микроклиматских услова средине за презентацију античких мозаика *in situ* без бојазни за њихову девастацију.
- Указивање на неопходност увођења микроклиматског мониторинга у обавезну процедуру приликом коришћења заштитних структура на археолошким локалитетима са мозаицима.
- Подизање свести о значају очувања и презентације античких мозаика *in situ*.

⁸ Процедура (lat. *procedura*) начин рада, начин поступања, поступак. Милан Вујаклија. *Лексикон страних речи и израза*, (Београд: Просвета, 1996/7), стр. 736.

1.5. Задаци истраживања

У складу са уоченим проблемима презентације античких мозаика на археолошким локалитетима у Србији и на основу дефинисаних циљева научног истраживања, задаци истраживања су:

- Дефинисање савременог, интердисциплинарног оквира презентације античких мозаика *in situ* и позиционирање теме истраживања у поље архитектуре и урбанизма.
- Систематизација претходних сазнања о античким мозаицима, узроцима, механизмима и типовима оштећења, методама заштите и очувања.
- Систематизација заштитних структура на археолошким локалитетима са мозаицима за анализу, класификацију и евалуацију сходно дефинисаном просторном и временском оквиру од интереса.
- Утврђивање предности и недостатака примене заштитних структура на археолошким локалитетима са мозаицима кроз њихову класификацију и евалуацију сходно својим карактеристикама и факторима детериорације мозаика које су иницирале.
- Идентификација кључних фактора детериорације мозаика насталих као последица карактеристика заштитних структура.
- Дефинисање микроклиме и микроклиматских параметара као полазне основе за експериментална испитивања и анализа актуелних стандарда о оптималним микроклиматским условима за постојаност музејских збирки са фокусом на подне мозаике.
- Формирање процедуре утврђивања оптималних микроклиматских услова средине за очување и презентацију античких, подних мозаика у затвореном простору *in situ*, засноване на хипотетичким и практичним моделима.
- Експериментално утврђивање постојећих микроклиматских услова средине на конкретном локалитету, практичном моделу, у Визиторском центру Царске палате Сирмијума и њиховог утицаја на мозаике кроз физичка испитивања, биолошка испитивања и анализу присуства растворних соли.
- Процена степена оштећења реплика мозаика индикативним методама (дигиталном оптичком микроскопијом, *drill* методом, живином порозиметријом) услед експерименталног испитивања хипотетичких модела, симулирања микроклиматских параметара Т и RH ваздуха у климатској комори за вештачко старење материјала.
- Утврђивање оптималнијег микроклиматског режима за презентацију мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума на основу упоредне анализе резултата експерименталних испитивања *in situ* и симулација у климатској комори.
- Дефинисање препорука за унапређење постојећих и постизање оптималнијих микроклиматских услова средине за презентацију античких мозаика у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царске палате Сирмијума.

1.6. Полазне хипотезе

У складу са изнетим проблемима и циљевима истраживања дефинисане су полазне хипотезе. Ово истраживање полази од опште хипотезе која гласи да је сходно климатским условима Србије, а у циљу омогућавања континуиране презентације и очувања античких мозаика *in situ* најадекватније применити затворене заштитне структуре које имају функцију објекта са музеолошком поставком при чему се микроклиматски услови средине могу контролисати. Међутим, искуствено се показало да формирањем затворених заштитних структура изнад археолошких локалитета са мозаицима долази до нагле промене микроклиматских услова средине и на основу тога произилазе следеће посебне хипотезе:

- *Влага и температурне осцилације су кључни фактори детериорације морфолошке структуре, односно стратиграфије мозаика презентованих in situ у затвореном простору.*

Прва хипотеза се односи на утврђивање узрочно-последичне везе утицаја релативне влажности ваздуха (RH) и температуре (T) на античке подне мозаике и механизме детериорације/оштећења које исти изазивају. Ова хипотеза испитаће се у другој целини дисертације кроз анализу литературе и на основу класификације и евалуације примера из праксе, док ће се у трећој целини проверити кроз практични модел који обухвата експериментална испитивања *in situ*, у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царске палате Сирмијума и кроз хипотетичке моделе засноване на симулацијама микроклиматских параметара (T и RH ваздуха) на реплике мозаика у контролисаним лабораторијским условима, у климатској комори за старење материјала.

- *Упоредном анализом експерименталних хипотетичких и практичних модела може се установити оптимални микроклиматски режим за презентацију античких мозаика in situ у затвореном простору за климатско подручје Србије.*

Ова тврдња се односи на формирање методологије утврђивања и долажења до оптималног микроклиматског режима за презентацију античких мозаика *in situ* у затвореном простору за климатско подручје Србије на основу експерименталних истраживања хипотетичких и практичних модела. Хипотетички модел представља процедуру испитивања утицаја микроклиматских режима на реплике мозаика у контролисаним, лабораторијским условима, климатским коморама за старење материјала, док практични модел обухвата поступак који се састоји из метода испитивања *in situ*, на археолошким локалитетима са мозаицима. Друга хипотеза доказиваће се у трећој целини дисертације кроз експериментална истраживања.

- *Препоруке и смернице за унапређење постојећих микроклиматских услова средине и формирање оптималног микроклиматског режима за презентацију мозаика in situ настају у корелацији учења из грешака (“lessons learned”) реализованих заштитних структура, резултата експерименталних испитивања in situ и симулација амбијенталних услова у климатској комори за старење материјала.*

Трећа хипотеза проистекла је на основу синтезе резултата истраживања у другој и трећој целини дисертације. Ова хипотеза биће испитана у трећем делу рада кроз дискусију која се базира на односу између критичког става формираног у другом делу рада и резултата експерименталних истраживања у трећем делу рада заснованих на утврђивању оптималних вредности микроклиматских параметара за презентацију мозаика *in situ* и процедуре долажења до истих.

1.7. Научне методе истраживања

За истраживање у оквиру овог рада, који се односи на испитивање и утврђивање оптималних микроклиматских параметара за презентацију мозаика у затвореном простору на археолошким локалитетима за климатске услове Србије, а у циљу провере научне заснованости постављених хипотеза, користиће се следеће методе истраживања:

- Анализа претходних истраживања у овој области и систематизација података на основу којих је разрађен систем хипотеза.
- Метод посматрања на терену у циљу стицања реалне слике о предностима и недостацима презентације мозаика у затвореном простору на археолошким локалитетима у Србији и региону и уочавање проблема.
- Метод “*Lessons learned*” - учење из искуства или по моделу, односно учење из примера добрих или лоших пракси на основу којег се уочавају предности и недостаци примене затворених заштитних структура за презентацију мозаика *in situ*, односно могу се детектовати проблеми који настају затварањем археолошких локалитета, али и начини како се исти могу ублажити.
- Експериментална испитивања хипотетичких модела у лабораторијским, контролисаним условима, климатским коморама за старење материјала. Испитивања се заснивају на симулацијама измерених екстремних вредности Т и RH ваздуха годишњег опсега у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царске палате Сирмијума и претпостављеног оптимланијег режима са мањим распоном термохигрометријских вредности годишњег опсега, при чему се прате промене и врши процена степена оштећења на репликама мозаика која настају њиховим дејством индикативним методама (оптичком микроскопијом, живином порозиметријом, *drill* методом).
- Експериментална испитивања утицаја микроклиматских параметра на практичном моделу, у реалном окружењу, на археолошком локалитету 1а Царске палате Сирмијума. Испитивања *in situ* обухватају једногодишњи микроклиматски мониторинг, физичка и биолошка испитивања на мозаицима, као и анализу присуства растворљивих соли.
- Упоредна анализа резултата експерименталних хипотетичких и практичног модела.
- Метод индукције – метод закључивања из појединих чињеница о општем сазнању.
- Синтеза сазнања тј. сумирање и интерпретација претходних сазнања и нових резултата до којих се истраживањем дошло.

1.7. Научна оправданост, очекивани резултати и практична примена резултата истраживања

Истраживање оптималних вредности микроклиматских параметара за презентацију мозаика *in situ* у затвореном простору је научно и друштвено оправдано, имајући у виду да је микроклиматски аспект запостављен приликом пројектовања и коришћења заштитних структура, а представља значајан фактор за очување и постојаност мозаика. Тема је актуелна и са теоријског и са практичног становишта, а захваљујући резултатима истраживања омогући

ће се проширивање сазнања из ове области научној и стручној јавности. Научна оправданост овог истраживања се заснива на чињеници да до сада у Србији на овај начин нису рађена експериментална испитивања оптималних вредности микроклиматских параметара за презентацију мозаика у затвореном простору на археолошким локалитетима. Актуелност теме се заснива и на потребама очувања постојаности мозаика презентованог *in situ* поготово у времену када материјални остаци прошлости представљају културно-туристичке производе и локалне специфичности места. Имајући у виду да је тема актуелна и са теоријског и са практичног становишта, а захваљујући резултатима истраживања омогући ће се проширивање сазнања из ове области научној и стручној јавности.

Научни допринос и очекивани резултати истраживања су следећи:

- Идентификовање предности и недостатака примене заштитних структура изнад археолошких локалитета са мозаицима сходно својим карактеристикама/перформансама које утичу на формирање унутрашње микроклиме.
- Уочавање и објашњење механизма детериорације и оштећења мозаика која настају услед неуравнотежених вредности микроклиматских параметара температуре и релативне влажности ваздуха.
- Формирање методологије долажења до оптималних микроклиматски услова за очување и презентацију мозаика *in situ*.
- Успостављање методологије за испитивање утицаја микроклиматских параметара на мозаик у контролисаним, лабораторијским условима и *in situ*, на конкретном локалитету.
- Утврђивање оптималних микроклиматских параметара T и RH ваздуха за презентацију античких, подних мозаика *in situ* у затвореном простору за климатске услове Србије.
- Формирање препорука и смерница за унапређење постојећих вредности микроклиматских параметара применом одређених корективних мера у циљу очувања и презентације мозаика у затвореном простору на археолошком локалитету 1a Царска палата Сирмијума.
- Могућност коришћења резултата микроклиматских испитивања спроведених у Визиторском центру Царске палате Сирмијума од стране надлежних институција у циљу санације постојећих проблема и побољшања микроклиматских услова средине за очување и презентацију мозаика.
- Усклађивње принципа заштите и презентације античких мозаика *in situ* са новим сазнањима којима се истраживањем дошло.
- Могућност имплементације коришћене методологије за испитивање утицаја микроклиматских параметара на мозаик и поступка долажења до оптималних микроклиматских услова за очување и презентацију мозаика *in situ* и на другим археолошким локалитетима у Србији.
- Указивање на неопходност увођења микроклиматског мониторинга у обавезну процедуру код заштитних структура на археолошким локалитетима са античким мозаицима у Србији.
- Примена стечених знања у областима архитектонског пројектовања, архитектонских технологија, превентивне заштите и презентације античких мозаика на археолошким локалитетима у Србији.

Резултати истраживања се могу користити као полазна основа за формирање норми о оптималним вредностима микроклиматских параметара за презентацију мозаика *in situ* у затвореном простору како приликом унапређења постојећих услова, тако и приликом пројектовања и извођења нових решења на археолошким локалитетима у циљу заштите и презентације античких мозаика од девастације.

1.8. Преглед садржаја дисертације

Докторску дисертацију чине три целине. Подела на целине је извршена сходно примењеним методама истраживања у свакој од њих. У првој целини ***Савремени интердисциплинарни оквир презентације археолошких локалитета са мозаицима*** је дефинисан теоретски оквир истраживања кроз анализу историјских докумената. У другој целини ***Принципи и технике заштите и презентације античких мозаика in situ*** коришћен је индукциони метод истраживања, док је у трећој целини ***Утврђивање оптималних микроклиматских услова средине за презентацију мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума: Експериментална истраживања*** примењен експериментални метод.

Истраживање је предвиђено да се реализује у фазама при чему свака фаза одговара једном поглављу у дисертацији. Рад се састоји од десет главних поглавља: *Увод, Историјски развој презентације археолошких локалитета са мозаицима, Типови античких мозаика и методе заштите и очувања, Примена заштитних структура на археолошким локалитетима у циљу заштите и презентације античких мозаика, Утицај микроклиматских услова средине на очување и презентацију античких мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума: студија случаја, Микроклима и микроклиматски параметри, Испитивање утицаја микроклиматских параметара на мозаик у климатској комори, Испитивање утицаја микроклиматских услова средине на постојаност мозаика у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царске палате Сирмијума, Унапређење микроклиматских услова средине – дискусија, Закључци и правци даљих истраживања.*

У ***Уводу*** се објашњава тема, предмет и проблем истраживања, дефинише се просторни и временски оквир истраживања, формирају се циљеви, задаци, полазне хипотезе, научне методе истраживања, дискутује се о научној оправданости и очекиваним резултатима истраживања.

У другом поглављу – ***Историјски развој презентације археолошких локалитета са мозаицима*** – кроз преглед литературе прати се историјски развој презентације археолошких локалитета са мозаицима. Детектују се њени почаци као и догађаји који су је иницирали. Вишеструки значај и бенефити презентације античких мозаика *in situ* образложени су са музеолошког, социолошког и економског аспекта.

Треће поглавље – ***Типови античких мозаика и методе заштите и очувања*** – испитује проблематику заштите и презентације античких мозаика на археолошким локалитетима. Анализирају се узроци и типови оштећења мозаика, затим методе заштите и очувања, као и могући приступи презентације античких мозаика *in situ*.

У четвртом поглављу – ***Примена заштитних структура на археолошким локалитетима у циљу заштите и презентације античких мозаика*** – врши се класификација претходно систематизованих и одабраних заштитних структура на основу својих карактеристика и присутних фактора детериорације мозаика насталих њиховим постављањем. Затим се евалуирају узрочно-последичне релације карактеристика заштитних структура и фактора детериорације мозаика које су исте иницирале. Евалуацијом се утврђују најприсутнији фактори детериорације мозаика узроковани карактеристикама заштитних структура и установљава који је тип наткривања археолошких локалитета са мозаицима најадекватнији за климатске услове у Србији. На тај начин се применом методологије „*lessons learned*” учењем по моделу или из грешака реализованих заштитних структура у домаћој и иностраној пракси могу проширити знања у циљу санирања и унапређења постојећих решења, али такође и избећи понављање истих грешака приликом пројектовања нових заштитних структура.

Пето поглавље – ***Утицај микроклиматских услова средине на очување и презентацију античких мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума: студија случаја*** – се заснива на студији случаја Визиторског центра изграђеног на археолошком локалитету 1а Царске палате Сирмијума у циљу презентације античких подних мозаика и архитектонских

остатака *in situ*. Студија случаја обухвата анализу историјског контекста налазишта, примењене методе и технике конзервације и реконзервације аничких подних мозаика, затим анализу карактеристика Визиторског центра Царске палате Сирмијума према утврђеним критеријумима у претходном поглављу и идентификовање узрочно-последичних релација између карактеристика Визиторског центра и формирања нестабилних микроклиматских услова средине.

Шесто поглавље – **Микроклима и микроклиматски параметри** – представља теоријски оквир и полазну основу за експериментална испитивања. У овом поглављу се врши анализа карактеристика климе у Србији са посебним фокусом на локалне карактеристике климе у Сремској Митровици, затим се објашњавају фактори који утичу на формирање микроклиме у објектима и дефинишу микроклиматски параметри чији се утицаји на мозаик испитују. На крају се врши анализа актуелних препорука и стандарда водећих организација и европских земаља у очувању наслеђа о оптималним микроклиматским условима за постојаност музејских збирки са фокусом на подне мозаике.

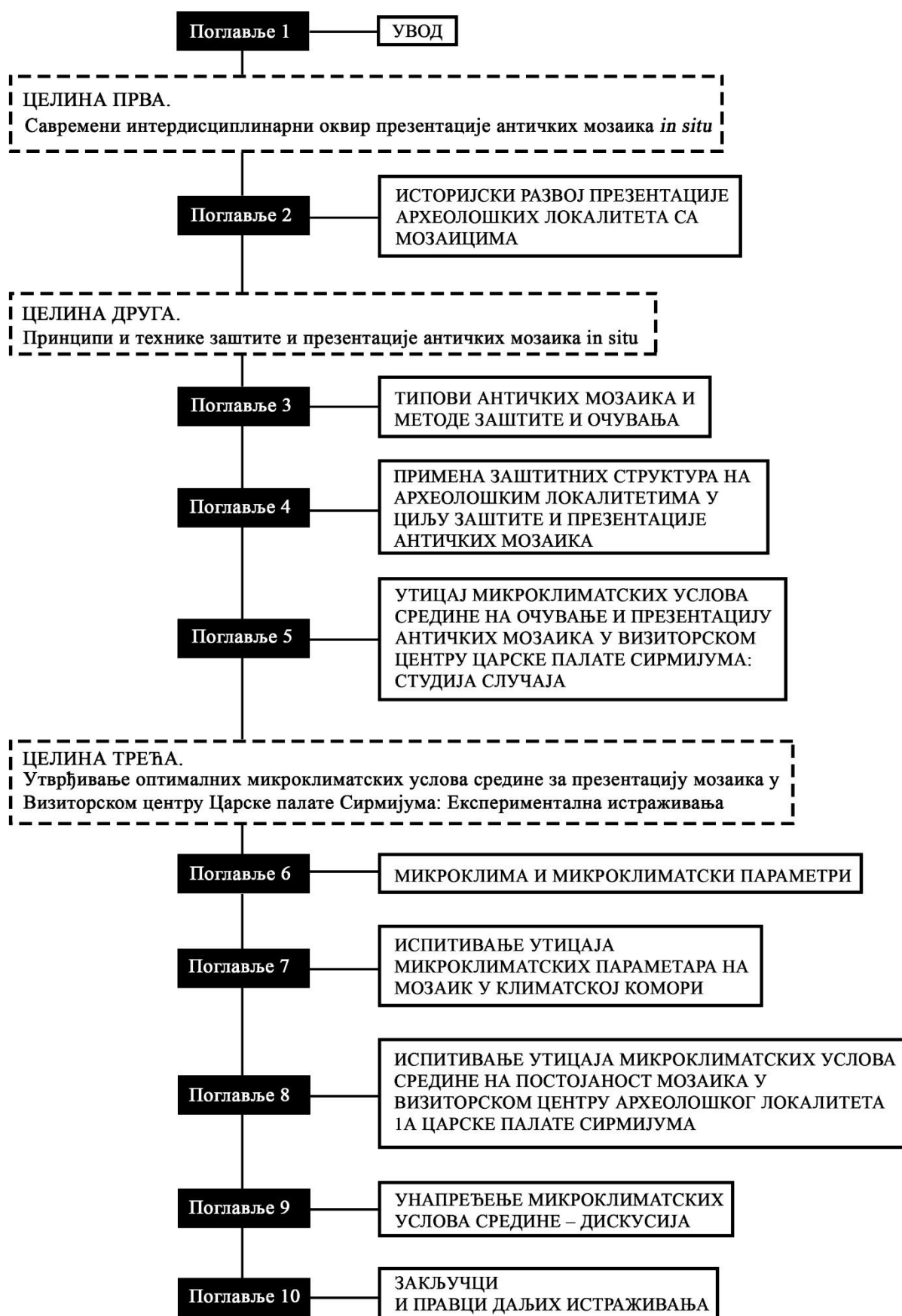
Седмо поглавље – **Испитивање утицаја микроклиматских параметара на мозаик у климатској комори** – обухвата експериментална, лабораторијска испитивања, симулације микроклиматских параметара температуре и релативне влажности ваздуха на реплике мозаика у климатској комори за вештачко старење материјала. Експеримент у лабораторијским условима се реализује кроз две фазе испитивања. У првој фази се на реплике мозаика симулирају годишњи екстреми, максималне и минималне термохигрометријске вредности измерене у Визиторском центру Царске палате Сирмијума, док се у другој фази симулирају претпостављене оптималне амбијенталне вредности годишњег опсега T и RH ваздуха за очување и презентацију мозаика. На основу индикатора установљен је степен оштећења реплика мозаика приликом утицаја оба симулирана режима. Упоредном анализом и евалуацијом добијених резултата, установљено је да је оптималнији микроклиматски режим за очување и презентацију мозаика *in situ* онај који је изазвао мањи степен промене реплика мозаика.

У осмом поглављу – **Испитивање утицаја микроклиматских услова средине на постојаност античких мозаика у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царске палате Сирмијума** – како би се установили микроклиматски услови средине и испитали утицаји на античке мозаике врше се експериментална испитивања: једногодишњи микроклиматски мониторинг изван и унутар Визиторског центра Царске палате Сирмијума, затим физичка, биолошка испитивања и анализа присуства растворних соли на мозаицима у просторији 23 и 34. Након спроведених испитивања, уочена је узрочно-последична веза утицаја микроклиматских параметара T и RH ваздуха и физичких, биолошких и хемијских процеса детериорације мозаика. Упоредном анализом и евалуацијом добијених резултата установљени су постојећи ризици по очување античких мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума који представљају показатељ неопходности унапређења микроклиматских услова средине.

Девето поглавље – **Унапређење микроклиматских услова средине – дискусија** – се заснива на дискусији резултата симулација у климатској комори, затим на дискусији резултата истраживања спроведених у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царске палате Сирмијума као и на њиховој упоредној анализи. У овом поглављу се на основу резултата експерименталних истраживања, установљеног оптималнијег годишњег опсега термохигрометријских вредности за презентацију античких мозаика и дијагностикованих ризика по њихово очување у Визиторском центру Царске палате Сирмијума услед нестабилних микроклиматских услова средине дискутује о препорукама за унапређење постојећег микроклиматског режима.

У десетом поглављу – **Закључци и правци даљих истраживања** – приказују се резултати истраживања у претходним фазама, проверава се оствареност постављених циљева и хипотеза, образлаже се применљивост постигнутих резултата и указује се на могуће правце даљих истраживања.

Визуелни приказ, шема истраживања, дата је на *Слика 1*.



Слика 1. Визуелни приказ - шема истраживања, (Извор: Аутор).

2. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ АРХЕОЛОШКИХ ЛОКАЛИТЕТА СА МОЗАИЦИМА

Прва целини рада има за циљ да се формира оквир истраживања, односно да се дефинише начин сагледавања презентације археолошких локалитета са мозаицима у контексту XXI века. Кроз историјски развој установиће се и мапирати кључни тренуци за презентацију археолошких локалитета, од дислоцирања налаза са места где су нађени до презентације *in situ*. У првом делу овог поглавља истражују се корени, почеци презентације археолошких локалитета, као и догађаји који су је иницирали. Такође, анализирају се теоријска упоришта ауторитета сродних дисциплина чије су теоретске поставке утицале на промене у промишљању начина презентације и на чијим су становиштима конституисани принципи заштите у XX веку. Сходно томе, у другом делу овог поглавља врши се анализа повеља, конвенција и препорука при чему се прати у ком се смеру развија мисао о очувању и презентацији материјалних тековина прошлости са фокусом на археолошке локалитете. Трећи део овог поглавља проистекао је из претходна два и представља ново виђење презентације археолошких локалитета као музеја *in situ*. Очување археолошких локалитета уључивањем у савремени живот грађана кроз коришћење и презентацију захтева примену мултидисциплинарног, холистичког приступа. Сходно томе, ново виђење презентације археолошких локалитета сагледаће се са музеолошког, економског и социолошког аспекта. Сва три аспекта са којих се посматра презентација археолошких локалитета, иако ће се анализирати сваки понаособ, нису међусобно искључива, већ напротив, прожимају се и зависе један од другог. На крају ће се установи улога архитекте и његово поље деловања у свеобухватном процесу заштите и презентације налаза *in situ* и позиционираће се тема у област архитектуре и урбанизма.

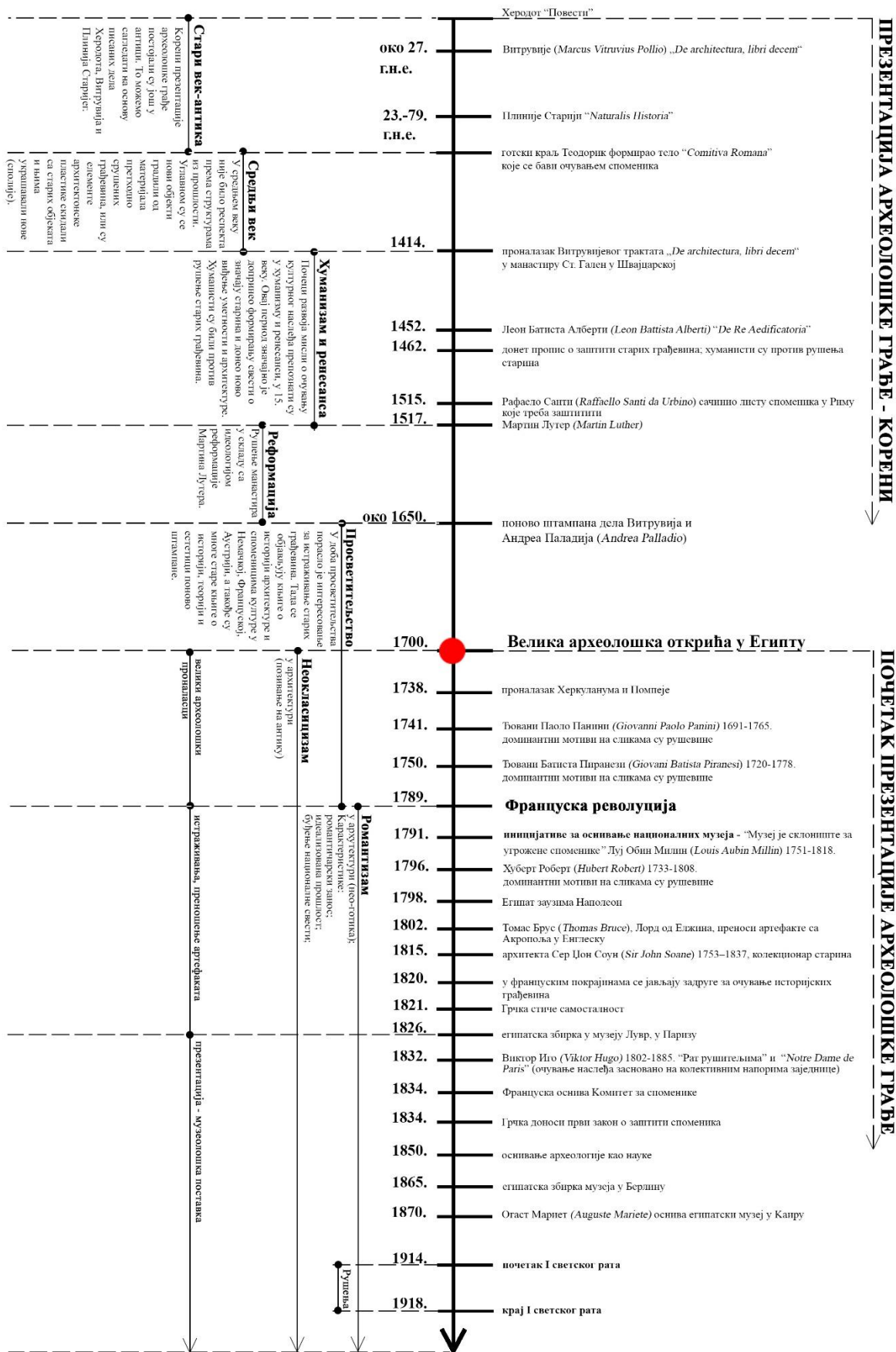
2.1. Теоретска упоришта – почеци презентације

Развој презентације археолошких локалитета пратиће се од почетка XX века, односно од тренутка конституисања принципа заштите кроз повеље, конвенције и препоруке. Међутим, формирању регулативе у погледу очувања и презентације археолошких налаза претходио је низ догађаја који су извршили утицај и допринели да до њеног настанка дође.

Истражујући корене презентације остатака материјалне културе установљено је да је постојала у знацима и пре него што су налази формално презентовани посетиоцима (*Слика 2*). Почeci презентације наслеђа су у нераскидивој вези са развојем друштвене свести о његовим вредностима, као сведочанства прошлог времена, догађаја и збивања. Презентација наслеђа настаје управо онда када друштво почиње да увиђа његову важност и значај. Не јавља се свуда истовремено и не траје у континуитету. Историјски ток развоја презентације наслеђа је једна крива која осцилира током времена. Многи догађаји из историје, окупације, живот под влашћу непријатеља су разлози прекида, запостављања материјалног, али и нематеријалног наслеђа, традиције, услед забране истицања националне или верске припадности. Споменици који су евоцирали сећања на догађаје из прошлости, места страдања и голготе, рушени су како би се избрисали из сећања (*damnatio memoriae*). У складу са тим презентација наслеђа представља једно велико културнолошко питање, које је условљено и зависи од различитих фактора (друштвених, политичких, економских). Данас као и некада, различита друштва другачије вреднују и придају значај наслеђу.

ПРИЛОГ 1.1.

РАЗВОЈ ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ АРХЕОЛОШКЕ ГРАЂЕ



Слика 2. Развој презентације археолошке грађе – корени и почеци презентације, (Извор: Аутор).

Ако се говори глобално о почецима презентације старина може се установити да се веома рано јавила свест о потреби очувања. Још су у антици историчари попут Херодота, Плинија и Витрувија увидели значај старих грађевина и писали о њима.⁹ У средњем веку готски краљ Теодорик је доласком у Рим 500. године формирао тело “*Comitiva Romana*” које је имало за циљ да се брине о очувању јавних споменика. Иако је примарни циљ уредбе био да се античке грађевине очувају, што је у већој или мањој мери остварено, било је доста злоупотреба. Средњовековно градитељство се заснивало на градњи нових објеката од материјала претходно срушених, или су се елементи архитектонске пластике и декорације са античких грађевина инкорпорирани у нове, средњовековне грађевине. Ова пракса се може двојачко тумачити, као начин уништавања античких тековина или као тежња да се поновном употребом елемената са античких грађевина, односно сполијама, продужи и очува античка култура и традиција.¹⁰ Имајући све то у виду може се закључити да и поред уредби у средњем веку није било респекта према грађевинама из прошлости и њиховом очувању.

У XV веку, са хуманизмом и ренесансом, покретом обнове античке културе и традиције, направљени су први значајни помаци и препознати почеци развоја мисли о очувању грађевина претходних периода. Томе је допринео проналазак Витрувијевог трактата Десет књига о архитектури (“*De architectura, libri decem*”). Хуманисти су били против рушења старих грађевина. Покрет хуманизам и ренесанса допринео је формирању новог виђења уметности и архитектуре кроз обнову античке традиције и на тај начин извршио утицај на идеју презентације остатака грађевина из прошлости која ће касније уследити. Значајне личности овог периода које су истраживале старине и дале допринос развоју свести о значају очувања наслеђа су Леон Батиста Алберти (*Leon Battista Alberti*) и Рафаело Санти (*Raffaello Santi da Urbino*).¹¹ Рафаело Санти је начинио листу споменика у Риму које треба заштитити. Тада је донет први пропис о заштити старих грађевина. Идеја о очувању културног наслеђа је потекла из Италије, али се полако пренела у Енглеску, Француску и Немачку.¹²

На основу историјског развоја мисли о очувању и презентацији археолошке грађе може се установити да су културна и друштвена дешавања у великој мери условила начине презентације истих. Велика археолошка открића до тада непознатих локалитета у Египту, Грчкој, проналазак Херкуланеума и Помпеје у Италији, затим археолошка истраживања која су спроведена у Риму и околини током XVIII века представљају велику прекретницу у начину промишљања и вредновања архитектонских остатака пређашњих епоха.¹³ Моменат открића материјалних остатака и њихово дислоцирање са места на коме су настали може се сматрати преломном тачком у историји за почетак презентације археолошких артефаката и локалитета. Са многих налазишта у свету колонијалне силе су током XIX века преносиле оригиналне артефакте у своје земље како би их презентовали јавности и на тај начин, кроз поседовање тековина других култура и цивилизација приказали своју моћ и доминацију у свету. Бројни су примери где колекције европских музеја чине артефакти древних цивилизација.¹⁴ Рушевине и

⁹ Светислав Вученовић, Урбана и архитектонска конзервација (Горњи Милановац: Друштво конзерватора Србије, 2004), стр. 41.

¹⁰ Колосеум је пример који то илуструје. Велика количина камених блокова са Колосеума је коришћена за изградњу сакралних и јавних грађевина у средњем веку. Видети више у: *Исто*, стр. 41.

¹¹ *Исто*, стр. 42.

¹² Марко Николић, „Историјски преглед водећих личности, идеја и теоријских дела у области заштите културног наслеђа у 18. и 19. века,“ у: *Модерна конзервација*, бр. 3, 2015, стр. 37.

¹³ Марко Николић, *Исто*, стр. 39.

¹⁴ Један од примера који илуструје ову појаву јесте преношење архитектонске пластике, делова фриза и метопа са Паргенона у Велику Британију почетком XIX века, у периоду када је Грчка била под турском окупацијом. Артефакти са Паргенона су по наредби британског амбасадора у Османском царству Лорда од Елжина Томаса Бруса (*Thomas Bruce*) пренети са Акропоља у Велику Британију 1802. године. Данас се презентују у Британском музеју у Лондону и поред вишедеценијског инсистирања грчке владе да се врате на изворну локацију. Видети више у: Mari Lending, “Negotiating absence: Bernard Tschumi's new Acropolis Museum in Athens,“ *The Journal of Architecture*, 14:5, 2009, 568, DOI: 10.1080/13602360903119363; Такође, египатска збирка постоји као део сталне поставке у Лувру, у Паризу и у музејима у Берлину. Поред тога, да се приметити да су египатски обелиски присутни на многим трговима европских градова. Видети више у: Слободан Ненадовић, “Пресељавање

елементи античке архитектуре, пре свега архитектонска пластика, добијају на вредности и значају. Потврда велике потражње за античким наслеђем је отварање великог броја приватних колекција и антикварница.¹⁵

Претходно наведени примери указују да је период XVIII и почетак XIX века обележило изграђивање идентитета европске уметности и културе на тековинама древних цивилизација, а пре свега на античкој култури. Ауторитети на чијим теоријским становиштима су конституисани принципи заштите приказани су на **Слика 3**. Велики допринос у изучавању античке архитектуре остварио је Јохан Јоахим Винкелман (*Johann Jachim Winckelmann*). Проучавао је три статуе које су пронађене приликом ископавања Херкуланума. Написао је књигу “Историја уметности старог века” (*The history of Ancient art*) 1764. године и дефинисао је критеријуме на основу којих се врши валоризација артефакта као уметничких дела.¹⁶ Јоахим Винкелман је својим радом и стваралаштвом извршио велики утицај на формирање историје уметности и археологије као научне дисциплине.

ПРИЛОГ 1.2.1. **Јохан Јоахим Винкелман (*Johann Joachim Winckelmann*) 1717-1768.**
“Историја античке уметности”

Луј Објан Милин (*Louis Aubin Millin*) 1751-1818.
археолог и историчар
утемељио класификацију старина на покретно и непокретно наслеђе

Антоан Кризоном Кватремер де Квинси (*Antoine Chrysostome Quatremere de Quincy*) 1755-1845.
Дефинисао појам руине:
Према њему руина је споменик у стању пропадања или у уништењу тек прети. Када је неки објект девастиран, односно када је процес пропадања завршен онда се употребљава појам руине, у множини (*Quatremere de Quincy*, у Марко Шпикић, 2006:80); Против се отимају уметнина из њиховог изворног контекста; Осудио је Наполеоново пустошење италијанских збирки; Утицао на промену става о присвајању и преносању уметнина;

Франсоа-Рене де Шатобријан (*François-René de Chateaubriand*) 1768-1848.
- Разликује две врсте руина (*Chateaubriand*, у Марко Шпикић, 2006: 40) оне које ствара време и оне које настају под утицајем деловања људи. Ако их посматрамо видећемо да уништавање наслеђа људским деловањем је агресивније него пропадање истог током времена. Из тога се може закључити да време постепено изједа, а људи руше.

Жан-Батист Ласус (*Jean-Baptiste Lassus*) 1807-1857.
Дефинише појам археологије као истраживање нечега покопаног; Археологија је према њему сазнавање унутрашњег живота старине;

Проспер Мериме (*Prosper Merime*) 1803-1870.
„Они који реставрирају споменике могу да буду исто тако опасни као и они који их руше.“

Виол ле Дик (*Violo le Dik*) 1814-1879.
„Речник француске архитектуре од 11-16. столећа“

Џон Раскин (*John Ruskin*) 1819-1900.
„Седам светиљки архитектуре“
Раскинова теорија се заснива на ставовима:
- Сачувати споменик као историјски документ
- Највећа вредност историјских грађевина њихова древност, која мора бити сачувана у хронолошкој и стилској аутентичности
- Применити поступак конзервације споменика у рушевинима и препустити мапш посматрача да их надграђује (Вученовић, С. (2004), 43)

Камило Боито (*Camillo Boito*) 1836-1914.
„Практична питања уметности“
- „Када се надокнађују уништени или јако руинирани елементи, њихове замене треба да буду урађене према изворним формама, у материјалу који се разликује од старог, или ознакама датума реставрације. На археолошким споменицима нове блокове у зидовима оставити у рудименталним облицима који се јасно разликују од изворног опуса.“ (Вученовић, С. 2004, 45)

Camillo Boito уводи појам предела при чему наглашава значај укључивања споменика у савремени живот применом начина који не би деградирало његова споменичка својства. Конститутивне темеље презентације *in situ* при чему сматра да су споменици, неодвојиви делови средине у којој су настали.

Алојз Ригл (*Alois Riegl*) 1858-1905.
“Савремени култ споменика и његово стварање”
Уводи нове критеријуме за валоризацију, вредновање својства које споменик поседује.
Подело их је на: 1. меморијалну вредност - под којом подразумева старост споменика, историјски значај и његову намену
2. данашњу вредност - под којом подразумева употребљивост споменика, уметничку вредност, допринос и релативну уметничку вредност

Макс Дворжак (*Max Dvorak*) 1874-1921.
„Катекизам заштите споменика“
- „Код рушевина треба посебно pazити да се не разара рушевинама својствен чар“
- „У великим градовима који се преобликују и где је у питању читав њихов будући лик, сама би по себи морала бити разумљива дужност да се то преобликовање не препусти случају, пуким материјалним интересима или нахођењу обичних грађевинских подузетника или управних органа, него да се повери људима упућеним не само у практичне него и у естетске захтеве градоградње, као и права и захтеве заштите споменика.“ (у „Катекизам заштите споменика“ глава VI Пекољско савета (808-814), цитирано из Вученовић, С. 2004, 44)

Слика 3. Теоретичари на чијим теоријским становиштима су конституисани принципи заштите, (Извор: Аутор).

непокретних споменика културе-Метод спасавања или нужно зло?” Зборник заштите споменика културе, (Београд: Републички Завод за заштиту споменика културе, 1974), књига 24, стр. 16.

¹⁵ Британски архитекта и антиквар Џон Соун (*John Soane*) је био колекционар старина и велики поштовалац античке културе и уметности. Све артефакте је складиштио у својој кући у Лондону, која је након његове смрти претворена у музеј. Видети више на: <https://www.soane.org/> (приступљено 20.6.2020.)

¹⁶ Марко Николић, “Историјски преглед водећих личности, идеја и теоријских дела у области заштите културног наслеђа у 18. и 19. века,” *Модерна конзервација*, бр. 3, 2015, стр. 39.

У XVIII веку у сликарству, књижевности и филозофији главна тема постају рушевине и њихова естетска својства. Друштвене околности и незадовољство влашћу утицало је да аутори бег од стварности потраже у сликама из прошлости, егзотичним пределима и крајевима, идеалима, осећањима и машти. Ђовани Паоло Панини (*Giovanni Paolo Panini*), Ђовани Батиста Пиранези (*Giovanni Battista Piranesi*), Хуберт Роберт (*Hubert Robert*), Каспар Давид Фридрих (*Caspar David Friedrich*) су само неки од представника на чијим сликама је руинирани пејзаж био главни мотив. Код сликара, који су стварали у духу неокласицизма заснованом на обнови античке традиције, доминирају рушевине античких грађевина, док код оних који су стварали у духу романтизма заступљене су рушевине средњовековног градитељства, односно грађевине нео-готичког стила у архитектури. Иако ће се презентација археолошких локалитета *in situ* утемељити кроз законску регулативу тек један век касније можемо закључити да су њени корени у сликарству осамнаестог века.

Ако се процес настанка презентације материјалних налаза сагледа шире може се уочити да настаје паралелно са грађанским револуцијама, економском и политичком доминацијом и колонијалном експанзијом европских држава. У Француској се након револуције 1789. године, рушења и разарања јавила свест о потреби очувања тековина претходних периода што се манифестовало кроз иницијативу археолога и историчара Луја Оубина Милинија (*Louis Aubin Millin*) за формирање националних музеја.¹⁷ Овај поступак представља изграђивање идентитета европских држава на тековинама древних култура и цивилизација. Затим се 1834. године основао Комитет за уметност и споменике, а 1837. године се формирала Комисија за историјске споменике која треба да утврди значај споменика, његове вредности, али и степен урушености. Овим догађајем краљевска имовина је проглашена националном. Затим је донет законски акт којим се забрањује рушење културне баштине од значаја за очување француске историје.

Након ослобађања земаља од власти окупатора јавља се интересовање за национално наслеђе у циљу изграђивања националног идентитета. На пример ослобађањем Грчке од турске власти 1829. године, почело је да се говори о славној грчкој прошлости и потреби очувања историјских споменика. Грчка је 1834. године донела први закон о историјским споменицима. У њему се каже: „*Сви објекти старина у Грчкој, који су дело старих Хелена, сматрају се заједничком националном имовином свих Хелена.*”¹⁸ Реституирација грчких храмова је симболизовала обнову грчке културе и традиције имајући у виду да се управо ослободила турског ропства.

Током XIX века настала су прва теоријска упоришта о заштити споменика. Значајно је истаћи ауторитете сродних дисциплина који су писали о локалитетима у рушевинама са различитих аспеката. Својим теоријским становиштима извршили су утицај на настанак презентације археолошких локалитета *in situ* и на конституисање принципа заштите у XX веку. Археолог и теоретичар архитектуре, Антоан Кризостом Кватремер де Квинси (*Antoine Chrysostome Quatremere de Quincy*), дефинисао је појам руине као споменик који је у стању пропадања или му уништење тек прети.¹⁹ Критиковао је Наполеоново пустошење италијанских збирки. Противио се присвајању археолошких налаза и преношењу са изворног места на коме су настали.²⁰ На Квинсијево тумачење појма руине надовезао се Франсоа-Рене

¹⁷ Музеј Лувр основан је 1826. године. У њему су изложени артефакти древних култура и цивилизација. Најбројнија је египатска збирка. Видети више у: Марко Шпикић, *Анатомија повијеснога споменика*, (Загреб: Институт за повијест уметности, 2006), стр. 14.

¹⁸ Марко Николић, „Историјски преглед водећих личности, идеја и теоријских дела у области заштите културног наслеђа у 18. и 19. века,“ *Модерна конзервација*, бр. 3, 2015, стр. 40-41.

¹⁹ Према Квинсију када је неки објект девастиран, односно када је процес пропадања завршен онда се употребљава појам руине, у множини. Видети више у: Антоан Кризостом Кватремер де Квинси (*Antoine Chrysostome Quatremere de Quincy*), „Рестаурирање, Рестаурирати, Реститурирање, Руина, Руине, Споменик,“ у *Анатомија повијеснога споменика*, приредио Марко Шпикић, (Загреб: Институт за повијест уметности, 2006), 71-88. (стр. 80).

²⁰ Марко Шпикић, „Увод. Контемплације и инвективе,“ у *Анатомија повијеснога споменика*, приредио Марко Шпикић, (Загреб: Институт за повијест уметности, 2006), 13-24. (стр. 15).

де Шатобријан (*François-René de Chateaubriand*) који је разликовао две врсте руина, оне које ствара време и оне које настају деловањем људи.²¹ Уништавање наслеђа људским деловањем је агресивније него пропадање истог током времена. Из тога се може закључити да време постепено изједа, а да људи руше.

Ежен Виоле ле Дик (*Eugene Emmanuel Viollet-le-Duc*) је један од првих теоретичара заштите који заступа становиште да треба вратити првобитни изглед грађевине, иако она није документована. Сматрао је да је архитектура у естетској и стилској појавности досегла свој врхунац у готици, тако да се залагао за реготизацију споменика, односно за скидање каснијих доградњи. Теоријски приступ који заступа указује на проблем идеалне реконструкције грађевине. То ће многи надолazeћи теоретичари оспорити. Рад Виоле ле Дика најбоље осликава констатација писца Проспера Мериме (*Prosper Mérimée*): „Они који рестаурирају споменике могу да буду исто тако опасни као и они који их руше.“²²

За разлику од Виоле ле Дика, Џон Раскин (*John Ruskin*) се залагао за поштовање и очување историјских слојева које је споменик добио током свог постојања. Тачније он сматра да споменике треба конзервирати у стању у ком су нађени. Залагао се за биолошки концепт заштите.²³ Према Раскину рестаурација нарушава оригиналност дела, аутентичност и драж која се крије у „романтичној поезији рушевина.“ Џон Раскин се сматра највећим протагонистом конзервације, али и критичарем, противником рестаурације. У свом делу “Седам светиљки архитектуре” Џон Раскин заступа тезу да је конзервација један од начина да се досегне савршенство у уметности и архитектури. Управо то савршенство он налази у лепоти споменика за коју каже да долази од Бога.²⁴ Овде можемо уочити утицај просветитељства на Раскиново мисао о архитектури и естетици рушевина.

Бечки историчар уметности Макс Дворжак (*Max Dvorak*) указао је да свака држава треба да дефинише законску регулативу како би могла да спроводи мере заштите и очува историјске споменике. Његово становиште добија на значају након Првог светског рата, после рушења и разарања споменика. Макс Дворжак заступа тезу да локалитете у рушевинама треба заштитити у стању у ком су нађени и на тај начин спречити даља урушавања и пропадања. Он сматра да се мора поштовати индивидуалност споменика имајући у виду да је он представник прошлог времена и одраз културно историјског духа места на ком је настао. Дефинисао је два принципа којима се треба руководити приликом заштите споменика. Први принцип је да се намена споменика и околина задржи иста, док је други принцип да све преправке и дораде на споменику не смеју бити лажне. Сходно томе, према Макс Дворжаку споменик треба сачувати кроз његову ревитализацију и поновно коришћење.²⁵

У књизи „Модерни култ споменика и његово стварање“, Алојз Ригл (*Alois Riegl*) посебну пажњу посвећује документарности споменика, старини и естетици. Уводи нове критеријуме за валоризацију, вредновање споменика, што је његов највећи допринос. Разликује меморијалну вредност под којом подразумева старост споменика, историјски значај и његову првобитну намену и данашњу вредност која представља употребљивост споменика, уметничку вредност, допринос и релативну уметничку вредност. Под релативном уметничком вредношћу сматра ону вредност која није вечна већ тренутна, практична.²⁶

Архитекта Камило Боито (*Camillo Boito*) дао је допринос у конституисању презентације *in situ* при чему наглашава значај укључивања споменика у савремени живот грађана применом

²¹ Франсоа-Рене де Шатобријан (*François-René de Chateaubriand*), “О руинама опћенито: Две врсте руина,” у *Анатомија повијеснога споменика*, приредио Марко Шпикић, (Загреб: Институт за повијест уметности, 2006), 39-46. (стр. 40).

²² Марко Николић, “Историјски преглед водећих личности, идеја и теоријских дела у области заштите културног наслеђа у 18. и 19. века,” *Модерна конзервација*, бр. 3, 2015, стр. 41.

²³ Марко Николић, *Исто*, стр. 43.

²⁴ Марко Николић, *Исто*, стр. 43-44.

²⁵ Марко Николић, Историјски преглед водећих личности, теоријских принципа и међународних организација у области заштите културног наслеђа у 20. веку,” *Модерна конзервација*, бр. 4, 2016, стр. 24.

²⁶ Марко Николић, *Исто*, стр. 23.

начина који не би деградирао његова споменичка својства.²⁷ Насупрот Виоле ле Дику који инсистира на издвајању споменика из контекста у коме се налази, Камило Боито је заступао тезу да су споменици неодвојиви делови средине у којој су настали. Камило Боито критикује Виоле ле Дика при чему даје предност рестаурацијама које остављају могућност разликовања старих од нових делова. Такође критикује и Џона Раскина и остале романтичаре које назива руинистима наводећи тоталну девастацију споменика као последицу доктрине недирнутог споменика какву они заступају.

Велики утицај на презентацију археолошких локалитета *in situ* извршила је Теорија рестаурације Чезара Брандија (*Cesare Brandi*) из 1963. године. Настала је током заједничког рада Чезара Брандија и архитекте Франка Минисија (*Franco Minissi*) на обнови и презентацији археолошког локалитета Виле Романа дел Казале (*Villa Romana del Casale*), у Пиаца Армерини (*Piazza Armerina*) на Сицилији. Чезаре Бранди је искуства и знања која је стекао у пракси имплементирао у теорију, допунивши је 1972. године. Дефинисао је препоруке и смернице за рестаурацију споменика, на којима се темеље принципи савремене заштите и презентације археолошких локалитета.

Према Брандијевој теорији рестаурација представља сваку интервенцију која има за циљ да одржи споменик у функцији и да омогући његово разумевање и преношење у будућност за нове генерације.²⁸ Систематизовао је поступак рестаурације сагледавши је са више аспеката и дефинисавши је као научну дисциплину засновану на теоријским принципима уместо на емпиријској пракси. Противио се извођењу археолошке рестаурације.²⁹ Сматрао је да се након археолошких истраживања рушевине треба конзервирати поново затрпати или их тако конзервирани треба презентовати. Овај став заступа јер рушевина у бити значи споменик који је изгубио целовитост, првобитно уметничко јединство, које се не може више вратити.³⁰ Предложио је да се археолошки налази, архитектонска пластика и декорација презентују *in situ*, на изворној локацији како би се архитектура прошлих времена најбоље доживела и разумела.

Многи истраживачи и архитекте су своја полазишта о заштити наслеђа засновали на теоријским упориштима Чезара Брандија. Један од њих је Франко Миниси, аутор пројекта друге реконструкције античке резиденције Романа дел Касале на Сицилији. Рад Франка Минисија у пракси почива на постулатима Брандијеве теорије, међутим не у потпуности. Највише је инсистирао на интеграцији наслеђа у друштво кроз презентацију *in situ*. Из тих разлога критиковао је пасиван приступ, под којим се подразумева конзервација и затрпавање архитектонских налаза. Нађени предмети и сачувани елементи декорације се у том случају преносе и постају део колекција музејских збирки који су само предмет интересовања стручњака. На тај начин се археолошка збирка расипа, ствара се тржиште уметнина и омогућава се трговина покретним налазима чиме се уништава целовитост археолошких локалитета.³¹ Споменик се на тај начин изолује од места и друштвеног контекста у коме је настао.

Франко Миниси се залагао за активну заштиту, односно музеолошку презентацију археолошких локалитета *in situ*.³² Под активном заштитом је подразумевао различите процесе

²⁷ Видети: М. Николић, *Исто*, стр. 24-25.

²⁸ Чезаре Бранди, Повеља рестаурације 1972, у књизи *Теорија рестаурације*, (Београд: Министарство културе Републике Србије, 2007), стр. 174.

²⁹ Чезаре Бранди, *Исто*, стр. 29.

³⁰ Чезаре Бранди у Теорији рестаурације изричито забрањује:

„Допуњавање или довршавање дела, према стилу или по аналогији...”

„Уклањање и рушење који поништавају историјске слојеве, осим ако се не ради о ограниченим изменама, деградационим или неусаглашеним са историјским вредностима.”

„Уклањање реконструкција или премештање са оригиналног места, осим ако то није условљено вишим разлозима конзервације.” Чезаре Бранди, *Исто*, стр. 175.

³¹ Nicholas Stanley-Price and Jukka Jokilehto, “The decision to shelter archeological sites: Three case-studies from Sicily”, *Conservation and management of archeological sites, Volume 5*, 2001, стр. 20-21.

³² N. Stanley-Price and J. Jokilehto, *Исто*.

попут ископавања, археолошких истраживања, документовања, мера техничке заштите и на крају презентацију. Сматрао је да све ове различите активности треба бити усаглашене са потребама и вредностима друштва. Како би се дошло до завршне фазе овог процеса, односно презентације, неопходно је ангажовање стручњаке различитих дисциплина.

Франко Миниси је дао пет основних принципа очувања археолошких налазишта. Заступао је став Чезара Брандија да налази треба бити презентовани на изворној локацији на којој су нађени чиме се тежи да се интерпретира изворна слика места. Забранио је подизање привремених структура на археолошким локалитетима које имају тенденцију да постану трајне. За свако решење инсистира да се изврши процена ризика пре него што се усвоји и крене у реализацију. Препоручује пројектовање објекта који ће имати функцију заштите локалитета *in situ*, односно који ће бити делимична или потпуна реконструкција. Знајући да институције службе заштите раде пројектовање објекта који имају функцију заштите и презентације локалитета то изричито забрањује. Сматра да је то задатак архитекте који има квалификације, таленат и знање да одговори на ограничења присутна код пројектовања у заштићеним срединама.³³

Највећи допринос Франка Минисија је инсистирање да се интердисциплинарни процес не заврши на заштити археолошких локалитета и конзервацији налаза већ да се поново активирају места архитектонских остатака заједно са окружењем у ком су настала.³⁴ Свој концепт музеализације заснива на активирању археолошких локалитета који постају музеји *in situ*.

2.2. Конституисање принципа заштите и презентације

Теоријска упоришта у области заштите споменика обележила су XIX век и извршила су велики утицај да се у XX веку конституише правна заштита кроз повеље, конвенције, препоруке и декларације.³⁵ Анализа ових докумената је значајна, јер се на тај начин може сагледати у ком се смеру развија мисао о очувању наслеђа. Сваки наредни документ се ослања на претходни и представља његову допуну. Указује на проблеме и предлаже мере како би се исти решили или ублажили. Неки од њих, а поготово Атинска и Венецијанска повеља направиле су велики искорак у односу на дотадашња схватања и утемељиле принципе заштите и презентације налаза *in situ*. У овом делу рада анализирани су најзначајније повеље, конвенције и препоруке које се односе на очување и презентацију археолошких локалитета.

2.2.1. Оснивање организација у области заштите

Оснивање међународних организација у области очувања и заштите наслеђа уследио је одмах по окончању Другог светског рата како би се већ урушени споменици од светског значаја заштитили и сачували од даље девастације. У складу са тим 1945. године основан је Унеско (UNESCO).³⁶ Унеско има надлежност да омогући међународну сарадњу, унапреди знање и повеже народе. Четири године касније 1949. године формиран је Савет Европе.³⁷

³³ N. Stanley-Price and J. Jokilehto, *Исто*, стр. 21-22.

³⁴ N. Stanley-Price and J. Jokilehto, *Исто*, стр. 20-21.

³⁵ Марко Николић, „Историјски преглед водећих личности, теоријских принципа и међународних организација у области заштите културног наслеђа у 20. веку,“ *Модерна конзервација*, бр. 4, 2016, стр. 27.

³⁶ Организација Уједињених нација, специјализована за културу, науку и образовање (енг. *The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - UNESCO*; фр. *Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture*).

³⁷ Међународна организација европских земаља (енг. *Concil of Europe*).

Затим је Унеско 1959. године основао Икром (ICCROM)³⁸ који чини неколико невладиних организација. Међу њима су Иком (ICOM)³⁹ основан 1946. године и Икомос (ICOMOS)⁴⁰ основан 1965. године.⁴¹ Гети институт за конзервацију (*The Getty Conservation Institute*) формиран је 1985. године. На **Слика 4** дат је хронолошки приказ организација у области заштите.

Антички мозаици, као специфична типологија заштите материјалног културног наслеђа, почињу да се проучавају оснивањем Међународне асоцијација за проучавање древних мозаика АИЕМА⁴² 1963. године. Делатност АИЕМА-е се заснивала преваходно на научном проучавању античких мозаика као уметничке форме. До њеног оснивања геометријски антички мозаици су били неправедно запостављени и није им придаван уметнички значај. Њен циљ је био да то промени при чему се залагала за проучавање и вредновање геометријских и фигуралних античких мозаика подједнако. Иако њена делатност није била очување античких мозаика, указала је на непостојање сектора у организацијама културне баштине који би се бавили том проблематиком.⁴³

На основу указаних недостатака по питању очувања античких мозаика од стране АИЕМА-е, а и на основу иницијативе конзерватора, археолога, историчара уметности и архитеката формиран је Одбор за очување мозаика (ICCM)⁴⁴ 1977. године. Поље деловања ICCM-а се заснива од етичких питања очувања до техника и метода заштите мозаика. Напуштање приступа дислоцирања и презентације мозаика у музејима и залагање за њихово очување и презентацију *in situ*, на археолошком локалитету где су нађени је такође тековина ICCM-а. У претходне четири деценије ICCM је организовао тринаест међународних конференција као и велики број округлих столова где су представљена искуства и проблеми стручњака у погледу очувања мозаика са којима се сусрећу на терену. Рад одбора, развој метода и техника очувања, као и актуелне теме у погледу заштите античких мозаика могу се пратити кроз теме које су обрађиване на конференцијама, а које су приказане хронолошки на дијаграму (**Слика 4**). Последњих година у фокусу рада одбора је превентивна заштита и одржавање мозаика у циљу дугорочног очувања.⁴⁵ ICCM је свој програм од 2008. године наставио да реализује кроз пројекат MOSAICON у партнерству са Гети фондацијом, Гети институтом за конзервацију и ICCROM-ом. MOSAICON представља пројекат који има за циљ да унапреди очување, презентацију и управљање археолошким локалитетима са мозаицима у подручју јужног и источног Медитерана.⁴⁶ Кроз овај пројекат се промовише очување и презентација мозаика кроз примере добре праксе, указује се на проблеме који могу уследити, али и на начине решавања истих.

³⁸ Међународни центар за конзервацију и рестаурацију културних добара (енг. *The International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property - ICCROM*).

³⁹ Међународни Савет за музеје (енг. *International Council of museums - ICOM*).

⁴⁰ Међународни Савет за споменике и локалитете (енг. *International Council on Monuments and Sites - ICOMOS*).

⁴¹ Видети више у: Марко Николић, Историјски преглед водећих личности, теоријских принципа и међународних организација у области заштите културног наслеђа у 20. веку, "Модерна конзервација, бр. 4, 2016, стр. 26-27; Светислав Вученовић, *Урбана и архитектонска конзервација*, (Београд: Друштво конзерватора Србије, 2004), стр. 37.

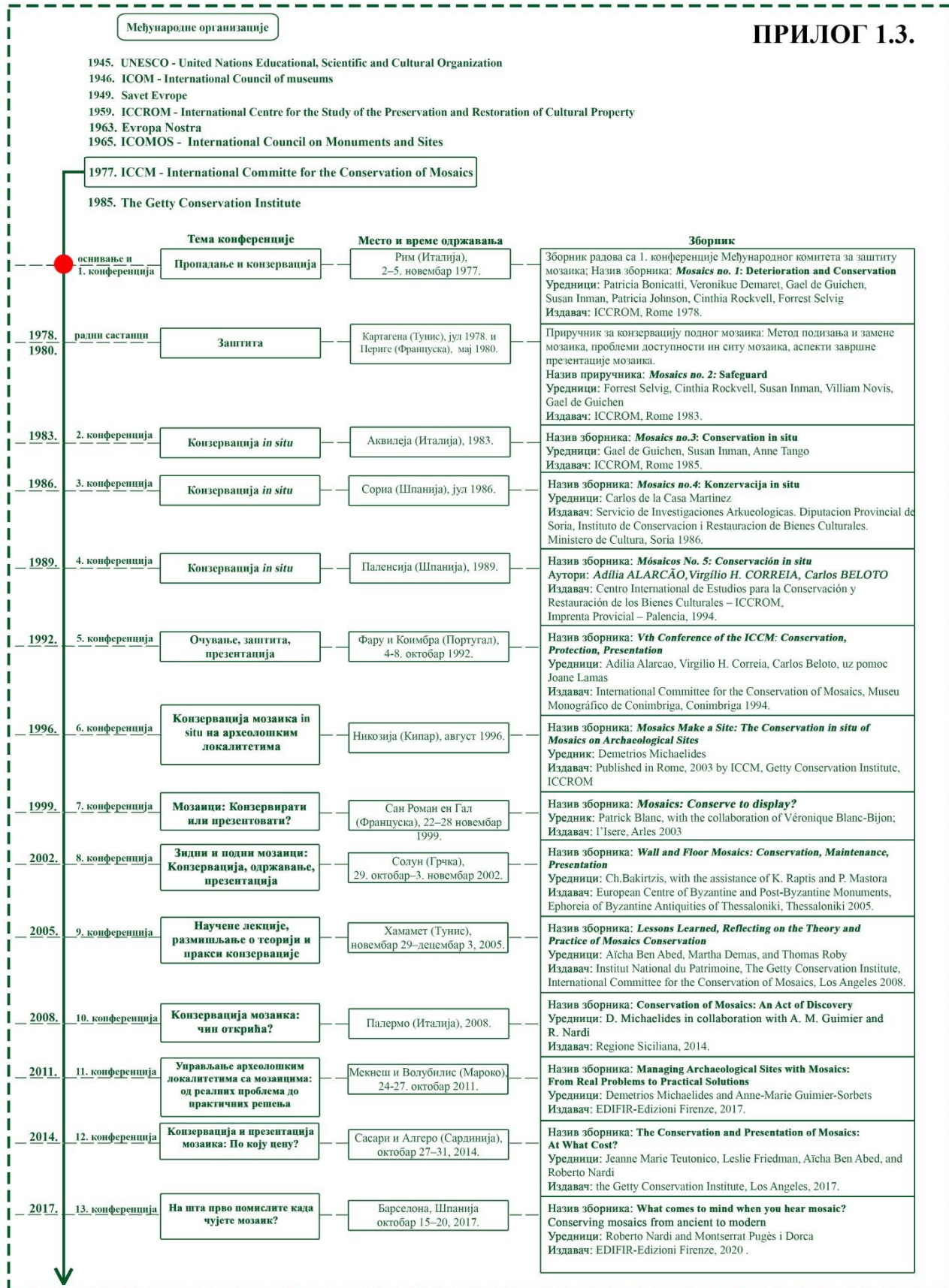
⁴² Међународна асоцијација за проучавање древних мозаика - (фр. *Association Internationale pour l'Etude de la Mosaïque Antique - AIEMA*)

⁴³ Доступно на: <https://iccm-mosaics.org/history/> приступљено 20.6.2020.

⁴⁴ Одбор за очување мозаика (енг. *International Committee for the Conservation of Mosaics - ICCM*)

⁴⁵ Доступно на: <https://iccm-mosaics.org/history/> приступљено 20.6.2020.

⁴⁶ Доступно на: <https://iccm-mosaics.org/mosaikon/> приступљено 20.6.2020.



Слика 4. Хронолошки приказ оснивања организација у области заштите са фокусом на делатност ICCM-а приказаним кроз конференције, (Извор: Аутор).

Још један значајан пројекат за афирмацију и промоцију античких мозаика на подручју југоисточне Европе је регионални пројекат *SEE Mosaics* покренут 2008. године. Овај пројекат

окупља стручњаке из осам земаља. Поред Србије у пројекат су укључене Албанија, Босна и Херцеговина, Бугарска, Хрватска, Северна Македонија, Црна Гора и Словенија. Пројекат је имао за циљ да се установи стање очуваности античких мозаика на археолошким локалитетима отвореним за јавност у музејима како у Србији тако и у региону и формира база података која ће се благовремено допуњавати, затим да се установи број конзерватора мозаика и њихове експертизе, омогући размена искуства и стицање нових знања кроз стручна усавршавања и скупове.⁴⁷ Прикупљање података је спроведено упитником током 2011-2012. године. Један упитник се односио на мозаике на археолошким локалитетима који су отворени за јавност, други на мозаике који су дислоцирани и презентовани у музејима, док су трећим упитником прикупљене информације о стручности конзерватора мозаика. Упитником је обухваћено 39 локалитета са античким мозаицима који су презентовани јавности и 32 музеја. Резултати истраживања су презентовани на XI Конференцији ИССМ-а у Фиренци, а публиковани су и у Зборнику радова.⁴⁸ Такође, резултати истраживања су омогућили да се сагледају реалне потребе за конзервацијом античких мозаика у циљу очувања и да се установи њихова доступност јавности. Током друге фазе пројекта 2022. године ажурирана је база прикупљених података.⁴⁹

2.2.2. Правна заштита – повеље, конвенције и декларације у области заштите

Од посебне је важности Атинска повеља донета 1931. године након Првог светског рата. То је прва повеља која је изнела проблем очувања културног наслеђа и неопходност подизања свести код народа о значају заштите споменика као тековина културних, друштвених, политичких и идеолошких наратива једног времена.⁵⁰ Сходно великим последицама Првог светског рата издате су мере које свака држава треба предузети у циљу заштите и обнове урушених грађевина. Неке од њих су: оснивање институција које ће се бавити очувањем културног наслеђа, оснивање архива, успостављање законодавства, односно правне заштите. Усвајањем Атинске повеље забрањено је преношење артефаката са места на ком су настали.

Теорија рестаурације Чезара Брандија је извршила утицај на настанак Венецијанске повеље⁵¹ 1964. године на основу које се врши валоризација и упис споменика културе на Унескову листу светске баштине. Државе са највећим бројем локалитета на Унесковој листи су оне које су прве утемељиле заштиту културног наслеђа као научну дисциплину, односно где су настала прва теоријска упоришта и које су прве дефинисале правне оквире: Италија, Шпанија, Француска и Немачка (*Слика 5*). На приложеним графиконима приказане су године уписа локалитета на UNESCO-ву листу светске баштине до 2016. године за претходно поменуто водеће државе у области заштите (*Слика 6*).⁵² Ова статистика указује када је која

⁴⁷ Доступно на: <https://www.seemosaiics.org/about-project/> приступљено 4.5.2023.

⁴⁸ Maja Frankovic, Branislava Lazarevic. „Results of the regional survey mosaic conservation and training of conservators in Southeast Europe.“ *Managing archeological sites with mosaics: From real problems to practical solutions*, edited by Demetrios Michaelides, and Anne-Marie Guimier-Sorbets. *The 11th conference of the International Committee*. (Firenze: EDIFIR-Edizion, 2011), 563-578.

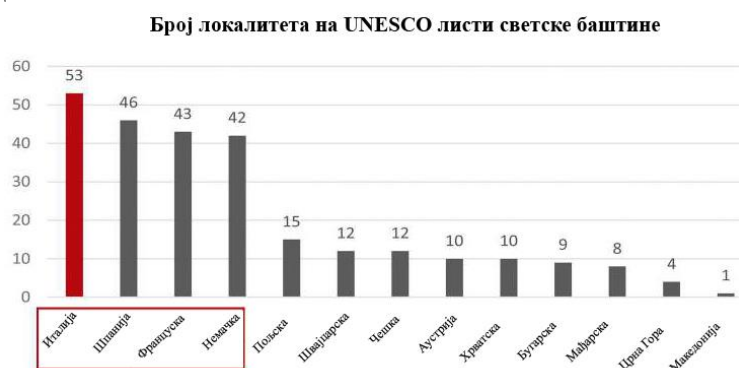
⁴⁹ Доступно на: <https://www.seemosaiics.org/about-project/> приступљено 4.5.2023.

⁵⁰ „Атинска повеља,“ у: Томислав Марасовић, *Заштита градитељског наслеђа: повијесни преглед са избором текстова и докумената*, (Загреб-Сплит: Друштво конзерватора Хрватске, 1983), 113-115. (стр. 114); ICOMOS. *The Athens Charter for the Restoration of Historic Monuments*, <https://www.icomos.org/en/charters-andtexts/179-articles-en-francais/ressources/charters-and-standards/167-the-athens-charter-for-therestoration-of-historic-monuments>, приступљено 27.04.2020.

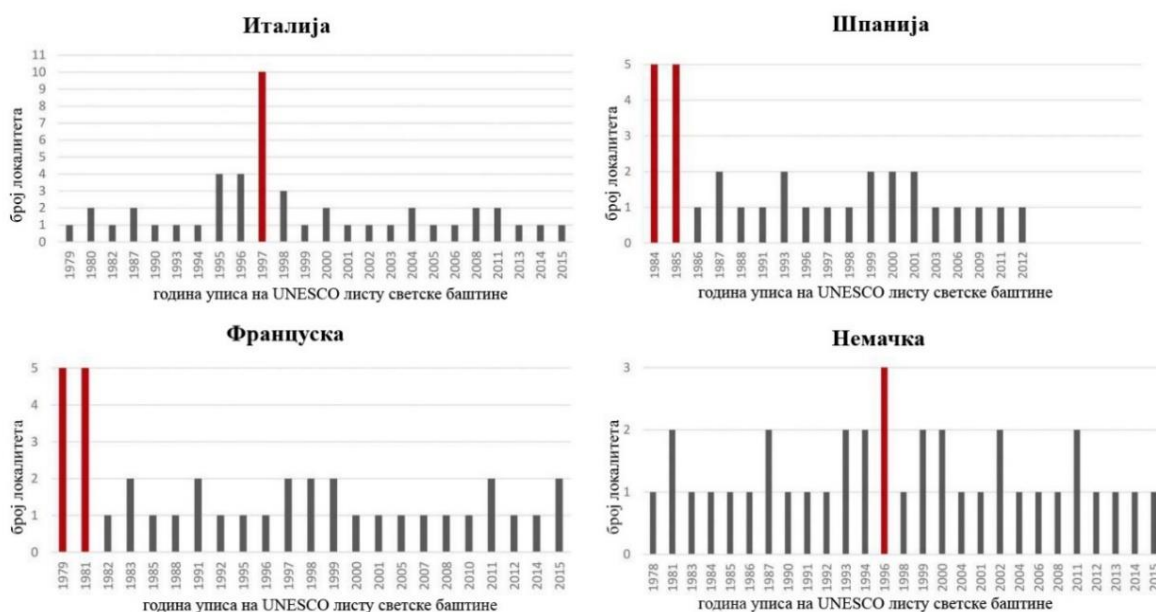
⁵¹ Венецијанска повеља је донесена на другом међународном конгресу архитеката и техничара одржаном у Венецији 1964. године. Представља манифест ICOMOS-а. Видети више у: ICOMOS. *International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (The Venice Charter 1964)*, https://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf, приступљено 27.04.2020.

⁵² European Union, *Culture statistics 2016*. edition, (Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2016) 20-31.

држава ратификовала Венецијанску повељу, почела да спроводи њене принципе и увиђа значај очувања и презентације наслеђа. Венецијанска повеља је значајна и због тога што је дала основе за конституисање појма културног предела. У њој стоји да је “*споменик неодвојив део историје о којој сведочи и положаја у којем је смештен.*”⁵³ Споменик добија шире значење, при чему се посматра заједно са окружењем у коме је настао. Премештање споменика се дозвољава једино уколико је угрожен његов даљи опстанак. Истиче се значај континуираног одржавања локалитета применом конзерваторских мера у циљу дугорочног очувања. Реконструкција споменика се забрањује, већ се дозвољава само анастилоза. Венецијанска повеља такође наглашава неопходност сарадње и узајамног деловања различитих струка у науци и пракси при чему само тако удружене могу допринети очувању и презентацији споменичког наслеђа. Ова повеља је ревидирана 1997. године и у њој је сугерисано да је адекватније уместо термина рушевине користити термин археолошка налазишта, локалитети или откривени остаци.⁵⁴



Слика 5. Водеће државе по броју локалитета на UNESCO листи до 2016. године, (Извор: Аутор, према European Union, Culture statistics 2016. edition, (Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2016), 20-31).



Слика 6. Година уписа локалитета на UNESCO-у листи светске баштине за водеће државе у заштити и презентацији наслеђа, (Извор: Аутор, према European Union, Culture statistics 2016. edition, (Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2016), 20-31).

⁵³ Бранка Шекарић, “Венецијанска повеља-пола века касније,” у: *Модерна конзервација*, бр. 1, 2013, 40; ICOMOS. International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (The Venice Charter 1964), https://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf, приступљено 27.04.2020.

⁵⁴ Светислав Вученовић, *Урбана и архитектонска конзервација* (Београд: Друштво конзерватора Србије, 2004), стр. 153.

Промене у друштвеној и економској сфери манифестовале су се на конвенције о заштити наслеђа донетих крајем XX века. Конвенција о заштити архитектонског наслеђа Европе донета је у Гранади 1985. године.⁵⁵ Значај конвенције се заснива на дефинисању приступа очувања наслеђа кроз коришћење. Такође конвенција указује на значај интерсекторске сарадње приликом доношења одлука и укључивању грађана. У повељи из Лозане о заштити и управљању археолошким наслеђем из 1990. године⁵⁶ препоручује се да се археолошки остаци чувају и презентују *in situ*. Такође, сугерише на важност примене недеструктивних метода истраживања и избегавања потпуног археолошког ископавања, већ само сегмената, како би се оставили недирнути, оригинални стратиграфски слојеви за будућност. У њој се истиче да археолошка ископавања имају за циљ појашњења научних дилема и презентацију налаза јавности. Из тих разлога дозвољава се реконструкција претходног изгледа грађевине као вид експеримента и интерпретације налазишта при чему се нове структуре морају разликовати од постојећих структура и не би их требало изводити директно на археолошким остацима грађевина. За презентацију откривених остатака грађевина претходних периода, а тиме и мозаика *in situ* значајна је Европска конвенција о заштити археолошког наслеђа донета у Лондону 1969. године која је ревидирана у Валети 1992. године.⁵⁷ Указала је на бенефите који се могу остварити презентацијом археолошких налаза *in situ*, отварањем локалитета за посетиоце, односно укључивањем наслеђа у савремени живот грађана. У њој се препоручује извођење објеката на локалитетима у циљу пријема већег броја посетилаца. Јасно се ставља до знања да решења не смеју девастирати налазе, али ни окружење, односно културни предео. Највећи допринос Европске конвенције о заштити археолошког наслеђа је увођење културног предела на UNESCO-ву листу светске баштине као нове категорије заштићених добара.

Почетак XXI века у заштити обележила је Конвенција о пределу донета 2000. године у Фиренци.⁵⁸ У Србији је ова конвенција ратификована тек 2011. године. Циљеви конвенције су унапређење заштите, планирања и управљања пределом. Процес музеализације почиње да се усложњава, уводе се нове дисциплине (креативна економија, креативне индустрије, културни туризам) и конституишу се нове вредности које треба да се остваре приликом презентације археолошких локалитета (друштвене вредности, културне вредности, економске вредности). Кључна промена је у томе што се до 2000. године инсистирало на чувању налаза, а од доношења Конвенције о пределу значајно се интензивирало коришћење налазишта кроз презентацију *in situ*. Археолошки локалитети су на тај начин постали културни производи и локалне специфичности места.

Од почетка трећег миленијума, након доношења Конвенције о пределу у повељама, конвенцијама, препорукама и декларацијама трага се за иновативним алатима и моделима укључивања нових дисциплина и операционализацији свеобухватног процеса, а све у циљу омогућавања одрживости културног предела. Резолуција – О улози културног наслеђа и изазовима глобализације донета је 2001. године у Порторожу, у Словенији.⁵⁹ Овом резолуцијом се захтева да политике у области културног наслеђа треба да теже очувању

⁵⁵ „Конвенција о заштити архитектонског наслеђа Европе,“ у: *Европске конвенције и препоруке у области културног наслеђа*, (Котор: EXPEDITIO – центар за одрживи просторни развој, 2005), 7 – 14; COE. Convention for the Protection of the Architectural Heritage of Europe, Granda 1985, <https://rm.coe.int/168007a087>, приступљено 28.4.2020.

⁵⁶ ICOMOS, *Charter for the Protection and Management of the Archaeological Heritage*, Lausanne 1990, https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/arch_e.pdf, приступљено 7.5.2023.

⁵⁷ „Европска конвенција о заштити археолошког наслеђа”, *Гласник ДКС*, бр. 32, 2008, 14-18; COE. European Convention on the Protection of the Archaeological Heritage, <https://rm.coe.int/1680072318> and Revised <https://rm.coe.int/168007bd25>, приступљено 26.04.2020.

⁵⁸ У овој конвенцији предео се дефинише као: „... територија, онако како је види становништво, чији је карактер резултат акција и интеракција природних и/или антропогених фактора.”, Европска конвенција о пределу“, у: *Европске конвенције и препоруке у области културног наслеђа*, (Котор: EXPEDITIO – центар за одрживи просторни развој, 2005), 18. COE. European Landscape Convention, <https://rm.coe.int/1680080621>, приступљено 28.4.2020.

⁵⁹ „Резолуција – О улози културног наслеђа и изазовима глобализације,“ у: *Европске конвенције и препоруке у области културног наслеђа*, (Котор: EXPEDITIO – центар за одрживи просторни развој, 2005), стр. 30-32.

културне разноврсности и подстицању дијалога, као и да интегришу наслеђе у економске, социјалне и образовне стратегије. У Еуро-медитеранској повељи о интегративној валоризацији културног наслеђа издатој у Риму 2002. године истиче се економска димензија наслеђа, односно наслеђе се посматра као економски и туристички ресурс који постаје све важнији како за локални, тако и за регионални развој.⁶⁰ Наредне године Савет Европе издао је Препоруку о промовисању туризма ради унапређења наслеђа као фактора одрживог развоја. У њој се указује, иако је акценат на наслеђу као ресурсу за развој културног туризма, да је највећа вредност наслеђа и безуслован приоритет његово очување, како би у свој својој аутентичности могло бити пренесено будућим генерацијама.⁶¹

Бечки Меморандум донет је 2005. године.⁶² У њему се указује да шире, свеобухватније тумачење наслеђа захтева нове приступе и методе очувања и презентације које још увек нису интегрисане у међународне повеље и препоруке. Истиче се значај идентитета места и неопходност да се људи са њим идентификују како би простори били посећени. Препоручује се очување континуитета културе кроз архитектуру како би историја била читљива. Сугерише се да треба искористити историјску и савремену архитектуру као бренд и специфичност места за развој туризма. У Бечком меморандуму је указано на неопходност ангажовања стручњака из различитих струка, али и укључивање грађана у читав процес организовањем јавних консултација.⁶³

У Квебеку 2008. године ICOMOS је издао неколико значајних докумената у погледу презентације археолошких остатака *in situ*. Повеља о интерпретацији и презентацији места културног наслеђа⁶⁴ указује на неопходност увођења и постојања интерпретације и презентације налаза као завршне фазе процеса заштите у циљу укључивања наслеђа у савремени живот грађана и едукације. Декларација о заштити духа места⁶⁵ истиче неопходност његовог очувања, онако како га локално становништво памти и перципира, а у циљу спречавања девастације оваквих места урбаним развојем, новом изградњом, масовним туризмом и осталим трансформацијама које га могу изменити и на тај начин угрозити његов идентитет и постојање. У Квебеку је донесена исте године и Повеља о путевима културе⁶⁶ у којој су уведене културне руте као једна посебна категорија, а чије увођење је имало за циљ отварање локалитета за посетиоце и презентацију налаза, ширење знања, социјалну интеграцију, повезивање, међукултурални дијалог и бенефите у погледу развоја туризма. Повељи о путевима културе из 2008. године претходиле су две резолуције Савета Европе. Прва Резолуција о путевима културе Савета Европе⁶⁷ донета је 1998. године и у њој су дефинисани критеријуми за формирање путева културе, док је друга Резолуција о путевима културе Савета

⁶⁰ “Еуро-Медитеранска повеља о интегративној валоризацији културног наслеђа,” у: *Европске конвенције и препоруке у области културног наслеђа*, (Котор: EXPEDITIO – центар за одрживи просторни развој, 2005), стр. 57-59.

⁶¹ “Препоруке о промовисању туризма ради унапређења наслеђа као фактора одрживог развоја,” у: *Европске конвенције и препоруке у области културног наслеђа*, (Котор: EXPEDITIO – центар за одрживи просторни развој, 2005), стр. 47-54.

⁶² У Бечком Меморандуму је дефинисан историјски урбани пејзаж: „Историјски урбани пејзаж уграђен је у садашње и прошле друштвене изразе и развоје засноване на одређеном месту. Састоји се од елемената који дефинишу карактер места, који укључују коришћење земљишта, историјску матрицу, просторну организацију, визуелне односе, топографију и земљиште, вегетацију и све елементе техничке инфраструктуре, (...)“ Видети више у: „Бечки меморандум, Светска баштина и савремена архитектура-управљање историјским урбаним пејзажом“, у: *Модерна конзервација*, бр. 1, 2013, 243–246.

⁶³ Исто.

⁶⁴ ICOMOS. *The ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites, Québec* (Canada), on 4 October 2008,

https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/interpretation_e.pdf приступљено 28.4.2020.

⁶⁵ ICOMOS. *Québec Declaration on the Preservation of the Spirit of Place, Québec* (Canada), on 4 October 2008,

<https://whc.unesco.org/uploads/activities/documents/activity-646-2.pdf> приступљено 28.4.2020.

⁶⁶ ICOMOS. *The ICOMOS Charter on Cultural Routes, Québec* (Canada), on 4 October 2008,

https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/culturalroutes_e.pdf приступљено 28.4.2020.

⁶⁷ COE, *Resolution (98) 4 on the Cultural Routes of the Council of Europe*, on 17 March 1998,

<https://rm.coe.int/16804fca2b> приступљено 28.4.2020.

Европе⁶⁸ издата 2007. године и представљала је допуну прве резолуције истакавши да би увођење путева културе имало за циљ афирмацију и укључивање, у овом случају археолошких налазишта, у туристичку понуду кроз сарадњу са туристичким агенцијама.

Препорука о историјском урбаном пејзажу донета је 2011. године, у Паризу. Заснива се на дефинисању интегративног, свеобухватног приступа идентификације, очувања и управљања урбаним пејзажом, а све у циљу одрживог развоја читавог насеља. Новина је што се поред препорука дају алати за остварење одрживог развоја заснованом на друштвеном и економском просперитету заједнице.⁶⁹ Исте године издата је и Декларација о наслеђу као покретачу развоја⁷⁰ у којој је проблематизован однос заштите наслеђа и савременог развоја који су у константној колизији. Како би се оба процеса успешно реализовала декларацијом се предлаже коришћење археолошких локалитета као локалних специфичности места и покретача развоја привреде и туризма, при чему планиране активности не смеју утицати на девастацију наслеђа, већ напротив треба бити у функцији његовог очувања.

У Смерницама из Салале за управљање јавним археолошким налазиштима које су донете 2015. Године,⁷¹ а онда допуњене 2017. године⁷² указује се на друштвене, економске и културне бенефите отварања археолошких локалитета за јавност. У складу са тим уведен је археолошки парк као нови термин и ближе је одређен. Смернице се заснивају на заштити остатака грађевина претходних периода и артефаката и обезбеђењу свих неопходних услова за њихову презентацију *in situ* јавности. Како би се претходни циљ реализовао препоручује се изградња визиторских центара, константан мониторинг, контрола приступа, одржавање и сарадња са заинтересованим стручњацима и доносиоцима одлука на локалном, националном и међународном нивоу. Ове смернице нису осмишљене као прописи или стандарди. Проистекле су из колективног искуства оних који су били ангажовани на управљању јавно доступним археолошким налазиштима у многим земљама, у различитим регионима света. Представљају сугестије за носиоце интереса које треба да следе уколико одлуче да отворе археолошко налазиште за посетиоце. Из Смерница се може закључити да одрживо управљање археолошким локалитетима представља комбинацију јавног приступа и заштите налазишта.

На крају овог поднасловa (*Слика 7*) дат је хронолошки приказ повеља, конвенција и препорука са доприносом сваке од њих у погледу очувања и презентације материјалних налаза *in situ*, на месту где су нађени. Анализаом најзначајнијих докумената у погледу заштите и презентације наслеђа са фокусом на археолошке локалитете који су издати од стране Међународних организација формиран је оквир истраживања презентације налаза *in situ*. Установљени су кључни тренуци и документа која су одредила у ком ће се смеру заштита и презентација материјалног културног наслеђа, у овом случају археолошких локалитета са мозаицима, даље развијати. О савременом, холистичком приступу презентације археолошких локалитета, његовој сложености, али и значају и бенефитима разматраће се у наредном поглављу.

⁶⁸ COE, *Resolution CM/Res (2007) 12 on the Cultural Routes of the Council of Europe*, on 10 October 2007, https://search.coe.int/cm/Pages/result_details.aspx?ObjectID=09000016805d5281 приступљено 28.4.2020.

⁶⁹ „Препорука о историјском урбаном пејзажу, са речником и дефиницијама,“ у: *Модерна конзервација*, бр. 1, 2013, 247–253.

⁷⁰ ICOMOS. *The Paris Declaration on Heritage as a Driver of Development*, on 1 December 2011, https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/GA2011_Declaration_de_Paris_EN_20120109.pdf приступљено 28.4.2020.

⁷¹ ICOMOS. *Draft Recommendations of the First International Conference of ICOMOS on Archaeological Parks and Sites 23.-25.February 2015 Salalah, Sultanate of Oman*, whc.unesco.org/document/135364, приступљено 27.4.2020.

⁷² “Смернице из Салале за управљање јавним археолошким налазиштима.”, у: *Модерна конзервација*, бр. 6, 2018, 299-306; ICOMOS. *Salalah guidelines for the management of public archaeological sites to be used in conjunction with the Salalah recommendation on archaeological parks and sites, New Delhi ICOMOS generalassembly review draft 25 february 2017*. https://icahm.icomos.org/wp-content/uploads/2017/03/Final_Guidelines-for-Managament-of-Public-Archaeological-Sites_New-Delhi-2017-EN45405.pdf приступљено 27.04.2020.

Повеље, конвенције, препоруке

1931. Атинска повеља

Члан 2.
„Када год је то могуће треба задржати употребу споменика, која осигурава животно континуитет, при чему савремена намена не сме нарушити његов историјски и уметнички карактер.“
Члан 3.
„Успостављање правних норми, законодавства како би се осигурала заштита споменика и на тај начин примат дао колективном, јавном интересу, а не приватном.“
Члан 4.
„Уколико је заштита рушевина немогућа у том случају се препоручује њихово затрпавање при чему се претходно морају документовати“
Члан 6.
„Непожељно је одношење налаза са места где су настала“
Повеља захтева да: „Државе или њихове институције попишу споменике на својој националној основи и да их документују фотодокументацијом“
„Свака држава оснује архив, где би се чувала документа о националним споменицима културе“

1963. Повеља Реставрације

Члан 6. Теорија реставрације забрањује:
- „Допуњавање или довршавање дела, према стилу или по аналогији...“
- „Уклањање и рушење који поштитавају историјске слојеве, осим ако се не ради о ограниченим изменама, деградационим или неусаглашеним са историјским вредностима“
- „Уклањање, реконструкцију или премештање са оригиналног места, осим ако то није условљено вишим разлозима конзервације“
- „Измена секундарних или амбијенталних услова у којима су споменички или амбијентални комплекси очувани до нашег времена“ (Бранди, Ч. 2007, 175)

1964. Венецијанска повеља

Члан 7.
„Споменик је неодојљив део историје о којој сведочи и положаја у којем је смештен.“
- „Премештање споменика или неког његовог дела не може се дозволити и може се предузети само као екстремна мера уколико је озбиљно угрожено његово постојање.“
Члан 11.
- „Требa поштовати фазност споменика, односно допринос свеих епоха, јер они представљају његову вредност, историјски интегритет и аутентичност.“
- „Свака интервенција треба бити заснована на критичкој процени и валоризацији вредности.“
Члан 13.
- „Иако се каже да нова архитектура треба да рефлектује време у коме настаје, она ипак мора да буде у хармонији са историјским контекстом.“
Члан 15.
„Археолошка ископавања треба да се планирају у односу на могућности заштите и очувања ископаних остатака“

1972. Повеља Реставрације (допуна)

1976. Препорука о очувању и савременој улози историјских подручја (UNESCO)

1979. Повеља из Буре – Очување културног предела

1985. Конвенција о заштити архитектонског наслеђа Европе, Гранада

Архитектонско наслеђе обухвата: споменике, групу грађевина и локалитете.
Локалитети су заједничка дела човека и природе, односно то су подручја изграђена, а довољно особена и хомогена да се могу топографски дефинисати и која су од изузетног историјског, археолошког, уметничког, научног, социјалног значаја.
Мере које треба предузети су:
- „Користити заштитена добра у складу са потребама савременог живота.“
- „У различитим фазама процеса доношења одлука омогућити сарадњу, консултације између регионалних и локалних власти, културних институција, удружења и јавности.“
- „Развијати свест јавности о значају очувања архитектонског наслеђа као елемента културног идентитета.“

1987. ХАБИТАТ I - Брунтландов извештај

1992. Европска конвенција о заштити археолошког наслеђа, Валета

Члан 1.
1.“Циљ ове конвенције јесте да заштити археолошко наслеђе као извор европског колективног памћења и инструмент историјског и научног истраживања.“
2. „У ту сврху, елементима археолошког наслеђа сматраће се сви остаци и предмети, као и други трагови постојања човечанства у прошлим епохама чије очување и проучавање помаже да се реконструише развој историје човечанства и његова веза са природним окружењем.“
3. „Археолошко наслеђе обухвата грађевине, конструкције, групе грађевина, уређене локалитете, покретне налазе, споменике као и њихов контекст, било да су на земљи или под водом.“
Члан 5.
„Да ће у случају откривања археолошких налаза, тамо где је то изводљиво предвидети услове за њихову конзервацију *in situ*.“
„Да ће обезбедити отарање археолошких налазишта за јавност, а нарочито подизање грађевина неопходних за пријем већег броја посетилаца, које неће негативно утицати на археолошки и научни карактер таквих налазишта и њихове околине.“

1994. Конференција у Нари - документ о аутентичности

1996. ХАБИТАТ II - Агенда 21

2000. Европска конвенција о пределу

„Предео представља одређену територију, онако како је види становништво, чији је карактер резултат акција и интеракција природних и/или антропогенних фактора.“
„Управљање пределом се односи на делатности којима се са становишта одрживог развоја обезбеђује одржавање предела и управља променама проистеклим из социјалних и економских процеса и поступака у области животне средине.“
Опште мере ове конвенције којих треба да се придржавају све стране су:
- „Да ће укључити све заинтересоване актере за очување културног предела;“
- „Да ће интегрисати предео у политике регионалног и урбанистичког планирања, културне, социјалне, економске и политичке животне средине;“
- „Да ће подизати ниво свести грађанства о важности предела и његовим променама;“
- „Да ће омогућити едукацију стручњака о вредностима које се приписују пределима;“
- „Да се идентификују предели на територији једне државе;“
- „Извршити анализу карактеристика као и узроке који их трансформишу и пратити промене;“
- „Да се процене вредности идентификованих предела посебно водећи рачуна на оне вредности које истакне становништво.“

2001. Резолуција – О улози културног наслеђа и изазовима глобализације, Порторож, Словенија

Овом резолуцијом се позивају државне власти да:
- „Укључе грађане и заједнице заједно са професионалцима у процес препознавања и заштите културног наслеђа;“
- „Развију концепте заједничке одговорности, укључујући димензију наслеђа у економске, социјалне и образовне стратегије.“

2003. Еуро-Медитеранска повеља о интегративној валоризацији културног наслеђа, Рим

„У члану пет овог поглавља интегративно планирање подразумева успостављање стратегија које омогућавају да се интегрисну, на локалном нивоу, процеси валоризације културних ресурса са другим погодностима и друштвено – економском структуром територије, побољшавајући квалитет окружења, производа и услуга територије.“

2003. Препорука: О промовисању туризма ради унапређивања културног наслеђа као фактора одрживог развоја Савета Европе

2005. Бечки меморандум

8. „Историјски урбани пејзаж уграђен је у садашње и прошле друштвене изразе и развоје засноване на одређеном месту. Састоји се од елемената који дефинишу карактер места, који укључују коришћење земљишта, историјску матрицу, просторну организацију, визуелне односе, топографију и земљиште, вегетацију и све елементе техничке инфраструктуре, (...)“
11. „Бечки меморандум фокусира се на утицај савременог развоја на укупни урбани пејзаж који има значај наслеђа, при чему појам историјски пејзаж превазилази традиционалне термине „историјски центар“, „ансамбл“ или „околина“ који су коришћени у повељама и законима о заштити како би укључили шири територијални и пејзажни контекст.“
Смернице: „Савремена архитектура и очување историјског урбаног пејзажа треба да избегавају све облике псеудоисторијског пројектовања јер они представљају порицање историјског, једнако као и савременог. Један историјски изглед не би требало заменити другим пошто историја мора да остане читљива, а одржавање континуитета културе кроз квалитет интервенција крајњи циљ.“ (Бечки меморандум)
„Водити рачуна да савремене интервенције буду хармонично интегрисане са наслеђем у историјском окружењу.“
Пристап заснован на историјском урбаном пејзажу подразумева примену и/или традиционалних и иновативних алата прилагођених локалним контекстом. Алати су: а) Алати грађанског ангажовања; б) Знања и планирања и) Регулаторни системи д) Финансијски алати

2014. ХАБИТАТ III

2015. ХАБИТАТ III

2016. ХАБИТАТ III

2016. Манифест екомужеја у Италији (формирање националне мреже екомужеја)

2017. Смернице из Салале за управљање јавним археолошким налазиштима

Смернице:
1. “Требa уложити велики напор да се примене исплативе, неинвазивне и недеструктивне технологије за инвентар и евалуацију културних и природних ресурса. Ова технологија ће укључити, на пример, директну детекцију налазишта и ресурса или симулацију распореда налазишта и ресурса.”
1.1. “Инвентар и евалуација културних ресурса представљају први корак у успостављању изводљивости развоја одрживог система управљања за археолошка налазишта, објекте и пејзаже. Евалуација би требало да се односи на угроженост и опасност као и на значај културних ресурса.”
1.1.2. “Идентификовати промене у околини које би могле угрозити археолошке ресурсе.”
“Разматрања треба да обухвате:
1.2.3.3. Јавни приступ и потенцијал за уживање;
1.2.3.5. Приступачност;
1.2.3.6. Анализу тренутне деградације археолошких ресурса и њихове узроке;
1.2.3.7. Тренутне и потенцијалне претње археолошким ресурсима;
1.2.3.9. Друштвене, политичке, еколошке и економске утицаје налазишта.”

Значај (допринос)

Атинска повеља је прва повеља која је изнела проблем очувања и заштите културног наслеђа. Услед великог разарања током Првог светског рата издата је мере које свака држава треба предузети у циљу очувања. Оснивање институција које ће се бавити очувањем културног наслеђа, архива, успостављање законодавства, односно правне заштите су само неке од мера које су у том тренутку биле од изузетног значаја. Ратне године су биле прилика да многи значајни артефакти постану део иностраних колекција. Ова повеља осуђује и забрањује преносење артефаката са места на ком су настали. Захтева очување амбијенталних вредности градских, историјских четврти.
Допринос ове повеље поред горе наведених мера је и увиђање да је најбоља гаранција за очување споменика, као сведочанства цивилизације која је постојала, прихваћеност од самог народа при чему треба радити и на подизању свести о његовом значају код јавног мњења.

Значај (допринос)

Повеља реставрације је извршила велики утицај на настанак Венецијанске повеље. Овом повељом су дефинисани стандарди приликом реставрације споменика, односно дате су препоруке и смернице. Највећи допринос је што се на овим препорукама темеље принципи савремене заштите и презентације археолошких локалитета *in situ*.

Значај (допринос)

Венецијанска повеља је усвојена као манифест ICOMOS-а, међународног савета за споменике и споменичке целине који је основан 1965. Садржи критеријуме за валоризацију, категоризацију и упис споменика културе на UNESCO листу светске баштине.
Значај Венецијанске повеље се огледа у томе што појам историјски споменик добија шире значење, при чему се уводи појам културни предео. Културни предео представља историјски урбани или рурални простор, амбијент у коме је смештен споменик. Венецијанска повеља такође наглашава неопходност сарадње и узајамног деловања различитих струка у науци и пракси при чему само тако удружене могу допринети проучавању и очувању споменичког наслеђа.

Значај (допринос)

Значај Конвенције се заснива на увођењу приступа очувања наслеђа кроз његово коришћење. Такође конвенција указује на значај интерсекторске сарадње приликом доношења одлука и укључивање грађана.

Значај (допринос)

У њој се јасно указује да се бенефити могу остварити презентацијом налаза *in situ*, отварањем локалитета за посету, односно укључивањем наслеђа у савремени живот грађана. Препоручује се извођење објеката на локалитетима у циљу пријема већег броја посетилаца. Јасно се ставља до знања да решења не смеју devastирати налазе, али ни окружење, односно културни предео.
Тренутна ситуација презентације археолошке грађе у Србији је у супротности са чланом 5. Конвенције. Тренд покривања археолошких локалитета балоном конструкцијама и шелтерима на којима се код нас инстрира, у свету је одавно превазиђен, због великих проблема који су уследили постављањем истих. Из свега предходно изнетог може се закључити да непоштовање мера и поступање у супротности са њима може довести до катастрофалних последица по археолошку грађу, па чак проузроковати трајни губитак наслеђа.

Значај (допринос)

Ова конвенција се односи на природна, градска и приградска подручја. Циљевни конвенције су унапређење заштите, планирања и управљања пределом. Највећи допринос ове Конвенције је увођење културног предела као нове категорије заштитених добара.

Значај (допринос)

Ова резолуција је значајна јер политике у области културног наслеђа треба да теже очувању културне разноврсности и подстицању дијалога и да буду усмерене на иницијативе у области образовања и подизања свести о значају културног наслеђа као окидача развоја насеља.

Значај (допринос)

Према европској перспективи одрживог развоја културно и природно наслеђе представља економски фактор који постаје све важнији за регионални развој. Постојање локација од природног и културног значаја чини такође основни услов за развој туризма.

Значај (допринос)

Ова препорука је издата на основу уверења да културно наслеђе поседује суштину вредност, која је већа од његове туристичке вредности при чему је културни туризам само један од видова употребе тог наслеђа и да његово очување, како би у свој својој аутентичности могло бити пренесено будућим генерацијама, представља безуслован приоритет.

Значај (допринос)

Бечки меморандум је указао који су то елементи који чине карактеристике једног места, односно шта то чини један простор посебнијим од другог. Овде се заправо говори о идентитету места који одређује естетске карактеристике, материјали, боје текстуре, док се занемарују оне субјективне, доживљене и само знане кориснику тог простора. Значења која одређени простори имају такође одређују њихову вредност и значај.

Значај (допринос)

Препорука о историјском урбаном пејзажу заснива се на интегративном, свеобухватном приступу његове идентификације, очувања и управљања, а све у циљу одрживог развоја читавог насеља. Новина је што се поред препорука дају алати за остваривање одрживог развоја заснованом на друштвеном и економском просперитету заједнице.

Значај (допринос)

Допринос суствестја је укључивање да отварање археолошког налазишта за јавност може унапредити широк спектар користи друштвених, економских и културних. Јавно доступна археолошка налазишта могу да генеришу економску корист на одржив и на недржив начин. Одрживо управљање археолошким налазиштима отвореним за јавност захтева разумевање тога како комбиновати јавни приступ и доживљај да би се омогућила заштитита налазишта.
Археологија открива људску историју и људско искуство у прошлости на начине који су важни за савремени живот, укључујући доказе о друштвеним и економским последицама људских конфликата и реперкуцијама прекомерне експлоатације окружења. Очување археолошког материјала, као основног репозиторијума информација, можда је од посебног значаја на налазиштима која су отворена за јавност јер може да оживи научну студију и значајно допринесе успостављању знања и нарATIVИМА везаним за одређено налазиште.
Налазишта која су већ на листи светске баштине требало би да обезбеде моделе одрживог управљања који се могу користити на другим местима.

* Смернице представљају суствестја за носитеље интереса које они треба да следе уколико одлуче да отворе археолошко налазиште за јавност. Ове смернице нису осмишљене као прописи или стандарди. Суствестје наведене у овим смерницама проистекле су из колективног искуства оних који су били ангажовани на управљању јавно доступним археолошким налазиштима у многим земљама у различитим регионима света.

ПРИЛОГ 1.4.

Слика 7. Хронолошки приказ повеља, конвенција и препорука од значаја за настанак презентације *in situ*, (Извор: Аутор).

2.3. Холистички приступ презентације античких мозаика *in situ*

Након спроведене анализе докумената о заштити наслеђа може се закључити да се процес музеализације постепено усложњава. Доношењем Европске конвенције о пределу 2000. године културно наслеђе се шире сагледава, односно:

”Културно наслеђе није више само културно добро, већ представља скуп ресурса наслеђених из прошлости, које људи идентификују као одраз и израз непрекидно еволуирајућих вредности, уверења знања и традиција. Оно обухвата све видове животне средине настале интеракцијом човека и простора током времена. Концепт наслеђа помера се далеко изван традиционалних поимања – старих грађевина и локалитета и постаје сложен елемент за чије очување и заштиту је неопходно стварање интегралних планова и пројеката који захтевају и друга знања у вези са биолошком, геолошком, али и предеоном разноликошћу.”⁷³

Увођењем културног предела као нове категорије у заштити прави се дистинкција између културног предела и културно-историјске целине. Док културно-историјска целина представља само скуп непокретних културних добара, културни предео обухвата све елементе који су га током времена формирали, укључујући поред културних, друштвене, природне и изграђене факторе. Хетерогеност предела захтева примену холистичког приступа планирања његовог развоја. Имајући у виду да су археолошки локалитети битан елемент предела као остаци, фрагменти материјалне културе, не могу се посматрати, разумети, тумачити, а ни презентовати одвојено од средине у којој су настали.

Савремени, интердисциплинарни приступ презентације налаза *in situ* настао је препознавањем материјалних остатака прошлости као генератора локалног развоја. О томе нам сведочи и чињеница да је културно наслеђе, а тиме и археолошки локалитети, интегрисано у стратегије локалног, регионалног, националног и међународног развоја. Уједињене нације су 2015. године донеле “Агенду за одрживи развој до 2030. године”⁷⁴ коју сачињава 17 циљева, а у оквиру циља 11 “Одрживи градови и заједнице”, као подциљ, обухваћено је очување културног наслеђа. Сви циљеви и потциљеви у “Агенди за одрживи развој до 2030. године су усмерени ка остваривању основних димензија одрживог развоја, а то су економски раст, очување екологије и социолошки развој. Такође, у Стратегији Европа 2020.⁷⁵ наслеђе је препознато као генератор одрживог развоја и представља четврти стуб одрживости поред наведена три.⁷⁶ Још је у Брутландовом извештају “Наша заједничка будућност” из 1987. године одрживи развој дефинисан као “развој који задовољава захтеве садашњости без угрожавања способности будућих генерација да задовоље своје потребе.”⁷⁷ Под одрживим развојем се подразумева стварање нових локалних могућности, утемељених на очувању индетитета места које омогућавају бенефите локалној заједници. Културно наслеђе је управо једна од тих могућности, јер са једне стране представља економски ресурс, окидач креативних индустрија и културног туризма, док са друге стране представља значајан ресурс друштвене кохезије,

⁷³ Европска конвенција о пределу, Република Србија – право и одговорност, РС Министарство природних ресурса, рударства и просторног планирања, Завод за заштиту природе Србије, 2013,10, у Марија Кличанин-Крстић и Марко Грковић, “Археолошко наслеђе у склопу европске конвенције о пределу”, *Културни предео*, Нада Живковић, ур. (Београд: Завод за заштиту споменика културе града Београда, 2016), стр. 146.

⁷⁴ Уједињене нације. *Трансформација нашег света: Агенда за одрживи развој до 2030. године*, 21. октобар 2019, стр. 19, доступно на: <https://sdg.indikatori.rs/media/1574/agenda-2030-srp.pdf> приступљено 20.6. 2020.

⁷⁵ European commission. *Europe 2020-European strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, доступно на: <https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLETE%20EN%20BARROSO%20%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf> приступљено 6.5.2023.

⁷⁶ George, Mergos and Patsavos, Nikolas, „Introduction and overview,“ in *Cultural Heritage and Sustainable Development: Economic benefits, Social Opportunities and Policy Challenges*. edited by George Mergos & Nikolas Patsavos (Chania: Technical University of Crete, 2017), pp. 22-23, ISBN 978-960-8475-24-3

⁷⁷ Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future (The Brundtland report), 1987, стр. 41. доступно на: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> приступљено 6.5.2023.

образовања и формирања свести о вредностима материјалног и нематеријалног наслеђа као раритета наслеђених из прошлости, који су опстали толике године, при чему је наша дужност да се очувају и пренесу будућим генерацијама.⁷⁸ Сходно томе, одрживост културног наслеђа се остварује његовим очувањем кроз коришћење и презентацију.

Очување археолошких локалитета кроз коришћење и презентацију, укључивањем у савремени живот грађана обухвата сложен процес заснован на холистичком приступу који захтева сарадњу стручњака различитих дисциплина. То је изазов за многе професије које су укључене у мултидисциплинаран и свеобухватан процес од археолошких истраживања до презентације и отварања локалитета за јавност. У циљу разумевања холистичког приступа и његове сложености презентација археолошких локалитета ће се сагледати са музеолошког, социолошког и економског аспекта.

Археолошки локалитети са музеолошког аспекта посматраће се као музеји *in situ*. Промене у музеолошком приступу презентације археолошких локалитета сагледаће се у корелацији са развојем научних дисциплина историје уметности, археологије и интерпретације, као саставних делова музеологије. Кроз теорије уметности проблематизоваће се вредности на основу којих остаци материјалне културе добијају статус “уметничког дела”, односно завређују пажњу и значај да буду презентовани. Такође, испитаће се на који начин промена контекста утиче на трансформацију значења налаза? У складу са тим проблематизоваће се поступак преношења и излагања у музејима и презентација археолошке грађе *in situ*. На крају ће се установити да ли је прелазак на нови начин презентације археолошких остатака *in situ* условио промену улоге архитектке при чему он постаје интерпретатор прошлих догађаја.

Са социолошког аспекта археолошки локалитети посматраће се као музеји заједница. У циљу очувања друштвене кохезије указаће се на неопходност укључивања заједнице у политике локалног развоја и очувања наслеђа. Партиципација локалног становништва је услов да се постигне одрживост на свим нивоима јер се само на тај начин локални идентитет одржава и развија.

Археолошки локалитети са економског аспекта посматраће се као ресурси за развој креативних индустрија и културног туризма, односно као културно – туристички производи и локалне специфичности места. Економски аспект обухватиће испитивање могућности и ограничења коришћења археолошких локалитета као инструмента за локални, економски развој. Сагледаће се утицај неолибералне теорије на ширење принципа слободног тржишта и на промене у погледу финансирања одржавања, очувања и презентације наслеђа. Установиће се проблеми који могу настати приватизацијом заштићених локација и прекомерним коришћењем истих. Утврдиће се директни и индиректни економски бенефити улагања у очување и презентацију археолошких локалитета *in situ*.

Након сагледавања презентације археолошких локалитета са различитих аспеката испитаће се њихове међусобне релације, условљености и потенцијални конфликти који могу настати.

2.3.1. Музеолошки аспект

Пратећи развој презентације археолошких локалитета могу се сагледати промене у музеолошком приступу. Од великих археолошких открића у XVIII веку, дислоцирања остатака материјалне културе са оригиналних локација и излагања у музејима, до презентације *in situ*, на месту где су налази нађени. Поставља се питање на који начин промена контекста утиче на трансформацију значења налаза? Да ли архитектонски остаци када се изместе из првобитног контекста у ком су настали, ставе на постамент и изложе, односно када постану музејски експонати тек тада добијају статус уметничког дела? Шта се дешава са презентацијом локалитета *in situ*? Које су вредности археолошких локалитета на основу којих завређују

⁷⁸ George, Mergos. “Cultural heritage and the economic development agenda.” In *Cultural Heritage and Sustainable Development: Economic benefits, Social Opportunities and Policy Challenges*, edited by George Mergos, Nikolas Patsavos (Chania: Technical University of Crete, 2017), pp. 81-97, (83-84). ISBN 978-960-8475-24-3

пажњу и значај да буду презентовани? Трансформацију значења налаза променом контекста објаснио је проф. др Миодраг Шуваковић у *Дискурзивној анализи* на примеру кипа Аполона Белведерског који датира из V века п.н.е, а на основу кога је Јохан Јоахим Винкелман дефинисао критеријуме за валоризацију артефакта као уметничких дела и формирао историју уметности као научну дисциплину.⁷⁹

Аполон Белведерски у V веку п.н.е. имао је практичну примену у друштву, у магијском, ритуалном чину. Измештањем из изворног друштвеног и културног контекста и одвајањем од практичних функција, кип Аполона Белведерског је постављен на постамент при чему може само визуелно да се перципира. Улога постаментa је да се артефакт издвоји из стварног света. Он се узима из једног контекста и ставља у други излагачки контекст при чему више нема првобитну функцију, нема употребну вредност, не служи ничему. Артефакт, у овом случају кип Аполона Белведерског губи првобитно значење које је имао у античкој култури, при чему стављањем на постамент и излагањем у музеју добија нову вредност која је тим чином институционализована, призната и на тај начин постаје уметничко дело. Јоахим Винкелман је кип Аполона Белведерског посматрао потпуно изоловано од културног и друштвеног контекста у коме је настао и валоризовао је само његове естетске вредности.⁸⁰ Сматрао га је универзалним уметничким делом⁸¹, идеалом античке уметности на коме је засновао европску уметност. Кип Аполона Белведерског је препознат као тековина античке културе, деконтекстуализован, преименован и поново именован као уметничко дело. Сходно томе према Јоахиму Винкелману и здраворазумском тумачењу уметничко дело је аутономно, другачије од других, аутентично дело које је издвојено из културног и друштвеног контекста у коме је настало. Представља резултат процеса стваралачког чина у виду предмета, ситуације и догађаја.⁸² У складу са претходно изнетим уметничка дела су предмети, ситуације и догађаји који су своју функцију изгубили током времена, немају више употребну вредност, не користе се или је њихова употребна улога нестала са намером, насилним премештањем из првобитног контекста у излагачки. Имајући у виду да су археолошки локалитети и артефакти остаци материјалне културе који се више не користе, такође имају статус уметничког дела, односно прецизније представљају музејске експонате *in situ*. Презентација археолошких локалитета на месту где су нађени значајна је, јер сва та места представљају материјална сведочанства културе која је постојала. Премештањем фрагмената грађевина са изворног места где су настали, урушава се целовитост локалитета, губи се њихово првобитно значење, прекида се историјска нит.⁸³ Остаци материјалне културе, архитектонски налази и археолошки артефакти који су се сачували до данашњих дана, кроз историју претрпели су многобројне трансформације при чему су различити друштвени и културни утицаји обликовали њихова значења.⁸⁴ Међутим, постоје примери где природни или створени услови прете потпуном уништењу археолошког локалитета. У тим случајевима, неопходно је преместити архитектонске остатке на другу локацију, јер је то једини начин да се сачувају материјални

⁷⁹ Марко Николић, “Историјски преглед водећих личности, идеја и теоријских дела у области заштите културног наслеђа у 18. и 19. века,” *Модерна конзервација*, бр. 3, 2015, 39.

⁸⁰ Миодраг Шуваковић, *Дискурзивна анализа – Преступи и/или приступи дискурзивне анализе филозофији, поезији, естетици, теорији и студијама уметности и културе* (Београд: Универзитет уметности у Београду, 2006), 270-273.

⁸¹ Кип Аполона Белведерског је прво дело европске уметности. Видети више у: *Исто*, стр. 273-276.

⁸² М. Шуваковић, *Исто*, стр. 408-409.

⁸³ На пример пресељењем грчког храма у Америку, или на било које друго место он би само био музејски експонат, док у Грчкој он је саставни део класичне грчке културе и одраз друштвених, културних, политичких и идеолошких наратива.

⁸⁴ Пример који то илуструје је антички храм Партенон који је од петог века п.н.е, када је саграђен, имао различите улоге и функције сходно културним и друштвеним утицајима који су обележили различите сегменте његове историје. Од античког храма, преко ранохришћанске базилике, католичке цркве до џамије, да би у XVII веку добио световну функцију и био пренамењен у складиште барута. Све трансформације које је Партенон претрпео кроз историју су производ културног и друштвеног контекста у коме је настао. Видети више у: Mari Lending, “Negotiating absence: Bernard Tschumi's new Acropolis Museum in Athens,” *The Journal of Architecture*, 14:5, 2009, pp. 567-568.

налази, фрагменти архитектуре као сведочанство културе која је постојала и пренесу будућим генерацијама.

Велики утицај на формирање нове музеологије засноване на презентацији остатака материјалне културе *in situ* извршила је археологија и поддисциплине унутар ње, археологија за јавност и археологија заједнице. Археологија као научна дисциплина настала је тек средином XIX века, много касније од првих археолошких ископавања у XVIII веку и од тада је претрпела неколико трансформација. Свака наредна развојна фаза археологије настала је као надоградња претходне. Од традиционалне археологије која се заснивала на дескрипцији и типологији налаза, преко процесне археологије која је изучавала остатке материјалне културе као непосредан одраз људског понашања, до постпроцесне археологије која је за разлику од претходне у далеко већој мери ставила тежиште на симболичке и комуникативне аспекте материјалне културе при чему је немогуће установити апсолутну истину.⁸⁵

Оснивач постпроцесне археологије осамдесетих година XX века Ијан Ходер (*Ian Hodder*) сматра да конструкција значења налаза зависи од културно-историјског контекста у коме су настали.⁸⁶ Археолози тумачењем “немих”, материјалних остатака културе покушавају да реконструишу прошлост. Према Бјорнару Олсену (*Bjørnar Olsen*) материјална култура је средство друштвене праксе, она учествује у тој пракси и структурира је.⁸⁷ У складу са тим је и дефиниција културе енглеског антрополога Едварда Тејлора (*Edward Taylor*):

“Култура је скуп знања, веровања, уметности, морала, закона, обичаја и других способности и навика које је стекао човек као члан друштвене заједнице.”⁸⁸

Из претходног тумачења културе, може се закључити да су материјални остаци израз културних схватања или норми под којима се подразумевају правила понашања карактеристична за одређену групацију људи. На основу трагова као што су остаци кућа, оруђа и гробови, њиховим тумачењем, довођењем у везу са културно-историјским контекстом долази се до сазнања о начину живота тих друштава. Стварањем значења археолошких налаза, грађењем наратива врши се интерпретација начина живота људи у прошлости, обичаја, веровања или статуса који су имали у друштву. Сходно томе презентација археолошких локалитета није само излагање налаза. Роланд Барт (*Roland Barthes*) је то објаснио кроз превођење дела у текст, односно његовом интерпретацијом се производи одређено значење.⁸⁹ Тек се са интерпретацијом значења налаза ствара потпуна слика о култури која је постојала на одређеном подручју. Родоначелник интерпретације наслеђа Фриман Тилден (*Freeman Tilden*) је у свом делу “Интерпретација нашег наслеђа” из 1957. године дао основе за њен даљи развој. Иако је интерпретација настала тек у XX веку, људи су од давнина стварали наративе повезујући објекте и места са упамћеном или замишљеном прошлосту. Према Тилдену интерпретација је образовна активност која има за циљ да открије значење путем коришћења оригиналних предмета, личним доживљајем.⁹⁰ Она представља метод презентације и има велику примену. Користи се у културне, едукативне, друштвене и туристичке сврхе.⁹¹ На основу остатака материјалне културе, упоредном анализом и аналогима са већ истраженим

⁸⁵ Бјорнар Олсен, *Од предмета до текста - Теоријске перспективе археолошких истраживања* (Београд: Геопоетика, 2002), стр. 29-60.

⁸⁶ Бјорнар Олсен, *Исто*, стр. 62.

⁸⁷ Бјорнар Олсен, *Исто*, стр. 200.

⁸⁸ Edward Taylor, *Primitive Culture – Research in the Development of Mythology, Philosophy, Religion, Language, Art and Custom*, (I, II), (London: John Murray, 1871), (I) 1, quoted in Александар Палавистра, *Културни контексти археологије* (Београд: Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2011), стр. 122.

⁸⁹ Миодраг Шуваковић, *Дискурзивна анализа – Преступи и/или приступи дискурзивне анализе филозофији, поезији, естетици, теорији и студијама уметности и културе* (Београд: Универзитет уметности у Београду, 2006), стр. 452.

⁹⁰ Freeman Tilden, *Interpreting our Heritage*, 3rd edition, (Chapel Hill: University of North Carolina Press, 1977), 8, у Катарина Живановић, “Интерпретација културног наслеђа као предуслов за коришћење археолошке баштине у друштвено-економском развоју заједнице,” (докторска дисертација, Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2014), стр. 22.

⁹¹ Катарина Живановић, *Исто*, стр. 23.

локалитетима могу се читати сложени процеси начина живота људи у прошлости, њихово понашање, веровање, друштвени статус као одраз друштвених и културних прилика и идеологије једног времена.

Све претходно наведено изнедрило је презентацију материјалних остатака културе *in situ* и отварање локалитета за јавност. До доношења Конвенције о пределу процес музелизације на већини локалитета се заснивао на археолошким ископавањима, документовању налаза, научној обради и конзервацији остатака грађевина где је затечено стање то захтевало. Након археолошких истраживања углавном су налази затрпавани како би се обезбедило њихово очување. На тај начин откривени остаци били су доступни само стручној јавности. Иако је презентације налаза *in situ* била установљена још у Венецијанској повељи 1964. године, доношењем Конвенције о пределу и применом холистичког приступа његовог развоја она се интезивирала. Из претходног се може закључити да се процес музеализације трансформисао и то од музеализације која се превасходно заснивала на очувању налаза, до музеализације где се очување локалитета остварује кроз одрживо коришћење и презентацију јавности.

Да би се презентовали остаци материјалне културе *in situ* и археолошки локалитети отворили за посетиоце неопходно је: извршити археолошка истраживања, документовање налаза, проучавање, вредновање, правну заштиту, превенцију ризика, издати мере техничке заштите сходно затеченом стању (предвидети конзервацију или рестаурацију), израдити стратегију управљања развојем локалитета, односно направити план коришћења и управљања истим, и урадити пројекат презентације и интерпретације ископина, како би се стекли сви услови за очување налаза као и за безбедан и угодан боравак посетилаца. Из наведеног може се сагледати свеобухватност и мултидисциплинарност музеолошког поступка. Да би презентација археолошког локалитета била успешно реализована неопходно је ангажовати стручњаке различитих дисциплина и координисати њихов рад. Комуникација археолога, конзерватора, историчара уметности и архитекте је неопходна. Улога архитекте у овом свеобухватном процесу јесте да предвиди адекватно архитерктонско решење које ће омогућити заштиту археолошког локалитета и артефаката који се презентују од атмосферских утицаја и да обезбеди угодан и безбедан боравак посетилаца приликом посете. Архитектонско решење не сме девастирати фрагменте материјалне културе који се презентују. Такође, својом појавношћу не сме угрозити окружење и изменити слику места.

Прелазак на нови начин презентације археолошких остатака *in situ* условио је промену статуса архитекте при чему он постаје интерпретатор прошлих догађаја. Приликом презентације остатака материјалне културе у музејима архитекта је имао задатак да испројектује објекат, простор где ће се артефакти изложити као музејски експонати. Код презентације локалитета *in situ*, на месту где су налази нађени, архитекта није само пројектант, већ постаје кустос. Он користи фрагменте прошлости на изворној локацији где су настали и кроз просторне интервенције ствара наративе. Презентација археолошких локалитета *in situ* омогућава посетиоцу да кроз интерпретацију може боље да разуме културно-историјски контекст о коме налази сведоче и да створи ширу слику о њиховим вредностима кроз значење.

2.3.2. Социо-културолошки аспект

У последње три деценије XX века настале су нове дисциплине које су извршиле утицај и трансформисале досадашње приступе археолошких истраживања и презентације наслеђа. Нова музеологија формирала се као критика традиционалног музеја као трезора артефаката из прошлости, док су из постпроцесне археолошке теорије произашли концепти археологија за јавност и археологија заједнице. Археологија за јавност има за циљ да приближи резултате археолошких истраживања јавности, при чему истражује теме илегалног ископавања и трговине археолошким артефактима, затим улогу археологије у стварању индентитета места и процес конструисања значења остатака материјалне културе. Археологија заједнице своје

деловање заснива на развијању комуникације и узајамне сарадње стручњака и локалног становништва.⁹²

Први помаци ка новом концепту музеја направљени су на конференцији Икома 1968. године у Минхену. Установљено је да музеји као институције од јавног значаја треба да омогуће културни, друштвени, економски и туристички напредак, док је 1972. године у Сантјаго де Чилеу на Унесковом округлом столу закључено да се претходно наведено може остварити у сарадњи музеја и заједница.⁹³ Концепт музеја заједница⁹⁴ или екомузеја су установили француски музеолози Жорж Анри Ривијер (*Georges-Henri Rivière*) и Хјуз Мише де Варин-Боан (*Hugues Michet de Varine-Bohan*) 1971. године.⁹⁵ Према њима музеј заједнице представља холистички процес презентације наслеђа *in situ* и сарадњу локалне заједнице и стручњака. На иницијативу италијанских екомузеолога тек је 2016. године издат Манифест екомузеја. Циљ Манифеста је да дефинише улогу екомузеја у друштву и да омогући њихово повезивање и сарадњу на међународном нивоу. Према Манифесту екомузеји представљају партиципативне процесе заштите, управљања и презентације локалног наслеђа, чији је циљ подстицање друштвено-економског и еколошког развоја.⁹⁶ Према Томиславу Шоли, оснивачу херитологије, науке о баштини на нашим просторима, екомузеј је:

“Музеј по мери потреба заједнице, при чему је мање музеј чињеница, а више процес, мање је институција, а више реаговање.”⁹⁷

Сходно претходно изнетом ново виђене музеја представља презентацију налаза на месту где су исти нађени при чему кустоси кроз наратив интерпретирају фрагменте прошлости и у сталној су интеракцији са посетиоцима. На тај начин се остварује веза музеја, заједнице и места, али се и обезбеђује константно коришћење локалитета.

Учешће локалне заједнице у пројектима заштите и презентације локалитета постоји у законској регулативи у виду консултација и јавног увида, међутим предвиђене процедуре се углавном не спроводе и свде се на формалност. Из тог разлога формирале су се иницијативе засноване на холистичкој сарадњи стручњака и заједнице током сваке од фаза истраживања и презентације локалитета. Укључивањем локалне заједнице у процес музеализације умањује се могућност злоупотребе археологије и њеног коришћења у служби владајуће идеологије и контролираних тумачења прошлости. Предности укључивања локалног становништва у пројекте истраживања и презентације археолошких локалитета *in situ* јесу изграђивање заједничких вредности заснованих на наслеђу, чиме се смањују неједнкости и ствара се осећај за припадност заједници што доприноси успостављању друштвене кохезије. Иако је овај концепт основан још осамдесетих година XX века још увек није развијен универзалан методолошки приступ за укључивање локалне заједнице већ се он разликује од локалитета до

⁹² Катарина Живановић, “Интерпретација културног наслеђа као предуслов за коришћење археолошке баштине у друштвено-економском развоју заједнице” (докторска дисертација, Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2014), стр. 31-34.

⁹³ Гордана Милановић, “Прошлост и будућност једне идеје”, *ICOM Србија*, бр. 7, 2017, стр. 6-7.

⁹⁴ Концепт музеја заједница је преузет из латиноамеричке праксе, док су његове претече музеји комшилука настали шездесетих година XX века. Анакотија музеј је први музеј комшилука основан 1967. године у Вашингтону. Видети више у: Томислав Шола, *Према тоталном музеју* (Београд: Центар за музеологију и херитологију, Филозофски факултет Универзитета у Београду, 2016), стр. 150-152.

⁹⁵ Катарина Живановић, “Интерпретација културног наслеђа као предуслов за коришћење археолошке баштине у друштвено-економском развоју заједнице” (докторска дисертација, Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2014), стр. 51.

⁹⁶ Raul Dal Santo, et al., “The Strategic Manifesto of Italian Ecomuseums,” *Museum international*, Vol. 69 (2017): (90) 88-95.

<http://www.icom-italia.org/wp-content/uploads/2018/02/ICOMItalia.MuseumInternational.Articolo.RauldalSanto.NerinaBaldi.AndreadelDuca.AndreaRossi.pdf>

⁹⁷ Томислав Шола, *Према тоталном музеју* (Београд: Центар за музеологију и херитологију, Филозофски факултет Универзитета у Београду, 2016), стр. 251.

локалитета.⁹⁸ Углавном се локално становништво укључује у оним активностима процеса музеализације у којима може да допринесе.

За разлику од света где се још увек експериментише са новим концептом музеја заједница у Србији овај приступ још увек није развијен. У Србији се инсистира више на развоју туризма, него на укључивању локалне заједнице и успостављању друштвене кохезије. Међутим, у прошлости било је примера где су грађани иницирали заштиту и презентацију ареолошких локалитета. На захтев грађана Ниша 1935. године Народни музеј Ниш је одлучио да изнад дела налаза Константинове резиденције изгради музеј. Грађани су основали организацију која је била задужена за очување, истраживање и презентацију овог локалитета. Њу је предводио Никола Вулић, класични филолог и археолог.⁹⁹ Грађани Ниша су финансијски и својим личним доприносом помогли да се музеј изгради. То само показује да су се грађани идентификовали са локалним наслеђем и увидели његов културни, друштвени и идеолошки значај.

Даље истраживање учешћа грађана у јавним политикама у циљу очувања културног наслеђа и његове презентације може бити од значаја како би добра искуства иностране праксе била примењена и на локалитетима у Србији. Будући да је у западноевропским и америчким земљама овај модел прихваћен и примењује се са мање или више успеха, у Србији иако је партиципација део стратегије развоја градова, још увек представља формалост.

Значај укључивања локалног становништва у пројекте музеализације засноване на презентацији археолошких локалитета *in situ* су вишеструки. Археолошки локалитети нису обичне локације, већ места која имају одређено значење. Сви ти процеси који су временом створили индентитет места у нераскидивој су вези са локалним становништвом, односно локалном заједницом. Ова места имају друштвени и културни значај за своје становнике.¹⁰⁰ Из тих разлога се тежи да се локално становништво укључи у локалне културне политике развоја градова и да својим ангажовањем допринесе очувању идентитета места.

2.3.3. Економски аспект

Са великим археолошким открићима током XVIII и XIX века налази поред историјске и културне вредности добијају и економску вредност. Овај период је обележило преношење архитектонских налаза и артефаката, злоупотребу истих кроз кријумчарење и препродавање широм света. Остаци материјалне културе древних цивилизација постали су део приватних колекција имућних породица. Пракса илегалне експлоатације археолошких артефаката и трговина истим на светским тржиштима присутна је и данас. Међутим, ствари су се промениле у том погледу што данас постоји законска регулатива која се бави питањима илегалне продаје и крађом археолошке грађе. У Србији су људи приликом обрађивања земље налазили остатке материјалне културе (римски новац, накит, предмете из ритуалних обреда) са којима су поступали по свом личном нахођењу, док су неки нађене налазе пријављивали службама

⁹⁸ Археолошки локалитет Чатал Хојук је пример где се од 2000. године паралелно са археолошким истраживањем које спроводи британски археолог Ијан Ходер реализује пројекат заснован на партиципацији и укључивању заинтересованих појединаца локалне заједнице. Програм обухвата едукацију стажиста да врше археолошка истраживања. Организоване су и радионице где су припадници локалне заједнице правили производе на основу мотива пронађених на налазишту. Предвиђени су садржаји и за најмлађе при чему су деца уз помоћ археолога стварала представу и изводила је на локалитету. Остатке материјалне културе користили су као сценографију и својом интерпретацијом оживљавали су фрагменте прошлости. На тај начин су кроз сценски догађај, перформанс испричали причу и презентовали локалитет посетиоцима. Стварајући представу, кроз процес рада стекли су знања о култури која је некада постојала на том подручју. Видети више у: Катарина Живановић, "Интерпретација културног наслеђа као предуслов за коришћење археолошке баштине у друштвено-економском развоју заједнице" (докторска дисертација, Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2014), 44-45.

⁹⁹ Ирена Љубомировић, *Никола Вулић-Историчар антике* (Ниш: Филозофски факултет, 2013), 99.

¹⁰⁰ English Heritage, *The Power of Place: The Future of the Historic Environment* (London: English Heritage, 2000), in John Carman, "Educating for Sustainability in Archaeology," *Archaeologies: Journal of the World Archaeological Congress*, Vol. 12, 2016:133-152, (140), DOI 10.1007/s11759-016-9295-1.

заштите. У Сремској Митровици је чест случај да се приликом копања за финансирање темеља нових објеката нађу остаци римских грађевина и други материјални налази, јер се савремени град налази на тековинама античког града Сирмијума. На римском археолошком локалитету Виминацијум код Костолца вршена су илегална ископавања при чему су артефакти продавани колекционарима у иностранству.¹⁰¹ Египтске гробнице су такође у више наврата биле пљачкане, а артефакти су продавани колекционарима преко међународних аукцијских кућа у иностранству.

Осамдесетих година XX века долази до економских промена. Маргарет Тачер (*Margaret Thatcher*) и Пол Волкер (*Paul Volcker*) формирали су неолиберализам 1980. године.¹⁰² Према Дејвиду Харвију (*David Harvey*) неолиберализам представља теорију која се заснива на политичким и економским праксама. Према овој теорији друштвена добробит се остварује формирањем слободног тржишта, слободном трговином и јачањем права привате својине. Држава је задужена да врши контролу читавог тржишта, при чему у другим активностима не би требало да учествује.¹⁰³ Одлика неолибералног капитализма према Мануелу Алберу (*Manuel Aalbers*) јесте настанак слободног тржишта без државне контроле, при чему се ставља акценат на предузетничком урбаном управљању.¹⁰⁴ Насупрот тежњи неолиберализма да створи слободно тржиште као најбољи механизам дистрибуције ресурса, у пракси овај модел никада није примењен у потпуности. Сходно томе слободно тржиште нигде не постоји као такво и не функционише без државне регулативе, јер је друштвени систем много сложенији од тржишта. То сматра Колин Кроуч (*Colin Crouch*) који наводи да неолиберални капитализам, никада није стварно био окренут формирању слободног тржишта, већ доминацији великих компанија и стварању нових средстава акумулације капитала.¹⁰⁵ У земље које напуштају социјализам поновно се уводи тржишна привреда, док у развијеним земљама знатно већи простор даје се тржишту него државној провизији при чему тржиште добија већи утицај него што је имало у претходном периоду. Приватизацијом се мењају односи улога и моћи јавног и приватног сектора. Држава више нема средстава да инвестира, при чему се прелази са концепта владања на концепт управљања.

Приватизација може имати позитиван утицај на наслеђе због нових извора финансирања, одржавања и поновног коришћења кроз презентацију, међутим она такође може смањити контролу над његовим очувањем. Уласком приватног капитала у овај процес интереси и захтеви инвеститора су примарни при чему постоји бојазан за девастацију налаза. Сходно томе поставља се питање да ли се коришћењем, презентацијом наслеђе трајно девестира? До које је мере служба заштите спремна да степене заштите прилагоди интересима приватног сектора? На основу изнетог можемо констатовати да је наслеђе угрожено захтевима глобалне тржишне економије. Како не би дошло до његове девастације контрола читавог процеса од стране јавних институција релеватних за заштиту наслеђа је неопходна. Давид Понзини (*Davide Ponzini*) наводи добре и лоше стране приватизације. Он сматра да се приватизацијом наслеђа смањује притисак на владине буџете, смањују се трошкови очувања наслеђа, повећава се ефикасност приватизованих предузећа, ствара се боља испорука роба и услуга, умањује се политички утицај на одлуке о расподели ресурса.¹⁰⁶ То су све добре стране приватизације, док

¹⁰¹ Јелена Вилус, *Правна Заштита културних добара*, (Београд: Европски центар за мир и развој (ЕЦПД) Унивезитета за мир Уједињених нација, 2007), стр. 19.

http://www.ecpd.org.rs/pdf/2015/books/2007/2007_ppravna_zastita_kulturnih_dobara.pdf

¹⁰² Дејвид Харви, *Кратка историја неолиберализма*, (Нови Сад: Mediterranean publishing, 2012), стр. 13.

¹⁰³ Дејвид Харви, *Кратка историја неолиберализма*, (Нови Сад: Mediterranean publishing, 2012), стр. 15.

¹⁰⁴ Manuel Aalbers, "Debate on Neoliberalism in and after the Neoliberal Crisis", *International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 37, no. 3 May, pp. 1053–1057.

¹⁰⁵ Colin Crouch, "The strange non-death of neoliberalism", (Cambridge: Polity, 2011), in Manuel Aalbers, "Debate on Neoliberalism in and after the Neoliberal Crisis", *International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 37, no. 3 May, pp. 1054.

¹⁰⁶ Davide Ponzini, "The process of privatization of Cultural Heritage and the Arts in Italy: analysis and perspectives", *International Journal of Heritage Studies*, 16 (6), 2010, 508–521, in Bruce Seaman, "The role of the private sector in

са друге стране постоје примери у свету где овај модел омогућава злоупотребу наслеђа и расипање колекција. То је случај са Грчком, што је и очекивано обзиром да представља поднебље древне, антике грчке културе. У Грчкој је могуће имати приватне колекције старина и антиквитета уз дозволу Министарства просвете, а власници су одговорни за инвентар. Приступ приватним колекцијама мора имати Министарство како би вршило контролу. Проналазак артефаката приликом градње новог објекта захтева одобрење за коришћење. Уништење или оштећење артефаката се кажњава, а продаја старина је регулисана тако да ако до тога дође влада задржава право преузимања сваке продаје која се сматра јавним интересом.¹⁰⁷ Упркос свим овим напорима, пљачкање и кријумчарење, расипање колекција су озбиљни проблеми овог модела, при чему економски интерес приватног сектора понекад угрожава опстанак налазишта.

Као компромисно решење долази до удруживања јавног и приватног сектора, односно настаје нови начин управљања који је заснован према Харвију на јавно – приватним партнерствима.¹⁰⁸ Код овог модела јавни сектор, држава надгледа и контролише деловања приватног сектора. Даје субвенције и пореске олакшице приватном сектору за инвестирање у наслеђе. Приватни сектор са друге стране би требало да својим деловањем не угрожава наслеђе, да га не девастира већ да улаже у његово очување, да поштује интересе свих страна које су заинтересоване за његово коришћење и да омогући едукацију о његовом значењу.

У Великој Британији током периода владе Маргарет Тачер препознат је економски потенцијал уметности и културе и створена је нова дисциплина Културне индустрије. Према дефиницији UNESCO-а културне индустрије су: „*оне индустрије које производе материјалне и нематеријалне уметничке и креативне производе, и које имају потенцијал за креирање богатства и генерисање прихода кроз експлоатацију културних добара и производњу робе и услуга (традиционалних и савремених) базираних на знању. Заједничко за све културне индустрије је коришћење креативности, знања из области културне и интелектуалне својине за производњу робе и услуга од друштвеног и културног значаја.*“¹⁰⁹

Убрзо је термин културне индустрије замењен термином креативне индустрије, јер обухвата много шире поље. Не односи се само на уметност већ укључује све производе базиране на креативности. Велика Британија је прва земља која је 1997. године основала Оперативну групу за креативне индустрије (*Creative Industries Task Force*) у оквиру Сектора за културу медије и спорт.¹¹⁰ У складу са неолибералном идеологијом исте године настаје нова дисциплина Креативна економија. Основао ју је Дејвид Трозби (*David Trozbi*), иако је о њој писао још Алан Тарнер Пикок (*Alan Turner Peacock*) 1978. године који се сматра њеним зачетником. Дејвид Трозби у књизи “Економика културне политике”¹¹¹ испитује начине примене економије у поље културне баштине. Истражује како археолошки локалитети могу постати ресурси за развој креативних индустрија и културног туризма као туристички производи и локалне специфичности места. Активности које су до скоро биле сматране непрофитним, препознате су као комерцијалне, па тако и презентација археолошких локалитета *in situ*. Сходно томе наслеђе у јавним политикама представља значајан ресурс, поготово у стратегијама локалног развоја јер може бити инструмент и покретач локалне економије. Међутим према професору Грегори Ешворту (*Gregory Ashworth*), ако посматрамо

cultural heritage”, *Handbook on the Economics of Cultural Heritage*, Ilde Rizzo and Anna Mignosa, ed. (Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 2017), pp. 120.

¹⁰⁷ Bruce Seaman, “The role of the private sector in cultural heritage,” *Handbook on the Economics of Cultural Heritage*, Rizzo and Anna Mignosa, ed. (Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 2017), pp. 122.

¹⁰⁸ Davide Harvey, *Spaces of Hope* (Edinburgh: Edinburgh University Press, 2000), pp. 138.

¹⁰⁹ UNESCO, *Background on Cultural Industries*, 2010, 10.

http://www.unescobkk.org/fileadmin/user_upload/culture/Cultural_Industries/HK_Open_Forum/Backgrounder-FINAL.pdf, цитирано у Вишња Кисић, “Културне и креативне индустрије у Европи”, *Култура: Култура политика*, Вол. 130, 2011, стр. 200.

¹¹⁰ Вишња Кисић, “Културне и креативне индустрије у Европи”, *Култура: Култура политика*, Вол. 130, 2011, 201.

¹¹¹ Дејвид Трозби, *Економика културне политике*, прев. Александар Луј Тодоровић и Ксенија Тодоровић (Београд: Клио, 2012).

управљање наслеђем ретко су економски бенефити најважнији, односно ретко је наслеђе главни разлог за економски раст.¹¹² У том случају наслеђе на индиректан начин доприноси развоју. Његова првенствена улога је да учини локацију пожељном за инвестирање. Имајући у виду да је наслеђе ограничено на место има битну социолошку димензију. Место је важно за локално становништво јер се са њим људи идентификују. Наслеђе представља сведочанство културних и друштвених збивања која формирају идентитет места. На тај начин се ствара слика места, која постаје бренд и утиче на ревитализацију града или његових фрагмената. То је разлог зашто наслеђе можемо посматрати као комерцијалну активност саму по себи. Наслеђе нема само економску улогу већ има много различитих инструменталних улога у стратегијама локалног економског развоја. Једна од њих је маркетинг и брендирање места при чему настаје ланчана реакција која омогућава економску, друштвену и физичку регенерацију. На тај начин се наслеђе користи у стратегијама економског развоја као окидач просперитета једног града на више нивоа. Наслеђе у стратегијама економског развоја налази се заједно са културним, друштвеним и политичким циљевима. Иако се економски бенефити презентације наслеђа сматрају незнатним, ако посматрамо очување наслеђа и брендирање краја као процес могу бити од користи за локалну економију кроз просперитет других делатности. Грегори Ешворт наслеђе посматра кроз његову савремену улогу, која се заснива на томе да његова значења постају извор потенцијалних ресурса за формирање производа, као потрошног искуства. Поред културне димензије наслеђе има и економску димензију која је основа за интервенцију јер одржавање наслеђа захтева улагање и финансијска средства, али може и да донесе зараду. На основу економског потенцијала доноси се одлука у које ће се наслеђе уложити и одлучује се о његовом одржавању, интерпретацији, маркетингу и употреби.¹¹³ Археолошки локалитети у стратегијама локалног економског развоја могу се користити у виду креативних индустрија као локалне специфичности места, односно као ресурси за развој туризма.

Употреба археолошких локалитета као ресурса за развој туризма представља минимално коришћење налазишта, остатака пређашњих епоха и места која су валоризована и одабрана да се отворе за посетиоце и на тај начин презентују широј јавности. Проблематично код улагања у очување и презентацију археолошких локалитета је што се обезбеђује незнатан приход који варира током године и условљен је бројем посетилаца. Имајући то у виду археолошки локалитети ће постојати иако економска функција потпуно нестане, чиме ће наставити да остварују своју примарну улогу као сведочанство прошлог времена. Међутим, не може се занемарити економска димензија наслеђа која постоји и његов потенцијал да створи капитал на разне начине, директно или индиректно. Директни бенефити укључују очување налаза, а индиректни бенефити су стварање нових радних места, туризам, побољшање изграђене околине у корист друштва као целине.¹¹⁴ Проблем је што према традиционалном гледишту тек када су задовољене неопходне потребе друштва финансијски вишак који остане улаже се у културу. Она је дуго сматрана непотребном потрошњом и углавном су у културу инвестирали људи из имућних породица. Тачније култура је била привилегија само за богате.¹¹⁵ Данас се мења виђење културе при чему се наслеђе користи као ресурс да омогући економске бенефите и на тај начин допринесе локалном, економском развоју. Креативне индустрије имају удео више од 7% светског бруто домаћег производа, при чему се прогнозира даљи раст.¹¹⁶ Овај сектор стимулише локални и регионални развој чиме завређује све већу пажњу политичара.

¹¹² Gregory Ashworth, "Heritage and local development: a reluctant relationsh," in *Handbook on the Economics of Cultural Heritage*, Ilde Rizzo and Anna Mignosa, ed. (Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 2017), pp. 367.

¹¹³ Исто, стр. 368-369.

¹¹⁴ Federico Revelli, "Tax incentives for cultural heritage conservation," in *Handbook on the Economics of Cultural Heritage*, Ilde Rizzo and Anna Mignosa, ed. (Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 2017), pp. 141.

¹¹⁵ Gregory Ashworth, "Heritage and local development: a reluctant relationsh", in *Handbook on the Economics of Cultural Heritage*, Ilde Rizzo and Anna Mignosa, ed. (Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 2017), pp. 372.

¹¹⁶ Вишња Кисић, "Културне и креативне индустрије у Европи", *Култура: Култура политика*, Вол. 130, 2011, стр. 201-202.

Археолошки локалитети као ресурси за развој креативних индустрија кроз културни туризам представљају робу и услуге.¹¹⁷ Проблем који се јавља ако говоримо о наслеђу као роби је неусаглашеност између трошкова и користи, односно добити. Најчешће су економски бенефити од туризма индиректни, односно неке друге делатности које представљају секундарне услуге имају добит. Наслеђе у том случају представља неисцрпан ресурс идеалан за брендирање одређеног места поготово на тржишту које се стално шири. Опет са друге стране имамо археолошке локалитете чије се посете наплаћују. Карта за обилазак Акропоља износи 20 еура. Овај археолошки локалитет годишње посети више од милион туриста. Акропољ сваке године обиђе од 100 000 до 400 000 више људи него Нови Акропољски музеј. Једино је 2010. године након отварања више туриста обишло Нови Акропољски музеј него Акропољ.¹¹⁸ Из приложеног може се закључити да презентација археолошких локалитета може да донесе знатна финансијска средства од продаје улазница.

Туризам заснован на промовисању локалних специфичности места, у овом случају археолошких локалитета са малим почетним улагањима омогућава економске погодности од већ постојећих ресурса који се довољно не користе. Зато археолошке локалитете треба користити као бенефите локације на којој се налазе, затим као идентификаторе места заснованог на идентитету и различитости, као инструменте за промовисање и брендирање места и на крају њихова употреба може допринети економској регенерацији читавог подручја на коме се налазе.

...

На основу свега претходно изнетог може се закључити да је формиран савремени, интердисциплинарни оквир презентације античких мозаика *in situ*, односно дефинисан је начин сагледавања презентације у контексту XXI века. Ново виђење презентације археолошких локалитета са мозаицима настало је у корелацији теоријских упоришта и развоја принципа заштите кроз повеље, конвенције и препоруке. На крају овог поглавља налази се интегрисана мапа на којој су приказани хронолошки, у виду временске линије, најзначајнији догађаји и кључни тренуци који су условили трансформацију презентације остатака материјалне културе и допринели да се конституише њено ново виђење засновано на холистичком приступу очувања кроз коришћење.

Након сагледавања презентације археолошких локалитета са музеолошког, социолошког и економског аспекта може се закључити да иако је сваки од аспеката посматран засебно, због своје сложености, сви су међусобно условљени и зависе један од другог. Поред тога да се приметити да је ново виђење презентације *in situ* изнедрило међусобне конфликте. Међу археолозима, антрополозима и конзерваторима има стручњака који се противе становишту коришћења археолошких локалитета као економских ресурса. Они сматрају да коришћење археолошких локалитета може досвести до прекомерне експлоатације, комерцијализације па и до бојазни за потпуно уништење материјалних налаза прошлости.¹¹⁹ Међутим, последњих двадесет година све је више заступљен савремени приступ где се одрживо очување културног наслеђа остварује интеграцијом у друштвени живот кроз коришћење и презентацију, отварањем локалитета за јавност, чиме се од прихода продатих улазница финансира његово одржавање. На тај начин се омогућава да локалитет сам себе одржава. Овај приступ је подржан

¹¹⁷ Dallen Timothy and Stephen Boyd, *Heritage Tourism* (London: Prentice Hall, 2002), in Gregory Ashworth, "Heritage and local development: a reluctant relationship," Ilde Rizzo and Anna Mignosa, ed. *Handbook on the Economics of Cultural Heritage*, (Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 2017), pp. 379-380.

¹¹⁸ James Beresford, "Mind the Gap: Prediction and Performance in Respect to Visitor Numbers at the New Acropolis Museum," *Museum & Society*, November 2014. 12(3), 171-190, (175).

¹¹⁹ George Mergos and Nikolas Patsavos, "Introduction and overview," in *Cultural Heritage and Sustainable Development: Economic benefits, Social Opportunities and Policy Challenges*. edited by George Mergos & Nikolas Patsavos. Technical University of Crete, Chania: Technical University of Crete, 2017, pp. 21-42, (21). ISBN 978-960-8475-24-3.

од стране економиста и социолога.¹²⁰ У прилог савременом приступу и становишту је и чињеница да археолошки локалитети који се не користе често бивају напуштени, при чему се постепено уништавају због недостатка средстава за одржавање. Тешко је и изазовно истовремено успоставити равнотежу између употребе и очувања археолошких локалитета. Зато је неопходно да сва три аспекта буду заступљена у холистичком, свеобухватном приступу како би се постигла одрживост на свим нивоима и на тај начин омогућило одрживо очување археолошких локалитета укључивањем у савремени живот грађана кроз коришћење и презентацију.

Нови концепт музеализације представља изазов за велики број актера који су део овог процеса па тако и за архитекту. Улога архитекте у свеобухватном процесу презентације остатака материјалне културе *in situ* јесте да кроз комуникацију и сарадњу са стручњацима других дисциплина предвиди адекватан начин заштите и презентације налаза кроз просторне интервенције. Углавном су то архитектонска решења која треба да омогуће како заштиту налаза од атмосферских утицаја, тако и безбедан и угодан боравак посетилаца на локалитету. У складу са претходно изнетим заштитом и презентацијом археолошких локалитета са мозаицима у овој дисертацији посматраће се са техничко-технолошког аспекта чиме је тема позиционирана у област архитектуре и урбанизма.

¹²⁰ Исто, 21.

3. ТИПОВИ АНТИЧКИХ МОЗАИКА И МЕТОДЕ ЗАШТИТЕ И ОЧУВАЊА

3.1. Стратиграфија и типологија античких подних мозаика презентованих *in situ*

Мозаици¹²¹ су се користили као вид декорације подних или зидних површина у периоду хеленизма, римске уметности, ранохришћанске и византијске уметности. Након XIV века па све до XX века опада интересовање за израду мозаика, а тек са појавом јунгендстила¹²² почиње поново да се користи.¹²³ Данас мозаици имају примену у сакралном простору за украшавање зидних површина.

У античком периоду¹²⁴ подни мозаици су били заступљени у приватним кућама и вилама, тремовима и базиликама. О томе нам данас сведоче налази античких, подних мозаика на археолошким локалитетима дуж Средоземља, у великом делу Европе и Блиском Истоку.¹²⁵

Антички подни мозаици представљају декоративне хоризонталне површине настале постављањем тесера¹²⁶ најчешће од камена, керамике или стакла у свеж кречни малтер тако да формирају геометријске или фигуралне мотиве. Представљају остатке античких грађевина чије су подове украшавали. Композитне су структуре.¹²⁷

Морфолошка структура, односно стратиграфија¹²⁸ античких подних мозаика се састоји из неколико припремних слојева који носе камене тесере на површини (*Слика 8*). У књизи „Десет књига о архитектури“ Витрувије у I глави VII поглављу говори о начину полагања

¹²¹ Мозаик – (фр. *mosaïque*, шп., порт. *mosaico*, итал. *mosaico*, лат. *opus musivum*, гр. *museion*) је слика или орнамент на зиду или поду, израђен од комадића камена, мермера, стакла или неког другог материјала. Милан Вујаклија, *Лексикон Страних речи и израза* (Београд, Србија: Просвета, 1996), стр. 558. Мозаик представља технику украшавања подних или зидних површина слагањем тесера (лат. *tessera* - коцкице) од камена, керамике, стакла или неког другог материјала које се утискују у свеж малтер и на тај начин према утврђеном шаблону формирају геометријски или фигурални мотив. Видети у: Маријана Протић, “Типологија подног и зидног мозаика,” у Немања Смичиклас и други, *Препоруке за чување и одржавање мозаика* (Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018), 7-15, стр. 7.

¹²² Југендстил (нем. *Jugend* - младост, омладина) - правац у архитектури, ликовној уметности и поезији почетком XX века; Милан Вујаклија, *Лексикон Страних речи и израза* (Београд, Србија: Просвета, 1996), стр. 366.

¹²³ Маријана Протић, “Типологија подног и зидног мозаика,” у Немања Смичиклас и други, *Препоруке за чување и одржавање мозаика* (Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018), 7-15, стр. 8.

¹²⁴ Антички период је временско раздобље од оснивања грчких полиса до пада западног римског царства 476. г.н.е. <https://www.arheo-amateri.rs/2012/03/anticko-doba/> приступљено 4.5.2023.

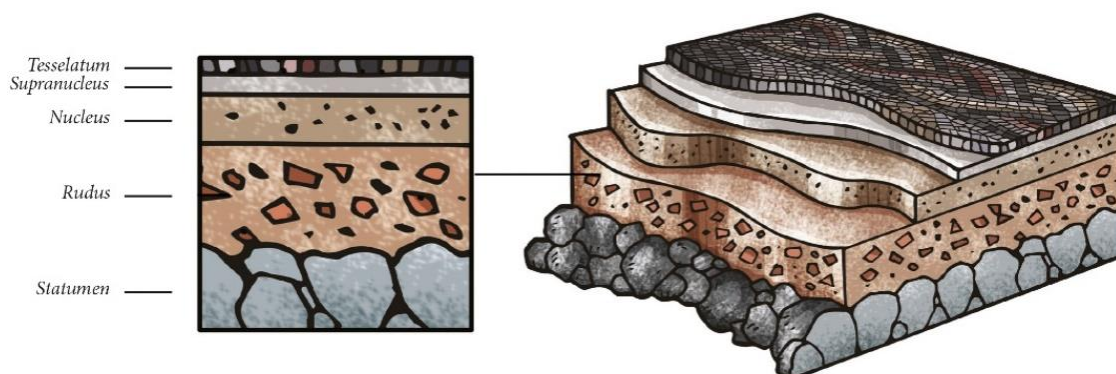
¹²⁵ John D. Stewart, Jacques Neguer, and Martha Demas. “Assessing the Protective Function of Shelters over Mosaics”, *The following was adapted from presentations given at the ninth conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics, held in Tunisia, November 2005.* Доступно на: https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/newsletters/21_1/news_in_cons1.html, приступљено [15.2.2020.]

¹²⁶ Тесера (лат. *tesella*) – коцкица; Милан Вујаклија, *Лексикон Страних речи и израза* (Београд, Србија: Просвета, 1996), стр. 884. Тесере су коцкице од камена, керамике, стакла или неког другог материјала које се користе за израду мозаика.

¹²⁷ Милорад Медић, *Заштита зидних слика и мозаика* - Предавања слушаоцима последипломских студија "Заштита, ревитализација и проучавање градитељског наслеђа" на Архитектонском факултету у Београду, 1994. (Београд, Србија: Реантика – Удружење конзерватора, рестауратора и љубитеља уметности, 2003), стр. 7; John Stewart, “Mosaics: Conservation and Preservation,” in *Encyclopedia of Global Archaeology*, ed. Claire Smith (Adelaide, Australia: Springer, 2020), pp. 7407-7414, 7408.

¹²⁸ Стратиграфија (лат. *stratum* слој, грч. *graphia* опис) - наука или описивање слојева стена. Видети у: Милан Вујаклија, *Лексикон страних речи и израза* (Београд: Просвета, 1996/7), 850. У овом контексту стратиграфија је синоним за структуру мозаика, односно означава слојеве од којих су сачињени мозаици.

подова и коришћеним материјалима за њихову израду.¹²⁹ Слојеви мозаичког пода које је Витрувије описао у свом трактату идентификовани су код великог броја откривених античких мозаика на археолошким локалитетима. Стратиграфију мозаика чине: статумен (*statumen*) - наслаган ломљени камен на суво, затим рудус (*rudus*) - који је сачињен од кречног малтера са крупнијим агрегатом, потом нуклеус (*nucleus*) - слој кречног малтера са фино ломљеним агрегатом и на крају супрануклеус (*supranucleus*) - чист кречни малтер или малтер са млевеним агрегатом у који су се полагале тесере. Завршни слој чини мозаичка површина теселатум (*tesselatum*).¹³⁰ Сваки слој има одређену улогу у морфолошкој структури мозаика. Употребом одговарајућих материјала постигнута су жељена својства сваког од њих. Статумен састављен од крупних комада ломљеног камена омогућава дренажу мозаичког пода. Коришћењем крупног агрегата, ломљене опеке за справљање кречног малтера - рудуса, формиране су шупљине у њему које спречавају капиларно подизање влаге. Хидроулична својства нуклеуса омогућавају водонепропусност, док супрануклеус има добра везивна својства услед великог садржаја креча, јер треба да повеже теселатум са осталим слојевима мозаика.¹³¹ Справљањем кречног малтера постигнуто је да његова чврстина опада од рудуса до супрануклеуса, а да везивна моћ расте.¹³² На приказу (**Слика 8**) се може видети карактеристична, најчесталија и најкомплекснија морфолошка структура античких мозаика. Међутим, на археолошким локалитетима срећу се мозаици који немају све претходно наведене стратиграфске слојеве. Постоје примери где је мозаик направљен директно на подлози од земље или камена, а често су мозаици рађени једни на другима, односно нови мозаик је изведен на претходном мозаику.¹³³ Морфолошка структура мозаика може варирати у зависности од периода извођења, локалне традиције и доступности материјала. За израду припремних слојева мозаика који носе теселатум коришћени су локални материјали. Да би се повећала хидрауличност кречног малтера додавана је опека, опалска бреча, вулкански туф или санторинска земља, у зависности од тога шта је било доступно у окружењу.¹³⁴



Слика 8. Стратиграфија античког мозаика, (Извор: Немања Смичиклас и др. *Препоруке за чување и одржавање мозаика* (Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018), стр. 37).

¹²⁹ Витрувије (*Vitruvius Pollio, Marcus*), *Десет Књига о Архитектури* (Београд, Србија: Грађевинска књига, 2000), стр. 143-145.

¹³⁰ Немања Смичиклас, „Глосаријум,“ *Препоруке за чување и одржавање мозаика*, у *Немања Смичиклас и други* (Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018), 37-38;

¹³¹ Маја Франковић, “Деградација Мозаика - Утицаји карактеристика материјала, технике израде, коришћење и услова окружења на пропадање античких подних мозаика,“ *Живопис: Часопис за неговање црквене уметности*, год. 5, бр. 5 (2011): стр. 304-305.

¹³² Маја Франковић, “Подлоге у конзервацији дислоцираних мозаика,“ *Живопис*, год. 4, бр. 4 (17. мај 2010): стр. 223.

¹³³ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 2.

¹³⁴ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 95.

Изrada мозаика није била једноставна, захтевала је велико умеће и радну снагу. Због сложене морфолошке структуре мозаика обухватала је више фаза па је у циљу скраћења времена потребног за извођење мозаика извршена подела посла. Мајстори су били организовани у три групе специјализовани за одређену активност. Калцис котори (*calcis coctor*) су били задужени за припрему креча и малтера. Лапидаријус структори (*lapidaries structor*) су секли камен и друге материјале који су се користили за израду теселатума, док су групу музеаријуса (*musearius*) чинили уметници - мозаичари који су полагали тесере у малтер према претходно припремљеном цртежу пиктора павиментаријуса (*pictor pavimentarius*). Међу музеаријусима било је оних који су се специјализовали за израду геометријских мотива, биљних мотива, фигура, слова. За иницијалну замисао композиције, за сцене и симболе који ће се представити на мозаику био је задужен пиктор имагинаријус (*pictor imaginarius*).¹³⁵

Типологија античких, подних мозаика може се извршити на основу периода када су настали, техници у којој су рађени, колориту, врсти мотива који приказују, величини тесера, коришћеном материјалу за завршни површински слој мозаика теселатум. Најчешће се за израду површинског слоја мозаика примењивао камен (мермер, кречњак итд.), али су се користили такође керамика и стакло. У зависности од колорита материјала коришћеног за израду површинског слоја, теселатума, мозаици могу бити: монохромни - изведени од тесера у једној боји, двобојни - направљени од тесера најчешће у црној и белој боји и полихромни - мозаици са разнобојним тесерама. Сходно врсти мотива који приказују разликују се геометријски, флорални и фигурални мозаици.¹³⁶

Претече подних мозаика су подови од облутака положени у глину или гипс. Такви примери се срећу још у време неолита на Криту, али и нешто касније у кућама Минојаца и Микенаца. На подручју Грчке током VII и VI века п.н.е. у храмовима и светилиштима је идентификована ова врста пода.¹³⁷ Међутим, и даље су то подови са насумично поређаним каменим облацима. Први примери подова од облутака који су постављени тако да формирају неку шару нађени су у касном VIII веку п.н.е. у три фригијске куће у Гордиону, у Малој Азији. На најбоље очуваном поду из једне од кућа присутни су тамноплави, тамноцрвени и бели облаци који формирају геометријске мотиве попут квадрата, меандра, свастика. У истом веку детектовани су налази подова од камених облутака са једноставним геометријским мотивима и у Алтинтепеу у источној Анадолији као и у асирским палатама у Арслан Ташу и Тил Барсибу.¹³⁸

Најранији, сачувани, украшени, подни мозаици од камених облутака у Грчкој су из друге половине V век п.н.е, у Олинту и у Коринту.¹³⁹ Присутни су геометријски мотиви. Није утврђено да ли су на њих утицали рани примери мозаичких подова у Малој Азији и Асирији или су се независно развијали. Такође су и на њима, као и код првих подних мозаика од облутака у Малој Азији и Асирији, приказивани геометријски мотиви (кржнице, квадрати, троуглови, меандри, таласи).¹⁴⁰ У наредним столећима од облутака почињу да се израђују и фигуралне представе. Новине у украшавању подова заснивале су се и на: примени необрађених облутака знатно мањих димензија од 1-3 cm, коришћење облутака и у другим бојама природног камена, не само црних и белих, ређање облутака тако да се постигну односи светла и сенке чиме је наговештена трећа димензија мозаика и уметање танких оловних трака како би се нагласиле контуре нпр. фигуралне представе. Претходно поменуто унете новине у начину израде мозаика могу се видети на археолошком локалитету у Пели. У IV веку п.н.е.

¹³⁵ Милорад Медић, *Стари Сликарски Приручници*, (Београд, Србија: Републички Завод за заштиту споменика културе, 1999), стр. 49-51.

¹³⁶ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician training for the maintenance of in situ mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 1.

¹³⁷ Под од облутака нађен је у светилишту Артемиде Ортије у Спарти и храму Атене Пронаје у Делфима. Видети више у: Katherine M. D. Dunbabin, *Mosaics of the Greek and Roman World* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999), pp. 5.

¹³⁸ Katherine M. D. Dunbabin, *Mosaics of the Greek and Roman World* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999), pp. 5.

¹³⁹ Исто.

¹⁴⁰ Исто.

почињу да се секу камени облаци, да би се у првој половини II века п.н.е. у потпуности прешло на израду мозаика од правилно сечених коцкица вишебојног камена.¹⁴¹ Поред различитих врста камена и опекарских производа у изради мозаичких представа почиње да се користи стаклена паста у различитим бојама. Тиме је установљена мозаичка техника, која ће остати иста и у наредним столећима само ће долазити до промене стила и садржаја који се приказује.¹⁴²

Многи градови античког света постали су центри мозаичке уметности са препознатљивим ликовним изразом: Делос, Пергамон, Александрија, Антиохија (хеленистичка средишта), Рим, Остија, Помпеја, Картагина, и други.¹⁴³ У великим центрима мозаичке уметности постојале су мозаичарске радионице из којих су мајстори овога заната одлазили у друга места по империји и ширили мозаичку подополагачку технику. На тај начин сходно примењеном стилу и мотивима који су присутни може се пратити и установити утицај одређене мозаичарске школе.

Хеленистичка традиција израде подних мозаика пренела се преко Сицилије и Јужне Италије на остале делове Апенинског полуострва. Остија је постала једна од најзначајних мозаичких центара у Италији. Црно-бели стил је био доминантан од почетка 1. па до краја 3. века н.е. свуда у Италији, а првенствено у Остији. Карактеришу га геометријски мотиви израђени од црних тесера на позадини изведеној од белих тесера. Многи мозаици представљају црно-беле верзије полихромних мозаика из хеленистичког света са истим геометријским мотивима.¹⁴⁴ Из Италије уметност украшавања подова мозаиком пренета је од I до III века у Галију, Германију, Британију и Африку. Под утицајем Рима, Остије и Помпеје у Галији су још у I веку п.н.е. били присутни двобојни црно-бели, геометријски мозаици, а онда су се све до краја III века израђивале сложене полихромне композиције. Приобални крајеви Иберијског полуострва били су под утицајем хеленистичких грчких центара, док се тек у II веку на овом подручју почињу израђивати мозаици у духу оних изведених у Остији. У Британији је настала мозаичарска школа релативно касно, тек у IV веку и то под утицајем центара са Крита. Из Грчке и Мале Азије ова уметност се пренела и на приобалне градове Црног мора. Под утицајем мозаичарске школе у Антиохији настали су нови центри у Јордану, Либану, Сирији и Израелу који су оставили велики допринос у овој уметности.¹⁴⁵ Хеленистичка традиција израде мозаика на поменутом подручју Блиског истока одржала се све до краја IV века.¹⁴⁶

У Србији мозаици су красили подове резиденција римских царева и касноантичких/ранохришћанских базилика. Припадају полихромном геометријском стилу који је био заступљен на територији целог римског царства од друге половине III до краја IV века. Сматра се да су полихромни геометријски мозаици настали из италијанских црно-белих мозаика, услед утицаја радионица из Северне Африке.¹⁴⁷ Развој овога стила се наставља у оквиру различитих уметничких центара.

Сходно ширењу мозаичке уметности у античком свету, поред ликовних специфичности сваке од школа/радионица, могу се идентификовати и различите технике израде мозаика. Технике се међусобно разликују у зависности од коришћеног материјала за теселатум и начина ређања тесера. Најзаступљеније технике израде античких, подних мозаика су: *pebble mosaic-*

¹⁴¹ Милорад Медић, *Стари Сликарски Приручници*, (Београд, Србија: Републички Завод за заштиту споменика културе, 1999), стр. 46.

¹⁴² Исто.

¹⁴³ Исто, стр. 46-49.

¹⁴⁴ David Smith, "Mosaics," in *Handbook of Roman Art: A Comprehensive Survey of all the arts of the Roman world*, ed. Martin Henig (Ithaca, NY, USA: Cornell University Press, 1983), pp.121.

¹⁴⁵ Милорад Медић, *Стари Сликарски Приручници*, (Београд, Србија: Републички Завод за заштиту споменика културе, 1999), стр. 52.

¹⁴⁶ David Smith, "Mosaics," in *Handbook of Roman Art: A Comprehensive Survey of all the arts of the Roman world*, ed. Martin Henig (Ithaca, NY, USA: Cornell University Press, 1983), pp. 116-122.

¹⁴⁷ Исто, стр. 123.

*opus lapilli*¹⁴⁸, *opus signinum*¹⁴⁹, *figlinum*¹⁵⁰, *opus spicatum*¹⁵¹, *opus segmentatum*¹⁵², *opus tessellatum*¹⁵³, *opus vermiculatum*¹⁵⁴, *pseudo-figlinum*¹⁵⁵, *opus scutulatum*¹⁵⁶, *opus sectile*¹⁵⁷, *cocciopesto*.¹⁵⁸

На **Слика 9** дати су примери подних мозаика изведени у наведеним техникама. Углавном су технике везане за поднебље где су настале, сходно расположивим локалним материјалима и традицији извођења подних мозаика. На подручју Србије најзаступљенији су антички мозаици израђени у техници *opus tessellatum* и датују се крајем III и почетком IV века. Археолошки локалитети резиденцијалних комплекса римских царева са античким мозаицима у Србији су: Ромулијана код Зајечара, Медијана код Ниша, Царска палата Сирмијума, у данашњој Сремској Митровици, док Царичин град и Улпијана представљају локалитете са касноантичким подним мозаицима у ранохришћанским базиликама.

¹⁴⁸ **Pebble mosaic-opus lapilli** је техника израде подних мозаика од камених облутака који могу бити бели, црни или у боји (**Слика 9, а**). Од камених облутака су прављени геометријски или фигуративни мотиви. Livia Alberti, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, ed. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 3-18, pp. 10.; Маријана Протић, “Типологија Подног и зидног Мозаика,” у Немања Смичиклас, *Препоруке за чување и одржавање мозаика* (Београд, Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018), 7-15. стр. 10.; Мозаици изведени у овој техници нађени су на локалитету Пела (*Pella*) у Грчкој и датују се у касни IV или рани III век п.н.е. Видети у: Милорад Медић, *Стари Сликарски Приручници*, (Београд, Србија: Републички Завод за заштиту споменика културе, 1999), стр. 51.

¹⁴⁹ **Opus signinum** (**Слика 9, б**) је техника израде мозаика од кречног малтера са керамичким фрагментима у које су уметнуте четвороугаоне тесере рандом или тако да формирају геометријску слику. Alberti et all eds, *Исто*, стр. 16; Смичиклас, *Исто*, стр. 10

¹⁵⁰ **Figlinum** је техника израде подног мозаика са завршном површином од керамичких елемената. Једнаки правоугаони керамички фрагменти су својом ужом страном утиснути у малтер и постављени тако да визуелно подсећају на мотив преплета приликом прављења корпе од прућа (**Слика 9, в**). Alberti et all eds, *Исто*, стр. 14; Смичиклас, *Исто*, стр. 10

¹⁵¹ **Opus spicatum** је мозаик код кога је површина теселатума састављена од једнаких, правоугаоних, керамичких елемената који су постављени тако да формирају мотив рибље кости (**Слика 9, г**). Alberti et all eds, *Исто*, стр. 15; Смичиклас, *Исто*, стр. 14.

¹⁵² **Opus segmentatum** је подни мозаик направљен од неправилно исечених делова камена постављених један до другог без формирања геометријских или фигуративних мотива (**Слика 9, д**). Рађени су у Грчкој од друге половине II в. п.н.е. до прве половине I. века н.е. Alberti et all eds, *Исто*, стр. 12; Смичиклас, *Исто*, стр. 12.

¹⁵³ **Opus tessellatum** је мозаик направљен од правилно обликованих, четвороугаоних камених, стаклених или керамичких тесера димензија 4-20 mm. Тесере се постављају у редове, правилно једна поред друге тако да могу формирати геометријске или фигуративне приказе (**Слика 9, ђ**). Установљено је да се ова техника почела примењивати од III в. н.е. Alberti et all eds, *Исто*, стр. 3; Смичиклас, *Исто*, стр. 12.

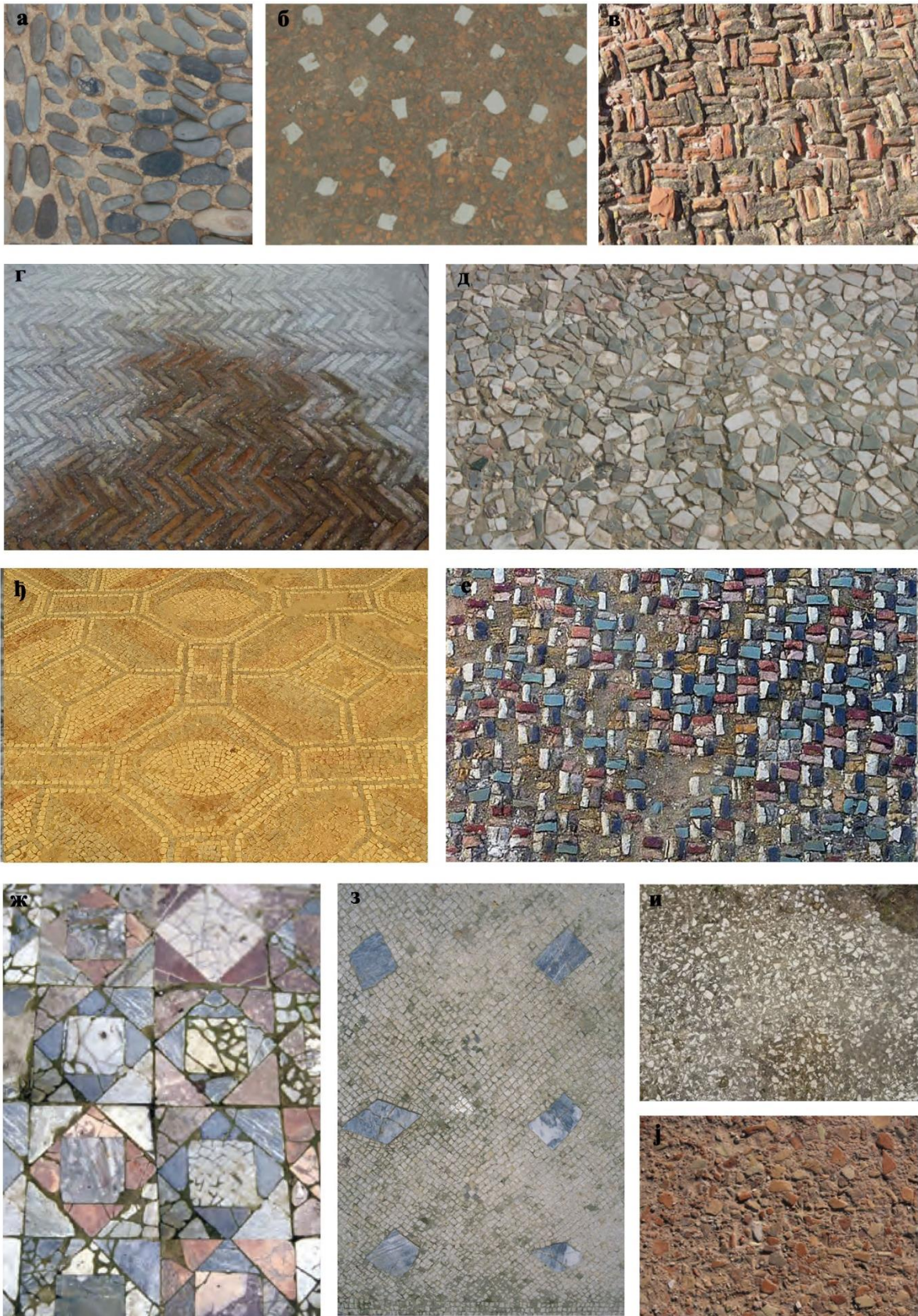
¹⁵⁴ **Opus vermiculatum** је подтип мозаика Opus Tessellatum. Има исте карактеристике као и Opus Tessellatum једина разлика је то што су тесере знатно мање (ширина тесера је мања од 4 mm). Alberti et all eds, *Исто*, стр. 8; Смичиклас, *Исто*, стр. 14.

¹⁵⁵ **Pseudo-figlinum** је врста Opus Tessellatum мозаика. Тесере су камене, правоугаоног облика, истих димензија. Постављају се тако да формирају мотив који се среће код плетења корпе од прућа (**Слика 9, е**), исто као код технике Figlinum, па из тих разлога носи назив Pseudo-figlinum. Alberti et all eds, *Исто*, стр. 9; Смичиклас, *Исто*, стр. 10.

¹⁵⁶ **Opus scutulatum** (лат. scutulae) је техника израде мозаика која се заснива на уметању неправилних ломљених комада камена у малтерну подлогу или у једнобојне тесере које формирају теселатум (**Слика 9, з**). Alberti et all eds, *Исто*, стр. 11; Смичиклас, *Исто*, стр. 12.

¹⁵⁷ **Opus sectile** (лат. Secture - сећи) је мозаик од правилно сечених, полираних камених плоча, најчешће мермера (**Слика 9, ж**). Постављане су једна до друге како би образовале геометријску или фигуративну слику. Ова техника је донета у Рим почетком I. века н.е. Alberti et all eds, *Исто*, стр. 13; Смичиклас, *Исто*, стр. 12.

¹⁵⁸ **Cocciopesto** је малтерни плочник (**Слика 9, и, ј**). Он не садржи тесере већ је састављен од кречног малтера помешаног са каменим (и) или керамичким фрагментима (j). Alberti et all eds, *Исто*, стр. 18; Смичиклас, *Исто*, стр. 14.



Слика 9. Најзаступљеније технике израде античких, подних мозаика: а) *opus lapilli*, б) *opus signinum*, в) *figlinum*, г) *opus spicatum*, д) *opus segmentatum*, ђ) *opus tessellatum*, е) *pseudo-figlinum*, ж) *opus sectile*, з) *opus scutulatum*, и) и ј) *cocciopesto* - малтерна подлога са каменим фрагментима (и) и малтерна подлога са керамичким фрагментима (ј), (Извор: Livia Alberti, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013).

3.2. Типови оштећења и методе заштите античких мозаика

3.2.1. Узроци и типови оштећења

Детериорација мозаика представља процес пропадања материјала који граде његову структуру, односно малтера и најчешће камених тесера. Приликом овог процеса долази до губитка квалитета саставних материјала мозаика и одвајања његових компоненти. Процеси детериорације мозаика могу бити механички, хемијски и биолошки. Механичка детериорација мозаика представља процес разградње неорганских материјала који граде морфолошку структуру мозаика без промене минералног и хемијског састава. Механичка оштећења мозаика настају као последице оптерећења, притиска и стресова који надмашују њихову механичку отпорност и доводе до структурне разградње, односно до прлина и пукотина.¹⁵⁹ Хемијски процеси детериорације мозаика заснивају се на промени хемијског и минералног састава градивних материјала, односно њихових првобитних карактеристика.¹⁶⁰ Хемијска разградња порозних, неорганских, грађевинских материјала могућа је само у присуству воде.¹⁶¹ Биолошка детериорација мозаика је иницирана биолошким узрочницима, тј. макроорганизмима и/или микроорганизмима који узрокују хемијске и/или механичке процесе разградње материјала. Имајући у виду да физички и хемијски процеси детериорације мозаика утичу једни на друге тешко их је посматрати одвојено. Механичка детериорација поспешује хемијско распадање стварајући већу реактивну површину за приступ воде (нпр. код пукотина) док услед хемијских процеса долази до повећања порозности градивних материјала и смањења чврстоће чиме се поспешује физичка разградња.¹⁶²

Промене на мозаику су последица различитих утицаја којима је мозаик био изложен од свог настанка до данас. Сходно искуствима конзерватора највећа оштећења на мозаику настају приликом његовог коришћења (похабаност мозаика), услед механичких утицаја током рушења објекта на локалитету, због услова у којима се налазио током периода док је био под земљом пре ископавања и утицаја спољашњег окружења након открића.¹⁶³ Степен детериорације откривеног и презентованог мозаика *in situ* зависи од унутрашњих фактора – својства материјала који граде његову структуру и спољашњих фактора – утицаја окружења и деловања човека.

3.2.1.1. Унутрашњи фактори – својства градивних материјала античких мозаика

Када се говори о детериорацији мозаика, својства материјала који граде њихову морфолошку структуру су од велике важности. На пример, деградациони процеси два мозаика неће бити исти уколико су направљени од различитих материјала, а изложени су истим

¹⁵⁹ Michael Steiger, Elena A. Charola, and Katja Sterflinger, “Weathering and Deterioration,” in *Stone in Architecture: Properties, Durability*, ed. Rolf Snethlage and Siegfried Siegesmund, Fifth edition (Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany: Springer, 2014), pp. 229.

¹⁶⁰ Исто, стр. 257.

¹⁶¹ Giorgio Torracca, *Porous Building Materials: Materials Science for Architectural Conservation*, 3rd edition 1988, reprinted 2005. (Rome, Italy: ICCROM, 2005).

¹⁶² F. G. Bell, “Durability of Carbonate Rock as Building Stone with Comments on Its Preservation,” *Environmental Geology* 21, no. 4, 1993, pp. 189. doi:10.1007/bf00775905.

¹⁶³ Маја Франковић, “Узроци пропадања”, у: Немања Смичиклас и др. *Препоруке за чување и одржавање мозаика*, (Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018), стр. 18.

утицајима окружења. Такође, фрагменти античких мозаика су специфични, јер су хетерогене структуре, па у складу са тим поред квалитета сваког материјала понаособ зависи и како ће материјали реаговати међусобно услед утицаја окружења. Сваки материјал од кога се састоји мозаик (нпр. камен, керамика, малтер) има своје карактеристике порозност, минерални састав, тврдоћу... Многи грађевински материјали, па тако и градивни материјали мозаика било природни (нпр. камен) или вештачки (опекарски производи, керамика, кречни малтери) садрже одређену запремину празног простора која се манифестује у оквиру чврсте масе поменутих материјала у виду пора, шупљина и пукотина разних облика и величина. Укупан збир ових празних простора представља порозност материјала, основно својство материјала које утиче на остале његове физичке карактеристике трајност и механичку отпорност.¹⁶⁴ Иако су сви неоргански материјали порозни, колико ће који материјал упити воду зависи од укупне порозности, величине и карактера пора, односно од тога у којој мери су заступљене затворене и отворене поре.¹⁶⁵ Затворене поре су потпуно изоловане од спољне средине и не дозвољавају приступ води ни у течној ни у гасовитој фази. Не врше транспорт течности у материјалима, али зато утичу на њихова механичка својства. Отворене поре су повезане са спољашњом средином и дозвољавају пролаз течности и задржавају је. Што се тиче класификације пора према величини постоје опречни ставови. Конзерватори у пракси приликом одређивања порозности грађевинских материјала користе поделу на микропоре (< 2,5 μm ¹⁶⁶) и макропоре (> 2,5 μm). Према стандарду IUPAC¹⁶⁷ поре се деле у зависности од величине радијуса на: микропоре (радијус < 0,001 μm), мезопоре (радијус између 0,001 μm и 0,025 μm), макропоре (радијус > 0,025 μm).¹⁶⁸ Процентуална расподела величине пора унутар материјала је изузетно важан параметар за оцену његовог понашања у контакту са водом, а такође представља и показатељ његове осетљивости на физичке, хемијске и биолошке факторе распадања. Од величине пора зависи кретање воде кроз порозни материјал. Поре мањих полупречника од 1 μm (капиларне поре радијуса 0,5-1 μm) омогућавају капиларно кретање воде, као и дифузно уколико су међусобно добро повезане. Такође, у мањим порима притисци кристализације и хидратације растворних соли су интензивнији. Присуство пора већих полупречника указује на мању чврстоћу и механичку отпорност материјала. Треба имати у виду да је порозност специфична за сваки материјал понаособ. На пример порозност камених тесера зависи од од врсте камена и стенске масе из које је извађен. Још једно битно својство грађевинских, неорганских материјала за њихову постојаност, а које је условљено порозношћу јесте хигроскопност. Хигроскопност представља способност неорганских, порозних материјала да апсорбују воду/влажу из ваздуха.¹⁶⁹

На основу свега претходно изнетог од степена порозности, типа пора и величине у великој мери зависи квалитет материјала и његова отпорност на утицаје из окружења. У складу са тим постојаност и отпорност мозаика на дејство спољашњих фактора условљена је карактеристикама и квалитетом материјала који граде његову морфолошку структуру. Још је Витрувије у свом трактату говорио о својствима које треба да поседују грађевински материјали камен, опека, кречни малтер и песак у циљу што дуже трајности.¹⁷⁰ Сходно томе,

¹⁶⁴ Ernesto Borrelli, "Porosity," in *ARC Laboratory Handbook: Conservation of Architectural Heritage, Historic Structures and Materials*, ed. Andrea Urland, Ernesto Borrelli, (Rome, Italy: ICCROM, 1999), pp. 3.

¹⁶⁵ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 85.

¹⁶⁶ μm – симбол за микрометар, изведена мерну јединицу дужине која је једнака 1×10^{-6} метара, односно хиљадити део милиметра (0,001 mm).

¹⁶⁷ Међународна Унија чисте и примењене хемије (енг. International Union of pure and applied chemistry)

¹⁶⁸ Ernesto Borrelli, "Porosity," in *ARC Laboratory Handbook: Conservation of Architectural Heritage, Historic Structures and Materials*, ed. Andrea Urland, Ernesto Borrelli, (Rome, Italy: ICCROM, 1999), pp. 4.

¹⁶⁹ Elena A. Charola, "Salts in the Deterioration of Porous Materials: An Overview," *Journal of the American Institute for Conservation* 39, no. 3 (2000): pp. 328, doi:10.1179/019713600806113176.

¹⁷⁰ Витрувије (Vitruvius Pollio) Marcus, *Десет Књига о Архитектури* (Београд, Србија: Грађевинска књига, 2000), стр. 35-45.

квалитет кречног малтера, зависи од квалитета сваког појединачног материјала који улази у састав малтерне смеше, од везива, агрегата и воде, као и од односа у ком су употребљени. Такође, од врсте камена коришћеног за израду теселатума мозаика зависиће његова постојаност и отпорност на утицаје из окружења. На пример мермерне тесере су отпорније на утицаје средине, него тесере од кречњака. Некада иако се користи иста врста материјала не мора да значи да су и својства иста. Такође, треба имати у виду да су се антички мозаици правили од локалних материјала, доступних на датом подручју. Сходно томе, детериорација мозаика зависи од карактеристика и квалитета коришћених материјала за њихову израду, али и од отпорности градивних материјала мозаика на дејство спољашњих фактора којима су изложени.

3.2.1.2. Спољашњи фактори детериорације античких мозаика

Спољашњи фактори који посредно или непосредно изазивају пропадање мозаика су утицаји животне средине и људски фактор. Утицаји животне средине, односно окружења узрокују потенцијално оштећење мозаика јер иницирају процесе детериорације. Последице механизма детериорације јесу промене на мозаицима, односно оштећења. Од интензитета спољашњих утицаја и отпорности материјала који граде морфолошку структуру мозаика, зависиће и степен њиховог оштећења. Утицаји животне средине који представљају узроке детериорације мозаика су: микроклиматске карактеристике подручја и утицаји непосредног окружења, биолошки агенси, загађење, природне катастрофе, као и деловање човека.¹⁷¹

Микроклиматске карактеристике подручја и непосредно окружење у коме се мозаик излаже *in situ* у великој мери ће утицати на механизме и степен његове деградације. Микроклиму одређују климатски елементи изнад неког места, односно временски услови. Утицаји микроклиматских карактеристика подручја и непосредног окружења који узрокују механизме детериорације мозаика су: сунчево зрачење, осцилације температуре и релативне влажности ваздуха, температура испод 0 °C, атмосферске падавине (киша, снег), висок ниво подземних вода, капиларни прилив, кондензација, присуство растворних соли, ветар. Имајући у виду да су различите карактеристике климе сходно подручју у коме се налазе антички археолошки локалитети са мозаицима, разликују се атмосферски утицаји, а тиме и механизми пропадања. На пример, у топлим и влажним климатима велике су осцилације релативне влажности на месечном нивоу од 60-90%, док је температура у распону од 20-30 °C.¹⁷² Археолошки локалитети са мозаицима у близини пустиња суочавају се са великим температурним осцилацијама приликом смене дана и ноћи. У умерено-континенталним и континенталним климатима изражене су сезонске температурне осцилације, при чему су лета топла, а зиме хладне са формирањем снежног покривача. У приобалним подручјима, поред мора, где је клима стабилнија и нема драстичних варијација температуре између сезона на археолошким локалитетима са мозаицима постоји проблем велике концентрације растворних соли хлорида.¹⁷³ Пропадање мозаика узрокују нагле промене услова средине. Што су интензивнији утицаји и чешће осцилације температуре и релативне влажности ваздуха то је већи степен деструкције градивних материјала мозаика (малтера, камена итд.). Под утицајем фактора из окружења настају разорни процеси унутар стратиграфије мозаика при чему

¹⁷¹ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 77-84.

¹⁷² Shin Maekawa, Vincent L. Beltran, and Michael C. Henry, *Environmental Management for Collections: Alternative Conservation Strategies for Hot and Humid Climates* (Los Angeles, CA, USA: Getty Conservation Institute, 2015). pp. 23.

¹⁷³ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 78.

структура тежи да се раздвоји на градивне елементе.¹⁷⁴ У тим ситуацијама долази до тензија и модификација унутар материјала који граде морфолошку структуру мозаика док се не прилагоде новој средини. Овај процес је присутан када се мозаици периодично презентују *in situ*, па су током једног периода прекривени песком или земљом, а онда се открију да би се презентовали посетиоцима.

Вода, у било ком стању (течном, чврстом или гасовитом), представља један од најдеструктивнијих фактора по морфолошку структуру мозаика. Присуство воде на локалитету може бити последица атмосферских падавина (кише, снега), високог нивоа подземних вода, капиларног прилива и кондензације. Кондензација настаје када водена пара присутна у ваздуху дође у контакт са хладнијом површином, што су у овом случају камене тесере на површини мозаика и тада се претвара у воду.¹⁷⁵ Капиларни прилив воде представља процес кретања воде из унутрашњих слојева мозаика ка површини мозаика где испарава. Порекло воде у унутрашњости градивних материјала мозаика може бити услед атмосферских падавина или услед високог нивоа подземних вода. Механизми детериорације мозаика узроковани присуством воде су: циклуси скупљања и ширења пора градивних материјала, кристализација соли и циклуси замрзавања и одмрзавања.¹⁷⁶

Циклуси ширења и скупљања настају када материјал упије воду или када услед наглог пораста температуре дође до процеса исушивања. Услед ових механизма долази до промене запремине пора, при чему настаје компресија унутар самих градивних материјала мозаика, а као последица ових процеса настају пукотине у малтеру и одвајање камених тесера од малтерне подлоге.¹⁷⁷

Циклуси замрзавања и одмрзавања настају приликом осцилације температуре око 0°C. Када се температура спусти испод 0°C присутна вода у порама материјала се замрзне, при чему се повећава запремина пора узрокујући разарање саме структуре материјала и настанак прслина. Такође, када температура порасте и замрзнута вода у порама се одмрзне, долази до наглог скупљања материјала. Промена запремине пора како услед циклуса скупљања и ширења, тако и приликом циклуса замрзавања и одмрзавања представља деструктиван механизам по саму структуру материјала и узрокује његову разградњу.

Кристализација растворних соли је механизам детериорације мозаика који настаје уколико вода у порама материјала (камену, малтеру) садржи растворне соли. Када температура ваздуха расте, смањује се релативна влажност ваздуха при чему долази до процеса исушивања, односно до испаравања воде садржане у порама материјала. Приликом процеса исушивања доћи ће до кретања молекула воде ка површини мозаика. Уколико вода садржи растворне соли, када испари, растворне соли ће се трансформисати у кристале. Кристализација соли се може десити у порама материјала (субфлуоресценција) или на површини теселатума (ефлуоресценција).¹⁷⁸ Много веће деструктивно дејство имају соли које су кристалисале у порама материјала, него на површини, јер их формиран кристали разарају. Ако соли кристалишу на површини теселатума формирају белу скраму кристала која умањује читљивост и естетске квалитете мозаика. Уколико се кристалисане соли дуже задрже на

¹⁷⁴ Маја Франковић, "Узроци пропадања", у: Немања Смичиклас и др. *Препоруке за чување и одржавање мозаика*, (Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018), стр. 19.

¹⁷⁵ Александра Цикић Николић, „Однос релативне влажности и температуре у музејским збиркама,“ у *Зборник радова научно стручног скупа: Методе утврђивања и отклањања последица дејства влаге на културна добра*, ур. Зоран Вапа, Славица Вујовић, Властимир Радоњанин, Нови Сад: Покрајински завод за заштиту споменика културе, Петроварадин, Друштво конзерватора Србије, 2004. стр. 151-158, (152-153).

¹⁷⁶ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 78-80.

¹⁷⁷ Исто, стр. 79-80.

¹⁷⁸ Shin Maekawa, Vincent L. Beltran, and Michael C. Henry, *Environmental management for collections: Alternative preservation strategies for hot and humid climates* (Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2015). pp. 37.

површини мозаика настају минералне коре које имају снажна адхезивна својства и добру приоњивост за површински слој мозаика.¹⁷⁹

Ветар такође представља један од фактора разградње материјала од којих је сачињен мозаик. Више је начина на који се испољава његово деструктивно дејство. Удари ветра могу довести до ерозије која представља један од узрока алвеоларног распадања градивних материјала мозаика. Уколико је киша ношена ветром, од јачине ветра и правца у коме дува зависиће количина воде коју ће унети у порозан материјал. Ветар поред тога што доприноси деградацији мозаика приликом процеса квашења у садејству са кишом, такође може имати улогу његове разградње приликом процеса исушивања. Брзо струјање ваздуха омогућава брже исушивање влажног мозаика, при чему долази до кретања растворних соли и њихове кристализације унутар морфолошке структуре мозаика или на површини.¹⁸⁰

Биолошки агенси представљају такође један од узрочника детериорације мозаика. Процес пропадања градивних материјала објеката културне баштине чији су узрочници живи организми назива се биодетериорација.¹⁸¹ У овом процесу учествују како макроорганизми (биљке и животиње), тако и микроорганизми (бактерије, гљиве, алге, лишајеви).¹⁸²

Постојање микроорганизма указује на присуство влаге у мозаику. Ови организми имају способност да апсорбују влагу из ваздуха и задрже је, па самим тим омогућавају да се влага задржи и у мозаику. Алге, лишајеви и гљиве настају углавном површину теселатума. Лишајеви могу у целости да прекрију површину мозаика (*Слика 10, к*). Алге осим на површини мозаика (*Слика 10, л*) могу расти исто као лишајеви и гљиве испод тесера, али и унутар тесера и малтера. Микроорганизми врше биодетериорацију механичким и хемијским процесима изаивајући структурне и естетске промене на мозаику.¹⁸³ На пример микромицете приликом раста врше механичку детериорацију каменог супстрата или малтера тако што хифе продиру у подлогу. Меланизоване хифе имају већу механичку чврстину па самим тим лакше врше пенетрацију у супстрат. Последице физичких механизма детериорације мозаика су перфорације у камену (биопитинг) и разлиставање камена (ексфолијација).¹⁸⁴ Хемијски механизми детериорације мозаика услед контаминације микромицетама се заснивају на продукцији пигмената и киселина (оксалне, лимунске, јабучне, итд.). На пример, оксална киселина формира са великим бројем метала (Са, Mg, итд.) кристале међу којима је најпознатији калцијум оксалат CaC_2O_4 при чему долази до структурне разградње градивних материјала мозаика камена и кречног малтера.¹⁸⁵ Такође, на камену се често среће појава наранцасто-браонкастог пигмента или *scialbatura*, која представља оксалатну патину.¹⁸⁶ Микромицете продукују пигменте различитих боја при чему долази до промене изворне боје каменних тесера мозаика. Продукцијом пигмената стварају се естетске промене на каменним тесерама које су иреверзибилне, чиме се трајно оштећује мозаик.

Животиње услед механичких утицаја на мозаик стварају структурна оштећења. Инсекти попут мравца праве своја гнезда, док глодари и гмизавци копају тунеле у стратиграфским слојевима мозаика и испод подлоге за мозаик (*Слика 11, з*). Веће животиње могу девастирати мозаик ходајући по њему и чупајући биљке које расту у њему или непосредно поред.

¹⁷⁹ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 80

¹⁸⁰ Маја Франковић, “Физичко и хемијско распадање кречњака уграђених у објекте београдске тврђаве и могућност консолидације”, (дисертација, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, 2021), стр. 24-25.

¹⁸¹ Hendrik Jacobus Huech, “The Biodeterioration of Materials as Part of Hylobiology,” *Material Und Organismen* 1, no. 1 (1965): pp. 5-34, у Милош Ч. Ступар, “Диверзитет микромицета на објектима културне баштине и тестирање фунгицида применљивих у конзервацији” (дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2013), стр. 10.

¹⁸² Жељко Савковић, “Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине” (дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 16.

¹⁸³ Исто, стр. 16-19.

¹⁸⁴ Исто, стр. 16-25.

¹⁸⁵ Исто, стр. 18-19.

¹⁸⁶ Исто, стр. 134.

Самоникле биљке или корови обично расту у простору између тесера, у пукотинама и у просторима у којима недостају делови мозаика, између слојева мозаика па чак иако не садрже земљу. Такође, корени ових биљака могу расти и испод мозаика при чему пробијају све слојеве и изазивају структурну разградњу, пукотине и одвајање тесера од малтерне подлоге (*Слика II, j*). Маховина, која се класификује као ниско растиње, расте у оним зонама где има земље, односно у међупростору између тесера (*Слика 10, м*).

Најагресивнији спољашњи фактори по очување мозаика су **природне катастрофе**: земљотреси, поплаве, клизишта и пожари. Имајући у виду да су непредвидиви својим дејством могу трајно да униште мозаике.

Загађење ваздуха и воде представља битан фактор детериорације мозаика. Хемикалије из фабрика и пољопривредна ђубрива ако се растворе у води и дођу у контакт са мозаиком могу изазвати хемијска оштећења кречног малтера, кречњака, мермера... Такође, оштећења могу настати услед киселих киша.

Поред утицаја окружења битан чинилац од кога зависи постојаност мозаика је **људски фактор**. Начин на који се приступа превентивној конзервацији, конзерваторским радовима, да ли се мозаици одржавају и на који начин се користе у великој мери ће се одразити на изглед и степен очуваности мозаика. Коришћење цемента, гипса, арматурних шипки, епоксидне смоле као материјала за конзервацију мозаика показало се као неадекватан приступ који је изнедрио неповратна оштећења. Затим било који вид уништења мозаика намерно или случајно, услед ратова, крађа његових делова, може довести до трајног губитка. Поред тога, чест је случај данас да темељењем савремених објеката или изградњом саобраћајница, остаци античких археолошких локалитета, па тиме и мозаици, буду девастирани у потпуности. Још је већи парадокс, али је присутно у савременој архитектонској пракси, да се приликом извођења заштитних структура у циљу презентације мозаика *in situ* девастирају оригинални антички налази. У неким случајевим је то посредно, темељењем заштитне структуре, или непосредно, формирањем негативних ефеката по очување мозаика који су настали услед неодговарајућих карактеристика заштитних структура, тако да су процеси детериорације иницирани њиховом изградњом (нпр. неадекватно решење одводњавања воде са крова при чему се вода слива директно на мозаик, прокишњавање заштитних структура, топлотни добици услед примене транспарентног кровног покривача, итд.).

3.2.1.3. Типови оштећења

На основу свега претходно наведеног може се закључити да оштећења на мозаику настају као последица механизма детериорације узрокованих утицајима окружења и отпорности материјала од којих су сачињени. У циљу дефинисања терминологије и визуелне идентификације оштећења мозаика *in situ* Гети институт за конзервацију издао је илустровани лексикон *Illustrated Glossary: Mosaics in situ Project*, у коме је извршена класификација идентификованих форми пропадања мозаика. Типологија оштећења мозаика је формирана у зависности од тога да ли се промене манифестују на површинском слоју, теселатуму (површинска оштећења), или у припремним слојевима који граде морфолошку структуру мозаика (структурна оштећења).¹⁸⁷ Међутим, ову поделу на површинска и структурна оштећења мозаика треба посматрати са резервом, јер код мозаика који је хетерогене, композитне структуре често једни механизми пропадања изазивају друге. Имајући у виду хетерогену структуру и слојевитост мозаика до оштећења најчешће долази на контакту између два слоја, односно на споју два различита материјала.¹⁸⁸

¹⁸⁷ The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics* (Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003).

¹⁸⁸ Маја Франковић, “Деградација Мозаика - Утицаји карактеристика материјала, технике израде, коришћење и услова окружења на пропадање античких подних мозаика,” *Живопис: Часопис за неговање црквене уметности*, год. 5, бр. 5 (2011): стр. 302.

Површинска оштећења мозаика заснивају се на пропадању површинског слоја, теселатума, који је најчешће израђен од камених тесера или керамичких елемената. Промене које настају у површинском слоју мозаика су: одвајање тесера, затим дотрајале тесере и малтер између њих, мрље на теселатуму, ефлоресценција и инкрустрације - стварање минералне коре.¹⁸⁹ Дотрајале тесере су све оне тесере на којима је присутан неки од следећих видова оштећења: дисагрегација тесера, односно зрнаста дезинтеграција, деламинација, љускање, еродирани тесере, ошупљене тесере, поломљене тесере. У илустрованом лексикону који је издао ICOMOS-ISCS *Illustrated Glossary on stone deterioration patterns* објашњена је терминологија и извршена класификација форми детериорације камена и типова оштећења,¹⁹⁰ а који се срећу и на површини камених тесера мозаика.

Дисагрегација камених тесера (*Слика 10, а*) је синоним за зрнасту дезинтеграцију камена која се заснива на одвајању појединачних зрна прво на површини, при чему се наставља по дубини тесера.¹⁹¹ Овај оштећење може се јавити услед кристализације растворних соли у порама камена, односно услед субфлоресценције при чему настају микропукотине, односно долази до структурне разградње каменних тесера. Деламинација каменних тесера (*Слика 10, б*) је механизам распадања структуре камена при чему одвајање може бити у било ком правцу у односу на површину тесера, а сходно текстуалним карактеристикама камена.¹⁹² Уколико је одвајање паралелно површини тесера у виду плочастих делова камена независно од текстуалних карактеристика назива се љускање (*Слика 10, в*).¹⁹³ Љускање каменних тесера је најчешће последица понављања циклуса мржњења и одмрзавања. Еродирани тесере су још једна у низу форми распадања изазване одвајањем, односно губитком оригиналног материјала (*Слика 10, д*). Тесере губе свој првобитни облик, посатју заобљене, услед ерозије која може бити последица хемијских, физичких и биолошких процеса.¹⁹⁴ Ошупљене тесере (енг. *pitting*) имају тачкасте, цилиндричне, милиметарске шупљине (*Слика 10, ђ*). Могу бити узроковане биолошким агенсима.¹⁹⁵ Поломљене тесере су изгубиле целовитост услед постојања једне или више пукотина (*Слика 10, з*). Уколико више пукотина образују мрежу називају се кракелуре.¹⁹⁶ Образовање пукотина и деформација каменних тесера мозаика настаје најчешће услед дејства физичких сила, као и услед циклуса замрзавања и одмрзавања.

Остали типови површинских оштећења јесу различити видови наслага *Слика 10, з* (ефлоресценција услед кристализације растворних соли на теселатуму *Слика 10, ж*, инкрустрације – минералне насlage чврсто везане за супстрат, минералне коре – кохерентне насlage рекристализованих растворних соли *Слика 10, е*, затим насlage различитог порекла - песак, земља, измет животиња *Слика 10, з*, насlage микроорганизама гљива, лишајева *Слика 10, к* и алги *Слика 10, л*, као и ниске вегетације – маховине *Слика 10, љ*) и деколорације - промене боје површине теселатума мозаика *Слика 10, и, ј*.¹⁹⁷ До измењеног колорита теселатума може доћи услед високих температура приликом пожара, услед УВ зрачења,

¹⁸⁹ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, ed. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 38-43.

¹⁹⁰ Према лексикону форме пропадања камена су класификоване у пет група: формирање пукотина/ деформације, одвајање, губитак материјала, деколорације/наслage, биолошка колонизација. Véronique Vergès-Belmin, *ICOMOS-ISCS: Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns* (Paris, France: ICOMOS, 2008). pp.78.

¹⁹¹ *Исто*, стр. 20-21.

¹⁹² *Исто*, стр. 18-19.

¹⁹³ *Исто*, стр. 26-27.

¹⁹⁴ *Исто*, стр. 30-31.

¹⁹⁵ *Исто*, стр. 40-41.

¹⁹⁶ *Исто*, стр. 10-11.

¹⁹⁷ The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics* (Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003), pp. 13-14.

биолошких агенаса и хемијских продуката. Локализована промене боје теселатума мозаика назива се мрља.¹⁹⁸

Структурна оштећења мозаика су: пукотине, празнине са недостајућим делом теселатума - лакуне, затим деформације мозаика изнад и испод првобитног нивоа теселатума у виду испупчења и удубљења, депресија, односно улагање слојева мозаика, као и раздвајање слојева унутар морфолошке структуре мозаика, дотрајали припремни слојеви и нестабилне тесере, раст биљака кроз слојеве мозаика, копање тунела штеточина.¹⁹⁹ Оштећења структуре мозаика такође, могу изазвати неадекватно изведене претходне интервенције и поправке или дотрајали материјали коришћени том приликом за санацију. Оштећења изазвана интервенцијама након открића мозаика су: дотрајали малтер за стабилизацију ивица и попуну недостајућих делова мозаика (*Слика 11, л*), деформације панела носиоца – денивелације, избочине, напрснућа (нпр. деформација армиранобетонске подлоге изазване арматурном Q мрежом *Слика 11, љ, м, н*).²⁰⁰ Типови структурних оштећења приказани су на *Слика 11*.

¹⁹⁸ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, ed. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 41.

¹⁹⁹ *Исто*, стр. 33-37; The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics* (Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003). pp. 7-10.

²⁰⁰ *Исто*, стр. 47-52; *Исто*, стр. 5-6.



Слика 10. Површинска оштећења мозаика: а) дисагрегација тесера б) деламинација тесера в) љускање тесера г) поломљене тесере д) еродиране тесере е) ошупљене тесере ж) ефлоресценција з) наслаге и), ј) промена боје к), л), љ) микроорганизми на површини теселатума – лишцајеви (к), алге (л), маховине (љ), (Извори: Livia Alberti et al. eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013; The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics*, (Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003; Немања Смичиклас и др. *Препоруке за чување и одржавање мозаика* (Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018).



Слика 11. Структурна оштећења мозаика: а) испупчења, б), в) одвајање слојева, г) улегнућа, удубљења, д), њ) нестабилне тесере, е) дотрајали припремни слојеви и нестабилне тесере, ж), з) пукотине, и) лакуми, ј) раст биљака кроз слојеве мозаика, к) копање тунела штеточина, л) оштећења изазвана каснијим интервенцијама – цементни малтер за стабилизацију, љ) оштећења изазвана каснијим интервенцијама – оштећење подлоге – деформације панела носиоца, м) оштећења изазвана каснијим интервенцијама – деформација аб подлоге изазване арматурном Q мрежом, н) оштећења изазвана каснијим интервенцијама – деформација аб подлоге изазване арматурном Q мрежом – денивелације – избочине – напрснућа. (Извору: Livia Alberti et al. eds. Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics, Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013; The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics*, (Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003; Немања Смичиклас и др. *Препоруке за чување и одржавање мозаика* (Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018).

3.2.2. Методе заштите и очувања

Развој принципа заштите и презентације кроз повеље конвенције и препоруке, као и нова техничка достигнућа у индустрији материјала током 20. века имали су утицај на трансформацију како приступа конзервације и презентације мозаика, тако и техничких поступака који се примењују у циљу њиховог очувања.

Конзервација у најширем смислу представља мере и активности које треба предузети у циљу заштите материјалног културног наслеђа од даљег пропадања, у овом случају античких мозаика, а да се при томе сачувају све њихове утврђене вредности и учине приступачним за садашње и будуће генерације.²⁰¹ Обухвата превентивну конзервацију, куративну конзервацију и рестаурацију. Подела је направљена у зависности од типа мера и активности које се предузимају. Док се превентивна конзервација заснива на мерама и активностима сузбијања негативних утицаја који могу да доведу до оштећења мозаика, куративна конзервација обухвата корективне интервенције које се спроводе директно на мозаику.²⁰² Код превентивне конзервације активности нису усмерене директно на мозаик, већ индиректно се утиче на његово очување нпр. унапређењем услова окружења у коме се мозаик презентује. Рестаурација представља радње на већ стабилизovanом мозаику како би се омогућило разумевање и боље сагледавање његових вредности (историјских, културних, друштвених, естетских, научних).²⁰³ Иако се конзервација у прошлости односила само на техничке захвате у циљу физичког очувања предмета који су верификовани као споменици културе, данас се сагледава много шире при чему је заснована на методолошком процесу који чине: истраживања историјског и физичког окружења споменика, затим дефинисања њихових вредности и значаја, анализе структуре и материјала од којих су изведени и стратегија које представљају краткорочне и дугорочне програме очувања. Која ће се стратегија конзервације применити у великој мери зависи од самог контекста у коме се споменик налази, али и од његових вредности које треба очувати у оном облику у ком су затечени, без произвољних интерпретација, поштујући при том све трагове прошлости на њему.²⁰⁴

Методе заштите и очувања мозаика које се примењују у зависности од тренутног стања мозаика, а у циљу санирања постојећих оштећења, сузбијања настанка нових и обезбеђења дугорочног очувања су: третман хитне интервенције, конзерваторско-рестаураторски поступак, одржавање мозаика, поновно похрањивање мозаика,²⁰⁵ као и наткривање мозаика заштитним структурама које поред тога што штите мозаике од спољашњих утицаја, омогућавају његову презентацију посетиоцима.

Третман хитне интервенције се ради најчешће одмах након ископавања мозаика, или уколико је мозаик дуго био напуштен и изложен утицајима средине. Заснива се на стабилизацији оних делова мозаика за које постоји тенденција трајног губитка. Третман прве помоћи представља превентивну заштиту мозаика док се не створе услови за детаљну конзервацију.²⁰⁶

Конзерваторско-рестаураторски третман обухвата више интервенција у циљу постизања целовитости и јединства свих сачуваних делова мозаика. Конзервацији мозаика претходе процена тренутног стања мозаика, анализа утицаја којима је изложен, а који представљају узроке његовог пропадања, као и предвиђање потенцијалних ризика по очување у

²⁰¹ ИСС, Институт за стандардизацију Србије, SRPS EN 15898: Конзервација културног наслеђа — Главни општи термини и дефиниције. (Београд, Фебруар 2020). стр. 24.

²⁰² Исто, стр. 26.

²⁰³ Исто, стр. 27.

²⁰⁴ Bernard F. Feilden and Jukka Jokilehto, *Management Guidelines for World Cultural Heritage Sites* (Rom, Italy: ICCROM — International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property, 1998), pp. 14.

²⁰⁵ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 86-118.

²⁰⁶ Исто, стр. 86.

зависности од окружења у ком ће мозаик бити након третмана.²⁰⁷ Када се сагледају сви аспекти може се донети одлука о приступу конзервације који ће се применити. Данас се на археолошким локалитетима примењују два приступа конзервације мозаика и то:

1. **Конзервација мозаика *in situ***, при чему се задржава оригинална, античка стратиграфија;
2. **Замена подлоге-носиоца мозаика**, односно израда нове подлоге носиоца.

Први приступ је у складу са новом парадигмом презентације мозаика *in situ*, у архитектонском контексту где су нађени. Сходно томе, у циљу очувања аутентичности, тежи се кад год је то могуће да се задржи оригинална стратиграфија мозаика, односно да се сви слојеви мозаика консолидују на лицу места без подизања.²⁰⁸ У том случају се санирају оштећења у свим његовим слојевима кроз ињектирање сондом. Подизањем мозаика трајно се губи оригинална, античка стратиграфија. Међутим, уколико је оригинална, малтерна подлога мозаика дотрајала и у потпуности пропала, при чему није могуће урадити њену санацију, у том случају се врши замена подлоге. Приликом израде подлоге мозаика битно је водити рачуна о карактеристикама нових материја који се користе и њиховој компатибилности са оригиналним. Интензивна употреба цементног малтера за израду подлоге у конзервацији мозаика од 50-тих до 80-тих година XX века показала се као лоше решење,²⁰⁹ тако да се данас на археолошким локалитетима врши реконзервација мозаика заменом армиранобетонске подлоге новом. Израда нове подлоге врши се у радионици, тако да се мозаици дижу, односе са локалитета и након завршеног процеса конзервације поново враћају на изворну локацију. У складу са тим постоје мозаици који су презентовани и конзервирани *in situ* и они који су само презентовани *in situ*, а конзервирани на другом месту. Такође, постоји и приступ који се заснива на замени подлоге при чему се мозаици не враћају на изворну локацију већ се излажу у музејима. Овај приступ заснован на дислоцирању мозаика се често примењивао у прошлости, међутим данас се избегава и једино представља прихватљиво решење уколико на археолошком локалитету постоји ризик од трајног уништења. Међутим, дислоцирањем мозаика са локалитета не гарантује се њихово очување. Има доста мозаика у музејским збиркама који су подигнути, а још нису конзервирани, а питање је и да ли ће бити. Док чекају на конзервацију складиштени су у неадекватним условима што представља претњу по њихово очување.²¹⁰ Са друге стране подизањем мозаика нарушава се целовитост локалитета.

Који год приступ конзервације да се примени конзерваторско-рестаураторски третман мора бити у складу са савременим принципима конзервације, а то су: детекција и процена стања предмета, документовање свих изведених интервенција, очување применом мера превентивне конзервације, поштовање начела минималне интервенције, компатибилност материјала који се користе у конзервацији са оригиналним, реверзибилност²¹¹ и читљивост свих интервенција.²¹²

Након установљеног приступа конзервације врше се устаљени технички поступци у циљу постизања физичке целовитости мозаика, а уз поштовање савремених принципа конзервације.

²⁰⁷ Bernard F. Feilden and Jukka Jokilehto, *Management Guidelines for World Cultural Heritage Sites* (Rom, Italy: ICCROM — International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property, 1998). pp. 11.

²⁰⁸ Маја Франковић, “Подлоге у конзервацији дислоцираних мозаика,” *Живонис*, год. 4, бр. 4 (17. мај 2010), стр. 203.

²⁰⁹ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 120.

²¹⁰ Маја Франковић, “Подлоге у конзервацији дислоцираних мозаика,” *Живонис*, год. 4, бр. 4, (17. мај 2010), стр. 203.

²¹¹ Реверзибилност – је својство материјала да се након интервенције и наносења на објекат може уклонити без оштећења објекта. ИСС, Институт за стандардизацију Србије. “SRPS EN: 15898 - Конзервација културног наслеђа — Главни општи термини и дефиниције.” Београд: Институт за стандардизацију Србије, Фебруар 2020. стр. 25. (ИСС, Институт за стандардизацију Србије 2020.)

²¹² M. C. Berducou, *La Conservation En Archéologie: Méthodes Et Pratique De La Conservation-Restauration Des Vestiges Archéologiques* (Paris (etc), France: Masson, 1990). стр. 10.

Приликом конзервације *in situ* прво се приступа чишћењу површине, како би се мозаик припремио за стабилизацију малтерима. Међутим, у неким случајевима је неопходно прво стабилизovati тесере како не би дошло до њиховог расипања приликом чишћења. Чишћење мозаика обухвата процес уклањања свих врста наслага које оштећују мозаик и онемогућавају његову читљивост (нпр. земље, песка, микроорганизама, дотрајалих малтера коришћених приликом претходних третмана стабилизације ивица мозаика). Прво се уклањају насlage које имају слабију адхезију за површину мозаика, а онда и оне које јаче пријањају за подлогу као што су микроорганизми. Чишћење се може обављати без воде, у суво разним четкама или са водом у малим количинама коришћењем мокрог сунђера. Битно је да се приликом чишћења не примењују хемикалије које могу да оштете мозаик.²¹³

Након чишћења врши се стабилизација тесера и малтерних слојева мозаика како би се вратила структурна стабилност и спречило даље пропадање. Ова интервенција обухвата враћање тесера у првобитни положај који су заузимале, затим испуњавање простора између њих малтером, попуњавање пукотина и лакуна, ињектирање течног малтера у празнине формиране између припремних слојева мозаика.²¹⁴ Приликом справљања малтера за стабилизацију мозаика треба тежити да има сличне карактеристике и својства у погледу тврдоће и порозности са оригиналним малтером, да не би дошло до оштећења оригиналне малтерне подлоге. Такође, још једно битно својство малтера за стабилизацију је реверзибилност, односно да се може касније уклонити без оштећења мозаика.²¹⁵ Све наведене карактеристике има кречни малтер. Анализом оригиналне, античке малтерне подлоге установљено је да је за њено справљање коришћен гашени креч као везиво. Иако је постојаност и квалитет кречног малтера потврђен самим тим што је оригинална, античка подлога од кога је справљена опстала вековима још од антике, овај материјал је био потпуно запостављен у конзервацији мозаика, од краја XIX века, па све до пре тридесетак година када поново почиње да се користи.²¹⁶ Експанзија нових материјала је томе допринела. Примена цементног малтера у конзервацији античких мозаика током XX века била је интензивна. Последице и негативна својства примене цементног малтера за конзервацију мозаика манифестовале су се кроз оштећења на самим мозаицима. Зато данас поред конзервације оригиналних античких мозаика конзерватори врше реконзервацију мозаика конзервираних *in situ* цементним малтером, како би, колико је то могуће, санирани настала оштећења. Сходно негативном искуству примене цементног малтера за конзервацију мозаика *in situ* у прошлости, ICCOM препоручује коришћење искључиво кречног малтера, јер је компатибилан са оригиналним материјалима.²¹⁷ Сходно томе, за стабилизацију тесера и малтерних слојева мозаика користи се кречни малтер справљен од гашеног креча и основног агрегата (песка) у односу 1:2 или 1:3. Агрегати који се додају песку, а који омогућавају да кречни малтер има хидраулична својства, односно већу пластичност су млевена опека, вулкански туф, пуцолан, бреча.²¹⁸ Перформансе кречног малтера зависе од квалитета сваког саставног материјала малтерне смеше. Најбоља хидраулична својства имао је малтер који су справљали Римљани од гашеног креча. Проучавањем стратиграфије античких мозаика и коришћених материјала за њихову израду установљено је да је основна компонента малтера био гашени креч старости 7 до 10 година. Данас је тешко наћи гашени креч који је оволико дуго одлежао. Поред везива и агрегата у

²¹³ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 86, 89-91.

²¹⁴ Исто, стр. 101-106.

²¹⁵ Исто, стр. 92-100, 100.

²¹⁶ Маја Франковић, "Подлоге у конзервацији дислоцираних мозаика," *Животис*, год. 4, бр. 4, (17. мај 2010), стр. 223.

²¹⁷ Gaël de Guichen and Roberto Nardi, Mosaic Conservation: Fifty Years of Modern Practice, in *Lessons Learned: Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation*, Edited by Aïcha Ben Abed, Martha Demas, and Thomas Roby. Proceedings of the 9th ICCM Conference Hammamet, Tunisia, November 29–December 3, 2005. (Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2008), 9-14, (pp. 11).

²¹⁸ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 95.

састав малтерне смеше улази и вода. Од количине воде такође зависе својства малтера. Малтер у течном стању који се ињектира у припремне слојеве мозаика садржи више воде него малтер у житком стању. Количина воде у односу на везиво не би требало да буде већа од 1:1.²¹⁹

Други приступ конзервације, као што је већ поменуто, заснива се на **замени дотрајале, оригиналне, античке подлоге новом**. Првенствено је неопходно да се мозаик одвоји од подлоге, подигне са локалитета и однесе у радионицу. Пре подизања, на лице мозаика се нанесе неколико слојева газе са лепком и јутино платно. Затим се мозаик одваја од подлоге тако што се копљима сече малтерни слој. Након одвајања поставља се лицем на доле и односи у радионицу. У зависности од величине мозаика, подизање се често врши из фрагмената. Такође, за подизање мозаика може да се користи ваљак. По доношењу у радионицу дотрајао, нестабилан, оригинални малтер са полеђине теселатума се скида, тако да остају само тесере. Након тога се приступа изради подлоге.

Подлога се углавном састоји од више слојева различитог материјала. Основни елементи су носач и међуслој. Међуслој је везивни слој који се наноси директно на теселатум и треба да омогући кохезију тесера за носач. Пошто долази у контакт са оригиналним античким тесерама према савременим принципима конзервације треба да буде компатибилан са њима, али и реверзибилан. Такође, међуслој има важну функцију у композитној структури мозаика јер изолује теселатум од осталих слојева, превасходно од носача, који углавном нису ни реверзибилни, а ни компатибилни са оригиналним материјалом. До сада су за израду међуслоја коришћени: гипс, цементни малтер, кречни малтер, малтер на бази епоксида и поливинил ацетатних дисперзија.²²⁰ У примени се најбоље показао кречни малтер, и то са разлогом јер има најсличнија својства са оригинално коришћеним материјалима. Носач може бити пано претходно припремљен или се може направити из неколико слојева малтера између којих се поставља арматура. Перформансе носача се током времена све више усавршавају. Тежи се да се избором материјала за израду носача постигне велика чврстоћа, а да опет буде лак за транспорт и преношење до локалитета. Најчешће употребљивани материјали приликом израде вишеслојних носача подлога су: гипс, цементни малтер, малтери на бази полиестра и епоксида, ојачани арматуром. За арматуру су коришћени дрво, гвожђе, алуминијум, прохром, пластичне масе и стаклена влакна. Од префабрикованих носача примењују се водоотпорне шпер плоче и алуминијумски алвеоларни панели.²²¹

Ако се прати развој конзервације мозаика уочава се експериментисање у примени различитих материјала за израду носача - подлоге. Развој технологије израде и појава нових материјала на тржишту у XX веку допринела је томе. Инсистирање на примени тада нових материјала у конзервацији мозаика за израду подлоге ће се тек касније показати као добро или лоше решење.

Средином XX века цемент је почео интензивно да се користи у конзервацији мозаика за израду армиранобетонске подлоге.²²² У почетку цементни малтер се наносио директно на полеђину тесера при чему је између два слоја малтера постављана метална арматура. Овај поступак се показао као један од најдеструктивнијих у конзервацији из више разлога. Цементни малтер је пун нечистоћа, растворних соли, које током његовог сушења и очвршћавања могу да доспеју у оригинални порозни материјал, односно у тесере и да приликом кристализације изазову микропукотине у њима.²²³ Структурну разградњу тесера такође изазива скупљање бетона приликом сушења, јер долази до благог кривљења бетонске плоче. Некомпатибилност цементног малтера и камених тесера се огледа и у порозности. Бетон карактерише мала порозност тако да ће се приликом циклуса влажења и евапорације,

²¹⁹ Исто, стр. 98.

²²⁰ Исто, стр. 207-209.

²²¹ Маја Франковић, "Подлоге у конзервацији дислоцираних мозаика," *Живопис*, год. 4, бр. 4, (17. мај 2010), стр. 207-209.

²²² Исто, стр. 212-215.

²²³ Hamadi Sillini, *Mosaic: from Cement to Aerolam*, Poster presentations ICCM 13th conference for Conservation of mosaics Barcelona, October 2017.

вода и водена пара спорије кретати него код тесера. Услед овог процеса долази до неједнаког скупљања и ширења ова два материјала при чему напони и тензије које се јављају узрокују разградњу мекшег материјала, односно долази до одвајање тесера од подлоге. Због велике густине, термалне проводљивости и експанзије бетона, која је два пута већа него код кречњака, пешчара и опеке, водена пара из ваздуха има тенденцију кондензовања баш на овој површини. Још једна негативна карактеристика цементног малтера је што није реверзибилан материјал и не може се лако уклонити са полеђине тесера, а да се оне том приликом не оштете. Цемент када очврсне је тврд материјал и тешко га је уклонити са тесера. Уклањање цементног малтера се врши дијамантским тестерама, а потом и ручно конзерваторским инструментима. Поред тога бетонски панели су доста тешки и захтевају велики број људи приликом постављања на локалитет.²²⁴

Овај метод конзервације је унапређен применом кречног малтера за међуслој, док је армиранобетонска плоча изливана на локалитету, *in situ*. На тај начин је знатно олакшано преношење и постављање мозаика из радионице на локалитет. Међутим, ни применом оваг поступка нису у потпуности решени проблеми узроковани некомпатибилношћу материјала, сада само кречног малтера коришћеног за међуслој и бетона. У прслине бетонске плоче доспева вода, долази до карбонизације кречног малтера, а арматура кородира и тежи да се одвоји од бетона при чему настају структурна оштећења прслине, избочине, улегнућа...²²⁵ Када су се искуствено, коришћењем цементног малтера, показала његова лоша својства, учењем из грешака („*lessons learned*“) пре тридесетак година је потпуно напуштена његова употреба у конзерваторској пракси.

Од осамдесетих година XX века у конзервацији мозаика почињу да се користе алвеоларне алуминијумске подлоге тзв. „саћа“.²²⁶ Алуминијумско саће је наноматеријал који се примењује у авио индустрији. Алвеоларни алуминијумски панел у средишњем делу има саћасту структуру направљену од алуминијумске фолије, по којој је добио назив. Ова саћаста структура је постављена између два стаклена платна, односно панела који су епоксидном смолом причвршћени за њу.²²⁷ На тај начин је спречен контакт алуминијума са водом или влагом из малтера, да не би кородирао. Истакнути стручњаци немачки конзерватор Ролф Вир (*Rolf Wühr*) и француски инжењер Клод Басије (*Claude Bassier*) су заслужни за увођење нових материјала за конзервацију мозаика алвеоларних алуминијумских панела уместо бетона и епоксидне смоле уместо лепкова и цеменог малтера.²²⁸ На тржишту постоје различити произвођачи алвеоларних саћастих панела. На пример у изради мозаичке подлоге примену имају панели произвођача *Honeycombpanels*.²²⁹ У асортиману овог произвођача могу се наћи алуминијумски, алвеоларни панели – саћа типа *Alustep_500*²³⁰ чија се дебљина креће од 5 mm до 50 mm. За подлогу мозаика користе се најчешће саћа дебљине 25 mm и 50 mm. Са повећањем дебљине саћастог панела повећава се и његова носивост. Овај материјал је лаган, раван, чврст, отпоран на савијање и ломљење, може се лако сећи на жељене формате. Сходно својим карактеристикама показао се као добра подлога за мозаике, тако да се и данас интензивно користи. Одликује га мала тежина и велика носивост. На пример 1m² панела

²²⁴ Маја Франковић, “Подлоге у конзервацији дислоцираних мозаика,” *Живонис*, год. 4, бр. 4, (17. мај 2010), стр. 212-2015.

²²⁵ Исто, стр. 215.

²²⁶ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 120.

²²⁷ Маја Франковић, “Подлоге у конзервацији дислоцираних мозаика,” *Живонис*, год. 4, бр. 4, (17. мај 2010), стр. 218-220.

²²⁸ Gaël de Guichen and Roberto Nardi, *Mosaic Conservation: Fifty Years of Modern Practice*, in *Lessons Learned: Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation*, Edited by Aïcha Ben Abed, Martha Demas, and Thomas Roby. Proceedings of the 9th ICCM Conference Hammamet, Tunisia, November 29–December 3, 2005 (Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2008), 9-14, (pp. 10).

²²⁹ Доступно на: <https://www.honeycombpanels.eu/en/products/sandwich-panels/glass-fibre-fabric-coated-panels> приступљено 7.6.2023.

²³⁰ Доступно на: https://www.honeycombpanels.eu/img_ins/files/Alustep_500_Rev6_uk.pdf приступљено 7.6.2023.

дебљине 25 mm има тежину 3,6 kg.²³¹ Сходно својим карактеристикама омогућио је лакшу мобилност мозаика након конзервације из радионице на локалитет.

Међуслој се справља од два слоја реверзибилног кречног малтера између којег се поставља рабиц мрежа која има функцију арматуре у циљу постизања структурне стабилности.²³² Први слој кречног малтера се нанесе на полеђину очишћених тесера и утисне добро да уђе у фуге. Затим се постави рабиц мрежа и други слој кречног малтера. Различити су приступи израде међуслоја. Поред кречног малтера за израду другог слоја могу да се користе и индустријски малтери. Епоксидни лепак се примењује као адхезивно средство између саћастиг префабрикованог панела и малтерног међуслоја мозаика. На крају се мозаик окреће лицем на горе, врши се чишћење теселатума и ради рестаурација, као последња фаза конзервације, где се дефинише финални изглед мозаика.

Не препоручује се коришћење панела од алуминијумског саћа као носача подлоге уколико ће након конзервације мозаици бити презентовани на локалитету „под ведрим небом“, због атмосферских утицаја.²³³ Иако је алуминијумски панел заштићен са горње и доње стране превлаком од стаклених влакана, са бочних страна то није учињено, тако да постоји бојазан да у случају контакта са водом може доћи до корозије. Такође, епоксидна смола оксидира услед изложености директном сунчевом зрачењу.²³⁴ На тај начин утицаји окружења узрокују промене на самом материјалу.

У пракси се показало, не само када је конзервација мозаика у питању, него уопште код архитектонске санације, рестаурације, да најбоље резултате даје примена материјала који су својим саставом најближи оригинално коришћеним материјалима.²³⁵ Увођењем нових материјала на оригинални стари материјал настају проблеми и девастира се структура мозаика.²³⁶

Након завршене конзервације како мозаика са оригиналном античком подлогом тако и приликом замене оригиналне подлоге новом може се вршити рестаурација површина које недостају, али није неопходно. Са урађеном конзервацијом мозаик је стабилизован и заштићен од даље детериорације и трајног губитка фрагмената, док се рестаурацијом одређује финални изглед мозаика. Она зависи од одлуке конзерватора да ли ће се мозаик презентовати са видним оштећењима које је претрпео или ће се вршити поправке у циљу враћања естетских вредности мозаика, али само оних делова за које постоје документовани подаци о њиховом изгледу. То значи да уколико се донесе одлука да се ради рестаурација мозаика веће лакуне ће се испунити кречним малтером, јер се рестаурација не сме заснивати на хипотетичкој претпоставци нпр. неке фигуралне представе која није документована, већ се ради само на мањим површинама где недостају тесере и где се са сигурношћу може реконструисати присутан мотив. Тесере које се користе том приликом пожељно је да буду са истог мозаичког пода, нађене на локалитету, у шуту, како би се очувала аутентичност мозаика. Боја и текстура кречног малтера који се користи за попуњавање лакуна треба да одговара иницијалном малтеру тог мозаика. Испуњене

²³¹ Исто.

²³² Маја Франковић, “Подлоге у конзервацији дислоцираних мозаика,” *Животис*, год. 4, бр. 4, (17. мај 2010), стр. 223-225.

²³³ Међутим, насупротив препорукама нпр. на археолошком локалитету Стоби у Македонији алуминијумски панели су коришћени за конзервацију мозаика који се излажу на отвореном. Овај локалитет представља експеримент примене алвеоларних саћастих панела као подлоге носиоца реконзервираних античких мозаика у спољашњем простору. Видети више на: <https://www.bhfieldschool.org/gallery/workshop-conservation-roman-mosaics-paintings-gallery> приступљено 7.6.2023.

²³⁴ Маја Франковић, “Подлоге у конзервацији дислоцираних мозаика,” *Животис*, год. 4, бр. 4, (17. мај 2010), стр. 216-217.

²³⁵ Roberto Nardi, “The treatment of mosaics in situ,” in *Mosaics make a Site: The Conservation in situ of Mosaics on Archeological Sites*, edited by Demetrios Michaelides, Proceedings of the VIth International Conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics Nicosia, Cyprus, 1996. (Rome: ICCM, 2003), 187-202, (189-190).

²³⁶ Jerry Podany, Neville Agnew, Martha Demas. Preservation of excavated mosaics by reburial: Evaluation of some traditional and newly developed materials and techniques, in *Proceedings actas: Conservation, protection, presentation*. (Conimbriga: ICCM, 1994), 1-21, (pp. 3-4).

лакуне кречним малтером су нешто ниже од теселатума чиме су јасно приказани делови који недостају.²³⁷

Одржавање је метода заштите и очувања мозаика која се врши независно од конзервације, а у циљу да се избегну хитне интервенције и спречи пропадање мозаика контролисањем његових узрочника. Ова метода поред праћења промена на мозаику укључује чишћење мозаика, стабилизацију тесера, као и замену дотрајалих стабилизационих малтера.²³⁸ Одржавање мозаика након конзервације недостаје на многим локалитетима. То може довести и до трајног губитка фрагмената и неповратних оштећења мозаика. Праћење и одржавање мозаика у континуитету је једини услов за његово очување и преношење будућим генерацијама.

Након конзервације често се примењује метода **поновног закопавања** мозаика у циљу његове заштите од утицаја средине. Покривањем мозаика тежи се да се постигну што стабилнији услови средине, односно да се избегну сезонске екстремно ниске или високе температуре, односно да се спрече циклуси замрзавања и одмрзавања воде у порама малтера и тесера, а тиме и њихова разградња. Марта Демас (Martha Demas) у раду *Reburial and protective covering of mosaics* даје преглед објављене литературе о методама и материјалима који се користе за дугорочну или краткорочну заштиту мозаика поновним закопавањем.²³⁹ Указује на развој терминологије која се односи на покривање мозаика у циљу очувања. Иако је сада широко распрострањен у употреби термин поновно закопавање мозаика, за ову методу заштите се такође користе термини поновно покривање земљом, површинска заштита и заштитно покривање ако се ради о привременој заштити, нпр. сезонском покривању мозаика. Приликом избора материјала за покривање мозаика потребно је имати у виду да обезбеђује добар транспорт воде кроз материјале, да омогућава спору промену влажности унутар мозаика, да полако упија воду и да се споро суши, као и да буде добар топлотни изолатор.²⁴⁰ За покривање се најчешће користе земља, песак или шљунак који у мањој или већој мери испуњавају претходно тражене услове. Да се површина мозаика, односно теселатум, не би запрљао материјалом којим се покрива постављају се различити разделни материјали паропропусне-водонепропусне мембране, гео текстил, итд. Приликом избора сепарационих материјала треба водити рачуна да су паропропусне, а водонепропусне, јер ако су и паронепропусне и водонепропусне, нпр. као што су ПВЦ фолије, формиће се кондез испод мембране, на површини мозаика.²⁴¹

Поновно закопавање мозаика у циљу заштите и очувања може се вршити повремено, само током једног периода године, нпр. током зимске сезоне, при чему се током осталих сезона мозаик открива и презентује посетиоцима. Такође, може представљати и заштиту мозаика на дужи период. У зависности од врсте заштите која се планира врши се избор материјала за покривање и одређује се дебљина слоја.

Уколико је подлога мозаика армиранобетонска плоча изливена на лицу места препоручује се да се не врши поновно закопавање, јер ће се услед оксидације арматуре повећати њена запремина што ће узроковати разградњу армиранобетонске подлоге, а тиме и расипање тесера које носи.²⁴² У зависности од карактеристика примењених материјала за реконзервацију мозаика треба донети одлуку о поновном затрпавању, јер услови средине под земљом могу имати и деструктивни карактер по њих. Међутим, уколико се ради о мозаику са оригиналном античком подлогом, који је стабилизован материјалима сличним оригиналу, константни

²³⁷ Маја Франковић, "Подлоге у конзервацији дислоцираних мозаика," *Живонис*, год. 4, бр. 4, (17. мај 2010), стр. 204-206, 206.

²³⁸ Livia Alberti, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. (Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013), pp. 87-88.

²³⁹ Martha Demas, *Chapter 5: Reburial and protective covering of mosaics*, in *Mosaics in situ: An overview of the Literature on conservation of mosaics in situ*, edited by Thomas Roby and Martha Demas, (Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2013), 1-17.

²⁴⁰ *Исто*, стр. 108-109.

²⁴¹ *Исто*, стр. 108-116.

²⁴² *Исто*, стр. 117-118.

услови под земљом омогући ће његову трајност, као што је и опстао толико векова пре открића. Поновно закопавање такође захтева одржавање, али су свакако захвати које треба предузети знатно мањи него приликом одржавања мозаика који је изложен утицајима окружења.

Заштитне структуре представљају још један вид заштите и очувања мозаика *in situ* од утицаја из окружења. У почетку заштитне структуре су постављане само привремено, приликом извођења археолошких ископавања и конзерваторских радова како би се заштитили мозаици и радни тимови од атмосферских утицаја (кише, снега, сунчевог зрачења, итд). Са развојем савременог холистичког приступа очувања мозаика кроз коришћење и презентацију *in situ* појавила се потреба за изградњом заштитних структура и визиторских центара у циљу отварања локалитета за јавност. Сходно томе заштитне структуре поред заштите и очувања су и у функцији презентације мозаика. Њихова изградња има за циљ откривање мозаика који су до тада били прекривени слојем песка и презентацију посетиоцима. На тај начин археолошки локалитети са мозаицима постају доступни широј јавности, а не само сручњацима у области заштите и очувања наслеђа.

3.3. Приступ презентације античких мозаика на археолошким локалитетима

До осамдесетих година XX века антички мозаици су се преносили у музеје и тамо презентовали преваходно јер су се процењивала њихова уметничка и естетска својства. Међутим, доношењем Венецијанске повеље, а онда касније са настанком нових дисциплина, мења се перцепција музеализације, при чему се прелази на презентацију *in situ*. Дислоцирање и преношење налаза са места где су нађени постаје неприхватљиво, јер се на тај начин урушава целовитост и оригиналност локалитета. Мозаици презентовани *in situ*, на изворној локацији су сведочанство историје и културе која је постојала. Презентација античких мозаика *in situ* у Европи се интензивирала од деведесетих година XX века,²⁴³ док се у Србији на њој инсистира од почетка XXI века, мада је било појединих, изолованих случајева и раније.

На основу прегледа презентованих археолошких локалитета са античким мозаицима у Европи или свету издвојила су се два приступа презентације мозаика:

- **на отвореном простору, без наткривања локалитета заштитним структурама**, при чему презентација мозаика није остварена током читаве године, већ само током летњих месеци, док су остатак године прекривени слојем песка,
- **наткривањем локалитета заштитним структурама**, чиме се штите од спољних утицаја.

Иако постоје примери где су мозаици презентовани *in situ* на отвореном, без наткривања заштитним структурама, овај приступ је у колизији са очувањем мозаика. У том случају неопходно је константно одржавање мозаика, јер је изложен дејству утицаја из окружења, а то са собом изискује додатна финансијска средства за очување. За разлику од првог приступа заштитне структуре обједињују оба аспекта, имају двојаку улогу, могу имати функцију заштите мозаика од атмосферских утицаја, а у исто време омогућавају његову презентацију посетиоцима.

У Србији на археолошким локалитетима са мозаицима заштитне структуре су примењене на Медијани и изнад остатака Царске палате Сирмијума у Сремској Митроцици док су на

²⁴³ John D. Stewart, Jacques Neguer, and Martha Demas. "Assessing the Protective Function of Shelters over Mosaics", *The following was adapted from presentations given at the ninth conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics, held in Tunisia, November 2005.* Dostupno na: https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/newsletters/21_1/news_in_cons1.html приступљено (15.2.2020)

Међутим, подељена су мишљења ауторитета у овој области да ли археолошке локалитете са мозаицима треба наткривати заштитним структурама или их презентовати на локалитету повремено/сезонски без наткривања. Томе су допринела различита искуства примене заштитних структура на археолошким локалитетима са мозаицима. На неким локалитетима су се заштитне структуре показале као добро решење док су на неким иницирале и убрзале процес детериорације мозаика, тако да су у лошијем стању него што су били пре наткривања.²⁴⁴ То показују и резултати истраживања о процени утицаја заштитних структура на античке мозаике која су спроведена у Енглеској²⁴⁵ и Израелу.²⁴⁶ Разлози зашто је боље наткривати археолошке локалитете са мозаицима јесте њихова заштита од спољних утицаја и успоравање процеса детериорације. Насупрот томе, а сходно искуству у пракси, поједини ауторитети су против наткривања мозаика заштитним структурама, а аргументи које наводе јесу да наткривањем долази до промене микроклиматских услова средине, затим да се темељењем заштитних структура девастира археолошки контекст, али и да су заштитне структуре визуелно наметљива решења. Дебате за и против наткривања археолошких локалитета са мозаицима заштитним структурама се воде и даље у стручним круговима.

У наредном поглављу ће се извршити систематизација, одабир заштитних структура од интереса за анализу, а потом ће се урадити класификација заштитних структура на основу карактеристика и присутних фактора детериорације мозаика насталих услед њиховог постављања. Затим ће се кроз евалуацију установити узрочно-последична веза карактеристика заштитне структуре и фактора детериорације мозаика. На тај начин ће се стећи увид у грешке настале приликом пројектовања и извођења заштитних структура и постојеће проблеме које је постављање истих изнедрило. Применом методологије „*lessons learned*“ учењем по моделу или из примера добре и лоше праксе могу се проширити знања, санирати и унапредити постојећа решења и избећи понављање истих грешака приликом пројектовања нових заштитних структура.

²⁴⁴ На пример мозаици у Аквилеји који иако су наткривени у лошијем су стању од ненакривених мозаика у Остији, затим у Вили Мистерији у Помпеји, као и у Каракалиним термама у Риму. Мада опет са друге стране у неким поднебљима мозаици се не би могли презентовати и очувати без наткривања и изградње заштитних структура. Видети у: Giora Solar, Protective shelters, in *Mosaic make a site: the conservation in situ of mosaics on archaeological sites*, ed. Demetrios Michaelides, Proceedings of the VI Conference of the International Committee for the conservation of mosaics Nicosia, Cyprus, 1996. (Rome: ICCM, 2003), pp. 263-275, (267).

²⁴⁵ John Stewart, "Rapid assessment of shelters over mosaics: Methodology and initial results from England," in *Lessons Learned: Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation*, edited by Aïcha Ben Abed, Martha Demas, and Thomas Roby. Proceedings of the 9th ICCM Conference Hammamet, Tunisia, November 29–December 3, 2005. (Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2008), 181-192.

²⁴⁶ Jacques Neguer and Yael Alef, "Rapid Assessment of Shelters over Mosaics: Initial Results from Israel," in *Lessons Learned: Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation*, edited by Aïcha Ben Abed, Martha Demas, and Thomas Roby. Proceedings of the 9th ICCM Conference Hammamet, Tunisia, November 29–December 3, 2005. (Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2008), 193-203.

4. ПРИМЕНА ЗАШТИТНИХ СТРУКТУРА НА АРХЕОЛОШКИМ ЛОКАЛИТЕТИМА У ЦИЉУ ЗАШТИТЕ И ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ АНТИЧКИХ МОЗАИКА

4.1. Систематизација заштитних структура

Као што је већ речено у трећем поглављу заштитне структуре су се у почетку само примењивале приликом археолошких ископавања у циљу заштите налаза и радних тимова од атмосферских утицаја. Данас заштитне структуре у зависности од времена предвиђеног за коришћење могу бити:

- привремене,
- трајне (имају сталан карактер).

Привремене заштитне структуре су предвиђене да се користе краћи временски период. Постављају се најчешће изнад локалитета приликом археолошких истраживања или током рада на некој од мера техничке заштите, на конзервацији, рестаурацији, санацији, а све у циљу заштите од атмосферских утицаја чиме се омогућава неометано извођење радова.²⁴⁷ Овај тип представља независну структуру која се након завршетка радова треба уклонити са локалитета без последица по археолошке налазе и окружење. Због своје краткотрајне употребе, само током трајања радова на локалитету, ове заштитне структуре нису у фокусу истраживања. Међутим, проблем настаје јер привремене структуре често постају трајне.²⁴⁸

За разлику од привремених структура које представљају превентивну меру заштите локалитета од атмосферских утицаја само током ископавања или извођења неке од мера техничке заштите, трајне заштитне структуре имају двојаку улогу. Примењују се у циљу очувања и презентације мозаика, као и других налаза, на месту на ком су нађени. У складу са тим заштитне структуре сталног карактера имају функцију музеја *in situ*, при чему треба да омогуће адекватне услове за презентацију мозаика, али и за пријем посетилаца.

Прве заштитне структуре које су обезбедиле дугорочну заштиту мозаика *in situ* подигнуте су изнад археолошких локалитета у Енглеској и у Немачкој почетком XIX века.²⁴⁹ За наткривање античких мозаика *in situ* током XIX и почетком XX века коришћене су традиционалне, вернакуларне структуре, зидане конструкције са дрвеном кровном конструкцијом и покривачем најчешће од опекарских производа, камена или сламе.²⁵⁰ Развојем технологија и материјала, настале су структуре које могу да премосте велике распоне и које су управо из тог разлога погодне за примену на археолошким локалитетима. Ако се изузму први примери наткривања археолошких локалитета са мозаицима почетком XIX века, већина заштитних структура које поред заштите имају и функцију презентације налаза *in situ* датирају од 1960-те године. Изградња заштитних структура се поготово интензивирала у последњој деценији XX и почетком XXI века. Сходно томе може се закључити да је нови

²⁴⁷ Giora Solar, "Protective shelters." in *Mosaics make a Site: The Conservation in situ of Mosaics on Archeological Sites*, edited by Demetrios Michaelides, Proceedings of the VIth International Conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics Nicosia, Cyprus, 1996. (pub. Rome: ICCM, 2003), 263-273. ISBN 92-9077-179-8

²⁴⁸ Zaki Aslan, "Protective Structures for the Conservation and Presentation of Archaeological Sites," *Journal of Conservation and Museum Studies*, no. 3, (November 1997): 16–20. DOI: <http://doi.org/10.5334/jcms.3974>

²⁴⁹ Прве заштитне структуре у Енглеској подигнуте су 1820. године изнад остатака римских вила Бигнор (Bignor) у Западном Сасексу и Чедворт (Chedworth) у Глочестеркирхеу. Видети више у: Necmiye Funda Yaka Çetin, „Architectural design characteristics of protective structures at archeological sites and their impact on conservation of remains“ (PhD thesis, Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology, 2013), 28.

²⁵⁰ John D. Stewart, Jacques Neguer, and Martha Demas. "Assessing the Protective Function of Shelters over Mosaics," *The following was adapted from presentations given at the ninth conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics, held in Tunisia, November 2005.* Dostupno на: https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/newsletters/21_1/news_in_cons1.html, приступљено (15.2.2020).

концепт музеализације, заснован на презентацији мозаика на археолошким локалитетима изнедрио потребу за наткривањем истих. Данас велики број археолошких локалитета широм света је наткривен заштитним структурама чија се функција првенствено заснива на заштити налаза од деструктивних утицаја климатских чинилаца (Сунца, ветра, падавина, итд.), а такође имају потенцијал за остваривање музеолошке поставке и презентацију мозаика *in situ* посетиоцима.

У Србији прва заштитна структура која има функцију заштите и презентације мозаика *in situ* изведена је на археолошком локалитету Медијана 1936. године. Музејска зграда типа храма *an antis*²⁵¹ подигнута је изнад мозаика сибадијума А Константинове виле. Изградња објекта у служби заштите и презентације мозаика је уследила након обимних археолошких истраживања на Медијани спроведених 1930. године, а на иницијативу грађана. Након тога наступа период стагнације извођења заштитних структура на археолошким локалитетима у Србији, да би почетком ХХИ века услед развоја културног туризма и укључивања археолошких локалитета у туристичку понуду уследила њихова експанзија. То се може видети на **Прилогу 2** где је установљен почетак интензивне примене заштитних структура на археолошким локалитетима у Србији. Позициониране су у *time line* хронолошки, сходно години изградње. На археолошким локалитетима са мозаицима заштитне структуре су изграђене изнад остатака дела Царске палате Сирмијума, у Сремској Митровици 2009. године, а у периоду од 2013-2015. године је изведена заштитна структура изнад остатака Константинове виле на Медијани.

Како је истраживање иницирано уоченим проблемима насталим након наткривања археолошких локалитета са мозаицима у Србији, у циљу утврђивања грешака и пропуста приликом пројектовања и изградње заштитних структура и проналажење механизма за њихово решавање неопходно је сагледати шире поље и извршити преглед искуства и пракси других земаља. На општем нивоу прво ће се систематизовати заштитне структуре од значаја за анализу, које ће се потом анализирати и класификовати. Да би се извршио одабир заштитних структура, неопходно је формирати просторни и временски оквир од интереса.

Просторни обухват се мења у зависности са ког аспекта се посматра презентација археолошких локалитета са мозаицима. Сходно томе дефинисано је више просторних оквира од значаја, што се може видети на мапама од **Слика 13** до **Слика 19**.

Један од главних критеријума за одабир просторног оквира од интереса јесу слични климатски услови са нашим поднебљем да би се карактеристике заштитних структура и њихова ефикасност по питању заштите и очувања мозаика могле поредити, како би се позитивна искуства из иностране праксе применила у Србији. У складу са тим просторни оквир регије умереноконтиненталне климе (**Слика 13**) чине земље у региону (**Слика 14**), средњоевропске земље (**Слика 15**), укључујући Источну Француску и Северну Италију. Поред тога идентификоване су регије океанске и медитеранске (средоземне) климе (**Слика 13**) које су значајне јер земље које припадају овом просторном обухвату имају велико културно наслеђе (Енглеска, Француска, Шпанија, Италија, Грчка и Турска), а опет климатске карактеристике и услови ових поднебља разликују се од умереноконтиненталног климата па самим тим захтевају другачији третман и техничка решења презентације локалитета са мозаицима.

Такође формиран је просторни оквир сагледан са друштвеног аспекта при чему су узете у обзир заштитне структуре на археолошким локалитетима са мозаицима у земљама које имају друштвени контекст сличан Србији (**Слика 16**). То су пре свега наши суседи, земље у региону, али и Турска која је оставила велики траг у историји наше земље на друштвени контекст владајући овим просторима више векова. Мађарска је такође као део Аустроугарске имала велики утицај на северни део данашње Србије. Овом просторном обухвату припада и Грчка, међутим сходно великом броју материјалних налаза из античког периода не предњачи по питању улагања у очување истих. Турска и Грчка су такође важне јер су први примери и

²⁵¹ Храм *an antis* – је храм са стубовима на pročелу који образују улазни трем. Витрувије (*Vitruvius Pollio, Marcus*), Књига III, глава II: О основним типовима храмова, у *Десет књига о архитектури* (Београд, Србија: Грађевинска књига, 2000), стр. 63-67.

концепти презентације археолошке грађе настали баш на том поднебљу. Међутим, другачији климатски услови у односу на нашу земљу утицали су на то да се примери заштитних структура са овог подручја уврсте у анализу једино као специјални случајеви и то само код оних аспеката који су међусобно упоредиви.

Дефинисан је просторни обухват који је значајан ако се посматрају теоријска упоришта и корени саме теме истраживања. Идеје о презентацији и потреби заштите споменика културе прво су се јавиле у Италији, Француској, Енглеској и Немачкој, што се може сагледати на **Слика 17**, да би се касније прошириле и у друге европске земље. Приликом прегледа ставова ауторитета који су утемељили научну дисциплину очувања старина и допринели развоју мисли о презентацији археолошке грађе у другом поглављу дисертације коришћен је овај просторни оквир.

На основу броја локалитета на UNESCO-вој листи светске баштине (**Слика 18**) издвојен је просторни оквир водећих земаља у Европи (Италија, Шпанија, Француска, Немачка, када говоримо о културном наслеђу са којим располажу и легислативи о његовој заштити и презентацији. Интересантно је истаћи да су данас водеће земље у овој области углавном оне где су настала прва теоријска упоришта. То нам само говори о културолошкој свести народа тих земаља о значају тековина прошлог времена. Србија свакако треба да се угледа на земље дефинисане овим просторним оквиром када је однос према тековинама из прошлости у питању.

Просторни оквир истраживања формиран је преваходно на основу сличних климатских карактеристика са Србијом. Сходно томе, просторни оквир истраживања обухвата заштитне структуре на археолошким локалитетима са мозаицима у Србији, региону и Европи – област умереноконтиненталне климе (**Слика 19**). На тај начин ће се сагледати искуства примене заштитних структура на археолошким локалитетима са мозаицима у региону и у развијеним средњоевропским земаљама које имају исте климатске услове као наша земља, умереноконтинентални климат, како би се на основу учења из грешака “*lessons learned*” или по моделу установили добри и лоши приступи, које би требало имати у виду приликом будућих пројеката заштитних структура или унапређења постојећих решења. Примери реализованих заштитних структура који нису на подручју просторног обухвата умерено-континенталне климе, а значајно их је анализирати због конструктивног решења, примењених материјала и технологија или неке друге специфичности биће уврштени у анализу као специјални случајеви.

На претходно дефинисаном просторном обухвату од интереса мапирне су заштитне структуре на археолошким локалитетима са мозаицима при чему је извршена њихова систематизација у зависности од времена изградње. Овај прилог је значајан јер се током времена прати развој презентације мозаика *in situ* кроз различите начине наткривања и примену материјала и технологија. Сходно идентификованим кључним тачкама у историјском развоју презентације археолошких локалитета са мозаицима (**Прилог 3**) мапиране су:

- а) заштитне структуре изграђене до 1931. године,
- б) заштитне структуре изграђене од 1931-1964,
- в) заштитне структуре изграђене од 1964-2000, и
- г) заштитне структуре изграђене након 2000-те године.



Слика 13. Просторни оквир – карактеристике климе Европе, (Извор: Аутор; мапа: European Environmental Agency, www.eea.eu.int).



Слика 14. Просторни оквир – Република Србија и регион, (Извор: Аутор; мапа: European Environmental Agency, www.eea.eu.int).



Слика 15. Просторни оквир – средњоевропске земље, (Извор: Аутор; мапа: European Environmental Agency, www.eea.eu.int).



Слика 16. Просторни оквир – културни и друштвени контекст сличан Србији, (Извор: Аутор; мапа: European Environmental Agency, www.eea.eu.int).



Слика 17. Просторни оквир значајан за теоријска упоришта очувања и презентације културног наслеђа, (Извор: Аутор; мапа: European Environmental Agency, www.eea.eu.int).



Слика 18. Просторни оквир водећих земаља у презентацији културног наслеђа на основу броја локалитета на UNESCO листи светске баштине, (Извор: Аутор; мапа: European Environmental Agency, www.eea.eu.int).



Слика 19. Просторни оквир од значаја за истраживање, (Извор: Аутор; мапа: European Environmental Agency, www.eea.eu.int).

Прву групу чине археолошки локалитети са мозаицима презентовани пре 1931. године, односно пре доношења Атинске повеље и конституисања правне заштите. Други временски опсег обухвата период од Атинске повеље до Венецијанске повеље, док трећи временски обухват је период од Венецијанске повеље до Конвенције о пределу. Четврту декаду чине локалитети са мозаицима који су презентовани након доношења Конвенције о пределу, од 2000. године па до данашњих дана.

На основу систематизације сходно времену изградње може се установити да је највише заштитних структура изнад археолошких локалитета са мозаицима изграђено након 2000. године. Томе је допринело доношење конвенције о пределу 2000. године и развој холистичког приступа заштите и музеализације *in situ* при чему антички, подни мозаици постају неодвојиви део локалитета где су нађени. Сходно томе, предмет анализе, класификације и евалуације биће заштитне структуре изведене након 2000. године. Разлог зашто је одабран временски оквир који обухвата последњих 20-так година јесу промене које су се десиле на више нивоа, укључујући климатске промене, развој техничких система, примена савремених материјала итд. Имајући то у виду примери заштитних структура из половине прошлог века нису релевантни у садашњем тренутку, превазиђени су. У класификацију и евалуацију су уврштене једино оне заштитне структуре које су изграђене пре 2000. године, а реконструисане су у последњих 20 година.

Систематизоване и одабране заштитне структуре на археолошким локалитетима са мозаицима за анализу су (**Прилог 3**):

Римска вила у Чедворту, Глостершир, (УК);²⁵² Римска вила у Фишборну, Западни Сасекс, (УК);²⁵³ Римска градска кућа у Дорчестеру, (УК);²⁵⁴ Римска вила Казале, у Пјаца Армерини, на Сицилији, (Италија);²⁵⁵ Вила Мистерија, Археолошки парк Помпеја, (Италија);²⁵⁶ Двестагодишња кућа, Археолошки парк Херкуланум, (Италија);²⁵⁷ остаци базилике “*Santa Reparata*” испод фирентинске катедрале, (Италија);²⁵⁸ налази римске куће са подним мозаицима испод палате Валентини у Риму;²⁵⁹ Вила мозаика у Спелу, Умбриа, (Италија);²⁶⁰

²⁵² Philip Bethell, 140 Years of Mosaic Conservation at Chedworth Roman Villa, United Kingdom, in *Lessons Learned: Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation*, edited by Aicha Ben Abed, Martha Demas, and Thomas Roby. Proceedings of the 9th ICCM Conference Hammamet, Tunisia, November 29–December 3, 2005. (Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2008), 230-237;

²⁵³ Necmiye Funda Yaka Çetin, „Architectural design characteristics of protective structures at archeological sites and their impact on conservation of remains“ (PhD thesis, Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology, 2013), 65-67; <https://sussexpast.co.uk/attraction/fishbourne-roman-palace/> приступљено 2.8.2023.

²⁵⁴ Исто, стр. 71-73; <https://www.dorchesterdorset.com/roman-town-house/> приступљено 2.8.2023.

²⁵⁵ Nicholas Stanley-Price and Gianni Ponti, „Protective enclosures for mosaic floors: a review of Piazza Armerina, Sicily, after forty years,“ in *Mosaics make a site: the conservation in situ of mosaics on archaeological sites*, by Demetrios Michaelides. Proceedings of the VIth Conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics Nicosia, Cyprus, 1996. (Rome: ICCM, 2003), 275-288; Funda Yaka Çetin and Başak İpekoğlu, “Impact of Transparency in the Design of Protective Structures for Conservation of Archaeological Remains,” *Journal of Cultural Heritage* 14, no. 3 (2013): 21–24, doi:10.1016/j.culher.2012.10.019.

²⁵⁶ Giovanna Patrizia Tabone and Bruno De Nigris. „Pompeii, Italy,“ in *Protective shelters for archeological sites*. Edited by Zaki Aslan, Sarah Court, Jeanne Marie Teutonico and Jeanne Thompson, Proceedings of a symposium Herculaneum, Italy 23-37 September 2013. (London: The British School at Rome, 2018), 163-167; <http://pompeiiisites.org/en/archaeological-site/villa-of-the-mysteries/> приступљено 2.8.2023.

²⁵⁷ Paola Pesaresi and Alessandro Massari. Approaches to the shelters at Herculaneum, Italy, in *Protective shelters for archeological sites*. Edited by Zaki Aslan, Sarah Court, Jeanne Marie Teutonico and Jeanne Thompson, Proceedings of a symposium Herculaneum, Italy 23-37 September 2013. (London: The British School at Rome, 2018), 101-111; <https://seepompeii.com/en/luoghi/bicentennial-house-of-herculaneum/> приступљено 2.8.2023.

²⁵⁸ Доступно на: <https://duomo.firenze.it/en/discover/crypt-of-santa-reparata> приступљено 2.8.2023.

²⁵⁹ Доступно на: <https://romaeternaofficial.com/2015/05/18/le-domus-romane-di-palazzo-valentini/> приступљено 2.8.2023.

²⁶⁰ Доступно на: <https://www.villadeimosaicidispello.it/en/> приступљено 2.8.2023;

Доступно на: https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/Italy/multimedia-museum-for-ancient-roman-villa-of-mosaics-in-spello-italy; Доступно на: https://www.homeinitaly.com/magazine/post.php?post_id=52 приступљено 2.8.2023.

Куће у низу 2, Ефес, Турска;²⁶¹ Зграда 3, Пергамон, (Турска);²⁶² Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска);²⁶³ Римски археолошки парк, Хантен, (Немачка);²⁶⁴ Остаци римског града Барцино испод Готске четврти у Барселони, (Шпанија);²⁶⁵ Римска вила „*La Olmeda*“, Педроса де ла Вега, Паленција, (Шпанија);²⁶⁶ остаци римских кућа са мозаицима презентовани *in situ* у подземној етажи заштитне структуре Метропол Парасол у Севиљи, (Шпанија);²⁶⁷ Дионисове куће, Пафос, (Кипар);²⁶⁸ Еустолијева кућа, Курион, (Кипар);²⁶⁹ Емонска кућа, Љубљана, (Словенија);²⁷⁰ Римска вила Балака, (Мађарска);²⁷¹ Здање са римским мозаицима, Констанца, Румунија;²⁷² Вила Армира, Иваиловград, (Бугарска);²⁷³ остаци римске куће са подним мозаицима „*House of Felix*“ презентовани *in situ* у метро станици у Софији, (Бугарска);²⁷⁴ Епископска базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска);²⁷⁵ Мала базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска);²⁷⁶ Римска вила у Тирани, (Албанија);²⁷⁷ Римска вила Рисан, (Црна Гора);²⁷⁸ Муниципијум Склани, Склани (Босна и Херцеговина);²⁷⁹ Остаци Августовог храма

²⁶¹ Erdem Soner Bellibaş, An assessment of the protective shelter of Terrace House 2, Ephesus, Turkey, in *Protective shelters for archeological sites*. Edited by Zaki Aslan, Sarah Court, Jeanne Marie Teutonico and Jeanne Thompson, Proceedings of a symposium Herculaneum, Italy 23-37 September 2013. (London: The British School at Rome, 2018), 135-145.

²⁶² Necmiye Funda Yaka Çetin, „*Architectural design characteristics of protective structures at archeological sites and their impact on conservation of remains*“ (PhD thesis, Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology, 2013), pp. 44-46.

²⁶³ Исто, стр. 50-52; Доступно на: <https://turkisharchaeonews.net/site/zeugma> приступљено 2.8.2023

²⁶⁴ Cesare Spasio, Francesca Scalisi, “Conservation process and significance. A methodological approach to plan shelters in archaeological sites,” *International Journal of Architecture Art and Design*. Vol. 4, 2018. 45-58, (52); Доступно на: https://apx.lvr.de/en/lvr_roermuseum/grosse_thermen/schutzbau/schutzbau.html

²⁶⁵ Доступно на: <https://www.barcelona.de/en/barcelona-museum-city-history.html> приступљено 2.8.2023.

²⁶⁶ Cesare Spasio, Francesca Scalisi, “Conservation process and significance. A methodological approach to plan shelters in archaeological sites,” *International Journal of Architecture Art and Design*. Vol. 4, 2018. 45-58, (47); Доступно на: <https://www.villaromanalaoleda.com/en> приступљено 2.8.2023.

²⁶⁷ Доступно на: <https://www.inexhibit.com/case-studies/metropol-parasol-antiquarium-museum-seville/> приступљено 2.8.2023.

²⁶⁸ Marina Solomidou-Ieronymidou, Anthi Kaldeli and Eleftherios Charalambous. Protective shelters and planning processes at the archaeological site of Kato Pafos, Cyprus, in *Protective shelters for archeological sites*. Edited by Zaki Aslan, Sarah Court, Jeanne Marie Teutonico and Jeanne Thompson, Proceedings of a symposium Herculaneum, Italy 23-37 September 2013. (London: The British School at Rome, 2018), 84-90; Demetrios Michaelides and Niki Savvides. Lessons Not Learned: The Shelters at Kourion, Cyprus, in *Lessons Learned: Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation*, edited by Aïcha Ben Abed, Martha Demas, and Thomas Roby. Proceedings of the 9th ICCM Conference Hammamet, Tunisia, November 29–December 3, 2005. (Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2008), 215-223, (117);

²⁶⁹ Исто, стр. 215-223.

²⁷⁰ Доступно на: <https://www.visitljubljana.com/en/poi/emon-house-archaeological-park/> приступљено 2.8.2023.

²⁷¹ Доступно на: <https://www.veszpreminfo.hu/en/place/balaca-archaeological-park> приступљено 2.8.2023.

²⁷² Andreea Andra-Torârceanu, Mihaela Verga, Mihaiu Eugen Mafteiu, Marius-Daniel Andra, Marian Marin, Radu-Daniel Pintilii, Giampietro Mazza and Donatella Carboni, “Vulnerability Analysis of the Cultural Heritage Sites-The Roman Edifice with Mosaics, Constanta, Romania,” *Land*, 2023, 12, 385; <https://doi.org/10.3390/land12020385>; Доступно на: <https://labyrinthum.wordpress.com/project-description-english/> приступљено 2.8.2023.

²⁷³ Gergana Kabakchieva, *The Splendour of the villa Armira* (Kostinbrod: Multiprint, 2012). (Kabakchieva 2012) Aleksandra Ugrinović, Aleksandra Krstić furundžić. „Technological solutions for covering archaeological sites in order to present mosaics in situ – case studies,” in *Places and Technologies 2019: Keeping up with technologies to turn built heritage into the places of future generations: Conference proceeding: 6th international academic conference, Pécs, Hungary, 9-10 May 2019*, (Pécs : University of Pécs Faculty of Engineering and Information Technology, 2019), 613-620.

²⁷⁴ Доступно на: <https://mosaictoursofia.info/en/ancient-serdica-en/> приступљено 2.8.2023.

²⁷⁵ Доступно на: <https://www.plovdivmosaics.org/roman-mosaic-heritage/> приступљено 2.8.2023.

²⁷⁶ Исто, приступљено 2.8.2023.

²⁷⁷ Elda Omari, The Roman Villa of Tirana (Albania) and its Mosaics, *Journal of mosaics research*, Vol. 11, 2018. pp. 155-171. DOI: 10.26658/jmr.440588

²⁷⁸ Доступно на: <https://muzejikotor.me/naslovna/rimski-mozaici-u-risnu/> приступљено 2.8.2023.

²⁷⁹ Andrew Lawler BA (Hons) Santab MA, Римски мозаици у Скланима, општина Сребреница: Отварање разговора о очувању, у Културно-историјско наслеђе Сребренице кроз вијекове, ур. Обрад Додић, Зборник радова са

у Нарони код Вида, (Хрватска);²⁸⁰ Музејска зграда изнад Стибадијума А Константинове виле на Медијани, Ниш, (Србија);²⁸¹ Заштитна балон конструкција изнад Константинове виле на Медијани, Ниш, (Србија);²⁸² Визиторски центар Царска палата Сирмијум, Сремска Митровица, (Србија).²⁸³

На основу дефинисаног просторног и временског оквира да би се установило колико је која заштитна структура за наше подручје и сферу интересовања значајна извршена је њихова систематизација и то на (*Прилог 3*):

- заштитне структуре које припадају дефинисаном просторном и временском оквиру;
- заштитне структуре које припадају просторном оквиру, али не и временском оквиру од интереса;
- заштитне структуре које припадају временском оквиру, али не и просторном оквиру од интереса;
- заштитне структуре које не припадају ни просторном, а ни временском оквиру од интереса.

Заштитне структуре на археолошким локалитетима са мозаицима које припадају просторном оквиру, али не и временском оквиру од интереса изведене су пре 2000. године. То су углавном први примери наткривања археолошких локалитета са мозаицима, тако да представљају експерименте примене заштитних структура на основу којих су се, учењем по моделу “*lessons learned*”, из првобитних грешака, решења унапређивала током времена. Све заштитне структуре из ове групације које су реконструисане након 2000. године или чија је реконструкција у току уврштене су у анализу. Заштитне структуре које не припадају ни просторном, а ни временском оквиру су решења која такође представљају прве примере заштитних структура у свету изван нашег климатског подручја, али које су претрпеле неколико обнова до сада, тако да се ова групација може сматрати подгрупом заштитних структура које припадају временском оквиру, али не и просторном оквиру од интереса. Примери заштитних структура на археолошким локалитетима са мозаицима који нису у просторном и/или у временском фокусу истраживања, уврштени су у анализу и класификацију због специфичности решења које је значајно за неки од аспеката са којих се посматра њихов утицај на мозаике.

На мапи наткривених археолошких локалитета са мозаицима (*Прилог 3*) извршена је и систематизација заштитних структура у зависности да ли се налазе у урбаном или руралном подручју. Ова информација је значајна јер су услови средине другачији у руралном и урбаном

научног симпозијума 26. октобар 2011. (Сребреница: Јавна установа Археолошки музеј „Rimski municipium“ Склани, 2012), 75-85. ISBN 978-99955-743-0-7;

Доступно на: <https://www.dw.com/sr/rimski-municipium-na-obalama-drine/a-19443281> приступљено 2.8.2023.

²⁸⁰ Доступно на: <https://www.a-m-narona.hr/> приступљено 2.8.2023.

²⁸¹ Ирена Љубомировић, Никола Вулић-Историчар антике (Ниш: Филозофски факултет, 2013); Милоје Васић, Гордана Милошевић, Надежда Гавриловић-Витас, Весна Црноглавац, *Константинова вила у Медијани* (Ниш: Народни музеј, 2016); Aleksandra Ugrinović, Aleksandra Krstić furundžić. „Technological solutions for covering archaeological sites in order to present mosaics in situ – case studies,” in *Places and Technologies 2019: Keeping up with technologies to turn built heritage into the places of future generations: Conference proceeding: 6th international academic conference, Pécs, Hungary, 9-10 May 2019*, (Pécs : University of Pécs Faculty of Engineering and Information Technology, 2019), 613-620.

²⁸² Завод за заштиту споменика културе Ниш, Главни пројекат презентације виле са перистилом и изградње заштитне конструкције на археолошком локалитету Медијана код Ниша, 2009; Александра Угриновић, Заштитне конструкције у функцији презентације остатака античког наслеђа, у *Културни предео, Зборник радова VII конференције Завода за заштиту споменика културе града Београда* (Београд: Завод за заштиту споменика културе града Београда, 2016), 116-127. Aleksandra Ugrinović, Aleksandra Krstić Furundžić. „Technological solutions for covering archaeological sites in order to present mosaics in situ – case studies,” in *Places and Technologies 2019: Keeping up with technologies to turn built heritage into the places of future generations: Conference proceeding: 6th international academic conference, Pécs, Hungary, 9-10 May 2019*, (Pécs : University of Pécs Faculty of Engineering and Information Technology, 2019), 613-620.

²⁸³ Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, Пројекат наткривања Царске палате у Сирмијуму (аутори архитекте Андријана Шкорић и Иван Филиповић), 2006.

окружењу. У руралним подручјима постоји изразити проблем са влагом, а у урбаним са загађењем. То у великој мери утиче на одабир материјала за материјализацију заштитних структура. Сходно својим перформансама примена неких материјала више погодује условима у руралним, а неких у урбаним подручјима. Поред тога различита су ограничења и могућности приликом пројектовања и изградње заштитних структура у урбаном окружењу и у природи.

У наредном поднаслову је извршена класификација претходно систематизованих и одабраних примера заштитних структура.

4.2. Класификација

Како би се установиле предности и мане примене заштитних структура, а у циљу заштите и презентације мозаика *in situ* извршена је њихова класификација. Да би се избегло понављање истих грешака неопходно је установити узрочно-последичну релацију између карактеристика заштитних структура и фактора детериорације мозаика који су последица пропуста насталих приликом њиховог пројектовања и/или извођења.

Сходно томе класификација заштитних структура извршена је на основу:

1. карактеристика/перформанси,
2. присутних фактора детериорације мозаика који су последица њихових карактеристика, односно грешака;

Критеријуми за класификацију формиран су сходно претходним истраживањима²⁸⁴ и на основу сагледавања и анализе одабраних заштитних структура које припадају просторном и временском оквиру од интереса.

У зависности од својих карактеристика заштитне структуре су класификоване према:

1. типу заштитне структуре,
2. материјализацији,
3. термичким карактеристикама,
4. дренажи.

На **Прилог 4** дата је табела са класификацијом претходно систематизованих и одабраних заштитних структура на археолошким локалитетима са мозаицима.

Сходно примењеном типу заштитне структуре извршена је подела према:

- месту извођења,
- степену заштите од спољашњих утицаја,
- облику/форми,
- односу са архитектонским остацима,
- начину извођења.

Према месту извођења заштитних структура, а у односу на коту терена разликујемо:

- надземне,
- подземне.

Од укупно 32 заштитне структуре изнад археолошких локалитета са мозаицима које су систематизоване и одабране за класификацију идентификовано је 5 решења где су мозаици интегрисани у касније изграђене објекте испод којих су накнадно нађени. То су: остаци римских кућа са мозаицима презентовани *in situ* у подземној етажи заштитне структуре Метропол Парасол у Севиљи, (Шпанија); затим остаци римског града Барцино испод Готске

²⁸⁴ Necmiye Funda Yaka Cetin, "Architectural design characteristics of protective structures at archeological sites and their impact on conservation of remains," (PhD thesis, Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology, 2013); Atiye Işıl Ertosun, "Evaluation of protective structures in archaeological sites for in situ conservation of architectural remains and artifacts," (PhD thesis, The graduate school of natural and applied sciences of Middle East Technical University, 2012).

четврти у Барселони, (Шпанија); Остаци римске куће са подним мозаицима испод палате Валентини у Риму; остаци “*Santa Reparata*” испод фирентинске катедрале, (Италија); остаци римске куће са подним мозаицима “*House of Felix*” презентовани *in situ* у метро станици у Софији, (Бугарска). Ови примери нису уврштени у даљу класификацију и евалуацију јер су утицаји окружења другачији него код надземних заштитних структура и сходно томе нису релевантни за анализу. Остале идентификоване заштитне структуре су надземне.

Према степену заштите од спољашњих утицаја заштитне структуре могу бити (**Прилог 4**):

- отворене
- затворене.²⁸⁵

У отворене заштитне структуре спадају:

- надстрешнице које имају само кров,
- шелтери који по дефиницији могу имати једну или више отворених страна.²⁸⁶

Затворене заштитне структуре (енг. *enclosure*) су објекти код којих архитектонски елементи уоквирују локалитет при чему се формира затворен простор.

На основу извршене класификације реализованих решења у пракси идентификовано је 5 отворених заштитних структура, при чему су 3 надстрешнице (Римска вила у Тирани, (Албанија); Римска вила Рисан, (Црна Гора); Емонска кућа, Љубљана, (Словенија), а 2 шелтери (Еустолијева кућа, Курион, (Кипар); Константинова вила на Медијани код Ниша) и 22 затворене заштитне структуре.

У зависности од примењеног облика/форме разликујемо (**Прилог 4**):

- примере заштитних структура који представљају реконструкцију првобитног облика/форме грађевине,
- извођење нових форми.

Извођење нових форми је учесталији приступ. Од 27 уврштених заштитних структура у анализу код 7 је присутан приступ реконструкције првобитног облика грађевине.

Реконструкција првобитног облика/форме грађевине може бити изведена:

- у оригиналном,
- у новом материјалу.

Доминантно у оригиналном материјалу извршена је реконструкција римских кућа Виле Мистерије у Археолошком парку Помпеја и Двестагодишња кућа у Археолошком парку Херкуланум, док је приступ реконструкције првобитног облика грађевине у новом материјалу примењен код: Римске градске куће у Дорчестеру, (УК); Римске виле Казале у Пјаца Армерини, на Сицилији, (Италија); у Згради 3, у Пергамону, (Турска); у римском археолошком парку Хантен, (Немачка) и у Малој базилици у Филиполису, (Бугарска). Сходно савременим принципима заштите чешће се среће приступ да се реконструкције изводе у новом материјалу, како би се одвојио нови слој у односу на постојећи. Приликом реконструкција римских кућа у Помпеји и Херкулануму поред реконструкције у оригиналном материјалу који је доминантно присутан, на појединим решењима постоји комбинација оба приступа. У неким кућама се користе само оригинални материјали за реконструкцију атријума и тремоа код перистила попут дрвених греда, летви и црепова (Вила Мистерија, Помпеја), док су у неким кућама поред оригиналних материјала примењени и савремени материјали па су лантерне, отвори код атријума и кровне таванице изнад очуваних обимних зидова просторија конструисани од челичних носача и транспарентних стаклених панела или поликарбонатних плоча (Двестагодишња кућа, Херкуланум).

²⁸⁵ Подела на отворене и затворене локалитете преузета из Demetrios Michaelides, ed., *Mosaics make a Site: The Conservation in situ of Mosaics on Archeological Sites*, Proceedings of the VIth International Conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics Nicosia, Cyprus, 1996. (pub. Rome: ICCM, 2003). ISBN 92-9077-179-8

²⁸⁶ Видети: Necmiye Funda Yaka Çetin, “Architectural design characteristics of protective structures at archeological sites and their impact on conservation of remains”, (PhD thesis, The Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology, 2013), 33.

У зависности од места постављања/зидања у односу на архитектонске остатке заштитне структуре могу бити (*Прилог 4*):

- на архитектонским остацима,
- изнад/поред архитектонских остатака.

На архитектонским остацима античких грађевина изграђено је 18 заштитних структура (Римска вила у Чедворту, Глостершир, (УК); Римска градска кућа у Дорчестеру, (УК); Римска вила Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија); Вила Мистерија у Помпеји, (Италија); Двестагодишња кућа у Херкулануму, (Италија); Зграда 3 у Пергамону, (Турска); Куће у низу 2, Ефес, (Турска); Дионисове куће у Пафосу, (Кипар); Еустолијева кућа у Куриону, (Кипар); Римски археолошки парк, Хантен (Немачка); Римска вила Балака, Немешвамош, (Мађарска); Здање са римским мозаицима у Констанци, (Румунија); Вила Армира у Иваиловграду, (Бугарска); Епископска базилика у Филиполису, у Пловдиву, (Бугарска); Мала базилика у Филиполису, у Пловдиву, (Бугарска); Муниципијум Скелани, у Скеланима, (Босна и Херцеговина); Константинова вила на Медијани код Ниша; Царска палата Сирмијум у Сремској Митровици), док је осталих 9 изграђено изван/поред. Приликом класификације у заштитне структуре на архитектонским остацима су уврштене и оне које нису пратиле габарит претходне грађевине, односно нису изграђене директно на оригиналним зидовима већ изван, али су својим темељењем девастирале налазе (нпр. Еустолијева кућа, на Куриону, (Кипар); Вила Армира у Иваиловграду, (Бугарска); Константинова вила на Медијани код Ниша, Србија; Царска палата Сирмијум у Сремској Митровици, Србија).

У зависности од начина извођења, заштитне структуре могу бити (*Прилог 4*):

- масивне/зидане,
- монтажне.

Монтажне заштитне структуре предњаче по бројности. Идентификовано је 5 масивних/зиданих заштитних структура (Вила Мистерија у Помпеји, (Италија); Двестагодишња кућа у Археолошком парку Херкуланум, (Италија); Римска вила Балака у Немешвамошу, (Мађарска); Здање са римским мозаицима у Констанци, (Румунија) и Константинова вила Медијана код Ниша), 3 комбиноване (Зграда 3, Пергамон, (Турска); Римска вила „*La Olmeda*“ у Педроси де ла Вега, (Шпанија); Царска палата Сирмијум у Сремској Митровици) и 19 монтажних.

Наредна значајна перформанса заштитних структура јесте материјализација. У класификацији разликујемо материјализацију (*Прилог 4*):

- примарне конструкције,
- кровног покривача и
- фасадне облоге.

Према бројности предњаче решења са монтажном примарном челичном конструкцијом (Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска); Куће у низу 2, Ефес, (Турска); Римска вила Казале у Пјаца Армерини, на Сицилији, (Италија), у једном делу замењена дрвеном примарном конструкцијом; Римска градска кућа у Дорчестеру, (УК); Римски археолошки парк, Хантен, (Немачка); Вила Армира, Иваиловград, (Бугарска); Епископска базилика у Филиполису, у Пловдиву, (Бугарска); Мала базилика у Филиполису, у Пловдиву, (Бугарска); Римска вила у Тирани, (Албанија); Римска вила Рисан, (Црна Гора); Муниципијум Скелани, Скелани, (Босна и Херцеговина); Остаци Августовог храма у Нарони код Вида, (Хрватска); Емонска кућа у Љубљани, (Словенија)) и дрвеном конструкцијом (Римска вила у Чедворту, Глостершир, (УК); Римска вила у Фишборну, (УК); Дионисове куће у Пафосу, (Кипар); Еустолијева кућа у Куриону, (Кипар); Константинова вила Медијана код Ниша), а потом решења са масивном зиданом конструкцијом од камена, опеке или ливеног бетона (Вила Мистерија у Помпеји, Римска вила Балака у Немешвамошу, (Мађарска); Здање са римским мозаицима у Констанци, (Румунија); Музејска зграда изнад Стибадијума А Константинове виле на Медијани код Ниша). Има и комбинованих решења. На пример код објекта Зграда 3 у Пергамону зидови су зидани до одређене висине, а онда је на њих постављена челична конструкција до крова. Затим код Царске палате у Сирмијуму у Сремској Митровици и у Вили мозаика у Спелу, у Умбрији,

зидови су зидани од опеке, а кровна конструкција је изведена од носача лепљеног ламелираног дрвета. Слично томе код Двестагодишње куће у Херкулануму на масивне зидове је реконструисан кров у оригиналном материјалу (цреп на дрвеној потконструкцији), али је накнадно наткривен косим кровом на челичној потконструкцији са лименим покривачем. Код решења заштитне структуре римске виле „*La Olmeda*“, у Педроси де ла Вега на бетонске потпорне зидове је постављена челична конструкција која носи челичну просторну кровну решетку.

За кровни покривач код анализираних заштитних структура коришћен је цреп (Вила Мистерија у Помпеји, (Италија); Двестагодишња кућа у Херкулануму, (Италија); Дионисове куће у Пафосу, (Кипар); Зграда 3 у Пергамону, (Турска); Музејска зграда изнад Стибадијума А Константинове виле на Медијани код Ниша), затим камени шкриљци (Римска вила у Чедворту, Глостершир, (УК); Римска градска кућа у Дорчестеру, (УК)), лим (Римска вила у Чедворту, Глостершир, (УК); Римска вила у Фишборну, (УК); реконструисани део Римске виле Казале, у Пјаца Армерини, (Италија); Двестагодишња кућа, Археолошки парк Херкуланум, (Италија); Римска вила „*La Olmeda*“ у Педроси де ла Вега, (Шпанија); Здање са римским мозаицима, Констанца, Румунија; Вила Армира код Иваиловграда, (Бугарска); Епископска базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска); Мала базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска); Римска вила Рисан, (Црна Гора); Римска вила у Тирани, (Албанија); Остаци Августовог храма у Нарони код Вида, (Хрватска); Римска вила Балака у Немешвамошу, (Мађарска); Римски археолошки парк, Хантен, (Немачка); Царска палата Сирмијум у Сремској Митровици), поликарбонатне плоче (нереконструисани део Римске виле Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија); Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска); код нереконструисане надстрешнице изнад Емонске куће, Љубљана, (Словенија); у Царској палати Сирмијум у Сремској Митровици, пре него што је преко поликарбонатних плоча постављен лим), стаклени панели (Двестагодишња кућа у Херкулануму, (Италија); Вила Армира у Иваиловграду, (Бугарска); Остаци Августовог храма у Нарони код Вида, (Хрватска)), зелени кров (Вила мозаика у Спелу, Умбриа, (Италија)), ПВЦ текстилне мембране (Куће у низу 2, Ефес, (Турска); Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска); Еустолијева кућа у Куриону, (Кипар); Емонска кућа у Љубљани, (Словенија); Константинова вила Медијана код Ниша и ПВЦ фолије (Муниципијум Скелани, у Скеланима, (Босна и Херцеговина)). Код појединих решења извршена је замена кровног покривача због негативних утицаја на формирање микроклиматских услова средине, чиме су решења унапређена.

Идентификовани материјали примењени на решењима код затворених заштитних структура за финалну фасадну облогу су: фасадна опека (Царска палата у Сирмијуму у Сремској Митровици), дрвене даске (Римска вила у Чедворту, Глостершир, (УК); Римска вила у Фишборну, (УК); Вила мозаика у Спелу, Умбриа, (Италија); Дионисове куће, Пафос, (Кипар)), метални панели (Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска); Зграда 3 у Пергамону, (Турска); Римска вила „*La Olmeda*“ у Педроси де ла Вега, (Шпанија); Вила Армира у Иваиловграду, (Бугарска); Епископска базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска); Мала базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска); Остаци Августовог храма у Нарони код Вида, (Хрватска)), стаклени панели (Римска вила у Фишборну, (УК); Римска градска кућа у Дорчестеру, (УК); Римски археолошки парк, Хантен, (Немачка); Здање са римским мозаицима, Констанца, Румунија; Вила Армира, Иваиловград, (Бугарска); Епископска базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска); Мала базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска); поликарбонатни панели (Римска вила Казале у Пјаца Армерини, на Сицилији, (Италија); Куће у низу 2, Ефес, (Турска); Зграда 3, Пергамон, (Турска); Римска вила „*La Olmeda*“, Педроса де ла Вега, Паленција, (Шпанија)), ПВЦ текстилне мембране (Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска); Еустолијева кућа у Куриону, (Кипар); Константинова вила Медијана код Ниша, (Србија)) и ПВЦ фолије (Муниципијум Скелани, Скелани (Босна и Херцеговина). Поред једноструких фасада постоје решења где су примењене двоструке, дупле фасаде. То је случај код заштитне структуре Куће Данаје и Диониса у Зеугми у Турској где су примењени алуминијумски перфорирани панели ка спољашњој страни, а ка унутрашњости ПВЦ

текстилна мембранска платна. Ова текстилна мембрана има функцију заштите од прекомерног упада сунчевих зрака јер је кров изведен од поликарбонатних плоча. Код римске виле „*La Olmeda*“ у Педроса де ла Вега, (Шпанија), примењена је стаклена фасада са сенилима у виду перфорираних алуминијумских панела који имају функцију дупле фасаде и спречавања прегревања унутрашњег ваздуха. Фасада код заштитне структуре Зграда 3 у Пергамону, (Турска) је специфична, јер је комбинована камена фасада са алуминијумским хоризонталним ротирајућим жалузинама (ламелама), док су на западној страни постављени поликарбонатни панели. Код Виле мозаика у Спелу, у Умбрији, (Италија), у неким деловима је примењена демит фасада, док су на неким деловима примењене дрвене даске и бетонске плоче.

У зависности од визуелне перцепције унутра-споља и продора сунчеве светлости у унутрашњост фасаде могу бити (**Прилог 4**):

- транспарентне/транслуцентне,
- нетранспарентне.

Транспарентне фасаде су формиране од прозирних материјала, најчешће стакла, који пропуштају светлост тако да се сагледава унутрашњост објекта из спољашње средине. Поред транспарентних постоје и транслуцентне фасаде различитог степена транспарентности. За разлику од транспарентних материјала, транслуцентни материјали пропуштају сунчеву светлост која се распршује при чему се не види јасно унутрашњост објекта из спољашње средине. Овај тип фасада примењен је код нереконструисаног дела Римске виле Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија), у Римској градској кући у Дорчестеру, (УК), Римском археолошком парку, Хантен, (Немачка); у Згради 3, у Пергамону, (Турска); код Кућа у низу 2, Ефес, Турска; у Римској вили „*La Olmeda*“ у Педроси де ла Вега, (Шпанија), у Здању са римским мозаицима у Констанци, (Румунија), Муниципијуму Скелани, у Скеланима, (Босна и Херцеговина). За фасадну облогу Епископске базилика у Филиполису у Пловдиву, (Бугарска) је примењено нетранспарентно, термоизолационо стакло. У стаклене панеле који формирају фасаду објекта Римског археолошког парка, Хантен, (Немачка), инкорпорирани су штампане фолије како би се смањила транспарентност и продор сунчеве светлости, док су на примарну фасаду од поликарбонатних панела објекта римске виле „*La Olmeda*“, у Педроси де ла Вега, у Шпанији постављени перфорирани метални панели који имају функцију сенила.

Фасаде свих осталих заштитних структура које су у фокусу истраживања формиране су од нетранспарентних материјала. Нетранспарентне фасаде онемогућавају продор сунчевих зрака у унутрашњост објекта, већ се то једино остварује у зони прозора.

У зависности од примењеног материјала и кровни покривач може бити транспарентан/транслуцентан и нетранспарентан. На пример код Куће Данаје и Диониса у Зеугми, у Турској, како би се ублажили услови средине испод кровних транспарентних/транслуцентних панела постављене су ПВЦ текстилне мембране, платна.

Фасаде затворених заштитних структура представљају спољашњи омотач објекта, односно границу, баријеру између спољашњег и унутрашњег простора. Њихова улога је да спрече улазак животиња, а такође и да обезбеде стабилну микроклиму у унутрашњости, омогуће контролу влажности и проток ваздуха. У зависности од термичких карактеристика и протока ваздуха извршена је подела фасада на **Прилогу 4**:

- непропусне,
- пропусне.

Непропусне фасаде представљају границу два термодинамичка система, док пропусне фасаде имају само функцију визуелне и просторне баријере, паравана, између спољашњег и унутрашњег простора, при чему је унутрашња микроклима готово истих карактеристика као и локална клима подручја. Пропусне фасаде затворених заштитних структура имају исте термичке карактеристике као и отворене заштитне структуре, једина предност је што онемогућавају животињама приступ локалитету. Из претходно класификованих фасада затворених заштитних структура сходно карактеристикама материјализације пропусне фасаде су примењене код: Римске градске куће у Дорчестеру, (УК), Куће у низу 2 у Ефесу, (Турска); Зграде 3 у Пергамону, (Турска), Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска), док су остале

заштирне структуре непрпусне при чему се може вршити контрола влажности и проветравање по потреби отварањем прозора.

Од термичких карактеристика заштитних структура зависи каква ће бити унутрашња микроклима. Термичке карактеристике заштитних структура се могу постићи (*Прилог 4*):

- пасивним и/или
- активним приступима (механичким, термотехничким системима).

Код отворених заштитних структура као и код затворених заштитних структура са пропусним фасадама микроклима се не може контролисати већ одговара локалној микроклими подручја. Одређеним мерама само се могу ублажити постојећи услови. Сходно томе једино је релевантно говорити о термичким карактеристикама затворених заштитних структура. Пасиван приступ се заснива на терморегулацији унутрашње микроклиме објекта без утрошка конвенционалних извора енергије за грејање и хлађење већ повећањем термичког омотача објекта и природном вентилацијом. Неке од пасивних мера које се примењују су термоизолација објекта, контролисано проветравање, примена двоструких фасада, као и мера за спречавање упада сунчевих зрака на транспарентним фасадама у виду сенила.

Активан приступ се заснива на обезбеђивању оптималних унутрашњих услова микроклиме применом механичке вентилације, климатизације и грејањем.

Термичке карактеристике многих затворених анализираних заштитних структура нису адекватне што се директно манифестује и на нестабилност унутрашње микроклиме. Имајући то у виду нека решења су реконструисана, при чему су услови унапређени термоизоловањем објекта, заменом материјала за фасадну облогу и кровни покривач, док су нека решења у потпуности замењена новим. Термоизолација у крову и у фасади је уграђена приликом реконструкције: Римске виле у Чедворту, у Глостерширу, (УК); Римске виле у Фишборну, у Западном Сасексу, (УК); Римске виле Балака у Немешвамошу, (Мађарска); у Вили Армира, у Иваиловграду, (Бугарска); у Музејској згради Стибадијума А Константинове виле на Медијани (реконструкција је у току), затим код савремених објеката који имају функцију музеја *in situ*: Вила мозаика у Спелу, Умбриа, (Италија); Епископска базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска); Мала базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска); Остаци Августовог храма у Нарони код Вида, у Хрватској. На већини анализираних археолошких локалитета примењен је пасиван приступ термичке контроле. У Римској вили у Фишборну, у Западном Сасексу, (УК) природна вентилација није била довољна па је уграђена и механичка вентилација због велике површине прозорских отвора. Такође, у Римској вили у Чедворту, у Глостерширу, (УК) због ниских температура зими уведено је грејање.

Адекватно решена дренажа, одводњавање воде, је још једна важна катаактеристика заштитних структура од које зависи постојаност мозаика. У циљу њиховог очувања неопходно је предвидети (*Прилог 4*):

- одводњавање воде са крова,
- одводњавање воде са локалитета.

Проблем одводњавања воде са кровова је био присутан код првих решења заштитних структура на археолошким локалитетима са мозаицима обухваћених анализом. Међутим, каснијим реконструкцијама и унапређењима (Римске виле у Чедворту, у Глостерширу, (УК); Римске виле у Фишборну, у Западном Сасексу, (УК); Римској градској кући у Дорчестеру, (УК); Римској вили Казале, у Пјаца Армерини, на Сицилији, (Италија); Дионисовој кући, на Пафосу, (Кипар); Емонској кући, у Љубљани, (Словенија), Римској вили Балака у Немешвамошу, (Мађарска)) уочени проблеми су решени. Код савремених решења затворених заштитних структура се углавном водило рачуна о дренажи. На пример код Зграде 3, у Пергамону, (Турска) и Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска) реализована су оба типа дренаже. Тренутно одводњавање воде са крова и локалитета није решено на Еустолијевој кући, у Куриону, (Кипар); у Емонској кући, у Љубљани, (Словенија); Скеланима у Босни и Херцеговини, Константиновој вили Медијана код Ниша, док је у Царској палати Сирмијум у Сремској Митровици неопходно санирати постојеће решење.

Након извршене анализе и класификације заштитних структура идентификовани су фактори који изазивају детериорацију мозаика,²⁸⁷ а последица су карактеристика заштитних структура (*Прилог 5*) То су:

1. присуство воде,
2. микроклиматски услови средине,
3. биолошки агенси.²⁸⁸

Сви наведени фактори детериорације мозаика последица су ефекта окружења, пропуста који су настали приликом пројектовања и реализације заштитних структура, или неодржавања, односно људског фактора.

Присуство воде на локалитету може бити услед (*Прилог 5*):

- прокишњавања/инфилтрације воде на налазе,
- капиларне воде/влаге,
- кондензације.

Инфилтрација воде на налазе је и даље присутна код заштитних структура: Кућа Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска); Кућа у низу 2, у Ефесу, (Турска); Еустолијеве куће, у Куриону, (Кипар); Емонске куће, у Љубљани, (Словенија); Римске виле у Тирани, (Албанија); Римске виле Рисан, (Црна Гора); Муниципијума Скелани, у Скеланима (Босна и Херцеговина); Константинове виле Медијана, у Нишу, (Србија); Царске палате Сирмијума, у Сремској Митровици, (Србија), док је санацијом постојећи проблем решен код Римске градске куће у Дорчестеру, (УК); Римске виле Казале, у Пјаца Армерини, на Сицилији, (Италија); Двестагодишњој кући, Археолошком парку Херкуланум, (Италија); Згради 3, Пергамон, (Турска); Дионисовој кући, на Пафосу, (Кипар); Римскпј вили Балака у Немешвамошу, (Мађарска).

Као последица прокишњавања/инфилтрације код свих претходно поменутих заштитних структура на мозаицима је забележен пораст капиларне влаге, док је код археолошких локалитета Римске виле у Чедворту, у Глостерширу, (УК), Римске виле у Фишборну, (УК), Здања са римским мозаицима у Констанци, у Румунији и заштитних структура подигнутих на Медијани код Ниша, капиларна влага присутна услед високог нивоа подземних вода.

Кондензација је појава до које долази када ваздух више не може да прими влагу, односно то је тренутак засићења када влага из ваздуха прелази у течну фазу, кондензује се у виду капи воде на некој површини. Настаје при великој релативној влажности ваздуха на површини која је хладнија од температуре тачке росе ваздуха.²⁸⁹ Сам тренутак када се кондензује влага из ваздуха у капљицу воде назива се тачка росе. Кондензација је последица неуравнотежених микроклиматских услова средине. Може се јавити:

- На површини мозаика,
- На унутрашњој страни кровног покривача,
- На прозорском застакљењу.

Кондензација настаје на најхладнијој површини, као што је нпр. мермерни мозаички под. Такође, честа је појава конденза на доњој површини кровног покривача или на прозорском застакљењу услед разлике у температури унутрашњег и спољашњег простора.²⁹⁰ Формиране капљице воде на доњој површини кровног покривача инфилтрацијом доспевају на налазе.

Кондензација на мозаицима је присутна у: Кућама у низу 2, Ефес, (Турска), Кућама Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска), Римској вили Казале, Пјаца Армерина, Сицилија, (Италија),

²⁸⁷ Фактори детериорације мозаика, механизми детериорације и оштећења објашњени су детаљно у **3.** поглављу.

²⁸⁸ Necmiye Funda Yaka Çetin, "Architectural design characteristics of protective structures at archeological sites and their impact on conservation of remains" (PhD thesis, Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology, 2013), 14-15.

²⁸⁹ Dario Camuffo, "Clima e Microclima: la normativa in ambito nazionale ed Europeo," *Kermes*, no. 71 (September 2008), 50.

²⁹⁰ Necmiye Funda Yaka Çetin and Başak İpekoğlu, "Impact of Transparency in the Design of Protective Structures for Conservation of Archaeological Remains," *Journal of Cultural Heritage* 14, no. 3 (2013), 21-24, doi:10.1016/j.culher.2012.10.019.

Римској вили у Чедворту, Глостершир, (УК), Заштитној балон конструкцији изнад Константинове виле на Медијани код Ниша, у Визиторском центру Царска палата Сирмијум, Сремска Митровица, (Србија), док је на унутрашњој страни кровног покривача или застакљених прозорских отвора кондез идентификован у: Римској вили у Фишборну, у Западном Сасексу, (УК), Римској вили Казале, у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија), у Еустолијевој кући у Куриону, (Кипар), Емонској кући, у Љубљани, (Словенија), Римској вили Балака у Немешвамошу, (Мађарска), Здању са римским мозаицима, у Констанци, (Румунија), Вили Армири у Иваиловограду, (Бугарска), Римској вили у Тирани, (Албанија), Римској вили Рисан, (Црна Гора), Заштитној балон конструкцији изнад Константинове виле на Медијани код Ниша, Муниципијуму Склани, у Скланима (Босна и Херцеговина) и у Царској палати у Сирмијуму, у Сремској Митровици пре замене покривача, а тренутно се још увек јавља на прозорима.

Микроклиматски фактори који изазивају механизме детериорације мозаика су (*Прилог 5*):

- топлотни добици,
- прегревање,
- флукуације Т и RH,
- влажни и суви циклуси,
- прекомерна/недовољна вентилација,
- циклуси мржњења/одмрзавања/осцилација Т око 0 °С.

Топлотни добици представљају укупну количину топлотне енергије у објекту добијену услед преноса топлоте зрачењем која је акумулирана у грађевинској маси објекта и налаза (у спољашњим зидовима, унутрашњим зидовима, подовима, плафонима) и која је конвективним процесом пренета на унутрашњи ваздух.²⁹¹ Топлотни добици услед сунчевог зрачења су присутни у: Римској вили у Фишборну, Римској градској кући у Дорчестеру, (УК), Римској вили Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија), Кућама у низу 2, у Ефесу, (Турска), Кућама Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска), Римском археолошком парку, Хантен, (Немачка), Дионисовој кући у Пафосу, (Кипар), Еустолијевој кући у Куриону, (Кипар), Емонској кући у Љубљани, (Словенија), Здање са римским мозаицима, Констанца, (Румунија), Вили Армира код Иваиловограда, (Бугарска), Римској вили у Тирани, (Албанија), Римској вили Рисан, (Црна Гора), Муниципијуму Склани, у Скланима (Босна и Херцеговина, Заштитној балон конструкцији изнад Константинове виле на Медијани код Ниша и Царској палати Сирмијум, у Сремској Митровици.

Топлота ослобођена унутар заштитне структуре условљава пораст температуре, односно долази до прегревања ваздуха. Овај феномен прегревања ваздуха је заступљен у: Римској вили у Фишборну, (УК), Римској градској кући у Дорчестеру, (УК), Кућама у низу 2 у Ефесу, (Турска), Кућама Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска), Римској вили Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија), Муниципијуму Склани, у Скланима (Босна и Херцеговина), Еустолијевој кући у Куриону, (Кипар), Константиновој вили Медијана код Ниша, Емонској кући у Љубљани, (Словенија), Римској вили у Тирани, (Албанија), Римској вили у Рисну, (Црна Гора), Римској вили у Чедворту, у Глостерширу, (УК), Римској вили Балака у Немешвамошу, (Мађарска), Вили Армира код Иваиловоград, (Бугарска), Здању са римским мозаицима у Констанци, (Румунија), Музејској згради изнад Стибадијума А Константинове виле на Медијани у Нишу и Визиторском центру Царске палате Сирмијум, у Сремској Митровици.

Осцилације Т и RH могу бити дневне и сезонске. Сходно карактеристикама заштитних структура присутне су у: Кућама Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска), Кућама у низу 2 у

²⁹¹ Извори топлотних добитака могу бити спољашњи (нпр. сунчево зрачење и температура спољашњег ваздуха) и унутрашњи (зрачење светиљки, одавање топлоте људи итд.). Бранислав Тодоровић, Пренос топлоте у грађевинским објектима, у *Климатизација* (Београд: Савез машинских инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2005), стр. 45-46; Видети више у поднаслову 6.2. Утицај спољних и унутрашњих фактора на формирање микроклиме у објектима.

Ефесу, (Турска), Згради 3 у Пергамону, (Турска), Римској градској кући у Дорчестеру, (УК), Емонској кући у Љубљани, (Словенија), Римској вили у Тирани, (Албанија); Еустолијевој кући у Куриону, (Кипар), Римској вили у Рисну, (Црна Гора), Заштитној балон конструкцији изнад Константинове виле на Медијани, код Ниша, Двестагодишњој кући у Херкулануму, (Италија), Вили Мистерији у Помпеји, (Италија), Муниципијуму Склани, у Скланима (Босна и Херцеговина), Римској вили Балака у Немешвамошу, (Мађарска), Здању са римским мозаицима у Констанци, (Румунија), Вили Армири код Иваиловграда, (Бугарска), Музејској згради изнад Стибадијума А Константинове виле на Медијани, код Ниша, Царској палати Сирмијум у Сремској Митровици, Римској вили Казале у Пјаца Армерини, на Сицилији, (Италија), Римској вили у Фишборну, (УК) и Римској вили у Чедврту, Глостерширу, (УК) пре реконструкције и термоизолације објекта.

Смењивање влажних и сувих циклуса настаје уколико је вода присутна на локалитету услед кише, капиларног прилива или кондензације, али и уколико постоји прекомерена вентилација/проветравање. Осцилације Т и RH такође иницирају смењивање влажних и сувих циклуса тако да су присутни на претходно поменути локалитетима. Постоји узрочно последична релација при чему присуство воде на локалитету услед проветравања/вентилације иницира смењивање циклуса влажења и исушивања. Такође, осцилацијом Т и RH покрећу се процеси растварања и кристализације соли уколико растворне соли постоје у мозаику. Поменути процеси утичу на детериорацију морфолошке структуре мозаика.

Прекомерна или недовољна вентилација су главни узрочници постојања влажног или сувог циклуса. Процеси исушивања су присутни услед прекомерног проветравања и/или механичке вентилације, док изостанак исте у влажним срединама где постоји присуство/прилив воде за последицу има отпаравање и повећане вредности RH, односно устајали ваздух. Прекомерно проветравање/вентилација су идентификовани у заштитним структурама: Двестагодишњој кући у Херкулануму, (Италија), Вили Мистерији у Помпеји, (Италија), Римској вили у Фишборну, (УК), Римској градској кући у Дорчестеру, (УК), Кућама Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска), Кућама у низу 2, у Ефесу, Турска, Згради 3 у Пергамону, (Турска), Емонској кући у Љубљани, (Словенија), Римској вили у Тирани, (Албанија), Еустолијевој кући у Куриону, (Кипар), Римској вили у Рисну, (Црна Гора), Константиновој вили Медијана код Ниша. Велика влага је доминантна због непостојања проветравања/вентилације код заштитних структура: Римске виле Казале, у Пјаца Армерина на Сицилији, (Италија), Римској вили у Чедврту, у Глостерширу, (УК), Здања са римским мозаицима у Констанци, (Румунија), Муниципијуму Склани, у Скланима (Босна и Херцеговина), Вили Армири код Иваиловграда, (Бугарска), Музејској згради изнад Стибадијума А Константинове виле на Медијани код Ниша и Царској палати Сирмијум, у Сремској Митровици.

Циклуси мржњења/одмрзавања настају када температура осцилира око 0°C. Вода/влага у порама градивних материјала мозаика услед циклуса мржњења и одмрзавања мења агрегатно стање из течног у чврсто и обрнуто тако да долази до промене запремине пора што изазива структурне промене и деградацију неорганских порозних материјала. Циклуси мржњења и одмрзавања се јављају у заштитним структурама: Кућама Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска), Вили Армира, у Иваиловграду, (Бугарска), Емонској кући у Љубљани, (Словенија), Римској вили Балака у Немешвамошу, (Мађарска), Муниципијуму Склани, у Скланима (Босна и Херцеговина), Музејској згради изнад Стибадијума А Константинове виле на Медијани, код Ниша и Заштитној балон конструкцији изнад Константинове виле на Медијани, код Ниша, Царској палати Сирмијума, у Сремској Митровици и Римској вили у Чедврту, Глостерширу, (УК), иако је објекат термоизолован и има грејање.

Живи организми који изазивају детериорацију мозаика су (*Прилог 5*):

- биолошки агенси-микроорганизми,
- флора (биљке),
- фауна (животиње).

Присуство биолошких агенаса условљено је и зависи од карактеристика заштитних структура. Присуство воде/влаге је главни предуслов за развој микроорганизама на каменом

супстрату какав је мозаички под као и услови животне средине. Високе вредности релативне влажности погодују спорулацији микромицета. Микроорганизми су детектовани на мозаицима у: Римској вили у Чедворту, Глостершир, (УК); Римској вили у Фишборну, Западном Сасексу, (УК); Римској градској кући у Дорчестеру, (УК); Римској вили Казале у Пјаца Армерини на Сицилија, (Италија), Вили Мистерија у Помпеји, (Италија), Двестагодишњој кући Херкуланум, (Италија), Кућама у низу 2, у Ефесу, (Турска), Емонска кући, у Љубљани, (Словенија), Муниципијуму Склани, у Скланима (Босна и Херцеговина), Стибадијуму А и заштитној структури изнад налаза Константинове виле на Медијани, у Нишу и Царској палати Сирмијума, у Сремској Митровици.

Биљке изазивају процесе механичке и структурне детериорације мозаика корењем. Расту биљака погодују услови стаклене баште, односно високе вредности релативне влажности ваздуха и температура око 25°C. Биљке су детектоване у Кућама Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска), Кућама у низу 2, у Ефесу, (Турска), Римској вили у Фишборну, (УК), Римском археолошком парку, Хантен, (Немачка); Емонској кући, у Љубљани, (Словенија), Муниципијуму Склани, у Скланима (Босна и Херцеговина), Константиновој вили Медијана код Ниша и у Царској палати у Сирмијуму, у Сремској Митровици.

Присуство животиња на локалитету може проузроковати различите механизме детериорације мозаика. На пример гмизавци, инсекти и глодари стварају структурна оштећења мозаика, док птичији измет може проузроковати хемијска оштећења. На археолошким локалитетима Вила Мистерија у Помпеји, (Италија), Двестагодишњој кући у Херкулануму, (Италија), Кућама Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска), Кућама у низу 2, у Ефесу, (Турска), Згради 3, у Пергамону, (Турска); Емонској кући, у Љубљани, (Словенија), Римској вили у Тирани, (Албанија), Римској вили Рисан, (Црна Гора), Еустолијевој кући у Куриону, (Кипар) и Константиновој вили на Медијани код Ниша, Србија, омогућен је улаз птица, гмизаваца и глодара.

У наредном поднаслову ће се кроз евалуацију успоставити узрочно последичне релације између карактеристика заштитних структура и фактора детериорације мозаика насталих услед пропуста при њиховом пројектовању и извођењу.

4.3. Евалуација

Након класификације заштитних структура сходно својим карактеристикама и присутних фактора детериорације мозаика извршена је евалуација. Евалуација је урађена на основу упоредне анализе претходно објашњених карактеристика заштитних структура и последица, фактора детериорације мозаика, који су настали њиховом применом. На тај начин су сагледани узроци и последице појаве различитих фактора детериорације мозаика условљени карактеристикама заштитних структура (**Прилог 6**). Учењем на грешакама или по моделу „*lessons learned*“ установљене су предности и мане карактеристика заштитних структура, а све у циљу омогућавања адекватне заштите и презентације мозаика *in situ*.

На основу анализе и класификације заштитних структура код којих је идентификовано прокишњавање установљено је да је настало услед (**Прилог 6**):

- непостојања или неадекватног решења одводњавања воде са крова,
- код кровова састављених из сегмената када нису добро изведени спојеви,
- великих отвора на фасадама и/или непостојања бочних страна код надстрешница, шелтера.

Од 27 заштитних структура које су биле предмет анализе, класификације и евалуације код 14 је идентификовано непостојање или неадекватно решење одводњавања воде са крова, код 2 заштитне структуре прокишњавање је било услед лоше изведених спојева, док је код 8 решења инфилтрација воде на налазе била услед отворених бочних страна и великих отвора на фасадама. Прокишњавање крова на спојевима елемената кровног покривача је

идентификовано у: Двестагодишњој кући у Херкулануму, (Италија), Константиновој вили на Медијани, код Ниша, у Царској палати Сирмијума, у Сремској Митровици, и код првог решења заштитне структуре формиране над остацима Римске виле Казале у Пјаца Армерини, на Сицилији, (Италија) док није извршена замена материјализације. На пример Двестагодишња кућа у Херкулануму, (Италија) је реконструисана у оригиналном материјалу, али због цурења воде са крова који је покривен црепом читав објекат је наткривен лименим кровом на челичној потконструкцији. По фазама се врши замена примењених поликарбонатних плоча за кровни покривач на Римској вили Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија), док је у Царској палати Сирмијума преко постојећих поликарбонатних плоча постављен лим, при чему проблем цурења воде са крова није решен. Код свих у класификацији поменутих отворених заштитних структура које имају само кров – надстрешнице, или неку отворену бочну страну – шелтери, као и код свих затворених заштитних структура са пропусним фасадама, киша ношена ветром директно инфилтрацијом доспева на налазе. Продор кише кроз ламеле на западној фасади заштитне структуре Зграде 3 у Пергамону, (Турска) је спречен монтажом поликарбонатних панела.

Узроци капиларног прилива воде/влаге могу бити (*Прилог 6*):

- непостојање или неефикасно решење одводњавања воде са крова,
- непостојање или неефикасно решење одводњавања воде са локалитета,
- висок ниво подземних вода.

Капиларни прилив воде/влаге је код 13 решења био услед непостојања одводњавања воде са крова или лоше изведеног решења, при чему је проблем решен санацијом код 7 решења. На пример заштитна структура Римска градска кућа у Дорчестеру, (УК) није имала решено одводњавање воде са крова као ни са локалитета што је утицало на пораст влаге, док је неадекватно решење одводњавања крова у Римској вили Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија) и Кућа у низу 2, у Ефесу, (Турска) изазвало исти проблем. Капиларна влага услед високог нивоа подземних вода је присутна на четири локалитета, док за већину локалитета ова информација није позната. У Царској палати у Сремској Митровици услед праћења претпоставља се да је ниво подземних вода висок и да је условљен водостајом Саве, међутим потребно је реализовати геосондажна испитивања како би се то и потврдило. Капиларни прилив воде/влаге услед високог нивоа подземних вода је установљен на локалитетима: Римској вили у Чедворту, у Глостерширу, (УК); Римској вили у Фишборну, (УК); Здању са римским мозаицима у Констанци, (Румунија); на археолошком локалитету Медијана и то на мозаику у Стибадијуму А и на мозаицима у тремовима перистила Константинове резиденције који су наткривени заштитном балон конструкцијом.

Узроци појаве капи воде, конденза на мозаицима или у доњој зони кровног покривача, као и на прозорском застакљењу са унутрашње стране је показатељ неуравнотежених микроклиматских услова средине. Кондензација се јавља уколико (*Прилог 6*):

- објекат није термоизолиран,
- је мали топлотни капацитет фасадног омотача и/или кровног покривача.

Од 27 решења заштитних структура код 8 се јавља кондензација јер затворене заштитне структуре нису термоизолиране или су пропусне, док 12 решења имају мали топлотни капацитет фасадног омотача или кровног покривача. Термоизоловањем 5 затворених заштитних структура проблем кондеза на унутрашњој страни кровног покривача и зидова је решен. Код 11 заштитних структура са малим топлотним капацитетом фасадног омотача и/или кровног покривача идентификована је кондензација, при чему је код 4 извршена замена коришћених материјала како би се побољшали микроклиматски услови средине. Често је кондензација узрокована применом транспарентних материјала са малим топлотним капацитетом. На пример у Визиторском центру царска палата Сирмијум, у Сремској Митровици примењене су транспарентне поликарбонатне плоче за кровни покривач при чему се зими кондензација јавља на унутрашњој страни плоча када њихова температура буде испод температуре тачке росе ваздуха. Исти феномен је био присутан код Римске виле Казале, у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија) пре замене поликарбонатних плоча примењених за

фасадну облогу и кровни покривач. Кондез на доњој површини ПВЦ текстилне мембране се јавља и на археолошком локалитету Медијана и у Скеланима.

Карактеристике заштитних структура које омогућавају топлотне добитке су (**Прилог 6**):

- отворене бочне стране-код надстрешница, шелтера,
- транспарентна/транслуцентна фасада и кровни покривач (ефекат стаклене баште),
- велики отвори на фасадама.

Код отворених заштитних структура су највећи топлотни добици јер радијални сунчеви зраци директно обасјавају мозаике па је самим тим висока и апсорпција топлоте, што се манифестује кроз високу температуру површине мозаика. Пет примера анализираних заштитних структура има овај проблем због отворених бочних страна (Емонска кућа, Љубљана, (Словенија); Еустолијева кућа у Куриону, (Кипар); Римска вила у Тирани, (Албанија); Римска вила у Рисну, (Црна Гора); Константинова вила Медијана код Ниша). Топлотни добици су још израженији код заштитних структура: Емонске куће у Љубљани, (Словенија); Римске виле у Тирани, (Албанија) и Римске виле у Рисну, (Црна Гора), јер су за кровни покривач примењене поликарбонатне плоче које не обезбеђују потребну заштиту налаза од сунца. Из тих разлога је извршена замена кровног покривача тако да је уместо поликарбонатних плоча примењен лим код Римске виле у Тирани, (Албанија) и у Римској вили Рисан, (Црна Гора) и текстилна ПВЦ мембрана код Емонске куће у Љубљани, (Словенија). Нешто је мањи утицај сунчеве радијације код затворених заштитних структура са пропусним, перфорираним фасадама. Идентификовано је 4 заштитне структуре са овим карактеристикама (Вила Мистерија у Помпеји, (Италија); Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска); Куће у низу 2 у Ефесу, Турска, Зграда 3, у Пергамону, (Турска)).

Индиректни топлотни добици настају услед транспарентних, провидних кровних и фасадних елемената. Када се краткоталасни сунчеви зраци пропусте у објекат и апсорбују их налази и остали унутрашњи елементи, не могу се као дуготаласни вратити у спољашњу средину кроз застакљење већ топлота остаје заробљена у унутрашњости при чему расте температура ваздуха, односно долази до прегревања унутрашњег простора. Овај феномен у литератури је познат под називом „ефекат стаклене баште“²⁹² и присутан је код 6 затворених заштитних структура са транспарентним и/или транслуцентним фасадама (Римске виле Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија); Римској градској кући у Дорчестеру, (УК); Римског археолошког парка, Хантен, (Немачка); Здања са римским мозаицима у Констанци, (Румунија); Муниципијума Скелани, у Скеланима (Босна и Херцеговина); Царској палати у Сирмијуму, у Сремској Митровици). Поред тога исти проблем се јавља код затворених заштитних структура које имају велике застакљене прозорске отворе као што су заштитне структуре на следећа 3 археолошка локалитета: Римске виле у Фишборну, (УК); Дионисове куће у Пафосу, (Кипар) и Вили Армира код Иваиловграда, (Бугарска). Затворене пропусне и отворене заштитне структуре (надстрешнице и шелтери) са транспарентним и транслуцентним фасадама или кровним покривачем (Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска); Куће у низу 2 у Ефесу, (Турска); Емонска кућа у Љубљани, (Словенија); Римска вила у Тирани, (Албанија); Римска вила у Рисну, (Црна Гора) не представљају заштиту мозаика од сунчеве радијације, већ напротив, омогућавају пораст температуре површине мозаика што подстиче циклусе испаравања и кристализацију растворних соли. Заменом транспарентних материјала примењених за кровни покривач нетранспарентним код заштитних структура Емонске куће у Љубљани, (Словенија), Римске виле у Тирани, (Албанија) и Римске виле у Рисну, (Црна Гора) побољшана је заштита мозаика.

Прегревање се манифестује кроз повећање температуре ваздуха или повећање површинске температуре мозаика. Настаје уколико (**Прилог 6**):

- је транспарентна/транслуцентна фасада/кровни покривач,

²⁹² Бранислав Тодоровић, Пренос топлоте у грађевинским објектима, у *Климатизација* (Београд: Савез машинских инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2005), стр. 49; Видети више у поднаслову **6.2. Утицај спољних и унутрашњих фактора на формирање микроклиме у објектима.**

- су велики, застакљени, прозорски отвори на фасадама,
- је мали топлотни капацитет фасадног материјала и/или кровног покривача,
- објекат није термоизоливан (не постоји термоизолација ни у крову ни у зидовима).

Прегревање је последица топлотних добитака и заступљено је код претходно поменутих заштитних структура са транспарентном/транслуцентном кровном или фасадном облогом и код заштитних структура са великим застакљеним прозорским отворима. На одређеним заштитним структурама извршена је замена материјализације фасадног омотача и/или кровног покривача због негативних ефеката који су имали на формирање микроклиме и факторе детериорације мозаика. Првобитни кровни покривач од поликарбонатних плоча из сегмената замењен је лимом код: Римске виле Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија); Римској вили у Тирани, (Албанија); Емонској кући у Љубљани, (Словенија); Римској вили у Рисну, (Црна Гора), док у Царској палати Сирмијум поликарбонатне плоче нису скидане већ је на њих постављен лим. У последњем случају није решен проблем прегревања. Код заштитних структура са великим застакљеним отворима на фасади Римској вили у Фишборну (УК) и Вили Армири у Иваиловграду, (Бугарска), заменом постојећег застакљења двоструким термоизолационим стаклом услови су унапређени, док је реконструкција Здања са римским мозаицима у Констанци, (Румунија), у току.

Мали топлотни капацитет фасадног материјала и/или кровног покривача условио је прегревање код 6 заштитних структура: Кућа у низу 2, Ефес, (Турска); Кућа Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска); Еустолијевој кући, у Куриону, (Кипар); Емонској кући, у Љубљани, (Словенија); Муниципијуму Склани, у Скланима (Босна и Херцеговина); Константиновој вили Медијана, код Ниша.

Такође, прегревање настаје код заштитних структура које нису термоизоливане тако да имају велики коефицијент топлотне проводљивости. То је био случај код 9 анализираних затворених заштитних структура: Римској вили у Чедврту, у Глостерширу, (УК); Римској вили у Фишборну, (УК); Римској вили Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија); Вили Армири код Иваиловграда, (Бугарска); Римској вили Балака у Немешвамошу, (Мађарска); Здању са римским мозаицима у Констанци, (Румунија); Муниципијуму Склани, у Скланима (Босна и Херцеговина); Музејској згради изнад Стибадијума А у Константиновој вили Медијана, у Нишу и Царској палати у Сирмијуму, у Сремској Митровици. Повећањем топлотног капацитета фасадног омотача термоизоловањем: Римске виле у Чедврту, у Глостерширу, (УК); Римске виле у Фишборну, (УК); Римске виле Казале у Пјаца Армерини, на Сицилији, (Италија); Виле Армира, код Иваиловграда, (Бугарска); Римске виле Балака у Немешвамошу, (Мађарска), омогућени су стабилнији унутрашњи микроклиматски услови, док је реконструкција Здање са римским мозаицима у Констанци, (Румунија) и Музејске зграде изнад Стибадијума А у Константиновој вили Медијана, у Нишу још увек у току.

На основу евалуације флукуације Т и RH ваздуха су присутне код заштитних структура (*Прилог 6*):

- са отвореним бочним странама, код надстрешница, шелтера,
- код термопропусних фасада и фасада са великим отворима,
- које нису термоизоливане (не постоји термоизолација ни у крову ни у зидовима).

Код свих идентификованих отворених заштитних структура честе су осцилације Т и RH ваздуха услед дневних и сезонских промена микроклиматских елемената локалне климе. Иста ситуација је и код 6 затворених заштитних структура са пропусним фасадама: Римским градским кућама у Дорчестеру, (УК); Двестагодишњој кући у Херкулануму, (Италија); Вили Мистерији у Помпеји, (Италија); Кућама Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска); Кућама у низу 2, у Ефесу, (Турска); Згради 3, у Пергамону, (Турска). Код заштитних структура које нису термоизоливане поред прегревања присутне су честе дневне и сезонске осцилације Т и RH ваздуха.

Осцилација Т и RH покреће смењивање влажних и сувих циклуса док они изазивају кристализацију растворних соли, уколико су исте присутне у мозаицима. Карактеристике

заштитних структура које иницирају смењивање влажних и сувих циклуса су идентичне оним које узрокују осцилацију T и RH.

Прекомерна и/или недовољна вентилација/проветравање у заштитним структурама је последица (*Прилог 6*):

- отворених бочних страна/код надстрешница, шелтера,
- термопропусних фасада/фасада са великим отворима,
- недостатка фасадних отвора и проветравања (устајали ваздух),
- механичке вентилације или грејања.

Код отворених заштитних структура (5 идентификованих) и пропусних затворених заштитних структура (6 идентификованих) често долази до прекомерне природне вентилације услед струјања ваздуха. Прекомерно проветравање, условљава исушивање, што може иницирати кретање и кристализацију растворних соли у мозаицима. Међутим, постоје решења заштитних структура (6 идентификованих) код којих је ваздух устајао, односно нема фасадних отвора да би се омогућило природно проветравање, а није предвиђена ни механичка вентилација. Грејање је инсталирано једино у заштитној структури Римска вила у Чедворту, Глостершир, (УК), а механичка вентилација код Римске виле у Фишборну, (УК) и Вили Армира код Иваиловограда, (Бугарска), док за још неколико заштитних структура није познато да ли имају контролу микроклиматских услова средине. Заштитне структуре код којих је ваздух устајао због непостојања или неадекватног решења природне и/или механичке вентилације су: Римска вила Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија); Куће у низу 2 у Ефесу, (Турска), Муниципијум Скелани, у Скеланима (Босна и Херцеговина), Константинова вила Медијана и Стибадијум А код Ниша и Царска палата Сирмијум у Сремској Митровици. На пример у Царској палати у Сирмијуму је присутна висока релативна влажност услед непостојања прозорских отвора, природне вентилације, а ни механичке, док је на пример примена механичке вентилације у Римској вили у Фишборну, (УК) претерана и сходно томе приликом процеса исушивања дошло је до кристализације растворних соли.

Циклуси мржњења/одмрзавања воде у порам градивних материјала мозаика (осцилација T око 0 °C) могу настати код заштитних структура (*Прилог 6*):

- са отвореним бочним странама – код надстрешница, шелтера,
- са термопропусним фасадама и фасадама са великим отворима,
- које нису термоизоловане (не постоји термоизолација ни у крову ни у зидовима).

Циклуси мржњења/одмрзавања воде у порам градивних материјала мозаика детектовани су код отворених заштитних структура: Емонске куће у Љубљани, (Словенија); Константинове виле Медијана код Ниша, Србија) и термопропусних фасада (Куће у низу 2, Ефес, (Турска); Кућа Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска) у оним микроклиматским подручјима где се температура током зимских месеци спушта испод 0°C. Код отворених и пропусних заштитних структура микроклиматски услови су готово идентични са спољашњим. Имајући то у виду од карактеристика локалне климе зависи да ли ће доћи до мржњења воде у порам градивних материјала у мозаицима или неће. На археолошком локалитету Константинова вила Медијана иако је изведена заштитна структура – шелтер мозаици нису презентовани, већ су прекривени слојем песка како би се заштитили од мраза. Код затворених заштитних структура разлог за процесе мржњења јесте непостојање термоизолације у фасадним зидовима и крову при чему је висок коефицијент пролаза топлоте, тако да спољашња микроклима има много већи утицај на унутрашње микроклиматске услове него да је објекат термоизолован. То је случај код 7 заштитних структура: Римској вили у Чедворту, у Глостерширу, (УК); Римској вили у Фишборну, (УК); Римској вили Балака у Немешвамошу, (Мађарска); Вили Армира код Иваиловограда, (Бугарска); Муниципијуму Скелани, у Скеланима (Босна и Херцеговина); Музејској згради изнад Стибадијума А Константинове виле на Медијани, код Ниша и Царској палати у Сирмијуму, у Сремској Митровици. Прве 4 наведене заштитне структуре су термоизоловане. Међутим, у Римској вили у Чедворту, у Глостерширу, (УК), иако је објекат термоизолован, чак има и грејање, мозаик је и даље подложен процесу смрзавања и одмрзавања због оштре климе при чему долази до разградње структуре градивних материјала мозаика.

Капиларни прилив влаге из земље и високе вредности RH ваздуха у заштитним структурама представљају добру предиспозицију за микробиолошку контаминацију мозаика и раст биљака. Карактеристике заштитних структура које погодују микробиолошком и биолошком расту су (*Прилог 6*):

- отворене бочне стране код надстрешница и шелтера,
- непостојећа или неефикасна дренажа локалитета (присутни извори влаге/воде и високе вредности RH).
- транспарентна фасада и/или кровни покривач (услови стаклене баште),

Велика влажност ваздуха на локалитету је последица присуства воде услед непостојања или неефикасног система за дренажу како крова заштитне структуре тако и локалитета. Код отворених заштитних структура присутни су агенси из спољашњег окружења тако да је још већа могућност за микробиолошку контаминацију каменог супстрата и раст биљака. Код отворених заштитних структура раст биљака је идентификован у Емонској кући у Љубљани, (Словенија) и Константиновој вили на Медијани, код Ниша. Микроорганизми су присутни на 12 наткривених локалитета, на којима су високе вредности RH ваздуха услед непостојања или неефикасне дренаже: Римској вили у Чедворту, Глостершир, (УК); Римској вили у Фишборну, (УК), Римској градској кући у Дорчестеру, (УК), Римској вили Казале у Пјаца Армерини на Сицилији, (Италија); Вили Мистерија у Помпеји, (Италија), Двестагодишњој кући у Херкулануму, (Италија); Кућама у низу 2 у Ефесу, (Турска); Емонској кући у Љубљани, (Словенија); Здању са римским мозаицима у Констанци, (Румунија); Муниципијуму Склани у Скланима (Босна и Херцеговина); Константиновој вили Медијана, код Ниша и Царској палати Сирмијум у Сремској Митровици.

Имајући у виду да су археолошки остаци пре наткривања били презентовани на отвореном где је била заступљена обилна вегетација, корови успевају и у затвореним заштитним структурама уколико услови средине погодују њиховом расту. Биљке услед влаге и повећане RH ваздуха су идентификоване код 6 заштитних структура: у Римској вили у Фишборну, (УК), Кућама у низу 2 у Ефесу, (Турска), Здању са римским мозаицима у Констанци, Румунија, Муниципијуму Склани у Скланима (Босна и Херцеговина), Константиновој вили Медијана код Ниша и Царској палати Сирмијум у Сремској Митровици. Такође, расту биљака погодују услови стаклене баште. Растине је идентификовано код 4 затворене заштитне структуре са транспарентним/транслуцентним фасадама и/или кровним покривачем код: Римског археолошког парка, Хантен, (Немачка), Здања са римским мозаицима у Констанци, (Румунија), Муниципијуму Склани, у Скланима (Босна и Херцеговина) и Царској палати Сирмијум у Сремској Митровици, затим код затворене пропусне заштитне структуре са транспарентним кровним покривачем Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска) и код отворене заштитне структуре са транспарентним/транслуцентним кровним покривачем Емонске куће у Љубљани, (Словенија) чији су услови ублажени заменом кровног покривача.

Перформансе заштитних структура које омогућавају улазак животиња су (*Прилог 6*):

- отворене бочне стране код надстрешница и шелтера,
- велики отвори на фасадама.

Сходно карактеристикама заштитних структура птице, гмизавци и глодари имају приступ мозаицима у отвореним заштитним структурама: Емонској кући у Љубљани, (Словенија), Еустолијевој кући у Куриону, (Кипар), Римској вили у Тирани, (Албанија), Римској вили у Рисну, (Црна Гора), Константиновој вили Медијана код Ниша, Србија, али и затвореним пропусним заштитним структурама са великим отворима или размацама између ламела као што је случај код Виле Мистерија у Помпеји, (Италија), Двестагодишње куће у Херкулануму, (Италија), Кућама у низу 2 у Ефесу, (Турска), Згради 3 у Пергамону, (Турска), Кући Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска).

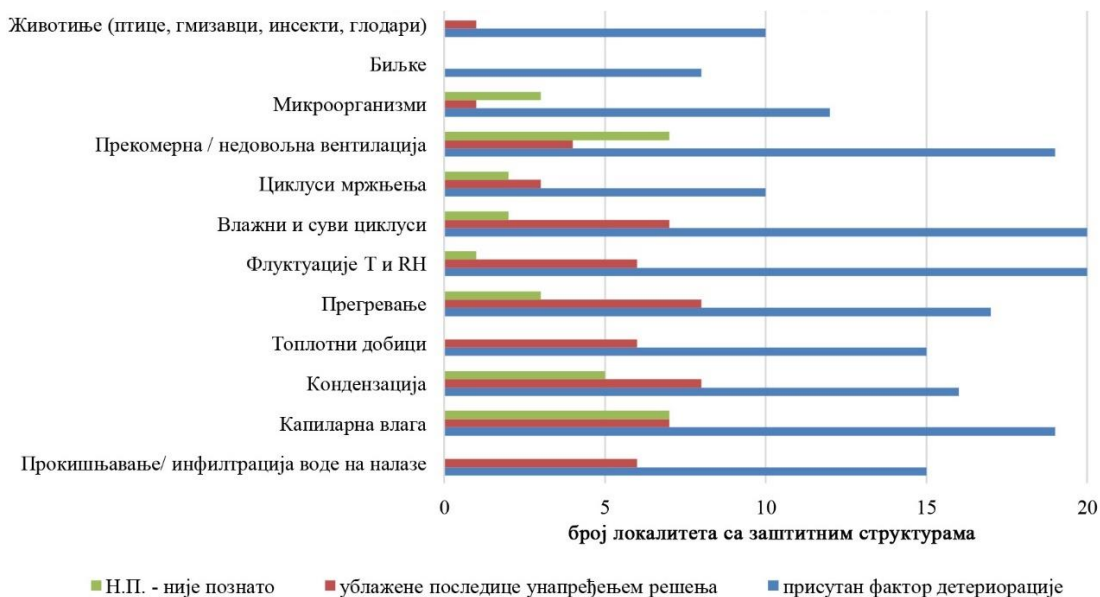
4.4. Предности примене затворених заштитних структура за климатске услове у Србији

На основу спроведене евалуације могу се извући закључци у погледу ефикасности примене заштитних структура сходно својим карактеристикама, а у циљу заштите и презентације античких мозаика *in situ*.

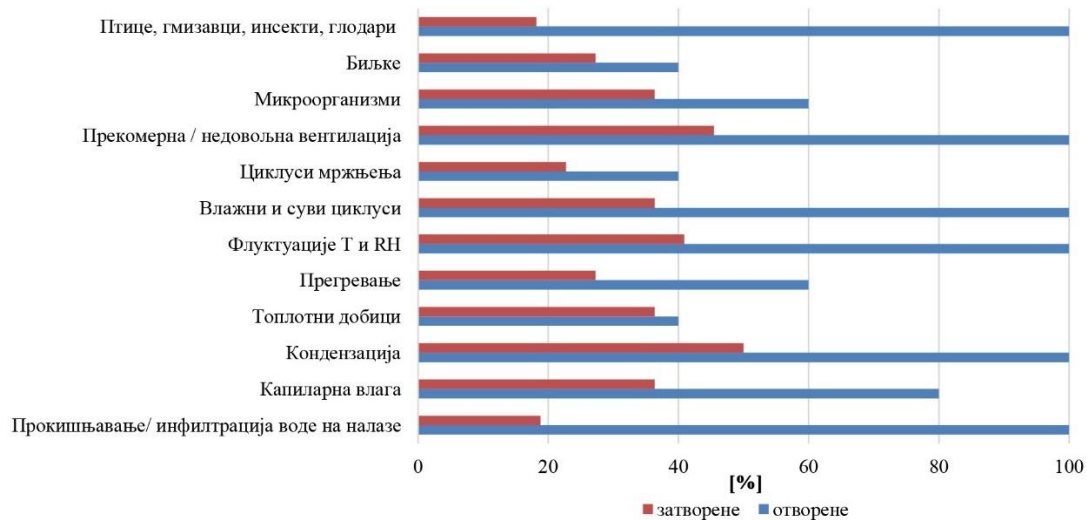
Показало се да отворене заштитне структуре – надстрешнице и шелтери не омогућавају потпуну заштиту мозаика од утицаја из окружења и спољашње микроклиме. Код отворених заштитних структура се налази не могу заштитити од кише ношене ветром, затим од циклуса мржњења и одмрзавања воде/влаге у порама градивних материјала мозаика и структурне разградње услед варијација T око 0°C , честим и интензивним осцилацијама T и RH које иницирају процесе влажења и исушивања што даље условљава циклусе ширења и скупљања пора градивних материјала мозаика и кристализацију и растварање растворних соли уколико су присутне. Отворене заштитне структуре такође не спречавају улазак животиња које могу оштетити мозаике (нпр. услед птичијег измета настају хемисјка оштећења).

Предност затворених заштитних структура у односу на отворене јесте што се унутрашњи микроклиматски услови могу контролисати, односно постоји предиспозиција да се формирају оптимални микроклиматски услови средине за презентацију и очување мозаика *in situ*, за разлику од отворених заштитних структура код којих су микроклиматски услови директно условљени карактеристикама и променама локалне климе. Такође, затворене заштитне структуре онемогућавају улазак животиња. На основу прегледа литературе и резултата анализе, класификације и евалуације, установљено је да су код затворених заштитних структура највећа оштећења мозаика проузрокована неуравнотеженим микроклиматским условима средине, ако изузмемо механичка оштећења настала услед темљења (*Слика 20*). Код већине решења затворених заштитних структура микроклиматски аспект је запостављен приликом њиховог пројектовања и извођења. То је случај и код затворених заштитних структура у Србији чиме је ово истраживање и иницирано. Наткривањем археолошких локалитета заштитним структурама, новоформирани микроклиматски услови постају фактори детериорације мозаика уместо да буду у служби његове презентације и очувања. Микроклиматски услови средине у затвореним заштитним структурама поред карактеристика локалне климе највише зависе од њихових перформанси и то од: примењеног материјала за кровни покривач и фасадну облогу, позиције прозорских отвора у односу на стране света, затим од термичких карактеристика спољашњег омотача објекта, ефикасности решења одводњавања воде са крова и дренаже локалитета, као и од примењеног система термичке контроле унутрашње микроклиме. Мапа са приказаним затвореним заштитним структурама дата је на *Прилогу 7*.

Квантитативни резултати евалуације су показали да су код отворених заштитних структура мозаици изложени већем броју фактора детериорације него код затворених (*Слика 21*). Из тих разлога су, на неким локалитетима где су примењене отворене заштитне структуре у циљу заштите, мозаици прекривени слојем песка чиме је онемогућена њихова презентација. У тим случајевима заштитне структуре су изгубиле своју основну функцију због које су изграђене, а то је презентација мозаика *in situ*. Ова ситуација је присутна и на археолошком локалитету Константинова вила Медијана код Ниша, у Србији, при чему мозаици нису презентовани посетиоцима. Наравно постоје и бројни примери затворених заштитних структура код којих су, као последица грешака приликом њиховог пројектовања, неодржавања или неког трећег разлога формирани неадекватни микроклиматски услови средине, који су чак иницирали механизме детериорације мозаика, иако имају иницијално све предиспозиције да се формира стабилно окружење. У Србији, у Визиторском центру Царске палате Сирмијума, у Сремској Митровици је присутан овај проблем.



Слика 20. Евалуација заштитних структура сходно присутним факторима детериорације мозаика који су настали као последице њихових карактеристика, (Извор: Аутор).



Слика 21. Процентуална заступљеност фактора детериорације мозаика код отворених и затворених заштитних структура, (Извор: Аутор).

Такође, уколико се сагледа условност типа структуре и климатског подручја резултати показују да је примена отворених заштитних структура заступљенија на Медитерану и у подручјима са блажом климом и мањим температурним распонима током године. Међутим, треба имати у виду да код археолошких локалитета са мозаицима у близини мора због присуства растворних соли хлорида и наноса песка ношеног ветром ипак је боље применити затворене заштитне структуре јер омогућавају бољу заштиту налаза од спољашњих утицаја. Имајући у виду карактеристике локалне климе у Србији које одликују честе осцилације Т и RH на дневном и сезонском нивоу као и то да се током зиме температура спушта испод 0°C , адекватније је применити затворене заштитне структуре за очување и презентацију мозаика *in situ* јер се микроклиматски услови средине могу контролисати. На тај начин омогућава се континуирана презентација мозаика током читаве године, док код отворених заштитних структура то није случај.

На основу евалуације, узрочно-последичне релације карактеристика заштитних структура и фактора детериорације мозаика, учењем по моделу или на основу грешака „*lessons learned*“ произашле су препоруке за пројектовање отворених и затворених заштитних структура.

Имајући у виду да отворене заштитне структуре могу само да заштите налазе од директних утицаја Сунца и падавина неопходно је пројектовати их са великим стрехама тако да у

потпуности наткрију габарит мозаика и да се још препусте изван габарита свуда по ободу како би се заштитили мозаици од инфилтрације воде приликом олујних киша. У складу са овим феноменом треба предвидети и одговарајућу висину крова шелтера и надстрешница, тако да се онемогући квашење мозаика. Одводњавање воде са крова и дренажу локалитета свакако треба урадити како би се спречили проблеми иницирани порастом влаге.

Код затворених заштитних структура, као што је већ поменуто, микроклиматски услови средине зависе од њихових перформанси. Имајући то у виду избор материјала за кровни покривач и фасадну облогу треба вршити на основу њихових термофизичких својстава. Првенствено треба избегавати транспарентне/транслуцентне материјале и оне који имају висок коефицијент топлотне проводљивости. Мањи коефицијент топлотне проводљивости значи да је материјал бољи термички изолатор. Коришћени систем термичке контроле је од великог значаја за формирање унутрашње микроклиме. Примењују се пасивни и активни начини термичке контроле, при чему се све више даје предност пасивним приступима: термоизолацији крова и фасадних зидова, природној вентилацији. Термоизоловањем заштитних структура, уградњом термоизолације у зони крова и фасадних зидова, смањује се коефицијент пролаза топлоте, односно повећавају се термичке карактеристике објекта. Неадекватно пројектовани активни системи термичке контроле, механичка вентилација и грејање, могу проузроковати механизме детериорације мозаика као што је то био случај код заштитних структура изнад Римске виле у Чедворту, у Глостерширу, (УК) и Римске виле у Фишборну, (УК). Прекомерна механичка вентилација као и грејање изазивају процесе исушивања, повећање Т и смањење RH ваздуха, што условљава процесе кристализације и растварања соли. Са друге стране, непостојање механичке вентилације или природног проветравања узрокује повећану RH ваздуха која погодује микробиолошком расту. Високе вредности RH ваздуха последица су присуства воде/влаге на локалитету услед неадекватног одводњавања воде са крова и прокишњавања на спојевима, као и непостојања или неефикасног решења дренаже локалитета.

...

Након сагледавања шире слике и искуства других Европских земаља кроз класификацију и евалуацију заштитних структура може се закључити да су неадекватни микроклиматски услови главни фактори детериорације мозаика као и то да се код затворених заштитних структура једино могу обезбедити контролисани услови. О присутности овог проблема у пракси говори и чињеница да су почетком XXI века организоване тематске конференције у Болоњи, Аризони и Сицилији о утицају заштитних структура на очување мозаика *in situ*.²⁹³ Данас је ова тема такође актуелна јер и даље микроклиматска испитивања нису уведена у обавезну процедуру приликом пројектовања и коришћења затворених заштитних структура на археолошким локалитетима у циљу очувања и презентације античких мозаика, а нису објављени ни стандарди за микроклиматске услове који треба да се обезбеде како би се мозаици могли презентовати посетиоцима без бојазни за њихову девастацију *in situ*. Постоје европски стандарди као и стандарди водећих земаља заштите који нису обавезујући, већ су на нивоу препорука и односе се на оптималне микроклиматске услове за очување и презентацију музејских збирки, колекција.

Имајући у виду да је микроклиматски аспект запостављен приликом пројектовања и извођења затворених заштитних структура изнад археолошких локалитета са мозаицима у Србији, а пошто се услови средине разликују и специфични су за сваки локалитет понаособ, на конкретном примеру, кроз студију случаја Визиторског центра Царске палате Сирмијума, испитаће се утицај микроклиматских услова средине на очување и презентацију античких мозаика.

²⁹³ John D. Stewart, Jacques Neguer, and Martha Demas. "Assessing the Protective Function of Shelters over Mosaics," The following was adapted from presentations given at the ninth conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics, held in Tunisia, November 2005.

5. УТИЦАЈ МИКРОКЛИМАТСКИХ УСЛОВА СРЕДИНЕ НА ОЧУВАЊЕ И ПРЕЗЕНТАЦИЈУ АНТИЧКИХ МОЗАИКА У ВИЗИТОРСКОМ ЦЕНТРУ ЦАРСКЕ ПАЛАТЕ СИРМИЈУМА: СТУДИЈА СЛУЧАЈА

5.1. Историјски контекст – архитектонски налази

Историја античког града Сирмијума обухвата период од I века п.н.е. до VI века н.е. Сирмијум је био административни центар римске провинције Доње Паноније. Према писаним изворима које је сакупила, систематизовала и објавила Мирослава Мирковић,²⁹⁴ а и на основу археолошких налаза комплекса царске палате и циркуса потврђено је да је Сирмијум био седиште римских царева крајем III и почетком IV века. Установљено је да су у Сирмијуму у том периоду боравили цареви: Диоклецијан, Константин Велики, Лициније, Констанције II и Јулијан.²⁹⁵ Дobar стратешки положај који је заузимао, на главном римском путу који је повезивао Источно и Западно римско царство, определило га је да буде седиште римских царева и њихове свите приликом ратних похода на Дунаву.²⁹⁶

Интензивна археолошка истраживања Сирмијума почела су са изградњом савремених објеката у шестој деценији прошлог века. Велико интересовање за истраживање античког Сирмијума било је на међународном нивоу, од стране престижних светских института и универзитета²⁹⁷ који су узели учешће у ископавањима поред Покрајинског Завода за заштиту споменика културе у Новом Саду и Археолошког института у Београду.²⁹⁸ Остаци резиденцијалног комплекса Царске палате су откривени случајно 1957. године, услед копања темеља за изградњу новог стамбеног објекта. Након наиласка на налазе радови на изградњи стамбене зграде су обустављени привремено и отпочело се са заштитним ископавањима. Просторно решење грађевине, постојање хипокауста - подног грејања, канализационе и водоводне мреже, богата унутрашња декорација, мермерни мозаички подови површине око 350 m² са геометријским орнаментима, фрагменти фресака са биљним мотивима, елементи архитектонске пластике од порфира и мермера указивали су на имућног власника. Проналазак обрађеног порфира је сугерисао да се можда ради о дому императора.²⁹⁹ Открићем циркуса (хиподрома) 1970. године северно и североисточно од нађених остатака грађевине за коју се претпостављало да је Царска палата то је и потврђено. У исто време у које је датована Царска

²⁹⁴ Мирослава Мирковић, *Сирмијум: Историја римског града од I до VI века* (Сремска Митровица, Република Србија: Благо Сирмијума; Филозофски факултет Београд, 2006), стр. 10-13.

²⁹⁵ Michael R. Wegner, *Комплекс Царске Палате* (Сремска Митровица: Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, 2009), стр. 20; Владислав Поповић, "СИРМИУМ - Град Царева и Мученика," у *Римски Царски Градови и Палате у Србији*, ед. Драгослав Срејовић (Београд: Српска академија наука и уметности - САНУ, 1993), стр. 15-27.

²⁹⁶ Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој Урбанизма и архитектуре од I до VI века* (Београд: Археолошки институт, 2016), стр. 113-117, (115).

²⁹⁷ У периоду од 1968-1971. ископавања су реализована у сарадњи са експертима који су дошли са Смитсонијан Института у Вашингтону, Денисон Универзитета у Охају и Градског Универзитета у Њујорку, док су у периоду од 1973-1975. учествовали стручњаци из Француске школе у Риму и Музеја Лувр у Паризу. Видети у: Мирослава Мирковић, *Сирмијум: Историја римског града од I до VI века* (Сремска Митровица: Благо Сирмијума; Филозофски факултет Београд, 2006), стр. 12-13.

²⁹⁸ Истраживања на археолошком локалитету 1а је спроводио Покрајински завод за заштиту споменика културе у Новом Саду до 1962. године, а онда је са ископавањима наставио Археолошки институт у Београду. Од 1969. године пројектом системских истраживања руководио је Владислав Поповић. Веселинка Савинова, "Антички Мозаици Сирмијума," магистарски рад, (Београд: Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2006), стр. 11.

²⁹⁹ Порфир се сматрао у IV веку царским каменом, јер је једино император могао да га експлоатише и употребљава. Видети више у: Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој урбанизма и архитектуре од I до VI века* (Београд: Археолошки институт, 2016), стр. 217; Мирослав Јеремић, "Царска палата (Palatinum Imperiale)," у *Римски царски градови и палате у Србији*, ед. Драгослав Срејовић (Београд, Република Србија: Српска академија наука и уметности - САНУ, 1993), 90-96.

палата Сирмијума, крај III и почетак IV века, такође су датовани тзв. тетрархијски комплекси код којих је циркус грађен непосредно уз царску палату.³⁰⁰ На основу аналогije са већ постојећим тетрархијским царским комплексима као што су Галеријева царска палата са циркусом у Солуну и Максенцијев комплекс царске палате са циркусом на Виа Апија у Риму непобитно су потврдиле претпоставку да су налази дела грађевине на археолошком локалитету 1а, остаци Царске палате Сирмијума.³⁰¹

Царска резиденција налазила се у југоисточном делу Сирмијума, на најнижој котли у односу на остале градске четврти. Простирала се на северу до хиподрома, док је са источне, западне и јужне стране била окружена мочварама, барама и потоцима. Такође, са западне стране царска резиденција је била утврђена бедемом и на тај начин је одвојена од осталих градских четврти (*Слика 22 а и б*). Изградњом Царске палате, градско подручје се проширило ка југу при чему је формиран бедем ка Сави. Одабир места за резиденцијални комплекс није био случајан. Са аспекта заштите од непријатеља, положај палате је био повољан. Самим положајем формирана је природна заштита. То нам говори да се водило рачуна о безбедности императора и његове породице.³⁰² Међутим, само подручје на којем је изграђен резиденцијални комплекс је мочварно, плавно и присутан је висок ниво подземних вода. У прилог томе је и чињеница да је удаљеност резиденцијалног комплекса Царске палате од Саве свега 300 m. Како би се овај проблем санирао вршено је насипање плавног и мочварног терена чак и за око 2 m.³⁰³ На овом подручју је и у каснијим периодима као последица подземних вода била присутна капиларна влага у зидовима грађевина која је досезала и до кровних венаца.

О просторној организацији Царске палате Сирмијума не постоји довољно података. Ископавања онемогућавају савремени објекти и саобраћајна инфраструктура, тако да су истражени и познати само сегменти резиденцијалног комплекса. Детектовани су бедеми који указују на обухват и границе комплекса Царске палате. Потврђено је да археолошки локалитети обележени на мапи са 1/а, 31, 37, 66 и 85 представљају делове једног истог комплекса (*Слика 23*).³⁰⁴

Архитектонски остаци Царске палате на археолошком локалитету 1а престављају низ просторија које су сконцентрисане око унутрашњег дворишта. Доминантан елемент у дворишту је тетрапилон или фанум, мали храм. Материјални архитектонски налази сведоче да је била украшена богатом декорацијом. У већини просторија³⁰⁵ нађени су подни мозаици на којима доминирају геометријски мотиви карактеристични за касно-антички период, крај III и почетак IV века када се и датују налази на локалитету 1а. Својом естетиком се издвајају мозаици у просторији 16 и 23. О фреско декорацији немамо много података јер су сачуване до нивоа сокла. На основу налаза делова фресака отпалих са зидова и плафона сазнајемо да су доминирале јарке боје. Такође, нађени су у шуту елементи архитектонске пластике мермерни делови пиластра, база, стубова и капитела. На основу великог броја ложишта сматра се да је временом дошло до пренамене дворишта у простор за складиштење огрева. Сходно

³⁰⁰ Функција циркуса у склопу палацијалног комплекса се заснивала на ритуалном и церемонијалном приказивању владара народу. Видети више у: Michael R. Wegner, *Комплекс Царске Палате* (Сремска Митровица, Република Србија: Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, 2009), стр. 62-66; Мирослав Јерemiћ, "Хиподром," у *Римски царски градови и палате у Србији*, ед. Драгослав Срејовић (Београд: Српска академија наука и уметности - САНУ, 1993), 96-97.

³⁰¹ Michael R. Wegner, *Комплекс Царске Палате* (Сремска Митровица: Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, 2009), стр. 24-27.

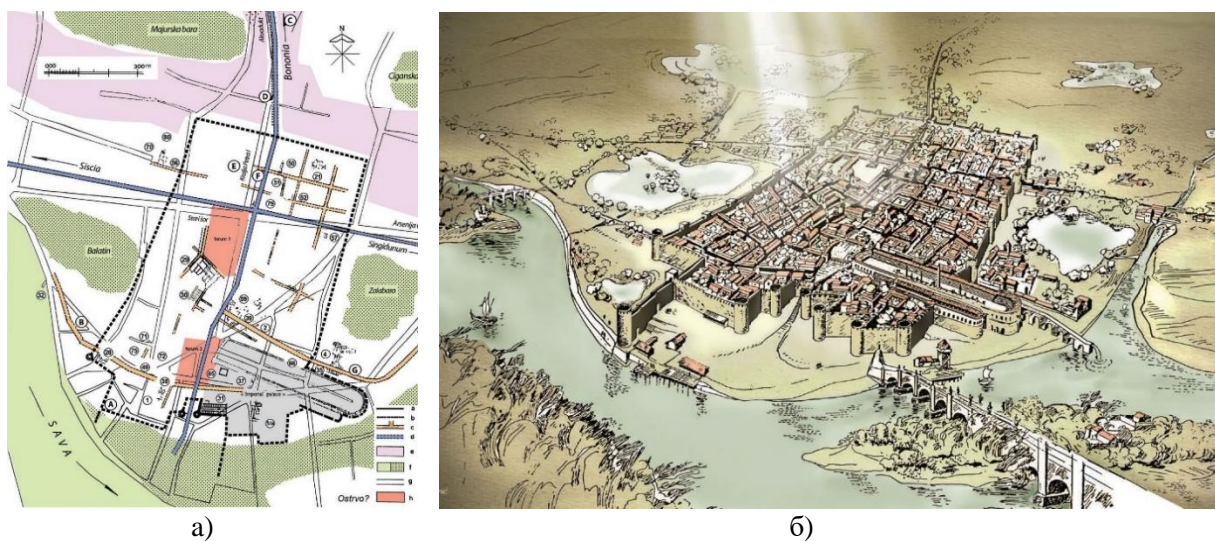
³⁰² Мирослав Јерemiћ, *Сирмијум град на води: Развој Урбанизма и Архитектуре од I до VI века* (Београд: Археолошки институт, 2016), стр. 219-220.

³⁰³ *Исто*, стр. 87.

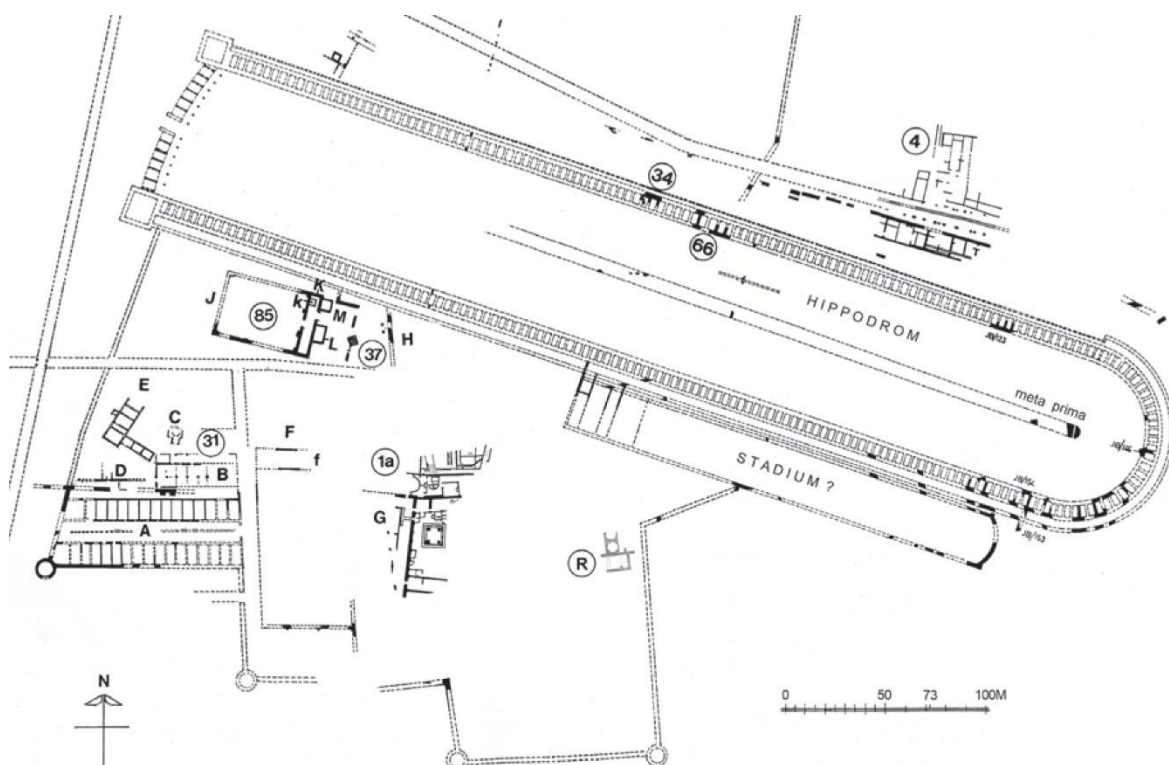
³⁰⁴ Комплекс Царске палате је обухватао: резиденцијалну палату (арх. лок. 1а), житницу и терме (арх. лок. 31), мање архитектонске елементе комплекса (арх. лок. 37 и 85) и циркус (арх. лок. 66). Видети више у: Веселинка Савинова, "Антички Мозаици Сирмијума," магистарски рад, (Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2006), стр. 24.

³⁰⁵ Подни мозаици су идентификовани на арх. лок. 1а у просторијама 2,3, 14,16,19, 23, 27, 34. Видети више у: Биљана Лучић, "Нови налази мозаика са локалитета 1А - Царска палата Сирмијума," *Споменица Историјског архива "Срем"* 14 (2015): стр. 94-114, (96-97).

истраженим налазима закључено је да сегмент 1/a представља економски део палате, а да се царске просторије налазе у неистраженом североисточном и северном делу.³⁰⁶



Слика 22. Положај комплекса Царске палате и циркуса у односу на београде Сирмијума у IV веку: а) основа и б) модел идеалне реконструкције према Мирославу Јеремићу, (Извор: Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој урбанизма и архитектуре од I до VI века* (Београд, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 208, 210).

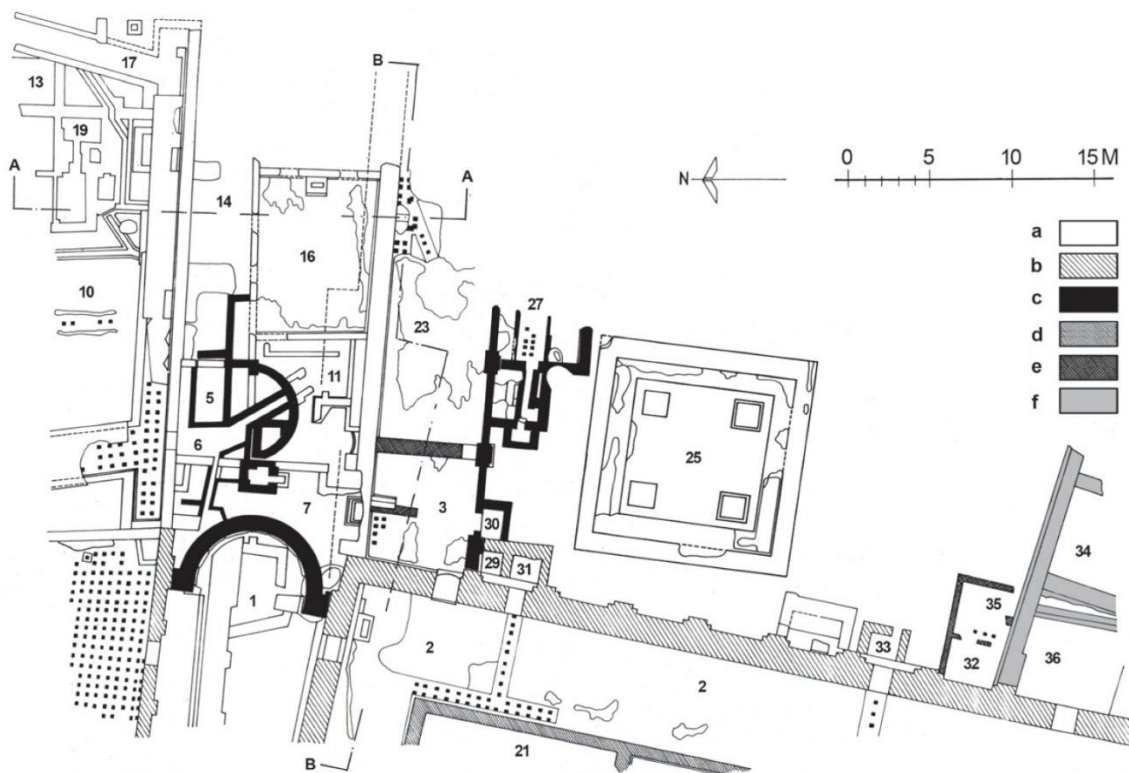


Слика 23. Утврђени обухват комплекса царске палате са налазима на арх. лок. 1/a, 31,37,66 и 85, (Извор: Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој Урбанизма и архитектуре од I до IV века* (Београд, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 221).

Након открића 1957. године сегмент остатака Царске палате на археолошком локалитету 1a је подвргнут новим истраживањима која су трајала са прекидима током шесте, седме и осме деценије XX века. У овом периоду археолошких истраживања детектовани су мозаички

³⁰⁶ Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој Урбанизма и Архитектуре од I до VI века* (Београд, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 232.

подови у осам просторија.³⁰⁷ Ова истраживања су потврдила фазност изградње Царске палате, сталне доградње и проширења (*Слика 24*). Током истраживања 1974. године установљене су и хронолошки разврстане грађевинске фазе. Различите градитељске фазе се најбоље читају у просторији 16. где су нађена три пода мозаика на различитим котама и то један изнад другог (*Слика 25*). Најстаријој грађевинској фази палате припада мозаик у просторији 16 са фигуралном представом бога Меркура за који се претпоставља да је са краја III века (мозаик 16Ц). Почетком IV века је на овај мозаик постављен нови који није сачуван у целости. Нађена је малтерна подлога са дислоцираним тесерама (16Б). У време Валентинијана (друга половина, крај IV века) изведен је нови мозаички под са геометријским мотивима изнад претходног (16А), а просторија 16 је проширена спајањем две просторије при чему је формиран јединствен простор.³⁰⁸ Такође, овој најмлађој грађевинској фази припадају просторије 34 и 36 које су накнадно дозидане. То нам говори да је царска резиденција била на истом месту и у употреби при чему су кроз време вршене поправке, дораде и проширења.³⁰⁹ Током истраживања, испод подова просторија откривени су и културни слојеви који су претходили изградњи тетрархијске, Царске палате. То су били остаци зидова стамбених грађевина које су датоване у II и III век. Овом слоју претходе идентификовани слојеви из I века н.е. и из I века п.н.е.³¹⁰



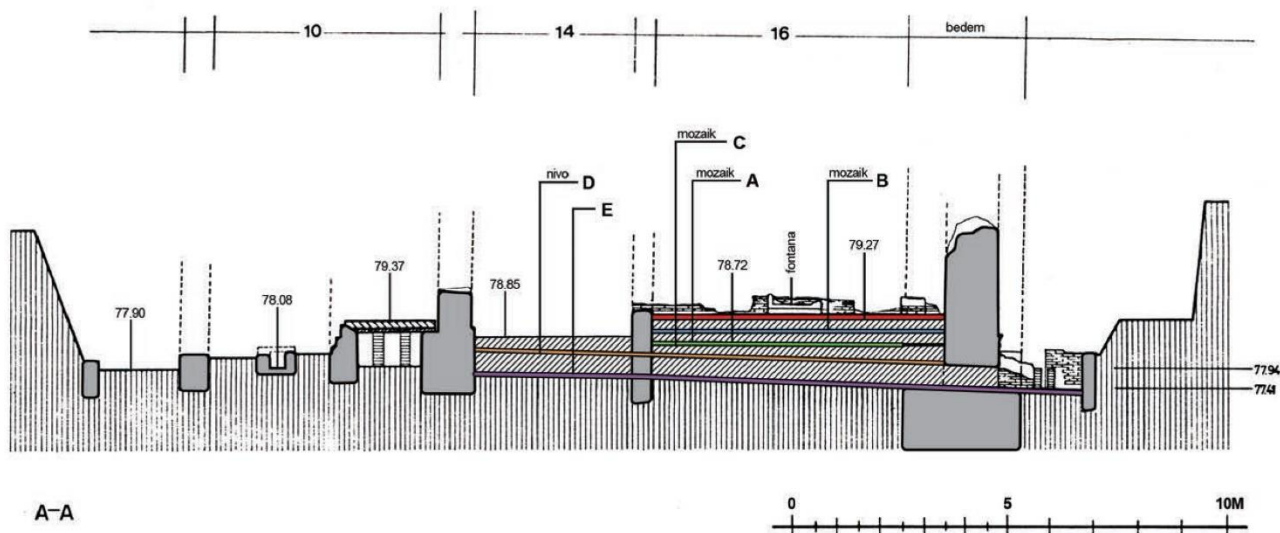
Слика 24. Приказ промена и дозидивања Царске палате Сирмијума током III и IV века са нумерисаним просторијама према М. Јеремићу, (Извор: Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој урбанизма и архитектуре од I до IV века* (Београд, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 225).

³⁰⁷ Током системских истраживања 1957-1960. године откривена је већина мозаика на арх. лок. 1а. Мозаици у просторији 3, 14 и 19 нађени су 1957. године, затим мозаици у просторијама 2, 16, 23, 34 откривени су 1960. године, док је само мозаик у просторији 27 откривен током ископавања 1971. године. Видети више у: Анка Милошевић, Олга Милутиновић, “Заштитна Археолошка Ископавања у Сремској Митровици,” *Грађа за проучавање споменика културе Војводине*, бр. 2 (1958): стр. 5–45, (28-29); Веселинка Савинова, “Антички Мозаици Сирмијума,” магистарски рад, (Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2006), стр. 25-39.

³⁰⁸ Олга Брункер, “Прилог проучавању урбаног развоја Сирмијума: Просторија 16 “царске палате” у Сремској Митровици,” *Грађа за проучавање споменика културе Војводине*, бр. 11/12, 1982/1983, стр. 5-43, (5-16).

³⁰⁹ Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој Урбанизма и Архитектуре од I до VI века* (Београд, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 222-229.

³¹⁰ Michael R. Werner, *Комплекс Царске палате* (Сремска Митровица: Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, 2009), стр. 33-40.



Слика 25. Три мозаичка пода један на другом нађени су у просторији 16. (Извор: Мирослав Јерemiћ, *Сирмијум град на води: Развој урбанизма и архитектуре од I до IV века* (Београд, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 226).

Већи помаци у истраживању културних слојева на археолошком локалитету 1а догодили су се у периоду 2006. и 2007. године приликом заштитних ископавања која су претходила изградњи Визиторског центра. Током ових истраживања поред утврђивања културних слојева откривено је и девет нових мозаика (М1-М9).³¹¹ Шкарпе су рађене свуда по ободу габарита новопроектваног Визиторског центра, где ће проћи темељи овог објекта (*Прилог 8*). Дубина шкарпи износила је око 3-5 m. Овим заштитним ископавањима идентификовано је 6 главних културних слојева³¹² што само потврђује континуитет настањивања и употребе овог простора. На *Прилогу 9* дат је хронолошки приказ истраживања остатака Царске палате Сирмијума на археолошком локалитету 1а.

Архитектонски остаци Царске палате и други нађени материјални налази у склопу ње су од изузетног значаја за разумевање техника градње, домета технологије, као и начина живота у античко доба на тлу Србије. Остаци Царске палате Сирмијума на археолошком локалитету 1а у Сремској Митровици су заштићени законом и категоризовани као културно добро од изузетног значаја.³¹³

³¹¹ Откривени мозаици делом припадају новим архитектонским налазима палате (М1, М3, М6 и М7), док су други нађени у већ откривеном делу остатака палате, односно у наставку већ откривених просторија (М2, М4, М8, М9 и М5). Пронађени мозаици приликом заштитних ископавања током 2006-2007. године су подигнути са локалитета и чувани су у просторијама Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици до конзервације. Данас је одређени број мозаика конзервиран на новој, алвеоларној подлози и постављен је на зидове Визиторског центра Царске палате у циљу презентације посетиоцима. Конзервација ових мозаика се изводи у фазама сходно расположивим средствима. Видети више у: Биљана Лучић, "Нови налази мозаика са локалитета 1А - Царска палата Сирмијума," *Споменица Историјског архива "Срем"* 14, 2015, стр. 94-114 (97).

³¹² У заштитним истраживањима 2006. и 2007. идентификовани су следећи културни слојеви почев од најмлађег: аустријски слој (од XVIII до средине XIX века), турски слој (XVI-XVIII век), средњовековни слој (XIV-XVI век), варварски слој (крај V века и почетак VI века), римски слој (I - IV век) и каснолатенски слој (I век п.н.е - I века н.е). Видети више у: Michael R. Wegner, *Комплекс Царске Палате* (Сремска Митровица, Република Србија: Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, 2009), стр. 35-40.

³¹³ Археолошки локалитет 1а стављен је под заштиту државе Решењем Завода за заштиту и научно проучавање споменика културе бр. 672 од 04.09.1957. године, затим Решењем Покрајинског завода за заштиту споменика културе бр. 540 од 07.09.1960. године и Решењем Покрајинског завода за заштиту споменика културе бр. 28 од 07.01.1962. године. Категоризација је објављена у „Службеном гласнику РС“ бр. 16/90 од 03.12.1990. године.

5.2. Примењене методе и технике (ре)конзервације античких подних мозаика

На археолошком локалитету 1а Царске палате Сирмијума могу се хронолошки установити периоди конзервације мозаика и то током седамдесетих и осамдесетих година XX века непосредно након открића, али и реконзервација тих истих мозаика на новој подлози – носиоцу од 2014. године. У овом поднаслову ће се извршити анализа начина конзервације мозаика који су конзервирани, а потом реконзервирани на новој подлози – носиоцу.³¹⁴ То су мозаици у просторијама 14, 16, 23 и 34 који су једино у целости презентовани на локалитету (*Слика 26*), док су остали мозаици покривени песком. Посебан фокус биће на мозаицима у просторији 23 и 34 који представљају полигон за експериментална истраживања утицаја микроклиматских услова средине у *Поглављу 8*.

...

Након открића остатака Царске палате 1957. године у наредном периоду се приступило конзервацији подних мозаика и додатним истраживањима како би се установили присутни културни слојеви и хронологија градње на овом подручју. Радови на конзервацији откривених мозаика у осам просторија на археолошком локалитету 1а вршена су sukcesивно у периоду седме и осме деценије XX века.³¹⁵ Сви радови на конзервацији мозаика реализовани у том периоду документовани су и чувају се у Покрајинском Заводу за заштиту споменика културе у Новом Саду.³¹⁶ Увидом у документацију установљено је који је поступак коришћен, из којих се све фаза састојао, као и који су материјали употребљавани. Конзервацију мозаика на археолошком локалитету 1а је вршио сликар – конзерватор Богдан Ковачевић са сарадницима. Одлуке о техничком поступку конзервације и одабиру материјала проистекле су на основу претходних искустава које је имао радећи конзервацију мозаика на другим локалитетима. Драгоценост искуства стекао је радом на конзервацији мозаика у Битољу, Поречу и у Пули, а под руководством великог сликара – конзерватора на нашим просторима Милорада Медића.

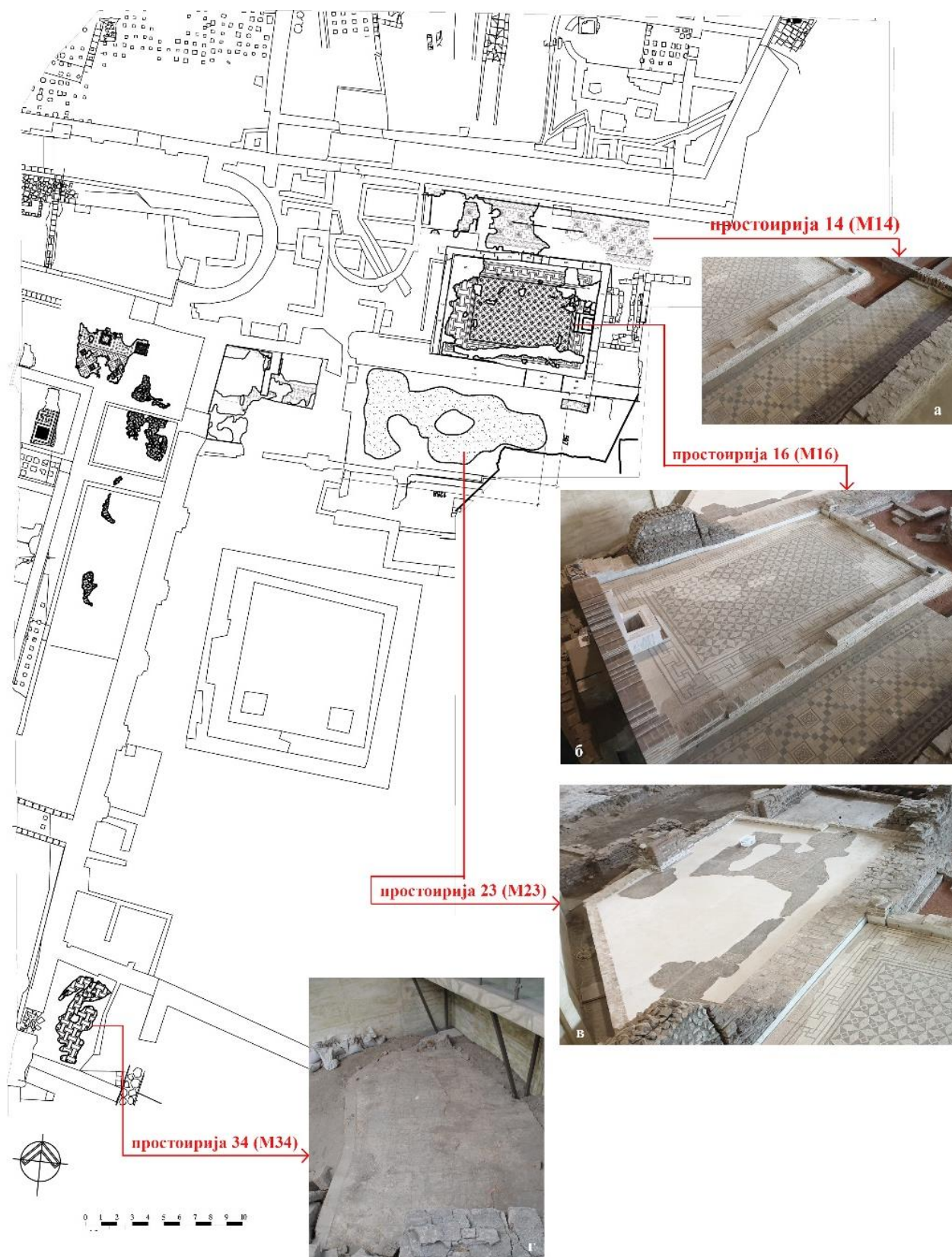
Прво је 1967. године конзервиран мозаик у просторији 14,³¹⁷ десет година након његовог открића. Димензије мозаика су 3,30 x 12 m. Овај мозаик датије се у последњу четвртину III века или почетак IV н.е. Рађен је у техници *opus tessellatum*. Тесере су од природног камена просечне величине 1 cm. На мозаику су присутни геометријски мотиви. Доминантан орнамент у средњем делу мозаика је Соломонов кључ који је израђен од тесера црног, црвеног, окер – жутог и белог камена (*Слика 26, а*).

³¹⁴ Девет мозаика откривена током заштитних истраживања 2006-2007. године која се sukcesивно конзервирају на новој подлози – носиоцу и излажу на зидовима Визиторског центра Царске палате нису уврштени у анализу јер презентација није планирана/остварена *in situ*.

³¹⁵ Прво је конзервиран мозаик у просторији 14 (1967. год.), потом мозаици у просторијама 23 и 34 (1968. год.), затим мозаици у просторији 2 и 3 (1971-1972. год.) и на крају је извршена конзервација мозаика у просторији 16 (у периоду од 1974-1976. год.). Видети у: Веселинка Савинова, "Антички Мозаици Сирмијума," магистарски рад, (Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2006), стр. 25-39.

³¹⁶ Досије бр. 1/Г Сирмијум - Сремска Митровица - Мозаици 1а - 14, 16, 23, 34: Конзервација подног мозаика античког Сирмијума на локалитету 1а у просторији 14 у Сремској Митровици 1967. године – извештај и фотографије, инвентарски број 12658; Конзервација подног мозаика античког Сирмијума на локалитету 1а у просторији 23 у Сремској Митровици 1968. године – извештај и фотографије, инв. бр. 12659; Конзервација подног мозаика античког Сирмијума на локалитету 1а у просторији 34 у Сремској Митровици 1968. године – извештај и фотографије, инв. бр. 12660; Елаборат са историјатом, описом радова, средствима за 1968. годину и извештај о извршеним радовима, инв. бр. 12661; Захтев за средства за конзервацију мозаика у просторији 16 локалитета 1а 1975. године, инв. бр. 12667; Захтев за средства за конзервацију мозаика у просторији 16 локалитета 1а 1976. године, инв. бр. 12669; Захтев за средства за конзервацију мозаика у просторији 16/2 локалитета 1а 1977. године, инв. бр. 12671.

³¹⁷ Подаци о карактеристикама и начину конзервације мозаика у просторији 14 су из документа: Конзервација подног мозаика античког Сирмијума на локалитету 1а у просторији 14 у Сремској Митровици 1967. године – извештај и фотографије, досије 1/Г, инв. бр. 12658. Документација се чува у Покрајинском Заводу за заштиту споменика културе у Новом Саду.



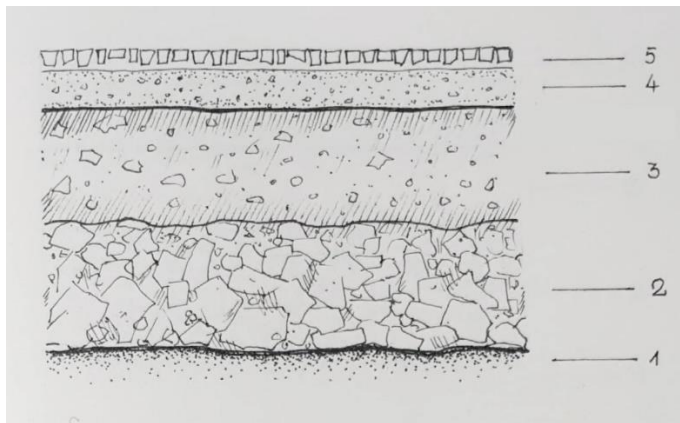
Слика 26. Приказ просторија са мозаичким подовима на археолошком локалитету 1а Царска палата Сирмијума, (Извор: Документација Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици): а) Мозаик у просторији 14 (M14); б) Мозаик у просторији 16 (M16); в) Мозаик у просторији 23 (M23); г) Мозаик у просторији 34 (M34), (Извор фотографија: Аутор).

Након откривања мозаика 1957. године извршена је превентивна заштита док се нису стекли услови за конзервацију (*Слика 27*). Цементним малтером су обезбеђење ивице мозаика и попуњена оштећења како се тесере не би расуле. Мозаик је прекривен тер папиром и слојем песка.

Поред детектовања тренутног стања мозаика у просторији 14 извршена су археолошка истраживања и установљена је оригинална античка стратиграфија. Оригинални антички слојеви мозаика су дренажни слој, затим два слоја кречног малтера различитог квалитета и дебљине наноса, потом кречни малтер који представља подлогу за наношење мозаичког слоја – тесера. Дренажни слој дебљине 15 cm чине крупни комади ломљене опеке са шупом и ситнији комади ломљене опеке који испуњавају међупростор (*Слика 28, 2*). Средњи слој се састоји од средњих комада опеке величине 3-5 cm које су повезане кречним малтером. Овај слој представља неку врсту плоче дебљине 12-15 cm (*Слика 28, 3*). Наредни слој је црвени, хидраулични малтер дебљине 3-4 cm у чији састав улази креч, уситњени комадићи опеке до величине 1 cm и бели кварцни песок гранулације до 1 mm (*Слика 28, 4*). Овај слој иако је добро очуван, крт је и лако се одваја од претходног слоја. Финални слој кречног малтера дебљине 1,5-2,5 cm представља подлогу у коју се утискују тесере (*Слика 28, 5*). Малтерна смеша справљена је од креча и кварцног песка најситније гранулације. Финални површински слој мозаика теселатум је израђен углавном од белог и црног камена док је код орнаментата Соломоновог кључа присутан црвени и окер-жути камен. Једино су на црним тесерама детектована оштећења у виду деколоризације (постао сиво-плавичаст) и губитка чврстоће.



Слика 27. Мозаик у просторији 14 (М14-доњи) након ископавања, (Извор: ДПЗЗСК, Досије бр. 1/Г Сирмијум - Сремска Митровица - Мозаици 1а - 14, 16, 23, 34).



Слика 28. Оригинална античка стратиграфија мозаика у просторији 14 (М14), (Извор: ДПЗЗСК, Досије бр. 1/Г Сирмијум - Сремска Митровица - Мозаици 1а - 14, 16, 23, 34).

Када су се стекли услови за конзервацију 1967. године затечен је у веома лошем стању. Киша је однела песок који га је наткривао тако да је остало само у наносу 1-2 cm. Присуство хумуса је омогућило раст корова. Тер папир је такође нанео оштећења мозаику. Адхезивна веза између тер папира и тесера мозаика је била јака тако да је настао проблем приликом његовог уклањања јер је повлачио за собом тесере које су се лако одвајале од дотрајале подлоге. Након његовог уклањања остали су трагови на површини тесера од катрана. Такође, у неким деловима тер папир је иструлео тако да није ни могао да пружи одговарајућу заштиту мозаика. На тим местима корење биљака је продрло у теселатум што је знатно оштетило мозаик и отежало процес чишћења (*Слика 29*). Цементни малтер који је коришћен за стабилизацију ивица мозаика је испуцао, што је још више допринело пропадању периферних делова мозаика (*Слика 30*). Овакво стање мозаика је забележено само након 10 година од превентивне заштите. Стручњаци Покрајинског завода, Музеја Срема и Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици су након увида, а сходно угрожености мозаика 14 донели одлуку о приоритетности његове конзервације, односно подизању мозаика, замени подлоге и поновном враћњу на нов носилац *in situ*.



Слика 29. Корење биљака се увукло између коцкица и изазвало структурну разградњу подлоге, (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а – 14, 16, 23, 34).



Слика 30. Заштитни цементни малтер је испуцао тако да су ивице мозаика 14 остале незаштићене, (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а – 14, 16, 23, 34).

Након археолошких истраживања, детектовања оригиналне античке стратиграфије и документовања постојећег стања приступило се конзервацији мозаика. За површину мозаика туткалом су залепљени слој газе и јуте при чему је извршено подизање мозаика. Мозаик је положен лицем на доле како би се извршило скидање старе малтерне подлоге и чишћење полеђине за наношење новог малтера. Нови малтер је справљен тако да квалитетом и својим карактеристикама буде што сличнији оригиналном. Састав малтерне смеше су чинили мермерни песак, хидраулични креч, цемент и бреча. Применом хидрауличног креча и мале количине цемента омогућено је ни превише споро, а опет ни превише брзо очвршћавање у циљу што лакше обраде. Додавањем мале количине брече постигнута је већа хидрофобност, пластичност, а и боја која је слична оригиналном малтеру. На локалитету, на месту где је нађен, изливена је армирано-бетонска плоча дебљине 8 см, која има функцију носиоца мозаика. Пад од 2% је формиран у самој армиранојбетонској плочи од средине мозаика ка истоку и западу како би се омогућило одвођење воде са мозаика. Конзервирани мозаик је враћен на локалитет и постављен на армиранобетонску подлогу. Примењени малтер за међуслој дебљине 3,5 см истих је карактеристика као и малтер који је нанесен на тесере. Након неколико дана уклоњена је газа и јута са лица мозаика при чему је очишћена површина мозаика – теселатум. На местима мањих оштећења где су недостајале тесере урађена је рестаурација оригиналним каменом нађеним на локалитету у шуту. Већа оштећења мозаика која се нису могла реконструисати испуњена су малтером који има сличне карактеристике као малтер коришћен за подлогу теселатума. Једина разлика је што је уместо хидратног креча приликом справљања малтера за рестаурацију коришћен гашени креч старости једне године. На тај начин гашени креч је повећао пластичност малтера и продужио време сушења што је олакшало рад на рестаурацији. Са завршеном рестаурацијом одлучено је да се на мозаик постави заштитни слој песка дебљине 30 см због мразева у зимским месецима који би могли да изазову пуцање малтера.

Конзервација мозаика у просторији 23³¹⁸ и 34³¹⁹ извршена је током 1968. године. Оба мозаика су откривена 1960. године када је урађена привремена заштита. Ивице оба мозаика су

³¹⁸ Подаци о карактеристикама и начину конзервације мозаика у просторији 23 су из документа: Конзервација подног мозаика античког Сирмијума на локалитету 1а у просторији 23 у Сремској Митровици 1968. године – извештај и фотографије, досије 1/Г, инв. бр. 12659. Документација се чува у Покрајинском Заводу за заштиту споменика културе у Новом Саду.

³¹⁹ Подаци о карактеристикама и начину конзервације мозаика у просторији 34 су из документа: Конзервација подног мозаика античког Сирмијума на локалитету 1а у просторији 34 у Сремској Митровици 1968. године – извештај и фотографије, досије 1/Г, инв. бр. 12660. Документација се чува у Покрајинском Заводу за заштиту споменика културе у Новом Саду.

опшивене цеметним малтером, док је читава површина мозаика прекривена тер папиром и слојем песка.

Мозаик у просторији 23 се датује да је настао крајем III и почетком IV века. Рађен је у техници *opus teselatum*. Израђен је од камених тесера у белој, сивој, црвеној, црној, окер и ружичастој боји. Присутни су геометријски мотиви који нису јединствени на целој површини. Геометријску композицију формирају комбинације 4 правоугаоника око једног квадрата. Други доминантан мотив јесу два правоугаоника и два квадрата која заузимају различите положаје у једном правоугаоном пољу.³²⁰ Код бордура присутан је мотив кључа. Имајући у виду сложеност геометријске композиције овај мозаик се сматра једним од најрепрезентативнијих мозаика у Царској палати (*Слика 26, в*).

Мозаик у просторији 34 припада најкаснијој грађевинској фази Царске палате Сирмијума и датује се да је изведен крајем IV века. Траке меандра од свастика формирају наизменично постављен мотив кључа. Израђене су од црвених и црних камених тесера на позадини од белих камених тесера (*Слика 26, з*).³²¹

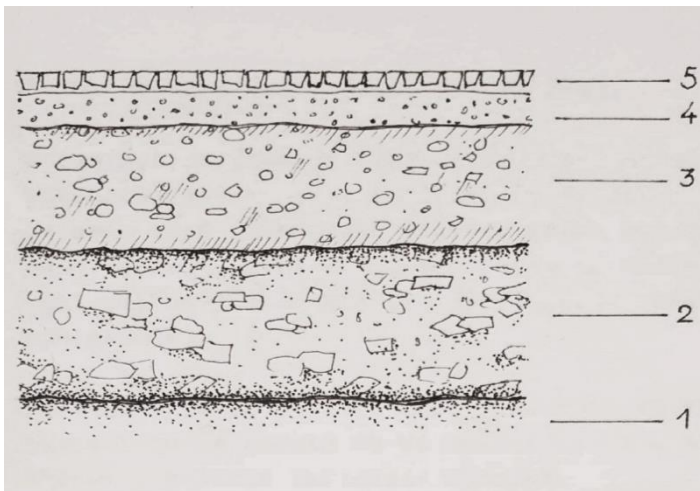
Када су се стекли услови за конзервацију 1968. увидом у затечено стање оба мозаика, само након 8 година од превентивне заштите, установило се драстично погоршање. Тер хартија је и код мозаика у просторији 23 и 34 иструлела током времена тако да није спречила продор корења траве и корова кроз теселатум. Такође, киша је испрала заштитни слој песка који се на површини мозаика 34 задржао само неких 3-5 cm, док је код мозаика 23 остао свега 2-3 cm. Годинама испиран, а не обнављан слој песка није могао да омогући адекватну заштиту мозаика од атмосферских утицаја. Велике температурне разлике у току летњих и зимских месеци, присуство воде и циклуси мржњења утицали су на то да подлога изгуби везивну моћ при чему су тесере на 40% површине мозаика 34 биле одвојене од малтерне подлоге. Цеметни малтер који је пре осам година нанет по ободу мозаика да сречи расипање тесера је испуцао, тако да су периферни делови у великој мери оштећени. Код мозаика у просторији 23 подлога се на око 50% површине мозаика претворила у кречну прашину, док су се тесере на 30% површине испомерале тако да се није могао одредити било какав ред или мотив. Цела површина је била валовита што је вероватно последица температурних разлика у летњим и зимским месецима и промене влажности, а и механичког утицаја (гажење, бацања комада опеке). Влага и мраз оставиле су своје трагове и на самим каменим тесерама. Тамније тесере су испуцале, линијски по хоризонтали. Највише је страдао црвени камен који се понегде потпуно распао и претворио у камени прах. На мозаицима у просторији 23 и 34 су видна оштећења настала док су још били у употреби. Идентификовани су трагови ватре у обе просторије при чему су и камен и малтерна подлога услед велике топлоте променили боју. Сматра се да су оштећења услед пожара настала у време боравка Гота и Гепида на овом подручју или приликом доласка Авара 583. год. када је уништен цео Сирмијум. Теселатум мозаика у просторији 34 сачињен од црвених, црних и белих камених тесера упркос свему поприлично је добро очуван. На мозаику у просторији 23 трагови горења нарочито се могу запазити на белом камену који је услед високе температуре променио боју и постао црвенкаст, а понегде нагорео и до 2 mm и потпуно је идентификован са црним (бели пешчар). Слично се догодило и са добрим делом црвог камена док се као најотпорнији показао бели камен (друга врста светлијег белог камена) који је претрпео најмање промена. На црном камену због јаке угљане боје ове промене су се на први поглед једва могле запазити. Међутим и ова врста камена је претрпела оштећења ништа мање од осталих.

Сондажним истраживањима је установљена оригинална античка статиграфија мозаика у просторији 23 и 34 и процењено је стање очуваности свих слојева. Први слој у стратиграфији мозаика у просторији 34 је дренажни слој (*Слика 31, 2*) формиран на здравици (*Слика 31, 1*). Дренажни слој чини набијени шут и земља дебљине 15 cm на који су постављена 3 слоја малтера различитог квалитета. Први слој малтера који је постављен на дренажни слој је

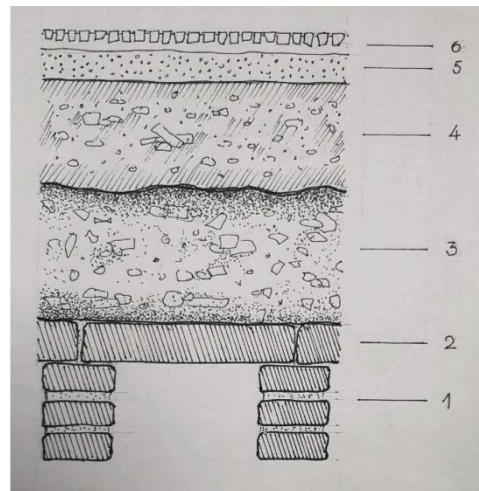
³²⁰ Веселинка Савинова, "Антички мозаици Сирмијума," магистарски рад, (Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2006), стр. 36-38.

³²¹ Исто, стр. 38-39.

справљен од креча, шљунка и ломљене опеке дебљине 10-12 cm (Слика 31, 3). Други слој малтера дебљине 2-3 cm има исти састав само су компоненте малтерне смеше ситније структуре (Слика 31, 4). Трећи малтерни слој дебљине 1,5-2 cm представља директну подлогу за камене тесере (Слика 31, 5). Израђен је од креча и просејаног кварцног песка без додатка туцане опеке. За разлику од мозаика у просторији 34, мозаик у просторији 23 постављен је изнад хипокауста. Преко оплате хипокауста стоји слој шута у коме су поред комада опека и малтера нађени фрагменти керамике, фресака, стакла и костију. Просечна дебљина овог слоја износи 15-20 cm и сматра се да је имао функцију дренаже (Слика 32, 3). Изнад њега постављен је слој грубљег малтера од креча, крупније ломљене опеке (величине до 5 cm) и шљунка. Овај слој дебео је 12-15 cm и одозго је заравњен, те чини неку врсту чврсте плоче (Слика 32, 4). Између овог и завршног слоја малтерне подлоге налази се црвени малтер од креча и ситније туцане опеке (Слика 32, 5). Директну подлогу мозаичком материјалу (тесерама) чини 1,5-2 cm белог малтера, вероватно чистог креча (Слика 32, 6). Материјале оригиналних античких подлога треба испитати да би се са сигурношћу знало шта је коришћено за њихову израду.



Слика 31. Попречни пресек – Оригинална античка стратиграфија мозаика у просторији 34 (М34), (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а - 14, 16, 23, 34).



Слика 32. Попречни пресек – оригинална античка стратиграфија мозаика у просторији 23 (М23) на хипокаусту, (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а - 14, 16, 23, 34).

На основу испитивања и затеченог стања мозаика у просторији 34 и 23 стручњаци Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици су установили да се не може извршити конзервација *in situ* јер су оригинални антички слојеви дотрајали већ да се морају заменити и израдити нови. Предвиђено је да поступак конзервације мозаика обухвати следеће фазе као и код мозаика у просторији 14: подизање мозаика са локалитета и одношење у радионицу, чишћење полеђине од дотрајале малтерне подлоге и израда нове сличне оригиналу, враћање мозаика на првобитно место које је заузимао на локалитету и постављање на нови армиранобетонски носилац преко продужног малтера као међуслоја.

Подизање мозаика је један сложен и захтеван поступак. Мозаик 34 је одвојен од носиоца и пренет у радионицу из три фрагмента. Два мања фрагмента су одвојена од носиоца копљима док је за трећи највећи фрагмент употребљен дрвени ваљак (Слика 33, в, 2). Сам поступак подизања се заснива на томе да се на лице мозаика туткалом залепи слој газе и јуте. Подизање мозаика се врши тек када се лепак осуши и установи да је добра адхезивна веза, односно приоњивост газе и јуте за тесере мозаика. Два мања фрагмента мозаика (бр.1 и бр. 3) су се једноставно подигла услед већ доста ослабљене малтерне подлоге, док је трећи највећи фрагмент (бр. 2) због своје величине намотаван на ваљак. Сам почетак поступка намотавања највећег фрагмента мозаика 34 на ваљак се заснивао на томе да се слојеви газе и јуте који су залепљени лепком за лице мозаика такође фиксирају за ваљак. Овај фрагмент се такође лако

одвајао од подлоге при чему је на свакој четвртини круга мозаик добро затезан и причвршћиван ексерима за ваљак. Намотан мозаик однесен је до импровизоване радионице и развијен је на сто. Подигнути фрагменти мозаика окренути су лицем на доле, ка столу тако да се могла вршити обрада полеђине, скидање старог малтерног слоја, чишћење и наношење новог. На свим оним мањим местима где су камене тесере промениле боју услед пожара урађен је ретуше са полеђине, односно замењене су новим оригиналним каменим тесерама које су нађене у непосредној близини мозаика, на локалитету, у шуту.

Технике подизања мозаика у просторији 23 као и употребљени материјали нису се разликовали од оних који су коришћени за мозаике у просторији 34 и 14. Посебан проблем било је влагом натопљен терен испод мозаика и поред сунчаног времена. Влага је стално избијала на површину те се стога сваки фрагмент пре и после лепљења газе или јуте морао посебно сушити помоћу лед лампе. Одмах после сушења мозаици су се морали дизати како влага не би поново доспела на површину теселатума. Подизање мозаика у просторији 23 је вршено из више мањих фрагмената просечне величине 1,27 m². За највећи, средишњи фрагмент величине око 5,13 m² искоришћен је ваљак (*Слика 34, б*), употребљен за скидање такође највећег фрагмента мозаика у просторији 34. Приликом скидања и преношења овог фрагмента мозаика уз помоћ ваљка до стола у импровизованој радионици учествовало је 6-8 људи. Одвајање од подлоге ишло је доста лако јер је употпуности изгубила везивну моћ. Из тих су разлога поступци преношења морали бити обављани са пуно више пажње. Већ и само чишћење прашине помоћу неколико четака представљало је проблем. При мало грубљем додиру тесере су испадале са свог места. Петнаестак фластера газе морало се поставити како би се спречило расипање тесера. Све ивице су посебно заштићене дуплим тракама газе у ширини 4-5 cm. Након преношења вршено је механичко одстрањивање остатака старе подлоге и наношење нове. На око 30% површине мозаика се морао извршити ретуш. Рађен је оригиналним каменом нађеним у непосредној близини мозаика на локалитету. Реконструкција геометријских мотива на мозаику је рађена само на мањим оштећењима уколико су постојале јасне индикације како су изгледале.

На локалитету, на местима мозаика у просторији 23 и 34 изливена је армиранобетонска плоча као носилац дебљине 8-10 cm (*Слика 34, з*). Армиранобетонске плоче – носиоци су изливане на висини која ће обезбедити постављање завршног слоја мозаика, теселатума, на истој коти на којој су и били код оба мозаика. Армиранобетонска плоча у просторији 34 је изливена на оригиналном античком слоју старог малтера са крупнијим агрегатом за који је утврђено да је стабилан и да евентуалним слегањем неће изазвати њено напрснуће, док у просторији 23 плоча је формирана на стабилном, набијеном слоју шута који чине ломљена опека, малтер и земља. Армирано бетонска плоча-носилац у просторији 34 и 23 је изведена са падом од 1% од запада ка истоку како би се спречило задржавање воде на мозаику.

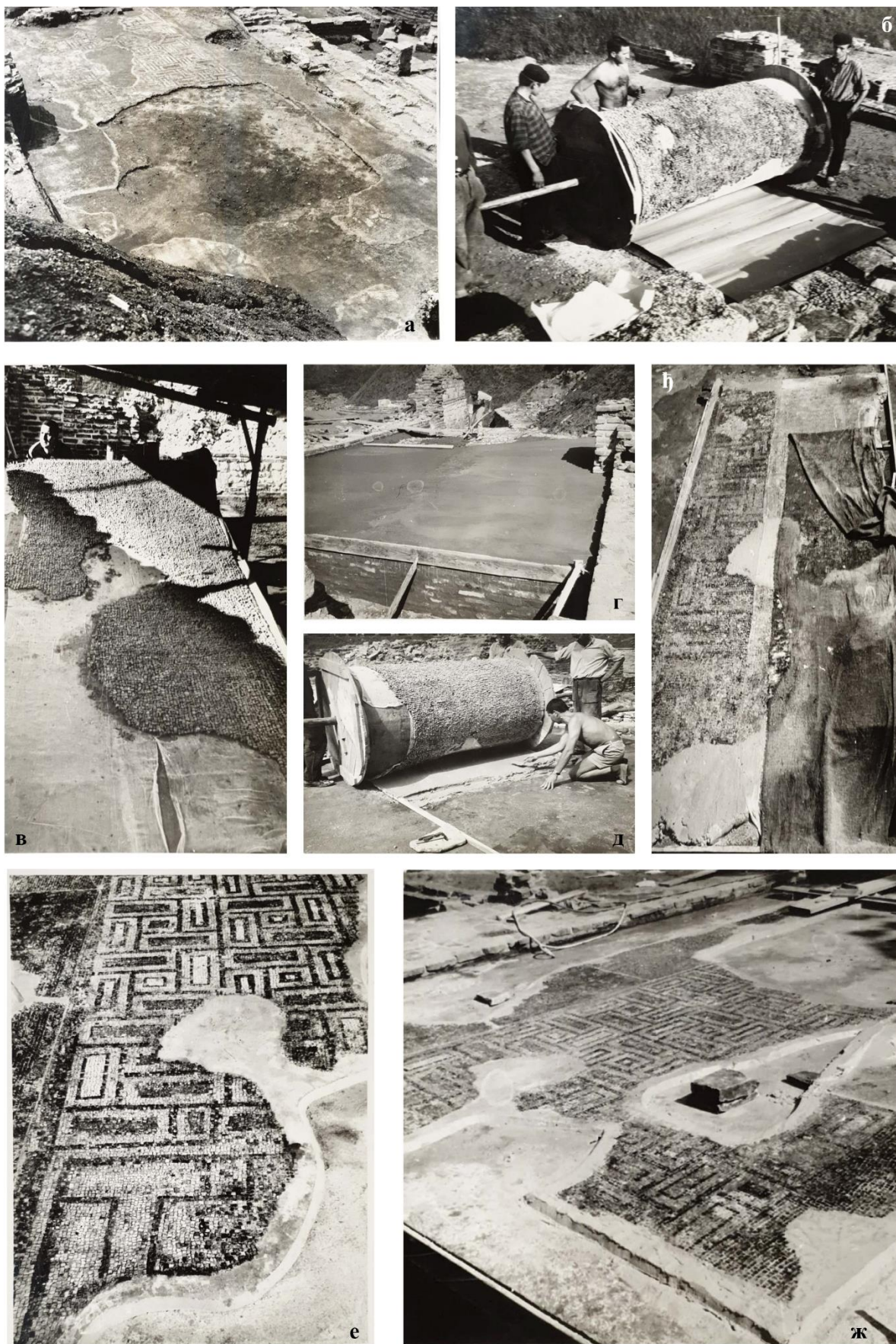
Враћање фрагмената оба мозаика на локалитет извршено је обрнутим редоследом него када су подизани. Прво су враћени највећи фрагменти (код мозаика у просторији 34 фрагмент бр. 2, а код мозаика у просторији 23 фрагмент бр. 7) који су посатвљени на армирано бетонску подлогу преко малтерног међуслоја дебљине 4 cm (*Слика 33, д; Слика 34, д*). Састав малтера коришћеног као међуслој је: хидратни креч, портланд цемент, непросејани мермерни песак и бреча која је повећала отпорност малтера на влагу и омогућила је да међуслој има исту боју као оригинални антички малтерни слој. Хидратни креч је омогућио да се малтер довољно брзо/споро суши, односно очвршћавање је било у складу и са потребама даљих радова. Фрагменти су након постављања покривани наквашеном јутом неколико наредних дана како би се обезбедило постепено очвршћавање малтера (*Слика 34, њ*). Пре него што је процес стежања малтера у потпуности био завршен уклоњени су газа и јута са лица мозаика. Потом када је подлога у потпуности очврсла вршено је чишћење лица мозаика од остатака лепка. Сва већа оштећења испуњена су новим справљеним малтером, док су на мањим сегментима недостајућих тесера чији се мотив уочавао и могао се са сигурношћу реконструисати рађен је ретуше оригиналним каменим тесерама нађеним непосредно уз мозаик у шуту. Површина

конзервираног мозаика у просторији 34 износи 6,74 m² (Слика 33, *ђ*), а у просторији 23 је 16,6 m² (Слика 34, *е, ж*).

Након завршених свих фаза конзервације мозаици у просторији 23 и 34 покривени су слојем песка дебљине 25-30 см како би се заштитили од директних утицаја окружења, а поготово циклуса мржњења. Остало је отворено питање да ли су на овај начин мозаици довољно заштићени од спољашњих утицаја или је неопходно формирање заштитне конструкције.



Слика 33. Конзервација мозаика у просторији 34 (М34): а) Мозаик прекривен тер папиром; б) Заштитни цементни малтер по ободу мозаика је испуцао; в) Припрема фрагмента 2 мозаика М34 за подизање помоћу дрвеног ваљка; г) дрвени ваљак за подизање мозаика до 6 m² површине; д) Фрагмент 2 мозаика М34 намотан на ваљак и припремљен за полагање на нову подлогу; ђ) Мозаик постављен на нову подлогу, (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а – 14, 16, 23, 34).



Слика 34. Конзервација мозаика у просторији 23 (M23): а) Мозаик пре конзервације; б) Подизање фрагмента 7. дрвеним ваљком; в) конзервација мозаика; г) изливање армирано-бетонске плоче; д) полагање мозаика на нову подлогу – носилац; ђ) покривање мозаика наквашеном јутом у циљу постепеног очвршћавања мозаика; е) и ж) Мозаик након конзервације, (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а – 14, 16, 23, 34).

Мозаици у просторији 16 су откривени 1960. године. Нађено је три мозаика један испод другог (*Слика 35, а*). Радови на конзервацији мозаика у просторији 16 су започети 1974. године и трајали су до 1976. године.³²² Конзервација мозаика 16А (*Слика 35, б*), који припада најмлађој грађевинској фази (датује се у другу половину IV века), отпочела је 1974. године. Мозаик је подигнут, конзервиран на новој малтерној подлози, али због проналаска фрагмената подних мозаика ранијих грађевинских фаза 16Б и 16Ц испод њега није враћен на локалитет.³²³ Рађен је у техници *opus tessellatum* са тесерама од белог, црног и црвеног камена. Присутан геометријски мотив је октогон у који су уписане четворокраке звезде. У центру сваке звезде налази се бели квадрат. Бордуру образује мотив меандра формиран од низа свастика (*Слика 26, б*).³²⁴ Мозаик 16Ц (*Слика 35, в*) је сходно начину израде, стилским одликама и фигуралним представама бога Меркура раритет, једини такав пример у Сирмијуму. Из тих разлога обустављени су радови на враћању мозаика 16А, док није одлучено на који начин ће се поступити са мозаиком 16Ц. Новооткривени мозаик 16Ц је документован и заштићен од механичких и атмосферских утицаја до одлуке о начину презентације и обезбеђења средстава за његову конзервацију.

Конзерваторски радови на мозаицима у просторији 16 су настављени 1976. године. Мозаик 16Ц је подигнут са локалитета и пренесен у просторије Завода у Сремској Митровици.³²⁵ Након подизања фигуралног мозаика 16Ц приступило се археолошким испитивањима како би се хронолошки утврдиле грађевинске фазе. Након археолошких истраживања одлучено је да се *in situ* сачува и презентује најмлађа фаза, мозаик 16А на новој армиранобетонској подлози – носиоцу. Затим се 1977. године приступило враћању овог мозаика површине 52,11 m² састављеног из 40 фрагмената на локалитет. Постављен је на нов бетонски носилац преко малтерне подлоге чиме су радови на конзервацији и презентацији просторије 16 били завршени.

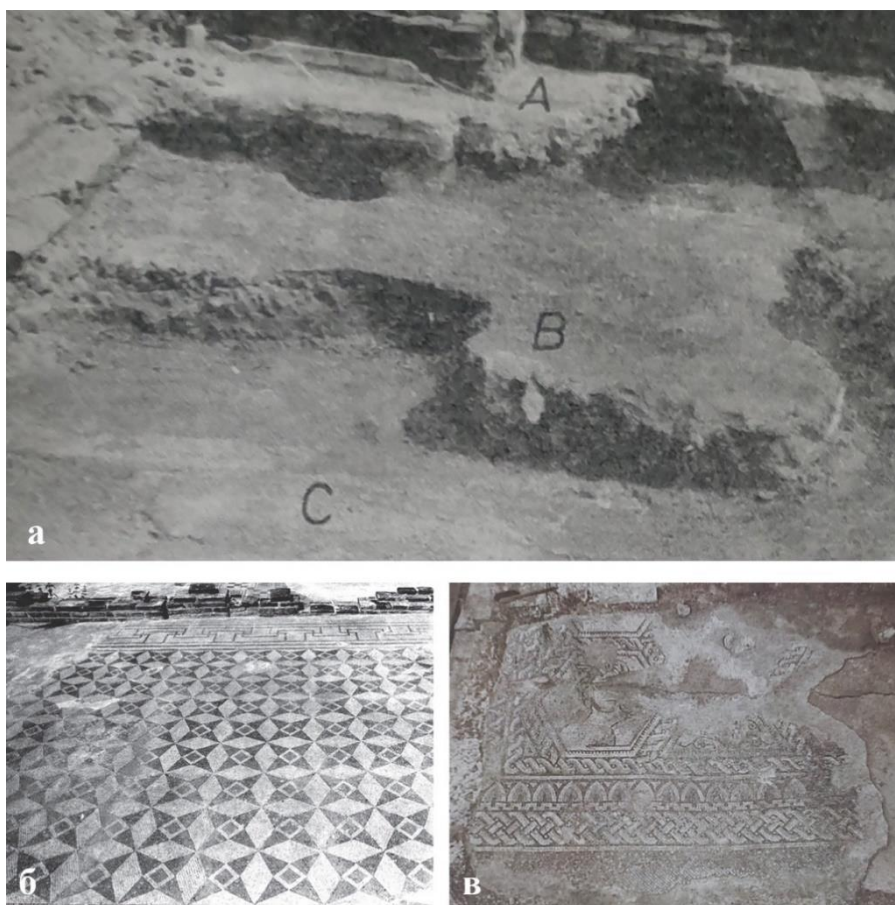
Приликом радова на конзервацији мозаика у просторији 16 1974. године проверено је у каквом се стању налази мозаик у просторији 34. Установљено је да је заштитни слој песка расут и да у просеку наткрива мозаик у дебљини 15 cm, а требало би 25-30 cm. Мозаик је затечен у корову и натрпан шупом и другим отпацама. Малтерна подлога је делимично оштећена услед мрза, а такође и због недовољне дебљине заштитног слоја песка. Сходно затеченом стању предузете су мере за санацију постојећих оштећења. Делови мозаика без тесера попуњени су малтером истог састава и карактеристика као што је малтер примењен за међуслој. Бетонска гредица урађена је са источне стране по ивици мозаика чиме је сада мозаик обезбеђен са свих страна. Санирањем оштећења, мозаик у просторији 34 је поново прекривен слојем песка.

³²² Подаци о фазама конзервације мозаика у просторији 16 су из докумената: Захтев за средства за конзервацију мозаика у просторији 16 локалитета 1а 1975. године, досије 1/Г, инв. бр. 12667; Захтев за средства за конзервацију мозаика у просторији 16 локалитета 1а 1976. године, досије 1/Г, инв. бр. 12669; Захтев за средства за конзервацију мозаика у просторији 16/2 локалитета 1а 1977. године, досије 1/Г, инв. бр. 12671. Документација се чува у Покрајинском Заводу за заштиту споменика културе у Новом Саду. Поступак конзервације мозаика у просторији 16 је публикован у: Богдан Ковачевић, “Конзерваторски радови на подним мозаицима просторије 16 на комплексу Царске палате у Сремској Митровици,” *Грађа за проучавање споменика културе Војводине*, 11/12, 1982/1983, 239–59.

³²³ Олга Брункер је извршила и публиковала датовање грађевинских фаза у просторији 16. Олга Брункер, “Прилог проучавања урбаног развоја Сирмијума: Просторија 16 ‘Царске палате’ у Сремској Митровици,” *Грађа за проучавање споменика културе Војводине*, 11/12, 1982/1983, 5–43.

³²⁴ Веселинка Савинова, “Антички мозаици Сирмијума,” магистарски рад, (Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2006), стр. 32.

³²⁵ Мозаик 16Ц је чуван у просторијама Завода у Сремској Митровици до реконзервације 2013. године на алуминијумским, алвеоларним носачима након чега је одлучено да се презентује на зиду Визиторског центра изнад просторије 16. Видети више у: Marijana Protić, Nemanja Smičiklas, and Vladimir Bulajić, “Conservation, Restoration and Presentation of Two Mosaics from Room 16, Imperial Palace Sirmium,” in *The Conservation and Presentation of Mosaics: At What Cost?: Proceedings of the 12th ICCM Conference, Sardinia, October 27-31, 2014*, ed. Jeanne Marie Teutonico et al. (Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2017), стр. 387–88.



Слика 35. Мозаици у просторији 16: **а)** један изнад другог А, Б, Ц; *Извор:* Олга Брункер, “Прилог проучавања урбаног развоја Сирмијума: Просторија 16 ‘Царске палате’ у Сремској Митровици,” *Грађа за проучавање споменика културе Војводине*, 11/12, 1982/1983, 5–43; **б)** Мозаик 16А; *Извор:* Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој урбанизма и архитектуре од I до VI века* (БЕОГРАД, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 228; **в)** Мозаик 16Ц; *Извор:* Богдан Ковачевић, “Конзерваторски радови на подним мозаицима просторије 16 на комплексу Царске палате у Сремској Митровици,” *Грађа за проучавање споменика културе Војводине*, 11/12, 1982/1983, 239–59, стр. 258.

Након готово пола века од прве конзервације мозаика на археолошком локалитету 1а, конзерватори Републичког завода за заштиту споменика културе и стручњаци из Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици су сходно увиду у стање мозаика 2010. године нагле промене микроклиматских услова средине изградњом Визиторског центра установили потребу за њиховом реконзервацијом. У периоду од 2014. до 2020. године извршена је реконзервација мозаика на новој подлози – носиоцу од алвеоларних саћастих панела у просторијама 14, 16 и 23. Реконзервација свих мозаика извршена је на исти начин, применом истих материјала. Из тих разлога као и због тога што ће мозаик у просторији 23 представљати полигон за експериментална истраживања у **7. и 8. поглављу**, значајно је објаснити процес реконзервације на његовом примеру.

Поступак реконзервације мозаика је обухватао сличне фазе као и током конзервације 70-тих и 80-тих година XX века само што су примењивани нови материјали. Цементни малтер је избачен из употребе и фрагменти су реконзервирани на новој подлози носиоцу. Поступак реконзервације мозаика се заснивао на: подизању фрагмената мозаика са подлоге, обради полеђине скинутих фрагмената, изради нове малтерне подлоге, постављању фрагмената на нову подлогу-носилац алуминијумске алвеоларне панеле, чишћењу и додатној консолидацији тесера, одабиру начина презентације (презентација у оригиналу како је нађен са свим оштећењима насталим током времена или рестаурација присутних мотива на основу података), изради нове армирано-бетонске плоче *in situ* и изливању цеметне кошуљице,

враћању конзервираних фрагмената мозаика на локалитет и постављање на алуминијумске профиле и завршној обради постављеног мозаика у просторији са које је подигнут.³²⁶

Реконзервација мозаика у просторији 23 рађена је током 2018-2019. године.³²⁷ Подизање фрагмената мозаика вршено је сечењем челичним копљима. На тај начин фрагменти који су се налазили на цеметној малтерној подлози и армиранобетонској плочи – носачу подизани су у целости. Претходно су се слојеви газе и јуте фиксирани за површински слој теселатума. Након подизања постављани су лицем на доле, односно на плочу од иверице. Како би се спречило расипање тесера урађене су опшивке по ивицама мозаика. Затим су се фрагменти мозаика упаковали и припремили за транспорт до радионице која се налази у згради Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици, где је вршена реконзервација (**Слика 36, а**). Потом се приступило чишћењу полеђине мозаика индустријским бруселицама и длетима како би се уклонио сав вишак цементног малтера. Након инсистирања на његовој примени током XX века употреба цементног малтера данас у конзервацији је неприхватљива. Полеђина и фуге су након грубе обраде чишћене ручно стоматолошким инструментима. Потом је нанет нов слој кречног малтера, што сличнији оригиналу. За справљање смеше кречног малтера коришћен је гашени креч као везиво, док је за агрегат примењен кварцни песак крупније и ситније гранулације. Размера мешања сировина малтерне смеше је 1:3. Коришћена је једна мера гашеног греча, наспрам две мере крупног кварцног песка и једне мере ситног кварцног песка. На камене тесере је прво изливен један слој малтера, затим је постављена рабиц мрежица од ПВЦ-а, на коју је нанет други слој малтера. Након 28 дана када је малтер достигао неопходну чврстоћу премазан је акрилним раствором акрилом (однос акрил:вода = 1:6). Затим је нанета смеша направљена од Мапеиа („Адесилекс П10“) и Изоластика, која има адхезивну улогу и којом је мозаик залепљен за алуминијумску подлогу, алвеоларно саће. Након недељу дана, када се успоставила адхезивна веза између малтерне подлоге и алвеоларних саћастих панела фрагменти мозаика су окренути лицем на горе при чему је извршено скидање платна и јуте са површине теселатума, потом је приступљено њиховом чишћењу и фиксирању крајњих тесера по ободу. Реконзервирани фрагменти мозаика на новој подлози су после свих описаних радова били спремни да се пренесу у Визиторски центар Царске палате.

Пре преношења реконзервираних фрагмената мозаика на локалитету, у просторији 23 је президан подзид кречним малтером, уместо цеметним који је коришћен приликом прве конзервације 70-тих. На донешени и набијени слој шљунка постављена је арматурна мрежа Q188 и изливен је бетон марке МБ = 30. Армиранобетонска плоча дебљине 12 cm пердашена је са горње површине. Након 9 дана урађена је цеметна кошуљица дебљине 5 cm са додатком перлита (однос везиво:агрегат = 1:3). Цеметна кошуљица је наредна три дана квашена водом.

У циљу омогућавања вентилације и сталне циркулације ваздуха постављени су алуминијумски профили димензија 40 x 40 x 3 mm, фиксирани типловима у цементну подлогу (**Слика 36, б**). На њих су наслагани фрагменти мозаика на алвеоларној подлози пренешени из радионице Завода. Када су се обезбедила средства, у октобру 2022. године извршени су финални радови на презентацији мозаика у просторији 23 (**Слика 36, в, г, д**). На површини недостајућих делова мозаика постављен је екструдирани полистирен – стиродур и изливена цементна кошуљица. Овим је реконзервација мозаика у просторији 23 окончана.

³²⁶ Завод за заштиту споменика културе у Сремској Митровици, „Елаборат за конзерваторско-рестаураторске радове на мозаицима *in situ* локалитета 1а – Царска палата у Сремској Митровици,“ Сремска Митровица, 2010, бр. 5-04/2010-3.

³²⁷ Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, „Грађевински дневник (ре)конзервације и рестаурације мозаика у просторији 23,“ Сремска Митровица, 2018-2019.



Слика 36. Реконзервација мозаика у просторији 23 (M23): а) реконзервација фрагмента мозаика на новој, алвеоларној подлози – носиоцу у радионици Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици; б) поствљени алвеоларни панели на потконструкцију *in situ* у просторији 23; в) и г) изливање цементне кошуљице у зонама делова мозаика који недостају; д) мозаик након конзервације. (Извор: Завод за заштиту споменика културе у Сремској Митровици, фотографисала Јадранка Вулетић).

5.3. Карактеристике Визиторског центра Царске палате Сирмијума

Културно добро од изузетног значаја археолошки локалитет 1а – Царска палата Сирмијума налази се у јужном делу Сремске Митровице, на углу улица Пиварске и Бранка Радичевића (Слика 37) и представља знатну депресију у односу на околни терен (Слика 38, а, б). Денивелација локалитета у односу на уличну инфраструктуру износи око 4 m (кота саобраћајнице је 82.40, док је локалитет на коти 78.30). Са његове источне стране налази се комплекс Пиваре, док је са јужне стране приватна кућа. Околина локалитета представља густо изграђено подручје које чине објекти из XVIII, XIX и XX века. Обала реке Саве удаљена је око 300 m од јужне границе локалитета.³²⁸

Остаци царске резиденције у Сирмијуму након истраживања и конзервације зидова просторија и подних мозаика реализованих у неколико фаза (1957-1960, 1971-1972. и 1974-1976, године) остављени су на отвореном, односно „под ведрим небом“, једино су подни мозаици наткривени танким слојем песка, при чему њихова презентација јавности није остварена. Међутим Завод за заштиту споменика културе у Сремској Митровици је препознао потенцијал да се изгради визиторски центар на локалитету *in situ*. То је реткост у градском подручју јер се углавном антички остаци налазе испод темељне зоне савремених објеката и путне инфраструктуре и онемогућен им је приступ. Остаци Царске палате нису презентовани у целости због ограничења парцеле, али и због тога што би се њеним даљим ископавањем нарушила постојећа саобраћајна инфраструктура. Поред презентације архитектонских

³²⁸ Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, „Локалитет 1а – Царска палата Сирмијум у Сремској Митровици: Идејно решење наткривања,“ Сремска Митровица, 2004.

остатака широј јавности, превасходно подних мозаика изузетне уметничке вредности касно-римског периода, разлог за покретање ове иницијативе јесу и присутни проблеми на самом локалитету који угрожавају целовитост културног добра од изузетног значаја. То су превасходно проблеми везани за однос архитектонских остатака царске палате и положаја локације у којој су смештени, односно насељеног урбаног језгра. Услед недовољне едукација локалног становништва о локалитету неретко би ова депресија у центру града постала идеално место за одлагање шута, отпада и смећа. Такође, дешавало се да аутомобили услед саобраћајних несрећа заврше на локалитету. Поред механичких утицаја, атмосферски утицаји као и недовољно одржавање локалитета оставили су значајна оштећења на архитектонским налазима Царске палате. Имајући то у виду, презентација у протеклих 50 година се показала као неадекватна. Прилоком конзервације и санације локалитета током 2003. и 2004. године установљено је да је неопходно у циљу очувања архитектонских остатака вршити знатна и стална улагања. Колеге из Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици упоређујући очуваност остатака базилике Светог Димитрија (локалитет 59) у затвореном и контролисаном простору и налаза Царске палате установили су да би адекватнију заштиту представљало наткривање и затварање локалитета.³²⁹ Како би се архитектонски остаци Царске палате Сирмијума на археолошком локалитету 1а заштитили од даљег пропадања, а подни мозаици открили и презентовали посетиоцима, донета је одлука да се изгради један такав објекат (*Слика 38, в*). Изградња објекта је трајала од 2006-2009. године. Визиторски центар је свечано отворен 2010. године. Пројекат су финансијски подржали Министарство за културу, Министарство за економију и регионални развој и град Сремска Митровица. Аутори идејног решења Визиторског центра Царске палате Сирмијум су архитекте – конзерватори Адријана Шкорић и Иван Филиповић из Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици.³³⁰



Слика 37. Позиција Царске палате на углу улица Пиварске и Бранка Радичевића у Сремској Митровици, (Извор: Аутор).

³²⁹ Исто.

³³⁰ Nemanja Smičiklas, Marijana Protić, and Aleksa Jelikić. "The archeological site of Sirmium, Sremska Mitrovica, Serbia: Condition survey and development of a conservation and maintenance program for the mosaics." in *Managing archeological sites with mosaics: From real problems to practical solutions: The 11th conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics, Meknes and Volubilis, 24-27 October 2011*. ed. Demetrios Michaelides and Anne-Marie Guimier-Sorbets (Firenze: EDIFIR-Edizioni, 2017), 225-242, (227-230).



Слика 38. Археолошки локалитет 1а Царске палате Сирмијума пре и након изградње Визиторског центра: а) Поглед на локалитет ка истоку 2004. године; б) Поглед на локалитет ка југу 2004. године, (Извор: Документација Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици); в) Визиторски центар Царске палате Сирмијума, (Извор: Аутор).

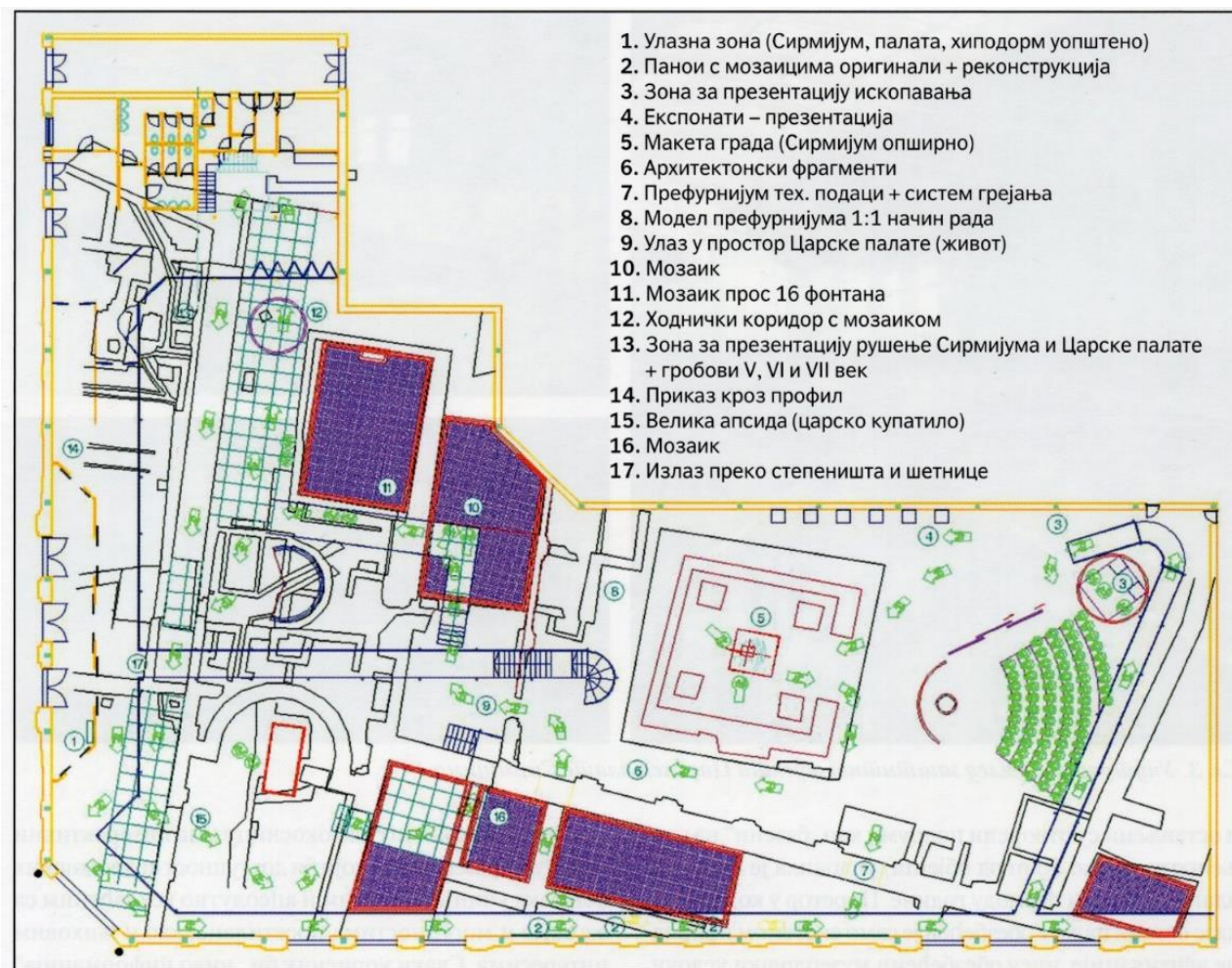
Идејним решењем је предвиђено да се цео простор локалитета 1а наткрије објектом приближне површине од 2680 m² чија ће архитектура одговарати урбаном окружењу, а који ће функционално задовољавати потребе заштите и презентације архитектонских остатака и подних мозаика.³³¹ Габарит објекта прати регулацију Пиварске и Улице Бранка Радичевића тако да образује ћирилично слово „Г“. У обликовном смислу корпус објекта чине три целине: два подужна волумена – тракта која се на углу парцеле спајају, док се на месту споја уздиже свод у виду лантерне са порталом на углу. На тај начин је још више наглашен присутан мотив угла.³³²

Програмско решење Визиторског центра Царске палате Сирмијума је требало да првенствено омогући презентацију архитектонских остатака, зидова Царске палате и подних мозаика посетиоцима, са пропратним садржајима који би омогућили угоднију посету и учинили је економски исплативом, а све у циљу обезбеђења финансијских средстава за континуирано одржавање локалитета. У складу са програмском поставком и захтевима пројектног задатка проистекло је функционално решење Визиторског центра. Објекат има три

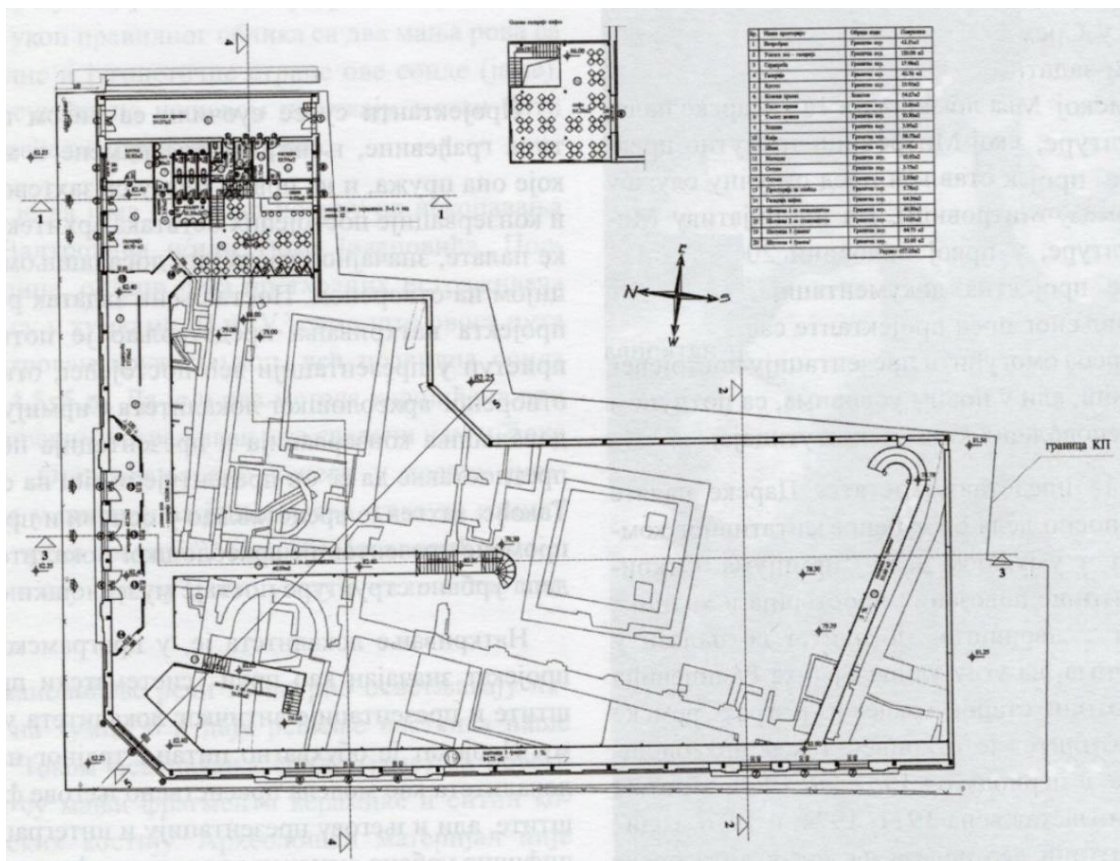
³³¹ Адријана Шкорић, “Пројекат наткривања Царске палате Сирмијума,” *Гласник друштва конзерватора Србије* (ДКС) 32 (2008): 71–74, (72).

³³² *Исто*, стр. 73; Адријана Шкорић, “Заштита Царске палате Сирмијума у Сремској Митровици,” *Гласник друштва конзерватора Србије* (ДКС) 38 (2014): стр. (178–180), 178.

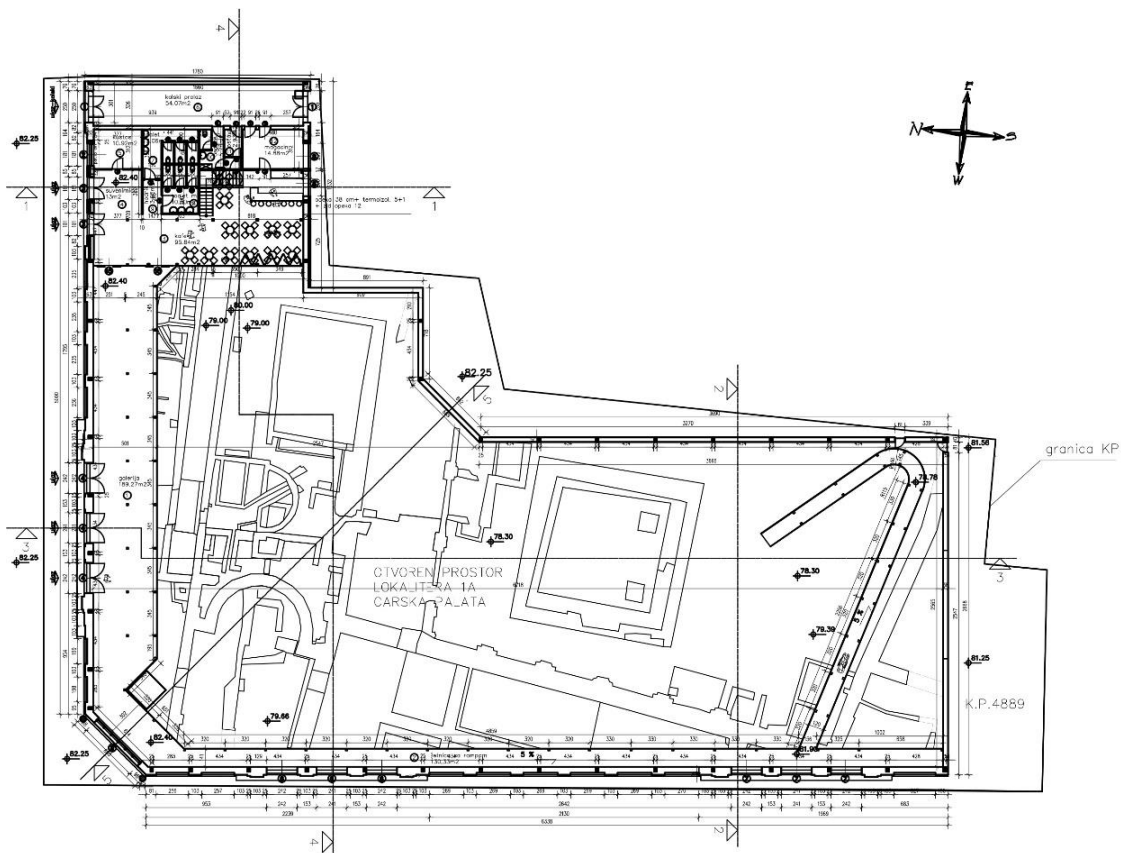
нивоа: ниво археолошких налаза - сутерен, приступни ниво - приземље и први спрат. Објекту се приступа из Пиварске улице, тако да су у приземљу смештене улазна зона са портирницом и сувенирницом, административном просторијом за запослене, санитарном просторијом и услужним садржајем - кафићем са посебним економским улазом за доставу. Из улазне зоне ступа се на галерију са које је омогућена визура на локалитет. Поред визуелне инспекције архитектонских налаза презентација је употпуњена ради бољег разумевања оног што се презентује макетама, видеобимовима, технологијом проширене стварности (*Augment Reality*), дигиталним приказима и деланих реконструкција унутрашњости просторија Царске палате. Нивоу са археолошким налазима омогућен је приступ шетном стазом постављеном по ободу локалитета, уз западни зид Визиторског центра. Превасходно је било планирано да посетиоци могу да сиђу на археолошки ниво и да имају непосредан контакт са архитектонским остацима. Међутим, пошто планиране шетне стазе према идејном решењу и главном пројекту нису изведене у потпуности (*Слика 39* и *Слика 40*), тренутно је приступ налазима за посетиоце забрањен, већ их они могу посматрати са галерије или поменуте шетне стазе до одређеног дела (*Слика 41*). На првом спрату према идејном решењу је планирано да се налази други ниво кафића са галеријом и погледом на ископине (*Слика 40*).



Слика 39. Идејно решење презентације остатака Царске палате на археолошком локалитету 1а, (Извор: Адријана Шкорић, “Заштита Царске палате Сирмијума у Сремској Митровици,” *Гласник друштва конзерватора Србије – ДКС*, 38, 2014, 178–180, 179).



Слика 40. Главни пројекат Визиторског центра Царске палате Сирмијума, (Извор: Адријана Шкорић, “Пројекат Наткривања Царске Палате Сирмијума,” Гласник Друштва Конзерватора Србије – ДКС, 32, 2008, 71–74, 72).



Слика 41. Пројекат изведеног стања Визиторског центра Царске палате Сирмијума, (Извор: Документација Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици).

Примарна конструкција Визиторског центра је решена формирањем ободних зидова од опеке који прате регулациону линију, док у подземној етажи потпорни армиранобетонски зидови оптерећење преносе на тракасте темеље. На тај начин је избегнуто постављање масивних ослонаца унутар локалитета и девастација налаза. Кровна конструкција рађена је од лепљеног ламелираног дрвета покривена лимом и поликарбонатним плочама типа лексан у сегментима (*Слика 42*). Главни лучни носачи од лепљеног ламелираног дрвета премошћавају распоне од 28–38 m.³³³ Између њих су постављени секундарни дрвени носачи. Независно од примарне конструкције објекта решена је конструкција шетних стаза и галерије у виду армиранобетонских плоча чије се оптерећење преко кутијастих челичних профила преноси тачкасто на армиранобетонске темеље самце.



Слика 42. Изградња Визиторског центра Царске палате Сирмијума – примарна конструкција, (Извор: Документација Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици; фотографисао: Иван Филиповић, архитекта – конзерватор).

³³³ Адријана Шкорић, “Заштита Царске палате Сирмијума у Сремској Митровици,” *Гласник друштва конзерватора Србије – ДКС*, 38 (2014): 178–180, (178).

Материјализација објекта је урађена са идејом да „*рефлектује значај онога што презентује*.“³³⁴ Из тих разлога аутори су се одлучили за фасадну опеку. На западној и северној фасади смењују се пиластри постављени на међусобно једнаком растојању. Ритам пиластра прекидају сегменти са порталима наглашени тимпаноном при врху. Иако је превасходно пројектом предвиђена дрвена столарија уграђени су ПВЦ фиксни прозори са двоструким термоизолационим стаклом на северној, западној и источној фасади, док су на углу примењени стаклени панели са алуминијумским профилима.

Изнад северног и западног тракта објекта формиран је двоводан кров са покривачем од равног, алуминијумског, бојеног лима. У слемом делу крова северног и западног тракта објекта подигнуте су лантерне покривене поликарбонатним плочама, док је исто материјализован и надвишени свод на углу. Сходно примењеној материјализацији постигнута је значајна осветљеност унутрашњег простора природном светлошћу тако да је новоформиран амбијент представљао илузију отвореног простора.

Што се тиче **термичких карактеристика** Визиторског центра, објекат није термоизоливан. Термоизолација није постављена ни у крову, а ни у фасадним зидовима при чему је велики коефицијент пролаза топлоте. Унутрашња микроклима је условљена дневним и сезонским променама спољашње микроклиме, што значи да ће сходно закону термодинамике два термодинамичка система увек тежити да се изједначе, односно да буду у равнотежи, тако да ће после одређеног временског закашњења унутрашњи услови бити слични спољашњим.

Пројектом је предвиђен и добро осмишљен систем проветравања и климатизације како би се контролисала температура и релативна влажност, међутим овај систем иако је реализован никада није пуштен у рад због квара који се није могао поправити, односно због неогдговарајуће инфраструктуре која није могла да подржи рад система.³³⁵ Природно проветравање је предвиђено да се врши у зони кровних лантерни. Свако треће бочно поље лантерне има хоризонталне прорезе у вертикално постављеном поликарбонатном панелу, односно фиксне шалоне.³³⁶ Оне нису имале своју улогу јер вентилациони систем није радио, а такође услед предвиђених малих прореза, прашина и друге нечистоће су их током времена затвориле. Због предвиђеног система за вентилацију који се није могао пустити у рад, објекат је конципиран као један затворени простор тако да се из тих разлога ни прозори на источној, западној и северној страни не отварају. Сходно свему изнетом, тренутно у Визиторском центру Царске палате не постоји природна вентилација. Током летњих месеци када је температура висока, а исушивање велико, да не би неком од посетилаца позлило отварају се двокрилна врата на северној фасади објекта. То свакако није довољно, а ни адекватно решење, јер се на тај начин ствара проблем контроле улаза у Визиторски центар.

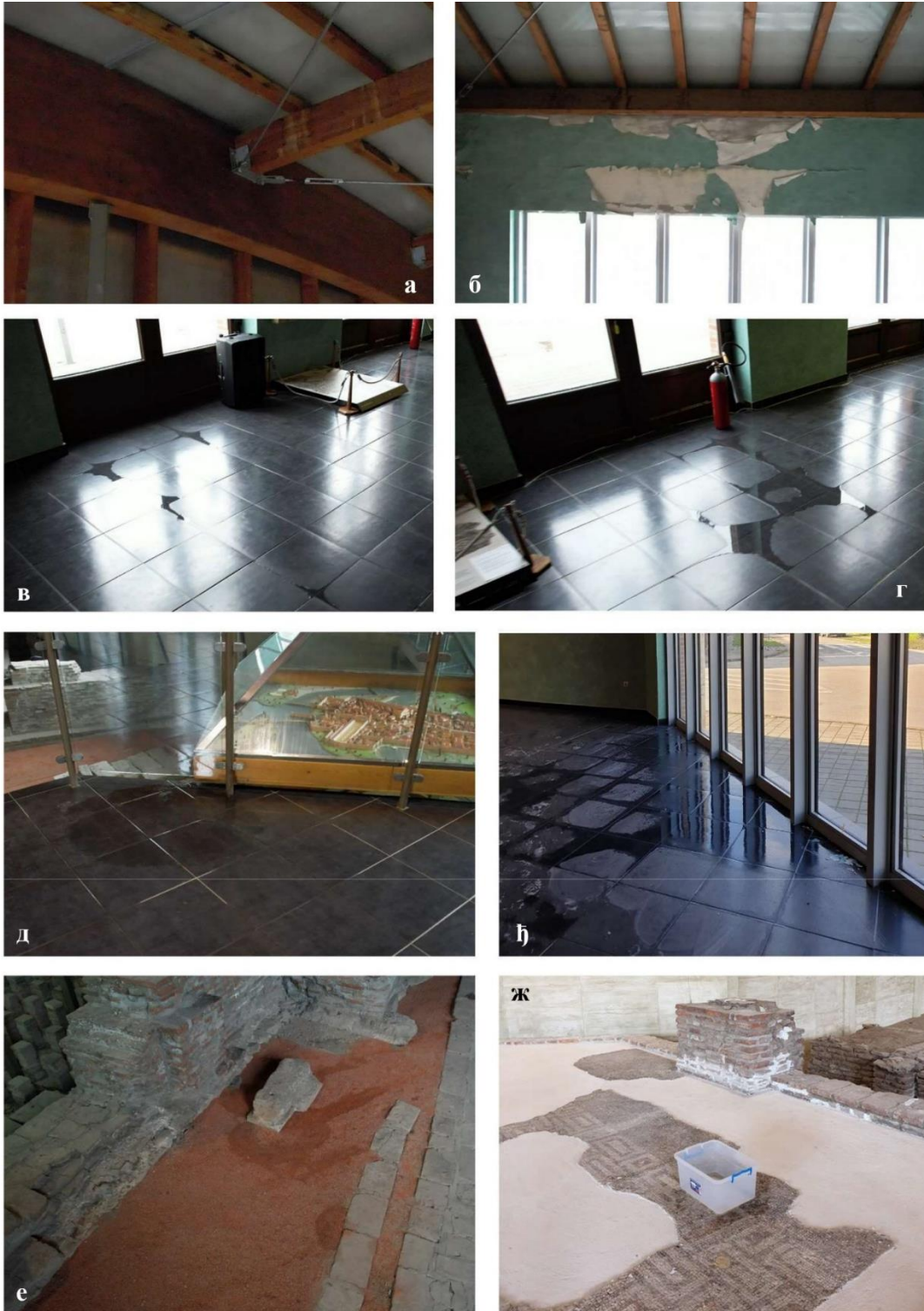
Одводњавање воде са крова је предвиђено и решено хоризонталним и вертикалним олуцима. Међутим, последњих година на неколико места где нису добро изведени спојеви кровног покривача услед падавина долази до прокишњавања (*Слика 43, а, б, д, е, ж*). Такође, тамо где су олуци дотрајали потребно их је заменити новим. Услед кише ношене ветром инфилтрација воде у унутрашњост објекта Визиторског центра Царске палате дешава се и у зони прозорских отвора и застакљеног портала на углу (*Слика 43, в, г, ђ*). Поред инфилтрације воде у унутрашњост објекта услед прокишњавања крова у Визиторском центру Царске палате је присутан капиларни прилив воде/влаге из земље имајући у виду да не постоји плоча на тлу са хидроизолацијом.

³³⁴ Адријана Шкорић, „Пројекат Наткривања Царске Палате Сирмијума,” *Гласник друштва конзерватора Србије – ДКС*, 32, 2008, 71–74, (73).

³³⁵ Исто, стр. 73-74; Smičiklas, Nemanja, Marijana Protić, and Aleksa Jelikić. “The archeological site of Sirmium, Sremska Mitrovica, Serbia: Condition survey and development of a conservation and maintenance program for the mosaics.” in *Managing archeological sites with mosaics: From real problems to practical solutions: The 11th conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics, Meknes and Volubilis, 24-27 October 2011.* ed. Demetrios Michaelides and Anne-Marie Guimier-Sorbets (Firenze: EDIFIR-Edizioni, 2017), 225-242, (230-231).

³³⁶ Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, “Локалитет 1а – Царска палата Сирмијум у Сремској Митровици: Идејно решење наткривања,” Сремска Митровица, 2004.

Иако затворене заштитне структуре, за разлику од отворених, омогућавају формирање контролираних микроклиматских услова независно од спољашње микроклиме, то није остварено код Визиторског центра Царске палате Сирмијума. Наткривање локалитета у целости објектом наведених карактеристика створени су неадекватни услови како за презентацију мозаика *in situ*, тако и за боравак посетилаца. О нестабилним микроклиматским условима средине у Визиторском центру Царске палате Сирмијума и узрочницима који су томе допринели биће више речи у наредном поднаслову.



Слика 43. Инфилтрација воде у објекат Визиторског центра Царске палате Сирмијума: а, б, д, е, ж - услед прокишњавања кровне конструкције; в, г, ђ - Услед кише ношене ветром у зони прозорских отвора, (Извор: Аутор).

5.4. Промена микроклиматских услова средине

Након презентације остатака Царске палате Сирмијума на археолошком локалитету 1а у Сремској Митровици више од 50 година „под ведрим небом“, изградњом Визиторског центра који има функцију објекта са музеолошком поставком 2009. године обезбеђена је физичка заштита од директних атмосферских утицаја, дејства кише, снега, сунчеве радијације... Међутим, наткривање локалитета и формирање затвореног простора условило је промену микроклиматских услова средине, дошло је са једне стране до наглог исушивања архитектонских структура, као и до појаве повећене влажности у микроклими затвореног дела локалитета и појединим презентованим зонама (Слика 44). Имајући у виду да не постоји плоча на тлу, већ под локалитета чини земља, постоји константан капиларни прилив влаге који је у појединим периодима године израженији. Појачан прилив влаге из земље се може уочити уколико се посматра тло локалитета у односу на позиције дренажних бунара који су изведени пре наткривања када су архитектонски остаци презентовани на отвореном. Поред визуелне инспекције последица капиларног прилива воде/влаге из земље јесте појава зелених алги које су идентификоване узимањем узорака и биолошким испитивањем (Слика 45).³³⁷



Слика 44. Промена микроклиматских услова средине након наткривања локалитета: а, б) унутрашњост локалитета непосредно након завршетка радова на изградњи Визиторског центра; в) Процес исушивања код мозаика у просторији 16 (M16) и г) код мозаика у просторији 14 (M14), (фотографисао: Иван Филиповић, архитекта – конзерватор).

³³⁷ Биолошка анализа је урађена у Институту Јевремовац 2021. године.



Слика 45. Идентификовано присуство зелених алги које су показатељ прилива воде/влаге из земље и високих вредности релативне влажности ваздуха у објекту, (Извор: Аутор).

Адријана Шкорић, аутор идејног решења Визиторског центра, сматра да је разлог повећаног прилива влаге током кишног периода године нарушавање слива атмосферских вода у непосредном окружењу. Наиме, уклањањем комплекса старе пиваре на суседној парцели (удаљене 50 m од Визиторског центра Царске палате) остављени су отворени подруми без горње таванице, који се понашају као базени и задржавају атмосферску воду.³³⁸ Такође, колеге из Републичког завода наводе да би узрок повећаног капиларног прилива воде/влаге могла представљати близина реке Саве.³³⁹ Приликом обилних киша када дође до пораста водостаја, повећава се и влага у објекту Царске палате. Сходно томе, влага у Визиторском центру варира у зависности од кишног и сушног периода чиме је присутно смењивање влажних и сувих циклуса. Утицај подземних вода свакако може бити узрок капиларног прилива воде/влаге имајући у виду геолошке карактеристике тла. Подручје Сремске Митровице од давнина (од античког периода) имало је проблема са подземним водама. Познато је да су темељи античких грађевина били у води која се капиларно пењала навише до кровних венаца. Она и данас представља узрок оштећења античких налаза. Имајући у виду да ниво подземних вода зависи од различитих фактора, поред водостаја Саве на задржавање атмосферске воде на вишим котама утичу водонепропусни слојеви лесне глине. Када се подземна вода јави на вишим котама у односу на коту водостаја Саве то значи да није узрокована њиме. На пример, приликом археолошких истраживања 1996. године установљено је да је на подручју локалитета бр. 80 нивелета подземних вода 78.46 m, а ниво водостаја Саве је тада био 73.5 m надморске висине.³⁴⁰ Да би се потврдила или оповргла претпоставка утицаја подземних вода на локалитету 1a Царске палате Сирмијума неопходно је урадити хидрогеолошка истраживања и установити на којој су коти.

Поред утицаја из окружења, формирању неадекватног микроклиматског режима допринеле су и карактеристике Визиторског центра. Прокишњавање крова на неколико места као и неопходност замене дотрајалих олука који пропуштају, па се вода слива и кваси фасадне зидове, представљају још један узрок високих вредности релативне влажности ваздуха у Визиторском центру Царске палате. Применом поликарбоната, транспарентног материјала за

³³⁸ Адријана Шкорић, “Заштита Царске палате Сирмијума у Сремској Митровици,” *Гласник друштва конзерватора Србије – ДКС*, 38, 2014, 178–180, (179-180).

³³⁹ Smičiklas, Nemanja, Marijana Protić, and Aleksa Jelikić. “The archeological site of Sirmium, Sremska Mitrovica, Serbia: Condition survey and development of a conservation and maintenance program for the mosaics.” in *Managing archaeological sites with mosaics: From real problems to practical solutions: The 11th conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics, Meknes and Volubilis, 24-27 October 2011*. ed. Demetrios Michaelides and Anne-Marie Guimier-Sorbets (Firenze: EDIFIR-Edizioni, 2017), 225-242, (230-231).

³⁴⁰ Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој Урбанизма и архитектуре од I до VI века* (Београд, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 99.

кровни покривач, омогућени су топлотни добици. Последице које су уследиле, манифестовале су се као ефекат стаклене баште, при чему су услови повећане температуре и влажности ваздуха pogodovali развоју микроорганизама и ниске вегетације.³⁴¹ Међутим, присутан устајали ваздух указује на непостојање вентилације/проветравања што негативно утиче на удобност посетилаца приликом посете локалитету. Како би се ефекти стакленика ублажили, на поликарбонатне кровне плоче 2016. године је постављен лим, чиме је смањен упад сунчевих зрака и осветљеност локалитета, међутим поменути проблеми попут прегревања у летњим месецима су и даље присутни, јер објекат није термоизоливан (термоизолација није примењена ни у крову, а ни у фасадним зидовима).



Слика 46. Постављање лименог покривача на лантерне у подужним деловима објекта и на свод, на углу: а, б, в) Визиторски центар пре покривања лантерни и свода на углу лимом и г, д, љ) Визиторски центар након покривања лантерни и свода на углу лимом. (Извор: Аутор).

³⁴¹ Smičiklas, Nemanja, Marijana Protić, and Aleksa Jelikić. "The archeological site of Sirmium, Sremska Mitrovica, Serbia: Condition survey and development of a conservation and maintenance program for the mosaics." in *Managing archeological sites with mosaics: From real problems to practical solutions: The 11th conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics, Meknes and Volubilis, 24-27 October 2011*, ed. Demetrios Michaelides and Anne-Marie Guimier-Sorbets (Firenze: EDIFIR-Edizioni, 2017), 225-242.

Поменуте карактеристике локалитета 1а и Визиторског центра условиле су честе микроклиматске промене које су се манифестовале на очување мозаика. Услед топлотних добитака лети дошло је до прегревања унутрашњости, односно до пораста температуре ваздуха. Висока температура ваздуха иницирала је процесе исушивања (*Слика 47, б*), а тиме и кретање растворних соли до момента њихове кристализације што је допринело разарању морфолошке структуре мозаика, али и његове читљивости на местима где је кристализација наступила на површини теселатума, тзв. ефлоресценција. Имајући у виду да од вредности Т и RH зависе циклуси кристализације и растварања присутних растворних соли осцилација поменутих параметара узрокује промену запремине пора градивних материјала мозаика што за последицу има разградњу његове структуре. Исте ефекте по мозаик има смењивање влажних и сувих циклуса када долази до ширења и скупљања пора градивних материјала. Утицаји микроклиматских услова средине на процесе детериорације мозаика објашњени су детаљно у **поднаслову 8.1**.

Сходно затеченом стању, остаци Царске палате су перманентно угрожени. Неуравнотежен микроклиматски режим, осцилације температуре и релативне влажности ваздуха, као и нус појаве у виду микроорганизама на налазима и ниска вегетација су главни ризици за очување и показатељи угрожености културног добра (*Слика 47*). Услед овакве ситуације, а у циљу спречавања даље девастације већина мозаика након изградње Визиторског центра Царске палате Сирмијума није презентована, већ су покривени слојем песка.



Слика 47. Неуравнотежени микроклиматски услови средине у Визиторском центру Царске палате Сирмијума: а) зимаска сезона; б) летња сезона, (Извор: Аутор).

У Визиторском центру Царске палате Сирмијума рађена су блиц мерења термохигрометријских параметара на основу којих се нису могли извести релевантни закључци.³⁴² Да би се установио микроклиматски режим неопходно је вршити праћење термохигрометријских параметара као и физичке процесе који се дешавају у мозаицима услед њихових варијација у континуитету, минимум годину дана. Сходно томе утицај микроклиматских параметара на мозаике у Визиторском центру Царске палате Сирмијума испитаће се у трећој целини кроз експериментална истраживања, како би се установио оптималнији микроклиматски режим за њихову презентацију *in situ*.

³⁴² Испитивање микроклиматских параметара, релативне влажности ваздуха и температуре, вршена су свега 30 минута, инфрацрвеним термометром са хигрометром (модел ТЕСТО 845). Видети више у: Smičiklas, Nemanja, Marijana Protić, and Aleksa Jelikić. "The archeological site of Sirmium, Sremska Mitrovica, Serbia: Condition survey and development of a conservation and maintenance program for the mosaics." in *Managing archeological sites with mosaics: From real problems to practical solutions: The 11th conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics, Meknes and Volubilis, 24-27 October 2011*. ed. Demetrios Michaelides and Anne-Marie Guimier-Sorbets (Firenze: EDIFIR-Edizioni, 2017), 225-242.

ЦЕЛИНА ТРЕЋА. Утврђивање оптималних микроклиматских услова средине за презентацију мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума: Експериментална истраживања

6. МИКРОКЛИМА И МИКРОКЛИМАТСКИ ПАРАМЕТРИ

Како би се уопште говорило о микроклими и микроклиматским параметрима и њиховим утицајима на детериорацију античких мозаика неопходно их је преваходно дефинисати и објаснити.

Клима потиче од грчке речи *κλίμα* која означава временске прилике неке области, краја.³⁴³ Често долази до погрешног тумачења времена и климе, односно до поистовећивања ова два термина која не значе исто. Време је тренутно стање климатских елемената изнад неког места, док клима представља просечан вишегодишњи режим времена посматраног подручја.³⁴⁴ Клима зависи од међусобног садејства климатских чинилаца: географске ширине, надморске висине, распореда копна и мора, рељефа, морских струја и ветрова, па и човека чији се утицај на животну средину у последње време све више одражава на климатске промене. Климату неког подручја одређују климатски чиниоци, а њене карактеристике се манифестују кроз климатске елементе: температуру, влажност ваздуха, ваздушни притисак, падавине, трајање сунчевог сјаја, облачност и ветрове. Према Светској метеоролошкој организацији (*World Meteorological Organization – WMO*) 30 година је стандардни референтни временски период који се узима при статистичкој анализи метеоролошких параметара.³⁴⁵ Статистичком обрадом тридесеогодишњих метеоролошких података долази се до просечних годишњих вредности климатских елемената који представљају карактеристике климе посматраног подручја. У зависности од просторног обухвата који се проучава користе се термини макроклима, мезоклима и микроклима. Макроклима представља климу планете Земље и великих предеоних целина, континената, земаља, док мезоклима или локална клима обухвата климу мањих предеоних целина нпр. града. Микроклима се односи на стање приземног слоја атмосфере (до 2 m висине) на малом просторном обухвату (нпр. део града).³⁴⁶ Међутим, насупротив претходној дефиницији, термин микроклима је у свакодневной употреби и користи се са различитим значењима. Тумачења се разликују у зависности од величине просторног обухвата који се посматра и у односу на шта се посматра. Појам микроклиме многи географи и климатолози употребљавају када говоре о климатским карактеристикама неког места, убаном или руралном подручју, иако је претходно наведено да се за исти просторни обухват користи термин локална клима. Поред тога микроклима је термин који се употребљава за агеографске величине, односно између осталог и за амбијенталне услове објеката различитих намена.³⁴⁷ Међутим, када се посматра у контексту очувања споменика микроклима се односи на амбијенталне услове непосредног окружења споменика који имају директан утицај на његова физичка својства.³⁴⁸ Илустровано кроз примере термин микроклиме се може односити на метеоролошке услове дела трга на коме се споменик културе налази (нпр. објекат, статуа), али такође може представљати унутрашње амбијенталне услове просторије у којој се излажу

³⁴³ Милан Вујаклија. *Лексикон страних речи и израза*, (Београд: Просвета, 1996/7), 415.

³⁴⁴ Душан Дукић, *Климатологија са основима метеорологије* (Београд: Народна књига 1967), 172-173; Рекнагел, Шпренгер, Шрамек, Чеперковић, Грејање и климатизација, превод: Загорка Чеперковић, Станислав Чеперковић, Елизабета Здравковић, Душан Ћировић (Врњачка Бања: Интерклима, 2004), 10.

³⁴⁵ http://web.archive.loc.gov/all/20141001233620/https%3A//www.wmo.int/pages/themes/climate/climate_data_and_products.php, приступљено 23.3.2023.

³⁴⁶ Милан Вујаклија. *Лексикон страних речи и израза*, (Београд: Просвета, 1996/7); Душан Дукић, *Климатологија са основима метеорологије* (Београд: Народна књига 1967), 177-179, 202-203.

³⁴⁷ Душан Дукић, *Климатологија са основима метеорологије* (Београд: Народна књига 1967), 178-179.

³⁴⁸ Dario Camuffo. *Microclimate for cultural heritage Conservation, restoration, and maintenance of indoor and outdoor monuments*. Waltham, San Diego: Elsevier 2014. Second Edition. pp. 3-4. ISBN: 978-0-444-63296-8.

артефакти. У првом случају физичка својства споменика зависе од карактеристика спољашње микроклиме, а у другом случају од параметара унутрашње микроклиме објекта која је формирана услед утицаја спољашњих микроклиматских фактора. Уколико је предмет интересовања артефакт који се презентује у објекту, затвореном простору, постоји стална интеракција између артефакта, унутрашње микроклиме, објекта у коме се презентује и/или чува и спољашње микроклиме, односно локалних климатских карактеристика места. У литератури се срећу и термини наноклима и пикоклима који се употребљавају када се говори о споменику или неком његовом делу.³⁴⁹

У наставку ће се извршити анализа карактеристика климе у Србији са посебним освртом на локалне карактеристике климе у Сремској Митровици, затим ће се објаснити фактори који утичу на формирање микроклиме у објектима, а претходно дефинисати унутрашњи микроклиматски параметри. На крају ће се извршити анализа актуелних препорука и стандарда о оптималним микроклиматским условима за очување музејских збирки са фокусом на античке подне мозике.

6.1. Карактеристике климе у Србији

Имајући у виду да карактеристике климе утичу на постојаност артефаката, налаза, а разликују се у зависности од типа климата неопходно их је познавати за просторни обухват од интереса. Клима Србије је умерено-континентална. Условљена је географским положајем, рељефом и осталим локалним карактеристикама подручја. Има четири годишња доба пролеће, лето, јесен и зиму. Јесен је топлија од пролећа и има дуже сунчане периоде. Зима није тако оштра. Пролеће је кишовито, док лето нагло стиже.³⁵⁰

Референтна институција која врши вишедеценијски мониторинг карактеристика климе у Србији је Републички хидрометеоролошки завод (РХМЗ). Најновији извештај о карактеристикама Климe у Србији објављен је 2016. године. Он је обухватио статистичку обраду и анализу података прикупљених са 30 главних метеоролошких станица у Србији за период од 1981-2010. године.³⁵¹ Имајући у виду да климатске карактеристике Србије представљају средње вредности читавања спроведених на 30 метеоролошких станица постављених у различитим пределима наше земље, ипак локалне карактеристике климе неких градова и подручја у Србији значајно се разликују. Превасходно на то утичу карактеристике позиције самог места, надморска висина, рељеф, ветрови. Имајући у виду да се микроклиматски мониторинг врши у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царска палата Сирмијум, у данашњој Сремској Митровици, поред карактеристика климе у Србији анализирани су и локалне карактеристике климе у овом граду за поменути период праћења од 1981-2010. године.

Обрадом података РХМЗ-а установљено је да је средња годишња температура за посматрани период на 22 метеоролошке станице била између 11 и 12 °С. На карти (*Слика 48*) приказане су средње годишње температуре ваздуха за период од 1981-2010. године. Највиша средња годишња температура забележена је у Београду 12,5 °С, а најнижа на Копаонику 3,7 °С.³⁵² На основу картографског приказа евидентно да су вредности температуре условљене надморском висином, тако да су најмање средње годишње вредности на планинама. У Централној Србији и Војводини средње годишње вредности температуре се крећу од 10-12 °С. Највећа средња годишња температура је установљена у Београду. Појава формирања урбаних,

³⁴⁹ Dario Camuffo. *Microclimate for cultural heritage Conservation, restoration, and maintenance of indoor and outdoor monuments*. Waltham, San Diego: Elsevier 2014. Second Edition. pp. 3. ISBN: 978-0-444-63296-8.

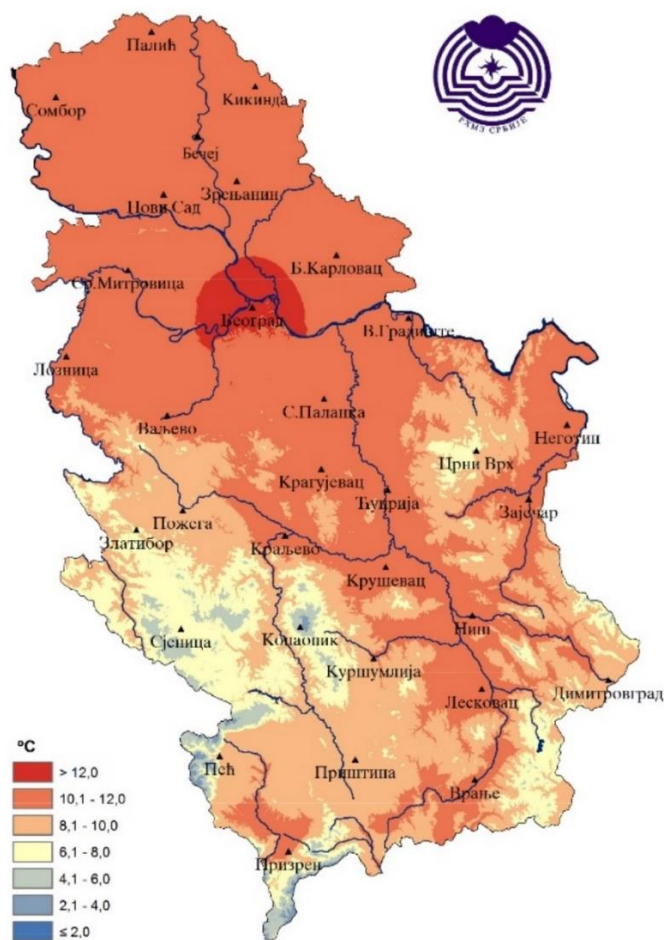
³⁵⁰ Доступно на: http://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/latin/Klima_Srbije.pdf (приступљено 9. 8. 2021)

³⁵¹ Републички хидрометеоролошки завод Србије, Климатске карактеристике Србије, доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf приступљено дана: 23.3.2023.

³⁵² Исто, стр. 2.

топлотних острва је својствена за урбане, градске центре где је температура знатно већа него на периферији при чему овај феномен представља директну последицу прекомерене урбанизације и изградње на рачун зелених површина.

У Сремској Митровици средња годишња вредност температуре за тридесетогодишњи период осматрања и праћења износи 11,3 °C.³⁵³



Слика 48. Средње годишње температуре ваздуха за период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 3, приступљено 23.3.2023.)

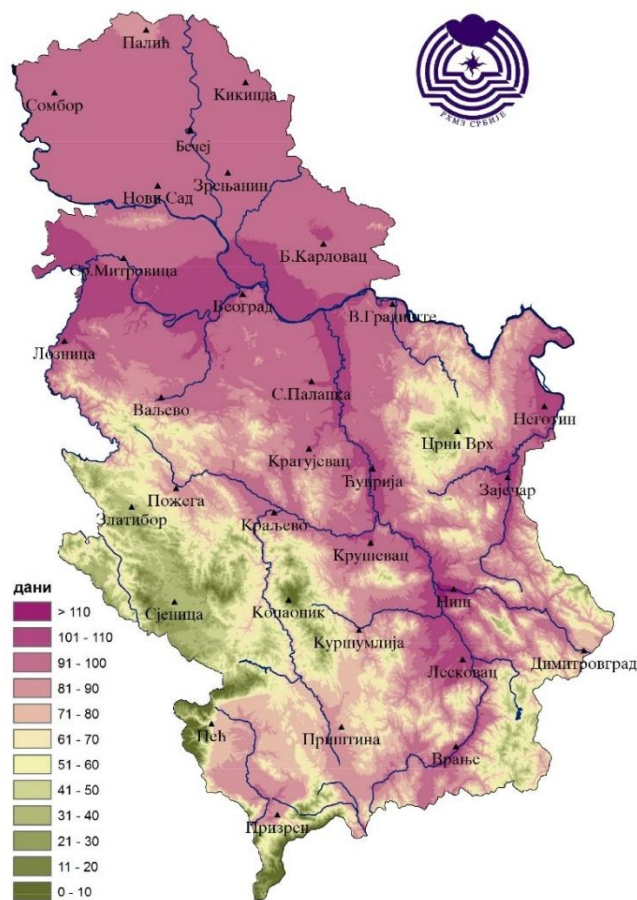
Што се тиче екстремних вредности, максималних и минималних очитаних вредности температуре, за посматрани тридесетогодишњи период, апсолутни максимум је забележен 24. јула 2007. у Смедеревској Паланци и износио је 44,9 °C, док је најнижа измерена температура била -39,5 °C 29.1.1987. године код Сјенице.³⁵⁴ У Сремској Митровици максимална очитана вредност температуре је била 40,7 °C, а најнижа -29,5 °C.³⁵⁵

³⁵³ Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено дана: 23.3.2023.

³⁵⁴ Републички хидрометеоролошки завод Србије, Климатске карактеристике Србије, стр. 2, доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf приступљено дана: 23.3.2023. (Републички хидрометеоролошки завод Србије 2016)

³⁵⁵ Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено дана: 23.3.2023.

Статистичком анализом РХМЗ-а установљен је просечан број летњих³⁵⁶, тропских³⁵⁷, ледених³⁵⁸ и мразних³⁵⁹ дана током године у Србији. На карти (*Слика 49*) приказан је просечан број летњих дана у Србији на годишњем нивоу. Сходно овом приказу, може се установити да је у највећем делу Војводине и Централне Србије број летњих дана током године од 91-100. Сремска Митровица такође има у овом опсегу број летњих дана на годишњем нивоу. У равничарским пределима, дуж сливова Саве, Дунава, Западне, Јужне и Велике Мораве присутан је највећи бој летњих дана током године. Приметно је да са порастом надморске висине опада температура, па тиме и просечан број летњих дана током године. Зато је на већој надморској висини, на планинама, забележен најмањи број летњих дана. Према извештају РХМЗ-а просечан број летњих дана у Србији на годишњем нивоу се креће у нижим пределима од 89 (у Пожеги) до 111 (у Нишу), док је у пределима са већом надморском висином тај број знатно мањи и креће се од 2 (на Копаонику) до 37 дана (у Сјеници). Највећи број летњих дана је забележен у Неготину (148 летњих дана) 2012. године.³⁶⁰



Слика 49. Просечан број летњих дана у Србији за период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 8, приступљено 23.3.2023.)

Исте 2012. године је забележен и највећи број тропских дана у односу на цео период праћења. Највише тропских дана било је у Нишу (95 дана). На *Слика 50* приказан је просечан

³⁵⁶ Летњи дан представља дан са максималном дневном температуром > 25 °C. Републички хидрометеоролошки завод Србије, Климатске карактеристике Србије, стр. 7, доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf приступљено 23.3.2023.

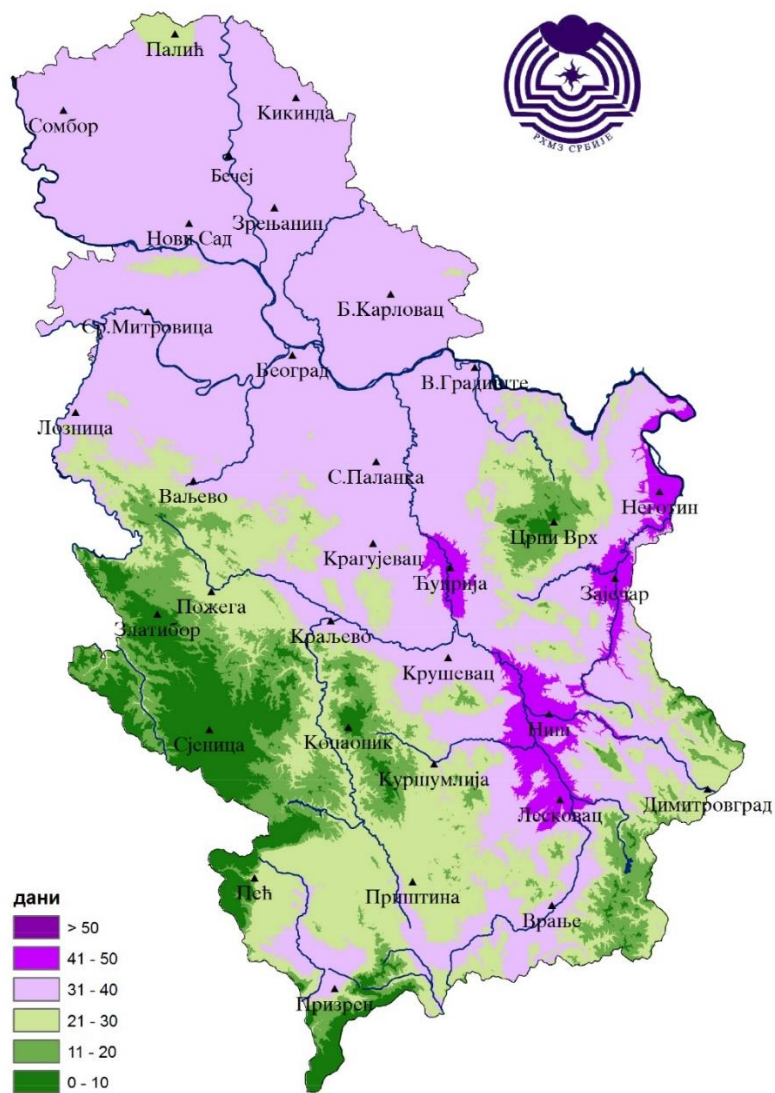
³⁵⁷ Тропски дан представља дан са максималном дневном температуром > 30 °C. Исто.

³⁵⁸ Ледени дан представља дан са максималном дневном температуром < 0 °C. Исто, стр. 10.

³⁵⁹ Мразни дан представља дан са минималном дневном температуром < 0 °C. Исто.

³⁶⁰ Исто, стр. 7.

број тропских дана током године у Србији. У највећем делу наше земље тропских дана има од 31-40 на годишњем нивоу. Највећи број тропских дана током године забележен је у околини Ниша, Неготина, Зајечара и Ћуприје где је у просеку око 41-50 дана током године максимална дневна температура изнад 30 °С. Најмањи просечан број тропских дана забележен је на планинама. На Копаонику је први пут од када трају мерења само 24.7.2007. године забележена максимална дневна температура већа од 30 °С. Просечан број тропских дана током године у нижим пределима је 49 (у Нишу), док је у вишим пределима највећи број тропских дана забележен у Сјеници (5 тропских дана).³⁶¹ У Сремској Митровици просечан број тропских дана на годишњем нивоу за посматрани период је 34.³⁶²



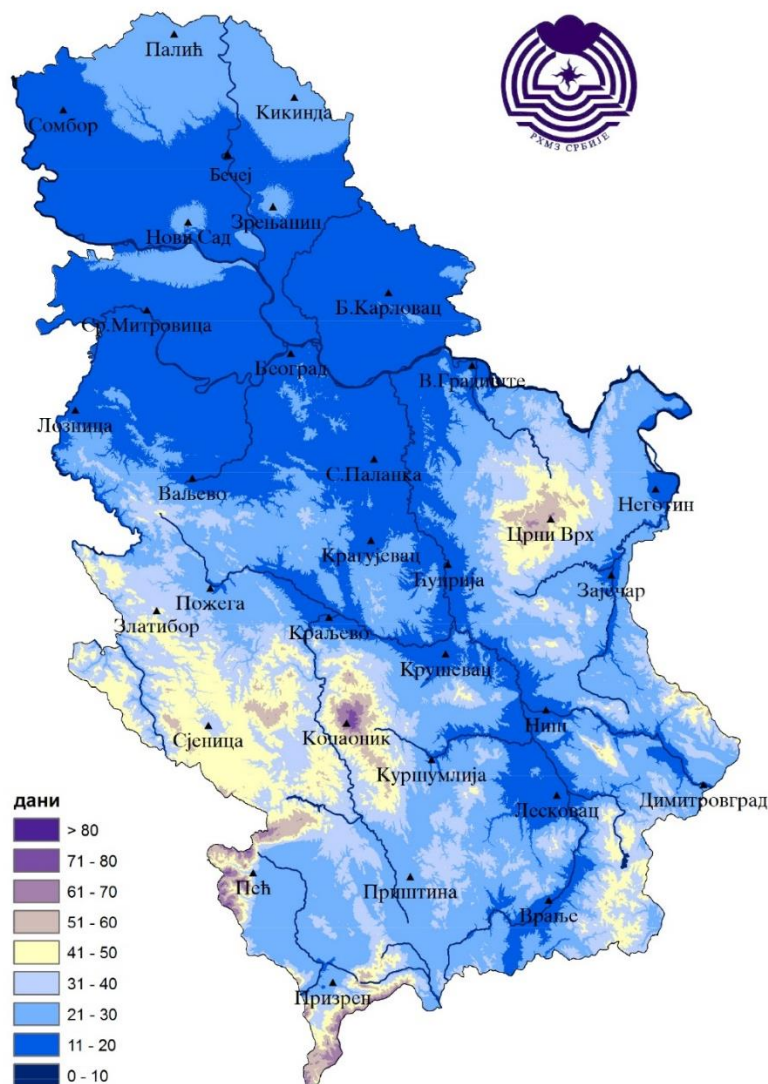
Слика 50. Просечан број тропских дана у Србији за период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 9, приступљено 23.3.2023.)

На карти (**Слика 51**) приказан је просечан број ледених дана на годишњем нивоу у Србији за посматрани период од тридесет година. Може се приметити да се на највећем подручју наше земље јавља у просеку 11-20 ледених дана годишње, где спада и Сремска Митровица, а одмах после су предели са 21-30 ледених дана на годишњем нивоу. У пределима са вишом надморском висином и на планинама просечни број ледених дана током године буде и 80. Прецизније, сходно подацима РХМЗ-а, просечан број ледених дана на годишњем нивоу се

³⁶¹ Исто.

³⁶² Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено дана: 23.3.2023.

креће од 15 дана у Нишу до 73 дана на Копаонику. Највећи број ледених дана за посматрани период био је 1973. године на Копаонику (124 дана), док је најмање ледених дана било 1987. године у Банатским Карловцима (29 дана).³⁶³



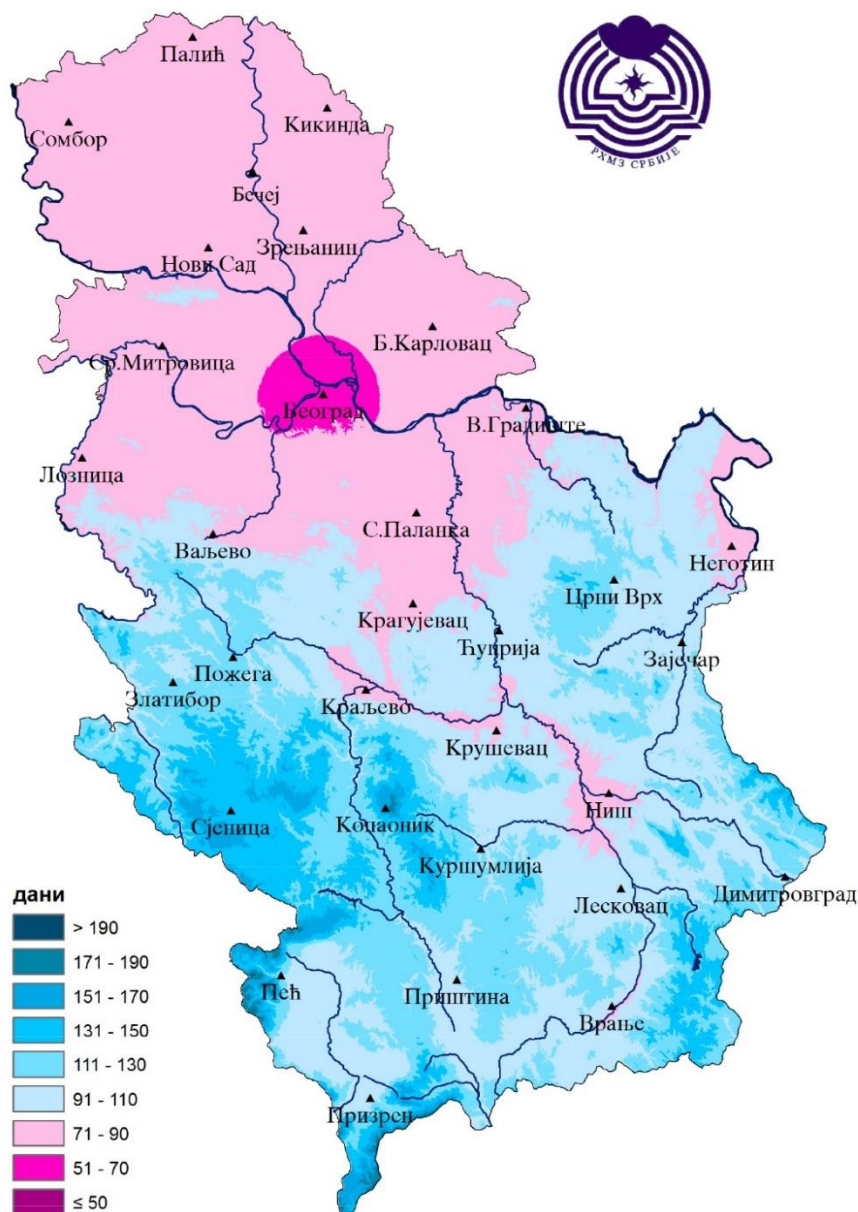
Слика 51. Просечан број ледених дана у Србији за период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 11, приступљено 23.3.2023.)

Што се тиче мразних дана, на основу карте **Слика 52** најмањи просечан број мразних дана забележен је у Београду од 51-70 годишње. У централној Србији и Војводини просечан број мразних дана износи од 71-90 на годишњем нивоу, док у остатку Србије просек се креће од 91-130 дана, а у планинским пределима буде и до 170 мразних дана годишње. Просечан број мразних дана за посматрани период на годишњем нивоу се кретао од 58 дана колико је забележено у Београду, до 170 дана на Копаонику. На Копаонику је 1973. године детектован највећи број мразних дана при чему је 200 дана минимална дневна температура била испод 0 °С.³⁶⁴ У Сремској Митровици просечан број мразних дана на годишњем нивоу је 84.³⁶⁵

³⁶³ Републички хидрометеоролошки завод Србије, Климатске карактеристике Србије, стр. 10, доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf приступљено дана: 23.3.2023.

³⁶⁴ Исто.

³⁶⁵ Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено дана: 23.3.2023.



Слика 52. Просечан број мразних дана у Србији за период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 12, приступљено 23.3.2023.)

Увидом у извештај РХМЗ-а најтоплије је лето са средњом сезонском температуром око 21-22 °С која је добијена на чак седамнаест метеоролошких станица. Највиша средња температура током летње сезоне била је у Неготину 22,5 °С, а најнижа на Копаонику 12 °С. Најхладнија је зима где је у вишим пределима средња сезонска температура нижа од 0 °С, док се у осталим пределима креће од 0-2 °С. Најнижа средња вредност током зимске сезоне забележена је на Копаонику и износила је - 4,4 °С, док је у Београду била највиша 2,4 °С. Током пролећне и јесење сезоне средње вредности Т биле су између 11 и 12 °С на једанаест метеоролошких станица. Копаоник је био најхладнији и у пролеће (средња вредност Т је 2,4 °С) и у јесен (средња вредност Т је 4,6 °С), док је такође у обе прелазне сезоне Београд био најтоплији. Средња пролећна температура у Београду је 12,9 °С, а јесења 12,7 °С.³⁶⁶

Што се тиче месечних вредности температуре ваздуха, у Србији најтоплији месец је јул са просечном температуром од 20-23 °С у нижим пределима, док се у местима на већој

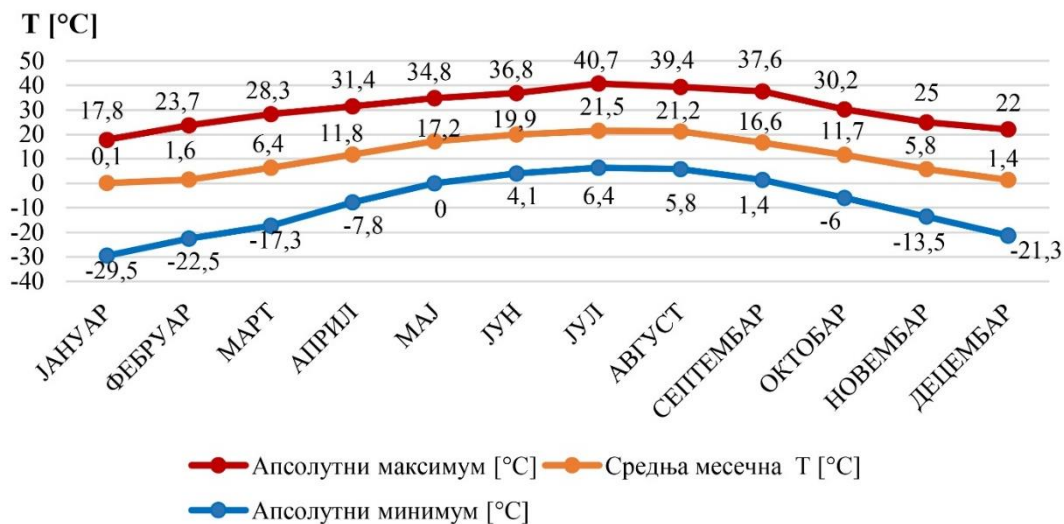
³⁶⁶ Републички хидрометеоролошки завод Србије, Климатске карактеристике Србије, стр. 4, доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf приступљено дана: 23.3.2023.

надморској висини просечна јулска температура креће од 13-17 °С. Најхладнији месец је јануар са средњом температуром која се креће од 0-1 °С на већини станица, док се на планинама спушта и до - 4,5 °С.³⁶⁷

У Сремској Митровици на основу вишегодишњег праћења и обраде података РХМЗ-а најтоплији месец је август са просечном температуром 28,4 °С, а одмах потом следи јул са 28,3 °С. Најхладнији месец је јануар са максималном просечном температуром 3,6 °С, док је минимална средња температура у јануару и износи -3,1 °С (*Слика 53*). Велике су разлике између апсолутних месечних максимума и минимума, односно екстрема и средњих месечних вредности за посматрани период *Слика 54*.³⁶⁸



Слика 53. Просечне месечне максималне, средње и минималне вредности температуре ваздуха у Сремској Митровици за период од 1981-2010. год. (Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено 23.3.2023.)



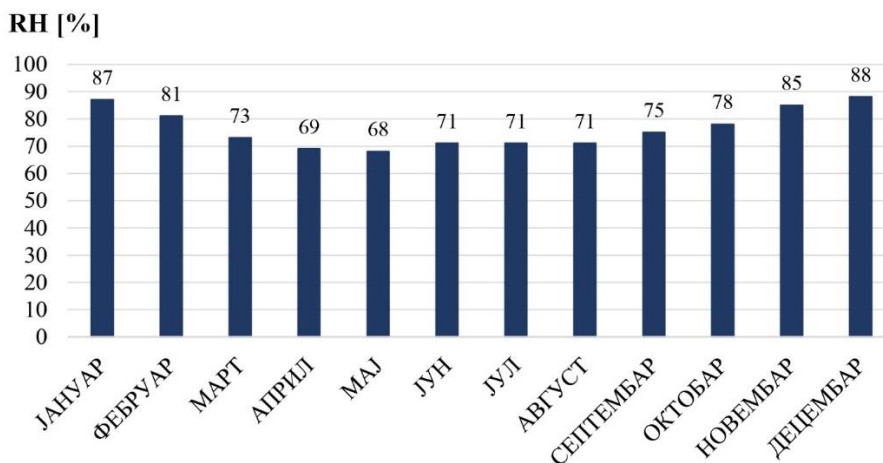
Слика 54. Средње и екстремне месечне вредности температуре ваздуха (максималне и минималне) у Сремској Митровици за период од 1981-2010. год. (Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено 23.3.2023.)

На *Прилогу 10* дата је просечна релативна влажност ваздуха по месецима за посматрани тридесетогодишњи период као и просечна годишња вредност за свих 30 места на којима се врши праћење. Просечна релативна влажност у Србији се креће од 68% у Београду до 80% на

³⁶⁷ Исто.

³⁶⁸ Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено дана: 23.3.2023.

Копаонику. У Србији релативна влажност је у летњим месецима нижа и креће се од 60-75%, док је током јесени и зиме највећа и креће се углавном од 70-80%, па чак и више.³⁶⁹ У Сремској Митровици је средња годишња релативна влажност 76,4%. На графикону (*Слика 55*) приказане су просечне вредности релативне влажности у Сремској Митровици по месецима за посматрани период. Највећа релативна влажност ваздуха је у децембру (88%) и јануару (87%), а најмања у мају (68%).³⁷⁰



Слика 55. Просечне вредности релативне влажности у Сремској Митровици по месецима за период од 1981-2010. год. (Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено 23.3.2023.)

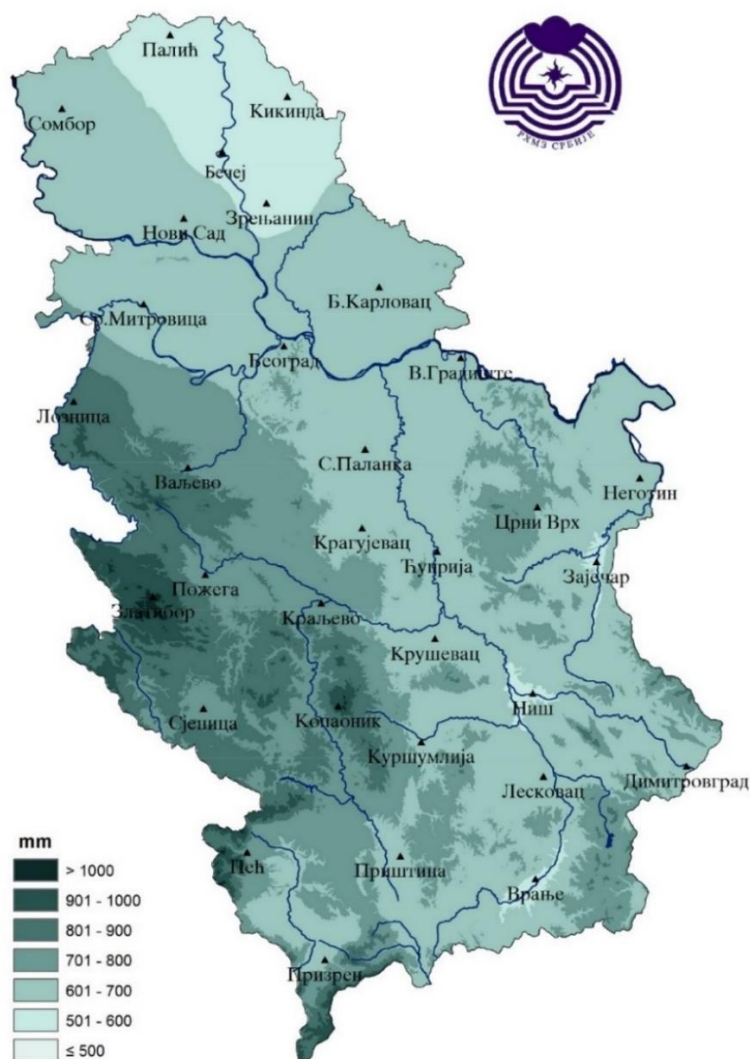
На територији Србије падавине су неравномерно распоређене. Количине падавина варира од места до места. У великој мери на количину падавина утиче надморска висина, при чему са порастом надморске висине расте и количина падавина. У складу са тим је и чињеница да је на планинама знатно већа количина падавина него у равничарским поределима. Највећа годишња количина падавина је на Златибору 1018 mm, док је у Кикинди најмања 557 mm на годишњем нивоу.³⁷¹ Просечна количина падавина у Србији за посматрани период од 1981-2010. године приказана је на карти (*Слика 56*). У највећем делу земље количина падавина на годишњем нивоу креће се у интервалу од 701-800 mm. У Западној Србији просечна годишња количина падавина је од 801-900 mm у нижим пределима и од 901-1000 у вишим, док на неким планинама просечна годишња сума падавина прелази 1000 mm. Најмања годишња количина падавина је на крајњем северу наше земље у Зрењанину, Кикинди, Палићу свега 501-600 mm. У Сремској Митровици годишњи просек се креће од 601-700 mm, прецизније 614,2 mm.³⁷²

³⁶⁹ Републички хидрометеоролошки завод Србије, Климатске карактеристике Србије, стр. 21, доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf приступљено дана: 23.3.2023.

³⁷⁰ Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено дана: 23.3.2023.

³⁷¹ Републички хидрометеоролошки завод Србије, Климатске карактеристике Србије, стр. 13, доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf приступљено дана: 23.3.2023.

³⁷² Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено дана: 23.3.2023.



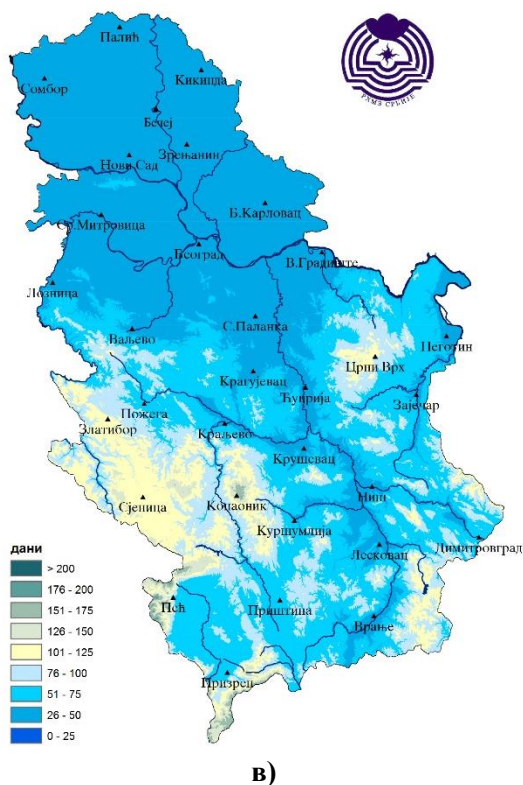
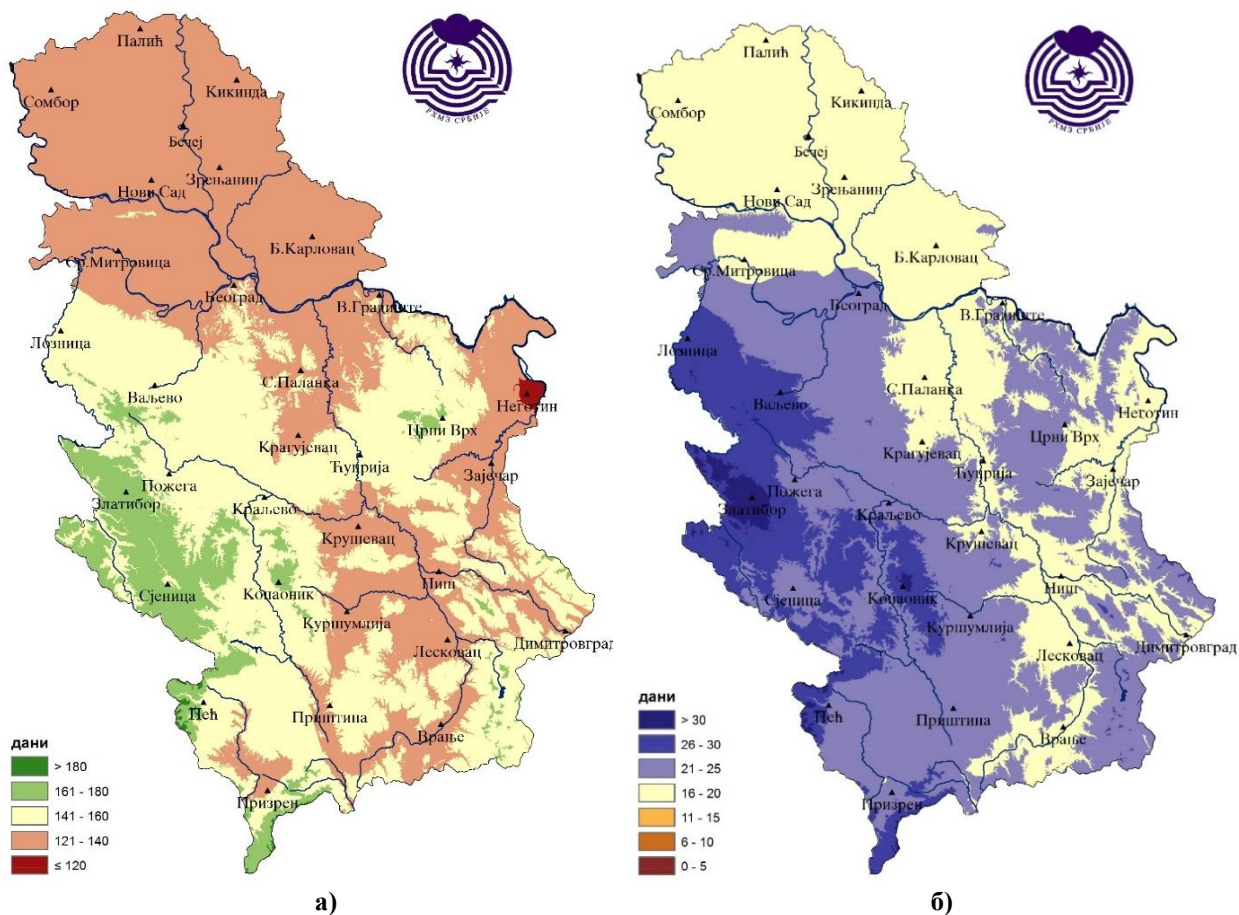
Слика 56. Просечна количина падавина у Србији за посматрани период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 17, приступљено 23.3.2023.)

Према подацима РХМЗ-а просечан број дана у Србији са количином падавина већом од 0,1 mm је од 117 у Неготину до 174 на Копаонику, док са количином падавина већом од 10 mm број дана се креће од 16 колико је било у Кикинди до 33 дана на Златибору (*Слика 57, а, б*). Снежни покривач има тенденцију да се формира у периоду од новембра до марта, а најчешће у јануару. Што се тиче броја дана са снежним покривачем он се креће од 32-58 у нижим пределима, док у вишим пределима снег се задржава више од 100 дана (*Слика 57, в*), највише на Копаонику 162 дана, где је измерена и највећа висина снежног покривача 198 cm.³⁷³

У Сремској Митровици просечан број дана са падавинама изнад 0,1 mm је 133, док је забележено 19 дана са падавинама преко 10 mm. Просечан број снежних дана на годишњем нивоу је 33.³⁷⁴

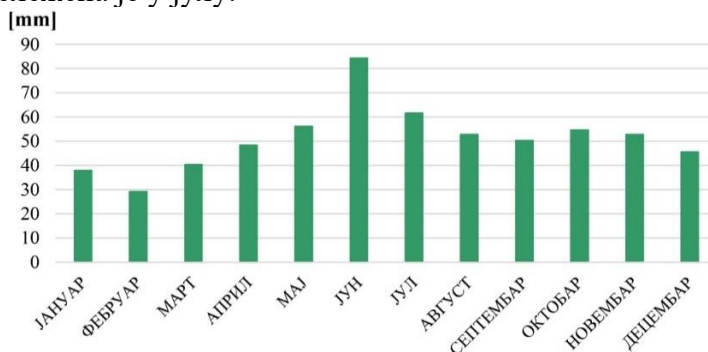
³⁷³ Републички хидрометеоролошки завод Србије, Климатске карактеристике Србије, стр. 16, доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf приступљено дана: 23.3.2023.

³⁷⁴ Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено дана: 23.3.2023



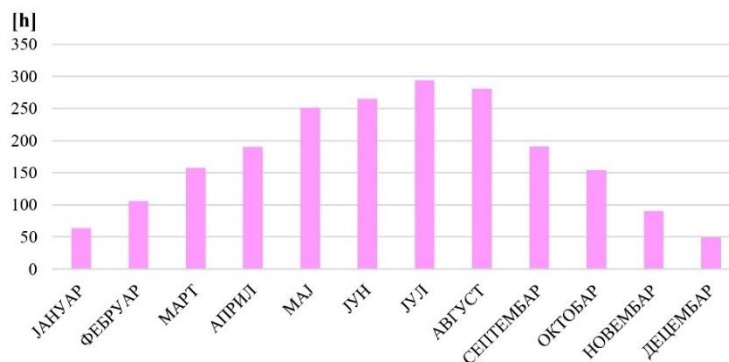
Слика 57. Просечан број дана у Србији: а) са количином падавина већом од 0,1 mm; б) са количином падавина већом од 10 mm; в) са снежним покривачем. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 18-20, приступљено 23.3.2023.)

У топлијем делу године бележи се већа количина падавина него у хладнијем. Јун је месец са највећом сумом падавина у Србији.³⁷⁵ Просечна сума падавина у Сремској Митровици по месецима за период праћења од 1981-2010. године представљена је на графикону *Слика 58*. Најкишовитији месец је јун са средњом месечном сумом падавина (84,4 mm), док је најмање падавина у фебруару (29,2 mm). Максимална дневна сума падавина у Сремској Митровици износи 67 mm и забележена је у јулу.³⁷⁶



Слика 58. Просечна сума падавина у Сремској Митровици по месецима за период праћења од 1981-2010. год. (Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено 23.3.2023.)

На карти просечног трајања сунчевог сјаја на годишњем нивоу у Србији (*Слика 60*), може се видети да је највећи број сунчаних сати присутан у Војводини од 2101-2200, док је најмањи у Пожеги између 1501-1600. Дрasticна је разлика у броју сијања сунца током летње и зимске сезоне. Просечан број сати трајања сунчевог сјаја у Србији током лета износи 633-884, а у току зиме од 148-282 сата.³⁷⁷ У Сремској Митровици просечан интервал трајања сијања сунца износи 2001-2100 сати годишње, односно прецизније 2081 сат. Осунчаност је највећа током јула и августа (највећи број сунчаних сати), а најмања током децембра и јануара када је велика облачност (*Слика 59*).³⁷⁸



Слика 59. Просечно трајање сунчевог сјаја у Сремској Митровици по месецима за период праћења од 1981-2010. год. (Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено 23.3.2023.)

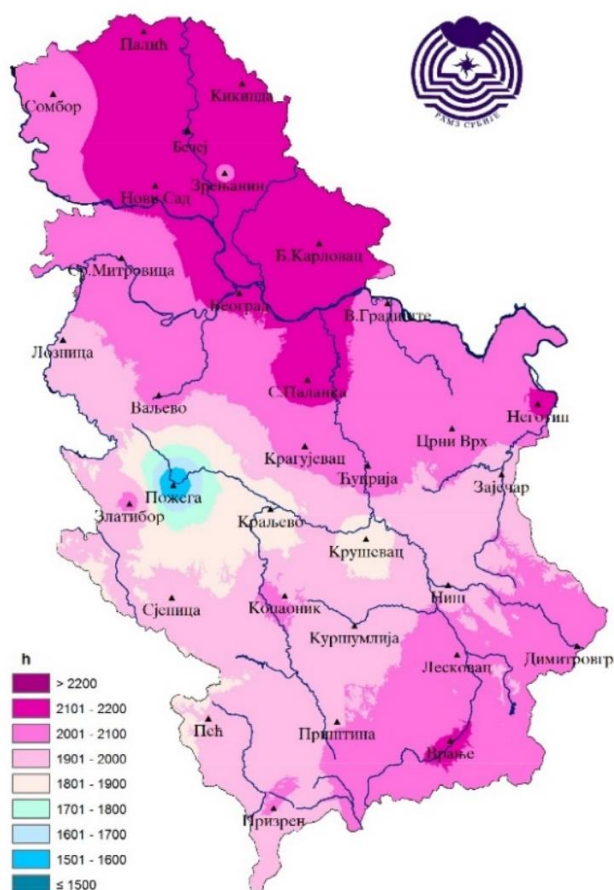
³⁷⁵ Републички хидрометеоролошки завод Србије, Климатске карактеристике Србије, стр. 13, доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf приступљено дана: 23.3.2023.

³⁷⁶ Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено дана: 23.3.2023.

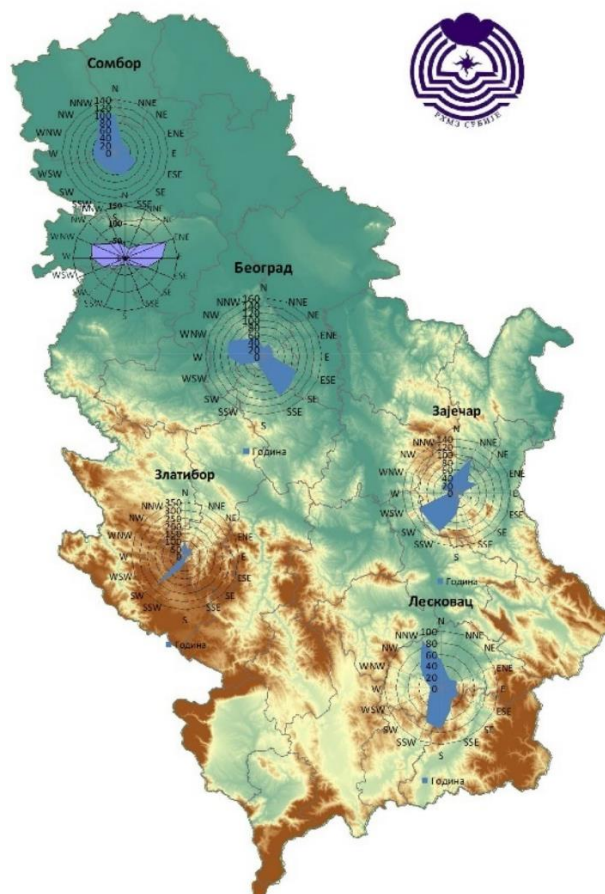
³⁷⁷ Републички хидрометеоролошки завод Србије, Климатске карактеристике Србије, стр. 21, доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf приступљено дана: 23.3.2023.

³⁷⁸ Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено дана: 23.3.2023.

У Србији у топлијем делу године преовлађују ветрови са северозапада и запада, док је током јесени и зиме доминантан југосточни ветар Кошава. Кошава је јак ветар који дува у јесен и зиму и доноси суво и хладно време.³⁷⁹ У Сремској Митровици су најдоминантнији источни, западни и северозападни ветрови (Слика 61). Југозападни ветар има највећу средњу брзину за посматрани период од 2,9 m/s.³⁸⁰



Слика 60. Просечно трајање сунчевог сјаја на годишњем нивоу у Србији. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 22, приступљено 23.3.2023.)



Слика 61. Приказ руже ветрова за референтни период 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 26; https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266 приступљено 23.3.2023.)

³⁷⁹ Исто.

³⁸⁰ Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено дана: 23.3.2023.

6.2. Утицај спољних и унутрашњих фактора на формирање микроклиме у објектима

Микроклима у објектима се формира услед узајамног дејства спољшњих и унутрашњих фактора. Још је Витрувије у свом трактату “*Десет књига о архитектури*”, у књизи бр. VI, у поглављу IV “*О положају просторија у кућама*” говорио о принципима грађења објеката и оријентацији просторија сходно њиховој намени, а у односу на карактеристике локалне климе.³⁸¹ Међутим, са развојем технологије и машинских HVAC³⁸² система у XX веку приликом пројектовања објеката локалне карактеристике климе почињу да се занемарују са уверењем да ће се уз помоћ нових техничких система формирати контролисана микроклима у објекту независна од спољашње микроклиме. Данас у XXI веку, у доба енергетске кризе, када су енергетски ресурси у великој мери исцрпљени, принципи биоклиматског пројектовања поново почињу да се примењују и добијају на значају.

Пре него што се објасне спољашњи и унутрашњи фактори који утичу на формирање микроклиме у објектима у циљу разумевања тих процеса неопходно је прво дефинисати параметре унутрашње микроклиме. Микроклиму неке просторије у објекту одређују карактеристике стања ваздуха: температура ваздуха, влажност ваздуха, брзина струјања ваздуха.³⁸³

Након увида у параметре унутрашње микроклиме значајно је објаснити како се микроклима у објекту формира услед узајамних утицаја спољашњих и унутрашњих фактора. На унутрашњу микроклиму највећи утицај имају спољашњи фактори. Међутим, какви ће микроклиматски услови у објекту бити зависи и од архитектонских карактеристика објекта и својства материјала од којих је објекат изграђен. Архитектонске карактеристике објекта се односе на карактеристике фасадног омотача и његов капацитет топлотне проводљивости, затим на оријентацију објекта у односу на стране света, позицију и величину отвора на фасади као и на карактеристике примењеног застакљења. Најзначајнији спољашњи фактори који утичу на формирање унутрашње микроклиме у објекту су: сунчево зрачење, температура ваздуха, влажност ваздуха, хоризонтално струјање ваздуха – ветар и атмосферски притисак.³⁸⁴

Од свих наведених спољашњих фактора највећи утицај на микроклиму у објекту има Сунчево зрачење. Сунчево зрачење је највећи природни извор енергије која се емитује зрачењем у виду електромагнетних таласа различите таласне дужине и интензитета (ултраљубичасто, видљиво светлосно и инфрацрвено зрачење). Јачина зрачења Сунца нормално на површину Земљине атмосфере износи 1373 W/m^2 и представља соларну константу. У зависности да ли сунчево зрачење директним или индиректним начином доспе на површину земље може бити директно, дифузно и глобално (или укупно). Интензитет зрачења зависи и варира од географске ширине, надморске висине, облачности, падавина итд.³⁸⁵

Први закон термодинамике је закон о одржању енергије. Према њему доведена количина топлоте и утрошен рад резултирају променом унутрашње енергије.³⁸⁶ Унутрашња енергија представља хаотично кретање молекула. Што је кретање молекула брже већа је унутрашња

³⁸¹ Витрувије (*Vitruvius Pollio, Marcus*), књига 6, поглавље 4: “О положају просторија у кућама,” у *Десет Књига о Архитектури* (Београд: Грађевинска књига, 2000), стр. 128.

³⁸² HVAC – *енг. Heating, ventilation, air conditioning* – систем за грејање, вентилацију и климатизацију. www.merriam-webster.com

³⁸³ Magdalena Nakielska, Krzysztof Pawłowski. Conditions of the Internal Microclimate in the Museum. *Journal of Ecological Engineering*. Volume 21, Issue 1, January 2020, pages 205–209, (205). <https://doi.org/10.12911/22998993/112841>

³⁸⁴ Жарко Бојић, Формирање микроклиме у објектима, у „*Утицај параметара микроклиме, буке и осветљења на топлотни комфор у радној средини*“ (Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, 2018), стр. 32-33.

³⁸⁵ Бранислав Тодоровић, Сунчево зрачење и његов утицај на грађевински објекат, у *Климатизација* (Београд: Савез машинских инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2005), стр. 27-28; Рекнагел, Шпренгер, Шрамек, Чеперковић, *Грејање и климатизација*, превод: Загорка Чеперковић, Станимир Чеперковић, Елизабета Здравковић, Душан Ђировић (Врњачка Бања: Интерклима, 2004), 30-39.

³⁸⁶ Јелена Ђоковић, *Термодинамика* (Бор: Технички факултет у Бору, 2012), стр. 49-78, (49).

енергија тела, а тиме и његова температура.³⁸⁷ Температура је показатељ стања термодинамичког система. На граници два термодинамичка система различитих унутрашњих енергија доћи ће до предаје енергије и то са тела веће унутрашње енергије на тело које има мању унутрашњу енергију, односно са тела веће температуре на тело мање температуре, док се не постигне равнотежно стање, односно док се унутрашње енергије и температуре оба тела не изједначе. Унутрашња енергија која се предаје на граници два термодинамичка система представља количину топлоте.³⁸⁸ Уколико је на неко тело пренета количина топлоте већа од одведене у том случају дато тело има позитиван прирштај унутрашње енергије чиме се загрева, док супротно, друго тело има негативни прирштај унутрашње енергије чиме се хлади. Сходно претходно наведеном, топлота и рад представљају спољашње утицаје за термодинамички систем, тако да увек доведена или одведена количина топлоте утиче на повећање или смањење унутрашње енергије.³⁸⁹ Из приложеног може се сагледати да је енергија неуништива и да има способност трансформације из једног облика у други³⁹⁰ и да се може преносити са једног места на друго зрачењем, односно радијацијом,³⁹¹ кондукцијом³⁹² и конвекцијом.³⁹³

Сва три процеса преноса топлотне енергије присутна су приликом формирања микроклиме у објектима. Фасадни омотач објекта представља границу два термодинамичка система тако да се у њему одвијају процеси преноса топлоте. Сунчево зрачење је пример преноса топлоте радијацијом. Топлотно зрачење настаје услед убрзаног кретања наелектрицисања у молекулима чија се температура налази изнад апсолутне нуле. Приликом топлотног зрачења долази до емитовања електромагнетних таласа различитих таласних дужина у зависности од температуре тела. Тело које има већу температуру има и већи интензитет зрачења док су инфрацрвени таласи мањих таласних дужина. Тело са нижом температуром има мањи интензитет зрачења и емитује таласе већих таласних дужина.³⁹⁴

Утицај Сунчевог зрачења на формирање микроклиме у објектима се разликује у зависности од начина преношења топлотне енергије кроз транспарентне (прозирне) и нетранспарентне делове фасаде објекта. На пример сунчево зрачење које прима спољна површина фасадног зида или крова рефлектује се о ту површину и апсорбује. Апсорбована топлотна енергија загрева зид или кров и провођењем, кондукцијом, кроз све слојеве ових елемената утиче на унутрашње микроклиматске услове тако што се емитује конвективним процесима на ваздух у просторији који има у том тренутку мању унутрашњу енергију и температуру од фасадног зида након чега се унутрашња енергија и температура ваздуха повећавају.³⁹⁵ У зависности од интензитета Сунчевог зрачења зависи и провођење топлотне енергије кроз зидове и кровове. Како је током лета већи интензитет Сунчевог зрачења него током зиме самим тим је и веће топлотно оптерећење објекта.³⁹⁶

За разлику од нетранспарентних делова фасадног омотача објекта зидова и кровова код застакљених прозорских отвора Сунчево зрачење се поред рефлексије и апсорпције пропушта кроз стакло у унутрашњост објекта. У ком ће односу стакло енергију сунчевог зрачења

³⁸⁷ Исто, стр. 35-37.

³⁸⁸ Исто, стр. 35-36, 60.

³⁸⁹ Исто, стр. 36, 49-69.

³⁹⁰ Исто, стр. 35.

³⁹¹ Зрачење или радијација представља пренос топлотне енергије електромагнетним таласима од извора топлоте до осталих тела. Видети у: Рекнагел, Шпренгер, Шрамек, Чеперковић, Грејање и климатизација, превод: Загорка Чеперковић, Станимир Чеперковић, Елизабета Здравковић, Душан Ћировић (Врњачка Бања: Интерклима, 2004), стр. 137.

³⁹² Кондукција је процес преноса унутрашње енергије између чврстих тела која су у директном контакту и то са тела које има већу унутрашњу енергију ка телу које има мању унутрашњу енергију. Видети у: Исто, стр. 137.

³⁹³ Конвекција је процес преноса топлоте са покретног медијума, течности или гаса на чврсто тело или обрнуто, при чему је кретање флуида усмерено у правцу од толијег ка хладнијем. Видети у: Исто, стр. 137.

³⁹⁴ Исто, стр. 166-167.

³⁹⁵ Бранислав Тодоровић, Пренос топлоте у грађевинским објектима, у *Климатизација* (Београд: Савез машинских инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2005), стр. 46-49, (46).

³⁹⁶ Топлотно оптерећење објекта представља само ону количину топлотне енергије која се преноси на собни ваздух, односно има директан утицај на температуру ваздуха у просторији. Видети у: Исто, стр. 46.

рефлектовати, апсорбовати или пропустити зависи од упадног угла сунчевих зрака, врсте стакла и његове топлотне проводљивости. Пропустљивост сунчевих зрака кроз стакло зависи од њиховог упадног угла, таласне дужине зрака, састава материјала од кога је израђено застакљење, односно од врсте стакла и његове дебљине.³⁹⁷ Установљено је да стакло пропушта само краткоталасне сунчеве зраке, не и дуготаласне. Пропуштено сунчево зрачење апсорбују и делимично рефлектују унутрашњи зидови, плафони и подови. Апсорпцијом сунчевог зрачења загревају се површински слојеви ових елемената. Разлике у температури између површине унутрашњих зидова, подова, плафона и њихових структурних слојева условиће пренос топлотне енергије провођењем, кондукцијом кроз све слојеве при чему ће се топлотна енергија акумулирати у маси поменутих елемената. Имајући у виду да је температура унутрашњих зидова, плафона и подова већа од температуре ваздуха доћи ће до конвективног преноса топлотне енергије при чему ће се ваздух у просторији загрејати. Унутрашњи елементи објекта након што су апсорбовали топлотну енергију пропуштеног сунчевог зрачења кроз прозоре емитују дуготаласне зраке који не могу да се пропусте кроз застакљење ка спољној средини, тако да топлотна енергија остаје заробљена у објекту, што се манифестује кроз пораст температуре ваздуха. Ова појава где стакло пропушта краткоталасне сунчеве зраке из спољашње средине у унутрашњост објекта, а ономогућава да се дуготаласни зраци које емитују унутрашње површине у објекту пропусте ка спољној средини представља ефекат стаклене баште.³⁹⁸ Сходно претходно наведеном застакљени прозорски отвори или веће фасадне површине омогућавају топлотне добитке услед већег интензитета сунчевог зрачења током летњих месеци, али исто имају утицај и на топлотне губитке током зимске сезоне када је низак интензитет сунчевог зрачења и када је ниска температура спољашњег ваздуха. Приликом пројектовања објеката и позиционирања отвора на фасади треба имати у виду да је највећи интензитет сунчевог зрачења, па тиме и топлотне енергије, током зиме на јужној страни света, а током лета на источној и западној страни света. Значајно је истаћи да је у објекту увек највећа температура ваздуха у просторијама на западној страни, док је у просторијама на источној страни знатно нижа, услед ниске јутарње спољашње температуре.³⁹⁹

Сходно претходно изнетом, велики утицај на унутрашњу микроклиму у објекту има спољашња температура ваздуха. Температура у општем смислу представља меру за унутрашњу енергију, топлотно стање, загрејаност тела, честица.⁴⁰⁰ У физици и са аспекта термодинамике температура представља меру средње кинетичке енергије транслаторног кретања молекула гаса.⁴⁰¹ Имајући у виду да је средња кинетичка енергија транслаторног кретања молекула гаса сразмерна апсолутној температури у једначини:⁴⁰²

$$E_c = 3 / 2kT,$$

из ње се може изразити T:

$$T = 2 / 3k \times E_c;$$

E_c - кинетичка енергија

k - Болцманова константа ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)

T - апсолутна температура, (K).

Температура ваздуха представља меру, показатељ топлотног стања ваздуха, односно њом се изражава промена топлотног стања ваздуха. Мери се инструментом који се назива термометар. У употреби је више јединица за температуру. У термодинамици и осталим гранама физике се користи Келвинова температурна скала која је усклађена са кретањем честица и где је температура изражена у степенима Келвина (K). Знатно више је у употреби

³⁹⁷ Исто, стр. 47.

³⁹⁸ Исто, стр. 49.

³⁹⁹ Рекнагел, Шпренгер, Шрамек, Чеперковић, *Грејање и климатизација*, превод: Загорка Чеперковић, Станимир Чеперковић, Елизабета Здравковић, Душан Ћировић (Врњачка Бања: Ингерклима, 2004), стр. 39.

⁴⁰⁰ Радомир Јовањић и Јасмина Јањић, *Речник основних метеоролошких појмова* (Косовска Митровица: Градска библиотека "Вук Караџић", 2005), стр. 82.

⁴⁰¹ Јелена Ђоковић, *Термодинамика* (Бор: Технички факултет у Бору, 2012), стр. 14.

⁴⁰² Исто; Dario Camuffo. *Microclimate for cultural heritage Conservation, restoration, and maintenance of indoor and outdoor monuments*. Waltham, San Diego: Elsevier 2014. Second Edition. pp. 11-12. ISBN: 978-0-444-63296-8

Целзијусова температурна скала. Положај нулте тачке Целзијусове и Келвинове температурне скале се разликују. У Келвиновој температурној скали апсолутна нула је температура на којој престаје кретање честица и она изражена у Целзијусовој скали износи - 273,15 °С.⁴⁰³ У метеорологији се користи Целзијусова скала, тако да се температура ваздуха изражава у °С.

Спољашња температура ваздуха зависи од површинске температуре подлоге изнад које се ваздух налази, а температура подлоге је условљена интензитетом сунчевог зрачења. Интензитет сунчевог зрачења се мења услед метеоролошких појава и годишњих доба, па самим тим долази и до промене вредности температуре у току дана и године. Различито загрејан ваздух путем инфилтрације кроз незаптивене делове објекта, прозоре и врата, доспева у објекат при чему утиче на унутрашње микроклиматске услове.⁴⁰⁴ Према другом закону термодинамике топлота се увек креће од топлијег ка хладнијем телу,⁴⁰⁵ тако да уколико је температура спољашњег ваздуха већа од унутрашње молекули ће се брже кретати чиме ће се повећати температура фасадног зида, а потом и температура у објекту. Супротно, уколико је температура спољашњег ваздуха нижа од унутрашње температуре, доћи ће до одавања топлоте из објекта чиме ће се температура у објекту снизити након одређеног времена.⁴⁰⁶

Влажност ваздуха испред објекта, такође утиче на унутрашњу микроклиму, односно на влажност ваздуха у објекту. Влажан ваздух представља мешавину сувог ваздуха и водене паре.⁴⁰⁷ Сув ваздух је ваздух у коме нема водене паре и који представља мешавину гасова. Најприсутнији гасови у чистом, сувом, атмосферском ваздуху су азот (78,08%) и кисеоник (20,94%) који чине чак 99,03% удео ваздуха, док се остали гасови занемарују.⁴⁰⁸ Поред сувог ваздуха, као што је већ речено, атмосферски, влажан ваздух садржи мању или већу количину водене паре чија се количина стално мења. Влага у влажном ваздуху може да буде у делимично или потпуно у парном, гасовитом стању, затим делимично у течном или чврстом стању и у течном и чврстом стању. У зависности од тога разликују се две области стања влажног ваздуха: област незасићеног влажног ваздуха и област засићеног влажног ваздуха.⁴⁰⁹

Незасићен влажан ваздух је ваздух у коме су његове компоненте суви ваздух и влага у гасовитом агрегатном стању. Ово стање влажног ваздуха ће се одржати све док је парцијални притисак водене паре у влажном ваздуху мањи од притиска засићења.⁴¹⁰ На дијаграму стања влажног ваздуха приказана је област незасићеног влажног ваздуха (*Слика 62*).

Пошто се удео водене паре у влажном ваздуху стално мења у тренутку када ваздух не може више да прими влагу, прецизније водену пару, долази до његовог засићења. У том тренутку део водене паре из влажног ваздуха се кондензује. Сходно томе, при засићењу мешавина ваздуха има две, или чак три фазе: гасовиту фазу која садржи засићену водену пару и суви ваздух и кондензат који може бити у течном стању или чврстом - лед. Кондензат у течном стању може да се јави у виду магле као ситне распршене капљице воде или као течни талог. Тако да се влага у ваздуху може наћи у сва три агрегатна стања у гасовитом, течном и чврстом.⁴¹¹

⁴⁰³ Исто, стр. 30-31.

⁴⁰⁴ Жарко Бојић, *Формирање микроклиме у објектима, у „Утицај параметара микроклиме, буке и осветљења на топлотни комфор у радној средини“* (докторка дисертација, Универзитет у Новом Саду, 2018), стр. 34-35.

⁴⁰⁵ Јелена Ђоковић, *Термодинамика* (Бор: Технички факултет у Бору, 2012), стр. 79.

⁴⁰⁶ Бранислав Тодоровић, *Пренос топлоте у грађевинским објектима, у Климатизација* (Београд: Савез машинских инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2005), стр. 45.

⁴⁰⁷ Димитрије Вроњец, Ђорђе Козић, *Влажан ваздух – Термодинамичке особине и примена* (Београд: Савез машинских и електротехничких инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2002), стр. 13.

⁴⁰⁸ Исто, стр. 14.

⁴⁰⁹ Исто, стр. стр. 13-15.

⁴¹⁰ Исто, стр. 15.

⁴¹¹ Исто, стр. 15.

Количински удео водене паре у влажном ваздуху се може изразити на више начина, као специфична, апсолутна и релативна влажност.⁴¹²

Специфична влажност ваздуха представља масену концентрацију, количину водене паре у влажном ваздуху. Изражава се као однос масе водене паре (m_v) према маси влажног ваздуха (m_a+m_v), при чему масу влажног ваздуха чини маса водене паре и маса сувог ваздуха:⁴¹³

$$SH = m_v / m_a + m_v \text{ [g/kg]}$$

m_v – маса водене паре

m_a – маса сувог ваздуха

Специфична влажност изражава се у g/kg, односно означава број грама паре у 1 kg влажног ваздуха.⁴¹⁴

Апсолутна влажност ваздуха је маса водене паре садржана у јединици запремине влажног ваздуха. Представља количину водене паре изражену у грамима по једном кубном метру g/m^3 .⁴¹⁵

$$AH = m_v / V \text{ [g/m}^3\text{]}$$

m_v – маса водене паре;

V – запремина влажног ваздуха.

У метеорологији се често користи релативна влажност ваздуха да би се одредило колико је тренутни удео водене паре у незасићеном влажном ваздуху далеко од стања засићења ($RH = 100\%$). Сходно томе релативна влажност представља однос тренутне количине водене паре у влажном ваздуху и максималне количине водене паре коју ваздух може да прими до потпуног засићења при истој температури. Релативна влажност се може добити на више начина. Може се представити као однос масе водене паре у незасићеном влажном ваздуху и масе водене паре у засићеном влажном ваздуху:⁴¹⁶

$$RH = m_v / m_{vz}$$

m_v – маса водене паре;

m_{vz} – маса водене паре у засићеном влажном ваздуху при истој температури.

Релативна влажност се најчешће изражава као однос тренутног парцијалног притиска водене паре и парцијалног притиска водене паре у засићеном влажном ваздуху:⁴¹⁷

$$RH = P_p / P_s'$$

P_p – парцијални притисак водене паре у посматраном ваздуху;

P_s' – парцијални притисак водене паре у засићеном влажном ваздуху исте температуре.

Степен засићења влажног ваздуха влагом из горњих дефиниција се изражава у распону од 0-1, или у процентима [%]:⁴¹⁸

$$RH = P_p / P_s' \times 100 \text{ [%]}$$

⁴¹² Пошто се садржај водене паре у влажном ваздуху може изразити и кроз специфичну влажност у g/kg и кроз апсолутну влажност у g/m^3 у овом истраживању приликом обраде и приказа резултата микроклиматског мониторинга садржај воде у влажном ваздуху је изражен кроз специфичну влажност у g/kg.

⁴¹³ Dario Camuffo. *Microclimate for cultural heritage Conservation, restoration, and maintenance of indoor and outdoor monuments*. Waltham, San Diego: Elsevier 2014. Second Edition. pp. 57-58. SBN: 978-0-444-63296-8

⁴¹⁴ Исто.; Радомир Јовањић и Јасмина Јањић, *Речник основних метеоролошких појмова* (Косовска Митровица: Градска библиотека “Вук Караџић”, 2005.), стр. 77.

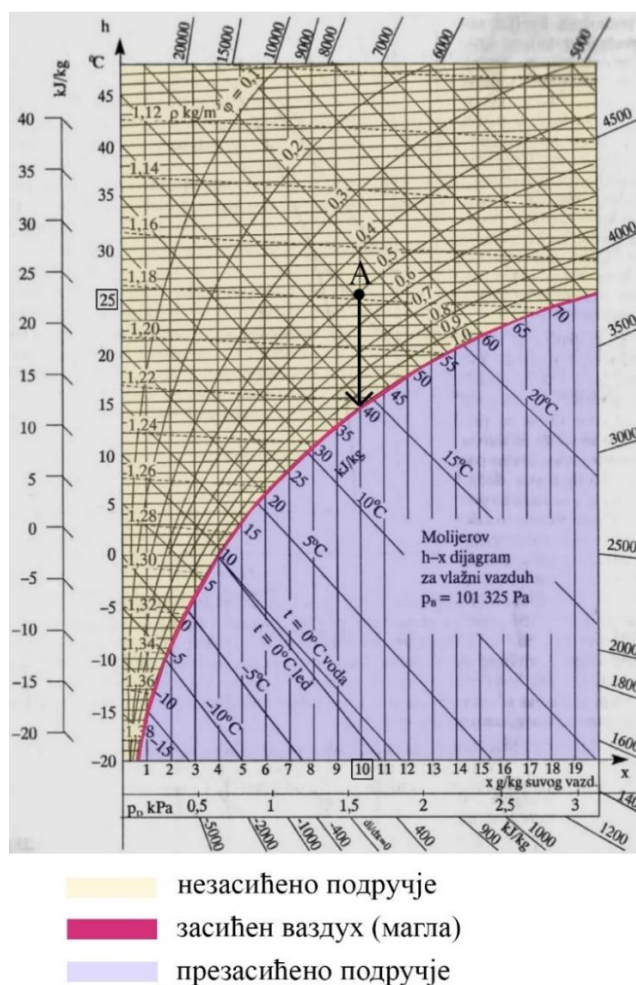
⁴¹⁵ Dario Camuffo. *Microclimate for cultural heritage Conservation, restoration, and maintenance of indoor and outdoor monuments*. Waltham, San Diego: Elsevier 2014. Second Edition. pp. 58-60. ISBN: 978-0-444-63296-8; Радомир Јовањић и Јасмина Јањић, *Речник основних метеоролошких појмова* (Косовска Митровица: Градска библиотека “Вук Караџић”, 2005.), стр. 13.

⁴¹⁶ Dario Camuffo. *Microclimate for cultural heritage Conservation, restoration, and maintenance of indoor and outdoor monuments*. Waltham, San Diego: Elsevier 2014. Second Edition. pp. 62. ISBN: 978-0-444-63296-8.

⁴¹⁷ Исто, стр. 61.

⁴¹⁸ Исто.

Тачка росе је стање влажног ваздуха на ком долази до издвајања првих капи када се незасићени влажан ваздух охлади при константном атмосферском притиску и специфичној влажности да би дошло до засићења.⁴¹⁹ Тачка росе се може очитати на дијаграму стања влажног ваздуха. У литератури су у употреби такође и називи Молијеров $h-x$ дијаграм стања влажног ваздуха или психрометријски дијаграм.⁴²⁰ Имајући у виду да у термодинамици свако стање влажног ваздуха одређују три величине стања из дијаграма стања влажног ваздуха се могу очитати жељене вредности и проучавати промене стања. На пример, ако је атмосферски влажан ваздух стања А одређен величинама стања $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $RH = 50\%$ и константним притиском од $p = 101\ 325\ \text{Pa}$ из дијаграма се може очитати да је специфична влажност $10\ \text{g/kg}$ (Слика 62). Такође, за претходно дефинисано стање влажног ваздуха А може се очитати на којој ће температури доћи до тачке росе хлађењем при константној специфичној влажности ваздуха и атмосферском притиску. У дијаграму је очитано да ће за карактеристике стања влажног ваздуха А до тачке росе, конденза доћи када се температура спусти на $14\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Слика 62. Молијеров $h-x$ дијаграм – Температура на којој ће доћи до тачке росе – конденза за влажан ваздух стања А ($T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $RH = 50\%$), (Извор: Аутор, Молијеров дијаграм: Димитрије Вроњец, Ђорђе Козић. Влажан ваздух – Термодинамичке особине и примена (Београд: Савез машинских и електротехничких инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2002), стр. 169).

⁴¹⁹ Исто, стр. 64-66.

⁴²⁰ Психрометријски и Молијеров $h-x$ дијаграм стања влажног ваздуха имају исту функцију, једино се разликују по начину поставке координатног система. Психрометријски дијаграм је Молијеров дијаграм у огледалу рефлектован око вертикалне осе на десно и заротиран за 90° у правцу кретања казаљке на сату. Молијеров $h-x$ дијаграм има већу употребу у европским земљама, док се психрометријски дијаграм стања више користи у Америци. Видети више у: Бранислав Тодоровић, Влажан ваздух, у *Климатизација* (Београд: Савез машинских инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2005), стр. 167-173.

Као и температура спољашњег ваздуха тако и влажан спољашњи ваздух улази у унутрашњост објекта инфилтрацијом, кроз незаптивене делове објекта. Као што је већ речено, влажност ваздуха се може изразити кроз релативну и апсолутну/специфичну влажност које су међусобно условљене и зависе од температуре ваздуха. Са повећањем температуре снижавају се вредности релативне влажности, и обрнуто, са снижавањем температуре повећава се релативна влажност ваздуха.⁴²¹ Промена температуре утиче и на садржај воде/водене паре у ваздуху. При већој температури ваздух може да прими већу количину воде/водене паре. Уколико су вредности релативне влажности у објекту веће у односу на спољашњу средину то указује да постоји прилив воде/воде у објекту услед прокишњавања, капиларног прилива итд. За карактеристике климе у Србији лети када је спољашња температура висока ниже су вредности релативне влажности, а веће апсолутне/специфичне влажности, док током зиме када је спољашња температура ниска високе су вредности релативне влажности, а ниске су вредности апсолутне/специфичне влажности спољашњег ваздуха.⁴²²

Ваздушни притисак такође утиче на унутрашњу микроклиму. Са порастом надморске висине опада ваздушни притисак, док на истој надморској висини, по хоризонтали, има готово јединствену вредност са минималним променама. Варијације ваздушног притиска током дана су условљене вредностима температуре и релативне влажности ваздуха. Са порастом температуре, опада ваздушни притисак. Као и код температуре и релативне влажности ваздуха, ваздушни притисак испред објекта се постепено изједначава са ваздушним притиском у објекту.⁴²³

Велики утицај на форирање унутрашње микроклиме има позиција објекта у односу на правац и јачину ветра. Ветар представља хоризонтално струјање ваздуха и одређен је правцем, смером и интензитетом. Струјање ваздуха настаје услед неједнаког загревања ваздуха што се манифестује и кроз различите вредности атмосферског притиска. При вишим вредностима температуре, ваздух је ређи⁴²⁴ и лакши, а ваздушни притисак је у том случају нижи, док је при нижим вредностима температуре ваздух гушћи и тежи чиме је ваздушни притисак виши. Ова међусобна условност температуре и ваздушног притиска је значајна јер струјање ваздуха настаје услед разлике у притисцима при чему увек ваздух струји из области са вишим ваздушним притиском ка области са нижим ваздушним притиском. Имајући то у виду иако су разлике у ваздушном притиску минималне изван и унутар објекта може се објаснити измена ваздуха у објекту његовим струјањем кроз зазоре у незаптивеним деловима објекта, прозорима и вратима. Уколико је нпр. зимска сезона, објекат, односно просторија у објекту се греје. У доњој зони просторије формира се зона сниженог притиска, док се у горњој зони формира зона повишеног притиска. Спољашњи ваздух у доњој зони отвора на објекту улази у објекат јер је тежи и гушћи, има нижу температуру, а тиме и виши ваздушни притисак у односу на ваздух у унутрашњости објекта, потом се загрева при чему постаје лакши и ређи, подиже се и у горњој зони прозора и врата излази из објекта сходно условности струјања ваздуха из области вишег ка области нижег ваздушног притиска. Током летње сезоне долази до супротног процеса расподеле ваздушног притиска и струјања ваздуха. Овај процес природног струјања ваздуха условљен вредностима ваздушног притиска и њиховој прерасподели предствља тзв. „ефекат димљака.“⁴²⁵

Струјање ваздуха и у самом објекту настаје услед неједнаког загревања ваздуха изнад различитих површина, грађевинских елемената и мобилијара, а у зависности од топлоте коју

⁴²¹ Dario Camuffo. *Microclimate for cultural heritage Conservation, restoration, and maintenance of indoor and outdoor monuments*. Waltham, San Diego: Elsevier 2014. Second Edition. pp. 17, SBN: 978-0-444-63296-8.

⁴²² Жарко Бојић, Формирање микроклиме у објектима, у „Утицај параметара микроклиме, буке и осветљења на топлотни комфор у радној средини“ (докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, 2018), стр. 35.

⁴²³ Исто.

⁴²⁴ Густина ваздуха представља количник масе и запремине и изражава се kg/m^3 . Са порастом температуре густина ваздуха опада. Видети више у: Исто, стр. 36.

⁴²⁵ Иван Ранђеловић, Бранислав, Тодоровић, Александра, Крстић. *Утицај термичког ефекта на расподелу притиска у зградама*. КГХ – Климатизација, грејање, хлађење, в. 30, н. 2, п. 53-57, (стр. 54), нов. 2016. ISSN 2560-340X. Доступно на: <https://izdanja.smeits.rs/index.php/kgH/article/view/765> Датум приступа: 27. април 2023.

одају. Услед неједнаког загревања ваздуха долази до промене ваздушнoг притиска и ваздух почиње да струји из области са вишим ваздушним притиском у област са нижим.⁴²⁶

Поред спољашњих утицаја и природне размене топлоте и влаге кроз омотач објекта на формирање унутрашње микроклиме утичу и унутрашњи фактори: осветљење, начин коришћења објекта, односно машине и опрема за рад које зависе од намене објекта, број људи који користи или посећује објекат, HVAC систем за контролу унутрашње микроклиме уколико постоји.⁴²⁷

Извори вештачког осветљења, сијалице, топлотну енергију преносе зрачењем на зидове, подове и намештај просторије коју осветљавају. Површине грађевинских елемената објекта и мобилијара у просторији апсорбују и рефлектују озрачену топлотну енергију. Апорбована и рефлектована топлотна енергија има утицаја на унутрашњу микроклиму јер конвективним процесима долази до загревања ваздуха.⁴²⁸

Машине за рад и уређаји емитују топлотну енергију и на тај начин утичу на унутрашњу микроклиму. У зависности од намене објекта, процеса рада и врсте машина које се користе може се одредити колика је топлотна енергија која се емитује, односно колики су топлотни добици. Одавање топлотне енергије од машина за рад може бити конвекцијом, кондукцијом, зрачењем или латентно уколико приликом процеса рада долази до испаравања воде у виду водене паре. Такође, као и код топлотних добитака услед зрачења сијалице и машине које се користе за рад израчују топлотну енергију на грађевинске елементе објекта, они је апсорбују и рефлектују. Рефлектована топлотна енергија од површина грађевинских елемената унутар објекта загрева ваздух конвекцијом. Уколико је опрема за рад смештена на под или зид у том случају утицај на микроклиматске услове у објекту долази услед провођења – кондукције топлотне енергије.⁴²⁹

На унутрашњу микроклиму утиче и број људи који борави у објекту, као и врста активности коју обављају. Сваки човек приликом дисања издахне ваздух који има температуру 35 °C и релативну влажност 95%⁴³⁰, тако да имајући то у виду када у просторији борави већи број људи нпр. приликом групних посета у музејима може доћи до измене микроклиматских услова услед повећања релативне влажности ваздуха.

...

Најзначајнији параметри микроклиме за очување артефаката у музејима јесу термохигрометријске вредности, температура и влажност ваздуха као и јачина и тип осветљења за неке врсте материјала. Пошто мозаици, односно малтер и камен, нису сензитивни материјали, већ су постојани при осветљају и преко 300 lux највећи утицај на њихову детериорацију имају T и RH ваздуха простора у коме се излажу. Неадекватне вредности T и RH и честе осцилације узрокују физичке, хемијске и биолошке механизме детериорације мозаика. Из тих разлога у наредном поглављу ће се извршити анализа актуелних стандарда и препорука о оптималним вредностима T и RH ваздуха за очување музејских збирки са фокусом на мозаике.

⁴²⁶ Исто.

⁴²⁷ Dario Camuffo. *Microclimate for cultural heritage Conservation, restoration, and maintenance of indoor and outdoor monuments*. Waltham, San Diego: Elsevier 2014. Second Edition. pp. 20-21. SBN: 978-0-444-63296-8; Жарко Бојић, Формирање микроклиме у објектима, у „Утицај параметара микроклиме, буке и осветљења на топлотни комфор у радној средини“ (докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, 2018), стр. 36-38.

⁴²⁸ Бранислав Тодоровић, Пренос топлоте у грађевинским објектима, у *Климатизација* (Београд: Савез машинских инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2005), стр. 66-67.

⁴²⁹ Жарко Бојић, Формирање микроклиме у објектима, у „Утицај параметара микроклиме, буке и осветљења на топлотни комфор у радној средини“ (докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, 2018), стр. 37.

⁴³⁰ Исто.

6.3. Анализа стандарда о микроклиматским условима за очување музејских збирки

Пратећи развој термохигрометријских препорука и смерница за очување материјалног културног наслеђа⁴³¹ може се установити да су технолошка достигнућа и актуелни трендови у другим дисциплинама имали утицај превасходно на њихово дефинисање, а онда и на трансформацију кроз време. Појава и употреба механичких термотехничких система, грејања, вентилације и климатизације, почетком и током XX века утицала је на формирање строгих спецификација контроле климе у музејима и просторијама за конзервацију, односно ова технолошка постројења омогућила су реализацију концепта идеалне микроклиме како за очување колекција тако и за угодан боравак посетилаца. Међутим, са новим светским глобалним стремљењима смањења утрошка енергије и емисије CO₂, очувања животне средине, ублажавања климатских промена итд. у последњој деценији XX века актуелизују се испитивања стварне потребе за тако строгим контролом термохигрометријских параметара, при чему је концепт идеалне климе у просторима за излагање и складиштење материјалних налаза из прошлости проблематизован и доведен у питање. Сходно претходно наведеном, препоруке и стандарди за оптималне микроклиматске услове у музејима трансформисали су се од приступа заснованог на идеалним, стабилним микроклиматским условима средине за постојаност артефаката/налаза до одговарајућих, прихватљивих за њихово очување. Из поменутих приступа проистекли су модели оптимизације постојећих амбијенталних услова: статички и динамички модел.

Према првом приступу, статичком моделу оптимизације микроклиматских услова средине за излагање и чување предмета у музејима, најбоље је обезбедити константне, сталне услове унутрашње микроклиме током читаве године, како би се отклонио ризик за њихову деградацију.⁴³² За сваки артефакт и материјал од кога је направљен одређене су вредности микроклиматских услова средине на којима је постојан. Статички приступ контроле је довео до раздвајања колекција у зависности од природе материјала артефаката. Код хетерогених, композитних материјала усвајана је средња вредност микроклиматских параметара.

Гери Томсон (*Gery Thompson*), ауторитет у области превентивног очувања артефаката и микроклиматских услова у музејима, у својој књизи Музејско окружење⁴³³ указао је на ризике очувања музејских збирки уколико се излажу или складиште у неадекватним микроклиматским условима средине. Друго издање књиге 1986. године Томсон је допунио спецификацијама термохигрометријских параметара, при чему је дефинисо I и II класу контроле амбијенталних услова. Прва класа контроле микроклиме предвиђена је за националне музеје (нове или старе зграде), као и за све новоизграђене музеје, док је II класа контроле примеренија за историјске зграде и цркве. Оптимална температура за излагање већине артефаката прве класе контроле зими износи 19 °C, а лети 24 °C са дозвољеним одступањима ± 1 °C и са препорученом доњом границом од 10 °C, уколико објекти у зимском периоду нису отворени за посетиоце. Задате референтне вредности RH су 50% или 55% са дозвољеним флукуацијама ± 5% током целе године.⁴³⁴ Код II класе контроле препоручује да се RH одржава у границама од 40% до 70% и да температура буде што више константна, у оној

⁴³¹ О еволуцији термохигрометријских смерница за очување музејских збирки видети у: Stefan Michalski, "Climate guidelines for Heritage Collections: Where we are in 2014 and how we got here," in *Proceedings of the Smithsonian Institution Summit on the museum preservation environment* (Washington, D.C., USA: Smithsonian Institution Scholarly Press, 2016), pp. 9-32; Andrea Lucian, "Historical climates and conservation environments: Historical perspectives on climate control strategies within museums and heritage buildings" (dissertation, Politecnico di Milano, 2013), pp. 1-166; Vanessa D'Agostino, "Condizioni microclimatiche e di qualità dell'aria negli ambienti museali" (dissertation, Università degli studi di Napoli Federico II, 2005), pp. 1-232; J. P. Brown and William B. Rose, "Humidity and moisture in historic buildings: The origins of building and object conservation," *APT Bulletin* 27, no. 3 (1996): p. 12, doi:10.2307/1504411;

⁴³² Видети више у: Gery Thompson, *The museum environment* (London: Butterworths-Heinmann, 1986), pp. 268-269.

⁴³³ Gery Thompson, *The museum environment* (London: Butterworths-Heinmann, 1986).

⁴³⁴ Исто, стр. 268.

мери колико је то остварљиво, да би се стабилизовала RH.⁴³⁵ У музејској пракси широм света највише се примењивала I класа строге, контроле при чему су вредности параметара “20 / 50 (°C / %)” постале златно правило не узимајући у обзир њихову примену сходно карактеристикама локалне климе.⁴³⁶ Томсон је спецификације референтних вредности термохигрометријских параметара формирао првенствено на основу захтева за постојаност колекција слика сходно искуству које је стекао као саветник Националне галерије у Лондону, затим у односу на обезбеђивање комфора посетилаца, док су сезонске варијације RH \pm 5% биле условљене перформансама механичког постројења, без испитивања утицаја варијација параметара на артефакте који се излажу.⁴³⁷

Иако статички модел контроле омогућава готово константне услове средине који погодују очувању налаза, он ипак није економичан имајући у виду потрошњу енергије за грејање, хлађење и одvlaживање, а велики су и трошкови одржавања система.⁴³⁸ Поред ових неповољности установљени су и негативни ефекти HVAC система у погледу очувања колекција, јер при сваком њиховом искључивању, уколико је рад система условљен радним временом музеја, или ређе приликом квара машинског постројења долази до наглих флукуација параметара T и RH које могу имати штетне ефекте по артефакте који се презентују.⁴³⁹ На основу претходно изнешених проблема стриктних спецификација термохигрометријских параметара многи ауторитети у овој области попут Стефана Михалцког (*Stefan Michalski*), Дарија Камуфа (*Dario Camuffo*) и истраживачи Смитсонијан института су изразили сумњу да ли заиста постоји потреба за тако строгим параметрима контроле и какве ефекте на колекције имају веће флукуације параметара T и RH. Сходно томе, последњу деценију XX века обележила су експериментална истраживања отпорности различитих материјала на флукуације термохигрометријских параметара које су представљене на конференцијама ICC-а 1993. и 1994. Михалцки је радећи на Канадском институту за конзервацију извршио експериментално испитивање утицаја флукуација RH на механичке карактеристике артефаката различитих хигроскопних материјала. На основу добијених резултата закључио је да код мешовитих колекција постоји висок ризик по механичко оштећење тек уколико су вредности RH изван опсега од 25-75%. Појава механичких оштећења при флукуацијама \pm 5% и \pm 10% RH готово да не постоји код већине артефаката, док при осцилацијама од \pm 20% RH може доћи до структурних промена у зависности од типа и карактеристика материјала.⁴⁴⁰ Истраживачи Смитсонијан института Дејвид Ерхарт (*David Erhardt*) и Мариан Мекленбург (*Marion Mecklenburg*) дошли су до сличних закључака испитујући постојаност грађе у зависности од распона флукуација RH.⁴⁴¹ Пратили су да ли ће одређена варијација влажности премашити границу еластичности материјала и изазвати механичко оштећење. Грађа у музејима је класификована у 12 група и за сваку од њих су одређени горњи и доњи безбедни лимит RH, односно дефинисан је опсег

⁴³⁵ Исто, 269.

⁴³⁶ Andrea Luciani, “Evolution of Thermo-Hygrometric standards for Cultural Heritage Preservation. An Overview,” in *Indoor Environment and Preservation. Climate Control in Museums and Historic Buildings*, ed. D. Del Curto, n.d., pp. 139-146., pp. 2.

⁴³⁷ Julian Bickersteth, “Environmental Conditions for Safeguarding Collections: What should our set points be?,” *Studies in Conservation* 59, no. 4 (2014): pp. 218-224, doi:10.1179/2047058414y.0000000143.pp. 220.

⁴³⁸ Andrea Luciani, “Evolution of Thermo-Hygrometric standards for Cultural Heritage Preservation. An Overview,” in *Indoor Environment and Preservation. Climate Control in Museums and Historic Buildings*, ed. D. Del Curto, n.d., pp. 139-146., pp. 2.

⁴³⁹ Andrea Lucian, “Historical climates and conservation environments: Historical perspectives on climate control strategies within museums and heritage buildings” (dissertation, Politecnico di Milano, 2013), pp. 1-166, pp. 81.

⁴⁴⁰ Stefan Michalski, “Relative humidity: a discussion of correct/incorrect values”, in, *ICOM – International Council of Museums, 10th Triennial Meeting*. Washington, DC, USA. 22-27 August 1993. (Washington: ICOM, 1993), pp. 624-629, 628. accessed February 14, 2023, <https://www.icom-cc-publications-online.org/2820/Relative-Humidity--A-Discussion-of-Correct-Incorrect-Values>.

⁴⁴¹ David Erhardt and Marion Mecklenburg, “Relative Humidity Re-Examined,” in *Preventive Conservation: Practice, Theory and Research* (Preprints of the Contributions to the Ottawa Congress, 12-16 September 1994, edited by Roy, Ashok and Smith, Perry), London: ICC, pp. 32-38. doi:10.1179/sic.1994.39.supplement-2.32.

безбедне зоне RH, затим зоне опрезности и зоне RH која се треба избегавати да не би дошло до оштећења. Овде нису дате идеалне вредности RH већ само опсези који треба да смање могућност настанка оштећења артефаката. Установљено је да су вредности RH у распону од 40-60% најоптималније за већину колекција јер је при овим вредностима онемогућена биолошка контаминација, затим су ограничена механичка оштећења и спречени процеси растварања и кристализације соли натријум хлорида.⁴⁴² Резултати оба истраживања су показала да многи материјали могу да поднесу већи распон флукуација RH пре него што дође до структурних, неповратних оштећења чиме је потврђена иницијална претпоставка о непотребним строгим спецификацијама T и RH у музејима.

Након конференције у Отави 1994. године, где су изложена нова сазнања до којих се дошло експерименталним истраживањима. Напушта се парадигма о идеалној клими у музејима, при чему динамички приступ добија на значају и све више почиње да се користи. Код динамичког приступа контроле допуштене су веће варијације, односно годишњи распони температуре и релативне влажности ваздуха. Међутим, линија тренда не сме бити екстремна већ су препоручени опсези (*set range*) или су дате дозвољене дневне флукуације T и RH око средње годишње или задате вредности (*set point*).⁴⁴³ Динамички модел је заснован на начелима енергетске одрживости и заштите животне средине тако да подстиче смањење емисије CO₂ и коришћење обновљивих извора енергије. Оптимизација микроклиме унутрашњег простора према динамичком моделу постиже се пасивним мерама, односно применом концепта “пасивне климатизације.”⁴⁴⁴ Овај концепт обухвата добру термичку изолованост зграде, формирање херметичног омотача и високу топлотну и хигричну инерцију читаве структуре. Иако је статички модел одбачен од стране водећих ауторитета у овој области, неки музеји и даље примењују константне, стабилне микроклиматске услове за очување колекција.⁴⁴⁵

Коришћењем динамичког приступа формирано је више стандарда и препорука за моделирање микроклиматских услова средине. Све њих карактерише мала разлика у препорученим опсезима и дозвољеним флукуацијама око средње годишње вредности или задате вредности температуре и релативне влажности ваздуха (*set point-a*). Неки од њих су италијанске норме UNI, стандарди европског комитета за стандардизацију CEN, британски стандард PAS 198, затим препоруке организација за очување и конзервацију артефаката и налаза, разних друштава и организација. Пошто је област мултидисциплинарна и захтева сарадњу експерата из различитих дисциплина, свака организација која прописује стандарде, смернице и препоруке ставља акценат на своје поље деловања. У наставку је дата табела и извршена је анализа најзначајнијих стандарда, препорука и смерница које имају савремену примену (*Табела 1*).

⁴⁴² Исто, стр. 37.

⁴⁴³ Оптимални годишњи опсег се приказује кроз *set range* (нпр. RH 40-60%) или *set point* (нпр. RH 50 ± 10%), видети у: Environmental Guidelines - Australian Institute for the Conservation of Cultural Material, available at <https://aiccm.org.au/conservation/environmental-guidelines/> (accessed on 24. September 2021).

⁴⁴⁴ Jørgen Erik Christensen and Christos Georgios Kollias, “Hygrothermal evaluation of a museum storage building based on actual measurements and simulations,” *Energy Procedia* 78 (2015): pp. 651-656, doi:10.1016/j.egypro.2015.11.051.

⁴⁴⁵ K. Kompatscher et al., “Intermittent Conditioning of Library Archives: Microclimate Analysis and Energy Impact,” *Building and Environment* 147 (2019): pp. 50-66, doi:10.1016/j.buildenv.2018.10.013.

Табела 1. Препоруке, смерница и стандарди о оптималним микроклиматским условима за очување већине музејских збирки који имају савремену примену, (приредио: Аутор).

Извор – Ауторитет или организација која је донела смернице	Т [°C] и RH [%]			
	Толерантан опсег (<i>set range</i>)	Годишња задата вредност (<i>set point</i>)	Толерантне краткорочне флукуације	Сезонско прилагођавање (летње/зимско) у односу на задату вредност (<i>set point</i>)
Gery Tomson, класа 1 ⁴⁴⁶	19-24 °C 45-55% или 50-60%	50 или 55%	± 5%	-
Gery Tomson, класа 2 ⁴⁴⁷	40-70%			-
Bizot ⁴⁴⁸	40%–60% 15 °C–25 °C		± 10% / дан	-
AIC, AAMD ⁴⁴⁹	45-55% (40-60%) 15 °C–25 °C		± 5%	-
AICCM ⁴⁵⁰	45-55% 15 °C–25 °C		± 5% / дан ± 4 °C / дан	-
ASHRAE класа “AA” ⁴⁵¹	-	50% RH или просечна годишња; <i>set point</i> од 15 °C - 25 °C	± 5 % ± 2 °C	Изнад и испод задате вредности (<i>set point-a</i>) 5 °C
ASHRAE класа “A”, опција 1 ⁴⁵²	-		± 5 % ± 2 °C	Изнад и испод задате вредности (<i>set point-a</i>) 10%; Изнад задате вредности (<i>set point-a</i>) 5 °C, а испод задате вредности (<i>set point-a</i>) 10 °C;
ASHRAE класа “A”, опција 2 ⁴⁵³	-		± 10 % ± 2 °C	Изнад задате вредности (<i>set point-a</i>) 5 °C, а испод задате вредности (<i>set point-a</i>) 10 °C;
ASHRAE класа “B” ⁴⁵⁴	-		± 10 % ± 5 °C	Изнад и испод задате вредности (<i>set point-a</i>) 10%; Изнад задате вредности (<i>set point-a</i>) 10 °C, али не преко 30 °C;
ASHRAE класа “C” ⁴⁵⁵	-		Између 25-75%; Ретко преко 30 °C, обично до 25 °C;	
ASHRAE класа “D” ⁴⁵⁶	-		Испод 75%.	

⁴⁴⁶ Gery Thompson, *The museum environment* (London: Butterworths-Heinmann, 1986), pp. 268.

⁴⁴⁷ Исто, стр. 269.

⁴⁴⁸ ICC and ICOM-CC declaration - Environmental Guidelines, (Melbourne, 2014). Available at: <https://www.iiconservation.org/node/5168> (accessed on 6 May 2021).

⁴⁴⁹ Исто.

⁴⁵⁰ Исто.

⁴⁵¹ ASHRAE, Museums libraries and archives, in: 2015 ASHRAE Handbook. Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications, SI ed., American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 2015, (Chapter 23), pp. 23.13.

⁴⁵² Исто.

⁴⁵³ Исто.

⁴⁵⁴ Исто.

⁴⁵⁵ Исто.

⁴⁵⁶ Исто.

Америчко друштво инжењера за грејање, хлађење и климатизацију – ASHRAE је издало прописе за музеје, архиве и библиотеке у зависности од врсте колекције и категорије објекта 1999. године.⁴⁵⁷ Велики допринос у изради ASHRAE прописа у домену оптималних микроклиматских услова за очување музејских збирки дао је Стефан Михалцки. У овом документу дефинисано је пет класа микроклиматских режима које су засноване на прихватљивим опсезима температуре и релативне влажности ваздуха приликом краткотрајних промена и сезонских прилагођавања узимајући у обзир ризике којима су налази изложени. Класе су структуриране тако да су најконтролисанији услови средине у класи АА, где су флукуације RH током године ограничене на $\pm 5\%$. Друга класа је А, која има две опције сходно томе да ли су краткорочне флукуације RH $\pm 10\%$, или су $\pm 5\%$ са дозвољеним сезонским смањењем од 10% чиме је искоришћено време за релаксацију материјала и отпуштање стреса. Код класе С спречавају се екстреми који представљају високи ризик за колекције при чему је RH у распону 25-75%, а Т треба да остане испод 25 °C. Контрола микроклиме код класе Д је сведена на минимум и заснива се на одржавању RH до 75%.⁴⁵⁸ „Толерантни опсег“ (*set range*) представља дозвољени годишњи распон Т или RH који се одређује када се на препоручену задату вредност (*set point*) из стандарда додају дозвољене краткоричне флукуације, што значи да сва читавања током године морају бити у овој зони. Према ASHRAE прописима задата вредност (*set point*) може бити и годишња, просечна, вредност Т или RH, чиме се узимају у обзир карактеристике локалне климе.⁴⁵⁹ Још један значајан допринос ASHRAE прописа је Конардова (*Conrad*) класификација зграда која обухвата 6 класа објеката направљена у односу на категорију тренутне контроле амбијенталних услова у објекту, сходно карактеристикама објекта и начина употребе, намене, са назначеном потенцијалном класом контроле која се може остварити након унапређења (*Прилог 11*).⁴⁶⁰

Италијански стандард UNI 10829: 1999⁴⁶¹ дефинише поступак микроклиматског мониторинга и начин обраде података како би се установили постојећи амбијентални услови у којима се артефакти излажу или складиште. Такође, овај стандард је значајан јер су дати оптимални термохигрометријски параметри за безбедно излагање и очување 33 различитих категорија артефаката у зависности од материјала који их сачињавају. Међутим, како стоји у стандарду, ове вредности су преузете из литературе и нису биле предмет експерименталне провере.⁴⁶² Међу њима се налазе и препоручене термохигрометријске вредности за излагање неорганских материјала, минеролошких збирки, камена и мермера, али и препоруке за мозаике.⁴⁶³ Годишњи толерантни опсег као и препоручене максималне дневне варијације вредности Т и RH за минеролошке збирке и за мозаик приказане су у **Табела 2**.

Годину дана касније MiBAC⁴⁶⁴ – Министарство за културно наслеђе и делатности донело је уредбу *Смернице о техничко – научним критеријумима и о стандардима рада и развоја музеја*. У поглављу 6. *Управљање збиркама*, изложене су *Норме за конзервацију и рестаурацију које обухватају излагање и премештање колекција*. У оквиру норми су дате препоручене вредности микроклиматских параметара за конзервацију различитих категорија

⁴⁵⁷ ASHRAE, Museums libraries and archives, in: *2015 ASHRAE Handbook. Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications*, SI ed., American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 2015, (Chapter 23), pp. 23.1-23.22.

⁴⁵⁸ Исто, стр. 23.13.

⁴⁵⁹ Исто, 23.12-23.14; Stefan Michalski, “Climate Guidelines for Heritage Collections: Where We Are in 2014 and How We Got Here,” in *Proceedings of the Smithsonian Institution Summit on the Museum Preservation Environment* (Washington, D.C., USA: Smithsonian Institution Scholarly Press, 2016), стр. 18-19.

⁴⁶⁰ ASHRAE, Исто, стр. 23.14.

⁴⁶¹ UNI10829:1999 – *Beni di interesse storico e artistico Condizioni ambientali di conservazione Misurazione ed analisi*.

⁴⁶² UNI10829:1999 – *Beni di interesse storico e artistico Condizioni ambientali di conservazione Misurazione ed analisi*. Ente Nazionale Italiano di Unificazione, (Milano: 1999, pp. 10).

⁴⁶³ Исто, стр. 11.

⁴⁶⁴ MiBAC - *Ministero per i beni e le attività culturali*.

материјала, а у циљу превенције од хемијске, физичке или микробиолошке детериорације.⁴⁶⁵ Термохигрометријске вредности за очување минеролошких колекција и мозаика су приказане у **Табела 2**.

Табела 2. Препоручене вредности за минеролошке збирке и мозаике у стандарду UNI10829:1999 и у уредби MiBAC, 2000, (приредио: Аутор).

МИНЕРОЛОШКЕ ЗБИРКЕ, МЕРМЕР, КАМЕН	Извор – Ауторитет или организација која је донела смернице	RH [%]	ΔRH_{max} [%]	T [°C]	ΔT_{max} [°C]
	MiBAC, 2000.	45-60	-	≤ 30	-
	UNI, 1999.	40-60	6	19-24	-
МОЗАИЦИ	MiBAC, 2000.	45-60	-	6-25	1,5/h
	UNI, 1999.	20-60	10	15-25	-

Упоредном анализом препоручених вредности термохигрометријских параметара за презентацију и очување мозаика UNI стандарда и уредбе коју је донело Министарство културе у Италији може се закључити да се прихватљиви опсежи T и RH разликују код оба документа. Већи распон толерантног годишњег опсега RH препоручен је у UNI стандарду, где су дозвољене максималне дневне осцилације од 10%, док већи толерантни годишњи опсег T је сугерисан у декларацији Министарства културе, са дозвољеним дневним осцилацијама 1,5 °C/h. У стандарду UNI доња граница прихватљивог опсега T је и код мозаика, а и код минеролошких колекција превисока имајући у виду да су постојани и на нижим температурама. Међутим, према тумачењима Дарија Камуфа у стандарду UNI 10829: 1999 доња граница T код већине колекција је превисока и условљена је обезбеђењем удобности боравка посетилаца приликом посета, а не из стварне потребе за очувањем, па тако и код минеролошких колекција и мозаика који су постојани и на нижим температурама.⁴⁶⁶

Након три године од италијанског стандарда UNI 10829: 1999, у коме су дефинисане процедуре праћења и термохигрометријски опсежи за очување колекција различитих материјала, донет је стандард UNI 10969: 2002.⁴⁶⁷ У овом стандарду су материјали класификовани у 4 категорије у зависности од степена осетљивости на микроклиматске варијације. Прву групу чине материјали који нису осетљиви на микроклиматске варијације, док другу чине посебно осетљиви материјали који се морају чувати у релативно сувом и стабилном окружењу, трећу групацију чине материјали за које се препоручује да се складиште у прецизно дефинисаним микроклиматским условима и четвртој групи припадају материјали који захтевају стабилне микроклиматске услове, а који су одређени њиховом историјском микроклимом. Према овом пропису материјале класификоване у другу (археолошки садржај и подводни налази) и трећу категорију (предмети од метала) је неопходно чувати у микроклиматским условима поштујући прописане опсеге вредности T и RH за њихову постојаност, без обзира на досадашње услове у којима су чувани. Пошто археолошки садржај, а тиме и антички мозаици припадају другој категорији према стандарду UNI 10969: 2002, неопходно је обезбедити микроклиматске услове који погодују њиховом очувању.⁴⁶⁸

Сходно динамичком приступу и ширењу термохигрометријских опсега, у пропису UNI 10969: 2002 се проблем унутрашње контроле микроклиме сагледава шире, у односу на карактеристике локалне климе, односно спољашњих услова и перформанси омотача објекта. Овај стандард за разлику од претходног сугерише промену у приступу формирања

⁴⁶⁵ MiBAC – Ministero per i beni e le attività culturali, *Ambito VI – Sottoambito 1, Norme per la conservazione e il restauro, comprendenti l'esposizione e la movimentazione*, in: *Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei*, (D. Lgs. n.112/98 art. 150 comma 6), Elaborati del Gruppo di lavoro (D.M. 25.7.2000), 2000, pp. 1-223, 148-149. Available at: <http://www.isac.cnr.it/musa/Testo%20Linee%20Guida.pdf> (accessed on: 16.2.2023.)

⁴⁶⁶ Dario Camuffo, "Clima e Microclima: La Normativa in Ambito Nazionale Ed Europeo," *Kermes*, no. 71 (September 2008): pp. 51.

⁴⁶⁷ UNI 10969:2002 – Ente Nazionale Italiano di Unificazione, *Beni Culturali. Condizioni ambientali di conservazione. Principi generali per la scelta e il controllo dei parametri microclimatici in ambienti interni*.

⁴⁶⁸ Dario Camuffo, "Clima e Microclima: La Normativa in Ambito Nazionale Ed Europeo," *Kermes*, no. 71, September 2008, pp. 55-56.

прихватљивих амбијенталних услова у циљу очувања културног наслеђа при чему термохигрометријски опсеги не би требало да буду унапред одређени и примењени на постојеће окружење, већ након праћења и анализе услова средине у којима су артефакти били изложени.⁴⁶⁹ После одређеног времена излагања, артефакти се адаптирају на услове у којима се излажу, а инвазивност микроклиматских утицаја се манифестује управо променом њихових физичких и хемијских особина. Овај приступ је детаљније развијен у европском стандарду CEN/TC346 prEN 15757: 2010⁴⁷⁰ увођењем концепта “историјске климе”.

Концепт историјске климе представља “климатске услове у микроокружењу у коме се артефакт одувек чувао, или се налази дужи временски период, бар годину дана, при чему се аклиматизовао, прилагодио постојећим условима средине.”⁴⁷¹ Михалцки је објаснио концепт историјске климе кроз „доказане флукуације“. Према њему хигроскопни материјали памте највеће флукуације на које су реаговали, у виду деформација или пукотина, тако да на сваку наредну флукуацију која је мања од екстремне материјал би требало да реагује без даљег оштећења.⁴⁷² Сходно томе, артефакт се аклиматизовао на услове окружења уколико је материјал од кога је направљен претрпео одређене структурне промене, оштећења. Стандард EN 15757: 2010 даје опште смернице и предлаже методологију за праћење и ограничавање физичких оштећења органских хигроскопних материјала изазваних амбијенталним условима и не разматра друге процесе оштећења. Поступак се заснива на анализи историјских климатских услова и процени физичког оштећења артефаката у односу на њих. Утврђивање историјске климе обухвата истовремено праћење спољашњих и унутрашњих микроклиматских услова објекта у коме се излажу артефакти у трајању бар једне календарске године како би се забележили термохигрометријски екстремни који могу да изазову највећа физичка оштећења хигроскопних материјала. На основу процене степена оштећења артефаката доноси се одлука да ли је неопходно унапредити микроклиматске услове средине. Стандард препоручује да се осцилације Т и RH разматрају са статичког аспекта прихватљивих опсега и са динамичког аспекта где треба имати у виду брзину промене, трајање циклуса и учесталост понављања. Такође, дозвољава да циљани опсег Т и RH буде флексибилнији него циљане вредности које су препоручене као идеални микроклиматски услови за очување артефаката. Самим тим смањена је потреба за активним машинским системима контроле микроклиме, при чему се оптималне термохигрометријске вредности за очување артефаката могу остварити применом пасивних метода.⁴⁷³ Имајући у виду да већи проблем по механичка оштећења хигроскопних материјала представљају осцилације и велики распони RH ваздуха, јер долази до промене ЕМС-а у материјалу, при чему напони изазивају деформације и лом, најчешће се превентивне мере контроле унутрашње микроклиме заснивају на избегавању годишњих екстрема, смањењу сезонских и дневних осцилација, као и учесталости промена

⁴⁶⁹ Andrea Lucian, “Historical climates and conservation environments: Historical perspectives on climate control strategies within museums and heritage buildings” (dissertation, Politecnico di Milano, 2013), pp. 4.

⁴⁷⁰ EN 15757:2010 – *Conservation of cultural property – Specification for temperature and relative humidity to limit climate-induced mechanical damage in organic hygroscopic materials.* (назив у оригиналу), идентичан са ИСС, Институт за стандардизацију Србије. “SRPS EN 15757: 2016 - Конзервација културних добара – Спецификације за температуру и релативну влажност у сврху ограничења климатски изазваних механичких оштећења у органским хигроскопним материјалима.” Београд: Институт за стандардизацију Србије, јун 2016.

⁴⁷¹ ИСС, Институт за стандардизацију Србије. “SRPS EN 15757: 2016 Конзервација културних добара – Спецификације за температуру и релативну влажност у сврху ограничења климатски изазваних механичких оштећења у органским хигроскопним материјалима.” Београд: Институт за стандардизацију Србије, јун 2016. стр. 8.

⁴⁷² Stefan, Michalski. *The ideal climate, risk management, the ASHRAE chapter, proofed fluctuations, and towards a full risk analysis model.* in: Proceedings of an Experts Roundtable on Sustainable Climate Control Strategies, Tenerife, 2007, Getty Conservation Institute: Los Angeles, 2007. pp. 11-12. Available at: https://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/paper_michalski.pdf (accessed on 16.2.2023.)

⁴⁷³ ИСС, Институт за стандардизацију Србије. “SRPS EN 15757: 2016 - Конзервација културних добара – Спецификације за температуру и релативну влажност у сврху ограничења климатски изазваних механичких оштећења у органским хигроскопним материјалима.” Београд: Институт за стандардизацију Србије, јун 2016. стр. 5.

RH.⁴⁷⁴ Концепт историјске климе заснован на аклиматизацији и прилагођавању хигроскопних материјала условима у којима се налазе дуги низ година потврђен је на основу добре очуваности предмета у негрејаним просторима, историјским објектима и црквама.⁴⁷⁵

Британски институт за стандарде је 2012. године донео стандард *PAS 198: Спецификације за управљање условима животне средине за колекције*.⁴⁷⁶ Овај стандард се заснива на процедури доношења одлука о контроли климе. Нису дати прецизни опсеги термохигрометријских параметара за постојаност одређених колекција, већ су у односу на категорију сензитивности материјала артефаката, а у циљу превенције ризика од настанка хемијских, физичких и биолошких оштећења препоручени прихватљиви, безбедни опсеги.⁴⁷⁷

Међународни институт за конзервацију историјских и уметничких дела – ICC⁴⁷⁸ и Међународни савет музеја – комитет за конзервацију – ICOM-CC⁴⁷⁹ 2013. године формирали су радну групу која је спровела истраживање у земљама широм света о прихватљивим опсезима T и RH у музејима. Анкетирани су конзерватори, професионалци у овој области, у својим земљама. Члан радне групе Ђулијан Бикерстет (*Julian Bickersteth*) резултате анкете објавио је у раду *Conditions for Safeguarding Collections: What Should Our Set Points Be?* Резултати прикупљених информација путем анкете су показали да опсеги T и RH варирају у зависности од климатске зоне, а такође је присутно у великој мери сезонско прилагођавање поготово у земљама где су велике температурне разлике између зиме и лета. Такође, константовано је да ни једна земља нема на националном нивоу обавезујуће опсеге термохигрометријских вредности у музејима којих се мора придржавати, већ су стандарди тамо где постоје на нивоу препорука.⁴⁸⁰ Ово истраживање је указало на неопходност холистичког сагледавања питања обезбеђења оптималних микроклиматских услова у музејима, што би подразумевало развој система управљања ризиком, разумевање стварних потреба очувања различитих колекција, познавање карактеристика локалне климе и перформанси објекта у коме се налази чувају, као и могућности примене одређених приступа контроле микроклиматских услова средине.

Из претходно поменутог истраживања и увиђања недостатака у пракси проистекла је декларација ICC и ICOM-CC 2014. године под називом “Смернице за животну средину”.⁴⁸¹ Ова декларација обухвата смернице оптималних вредности микроклиматских услова за очување хигроскопних материјала Бизот групе (*Bizot Group*) – Међународне групе организатора великих изложби,⁴⁸² затим смернице AIC – Америчког института за очување⁴⁸³ одобрених од AAMD – Удружење директора уметничких музеја⁴⁸⁴ и смернице за очување мешовитих колекција, AICCM – Аустралијског института за очување културног материјала.⁴⁸⁵ Препоручени годишњи опсеги и дозвољене дневне флукуације температуре и релативне влажности ваздуха за очување колекција поменутих организација дати су у **Табела 1**. Из приложеног, може се видети да су све организације препоручиле готово исте годишње опсеге, док се препоручене дневне, краткорочне осцилације разликују међусобно. Декларација ICC и ICOM-CC поред препоручених термохигрометријских вредности за постојаност великог броја колекција указује и на битне аспекте које би требало узети у обзир приликом доношења одлука

⁴⁷⁴ Исто, стр. 10.

⁴⁷⁵ Andrea Lucian, “Historical climates and conservation environments: Historical perspectives on climate control strategies within museums and heritage buildings” (dissertation, Politecnico di Milano, 2013), pp. 90.

⁴⁷⁶ BSI, PAS 198: 2012 - *Specification for environmental conditions for cultural collections*. (London, 2012).

⁴⁷⁷ Исто.

⁴⁷⁸ ICC – *International Institute for Conservation of Historic and Artistic works*.

⁴⁷⁹ ICOM-CC – *International council of museuma – committee for conservation*.

⁴⁸⁰ Julian Bickersteth, “Environmental conditions for safeguarding collections: What should our set points be?,” *Studies in Conservation* 59, no. 4 (2014): pp. 218-224, doi:10.1179/2047058414y.0000000143.pp. 221-224.

⁴⁸¹ ICC and ICOM-CC declaration – *Environmental Guidelines*, (Melbourne, 2014). Available at: <https://www.iiconservation.org/node/5168> (accessed on 6 May 2021)

⁴⁸² Bizot group - *International Group of Organizers of Major Exhibitions*.

⁴⁸³ AIC – *American Institute for Conservation*.

⁴⁸⁴ AAMD – *Association of Art Museum Directors*.

⁴⁸⁵ AICCM – *Australian Institute for the Conservation of Cultural Materials*.

о одабиру приступа контроле микроклиме који ће се применити, а који је у складу са глобалним стремљењима. Одрживост музеја постаје битан критеријум приликом унапређења микроклиматских услова, а у циљу смањења емисије CO₂, утицаја на животну средину и ублажавања климатских промена. У декларацији се за контролу микроклиме у музејима препоручује коришћење пасивних метода и примена једноставне технологије која се лако одржава и не захтева велику потрошњу енергије, насупротив HVAC системима. Како би се постигли оптимални услови средине за трајно излагање артефаката у музејима смернице треба да буду достижне и формиране у складу са карактеристикама локалне климе.⁴⁸⁶

У Србији стандарди о оптималним микроклиматским условима за очување колекција у музејима на националном нивоу не постоје. Народни музеј у Београду је 2001. године донео *Стручно упутство о условима и начину чувања и коришћења уметничко-историјских дела* које је и даље на снази, иако је већ застарело и није у складу са новим стремљењима у превентивној конзервацији многих европских и светских организација које се баве очувањем културног наслеђа. У овом упутству се не даје прецизан, оптималан опсег релативне влажности за очување и постојаност археолошког материјала већ се препоручује да се окружење одржава *“што је могуће више суво”*.⁴⁸⁷ Међутим, поред бројних недостатака ни ово стручно упутство се не примењује у пракси. Институт за стандардизацију Србије је већ поменути европски стандард EN 15757: 2010 ратификовао 2016. године. Стандард SRPS EN 15757: 2016 је у потпуности индентичан са европским стандардом EN 15757: 2010, тако да, како је претходно изнето, представља опште смернице за праћење и процену микроклиматских услова средине поштујући концепт историјске климе при чему није обавезујући.

...

Након анализе стандарда, препорука и смерница термохигрометријских вредности за очување музејских збирки може се установити међусобна неусаглашеност у погледу препоручених опсега. Такође, дискутабилна је веродостојност препоручених термохигрометријских вредности за постојаност различитих колекција и неопходност тако строге контроле, имајући у виду да је статички приступ био под утицајем велике експанзије механичких, термотехничких система за контролу микроклиме у објектима. Са друге стране релаксација стандарда и опсега је у неким случајевима схваћена буквално што је довело до запостављања микроклиматског аспекта приликом презентације и очувања артефаката и њиховог пропадања. Треба имати у виду да концепт историјске климе заснован на аклиматизацији предмета постојећим микроклиматским условима средине подразумева одређени степен његовог оштећења. У прилог томе, дебате о оптималним микроклиматским условима за очување колекција још увек трају, при чему многи ауторитети указују на неопходност враћања на услове који одговарају одређеној категорији колекције.⁴⁸⁸

У неким стандардима и препорукама постоји неусаглашеност по питању дефинисања краткорочних осцилација, док се у многим не наводи тачан временски оквир на који се односе. На пример када се говори о краткорочним варијацијама термохигрометријских параметара остаје непознаница да ли су дозвољене осцилације на сатном, дневном, седмичном, месечном нивоу или представљају краткорочну флукуацију изван дозвољеног препорученог годишњег опсега. Тумачењем стандарда од стране ауторитета у овој области код већине препорука краткорочне флукуације се односе на дневне осцилације, док постоје тумачења где краткорочне флукуације представљају дозвољено проширење препоручених

⁴⁸⁶ ICC and ICOM-CC declaration – *Environmental Guidelines*, (Melbourne, 2014). Available at: <https://www.iiconservation.org/node/5168> (accessed on 6 May 2021)

⁴⁸⁷ Народни музеј Београд, *Стручно упутство о условима и начину чувања и коришћења уметничко-историјских дела*, Београд: 2001, стр. 16.

⁴⁸⁸ Andrea Lucian, “Historical climates and conservation environments: Historical perspectives on climate control strategies within museums and heritage buildings” (dissertation, Politecnico di Milano, 2013), pp. 85. Dario Camuffo, “Clima e Microclima: La normativa in ambito nazionale ed Europeo,” *Kermes*, no. 71, September 2008, pp. 57.

термохигрометријских годишњих опсега на пример код ASHRAE стандарда.⁴⁸⁹ Такође, често распони дозвољених краткорочних осцилација одговарају препорученим годишњим опсезима, што се такође може проблематизовати имајући у виду да годишњи период представља знатно дужи временски период за релаксацију материјала од једног дана.

Анализом термохигрометријских опсега и дозвољених дневних осцилација за презентацију и очување мозаика и минеролошких колекција које су дате у италијанском стандарду UNI и уредби MiBAC Министарства културе Италије може се установити да нису међусобно усаглашени, већ се разликују. Установљено је да је распон термохигрометријских вредности за постојаност мозаика знатно мањи код UNI стандарда него код MiBAC, јер је формиран узимајући у обзир и угодност посетилаца. Такође, може се проблематизовати релевантност препоручених оптималних опсега T и RH за постојаност мозаика управо због тога што се односе на све мозаике, при чему није узето у обзир да немају сви исте карактеристике. Мозаици су хетерогене структуре, направљени од различитих материјала, превасходно локалних, па се самим тим разликују њихова својства. Не значи да ће сваки мозаик бити постојан при одређеним микроклиматским условима средине, јер поред микроклиматских фактора, односно тзв. спољашњих утицаја окружења степен деградације мозаика зависи и од унутрашњих фактора, односно карактеристика материјала од којих је направљен и њихове отпорности на утицаје. Сходно томе, испитивање утицаја микроклиматских услова средине и степена детериорације мозаика треба спроводити понаособ за сваки археолошки локалитет, јер се микроклиматски услови средине разликују, као и материјали који граде његову морфолошку структуру. Имајући то у виду, експериментални део истраживања је реализован за конкретан археолошки локалитет са мозаицима, Царску палату Сирмијум, у данашњој Сремској Митровици. Експериментална истраживања су обухватила испитивања *in situ* и у лабораторији. У Визиторском центру Царске палате вршен је једногодишњи микроклиматски мониторинг како би се установио годишњи распон термохигрометријских вредности. Након тога су измерени годишњи екстреми T и RH *in situ*, симулирани у климатској комори за вештачко стерење материјала на реплике мозаика направљеним по истој рецептури и методологији коју користе конзерватори за реконзервацију античких подних мозаика на археолошком локалитету 1а Царска палата Сирмијум. Убрзаним вештачким старењем узорака мозаика су се предвиделе и установиле промене и оштећења до којих би дошло услед њихове презентације у Визитоском центру Царске палате. Такође, претпостављен је и оптималнији режим са мањим годишњим распонем T и RH ваздуха који је симулиран на реплике мозаика у комори за вештачко старење материја након чега су упоређени добијени резултати. На тај начин је установљен утицај термохигрометријских вредности на степен детериорације мозаика.

Имајући у виду да се поментути експерименти међусобно надопуњују при чему су резултати једног били улазни подаци за реализацију другог и обрнуто, односно измерени годишњи распон термохигрометријских вредности у Царској палати симулиран је у климатској комори на реплике мозаика, а такође, резултати симулација у комори омогућили су полемику о микроклиматским условима *in situ*, одлучено је да се у дисертацији прво изложи експеримент у контролисаним лабораторијским условима, а потом на конкретном локалитету. Редослед излагања експеримената није условљен процедуром, да се прво раде испитивања у лабораторијским условима па онда *in situ*, већ је заснован на методологији од општег ка посебном.

⁴⁸⁹ Stefan Michalski, "Climate guidelines for Heritage Collections: Where we are in 2014 and how we got here," in *Proceedings of the Smithsonian Institution Summit on the museum preservation environment* (Washington, D.C., USA: Smithsonian Institution Scholarly Press, 2016), pp. 9-32, (18-19).

7. ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА МИКРОКЛИМАТСКИХ ПАРАМЕТАРА НА МОЗАИК У КЛИМАТСКОЈ КОМОРИ

7.1. Дефинисање микроклиматских режима старења реплика мозаика – опис експеримента

Експеримент у лабораторијским, контролисаним условима спроведен је у сертификованој Лабораторији за испитивање материјала у културном наслеђу при Катедри за инжењерство материјала на Технолошком факултету у Новом Саду.⁴⁹⁰ У климатској комори за вештачко старење материјала на реплике мозаика симулирани су микроклиматски параметри температура (Т) и релативна влажност (RH) ваудуха. Експеримент је реализован кроз две фазе истраживања. У првој фази су на реплике мозаика симулирани годишњи екстремни, максималне и минималне годишње термохигрометријске вредности измерене у Визиторском центру Царска палата Сирмијум, док су у другој фази симулиране претпостављене оптималне амбијенталне вредности Т и RH, за очување и презентацију мозаика.

Реплике мозаика на којима су симулирани поменути микроклиматски режими 1 и 2 су израдили конзерватори Републичког Завода за заштиту споменика културе у Београду по истој рецептури и методологији коју примењују за реконзервацију мозаика у Царској палати Сирмијум. За справљање реплика мозаика направљен је калуп 20 x 20 cm у који су поређане оригиналне, камене тесере мозаика нађене у шуту приликом заштитних археолошких истраживања која су претходила изради темеља објекта Визиторског центра. Тесере су постављане тако да формирају амблем са геометријским и флоралним мотивима (*Слика 63*). Затим је припремљен кречни малтер. За справљање смеше кречног малтера коришћен је гашени креч са Фрушке горе из Манђелоса, из кречаре Врекић, затим ситнозрни, кварцни, ливачки песак Копови Уб (сировинска база, лежиште Авала) гранулације 0,17 mm и крупнозрни кварцни песак, Копови Уб (сировинска база, лежиште Авала) гранулације 0,3-1,2 mm. Размера мешања сировина малтерне смеше је 1:3 (1 мера гашеног креча према 3 мере кварцног песка). Коришћена је једна мера гашеног греча, наспрам две мере крупног кварцног песка и једне мере ситног кварцног песка. На камене тесере је прво изливен један слој малтера, затим је постављена рабиц мрежа, на коју је нанет други слој малтера. Након 28 дана када је малтер достигао неопходну чврстоћу премазан је акрилним раствором акрилом (однос акрил:вода = 1:6), потом је нанета смеша направљена од Мапеиа и Изоластика, која има адхезивну улогу и којом је мозаик залепљен за алуминијумску подлогу, алвеоларно саће. На крају је исфугован кречним малтером. Цео поступак израде реплика мозаика на којима ће се симулирати утицаји у климатској комори приказан је на приложеним фотографијама (од *Слика 63 до Слика 68*).

Исти процес је поновљен приликом израде реплика мозаика за другу фазу испитивања, односно за симулирање претпостављеног оптималног микроклиматског режима. Укупно је направљено 5 реплика мозаика. Приликом симулације једног и другог микроклиматског режима по два мозаика су старена у комори. У односу на пети, неостарени узорак мозаика упореним методом установљене су промене карактеристика материјала и стање реплика мозаика подвргнутих старењу.

⁴⁹⁰ Сагласност колега из Лабораторије за испитивање материјала у културном наслеђу при Технолошком факултету у Новом Саду за коришћење и репродукцију резултата спроведених испитивања дата је у *Прилогу 12*.



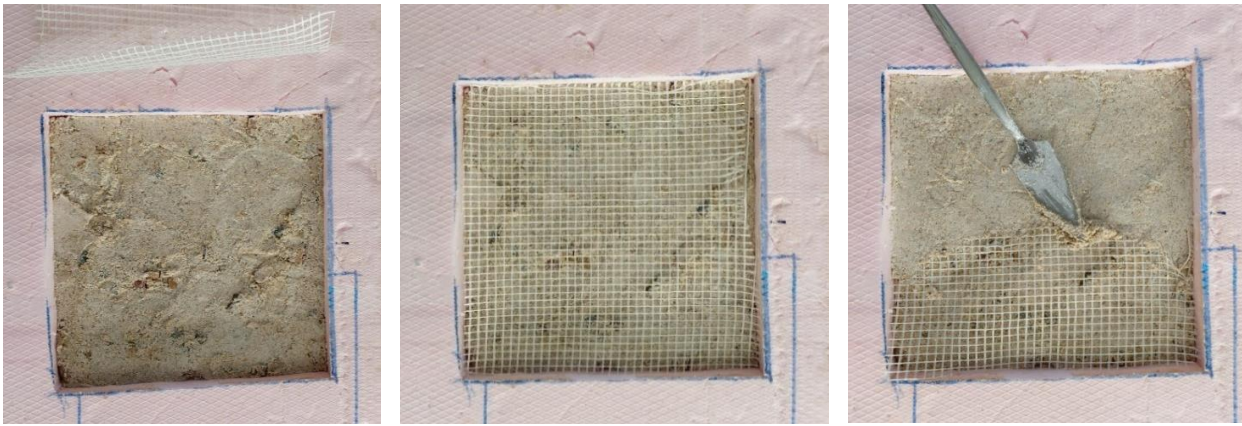
Слика 63. Поступак израде реплика мозаика: а) Ређање тесера мозаика; б) формирање амблема. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).



Слика 64. Справљање смеше кречног малтера - коришћене сировине за справљање смеше кречног малтера. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).



Слика 65. Изливање првог слоја малтера. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).



Слика 66. Постављање рабиц мрежице и другог слоја малтера. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).



Слика 67. Премазивање полеђине очврслог малтера акриликком, справљање адхезивног премаза – смеше Мапеиа и Изоластика и лепљење мозаика за алвеоларну алуминијумску подлогу – саће. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).



Слика 68. Фуговање реплика мозаика. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).

За вештачко старење реплика мозаика коришћена је лабораторијска комора *Binder Climate chamber KBWF 240* (Слика 69). Ова комора има могућност симулације различитих атмосферских/амбијенталних утицаја и то: сунчево зрачење (УВ, флуоресцентну и видљиву светлост), влажност и температуру ваздуха, струјање ваздуха, гасове. Када се дефинише циклус, односно фазе циклуса старења, уређај се може испрограмирати тако да аутоматски мења параметре по задатим фазама. Такође, омогућава постављање преко 500 програма старења.

Перформансе климатске коморе *Binder KBWF 240* су:

- Опсег температуре: 0-70 °С;
- Опсег релативне влажности: 10-98%;
- Покретне касете са илуминацијом, свака са 5 флуоресцентних цеви;
- Подешавање брзине вентилатора;
- Регулација влажности са капацитативним сензором влаге хумидификацијом паре;
- Интуитивни контролер осетљив на додир за програмирање режима и интерним бележењем података.

Поред наведених перформанси употребљена комора поседује отвор за увођење гасова и могућност повезивања на компјутерску мрежу, као и даљинско управљање.



Слика 69. Климатска комора за старење материјала *Binder Climate chamber KBWF 240*, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Лабораторија за испитивање материјала у културном наслеђу, Катедра за инжењерство материјала, Технолошки факултет Нови Сад).

Климатска комора за старење материјала *Binder KBWF 240* користи се како би се предвидело понашање нових материјала у реалним условима експлоатације. Ова врста истраживања има широку примену у технолошким наукама. Сви нови материјали и производи пре употребе морају бити подвргнути симулацијама у комори на основу којих добијају атесте, дозволе за коришћење и употребу. Аналогично са већ реализованим испитивањима постојаности неорганских, порозних, грађевинских материјала у климатској комори формиран је режим старења реплика мозаика при чему је дефинисан циклус који се симулира, одређене су фазе циклуса и њихово трајање. Имајући у виду да највеће деструкције материјала настају при највећим осцилацијама температуре и релативне влажности ваздуха, формиран је режим симулације годишњег циклуса кроз смену максималних и минималних годишњих вредности Т и RH, односно екстрема годишњег опсега. Сходно томе, симулацију годишњег циклуса чине две фазе. Позивајући се на публикована испитивања постојаности опеке⁴⁹¹ и кречног

⁴⁹¹ Gabriela Pavlendová, Rudolf Podoba and Ivan Baník, "Accelerated ageing in testing bricks used in the conservation of historic buildings", in *TIM 2013 physics conference* (AIP Publishing LLC 978-0-7354-1273-6/\$30.00, 2013), 125-130, <https://sci-hub.se/10.1063/1.4903026>.

малтера⁴⁹² у климатској комори усвојено је да једна фаза циклуса док не наступи промена траје 3h. Имајући у виду да свака фаза циклуса траје 3h, формирани режим старења реплика мозаика у комори (**Табела 3**) заснива се на симулацији годишњег циклуса у трајању од 6h (6h=1 година). То конкретно значи да се 3h симулира минимална вредност Т и максимална вредност RH измереног или препорученог годишњег опсега при искљученим светлом, а да се потом наредна 3h симулира измерена или препоручена максимална вредност Т и минимална вредност RH годишњег опсега при чему је светло укључено. Дефинисање када се симулира максимална, а када минимална вредност Т и/или RH у свакој од фаза проистекло је из међусобне условљености ових параметара. У затвореном простору када се Т повећава, смањује се RH и обрнуто. Ова условност је потврђена и искуствено микроклиматским мониторингом у Визиторском центру Царске палате при чему је у зимском периоду очитана минимална вредност Т, а максимална вредност RH, док је у лето забележена максимална вредност Т, а минимална вредност RH. Што се тиче симулирања осветљаја, имајући у виду да мозаик у Царској палати није изложен директној сунчевој светлости, а узимајући у обзир и то да градивни материјали мозаика, малтер и камен нису сензитивни, светлост нема утицаја на његову постојаност.⁴⁹³ Зато је симулирана само видљива светлост и то по принципу смене ноћи и дана. Фаза у којој су симулиране минимална Т и максимална RH светло је било искључено (ноћ), док се у другој фази при симулацији максималне Т и минималне вредности RH светло укључивало (дан).

Табела 3. Формирани режим старења реплика мозаика, (Извор: Аутор).

Трајање циклуса	Фазе циклуса / промене	Т (°C)	RH (%)	Светло
Једногодишњи циклус = 6 h	3 h	мин. Т	макс. RH	Светло је искључено
	3 h	макс. Т	мин. RH	Светло се укључује

Уколико 6h траје симулација једногодишњег циклуса у климатској комори, за 1 дан (24h) се исимулирала 4 годишња циклуса (6h траје 1 циклус x 4 циклуса по дану). Режим старења са бројем исимулираних циклуса у једном дану може се видети у **Табела 4**.

У **Табела 5** приказан је микроклиматски режим 1 који је симулиран на реплике мозаика, а који обухвата симулацију годишњих екстрема - максималних и минималних годишњих вредности Т и RH измерених у Визиторском центру Царске палате.⁴⁹⁴

У другој фази испитивања на реплике мозаика симулиран је претпостављени оптимални микроклиматски режим за излагање и очување мозаика у Визиторском центру Царске палате, односно симулиране су претпостављене оптималне максималне и минималне вредности Т и RH годишњег опсега (

Табела 6).

Претпостављене оптималне вредности формиране су на основу резултата симулација постојећег микроклиматског режима у Царској палати, а све у циљу његовог унапређења и досадашњих сазнања о микроклиматским условима за очување мозаика објављеним у стандардима и препорукама организација које нису међусобно усаглашене. Симулиране претпостављене оптималне вредности годишњег опсега за RH су 35% (мин. RH) и 65% (макс. RH), док су за Т 10 °C (мин. Т) и 25 °C (макс. Т). Минимална вредност годишњег опсега RH

⁴⁹² Anna Arizzi, H. Viles and G. Cultrone, "Experimental testing of the durability of lime-based mortars used for rendering historic buildings," *Construction And Building Materials* 28, no. 1 (2012): 807-818, doi:10.1016/j.conbuildmat.2011.10.059.

⁴⁹³ Неоргански материјали имају веома ниску фотосензитивност. Пошто морфолошку структуру мозаика граде неоргански материјали класификован је као постојан при изворима осветљаја јачине до и преко 300 Lux. Према UNI10829:1999 јачина осветљаја није релевантна за постојаност мозаика. Видети у: UNI10829:1999 – *Beni di interesse storico e artistico Condizioni ambientali di conservazione Misurazione ed analisi*. (Milano: Ente Nazionale Italiano di Unificazione, 1999), pp. 11.

⁴⁹⁴ Резултати микроклиматског мониторинга у Визиторском центру Царске палате дати су у **8. поглављу**.

одређена је на основу минималне измерене вредности у Визиторском центру Царске палате (35%), а имајући у виду да је према UNI10829:1999 стандарду мозаик постојан и при нижим вредностима RH,⁴⁹⁵ не постоји потреба за влажењем ваздуха, односно за вишим вредностима RH ваздуха. Максимални препоручени годишњи опсег RH (65%) дефинисан је јер у већини препорука представља горњу границу како за постојаност и очување мозаика, тако и за раст микроорганизама (микробиолошку контаминацију налаза), али и за угодност боравка и здравље људи. Претпостављени оптимални температурни годишњи опсег за излагање мозаика *in situ* је формиран на основу сазнања да девастација и структурне промене у материјалу настају при вишим температурама, а да хладнији услови погодују очувању, продужавају животни век и постојаност неорганских материјала, наравно уколико је температура изнад 0 °C и нема циклуса замрзавања и одмрзавања. Сходно томе за горњу граничну вредност годишњег оптималног температурног опсега претпостављена је T 25 °C имајући у виду да се у појединим документима ова вредност појављује као максимална вредност за очување мозаика, док се у другим T сматра ирелевантном за њихову постојаност. Затим је одређен (*set point*)⁴⁹⁶ и минимална вредност годишњег опсега према условности из ASHRAE стандарда за А категорију објеката (1. и 2. опција) која гласи да се на дефинисану, задату вредност (*set point*) дода 5 °C и одузме 10 °C. Тако да ако је максимална претпостављена вредност годишњег опсега 25 °C, *set point* је 20 °C, а минимална T је 10 °C.

Табела 4. Режим старења са бројем исимулираних циклуса у једном дану, (Извор: Аутор).

1 дан (24 h)	Трајање циклуса	Фазе циклуса / промене	T (°C)	RH (%)	Светло
24 h = 4 x једногодишњи циклус	једногодишњи циклус = 6 h	3 h	мин. T	макс. RH	Светло је искључено
		3 h	макс. T	мин. RH	Светло се укључује
	једногодишњи циклус = 6 h	3 h	мин. T	макс. RH	Светло је искључено
		3 h	макс. T	мин. RH	Светло се укључује
	једногодишњи циклус = 6 h	3 h	мин. T	макс. RH	Светло је искључено
		3 h	макс. T	мин. RH	Светло се укључује
	једногодишњи циклус = 6 h	3 h	мин. T	макс. RH	Светло је искључено
		3 h	макс. T	мин. RH	Светло се укључује

⁴⁹⁵ У UNI10829:1999 се препоручује да је минимална вредност RH годишњег опсега за постојаност мозаика 20%; Видети више у: UNI10829:1999 – *Beni di interesse storico e artistico Condizioni ambientali di conservazione Misurazione ed analisi*. (Milano: Ente Nazionale Italiano di Unificazione, 1999), pp. 11.

⁴⁹⁶ *Set point* је оптимална константна вредност, у овом случају T, која би у контролисаним условима средине требало да се одржи читаве године. У односу на ову вредност се одређују максимална и минимална T годишњег опсега. Извор: ASHRAE, *Museums libraries and archives*, in: *2015 ASHRAE Handbook. Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications*, SI ed., American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 2015, (Chapter 23), pp. 321, (23.13).

Табела 5. Симулација микроклиматских параметара Т и RH измерених у Царској палати: годишњи екстреми – максималне и минималне годишње вредности Т и RH, (Извор: Аутор).

Трајање циклуса	Фазе циклуса / промене	Т (°C)	RH (%)	Светло
једногодишњи циклус = 6h	3 h	0.60°C	93.40%	Светло је искључено
	3 h	33.60°C	35%	Светло се укључује

Табела 6. Симулација претпостављеног оптималног микроклиматског режима за излагање и очување мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума, (Извор: Аутор).

Трајање циклуса	Фазе циклуса / промене	Т	RH	Светло
једногодишњи циклус = 6 h	3 h	10°C	65%	Светло је искључено
	3 h	25°C	35%	Светло се укључује

Као што се може видети у табелама формиран режим вештачког старења у климатској комори је исти при обе симулације, само се разликују вредности микроклиматских параметара Т и RH које се симулирају на реплике мозаика. Исти је циклус који се симулира, затим трајање фаза циклуса, као и рецептура и старост реплика мозаика.

Сходно резултатима претходних истраживања коефицијента убрзања вештачког старења у односу на природно старење из литературе, усвојено је да 100 циклуса старења у комори одговара приближно око 2 године природног старења узорака у реалним условима средине.⁴⁹⁷ Аналогијом се долази до тога да 50 циклуса старења узорка у комори одговара 1 години природног старења. То значи да 200 циклуса старења у комори представља 4 године природног старења, 300 циклуса је еквивалентно са 6 година природног старења узорка у реалним условима експлоатације, а 500 циклуса старења узорка у комори одговара старости узорка који је 10 година био изложен реалним утицајима средине. Ако се за један дан у комори реализују 4 годишња циклуса (6h траје 1 циклус x 4 циклуса = 24h), онда се 50 циклуса реализује за 12,5 дана. У **Табела 7** приказан је однос трајања старења мозаика изражен у броју дана и реализованих циклуса у комори и природног старења узорака изражен у календарским годинама.

На основу свега претходно изнетог, у **Табела 8** дефинисана је динамика провере/праћења промена на узорцима мозаика. Скрининг мерења су рађена пре и након старења (након 300. циклуса старења) и обухватила су праћење стања површине мозаика дигиталном оптичком микроскопијом, затим анализу текстуалних карактеристика малтера живином порозиметријом и испитивање механичких карактеристика *drill* методом. У току старења вршено је праћење микроструктурних промена на мозаицима оптичком микроскопијом дан након навршених 50, 100, 150, 200 и 300. циклуса. Услед идентификованих пукотина на споју тесера и малтера након 300. циклуса старења реплика мозаика на које је симулиран постојећи микроклиматски режим у Визиторском центру Царске палате у Сирмијуму, а у циљу праћења микроструктурних промена на мозаицима, испитивање је продужено до тренутка потпуног одвајања, односно до 500. циклуса. Ове индикативне методе су примењене како би се испитале карактеристике материјала који граде морфолошку структуру мозаика и на тај начин извршила процена њихове постојаности услед изложености претходно дефинисаним микроклиматским режимима. Методе и материјали коришћени за проверу и процену стања мозаика старених у комори објашњени су у наредном поглављу.

⁴⁹⁷ Jerzy Bochen, "Study on the microstructure of thin-layer facade plasters of thermal insulating system during artificial weathering", *Construction and building materials* 23, no. 7 (2009): 2560 (2559-2566), doi:10.1016/j.conbuildmat.2009.02.028; Jerzy Bochen, Stanisław Gil and Janusz Szwabowski, "Influence of ageing process on porosity changes of the external plasters", *Cement And Concrete Composites* 27, no. 7-8 (2005): 769-775, doi:10.1016/j.cemconcomp.2005.01.003.

Табела 7. Однос трајања старења мозаика изражен у броју дана и реализованих циклуса у комори и природног старења израженог у календарским годинама, (Извор: Аутор).

ТРАЈАЊЕ СТАРЕЊА У КОМОРИ ИЗРАЖЕНО У ДАНИМА	БРОЈ РЕАЛИЗОВАНИХ ЦИКЛУСА У КОМОРИ	ПРИРОДНО СТАРЕЊЕ МОЗАИКА У ГОДИНАМА
13. дан старења	50 циклуса	1
25. дан старења	100 циклуса	2
38. дан старења	150 циклуса	3
50. дан старења	200 циклуса	4
63. дан мерења	250 циклуса	5
75. дан мерења	300 циклуса	6
88. дан старења	350 циклуса	7
100. дан старења	400 циклуса	8
113. дан старења	450 циклуса	9
125. дан старења	500 циклуса	10

Табела 8. Динамика скрининг мерења у односу на број циклуса старења, (Извор: Аутор).

ДИНАМИКА ПРАЋЕЊА ПРОМЕНА НА УЗОРЦИМА МОЗАИКА			
ТРАЈАЊЕ СТАРЕЊА ИЗРАЖЕНО У ДАНИМА	БРОЈ РЕАЛИЗОВАНИХ ЦИКЛУСА	АКТИВНОСТИ	МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА
0	0	стављени узорци у комору – почетак старења; скрининг мерења пре почетка старења;	оптичка микроскопија, <i>drill</i> метода, Hg порозиметрија
14. дан старења	50 циклуса	Прва скрининг мерења у току старења;	оптичка микроскопија
26. дан старења	100 циклуса	Друга скрининг мерења у току старења;	
39. дан старења	150 циклуса	Трећа скрининг мерења у току старења;	
51. дан старења	200 циклуса	Четврта скрининг мерења у току старења;	
64. дан старења	250 циклуса	Пета скрининг мерења у току старења;	
76. дан старења	300 циклуса	Скрининг, контролна мерења по завршетку 300. циклуса старења;	оптичка микроскопија, <i>drill</i> метода, Hg порозиметрија;
89. дан старења	350 циклуса	-	-
101. дан старења	400 циклуса	-	-
114. дан старења	450 циклуса	-	-
126. дан мерења	500 циклуса	Скрининг, контролна мерења по завршетку 500. циклуса старења; ⁴⁹⁸	оптичка микроскопија

⁴⁹⁸ Симулација режима постојећих микроклиматских услова у Визиторском центру Царске палате у Сирмијуму је продужена до 500. циклуса старења.

7.2. Методе и материјали коришћени за испитивање постојаности мозаика приликом симулација T и RH у климатској комори за старење материјала

7.2.1. Визуелно праћење стања површине мозаика дигиталном оптичком микроскопијом

Дигитална оптичка микроскопија је коришћена за визуелну инспекцију и одабир зона снимања. У ту сврху употребљен је преносни дигитални микроскоп *VT300-PLUS-Portable Microscope* за прву фазу испитивања, а услед квара за другу фазу је коришћен микроскоп *Vitiny PRO10-3* (Слика 70). Оба преносна дигитална микроскопа омогућавају брзу визуелну идентификацију присутних оштећења и дају увид у микроструктуру површине материјала како покретног тако и непокретног културног наслеђа. Микроскопи су опремљени са три врсте осветљења: ултраљубичастим, видљивим и инфрацрвеним. Поседују оптичка увећања од 6,5x, 10x и од 40x, као и дигитално увећање до 200x. Резултат микроскопирања је дигитални снимак посматране површине.⁴⁹⁹

Визуелна инспекција реплика мозаика оптичком микроскопијом обухватила је праћење површине камених тесера, контакта тесере – кречни малтер, затим малтера између тесера и алуминијумске алвеоларне сањасте подлоге – сања, као и спој кречног малтера са сањем. Оптичка микроскопија на свим поменутих позицијама је вршена на сваких 50. циклуса старења за разлику од контролних мерења отпора силе при бушењу и порозиметрије које су рађене пре и након старења (након 300. циклуса). Само у циљу праћења микроструктурних промена реплика мозаика на које је симулиран микроклиматски режим у Визиторском центру Царске палате Сирмијума због уочених пукотина између тесера и кречног малтера након 300. циклуса старења симулације су продужене до њиховог потпуног одвајања, односно до 500. циклуса старења. Сви приказани снимци урађени су при увећању од 6,5x.



Слика 70. Дигитални оптички преносни микроскопи: а) VT300-PLUS-Portable Microscope и б) Vitiny PRO10-3. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Лабораторија за испитивање материјала у културном наслеђу, Технолошки факултет Нови Сад).

⁴⁹⁹ Лабораторија за испитивање материјала у културном наслеђу, Технолошки факултет Нови Сад, *Елаборат лабораторијских испитивања: Испитивање утицаја микроклиматских услова средине на постојаност античких мозаика у Визиторском центру локалитета 1а Царска палата Сирмијум*, (Нови Сад: Технолошки факултет, 2021-22).

7.2.2. Испитивање механичких карактеристика “drill” методом

Механичке карактеристике достављених узорака реплика мозаика испитане су мерењем силе отпора при бушењу. Испитивања су рађена на површини мозаика у делу кречног малтера између тесера на 3 мерне позиције. Добијени резултати приказани су као средње вредности од 3 мерења. Спроведена испитивања имала су за циљ да се процени стање материјала, од површине ка дубини пре и након старења. Бушење је урађено употребом уређаја *DRMS SINT Technology*, Италија, (Слика 71). У питању је специјално дизајнирана бушилица која се покреће софтвером који контролише брзину продирања и број обртаја у минути током бушења материјала. Истовремено се прикупљају подаци о сили отпора материјала при бушењу по дубини узорка. Према формули $(w_0 - w_x) / w_0 = \%^{500}$, одређен је % промене механичких карактеристика остареног узорка у односу на неостарени.

7.2.3. Испитивање текстуралних карактеристика живином порозиметријом

Живина порозиметрија је метода за одређивање текстуралних карактеристика материјала – укупне порозности и расподеле величина пора – у домену пречника пора од 150 до 0,005 μm . Метода се заснива на корелацији између притиска који је потребно применити како би жива ушла у одређену пору и величине те поре. Мерењем запремине утиснуте живе при одређеним притисцима добијају се подаци о текстури испитиваног материјала. Уређај коришћен за анализу узорака је *Autopore IV (Micromeritics, САД)*, са максималним примењеним радним притиском утискивања живе од 228 МПа (Слика 72).⁵⁰¹ Према формули $(w_0 - w_x) / w_0 = \%$, одређен је % промене порозности остареног узорка у односу на неостарени, док је код остарених узорака вршено међусобно поређење заступљености удела пора одређених пречника.



Слика 71. Уређај *DRMS SINT Technology*.
(Извор: Елаборат лабораторијских испитивања,
Лабораторија за испитивање материјала у
културном наслеђу, Технолошки факултет Нови
Сад).



Слика 72. Живин порозиметар *Autopore IV*.
(Извор: Елаборат лабораторијских испитивања,
Лабораторија за испитивање материјала у културном
наслеђу, Технолошки факултет Нови Сад).

⁵⁰⁰ w_0 – вредност неостареног узорка (пре старења); w_x – вредност остареног узорка (након старења); Извор: доц. др Снежана Вучетић.

⁵⁰¹ Лабораторија за испитивање материјала у културном наслеђу, Технолошки факултет Нови Сад, *Елаборат лабораторијских испитивања: Испитивање утицаја микроклиматских услова средине на постојаност античких мозаика у Визиторском центру локалитета 1а Царска палата Сирмијум*, (Нови Сад: Технолошки факултет, 2021-22).

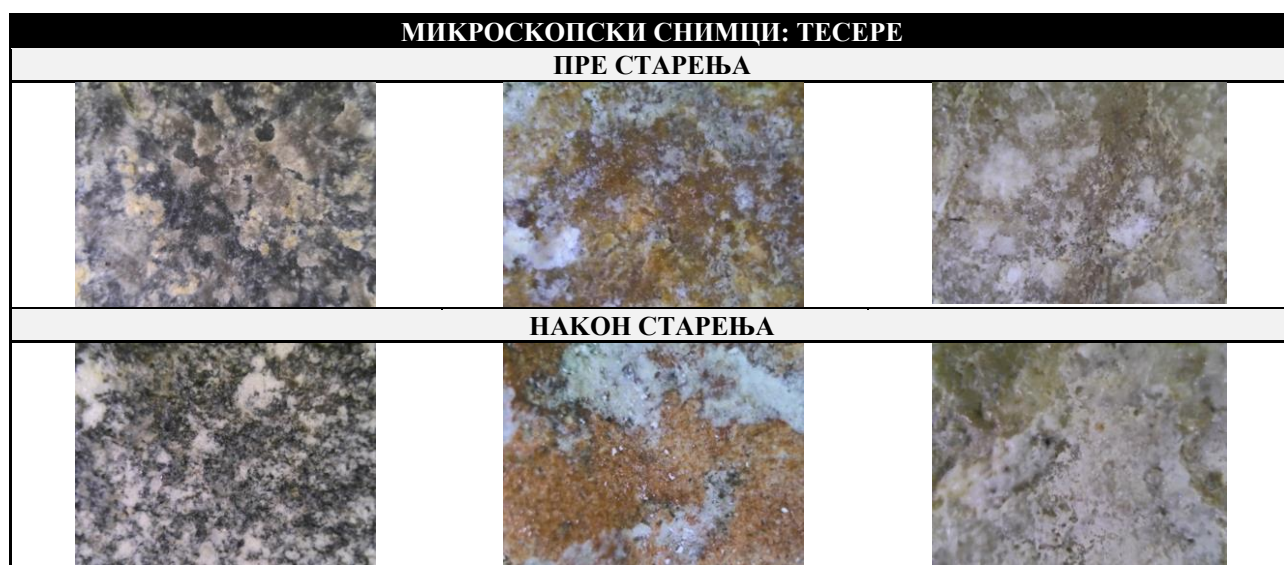
7.3. Резултати лабораторијских испитивања утицаја микроклиматских параметара на мозаик

7.3.1. Режим 1: Симулација постојећег микроклиматског режима у Визиторском центру Царске палате Сирмијума

7.3.1.1. Микроструктурне промене на мозаицима

Оптичком микроскопијом камених тесера пре, у току и након старења установљено је да није дошло до микроструктурних промена (*Табела 9*).

Табела 9. Микроскопски снимци тесера пре и након старења без микроструктурних промена. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



Микроскопијом контакта кречног малтера и камених тесера пре и након старења може се константовати да је дошло до одвајања (*Табела 10*). Најчесталија детектована одвајања су настала између камених тесера тамнијег тоналитета и кречног малтера.⁵⁰² Праћењем узорака оптичком микроскопијом на сваких 50 циклуса идентификована су оштећења на споју тесера и кречног малтера већ након првих 50. циклуса. Слабљење ахезивне способности кречног малтера и потпуно одвајање тесера забележено је након 500. циклуса (*Табела 11*).

Микроскопски снимци кречног малтера не указују на значајну појаву пукотина нити дубљих кракела у његовој структури (*Табела 12*). То се такође може закључити на основу контролних снимака и праћења узорака у току старења (*Табела 13*). Што се тиче праћења контакта кречни малтер – саће током и након 300. циклуса старења није идентификовано значајно одвајање кречног малтера од саћа (*Табела 14* и *Табела 15*). На појединим местима постоји делимично одвајање, што може бити последица лоше изведеног контакта током припреме узорака.⁵⁰³

⁵⁰² Исто.

⁵⁰³ Исто.

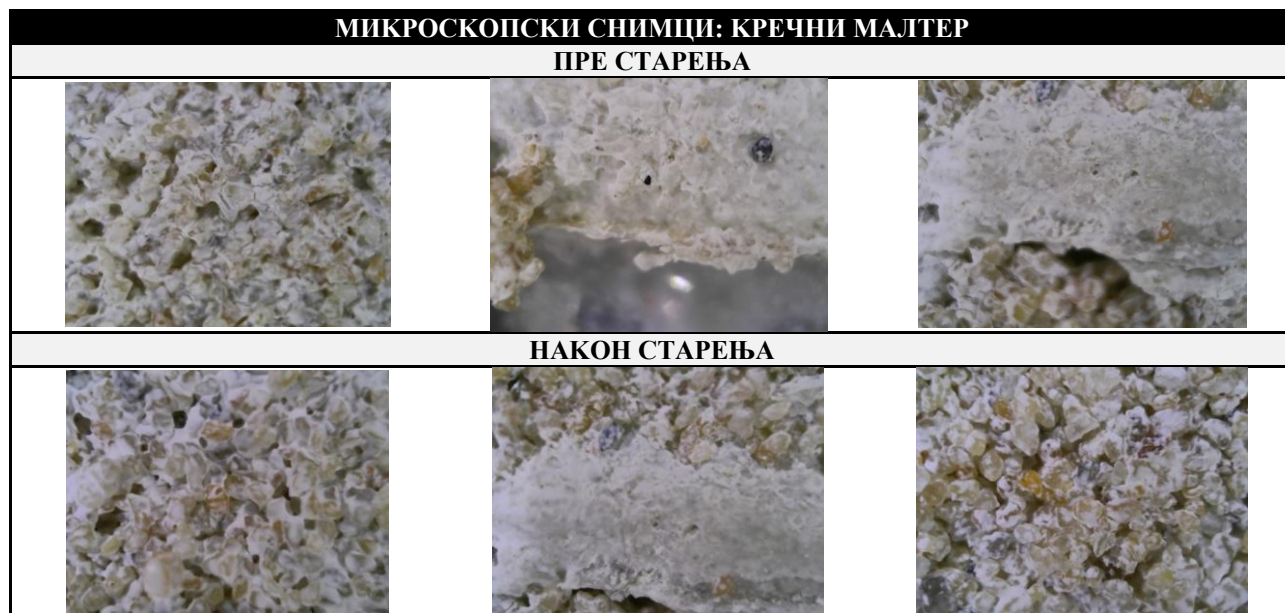
Табела 10. Микроскопски снимци контаката тесера и кречног малтера пре и након старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



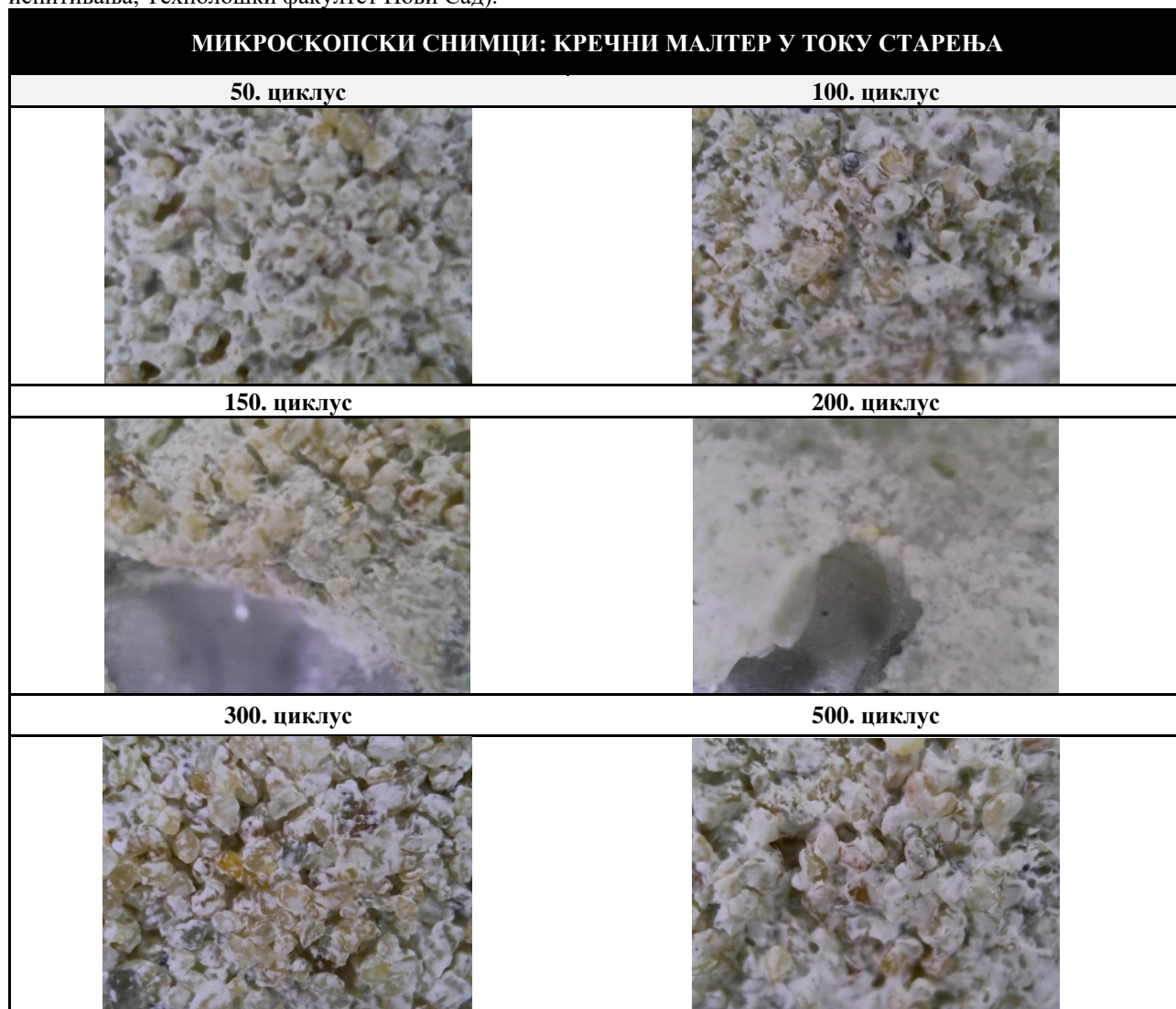
Табела 11. Скрининг мерења у току старења - Микроскопски снимци контаката тесера и кречног малтера са идентификованим одвајањем већ након 50 циклуса, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



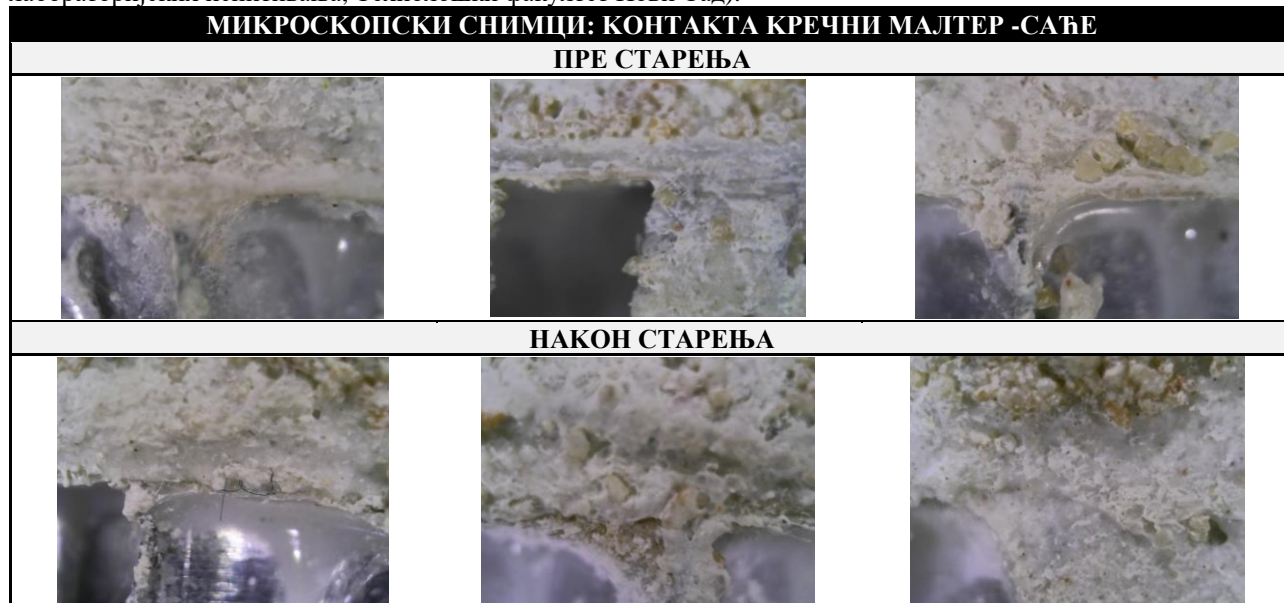
Табела 12. Микроскопски снимци кречног малтера пре и након старења. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



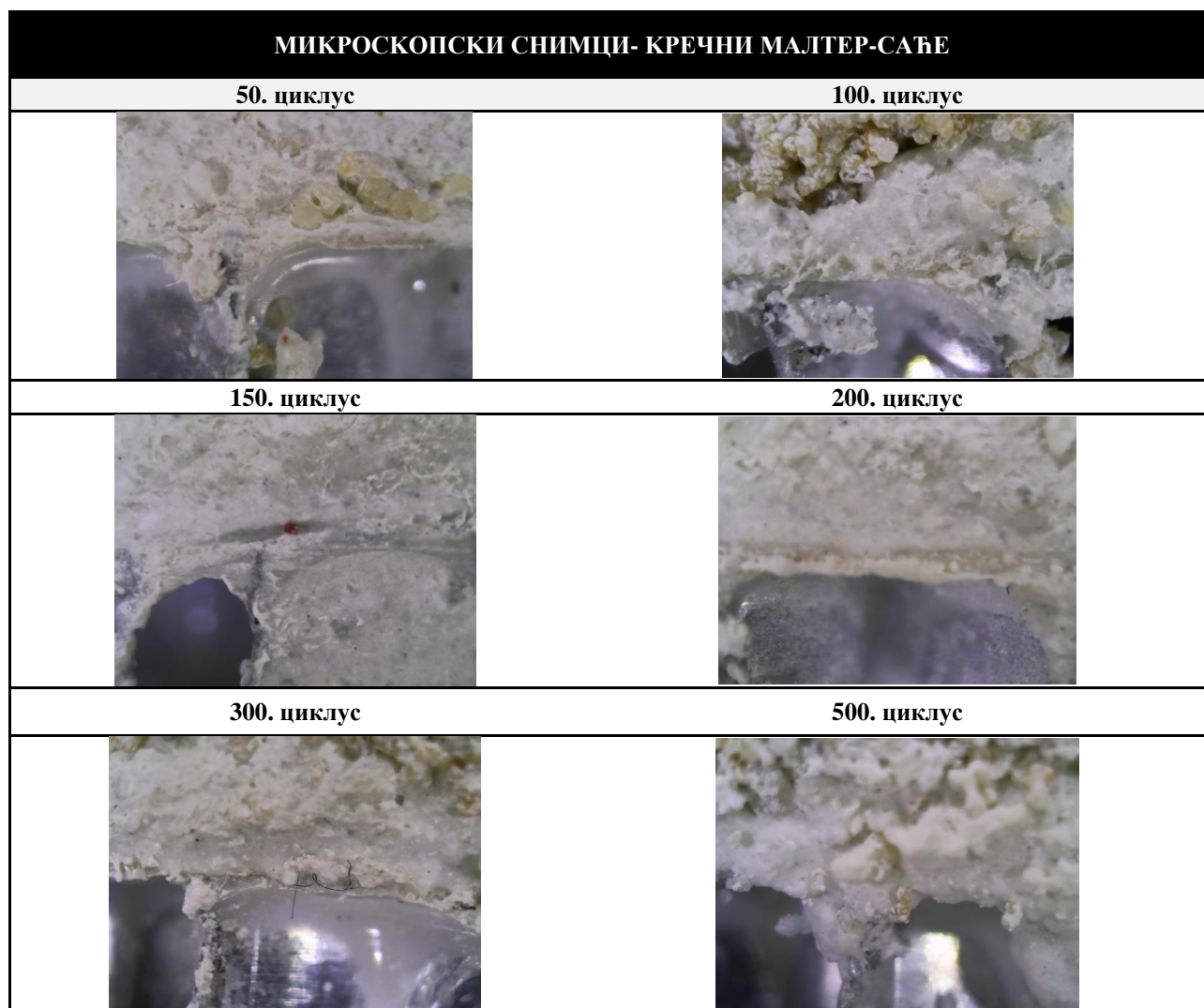
Табела 13. Микроскопски снимци кречног малтера током старења. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



Табела 14. Микроскопски снимци контаката кречног малтера и саћа пре и након старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



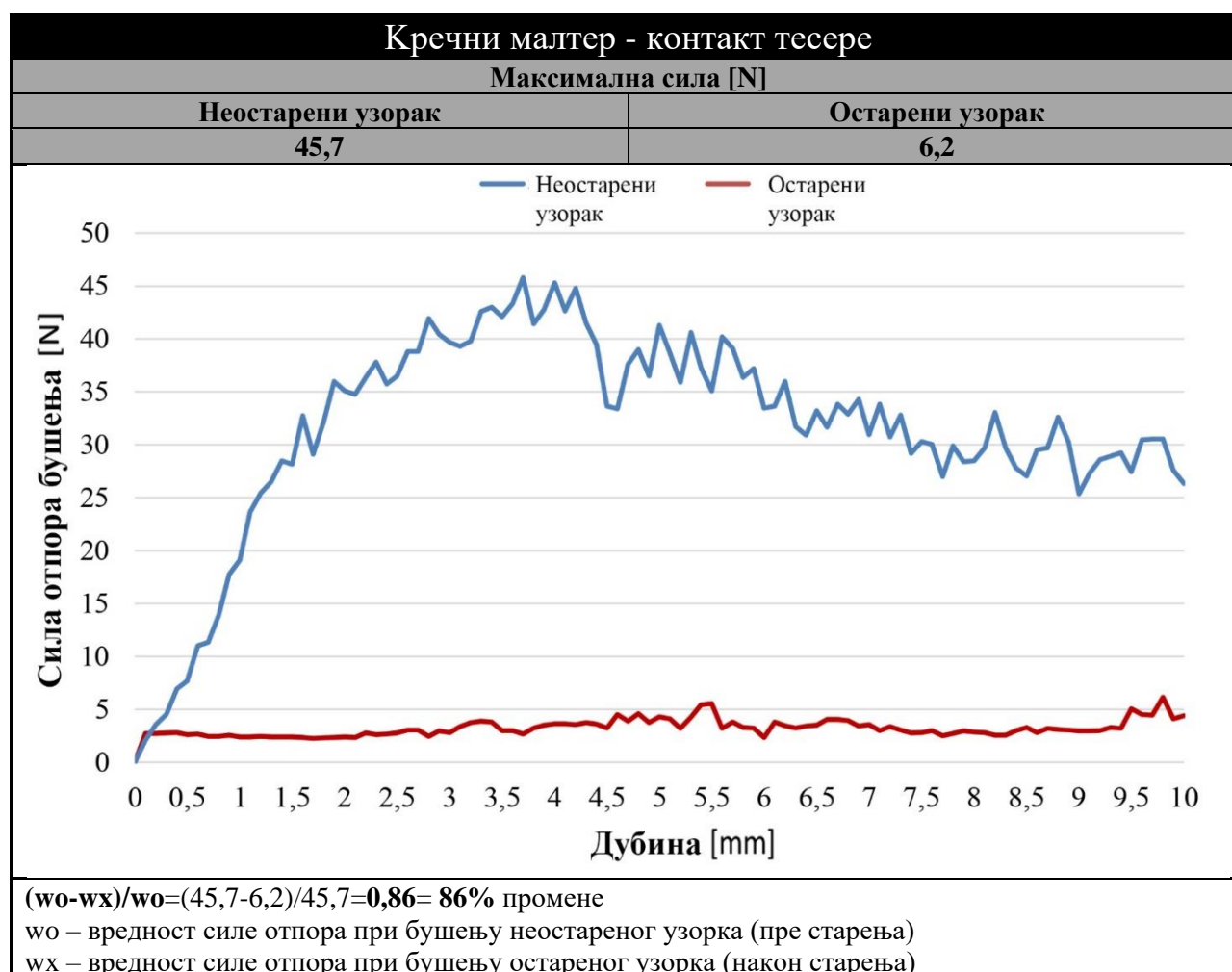
Табела 15. Микроскопски снимци контаката кречног малтера и саћа током старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



7.3.1.2. Механичке карактеристике реплика мозаика

Приликом испитивање силе отпора при бушењу на површини мозаика у зони кречног малтера између камених тесера установљено је да су након 300. циклуса старења смањене механичке карактеристике испитиваних узорка. То потврђује чињеница да је сила отпора при бушењу значајно мања код остарених узорка, него код узорка који нису старени. Веће забележене вредности максималне силе последица су „удара“ у тесере на месту контакта са кречним малтером. Код неостареног узорка вредност максималне силе отпора при бушењу је 45,7 N, док је код остареног узорка више од 7 пута мања и износи 6,2 N.⁵⁰⁴ Евидентно је да примењени режим старења има значајан утицај на механичке карактеристике реплика мозаика. Према формули $(w_0 - w_x) / w_0 = \%$, одређен је % промене остареног узорка у односу на неостарени. Процентуална промена остареног узорка у односу на неостарени износи 86% (Табела 16). То значи да су остарени узорци за 86% лошијих механичких карактеристика од неостарених. Појава слабљења везе, тесере – кречни малтер идентификована је и микроскопским испитивањима, при чему су пукотине на споју тесера и кречног малтера уочене већ након 50. циклуса старења, а до потпуног одвајања је дошло након 500. циклуса.

Табела 16. Сила отпора при бушењу кречног малтера на површини мозаика у зони између тесера пре и након старења реплика мозаика, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



⁵⁰⁴ Исто.

7.1.1.1. Текстуралне карактеристике реплика мозаика

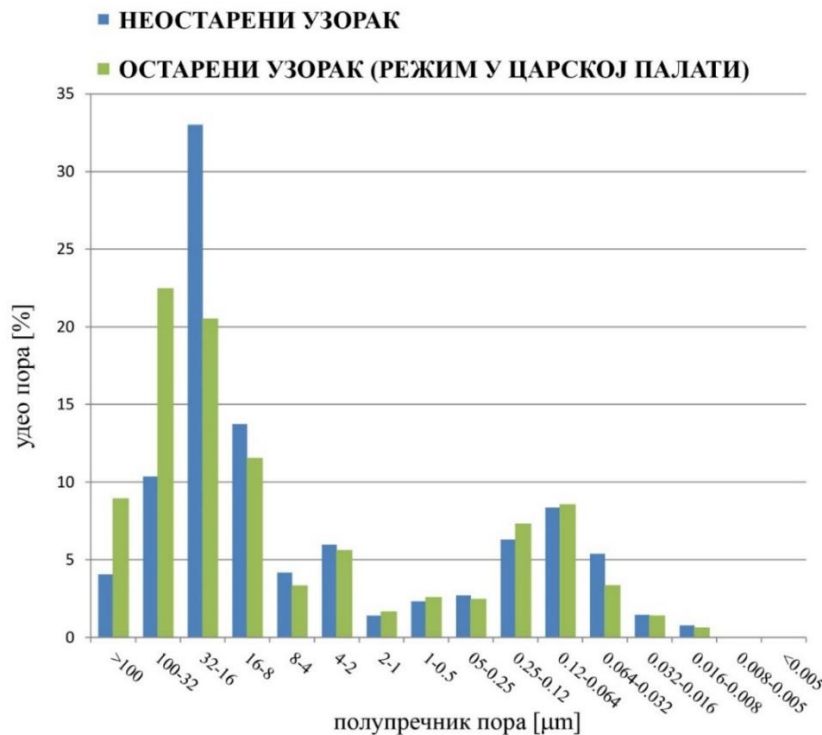
Иситивањем текстуралних карактеристика живином порозиметријом установљено је да након 300. циклуса долази до значајне промене у погледу укупне порозности (*Табела 17*) и расподеле величине пора (*Слика 73*).

Укупна порозност код неостареног узорка износи 37,42%, док је код остареног 27,49%.⁵⁰⁵ Евидентно је да након старења долази до смањења укупне порозности за 10%. Процент промене укупне порозности остареног узорка мозаика у односу на неостарени износи 27%, што је скоро трећина.

Упоредном анализом удела величине пора неостареног и остареног узорка мозаика може се закључити да се повећао удео крупних пора (поре полупречника 100-32 μm и пора које су веће од 100 μm). Поре полупречника >100 μm су се удвостручиле код остареног узорка у односу на неостарени. Код неостареног узорка имају удео (4,1%), док код остареног узорка износе (8,9%) укупне порозности (*Слика 73*). Такође, иста је и ситуација са порамма полупречника 100-32 μm. Код неостареног су присутне 8,2%, док су код остареног узорка заступљене 22,5%, што такође указује да се њихов удео током старења повећао више од два пута (*Слика 73*).

Табела 17. Вредности укупне порозности узорка пре и након 300. циклуса старења – режим у Царској палати, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

УКУПНА ПОРОЗНОСТ [%]	
Пре старења	37.42
После старења	27.49
$(w_0 - w_x) / w_0 = (37,42 - 27,49) / 37,42 = 0,27 = 27\%$ промене	
w ₀ – вредност неостареног узорка (пре старења)	
w _x – вредност остареног узорка (након старења)	



Слика 73. Расподела величина пора – режим у Царској палати, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

⁵⁰⁵ Исто.

7.3.2. Режим 2: Симулација претпостављеног оптималног микроклиматског режима за презентацију мозаика

7.3.2.1. Оптичка микроскопија

Детектовање структурних промена оптичком микроскопијом вршено је на истим позицијама као и приликом контролних мерења извршених на репликама мозаика који су били подвргнути симулацијама микроклиматског режима присутног у Царској палати. Односно, праћене су структурне промене на површини камених тесера, у кречном малтеру, на контакту камених тесера и кречног малтера, као и на споју кречног малтера и алвеоларног саћастиг панела. Такође су скрининг мерења рађена пре и након старења, али и у току старења.

Испитивања су показала да су камене тесере постојане, односно никакве микроструктурне промене нису идентификоване на тесерама током и након старења реплика мозаика (**Табела 18**). Сходно томе, пошто није било микроструктурних промена у току старења дати су микроскопски снимци контролних испитивања пре и након старења.

На снимцима где су приказани контакти тесере и кречног малтера пре и након 300. циклуса (**Табела 19**) као и у току старења (**Табела 20**) није дошло до одвајања тесере од кречног малтера при чему се може закључити да је контактна зона стабилна. Међутим, идентификоване су пукотине у самом кречном малтеру, а не на споју са тесером. Микроскопски снимци јасно указују да је у кречном малтеру дошло до појаве кракела и крупнијих пукотина (око 1 mm) након завршеног процеса старења (**Табела 21**).⁵⁰⁶ Развој пукотина се може пратити на микроскопским снимцима забележеним током старења узорака мозаика. Појава пукотина у кречном малтеру идентификована је већ након 150. циклуса старења (**Табела 22**).

Микроскопски снимци контакта кречног малтера и саћа показују да је након 300. циклуса старења идентификовано одвајање кречног малтера од саћа и то на оним местима где тај контакт није био адекватно изведен и пре самог старења (**Табела 23**). Прво значајно одвајање кречног малтера од саћа примећено је након 150. циклуса старења (**Табела 24**).⁵⁰⁷

Табела 18. Микроскопски снимци тесера пре и након старења без микроструктурних промена, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



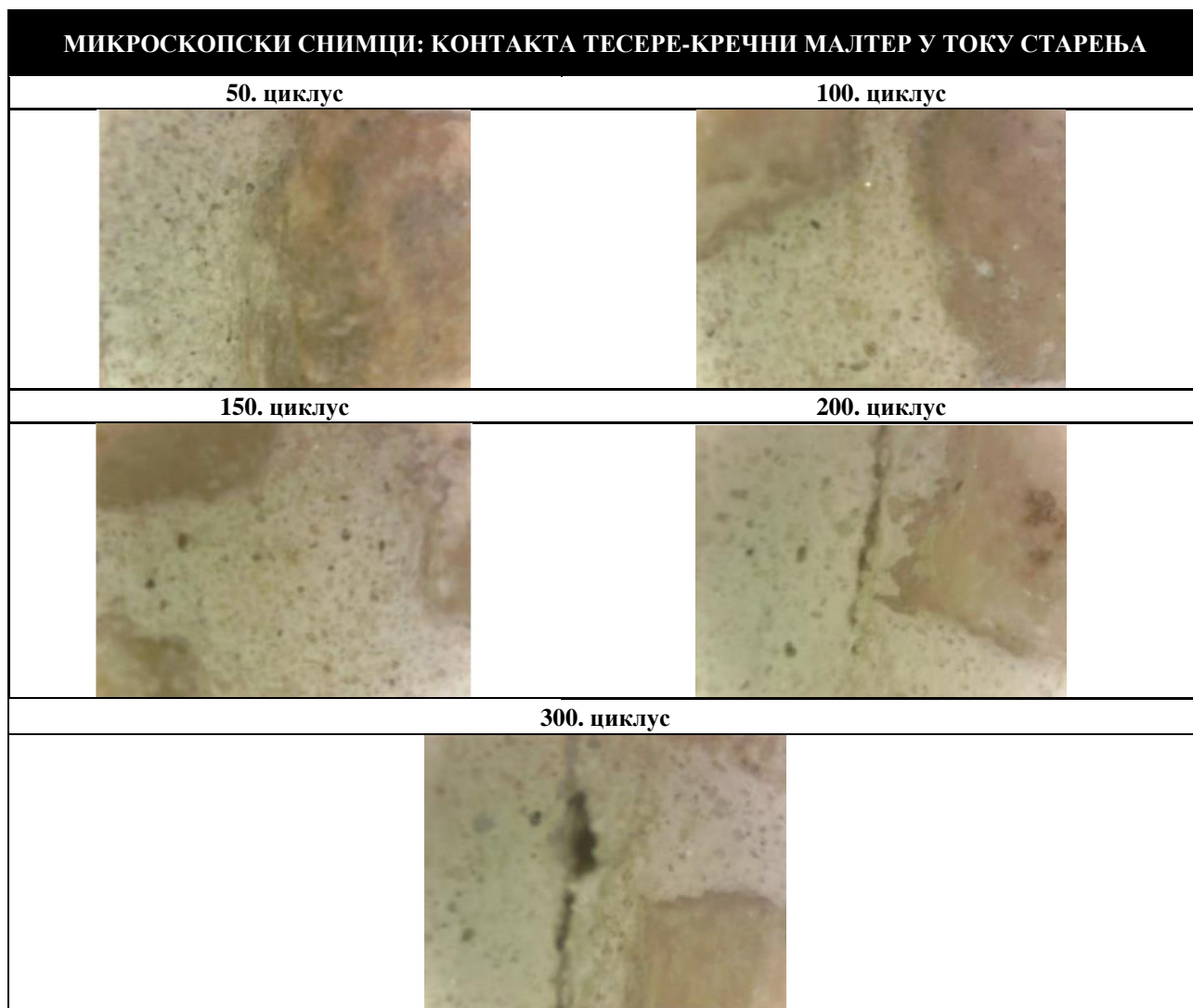
⁵⁰⁶ Исто.

⁵⁰⁷ Исто.

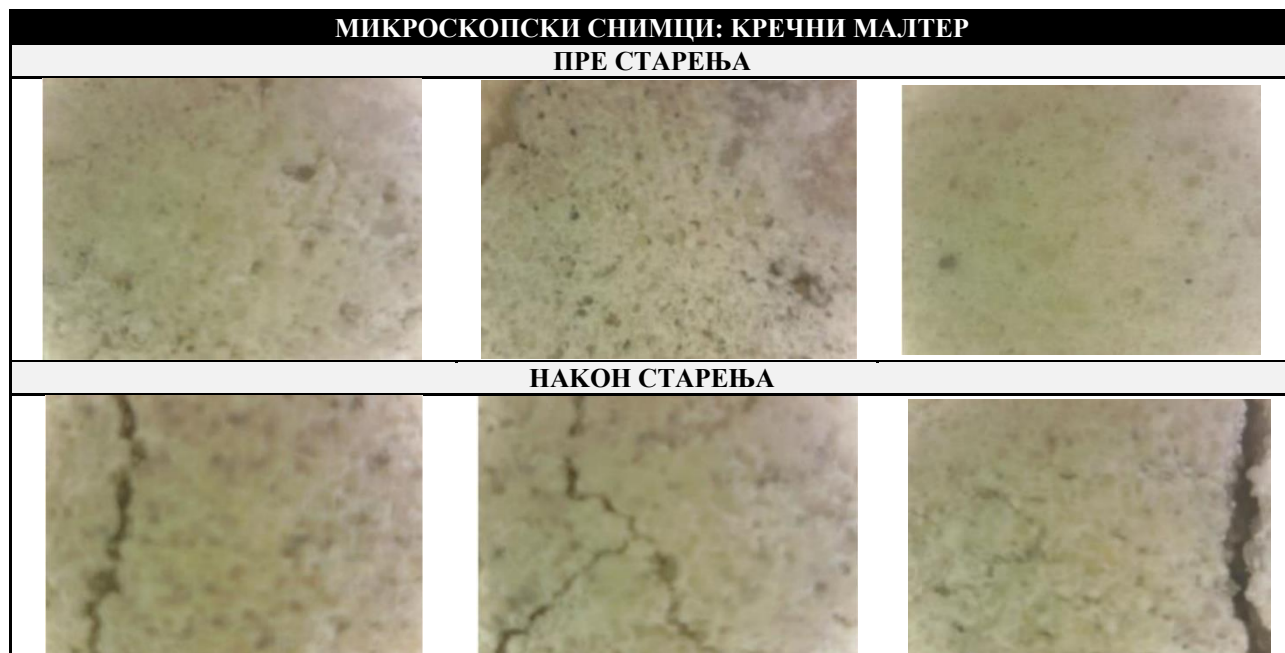
Табела 19. Микроскопски снимци контаката тесера и кречног малтера пре и након старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



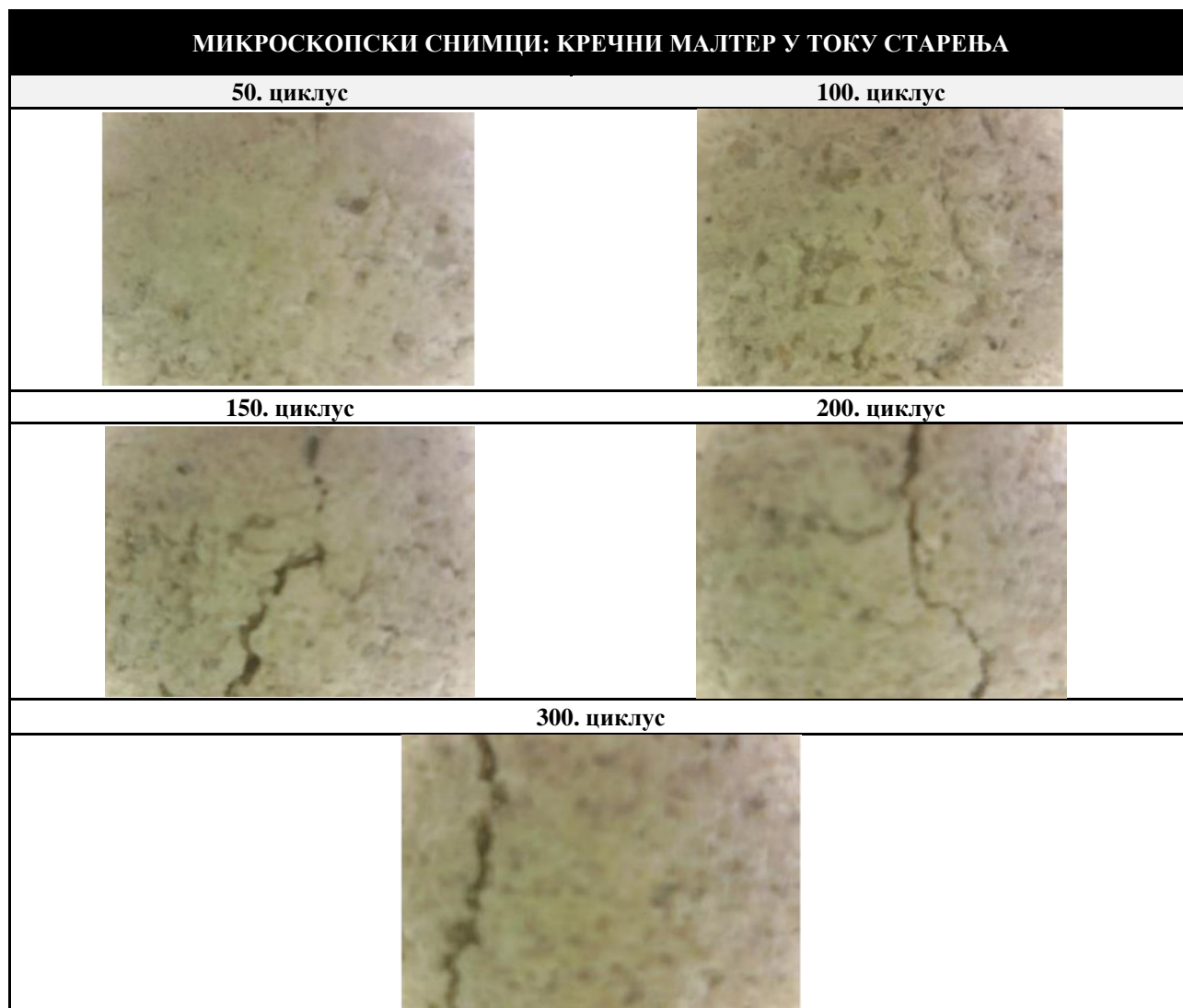
Табела 20. Скрининг мерења у току старења - Микроскопски снимци контаката тесера и кречног малтера без идентификованог одвајања, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



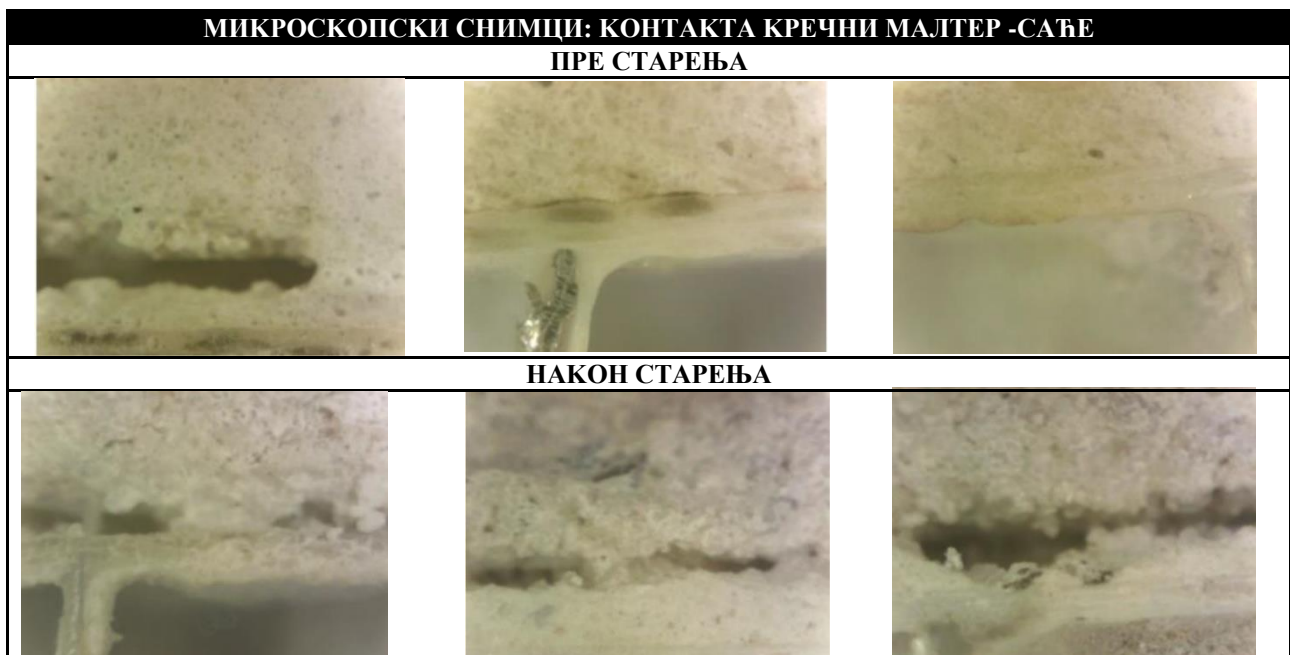
Табела 21. Микроскопски снимци кречног малтера пре и након старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



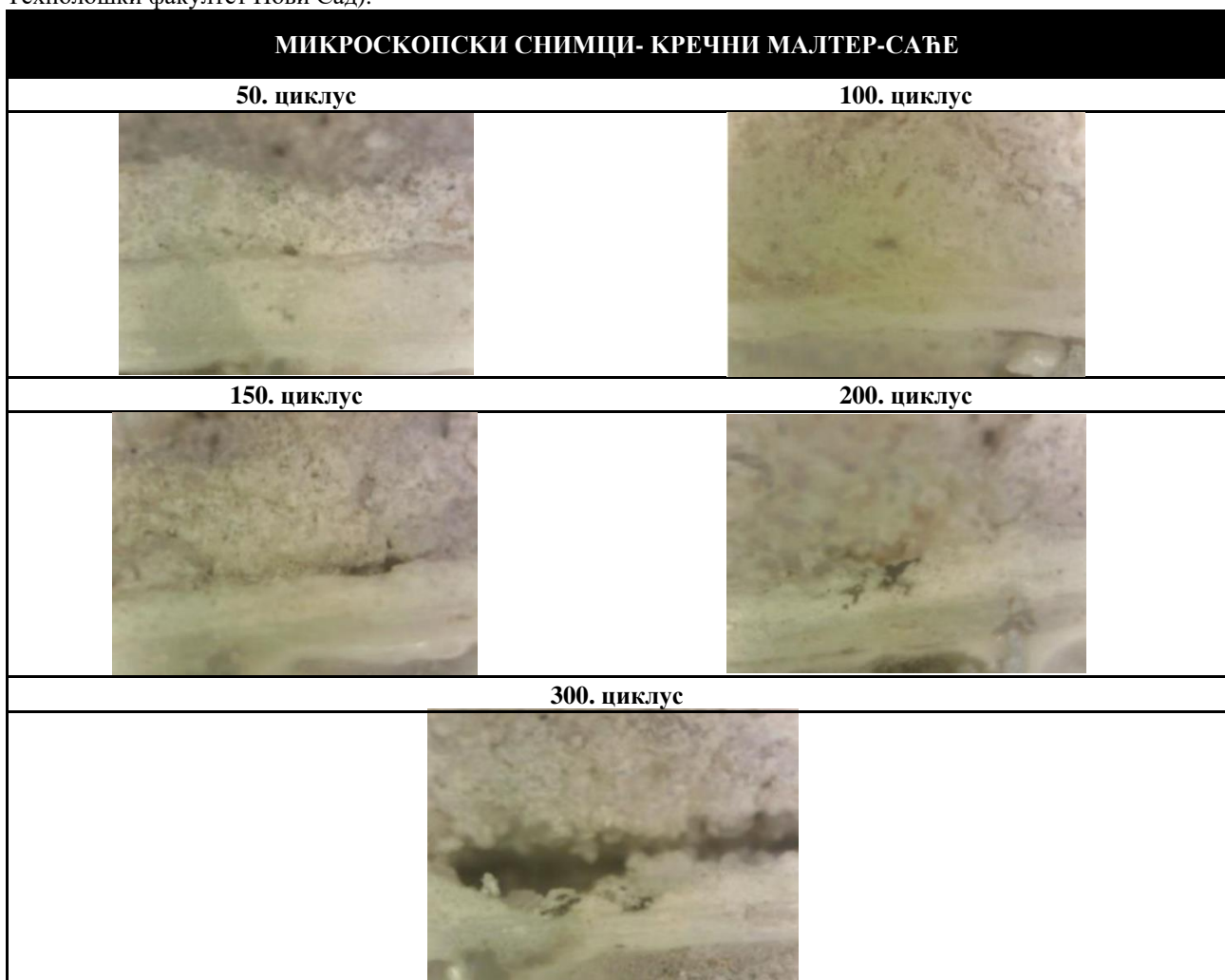
Табела 22. Микроскопски снимци кречног малтера током старења и појава пукотина након 150. циклуса старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



Табела 23. Микроскопски снимци контаката кречног малтера и саћа пре и након старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



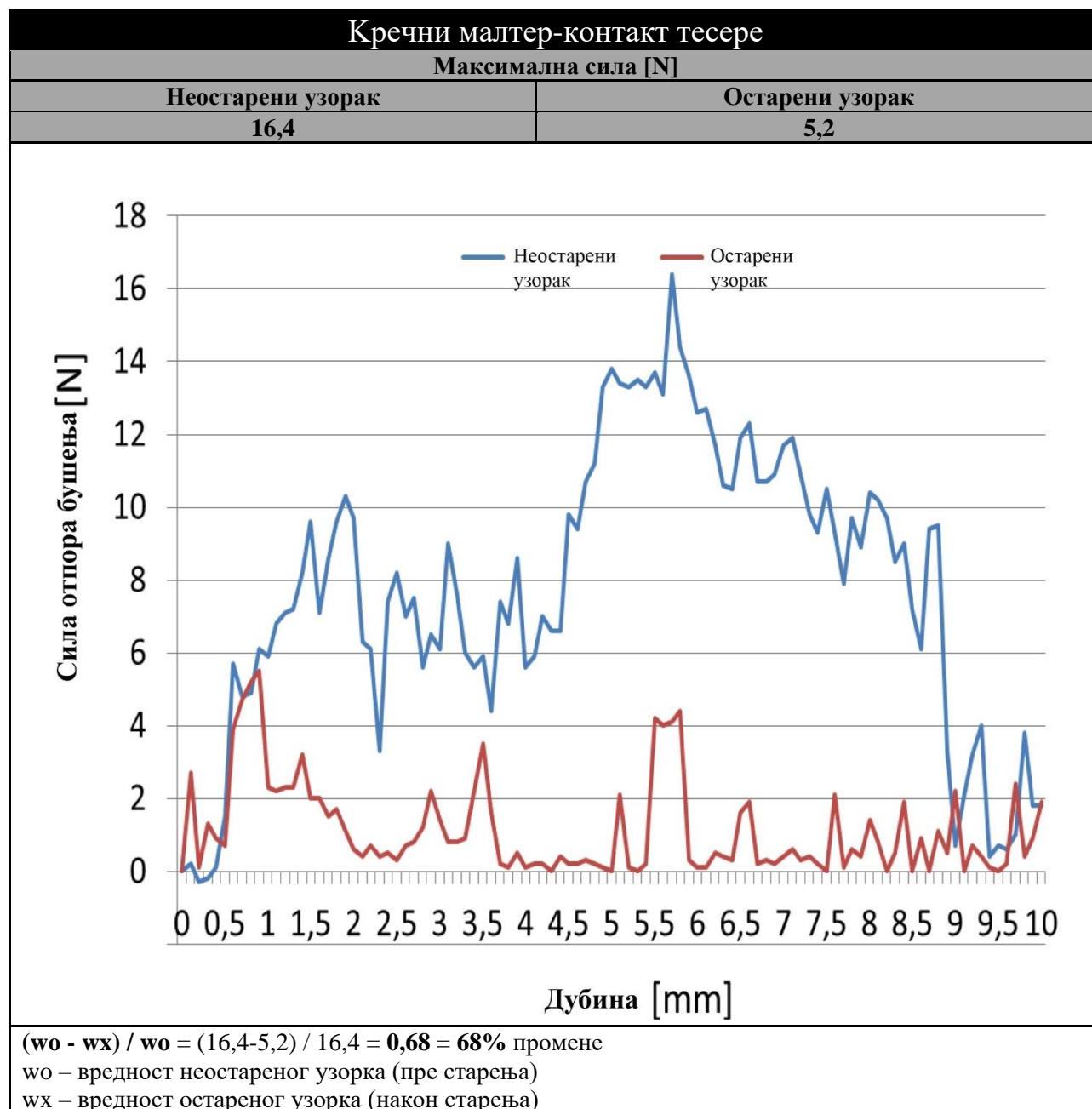
Табела 24. Микроскопски снимци контаката кречног малтера и саћа током старења са идентификованим одвајањем кречног малтера од саћа након 150. циклуса старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



7.3.2.2. Механичке карактеристике реплика мозаика

Резултати испитивања механичких карактеристика на контакту кречног малтера и тесера приказани су у **Табела 25**. Сила отпора при бушењу код неостареног узорка износи 16,4 N, док је код остареног 5,2 N.⁵⁰⁸ Код остареног узорка је сила отпора при бушењу око 3 пута мања него код узорка који није старен. То указује на смањење механичких карактеристика кречног малтера на контакту са тесерама. Процент промене отпора силе при бушењу остареног узорка у односу на неостарени износи 68%.

Табела 25. Сила отпора при бушењу кречног малтера на површини мозаика у зони између тесера пре и након старења реплика мозаика, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



⁵⁰⁸ Исто.

7.3.2.3. Текстуралне карактеристике реплика мозаика

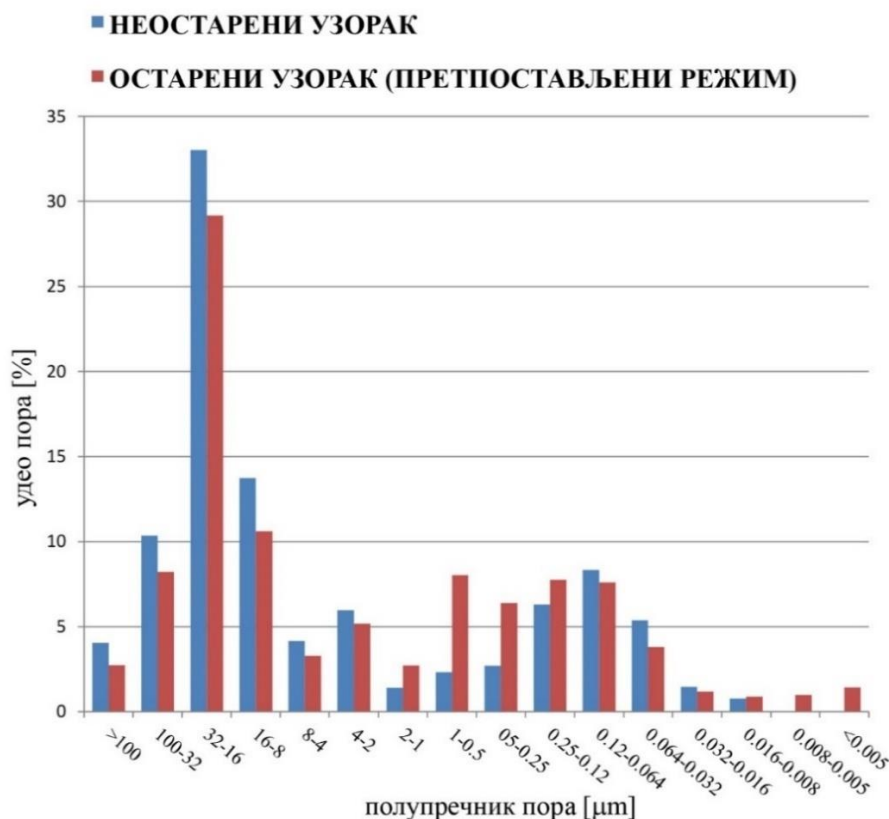
Испитивања текстуралних карактеристика урађена су на узорцима мозаика у зони кречног малтера између саћа и тесера пре и након старења, а резултати су дати у **Табела 26** и приказани су на **Слика 74**.

Резултати живине порозиметрије указују на чињеницу да након 300. циклуса старења није дошло до значајне промене у погледу укупне порозности. Са друге стране примењени режим старења утицао је значајно на расподелу величине пора. Наиме у случају остареног узорка дошло је до настанка пора мањих полупречника (0,008-0,005 μm ; 0,005 μm). Поред ових ситних пора, у случају остарених узорка троструко је већи удео капиларних пора (0,5 - 1 μm) у односу на неостарени узорак. Удео капиларних пора код неостареног узорка мозаика износи 2,3%, док је код остареног 8% (**Слика 74**).

Померање полупречника пора ка нижим вредностима, може бити и последица карбонизовања кречног система.⁵⁰⁹

Табела 26. Вредности укупне порозности узорка пре и након 300. циклуса старења – претпостављени оптимални микроклиматски режим, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

УКУПНА ПОРОЗНОСТ [%]	
Пре старења	37.42
После старења	36.06
$(w_0 - w_x) / w_0 = (37,42 - 36,06) / 37,42 = 0,04 = 4\%$ промене	
w ₀ – вредност неостареног узорка (пре старења)	
w _x – вредност остареног узорка (након старења)	



Слика 74. Расподела величина пора – претпостављени режим, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

⁵⁰⁹ Исто.

7.4. Упоредна анализа остарених узорака мозаика и евалуација добијених резултата

Након извршених симулација у климатској комори постојећих амбијенталних услова у Царској палати кроз смену годишњих термохигрометријских екстрема и претпостављених оптималних вредности T и RH годишњег опсега на основу индикативних метода детектован је степен оштећења, односно погоршања карактеристика остарених узорака реплика мозаика. Утицај симулираних режима на мозаике испитан је кроз визуелно праћење стања површине оптичком микроскопијом, механичких карактеристика *drill* методом, као и порозности живином порозиметријом. Поменути индикатори коришћени су да би се идентификовале промене у структури мозаика које настају услед изложености поменутим режимима. Сходно процентуалној промени, односно погоршању остарених узорака мозаика у односу на неостарене при оба режима и њиховом међусобном упоредном анализом установљено је који је режим оптималнији за очување мозаика.

Праћењем камених тесера остарених узорака мозаика оптичком микроскопијом нису детектоване промене, напрснућа и пукотине приликом оба микроклиматска режима старења (**Табела 9** и **Табела 18**).

Праћењем контакта кречни малтер – тесере може се уочити да је дошло до одвајања тесера од кречног малтера већ након 50. циклуса симулирања режима измерених екстремних вредности T и RH годишњег опсега у Царској палати. Овај процес је настављен при чему су детектована оштећења на новим позицијама након 200. и 300. циклуса, док је након 500. циклуса дошло до потпуног одвајања тесера на појединим местима (**Табела 11**). За разлику од постојећег микроклиматског режима у Царској палати, препоручени режим за очување и презентацију мозаика није изазвао одвајање тесера од кречног малтера ни приликом провера у току, а ни након старења при чему се може константовати да је контактна зона кречни малтер – тесере стабилна (**Табела 19** и **Табела 20**).

Микроскопски снимци кречног малтера остарених реплика мозаика на које су симулирани микроклиматски услови средине измерени *in situ*, у Царској палати, не указују на значајну појаву пукотина нити дубљих кракела у структури кречног малтера (**Табела 12** и **Табела 13**). Међутим, при симулацији претпостављеног оптималног режима у зони кречног малтера идентификоване су кракеле и пукотине (око 1 mm) након завршеног процеса старења (**Табела 21**). Прве пукотине су се појавиле већ након 150. циклуса старења (**Табела 22**).

Код симулације постојећег микроклиматског режима у Царској палати након 300. циклуса старења није идентификовано значајно одвајање кречног малтера од саћа, већ делимично и то је највероватније последица лоше изведеног контакта током припреме узорака (**Табела 14** и

Табела 15). Код претпостављеног оптималног режима старења такође је дошло до слабљења адхезивне везе на оним местима где тај контакт није био адекватно изведен (**Табела 23**). Прво значајно одвајање кречног малтера од саћа примећено је након 150. циклуса старења (**Табела 24**).

На основу процента промене силе отпора при бушењу код остарених узорака, у односу на неостарене установљено је да ли је дошло до промене механичких карактеристика и у којој мери, а потом су детектоване процентуалне промене механичких карактеристика узорака приликом оба режима. Промена механичких карактеристика кречног малтера на контакту са тесерама код мозаика који су старени при постојећим микроклиматским условима у Царској палати износи 86% (**Табела 16**), док је проценат промене мозаика који су били подвргнути утицајима претпостављеног оптималног режима 68% (**Табела 25**). Упоредном анализом процентуалне промене може се закључити да присутан микроклиматски режим у Царској палати има значајан утицај на смањење механичких карактеристика мозаика и слабљења везе тесере – кречни малтер. Ова појава смањења адхезивне везе тесере – кречни малтер идентификована је и приликом микроскопских испитивања када је дошло до одвајања тесера и појаве пукотина (**Табела 11**).

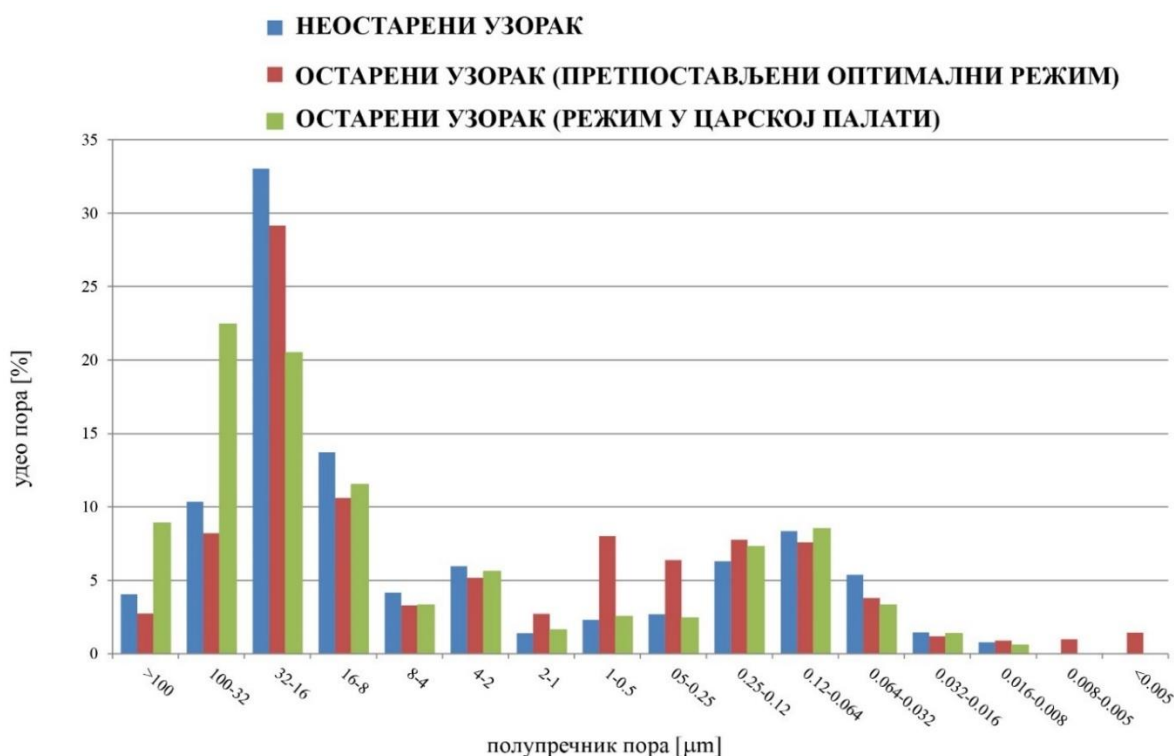
Испитивањем ефеката симулираних микроклиматских режима на степен порозности остарених реплика мозаика извршено је живином порозиметријом. Оба симулирана режима су изазвала смањење укупне порозности реплика мозаика, при чему је процентуална промена остареног узорка, у односу на неостарени код микроклиматског режима у Царској палати (*Табела 17*) готово 7 пута већа од процентуалне промене порозности настале приликом симулирања претпостављеног оптималног микроклиматског режима (*Табела 27*). Из тога се може закључити да су узорци мозаика у погледу текстуалних карактеристика постојанији приликом симулација препорученог оптималнијег микроклиматског режима, него постојећих амбијенталних услова у Царској палати.

Табела 27. Процентуална промена остарених од неостарених узорка приликом оба симулирана микроклиматска режима, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

	МИКРОКЛИМАТСКИ РЕЖИМ У ЦАРСКОЈ ПАЛАТИ	ПРЕТПОСТАВЉЕНИ ОПТИМАЛНИ МИКРОКЛИМАТСКИ РЕЖИМ
УКУПНА ПОРОЗНОСТ НЕОСТАРЕНОГ УЗОРКА [%]	37,42%	37,42%
УКУПНА ПОРОЗНОСТ ОСТАРЕНОГ УЗОРКА [%]	27,49%	36,06%
% ПРОМЕНЕ	27%	4%

Код неостареног узорка највећи удео чиниле су поре полупречника 32-16 μm и то чак 33% укупне порозности. Приликом симулације постојећих услова у Царској палати удео ових пора се смањио за трећину (20,5%), док је приликом претпостављеног оптималног режима смањење удела ових пора било мање и износило је 29,2% (*Слика 75*).

На основу упоредне анализе расподеле величине пора неостареног узорка мозаика у односу на остарени који је био подвргнут симулацији измерених годишњих екстрема T и RH у Царској палати може се константовати да је након старења дошло до повећања удела крупних пора 100-32 μm и >100 μm . Поре полупречника >100 μm код неостареног узорка износиле су 4,1%, док се њихов удео удвостручио након старења (износио је 8,9%), док су поре полупречника 100-32 μm код неостареног узорка заступљене 8,2%, при чему се њихов процентуални удео готово утростручио након старења (*Слика 75*). Појава крупних пора допринела је смањењу механичких карактеристика остареног узорка мозаика. За разлику од претходно наведеног, након симулације оптималног микроклиматског режима на узорцима мозаика установљено је смањење удела крупних пора (*Слика 75*). Пре старења удео пора > 100 μm био је заступљен 4,1%, да би након старења износио 2,7%. Такође, дошло је до смањења удела пора у интервалу полупречника 100-32 μm са 10,4%, колико је износио код неостареног узорка, до 8,2% након завршеног процеса старења (300. циклуса). Поред смањења удела крупних пора, код остареног узорка је дошло до настанка пора мањих полупречника 0,008-0,005 μm и <0,005 μm које нису забележене ни код неостареног мозаика, а ни код остареног мозаика подвргнутог режиму измерених годишњих екстрема у Царској палати. Поред ових ситних пора, у случају остарених узорка значајно је већи удео и капиларних пора полупречника 0,5-1 μm који износи 8% у односу на неостарени узорак где је присутно 2,3%. Такође, је присутан раст удела пора полупречника 0,5-0,25, тако да је код остареног узорка готово дупло већа заступљеност ових пора (6,4%), него код неостареног узорка где је 2,7%. Померање полупречника пора ка нижим вредностима, може бити и последица карбонизовања кречног система.



Слика 75. Упоредни приказ удела пора различите величине код неостареног узорка и остарених узорка након симулације микроклиматског режима присутног у Царској палати и претпостављеног оптималног режима. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

...

На основу упоредне анализе резултата контролних, скрининг мерења може се закључити да је мозаик на коме су симулирани термохигрометријски годишњи екстреми забележени у Царској палати претрпео већа оштећења, од узорка мозаика који је био подвргнут симулацији претпостављеног оптималнијег микроклиматског режим за презентацију и очување мозаика *in situ*. То потврђује појава пукотина већ након 50. циклуса старења и одвајање тесера, затим значајно слабљење механичких карактеристика, као и повећање удела крупних пора. Симулирани микроклиматски режим присутан у Царској палати је више остарио мозаике него претпостављени оптималнији режим. Сходно томе, старењем реплика мозаика у климатској комори је доказано да би мозаици били постојанији уколико би годишње термохигрометријске вредности биле у распону од 10-25 °C и RH 35-65%.

8. ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА МИКРОКЛИМАТСКИХ УСЛОВА СРЕДИНЕ НА ПОСТОЈАНОСТ МОЗАИКА У ВИЗИТОРСКОМ ЦЕНТРУ АРХЕОЛОШКОГ ЛОКАЛИТЕТА 1А ЦАРСКЕ ПАЛАТЕ СИРМИЈУМА

8.1. Дефинисање параметара – опис експеримента

У литератури постоји велики број објављених радова који обрађују проблематику оптималних микроклиматских услова средине и спровођење микроклиматског мониторинга у музејским збиркама,⁵¹⁰ историјским зградама пренамењеним у музеје,⁵¹¹ историјским сакралним објектима,⁵¹² депоима,⁵¹³ архивама и библиотекама.⁵¹⁴ Праћење микроклиматских услова средине у затвореним заштитним структурама, визиторским центрима на археолошким локалитетима нису у толиком обиму заступљена иако су проблеми неуравнотежених микроклиматских услова за очување и презентацију налаза евидентни.⁵¹⁵ У Србији оптималним микроклиматским условима за очување и презентацију материјалног културног наслеђа се баве превасходно колеге у Централном институту за конзервацију – ЦИК и запослени у заводима за заштиту споменика културе. Међутим, Централни институт за конзервацију је одлуком Владе Републике Србије 23. јануара 2021. године затворен.

⁵¹⁰ Francesca Romana d'Ambrosio Alfano, M. Filippi, C. Aghemo, L. Bellia, V. D'Agostino, M. Dell'Isola, A. Pellegrino, G. Riccio, E. Sirombo. *La misura della qualita degli ambienti interni per la conservazione dei beni museali*. Milano: Editoriale Delfino, 2017. ISBN:978-88-97323-69-3; Francesca Poggi, Stefano Pili, Eusebio Loria, Caterina Frau (Sotacarbo), *Analisi microclimatica ai fini della conservazione dei beni culturali nei musei situati nelle sedi della grande miniera di serbariu*, ENEA-Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, Gennaio 2019.; Eva Schito, Daniele Testi, Walter Grassi, A Proposal for New Microclimate Indexes for the Evaluation of Indoor Air Quality in Museums. *Buildings*, 6, 41, 2016; V. D'Agostino, Francesca Romana D'Ambrosio Alfano, Boris Igor Palella, Giuseppe Riccio. The museum environment: A protocol for evaluation of microclimatic conditions. *Energy Build.* 95, 2015: 124–129; Gerasimos, Pavlogeorgatos. Environmental parameters in museums. *Build. Environ.* 38, 2003: 1457–1462; Jørgen Erik, Christensen, Christos Georgios Kollias, Hygrothermal Evaluation of a Museum Storage Building based on Actual Measurements and Simulations. *Energy Procedia*, 78, 2015: 651–656; Vesna, Živkovic, Veljko, Džikić. Return to basics—Environmental management for museum collections and historic houses. *Energy Build.*, 95, 2015:116–123.

⁵¹¹ Michael Kotterer, Henning Großschmidt, Frederick P. Boody, Wolfgang Kippes Herausgeber ed. *Klima in Museen und historischen Gebäuden: Die Temperierung/Climate in Museums and Historical Buildings: Tempering*, Schloss Schonenbrunn: Vienna, Austria, 2004; ISBN 3-901 568-51-4; Anna Bonora, Kristian Fabbri, M. Pretelli, Study of the Indoor Microclimate for Preventive Conservation and Sustainable Management of Historic Buildings. *Energy Efficiency in Historic Buildings*. Available online: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1296990/FULLTEXT01.pdf> (accessed on 1 August 2021); Anna Bonora, Kristian Fabbri, M. Pretelli, Environmental Microclimate Management and Risk in the UNESCO World Heritage Sites of Villa Barbaro Master (Italy). Available online: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-269-20> (accessed on 1 August 2021); Kristian Fabbri, M. Pretelli, Anna Bonora, The Study of Historical Indoor Microclimate (HIM) to Contribute towards Heritage Buildings Preservation. *Heritage 2*, 2019: 2287–2297; Kristian Fabbri, M. Pretelli, Heritage buildings and historic microclimate without HVAC technology: Malatestiana Library in Cesena, Italy, UNESCO Memory of the World. *Energy Build.* 76, 2014: 15–31.

⁵¹² Dario Camuffo, Chiara Bertolin, Vasco Fassina, Microclimate monitoring in a Church, in *Basic Environmental Mechanisms Affecting Cultural Heritage - Understanding deterioration mechanisms for conservation purposes*. Ed. Dario Camuffo, Vasco Fassina, John Havermans, (pp.43-47). Publisher: Nardini, Florence, 2010. DOI:10.13140/2.1.3318.5926; Алекса Јеликић, „Проблематика влаге у цркви Св. Тројице у манастиру Сопоћани,“ *Гласник ДКС 40*, Београд: 2016. 128-136.

⁵¹³ Весна Живковић, Регулација климатских услова у депоу мозаика у Галерији фресака. *Диана 12*, 2008: 117–123.

⁵¹⁴ Karin Kompatscher, Rick Kramer, Bart Ankersmit, H.L. Schellen. “Intermittent conditioning of library archives: Microclimate analysis and energy impact.” *Build. Environ.* 147, 2018: 50–66.

⁵¹⁵ Miguel Angel Valero, Paloma Merello, Angel Fernandez Navajas, Fernando Juan García-Diego. “Statistical Tools Applied in the Characterisation and Evaluation of a Thermo-Hygrometric Corrective Action Carried out at the Noheda Archaeological Site (Noheda, Spain).” *Sensors* 14, 2014: 1665–1679; Paloma Merello, Fernando Juan García-Diego, Manuel Zarzo. “Microclimate monitoring of Ariadne’s house (Pompeii, Italy) for preventive conservation of fresco paintings.” *Chem. Cent. J.* 6, 2012:145; Claudia Scatigno, Silvia Gaudenzi, Maria pia Sammartino, Giovanni Visco. “A microclimate study on hypogea environments of ancient roman building.” *Sci. Total Environ.* 2016, 566–567, 298–305.

Стручњаци из ЦИК-а су наставили са радом у оквиру Одељења за конзервацију и рестаурацију Народног музеја у Београду.⁵¹⁶

Како би се установили микроклиматски услови средине и испитали утицаји на античке мозаике који се излажу у Визиторском центру Царске палате Сирмијума, експеримент *in situ* је обухватио микроклиматски мониторинг изван и унутар Визиторског центра, али и физичка, хемијска и биолошка испитивања на мозаицима М23 и М34. Део резултата микроклиматског мониторинга и биолошких испитивања објављен је у међународном часопису.⁵¹⁷

Микроклиматски мониторинг спољашњих и унутрашњих услова средине заснован је на праћењу микроклиматских параметара температуре ваздуха T [$^{\circ}\text{C}$] и релативне влажности ваздуха RH [%]. Праћење микроклиматских услова вршено је сходно стандарду EN 15757: 2010⁵¹⁸ и UNI 10829: 1999⁵¹⁹ годину дана, током 2021. године, како би се прикупио релевантан узорак података за статистичку анализу. Поред основних микроклиматских параметара T и RH праћена је температура на површини мозаика T_p [$^{\circ}\text{C}$], температура у мозаику T_{um} [$^{\circ}\text{C}$], затим равнотежни садржај воде у мозаику (ЕМС [%] – *equilibrium moisture content*), али и друге изведене величине из познатих попут специфичне влажности SH [g/kg], температура тачке росе – кондеза T_d [$^{\circ}\text{C}$]. На тај начин испитиван је утицај T и RH на мозаике, односно праћени су процеси који изазивају деградацију материјала од којих су направљени. Микроклиматски услови у Визиторском центру одређени су на основу максималних, минималних и просечних вредности температуре и релативне влажности за одређени период мерења као и кроз њихове осцилације. Интервал узорковања на 30 минута је у циљу документовања готово сваке осцилације која представља ризик за очување предмета који се излаже. Праћење вредности температуре и релативне влажности ваздуха и њихових осцилација је значајно, јер могу посредно или непосредно да изазову оштећења код хигроскопних, порозних материјала. Имајући у виду да је мозаик хетерогене структуре, састављен од слојева малтера и камених тесера, односно од неорганских, порозних, хигроскопних материјала неопходно је установити микроклиматске услове средине у којима се излаже у циљу процене ризика за настанак оштећења.

Варијације температуре и релативне влажности ваздуха доводе до трајних физичких оштећења хигроскопних материјала, иако она често нису видљива голим оком.⁵²⁰ Приликом осцилације релативне влажности ваздуха јављају се процеси кондензације и евапорације (испаривања), при чему долази до промене равнотежног садржаја воде у материјалу (ЕМС).⁵²¹ Како би се материјали прилагодили променљивим условима окружења, а имајући у виду да систем стално тежи да буде у равнотежи, апсорбују и отпуштају воду. Управо варијације равнотежног садржаја воде могу довести до стреса и физичких оштећења материјала, па у крајњем случају и до стварања пукотина и лома.⁵²² Из тих разлога испитивања *in situ* су

⁵¹⁶ <https://www.narodnimuzej.rs/centralni-institut-za-konzervaciju-pripojen-narodnom-muzeju-u-beogradu/>, приступљено 8.8.2023.

⁵¹⁷ Aleksandra Ugrinović, Budimir Sudimac, Željko Savković, “Microclimatic Effects on the Preservation of Finds in the Visitor Centre of the Archaeological Site 1a Imperial Palace Sirmium,” *Sustainability*, October, 13, 19, 2021:11083-, 1-17.

⁵¹⁸ CEN, European Committee for Standardization. “Standard EN 15757: Conservation of cultural property - Specifications for temperature and relative humidity to limit climate-induced mechanical damage in organic hygroscopic materials.” Brussels, Belgium: 2010. Напомена: У даљем тексту се користи индентичан стандард овом који је ратификован и издат од стране Института за стандардизацију Србије 2016. године SRPS EN 15757:2016.

⁵¹⁹ UNI, Ente nazionale italiano di unificazione. “UNI 10829: Beni di interesse storico e artistico condizioni ambientali di Conservazione Measurement and Analysis.” Milano, Italy: 1999.

⁵²⁰ ИСС, Институт за стандардизацију Србије. “SRPS EN 15757: 2016 Конзервација културних добара – Спецификације за температуру и релативну влажност у сврху ограничења климатски изазваних механичких оштећења у органским хигроскопним материјалима.” Београд: Институт за стандардизацију Србије, јун 2016. стр. 5

⁵²¹ Dario Camuffo, *Microclimate for Cultural Heritage* (Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 1998), pp. 61.

⁵²² ИСС, Институт за стандардизацију Србије. “SRPS EN 15757: 2016 Конзервација културних добара – Спецификације за температуру и релативну влажност у сврху ограничења климатски изазваних механичких

обухватила и праћење равнотежног садржаја влаге ЕМС у мозаикима М23 и М34. Температура такође има директан, а и индиректан утицај на постојаност налаза. Са повећањем температуре убрзавају се хемијске реакције, односно процеси хемијског пропадања. Стефан Михалцки (*Stefan Michalski*) је у својим истраживањима установио да се повећањем или смањењем температуре од 5 °C може дуго убрзати или успорити процес хемијског пропадања предмета који се излаже.⁵²³ Самим тим може се извести закључак да уколико се налази излажу при нижим температурама двоструко се продужава животни век споменика. Наравно, да температура мора бити виша од 0 °C како би се избегли процеси мржњења. Уколико температура осцилује око 0 °C јављају се процеси замрзавања и одмрзавања воде у порама хигроскопних, порозних материјала, у овом случају малтера који је градивни елемент мозаика, при чему се поре шире и скупљају и на тај начин долази до механичког разарања његове структуре. Пошто су температура и релативна влажност ваздуха међусобно условљене, односно са повећањем температуре, смањује се релативна влажност ваздуха и обрнуто, температура ваздуха се може користити за регулацију релативне влажности у просторији.⁵²⁴ Микроклиматски фактори поред физичких, механичких оштећења које стварају, такође могу да буду индиректни узрочници оштећења мозаика иницирајући биолошке процесе детериорације мозаика и кристализацију растворних соли.

Вредности микроклиматских параметара Т и RH представљају један од значајних фактора за раст и развој микроорганизама⁵²⁵ на архитектонским остацима грађевина претходних периода. Гљиве пошто имају способност колонизације различитих типова супстрата, а и развијену метаболичку активност значајни су узрочници биодетериорације остатака објеката културне баштине. Из тих разлога посебан фокус је стављен на испитивању концентрације фунгалних пропагула⁵²⁶ у ваздуху [CFU⁵²⁷/m³] и контаминације површине мозаика М23 и М34 фунгалним структурама [CFU/cm²], као и њиховој идентификацији до нивоа рода. Узорковања су вршена током четири сезоне (пролеће, лето, јесен, зима) како би се пратила сезонска заступљеност фунгалних структура.

Фунгалне пропагуле су преко целе године присутне у ваздуху, али њихова концентрација, бројност и заступљеност у односу на врсту којој припадају зависи од услова средине⁵²⁸ и

оштећења у органским хигроскопним материјалима.” Београд: Институт за стандардизацију Србије, јун 2016. стр. 5.

⁵²³ Stefan, Michalski. “*Double the life for each five-degree drop, More than double the life for each halving of relative humidity*” (paper presented at the Thirteenth Triennial Meeting, ICOM-CC, Rio de Janeiro, 22–27 September 2002.) Vol. 1:66–72. London, UK: James and James, 2002.

https://www.academia.edu/741946/2002_Double_the_life_for_each_five_degree_drop_more_than_double_the_life_for_each_halving_of_relative_humidity.

⁵²⁴ ИСС, Институт за стандардизацију Србије. “SRPS EN 15757: 2016 Конзервација културних добара – Спецификације за температуру и релативну влажност у сврху ограничења климатски изазваних механичких оштећења у органским хигроскопним материјалима.” Београд: Институт за стандардизацију Србије, јун 2016. стр. 5.

⁵²⁵ У микроорганизме спадају бактерије, гљиве, алге и лишајеви. Видети више у: Жељко Савковић, “Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине” (дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 16.

⁵²⁶ Фунгалне пропагуле - Било која структура гљиве која има функцију пропације (расејавања). Miguel Ulloa and Richard T. Hanlin, *Illustrated Dictionary of Mycology* (APS press, 2000), pp. 311.

⁵²⁷ CFU – *eng. Colony-forming unit* – представља јединицу која одређује број вијабилних ћелија микроорганизама, које су присутне у узорку. William J. Hayes, *Hayes' Handbook of pesticide toxicology*, ebook, 3rd ed. Robert Kreiger (London, Heidelberg, San Diego: Elsevier/AP, 2010), <https://vdoc.pub/documents/hayes-handbook-of-pesticide-toxicology-two-volume-set-third-edition-volume-1-2-1uvdmfvupbh8>.

⁵²⁸ Условне средине одређују еколошки фактори: релативна влажност ваздуха, температура ваздуха, кисеоник, угљен диоксид, Ph, светлост, нутритивни и токсичност супстрата. Сви ови еколошки фактори утичу на спорулацију. Neville J. Dix and John Webster, *Fungal Ecology* (Dordrecht, UK: Springer-Science+Business Media, B.V., 1995), у Милош Ч. Ступар, “Диверзитет микромицета на објектима културне баштине и тестирање фунгицида применљивих у конзервацији” (дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2013), стр. 8-9.

доступности супстрата.⁵²⁹ Присуство прашице и воде у објектима за излагање архитектонских остатака представљају извор нутритијената за фунгални раст на различитим типовима супстрата, а неретко су то управо грађевински материјали, камен и малтер.⁵³⁰ Међутим да ли ће доћи до раста микромицета на грађевинским материјалима или неће највише зависи од вредности фракционе активности воде (a_w):⁵³¹

$$a_w = p / p_0.$$

„Фракциона активност воде (a_w) или активност воде у супстрату је количник парцијалног притиска воде у ваздуху непосредно изнад супстрата (p) и парцијалног притиска водене паре у ваздуху непосредно изнад чисте воде (p_0) при истим условима.“⁵³²

Из претходно наведеног може се установити релација између равнотежног садржаја влаге у материјалу ЕМС и садржаја активне воде у супстрату a_w :⁵³³

$$EMC = a_w \times 100\%$$

Равнотежни садржај влаге у материјалу у директној је вези са садржајем активне воде супстрата, односно нумерички су еквивалентни. Како осцилације RH утичу на промену ЕМС у материјалу самим тим од вредности RH ваздуха зависи и садржај активне воде у супстрату. Сходно томе ова три фактора су међусобно условљена и зависе један од другог. Међутим, једино у ситуацији када је систем у равнотежи, односно када нема процеса испаравања са површине мозаика, нити апсорпције влаге из ваздуха тада је:⁵³⁴

$$ERH = a_w \times 100\%$$

при чему следи да су сва три параметра нумерички еквивалентна, односно да је:⁵³⁵

$$ERH = EMC = a_w \times 100\%$$

Свака врста микромицете има свој праг равнотежног садржаја влаге у материјалу (ЕМС), односно минималну вредност фракционе активности воде (a_w) у супстрату испод које се неће догодити раст спора. У **Табела 28** дат је приказ минималних a_w вредности микромицета са

⁵²⁹ K. F. Adams, “Year to Year Variation in the Fungus Spore Content of the Atmosphere,” *Allergy* 19, no. 1 (1964): pp. 11-50, doi:10.1111/j.1398-9995.1964.tb03220.x; C. Calderon et al., “Seasonal and Diurnal Variation of Airborne Basidiomycete Spore Concentrations in Mexico City,” *Grana* 34, no. 4 (1995): pp. 260-268, doi:10.1080/00173139509429055, у Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 3.

⁵³⁰ A.A. Haleem Khan and S. Mohan Karuppaiyil, “Fungal Pollution of Indoor Environments and Its Management,” *Saudi Journal of Biological Sciences* 19, no. 4 (2012): pp. 405-426, doi:10.1016/j.sjbs.2012.06.002, у Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 4.

⁵³¹ Фракциона активност воде или активност воде у супстрату a_w („water activity“) говори колико ефикасно вода може учествовати у физичким или хемијским реакцијама. Вредности су у опсегу од 0 (тада није присутна слободна вода) до 1 (чиста вода). У првом случају молекули воде су чврсто везани за молекуле супстрата и не могу да испаре у околни ваздух па стога не врше парцијални притисак. Mary-Lou E. Florian, *Heritage Eaters: Insects and Fungi in Heritage Collections* (London, UK: James & James, 1997), pp. 125.

⁵³² Исто.

⁵³³ Исто.

⁵³⁴ ERH – равнотежна вредност релативне влажности је релативна влажност ваздуха када је систем у равнотежи и тада је $ERH=EMC= a_w \times 100\%$. Видети више у: John I. Pitt and Ailsa D. Hocking, *Fungi and Food Spoilage*, third (London, New York, UK: Springer Dordrecht Heidelberg, 2009), pp. 4.

⁵³⁵ Mary-Lou E. Florian, *Heritage Eaters: Insects and Fungi in Heritage Collections* (London: James & James, 1997), pp. 10.; Shin Maekawa, Vincent L. Beltran, and Michael C. Henry, *Environmental Management for Collections: Alternative Preservation Strategies for Hot and Humid Climates* (Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2015), pp. 22.

поделом у три групе. Подела је направљена у зависности од садржаја активне воде у супстрату на примарне $a_w < 0,8$, секундарне $0,8 < a_w < 0,9$ и терцијарне $a_w > 0,9$ колонизаторе.⁵³⁶

Табела 28. Приказ неопходних, минималних a_w вредности за раст микромицета. (Извор: John I. Pitt and Ailsa D. Hocking, *Fungi and Food Spoilage*, third edition (London, New York: Springer Dordrecht Heidelberg, 2009), у Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 6.)

a_w мин.	врста	група	
0,94	<i>Chaetomium globosum</i> <i>Stachybotrys chartarum</i>	Терцијални колонизатори (хигрофилне и хигротолерантне врсте)	
0,93	<i>Botrytis cinerea</i>		
0,91	<i>Trichoderma harzianum</i>		
0,90	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Penicillium digitatum</i> <i>Rhizopus microsporus</i> <i>Scopulariopsis brevicaulis</i> <i>Trichothecium roseum</i>	$a_w > 0,9$	
0,88	<i>Fusarium proliferatum</i>	Секундарни колонизатори (мезофилне врсте)	
0,87	<i>Fusarium verticillioides</i> <i>Penicillium decumbens</i>		
0,86	<i>Alternaria alternata</i> <i>Cladosporium cladosporioides</i>		
0,84	<i>Penicillium purpurogenum</i>		
0,83	<i>Penicillium expansum</i>		
0,82	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Emericella nidulans</i>		$0,8 < a_w < 0,9$
0,81	<i>Penicillium griseofulvum</i> <i>Penicillium viridicatum</i>		
0,80	<i>Paecilomyces variotii</i> <i>Penicillium citreonigrum</i> <i>Penicillium citrinum</i>	Примарни колонизатори (ксерофили, ксеротолеранти, осмофилне и осмотолерантне врсте)	
0,79	<i>Aspergillus ochraceous</i>		
0,78	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus sydowii</i> <i>Aspergillus terreus</i> <i>Aspergillus versicolor</i> <i>Penicillium brevicompactum</i> <i>Penicillium chrysogenum</i>		
	0,77		<i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus wentii</i>
			0,75
	0,71		
			0,70
0,69	<i>Wallemia sebi</i>		
0,68	<i>Aspergillus penicillioides</i>		
0,61	<i>Xeromyces bisporus</i> *		
< 0,60	Odsustvo fungalnog rasta		

**Xeromyces bisporus* има способност раста при нижој a_w од било ког другог организма

Сходно свему претходно изнетом, од вредности релативне влажности ваздуха зависи да ли ће доћи до клијања спора, јер утиче на равнотежни садржај влаге у материјалу (ЕМС), односно на вредност активне воде у супстрату a_w . Иако делује индиректно, релативна влажност представља најважнији фактор за раст микромицета, наравно поред својства самог материјала да упије воду или апсорбује влагу из ваздуха и задржи је у својим порама. Корекцијом и смањењем РН у простору ланчано би и влага у материјалу била мања. Самим тим, уколико се ЕМС, односно a_w спусти испод вредности карактеристичних за врсту раст микромицета ће се такође прекинути. Међутим треба имати у виду да уколико се структура мицелијума једном

⁵³⁶ John I. Pitt and Ailsa D. Hocking, *Fungi and Food Spoilage*, third (London, New York: Springer Dordrecht Heidelberg, 2009), у Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 6.

развије у себи може да задржи влагу која ће омогући раст спора и током периода када је вредност a_w у супстрату испод прага за клијање. Према Флоријану и Валентину у условима велике влажности ваздуха одржавање RH испод 70% спречиће раст великог броја фунгалних врста.⁵³⁷ Одступање постоји код хигроскопних материјала са великим капацитетом задржавања влаге код којих фунгални раст може да се јави и након што се амбијентални услови оптимизују. Зато је значајно да се поред релативне влажности ваздуха упоредо врше мерења равнотежног садржаја влаге у материјалу EMC како би се испратило да ли је a_w супстрата у границама прихватљивих вредности испод којих се не очекује раст микромицета ($a_w < 0,6$ или EMC < 60%).

Код већине микромицета оптимална температура за клијање спора је од 20 °C до 25 °C, док неке расту и од 5 °C, а неке чак и до 40 °C.⁵³⁸ Највећа концентрација микромицета у ваздуху је у топлим и влажним климатима, јер су услови за раст задовољени чешће него у другим климатским зонама.

Како би се установио период који погодује расту микромицета рачунат је TOW индекс (*eng. Time of wetness*). TOW индекс представља период повећане влажности.⁵³⁹ За његов прорачун узимају се вредности RH > 80%.⁵⁴⁰ TOW вредност је значајан показатељ периода када услови средине погодују фунгалном расту.

На мозаицима М23 и М34 установиће се да ли постоји присуство најдеструктивнијих растворних соли сулфата, нитрата и хлорида које се често срећу на археолошким локалитетима код архитектонских остатака грађевина из претходних периода. Растворне соли престављају један од најдеструктивнијих фактора деградације материјала. Деградација материјала дејством растворних соли постоји уколико су растворне соли присутне, затим уколико је материјал порозан са великим бројем отворених пора при чему постоји одређени степен пропустљивости водене паре, затим уколико постоји влага у виду капиларног прилива, конденза или инфилтрације и уколико су присутни процеси испаравања, односно евапорације.⁵⁴¹ Уколико неки од претходно наведених фактора није присутан неће доћи до деградације материјала услед дејства растворних соли. Међутим, уколико су основни фактори присутни од услова средине и својства самог материјала зависиће механизми његове деградације. Од најбитнијих параметара услова средине који утичу на механизме деградације материјала су температура, релативна влажност и хемијске карактеристике присутних соли, док у погледу својства самог материјала од великог су значаја минералне и хемијске карактеристике, чврстоћа, хомогеност и порозност.⁵⁴² Грађевински материјали су порозни материјали, тако да ће текстуалне карактеристике засноване на величини и облику пора, као и укупна порозност највише утицати на кретање растворних соли кроз материјал, а тиме и на њихово деструктивно дејство. Да би дошло до кретања соли неопходно је присуство влаге у материјалу. Влага може доспети у материјал у течном стању – вода или у гасовитом стању у виду паре. У течном стању улази у материјал инфилтрацијом са површине материјала или капиларним приливом одоздо на горе. У гасном стању влага доспева у материјал кондензацијом на површини или унутар материјала и као хигроскопна влага везивањем из ваздуха.⁵⁴³

⁵³⁷ Mary-Lou E. Florian, *Heritage Eaters: Insects and Fungi in Heritage Collections* (London, UK: James & James, 1997), pp. 125.; Nieves Valentín et al., "Microbial Control in Archives, Libraries and Museums by Ventilation Systems," *Restaurator* 19, no. 2 (1998): pp. 103, doi:10.1515/rest.1998.19.2.85.

⁵³⁸ Милош Ч. Ступар, "Диверзитет микромицета на објектима културне баштине и тестирање фунгицида применљивих у конзервацији" (дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2013), стр. 9.

⁵³⁹ Dario Camuffo, *Microclimate for Cultural Heritage* (Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 1998), pp. 148.

⁵⁴⁰ Никола Унковић, "Диверзитет и улога микромицета у процесу биодетеријације зидних слика цркве Светог Вазнесења Господњег у Великом Крчириу" (дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2018), стр. 80.

⁵⁴¹ Снежана Вучетић, "Деградација и заштита материјала непокретног културног наслеђа" (дисертација, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет, 2017), стр. 23.

⁵⁴² Исто, стр. 7.

⁵⁴³ Asuncion Elena Charola, "Salts in the Deterioration of Porous Materials: An Overview," *Journal of the American Institute for Conservation* 39, no. 3 (2000): pp. 327-343, 328. doi:10.1179/019713600806113176.

Основно полазиште за све деградационе процесе порозних грађевинских материјала јесте непостојање равнотежних услова средине. Када су вода у течној фази (притиска p_w) и водена пара (притиска p_0) у гасној фази у равнотежи ($a_w = p_w / p_0$)⁵⁴⁴, тада је активност воде у раствору соли a_w једнака релативној влажности ваздуха околне средине ($ERH = EMC = a_w \times 100\%$). У равнотежном стању нема кретања растворних соли, јер нема ни кретања влаге у порама материјала. Када је систем у стању равнотеже онда не долази до процеса апсорпције влаге из ваздуха или капиларног прилива одоздо на горе, односно отпаравања са површине мозаика. Тако да сходно термодинамичком моделу, уколико би се постигло и одржавало равнотежно стање све време не би било смењивања процеса растварања и кристализације растворних соли, а тиме ни девастације градивних материјала мозаика. Иако се термодинамички модел заснива на томе да је систем све време у равнотежи са околином, у реалним условима то није увек тако. Из тежње система да буде у равнотежи са околином настају процеси услед којих долази до деструкције материјала. Уколико је $a_w < p_w / p_0$ ⁵⁴⁵, то значи да је вредност RH већа од садржаја влаге у материјалу, односно од активне воде у раствору соли, при чему ће приликом апсорпције и кондензације влаге из ваздуха на површини мозаика доћи до растварања растворних соли. Температурни опсег у коме долази до процеса растварања је од 20 °C до 40 °C.⁵⁴⁶ Појава растварања растворних соли се манифестује као тамна мрља на површини камених тесера мозаика. У другом случају, уколико је $a_w > p_w / p_0$ ⁵⁴⁷, то значи да је вредност RH мања од равнотежног садржаја влаге у материјалу, односно од активне воде у раствору соли. У том случају јавља се капиларни прилив влаге из материјала, односно долази до испаравања воде из раствора соли, при чему се кристалише. Као последица кристализације соли у порама и/или на површини материјала формирају се кристали.

Из свега претходно наведеног може се видети да од микроклиматских услова средине зависе хемијски процеси кристализације и растварања соли који девестирају морфолошку структуру мозаика, односно његове градивне материјале малтер и камен. Релативна влажност је такође један од кључних фактора од које зависе процеси растварања и кристализације соли, поред температуре.⁵⁴⁸ У зависности од природе растворних соли, свака од њих има критичну вредност релативне влажности и температуре изнад и испод које ће наступити поменути процеси.⁵⁴⁹ Када је релативна влажност ваздуха у простору изнад критичне вредности апсорбује се влага из ваздуха, раствара се со, при чему раствор соли може да мигрира протоком влаге из подручја високе концентрације у подручје са нижом концентрацијом. Међутим, када релативна влажност у простору падне испод критичне вредности за одређену со, у том случају ће се со поново кристализовати. Поновна кристализација соли може бити на површини мозаика, у порама малтера или између два материјала нпр. између малтера и камених тесера код античких мозаика. Где ће доћи до поновне кристализације соли зависи од влажности ваздуха и садржаја влаге у градивним материјалима мозаика. Кристализација соли на површини мозаика (ефлоресценција) поред естетског оштећења не представља значајнију

⁵⁴⁴ Michael Steiger, "Salts in Porous Materials: Thermodynamics of Phase Transitions, Modeling and Preventive Conservation / Salze in Porösen Materialien: Thermodynamische Analyse Von Phasenübergängen, Modellierung Und Passive Konservierung," *Restoration of Buildings and Monuments* 11, no. 6 (January 2005): pp. 419-432, 421. doi:10.1515/rbm-2005-6002.

⁵⁴⁵ Исто, стр. 421.

⁵⁴⁶ Снежана Вучетић, "Деградација и заштита материјала непокретног културног наслеђа" (дисертација, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет, 2017), стр. 15.

⁵⁴⁷ Michael Steiger, "Salts in Porous Materials: Thermodynamics of phase transitions, Modeling and preventive conservation / Salze in porösen Materialien: Thermodynamische analyse von phasenübergängen, Modellierung und passive konservierung," *Restoration of buildings and monuments* 11, no. 6 (January 2005): pp. 419-432, 421. doi:10.1515/rbm-2005-6002.

⁵⁴⁸ Татјана Н. Недељковић, „Утицај релативне влаге на материјале,“ у *Зборник радова научно стручног скупа: Методе утврђивања и отклањања последица дејства влаге на културна добра*, ур. Зоран Вапа, Славица Вујовић, Властимир Радоњанин, Нови Сад: Покрајински завод за заштиту споменика културе, Петроварадин, Друштво конзерватора Србије, 2004. стр. 144-150, (145-146).

⁵⁴⁹ Shin Maekawa, Vincent L. Beltran, and Michael C. Henry, *Environmental management for collections: Alternative preservation strategies for hot and humid climates* (Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2015). pp. 28-29.

опасност по очување, док кристализација соли у порам материјала (субфлуоресценција) ствара значајну деградацију градивних материјала мозаика при чему настају оштећења у виду пукотина, разлистивања, одвајања завршних слојева мозаика од подлоге (нпр. камене тесере се одвајају од малтерне подлоге).⁵⁵⁰ Код античких мозаика, који представљају архитектонске остатке античких грађевина, постоји повећан ризик од механичког оштећења услед смењивања фаза растварања и кристализације растворних соли иницираних осцилацијама релативне влажности ваздуха. У грађевинским материјалима (малтерима, опеци) се често срећу натријум хлорид NaCl, чија је граница критичне влажности 75% при температури од 25 °C и натријум сулфат NaSO₄ са критичном границом RH од 83% на такође 25 °C.⁵⁵¹

Степен деградације материјала услед дејства растворних соли зависи поред услова средине и текстуралних карактеристика материјала у којем се налазе и од саме природе присутних соли. Фактори који утичу на степен деградације материјала, а зависе од природе соли јесу: растворљивост соли, притисак кристализације, способност хидратације и морфологија формираних кристала.⁵⁵² Деградациона моћ наведених фактора зависи од типа соли. На пример, соли из групе нитрата и хлорида имају највећу растворљивост. Натријум-хлорид NaCl нема способност хидратације, али зато кристалише при притиску од 55,4 МПа, тако да у случају ове соли велики кристалizacionи притисак ће изазвати највећа оштећења материјала. Са друге стране, натријум-сулфат NaSO₄ има мање притиске кристализације од NaCl, а изазива већу деструкцију материјала. Разлог зашто је то тако је што на степен деструкције материјала услед присуства NaSO₄ највише утиче морфологија насталих кристала. Степен и брзина деградације материјала, поред саме природе соли, зависи и од количине у којој је одређена со присутна у материјалу.⁵⁵³

Најприсутније растворне соли на остацима објеката грађевина претходних периода су хлориди, нитрати и сулфати. На многим археолошким локалитетима са мозаицима је установљено њихово присуство.

Хлориди су највише присутни на остацима код археолошких локалитета на Медитерану имајући у виду близину мора. У умереним климатима узрок присуства хлорида на објектима културне баштине је испаравање кухињске соли којом се посипају путеви. Утицај соли хлорида на налазе се манифестује у виду настанка пукотина и мрвљења материјала.⁵⁵⁴

Нитрати су последица распадања органског материјала. Присутни су код археолошких локалитета и земљишта са високим нивоом подземних вода. Изазивају одвајање фрагмената и распадање материјала.⁵⁵⁵

Продукти сулфата јесу издувни гасови, киселе кише, обрадиво земљиште, градитељски материјали (нпр. цемент), микроорганизми који продукују метаболите на бази сумпора. Сулфати изазивају у реакцији са кречњачким материјалима настанак црне коре. Ова промена поред тога што нарушава естетски изглед налаза такође оштећује површинске слојеве материјала.⁵⁵⁶

Међутим, никада се на локалитетима не јавља само једна растворна со, већ више њих истовремено, па сходно својствима које имају тако удружене зависи њихова деградациона способност. Често је гранична вредност релативне влажности ваздуха на којој се растварају и кристалишу растворне соли нижа у случају када је присутно више њих, него када се посматрају својства сваке понаособ.⁵⁵⁷ Велики је број фактора који утичу на процесе кристализације и растварања растворних соли и њихову деструктивну моћ. Како би се спречили ови процеси, а имајући у виду да је тешко систем стално одржавати у равнотежном стању, неопходно је

⁵⁵⁰ Исто, стр. 28-29.

⁵⁵¹ Исто, стр. 37.

⁵⁵² Снежана Вучетић, “Деградација и заштита материјала непокретног културног наслеђа” (дисертација, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет, 2017), стр. 15-18.

⁵⁵³ Исто.

⁵⁵⁴ Исто, стр. 18.

⁵⁵⁵ Исто, стр. 18-20.

⁵⁵⁶ Исто, стр. 18.

⁵⁵⁷ Исто, стр. 21.

оптимизовати услове средине, смањити осцилације T и RH ваздуха или уколико је то у неким случајевима неизводљиво нпр. уколико су налази на отвореном простору, онда смањити изворе растворних соли.

На основу свега претходно изнетог уочава се узрочно последична веза утицаја микроклиматских параметара T и RH ваздуха и физичких, хемијских и биолошких процеса који изазивају деградацију налаза. Археолошки локалитет Царска палата Сирмијум представља полигон на коме ће се узрочно последични процеси пратити и искуствено испитати. Испитивањем наведених параметара *in situ* установиће се постојећи ризици по очување мозаика, при чему ће резултати представљати полазну основу за унапређење постојећих услова.

8.2. Материјал и методе

У студији случаја, у **5. поглављу**, дате су детаљне информације о карактеристикама објекта Визиторског центра Царске палате и фазности конзервације мозаика на локалитету. Такође, објашњен је поступак и материјали који су коришћени за конзервацију и реконзервације мозаика М34 и М23, на којима су вршена физичка испитивања, биолошка испитивања и хемијска испитивања, односно анализа присуства растворних соли.

8.2.1. Микроклиматски мониторинг

У Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царска палата Сирмијум вршена су мерења унутрашњих и спољашњих вредности микроклиматских параметара температуре (T) и релативне влажности ваздуха (RH). Унутрашње термохигрометријске вредности су праћене помоћу уређаја *Testo 174h* (**Слика 76, а**), док је за читавање спољашњих вредности коришћена метеоролошка станица *PCE-FWS-20* (**Слика 76, б**). Инструменти за микроклиматски мониторинг дата логери и метеоролошка станица су програмирани тако да читавају вредности параметара T и RH на сваких 30 минута. Праћење микроклиматских услова средине рађено је од 9. децембра 2020. год. до 28. јануара 2022. године.

За читавање унутрашњих вредности параметара микроклиме коришћено је три дата логера *Testo 174h* (**Слика 76, а**). Мерни опсег овог уређаја је од - 20 до + 70 °C (тачност 0,5 °C) и од 0 до 100% (тачност 3% RH). Капацитет меморије дата логера *Testo 174h* износи 16000 читавања.⁵⁵⁸ Интервал бележења вредности параметара T и RH је на 30 минута, тако да се током једног дана изврши 48 читавања. Сходно капацитету меморије дата логера податке је било неопходно преузимати на максимум 5,5 месеци. По препоруци запослених у фирми *Лабораторија Тесто д.о.о.*, који су били техничка подршка, подаци су преузимани на свака 4 месеца, односно 3 пута током једне календарске године.

Сензори су постављени у складу са мерама техничке заштите и уз стручни надзор колега из Републичког завода за заштиту споменика културе у Београду и Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици 9. децембра 2020. године, при чему је било планирано да се услови средине прате у континуитету минимум годину дана, како би се установио годишњи термохигрометријски распон. Утицаји амбијенталних услова средине испитивани су на мозаику који је реконзервиран на саћастој подлози (мозаик у просторији 23, М23) и који је конзервиран на армиранобетонској подлози (мозаик у просторији 34, М34). У складу са тим по један дата логер *Testo 174h* постављен је на статив 30 cm од пода античких мозаика М23 (**Слика 77**) и М34 (**Слика 78**), (ознаке дата логера су М23_V30 и М34_V30), док је трећи дата логер *Testo 174h* постављен такође на статив и то на 350 cm од пода античког мозаика М34

⁵⁵⁸ <https://testo.rs/etaloniranje/testo-174h-set-mini-data-logger-for-temperature-and-humidity-in-a-set/> приступљено 5.10.2020.

(ознака дата логера M34_V350), како би се установила вертикална прерасподела температуре (T) и релативне влажности ваздуха (RH) *Слика 78*.



(а)



(б)

Слика 76. Уређаји коришћени за микроклиматски мониторинг: (а) Дата логер *Testo 174h*, (Извор: <https://testo.rs/etaloniranje/testo-174h-mini-temperature-and-humidity-data-logger/>, приступљено 5.10.2020.) б) Метеролошка станица *PCE-FWS-20* (Извор: <https://www.industrial-needs.com/manual/man-meteorological-station-pce-fws-20-en.pdf>, приступљено 5.10.2020.).

Метеролошка станица *PCE-FWS-20* постављена је на југоисточни забатни зид Визиторског центра како би се извршила мерења спољашње микроклиме (*Слика 79*). Дисплеј са меморијом на коме се складиште измерене спољашње и унутрашње вредности параметара температуре (T) и релативне влажности ваздуха (RH), а који је повезан радиоталасима са метеоролошком станицом, позициониран је са унутрашње стране објекта на југоисточном зиду, на галерији горњег нивоа Визиторског центра. Спољашњи микроклиматски параметри које метеоролошка станица бележи поред температуре и релативне влажности ваздуха су апсолутни и релативни ваздушни притисак (*hpa*), брзина и правац ветра (*km/h*), количина падавина (*mm*) и субјективни осећај ($^{\circ}\text{C}$). Мерни опсег инструмента *PCE-FWS-20* за читавање спољашњих вредности температуре и релативне влажности ваздуха износи од -40°C до 65°C (тачност $\pm 1^{\circ}\text{C}$) и од 10 до 90% (тачност $\pm 4\%$ у опсегу 20-80% RH, $\pm 6\%$ у другим опсезима).⁵⁵⁹



Слика 77. Дата логер *Testo 174h* постављен код мозаика M23 – ознака позиције M23_V30, (Извор: Аутор).



Слика 78. Дата логери *Testo 174h* код мозаика M34 – ознаке позиција M34_V30 и M34_V350, (Извор: Аутор).



Слика 79. Постављање метеоролошке станице *PCE-FWS-20*, (Извор: Аутор).

⁵⁵⁹ <https://www.industrial-needs.com/manual/man-meteorological-station-pce-fws-20-en.pdf> приступљено 5.10.2020.

8.2.2. Праћење равнотежног садржаја воде и температуре у мозаицима

Мерење равнотежног садржаја воде ЕМС (%) и температуре (°C) рађено је у мозаику М23 (реконзервиран на подлози од алуминијумског, алвеоларног саћа) и М34 (конзервиран на армиранобетонској подлози). За читавање вредности параметара коришћен је дата логер *Testo 176Н1* (Слика 80, а). Овај уређај је термохигрометар који има 4 канала и 2 екстерна улаза за сонде. Дубинска, уводна сонда *Testo* (каталогски број 0572 6174) је пречника 4mm и дужине 65mm (Слика 80, б). Избушена је рупа у оба мозаика пречника 8 mm и дубине 5 cm, у коју је постављена дубинска сонда у зони малтера. Са горење стране рупа је затворена термоизолационим материјалом, пластелином, у циљу спречавања амбијенталних утицаја (Слика 81 и Слика 82). Мерни опсег сонде за ЕМС је од 0 до 100% (тачност ± 2% RH на + 25 °C и 2% до 98% RH) и температуре од 0 до + 40 °C (тачност ± 2 °C).⁵⁶⁰

Праћење равнотежног садржаја воде и температуре у мозаицима је вршено у истом периоду као и микроклиматски мониторинг у спољашњем и унутрашњем простору од 9.12.2020. године до 28.1.2022. године, док је интервал читавања био на сваких 30 минута. За обраду и анализу података коришћени су очитани подаци током 2021. године.



а)



б)

Слика 80. Уређаји за мерење равнотежног садржаја воде ЕМС (%) и температуре (°C) у мозаику М23 и М34: (а) дата логер *Testo 176Н1* (Извор: <https://testo.rs/etaloniranje/testo-176-h1-temperature-and-humidity-data-logger/> приступљено 5.10.2020.) и (б) уводна сонда *Testo* бр. 0572 6174, (Извор: <https://www.testo.com/hr-HR/humidity/temperature-probe-4-mm/p/0572-6174> приступљено 5.10.2020.)



Слика 81. Постављање дата логера *Testo 176Н1* и уводне сонде са сензорима за читавање ЕМС (%) и Т (°C) у мозаику М34 у зону кречног малтера, (Извор: Аутор).



Слика 82. Постављање дата логера *Testo 176Н1* и уводне сонде са сензорима за читавање ЕМС (%) и Т (°C) у мозаику М23 (у зону кречног малтера), (Извор: Аутор).

⁵⁶⁰ <https://www.testo.com/hr-HR/humidity/temperature-probe-4-mm/p/0572-6174#tab-technicalData> приступљено 5.10.2020.

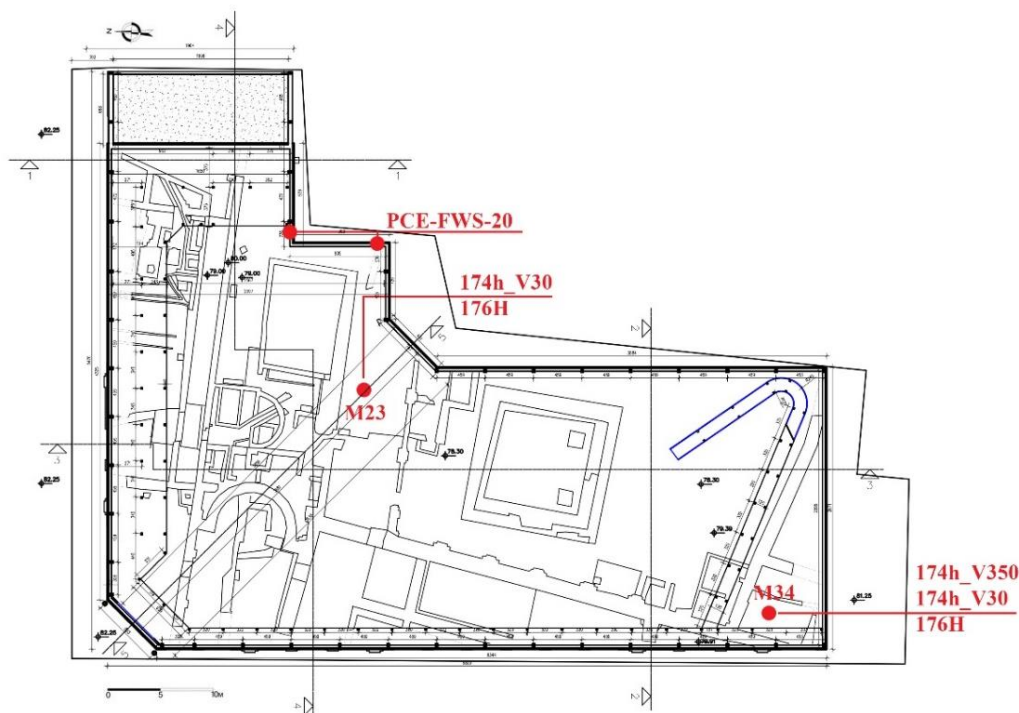
8.2.3. Праћење температуре на површини мозаика

Праћење температуре на површини мозаика M23 и M34 вршено је применом дата логера *Testo 176H1* (Слика 83, а) на који је накачена контактна, површинска сонда *Testo* (каталожки број сонде 0628 7507). Мерни опсег температурне, контактне сонде се креће у распону од - 50 до + 80°C са прецизношћу $\pm 2^\circ\text{C}$ ако је температура у распону од - 25 до + 80°C и $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ако је температура у распону од - 40 до - 25.1°C (Слика 83, б).⁵⁶¹

Праћење температуре на површини мозаика је вршено у истом периоду када и микроклиматски мониторинг и праћење равнотежног садржаја влаге и температуре у мозаицима од 9.12.2020. године до 28.1.2022. године, при чему су обрађивани и анализирани подаци за 2021. годину. Такође је дата логер *Testo 176H1* програмиран да очитава температуру на 30 минута. Позиције свих дата логера и метеоролошке станице дати су на Слика 84.



Слика 83. Уређаји за мерење температуре на површини мозаика M23 и M24: (а) дата логер *Testo 176H1* (Извор: <https://testo.rs/etaloniranje/testo-176-h1-temperature-and-humidity-data-logger/>, приступљено 5.10.2020.) и (б) површинска контактна температурна сонда *Testo* бр. 0628 7507, (Извор: <https://www.testo.com/hr-HR/wall-surface-temperature-probe-ntc/p/0628-7507> приступљено 5.10.2020.)



Слика 84. Позиције дата логера *Testo 174h*, *Testo 176H1* са убудним и површинским сондама и метеоролошке станице унутар и изван Визиторског центра Царске палате (Извор: Техничка документација пројекта наткривања Царске палате, Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица).

⁵⁶¹ <https://www.testo.com/hr-HR/wall-surface-temperature-probe-ntc/p/0628-7507#tab-technicalData> приступљено 5.10.2020.

8.2.4. Статистичка обрада података физичког мониторинга и прорачун изведених параметара

Очитавање података са дата логера је вршено у програму *Testo Comfort Software Basic 5.0*, док су са метеоролошке станице подаци очитавани у програму *Easyweather*. Обрада, анализа и графичка презентација очитаних података рађена је за целу календарску 2021. годину у програмском пакету *Microsoft Excel*.

На основу скупа очитаних података T и RH унутар и изван Визиторског центра Царска палата, рачунском методом одређене су просечне дневне, месечне, сезонске и годишње вредности. Средње вредности рачунате су као аритметичка средина очитаних вредности T и RH , односно као збир свих очитаних вредности посматраног периода подељених са бројем очитавања забележених у периоду за који се рачуна просечна вредност. То конкретно значи да су средње дневне вредности $T_{d_{av}}$ и $RH_{d_{av}}$ добијене тако што је збир свих очитаних вредности током једног дана подељен са укупним бројем очитавања током дана (пошто су очитавања била на 30 минута, то је укупно 48 очитавања дневно), односно према формулама:

$$T_{d_{av}} [^{\circ}C] = (T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_{48}) / 48 \text{ (број очитавања током дана)}$$
$$RH_{d_{av}} [\%] = (RH_1 + RH_2 + RH_3 + \dots + RH_{48}) / 48 \text{ (број очитавања током дана)}$$

Средње месечне вредности $T_{m_{av}}$ и $RH_{m_{av}}$ су добијене као збир средњих дневних $T_{d_{av}}$ и $RH_{d_{av}}$ подељено са бројем дана у месецу, односно према формулама:

$$T_{m_{av}} [^{\circ}C] = (T_{d1_{av}} + T_{d2_{av}} + T_{d3_{av}} + \dots + T_{d31_{av}} \text{ (или } T_{d30_{av}} \text{, или } T_{d28_{av}})) / 31 \text{ или } 30, 28 \text{ (у зависности од броја дана у месецу)}$$

$$RH_{m_{av}} [\%] = (RH_{d1_{av}} + RH_{d2_{av}} + RH_{d3_{av}} + \dots + RH_{d31_{av}}) / 31 \text{ или } 30, 28 \text{ (у зависности од броја дана у месецу)}$$

Средње сезонске вредности $T_{p_{av}} [^{\circ}C]$, $T_{l_{av}} [^{\circ}C]$, $T_{j_{av}} [^{\circ}C]$, $T_{z_{av}} [^{\circ}C]$ су рачунате као збир средњих дневних вредности подељен са бројем дана у зависности од трајања једне сезоне (пролеће, лето, јесен зима).

Средња годишња вредност такође је рачуната као збир средњих дневних вредности подељен са бројем дана календарске године, односно према формули:

$$T_{g_{av}} [^{\circ}C] = (T_{d1_{av}} + T_{d2_{av}} + T_{d3_{av}} + \dots + T_{d365_{av}}) / 365 \text{ (број дана у 2021. години)}$$

Поред израчунатих просечних вредности за различите периоде посматрања и праћења микроклиматских услова средине одређен је и сезонски циклус – тренд добијен израчунавањем средње покретне просечне вредности *Moving Average* (MA). Према стандарду EN 15757 покретна просечна вредност се прорачунава као аритметичка средина свих очитавања T и RH добијених у периоду од 30 дана и то 15 дана пре и 15 дана након временског периода за који се ради покретна просечна вредност.⁵⁶² То значи да уколико се обрада података ради за једну календарску годину, неопходно је почети са мониторингом 15 дана пре и продужити га 15 дана после планираног временског обухвата. У овом случају пошто се обрада података ради за календарску 2021. годину, очитавања која улазе у рачунање MA су од 17.12.2020. до 16.1.2022, односно закључно са 15.1.2022. Пошто су вредности T и RH очитаване на сваких 30 минута постоји $48 \times 15 = 720$ вредности забележених током временског

⁵⁶² ИСС, Институт за стандардизацију Србије. “SRPS EN 15757: 2016 Конзервација културних добара – Спецификације за температуру и релативну влажност у сврху ограничења климатски изазваних механичких оштећења у органским хигроскопним материјалима.” Београд: Институт за стандардизацију Србије, јун 2016. стр. 12.

периода од 15 дана, па би за 15 дана пре и 15 дана после тренутног читавања то износило $720 \times 2 + 1 = 1441$ при чему је додато и тренутно читавање. Према томе покретна просечна вредност МА за тренутно читавање се добија према формули:⁵⁶³

$$\text{MA current} = (\text{T, RH current} + \text{T, RH current} - 1 + \dots + \text{T, RH current} - 720 + \text{T, RH current} - 1 + \dots + \text{T, RH current} + 720) / 1441$$

T, RH current – тренутно читавање T или RH

T, RH current - 1 – претходно читавање T или RH

Покретна просечна вредност (МА) омогућава да се сагледа сезонски тренд T и RH, тако да коришћењем ове статистичке методе ублажавју се краткорочне осцилације при чему се нагалашавају дугорочне тенденције и циклуси.

Дневне осцилације T и RH представљају разлику максималних и минималних забележених дневних вредности.

На основу читаних вредности релативне влажности, добијена је TOW вредност која представља период повећане влажности. TOW вредност је рачуната за сваки дан понаособ током периода праћења. Број читавања RH > 80% током дана подељен са укупним бројем читавања једног дана (што је у овом случају 48, јер се читавања врше на 30 минута) представља TOW индекс.⁵⁶⁴ Ове вредности могу бити у распону од 0-1. При свим TOW вредностима може доћи до раста гљива, али уколико је индекс мањи од 0,5 према Адану раст је занемарљив.⁵⁶⁵ Прорачуном TOW вредности установиће се најповољнији период за раст гљива који ће се упоредити са резултатима квалитативних и квантитативних миколошких анализа.

На основу измерених вредности T и RH рачунском методом добијена је специфична влажност коришћењем формуле:⁵⁶⁶

$$\text{SH [g/kg]} = 0,03795 \times \text{RH} \times 10^{a \times T / (b + T)},$$

при чему су $a = 7,5$ и $b = 237,3$ °C Магнусови (*Magnus*) и Тетенсови (*Tetens*) коефицијенти.

Такође, на основу измерених вредности T и RH ваздуха рачуната је температура тачке росе dT [°C] према формули:⁵⁶⁷

$$dT [^{\circ}\text{C}] = V_1 \times [\ln(\text{RH} / 100) + ((A_1 \times T) / (B_1 + T))] / A_1 - \ln(\text{RH} / 100) - ((A_1 \times T) / (B_1 + T)),$$

док су $A_1 = 17.625$ и $B_1 = 243,04$ °C Олдухови (*Alduchov*) и Ескрицови (*Eskridge*) коефицијенти.

⁵⁶³ Исто, стр. 12.

⁵⁶⁴ Никола Унковић, “Диверзитет и улога микромицета у процесу биодетериорације зидних слика цркве Светог Вазнесења Господњег у Великом Крчмиру” (дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2018), стр. 80.

⁵⁶⁵ Olaf C.G. Adan, “On the Fungal Defacement of Interior Finishes” (dissertation, Technical University of Eindhoven, 1994), pp. 197-198.

⁵⁶⁶ Dario Camuffo. *Microclimate for cultural heritage Conservation, restoration, and maintenance of indoor and outdoor monuments*. Waltham, San Diego: Elsevier 2014. Second Edition. pp. 64. ISBN: 978-0-444-63296-8

⁵⁶⁷ Mark Lawrence. “The Relationship between Relative Humidity and the Dewpoint Temperature in Moist Air: A Simple Conversion and Applications,” *American Meteorological Society, February 2005*: 225-233. (226).

8.2.5. *In situ* оптичка микроскопија мозаика

Проучавани мозаици су истражени на лицу места коришћењем *Delta Optical Smart 5MP PRO* дигиталног УСБ микроскопа (*Слика 85*). *In situ* микроскопија је примењена директно на областима са видљивим симптомима биодетериорације. Обрада слика је извршена преко *Delta Optical Smart Analysis Pro* софтвера.



Слика 85. Delta Optical Smart 5MP PRO дигитални УСБ микроскоп, (Извор: Аутор).

8.2.6. Узимање узорака са мозаика неинвазивним методама адхезивном траком и стерилним брисом

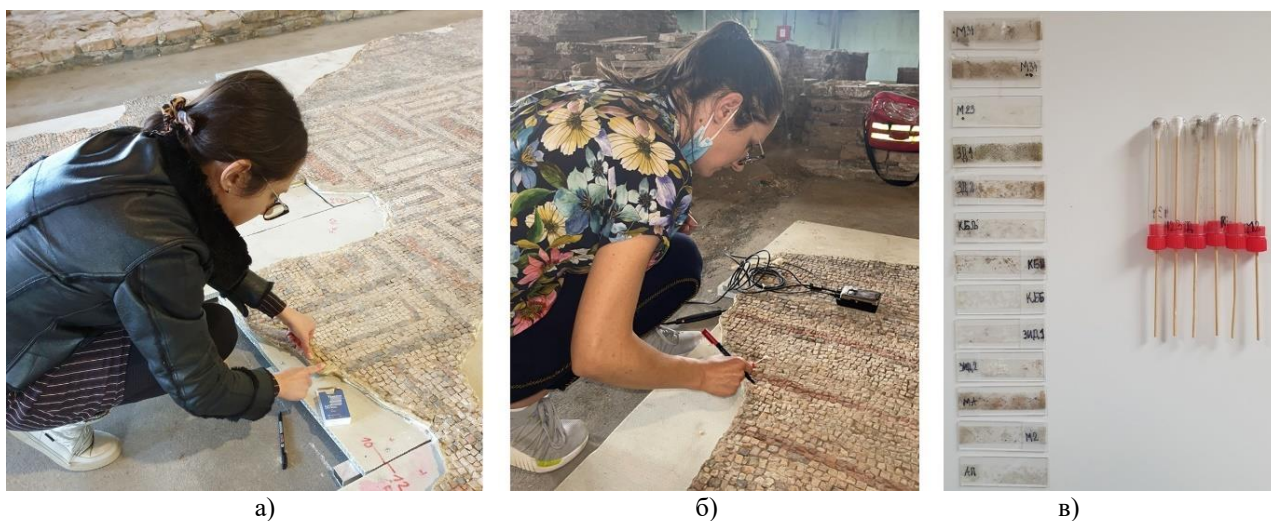
За узорковање биолошког материјала коришћене су неинвазивне методе: узорковање адхезивном траком и стерилним брисом (*Слика 86, в*). Узорковања су вршена током сваке сезоне (пролеће, лето, јесен, зима) тј. у априлу, августу, новембру и фебруару.

Адхезивна трака је залепљена на површину камених тесера мозаика М23 и М34 и потом је уклоњена уједначеним покретом руке, сталном силом (*Слика 86, а*).⁵⁶⁸ Узорци су затим постављени на микроскопско стакло и сачувани у стерилној кутији за даље микроскопске анализе.

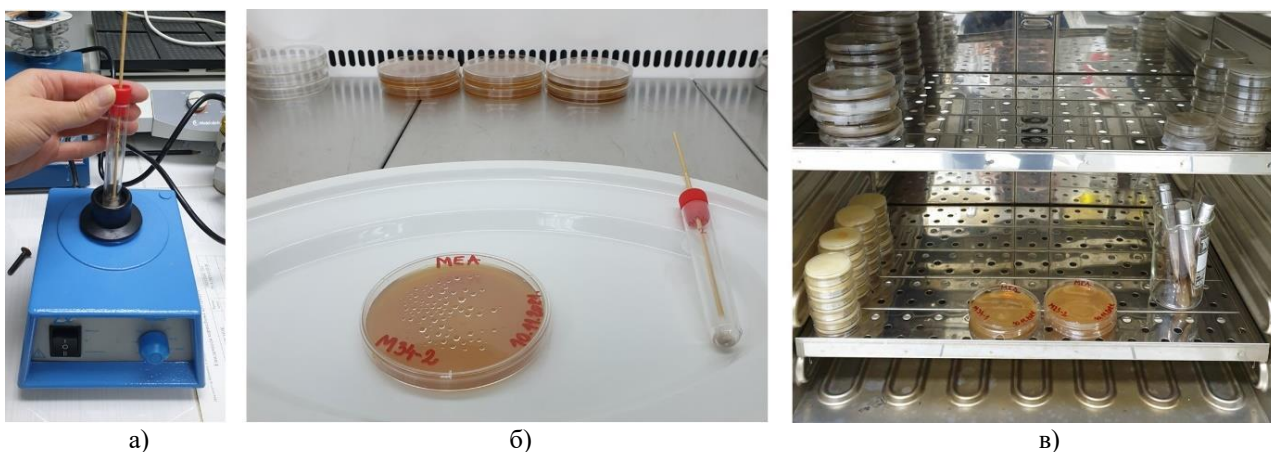
У циљу узорковања вијабилних фунгалних пропагула, одабрана су подручја на мозаику М23 и М34 са симптомима биодетериорације (приближно 10 cm² површине) на које је прислоњен стерилни брис и лаганим покретима руке обрисана је површина камених тесера (*Слика 86, б*). По доласку у лабораторију у брис са узрокованим материјалом додат је 1 ml стерилног физиолошког раствора и на вортексу ZX3, VELP Scientifica је извршена његова хомогенизација (*Слика 87, а*). Затим је на претходно припремљену подлогу (агаризовани

⁵⁶⁸ Clara Urzi; Filmena de Leo. „Sampling with adhesive tape strips: an easy and rapid method to monitor microbial colonization on monument surfaces,“ *Journal of Microbiological Methods*, no. 44, (2001): 1-11, doi: 10.1016/S0167-7012(00)00227-X.

сладни екстракт или МЕА – *malt extract agar*)⁵⁶⁹ у петри кутији⁵⁷⁰ (Слика 87, б) инокулисан хомогенизовани раствор. Након тога, инокулисане подлоге су инкубирани у термостату (UE 500, Memmert, Слика 87, в) на 25 °С током 7 дана. После периода инкубације, колоније су побројане и одређен је њихов број по јединици површине (CFU/cm²), након чега су чисте културе гљива добијене из примарних изолата.



Слика 86. Узорковање биолошког материјала неинвазивним методама: а) адхезивном траком; б) стерилним брисом; в) узоркован материјал на микроскопском стаклу и брису, (Извор: Аутор).



Слика 87. а) Вортекс ZX3, VELP Scientifica; б) Хранљива МЕА подлога; в) Термостат UE 500, Memmert, (Извор: Аутор).

Квантитативна истраживања бројности микромицета⁵⁷¹ идентификованих на адхезивној траци и на стерилном брису представљају показатељ степена контаминације испитиваних мозаика. Пошто не постоји стандардизована скала по којој се одређује степен контаминације мозаика сходно броју идентификованих микробиолошких структура на адхезивној траци, направљена је класификација на:

1. Релативно чист, уколико је број идентификованих фунгалних структура од 0–10;
2. Умерено контаминиран, уколико је број идентификованих фунгалних структура од 11–50;

⁵⁶⁹ МЕА подлога представља стандардну хранљиву подлогу која се користи за изолацију и идентификацију гљива. Robert A. Samson et al., *Food and Indoor Fungi*, 1st edition (Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010). pp. 383.

⁵⁷⁰ Петри кутија – пластична или стаклена посуда у коју се излива хранљиви медијум за култивацију микроорганизама. www.merriam-webster.com

⁵⁷¹ Микромицете – Стручан назив за гљиве које имају репродуктивне структуре микроскопских димензија (нпр. Плесни, квасци, биљни, анимални и хумани патогени). Miguel Ulloa and Richard T. Hanlin, *Illustrated Dictionary of Mycology* (APS press, 2000), pp. 239.

3. Високо контаминиран, уколико је број идентификованих фунгалних структура > 50 .

Степен контаминације мозаика утврђен је и на основу резултата добијених узорковањем површине мозаика стерилним брисевима. У зависности од добијених вредности CFU/cm² направљена је класификација тако да је мозаик:

1. Релативно чист, уколико је идентификовано од 0–10 CFU/cm²;
2. Умерено контаминиран, уколико је идентификовано од 11–20 CFU/cm²,
3. Високо контаминиран, уколико је идентификовано > 20 CFU/cm².

Након истраживања бројности колонија на петри кутији вршена је идентификација микромицета.

8.2.7. Аеробиолошко узорковање и одређивање концентрације спора у ваздуху

Аеромиколошко⁵⁷² узорковање је обављено активном,⁵⁷³ волуметријском методом која се заснива на Фелеровом индексу.⁵⁷⁴ Ваздух је узоркован узоркивачем *Air sampler, SAS Super DUO 360* (Слика 88, а) током четири сезоне 2021. године (пролеће, лето, јесен, зима). Иако су мозаици у јединственом простору, без просторних баријера, због међусобне удаљености која износи око 25m, узорковања су вршена и код мозаика М23 и М34 (Слика 88, в, б).



Слика 88. Узорковање ваздуха: а) Узоркивач ваздуха *Air sampler, SAS Super DUO 360*, (Извор: <https://in.vwr.com/store/product/11281609/vwr-sas-super-duo-360-air-samplers>, приступљено 7.12.2023.); б) Узорковање ваздуха узоркивачем код мозаика М34; в) Узорковање ваздуха узоркивачем код мозаика М23, (Извор: Аутор).

На једну главу узоркивача ваздуха је стављена петри кутија пречника $\varnothing 90$ mm са хранљивом МЕА подлогом. Преко ње је постављен перфорирани поклопац узоркивача ваздуха

⁵⁷² Аеромикологија – Субдисциплина микологије која се бави проучавањем присуства и значаја фунгалних биоаеросола. Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019).

⁵⁷³ Још увек не постоји устаљени метод који се користи за микробиолошко узорковање ваздуха. Примењују се пасивне и активне методе. Пасивна метода представља узорковање ваздуха тако што се петри кутија са хранљивим медијумом отвори и изложи одређени временски период у просторији чија се контаминација ваздуха испитује. Активна метода узорковања се заснива на коришћењу специјализованих уређаја, узоркивача ваздуха, којим се одређена количина ваздуха усисава на петри кутију са хранљивом подлогом. Видети више у: Isabella Viani, Maria Eugenia Colucci, Massimiliano Pergreffi, Deanna Rossi, Licia Veronesi, Assunta Bizzarro, Emanuela Carobianco, Paola Affanni, Roberta Zoni, Elisa Sacconi, Roberto Albertini, Cesira Pasquarella, „Passive air sampling: the use of the index of microbial air contamination,“ *Acta bio-medica: Atenei Parmensis*, 91(3-S) (2020): 92–105, str. 92-93. Available online: <https://doi.org/10.23750/abm.v91i3-S.9434> (accessed on 12 July 2021)

⁵⁷⁴ William Feller. An introduction to probability theory and its applications. Vol.1. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1950, у Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (докторска дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 42-43.

који има 219 перфорација пречника 0,7mm. На висини од 1 m изнад површине мозаика усисано је 100 L ваздуха на обе позиције узорковања током једног минута. Петри кутије су затворене, запечаћене парафилмом и пренете у стерилним кесама у лабораторију. Након периода инкубације у термостату (UE 500, Memmert) на 25 °C током 7 дана побројане су колоније примарних изолата (CFU) на петри кутији и одређена је корекција према формули:⁵⁷⁵

$$Pr = N [1 / N + 1 / N - 1 + 1 / N - 2 + \dots + 1 / N - r + 1]$$

Pr – очекивани статистички број пропагула,

N – број отвора на перфорираниј глави узоркивача ваздуха (219),

r – број формираних колонија на хранљивој подлози, медијуму, у петри кутији (Ø 90 mm).

Вредности CFU/m³ ваздуха у Визиторском центру Царска палата код обе позиције узорковања су израчунате множењем вредности добијене корекцијом по Фелеру (*Прилог 13*) са фактором 10, према формули:

$$X \text{ (CFU/m}^3\text{)} = Pr \times 1000 \text{ l/m}^3 / 100 \text{ l}$$

У упоредној анализи и дискусији резултата користиће се стандард за дозвољене границе концентрације спора⁵⁷⁶ у ваздуху прописан од стране *Ministero per i beni e le attività culturali* (MIBAC).⁵⁷⁷

Релативна густина заступљености фунгалних пропагула у ваздуху рачуната је према формули:⁵⁷⁸

$$\text{Релативна густина} = (\text{број колонија одређене врсте или рода} / \text{укупан број колонија}) \times 100.$$

8.2.8. Идентификација микромицета

У сврху идентификације микромицета са адхезивне траке направљени су микроскопски препарати. Приликом справљања микроскопских препарата коришћене су стандардна миколошка боја, реагенс лактафенол (*LactophenolCottonBlue*)⁵⁷⁹ и глицерол. Тако припремљени препарати су прелиминарно посматрани на *Nikon Eclipse E 200* (*Слика 89, а, б*) и фотографисани на *Zeiss Axio Imager M.1*. (*Слика 89, в*). Идентификација фунгалних пропагула је извршена на основу микроморфолошких карактеристика.

Изолати⁵⁸⁰ добијени стерилним брисевима и аеромиколошким узорковањем идентификовани су на основу макроморфологије колонија⁵⁸¹ старих 7 дана (боја, текстура, величина колоније) и микроморфологије репродуктивних структура (тип, изглед, величина спора и споронских структура), посматраних оптичким микроскопом *Zeiss Axio Imager M.1* уз примену софтверског пакета *AxioVision Release 4.8.1 software*. Изглед колонија на MEA подлози је фотографисан (*Слика 90, а*). У сврху уочавања микроморфолошких карактеристика микромицета припремљени су микроскопски препарати. Поступак прављења микроскопских препарата је следећи (*Слика 90, б*). Инструмент са којим се ради, у овом случају то је

⁵⁷⁵ Исто, стр. 42.

⁵⁷⁶ Споре – репродуктивна структура микроскопских димензија која може, у повољним условима да формира нову јединку. Карактеристичне су за биљке, гљиве и неке микроорганизме. www.merriam-webster.com

⁵⁷⁷ MIBAC – Ministero per i beni e le attività culturali, *Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei*. (D. Lgs. n.112/98 art. 150 comma 6), Elaborati del Gruppo di lavoro (D.M. 25.7.2000), 2000, стр. 128, Available at: <http://www.isac.cnr.it/musa/Testo%20Linee%20Guida.pdf> (accessed on: 2.9.2022.)

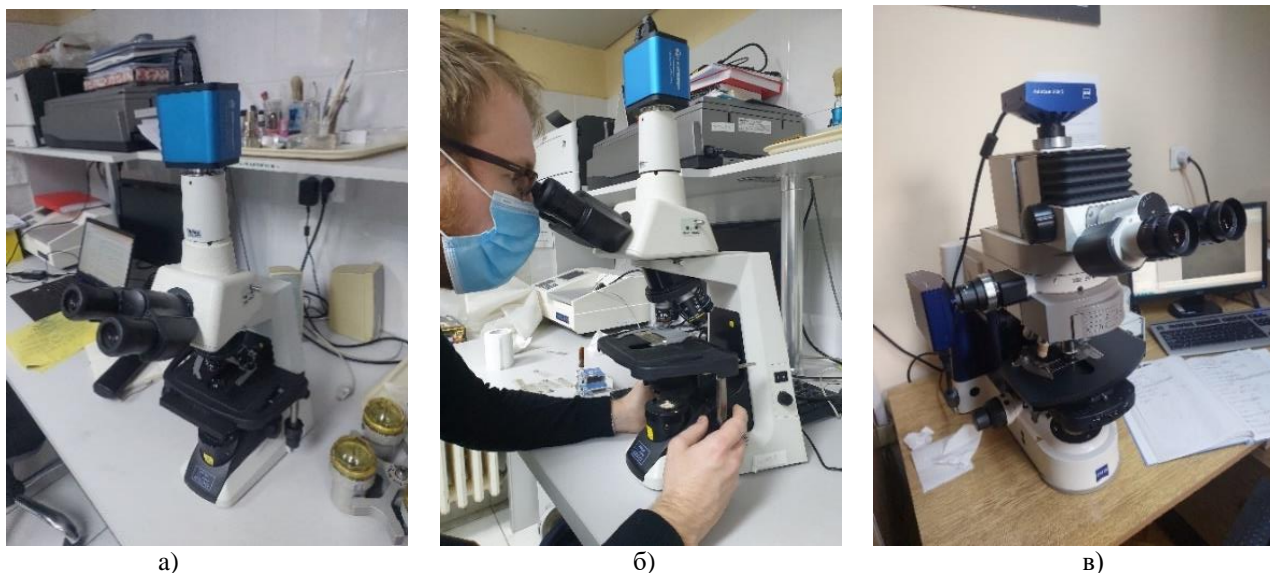
⁵⁷⁸ Robert Leo Smith, *Ecology And Field Biology*, 3th ed. (USA: Harper & Row, 1980), у Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (докторска дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 43.

⁵⁷⁹ Састав мешавине *LactophenolCottonBlue* чини: 20 g фенола, 40 g глицерола, 20 ml дестиловане воде и 50 ml сафранина или боје метиленско плаво. Видети у: Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (докторска дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 39.

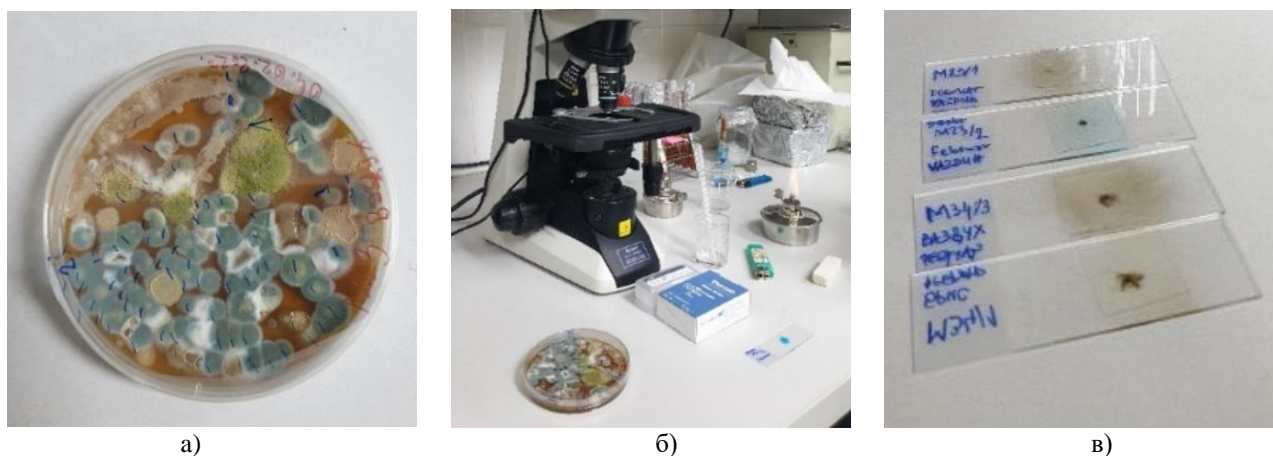
⁵⁸⁰ Изолат – Култура одређеног микроорганизма добијена селекцијом или сепарацијом. www.merriam-webster.com

⁵⁸¹ Колоније – Микробиолошки термин за групацију бактерија, гљива и других микроорганизма који расту на чврстом, агаризованом медијуму. www.merriam-webster.com

лабораторијска игла, прво се стерилише на пламену шпиритусне лампе и угаси у етанолу. Потом се на микроскопско стакло аплицира раствор глицерола или боја лактафенол (*Lactophenol CottonBlue*), који имају улогу фиксатива. Лабораторијском иглом се стави узорак колоније из петри кутије и преко постави покровно стакло. Вишак раствора се истисне. Затим се стави на пламен шпиритусне лампе до кључања. Када нема више мехурића, микроскопско стакло се склони са пламена шпиритусне лампе и обрише. Овим је завршен поступак справљања микроскопских препарата (*Слика 90, в*). Тако припремљени препарати прелиминарно су такође посматрани светлосним микроскопом *NIKON Eclipse E 200*, а потом су фотографисани на *Zeiss Axio Imager M.1*. Утврђивање таксона⁵⁸² гљива вршено је помоћу идентификационих кључева.⁵⁸³



Слика 89. Идентификација микромицета са адхезивне траке: а) Микроскоп *Nikon Eclipse E 200*; б) Прелиминарно посматрање биолошког материјала узоркованог адхезивном траком; в) Фотографисање идентификованих микромицета микроскопом *Zeiss Axio Imager M.1*, (Извор: Аутор).



Слика 90. Справљање микроскопских препарата: а) МЕА подлога са колонијама микромицета (мешовита култура); б) Материјал неопходан за припрему микроскопских препарата; в) Припремљени микроскопски препарати за посматрање под светлосним микроскопом, (Извор: Аутор).

⁵⁸² Таксон – Научно класификована група организама која представља таксономску јединицу било ког ранга. www.merriam-webster.com

⁵⁸³ Martin B. Ellis and Pamela J. Ellis, *Microfungi on land plants: an identification handbook* (Slough, Richmond: New Enlarged edition, 1997); ISBN 085546 246 9; Tsuneo Watanabe, *Soil and seed fungi. Morphologies of cultured fungi and key to species* (London: Crc press, 2002), ISBN 978-1-4398- 0419-3; Robert A. Samson, Jos Houbraken, U. Thrane, Jens Christian Frisvad, Brigitte Andersen, *Food and indoor fungi, 1st edition* (Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010).

8.2.9. Квалитативна анализа присуства растворљивих соли

Прелиминарна испитивања евентуалног присуства растворљивих соли урађена су *in situ*. Узорковање је вршено на мозаицима М23 и М34 (Слика 91, а, б) и то на површини и у малтерном слоју на месту пукотине или зазора између тесера мозаика применом *Quantofix* мерних трака за детекцију растворљивих соли сулфата, нитрата и хлорида (*Quantofix sulphate sticks 6 x 95 mm; Quantofix nitrate sticks 6 x 95 mm, Quantofix chloride sticks 6x95 mm*),⁵⁸⁴ Слика 92. *Quantofix* мерне траке су тест траке направљене за најприсутније растворљиве соли на објектима културног наслеђа. Очитавање присуства одређених група растворљивих соли врши се поређењем обојења на траци са маркираним вредностима у кључу⁵⁸⁵ (Слика 93). Присуство одређене растворне соли се изражава у mg/l.

Узорковање се врши тако што се мерна трака умочи у дестиловану воду и прислони на испитивану површину, у овом случају на површину мозаика М23 и М34. Веома је битан временски период након ког се врши очитавање, а оно се разликује у зависности од врсте растворљиве соли чије се присуство испитује. На пример за сулфате временски период након којег се врши очитавање износи 120 s, док код нитрата, нитрита и хлорида време очитавања је 60 s.⁵⁸⁶ Уколико тест траке промене боју, то значи да су испитиване растворљиве соли сигурно присутне и то чак у већој количини него у оној која је очитана. У том случају, у циљу детаљне квантитативне анализе потребно је урадити додатна лабораторијска испитивања јонском хроматографијом. Са друге стране уколико није присутна ефлоресценција на површини мозаика и не дође до промене обојења тест трака, то не значи да испитиване растворљиве соли нису присутне у материјалу.⁵⁸⁷ Такође, тест траке за идентификацију сулфата могу променити боју чак иако сулфати нису присутни. То се дешава уколико није завршен процес карбонизације слоја кречног малтера мозаика при чему је вредност pH > 8 што ће утицати да тест траке за идентификацију сулфата промене боју.⁵⁸⁸ Претходно наведена ограничења одређивања присуства растворљивих соли треба имати у виду приликом узимања узорака и очитавања вредности.

Фотографски снимци изгледа мерних трака након узорковања *in situ*, на терену, достављени су Лабораторији за испитивање материјала у културном наслеђу при Технолошком факултету у Новом Саду (Слика 94). На основу достављених фотографских снимака колеге су очитале садржај растворљивих соли.



а)



б)

Слика 91. Испитивање растворљивих соли *in situ* *Quantofix* мерним тракама: а) Мозаик 23; б) Мозаик 34; (Извор: Аутор).

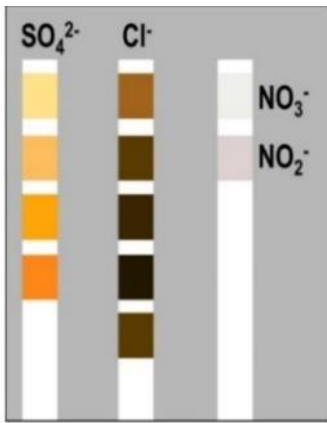
⁵⁸⁴ Лабораторија за испитивање материјала у културном наслеђу, Технолошки факултет Нови Сад, *Елаборат лабораторијских испитивања: Испитивање утицаја микроклиматских услова средине на постојаност античких мозаика у Визиторском центру локалитета 1а Царска палата Сирмијум*, (Нови Сад: Технолошки факултет, 2021-22).

⁵⁸⁵ Снежана Вучетић и Јања Раногајец, *Методологија испитивања историјских малтера* (Нови Сад: Технолошки факултет Нови Сад, 2022), стр. 74.

⁵⁸⁶ Исто, стр. 76.

⁵⁸⁷ Исто, стр. 74-75.

⁵⁸⁸ Исто, стр. 77.



Слика 92. *Quantofix* мерне траке за квалитативне анализе утврђивања присуства растворних соли (сулфати, хлориди, нитрати), (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).



Слика 93. *Quantofix* мерне траке хлорида са кључем за одређивање заступљености у mg/L, (Извор: Снежана Вучетић и Јања Раногојец, *Методологија испитивања историјских малтера*, стр. 74.)



Слика 94. *Quantofix* мерне траке за идентификацију присуства хлорида након узорковања (Извор: Аутор)

8.3. Резултати реализованих испитивања *in situ*

8.3.1. Микроклима унутар и изван Визиторског центра Царске палате Сирмијума

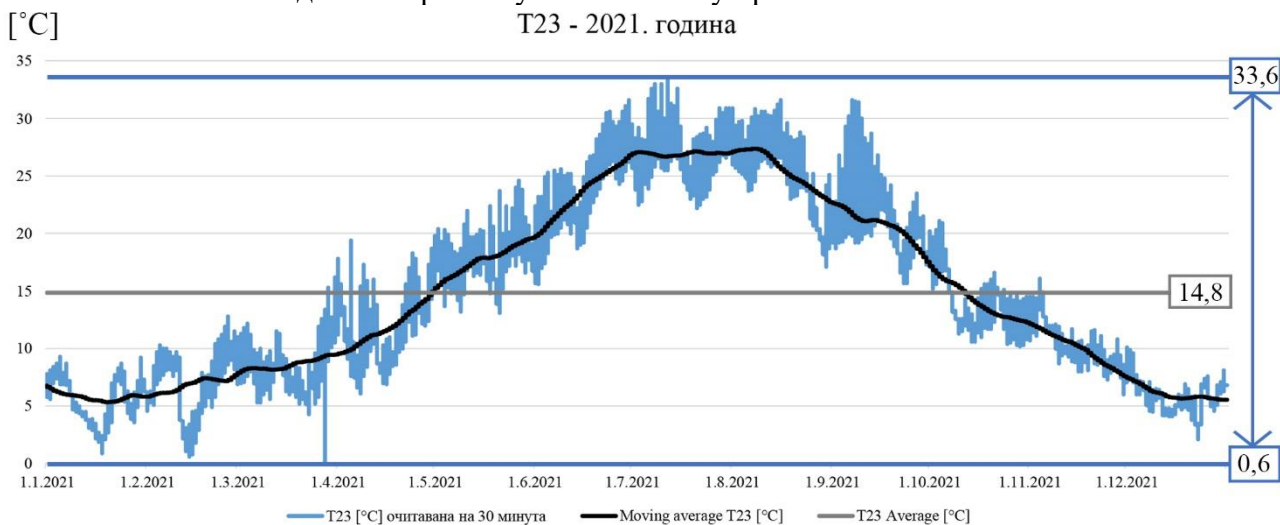
Резултати микроклиматског мониторинга приказани су за позиције мерних уређаја којима су вршена мерења унутар и изван Визиторског центра Царске палате током 2021. године. На основу очитаних вредности параметара Т и RH ваздуха на сваких 30 минута рачунате су максималне, минималне и средње дневне вредности, а на основу дневних вредности добијане су месечне, сезонске и годишње. За сваку мерну позицију понаособ изложени су резултати једногодишњег микроклиматског мониторинга током 2021. године.

8.3.1.1. Позиција M23_V30

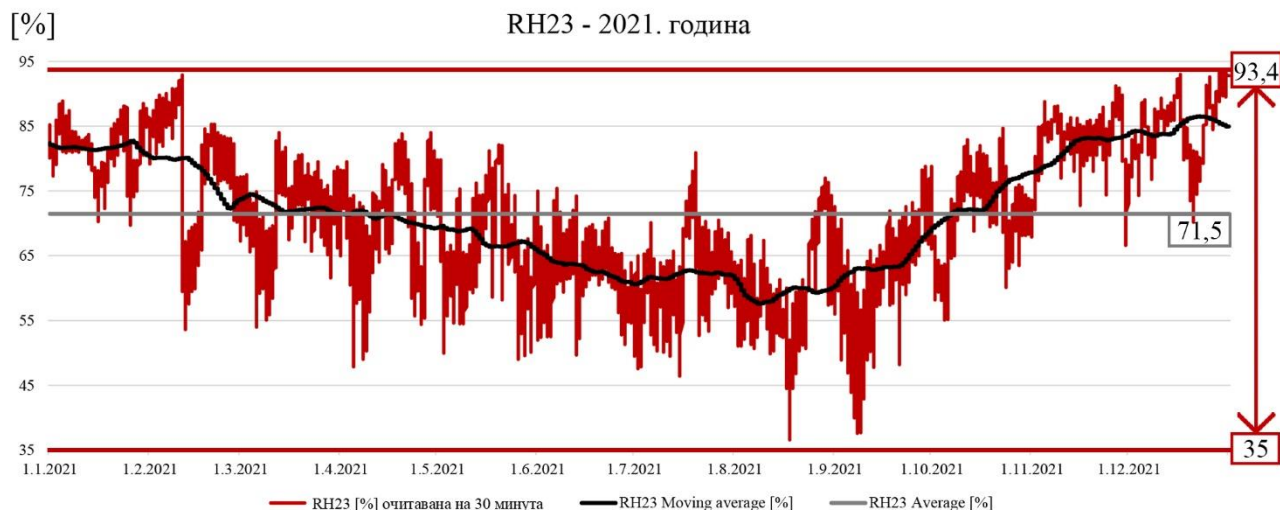
Резултати бележења вредности T23 и RH23 на сваких пола сата током 2021. године са дата логера M23_V30 постављеног на 30 cm од подне површине мозаика M23 приказани су на графиконима (*Слика 95* и *Слика 96*). Поред забележених вредности T23 и RH23 на 30 минута приказани су: тренд централне покретне просечне вредности (MA), затим средња годишња вредност и годишњи екстреми, минималне и максималне измерене вредности. Резултати мониторинга унутрашње микроклиме код мозаика M23 показују да су годишњи екстреми, максималне и минималне вредности T23 и RH23 очитане: 12. јула када је измерена максимална T 33,6 °C и 14. фебруара када је забележена најнижа T 0,6 °C, док је највећа вредност RH измерена 31. децембра 93,4%, а најмања 18. августа 35%. Сходно томе максимална годишња варијација T23 износи 33 °C, а RH 58,4%. Средња вредност температуре за период праћења од годину дана износи око 15 °C (14,8°C), док је просечна релативна влажност око 72 % (71,5 %). Ако се посматрају средње дневне вредности T23 и RH23 током једногодишњег периода праћења највећа средња дневна T23 је била 29,1 °C (16.8.2021.), а RH је око 92 % (91,9 %) (30.12.2021.), док је најмања средња дневна T23 била око 1,9 °C (18.1.2021.) и RH23 око 45,4% (18.8.2021.). Највећа дневна варијација температуре током једногодишњег периода праћења забележена је 8. септембра и износи 12,6 °C, док је максимална дневна осцилација релативне влажности од чак 33,40% измерена 11. фебруара. Средња дневна осцилација T23 и RH23 за период праћења од годину дана износи 3,6 °C и 9,4%.

Анализом средњих дневних вредности T23 и RH23 добијена је реалнија слика о микроклими у Царској палати код мозаика M23. Највећи део године средње дневне температуре су биле у распону од 6-25 °С, чак 260 дана, при чему су 46 дана биле ниже од 6 °С, а 59 дана су биле изнад 25 °С, а да притом нису ишле преко 30 °С. Код анализе података RH23, 315 дана од 365 колико је вршено праћење микроклиматских услова средине, средња дневна вредност RH23 је била већа од 60%, док нису забележене средње дневне вредности испод 45%. Средња дневна RH23 кретала се свега 50 дана у распону од 45-60%.

Пошто стандарди нису међусобно усклађени за анализу дневних осцилација ΔT_{23} и ΔRH_{23} коришћене су реперне вредности за краткорочне осцилације препоручене од стране различитих стручних организација. Дневне осцилације ΔT_{23} веће од 2 °С биле су заступљене 269 дана, а 142 дана током периода праћења су биле веће од 4 °С. Седам дана дневна осцилација ΔT_{23} је износила преко 10 °С. Што се тиче дневних осцилација ΔRH_{23} , 311 дана су биле веће од 5%, док су 128 дана биле преко 10%. Дневне осцилације ΔRH_{23} су чак 13 дана биле еквивалентне годишњем распону и износиле су преко 20%.

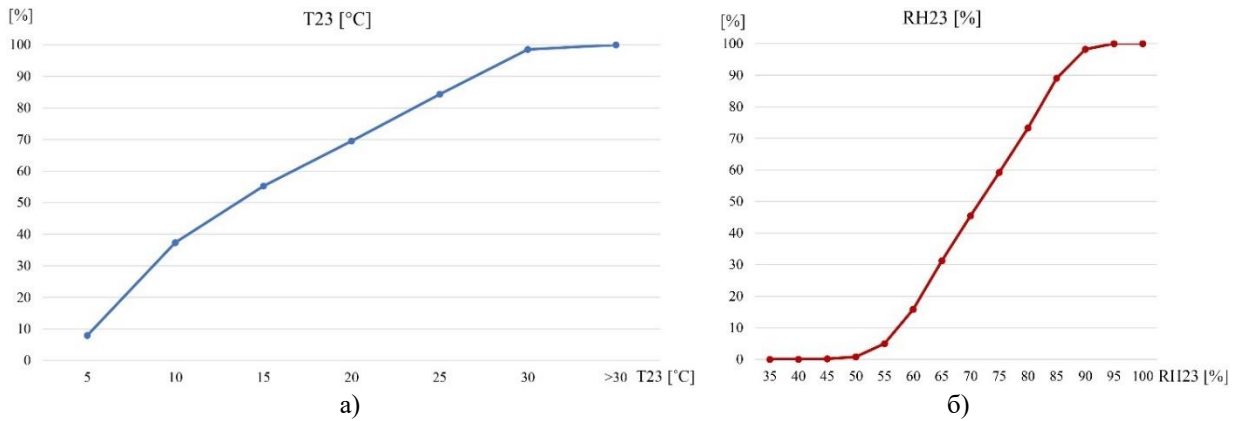


Слика 95. Резултати очитавања вредности T23 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).



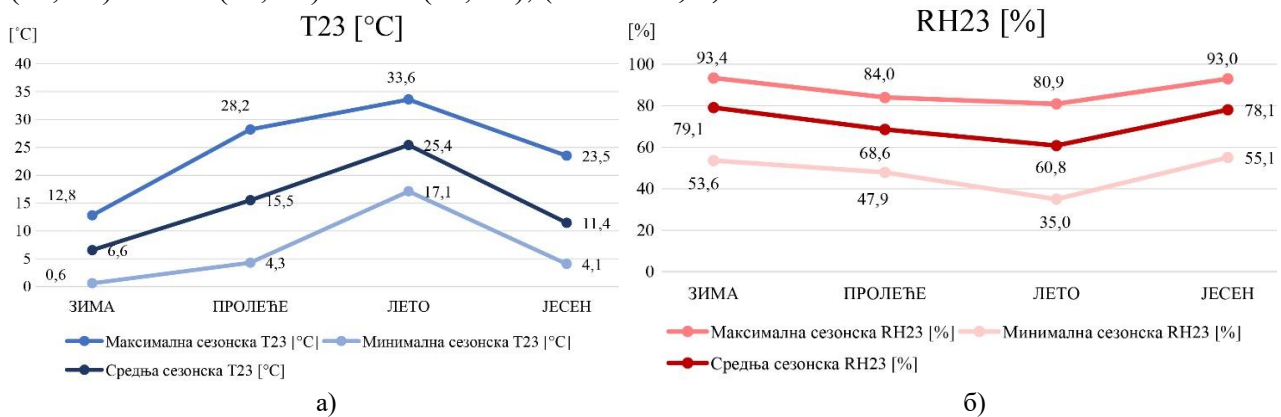
Слика 96. Резултати очитавања вредности RH23 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

На графикону који следи приказана је кумулативна фреквенција која представља процентуалну заступљеност очитаних вредности T23 и RH23 током 2021. године (Слика 97). Из приложеног може се закључити да мање од 10% очитавања T23 има вредност испод 5 °С, док мање од 2% очитаних вредности је преко 30 °С. Највише, скоро 85% очитавања T23 има вредност до 25 °С. Код RH23 око 0,2% очитаних вредности је испод 45%, док само 16% вредности има RH23 мању од 60%. Релативна влажност изнад 90% износи свега 2% од укупног броја очитавања.

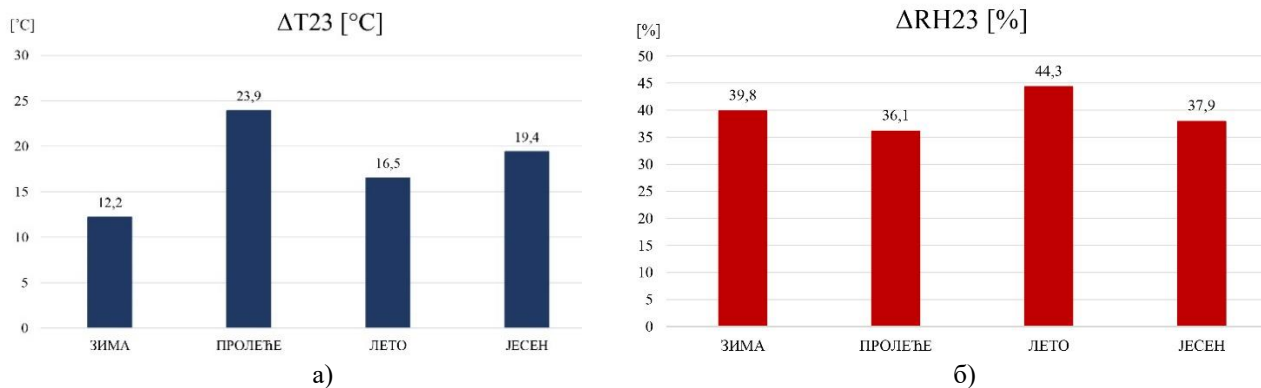


Слика 97. Кумулативна учесталост: а) T23 и б) RH23, (Извор: Аутор).

На графиконима (**Прилог 14**) приказан је тренд кретања вредности T23 и RH23 очитаваних на 30 мин. по сезонама, односно за пролеће, лето, јесен, зиму. Затим су сезонски екстрими и средње вредности T23 и RH23 приказане на једном графикону како би се међусобно упоредили (**Слика 98**). Средње сезонске вредности T23 су: 6,6 °C (зима), 15,5 °C (пролеће), 25,4 °C (лето) и 11,45 °C (јесен). Може се уочити да је и код средњих сезонских вредности и екстрема присутан тренд раста температуре зима→јесен→пролеће→лето. Што се тиче RH23 приметно је да су јесењи и зимски екстрими и средње вредности готово идентичне. Сезонске средње вредности RH23 су: 79,1% (зима), 68,0% (пролеће), 60,8% (лето) и 78,1% (јесен). Резултати показују да тренд опадања RH23 зима→јесен→пролеће→лето одговара тренду раста T23, што је у складу са међусобном условљеношћу ова два параметра микроклиме. Најмање сезонске осцилације T23 (**Слика 99, а**) биле су у зиму (12,2 °C), а највеће у пролеће (23,9 °C). Тренд раста сезонских осцилација је зима (12,2 °C)→лето (16,5 °C) →јесен (19,4 °C) →пролеће (23,9 °C). За разлику од сезонских осцилација T23 код којих су драстичније разлике међу сезонама, код RH23 то није случај. Тренд раста осцилација RH23 је пролеће (36,1%)→јесен (37,9%)→зима (39,8%)→лето (44,3%), (**Слика 99, б**).



Слика 98. Максималне, средње и минималне сезонске вредности а) T23 и б) RH23, (Извор: Аутор).

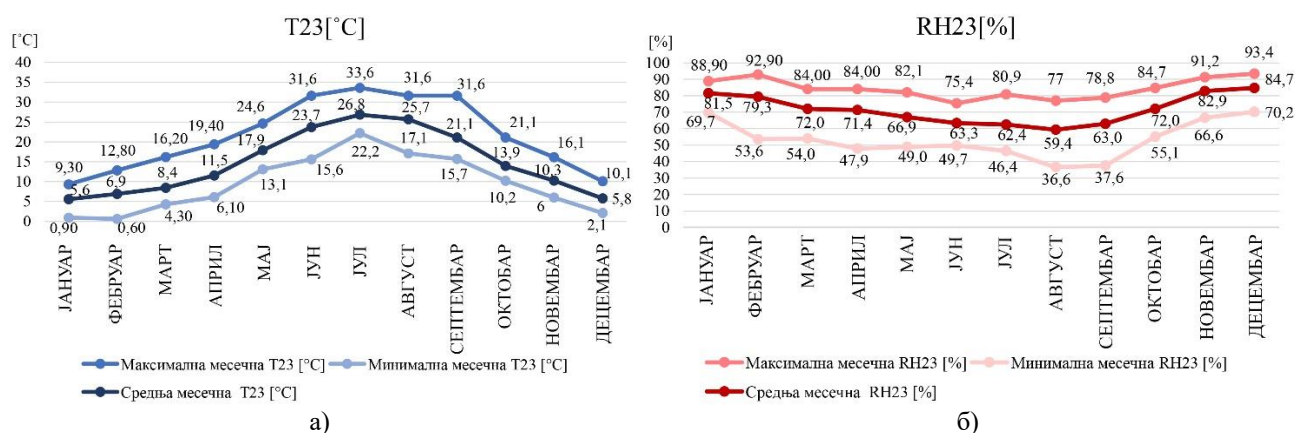


Слика 99. Сезонске осцилације а) ΔT_{23} и б) ΔRH_{23} , (Извор: Аутор).

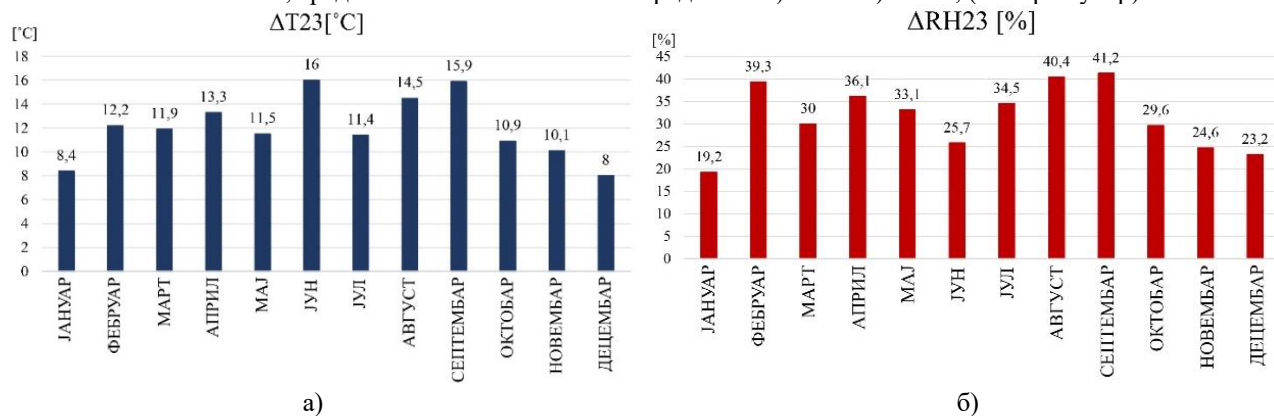
Очитавања T23 и RH23 на 30 минута за сваки месец понаособ представљене су на графиконима (*Прилог 15*). У јулу су забележене највеће средње месечне вредности T23 (26,84 °C) као и највеће минималне (22,2 °C) и максималне (33,6 °C), (*Слика 100, а*). Минимална измерена T23 била је у фебруару (0,6 °C), док је минимална средња месечна T23 била у јануару 5,6 °C. Најхладнији месец је јануар са најмањом максималном и средњом месечном вредношћу.

Када се погледа графикон (*Слика 100, б*) и тренд средњих просечних месечних вредности RH23 може се установити да су вредности увек око и изнад 60%, односно крећу се од 59,4% (август) до 84,7% (децембар). Највеће вредности RH23 су забележене у децембру (84,7% средња, 93,4% максимална и 70,2% минимална). У јануару, фебруару, новембру и децембру средње вредности RH23 су биле око и изнад 80%.

Највеће месечне осцилације T23 су забележене у јуну (16 °C) и септембру (15,9 °C), а најмање су биле у децембру (8 °C) и у јануару (8,4 °C) (*Слика 101, а*). Ако се посматрају месечне осцилације $\Delta RH23$ највеће су биле у септембру (41,2%), па у августу (40,4%) и одмах затим у фебруару (39,3%), док је најмања осцилација забележена у јануару (19,2%) (*Слика 101, б*).

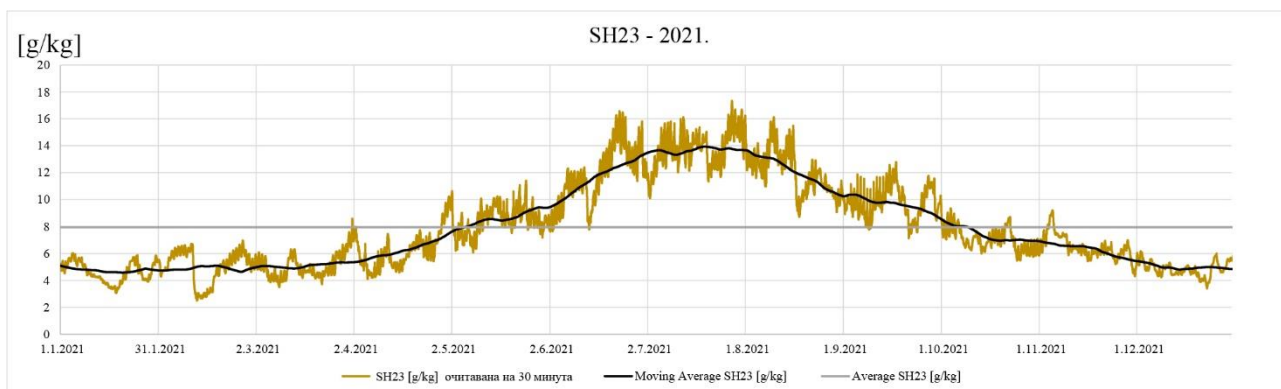


Слика 100. Максималне, средње и минималне месечне вредности а) T23 и б) RH23, (Извор: Аутор).



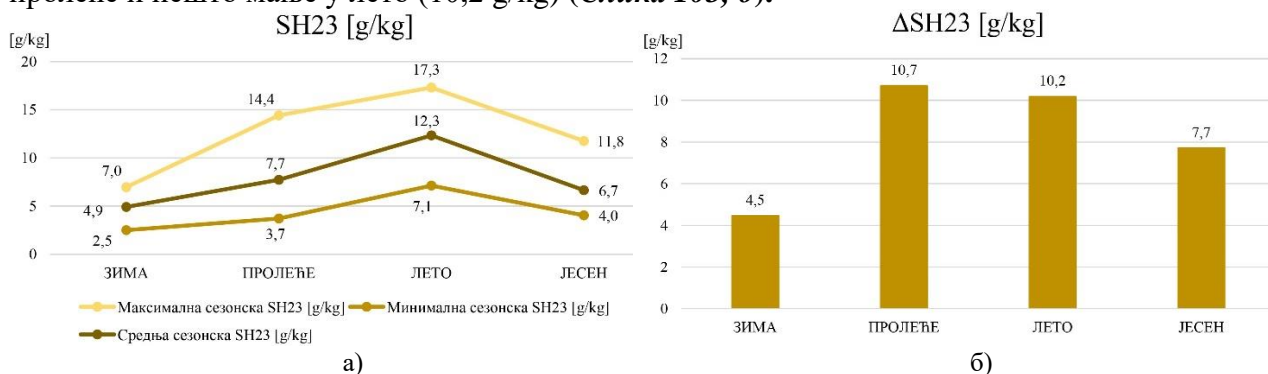
Слика 101. Месечне осцилације а) $\Delta T23$ и б) $\Delta RH23$, (Извор: Аутор).

На (*Слика 102*) дат је приказ специфичне влажности ваздуха (SH23) израчунате на основу очитаваних вредности T23 и RH23 на пола сата током 2021. године. Такође, приказана је линија тренда покретне просечне вредности *Moving Average SH23*, годишња средња вредност SH23, као и екстремне вредности, минималне и максималне. Максимална годишња вредност SH23 износила је 17,3 g/kg (28.7.2021.), минимална 2,5 g/kg (12.2.2021.), док је просечна годишња вредност била 7,9 g/kg. Обрадом података израчунате су средње дневне вредности SH23. Максимална средња дневна SH23 је износила 15,8 g/kg 28.7.2021, док је најмања средња дневна вредност била 12.2.2021. год. 2,8 g/kg.



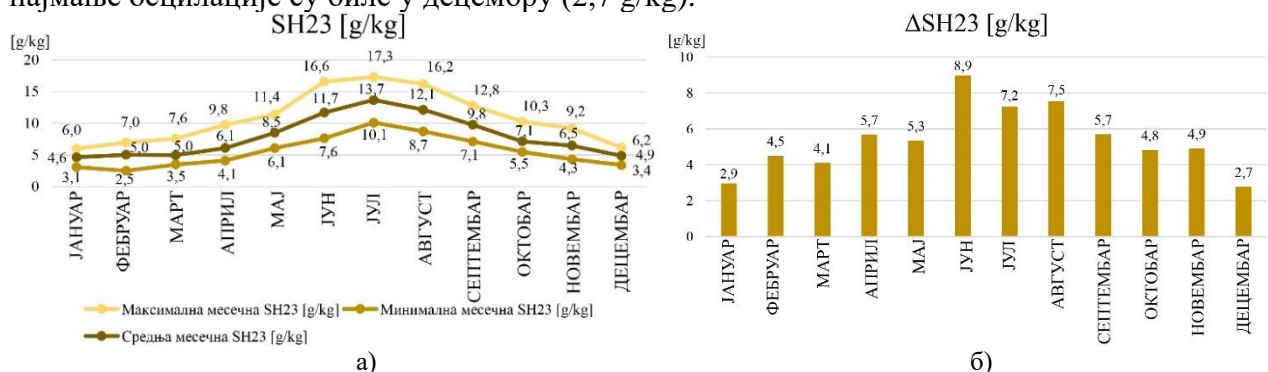
Слика 102. Графикон вредности специфичне влажности ваздуха SH23 на сваких 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Максималне, минималне и средње сезонске вредности SH23 приказане су на графикону (Слика 103, а). Максимална вредност SH23 је забележена у лето (17,3 g/kg), када је највећа температура ваздуха, док је минимална вредност била зими (2,5 g/kg). Као што се може видети на приложеном графикону (Слика 103, а) екстремне сезонске вредности SH23 одговарају годишњим екстремима. Тренд пораста средњих сезонских вредности је зима (4,9 g/kg)→јесен (6,6 g/kg)→пролеће (7,7 g/kg)→лето (12,3 g/kg). Највеће осцилације SH23 су биле (10,7 g/kg) у пролеће и нешто мање у лето (10,2 g/kg) (Слика 103, б).



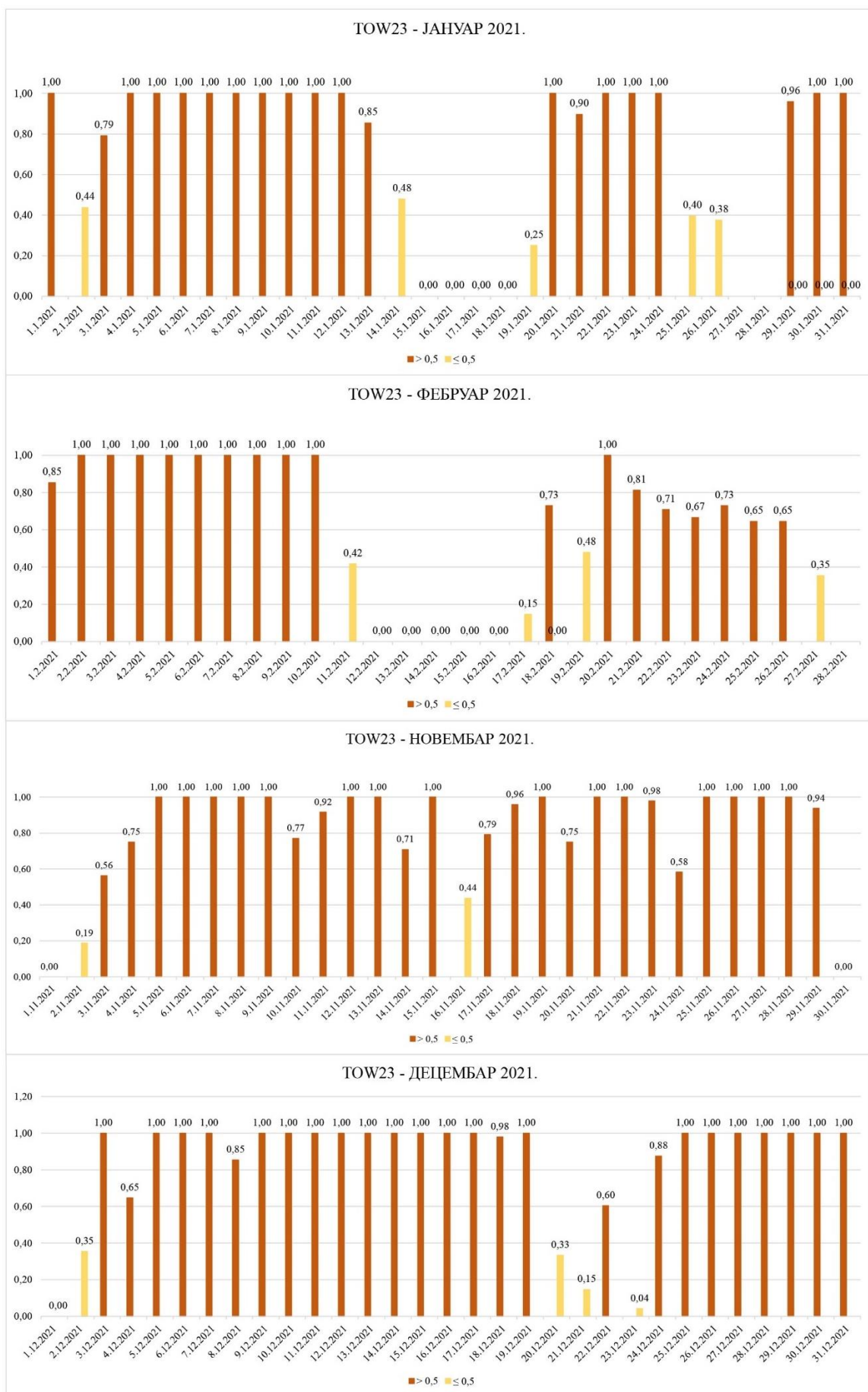
Слика 103. Сезонске вредности SH23: а) Максималне, средње и минималне сезонске вредности SH23; б) Сезонске осцилације ΔSH23, (Извор: Аутор).

Највећа месечна вредност SH23 је била у јулу и износила је (17,3 g/kg), док је минимална забележена у фебруару (2,51 g/kg). Највеће осцилације SH23 су забележене у јуну (8,9 g/kg), а најмање осцилације су биле у децембру (2,7 g/kg).



Слика 104. Месечне вредности SH23: а) Максималне, средње и минималне месечне вредности SH23; б) Месечне осцилације ΔSH23, (Извор: Аутор).

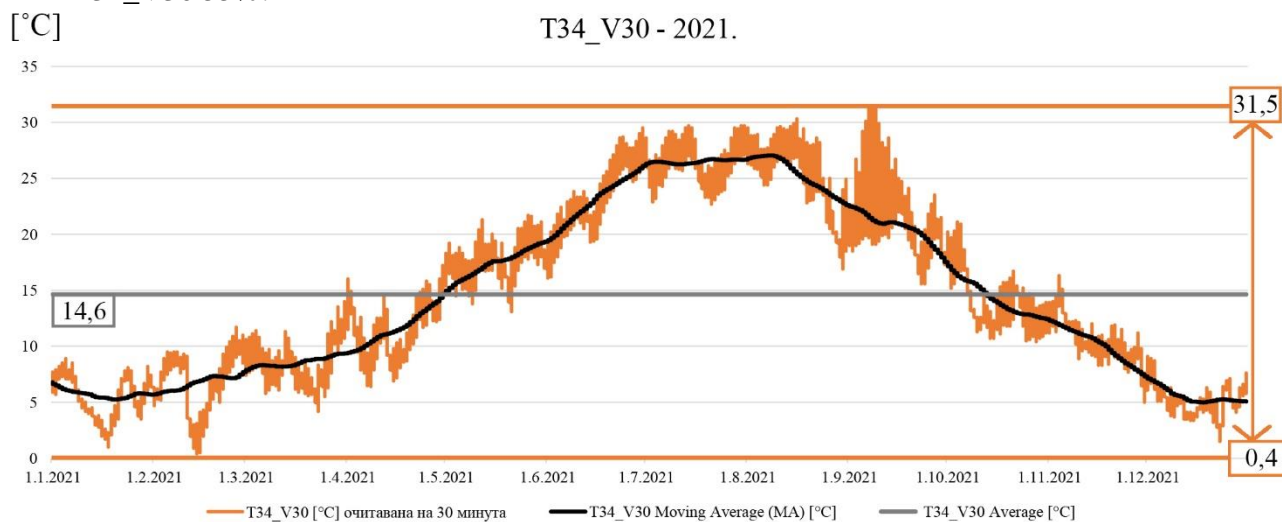
Имајући у виду да релативна влажност ваздуха утиче на фунгални раст рачунат је период повећане влажности (TOW). Од укупно 365 дана колико је вршен микроклиматски мониторинг 131 дан је забележена $RH_{23} \geq 80\%$. Период повећане влажности је рачунат за сваки дан понаособ, тако што је број читавања $RH_{23} \geq 80\%$ подељен са укупним бројем читавања тога дана (48). На Слика 105 приказане су TOW вредности $\geq 0,5$ (маркиране наранџастом бојом). То су дани током којих услови средине погодују фунгалном расту. Током 2021. године вредности TOW23 су биле $\geq 0,5$ укупно 95 дана.



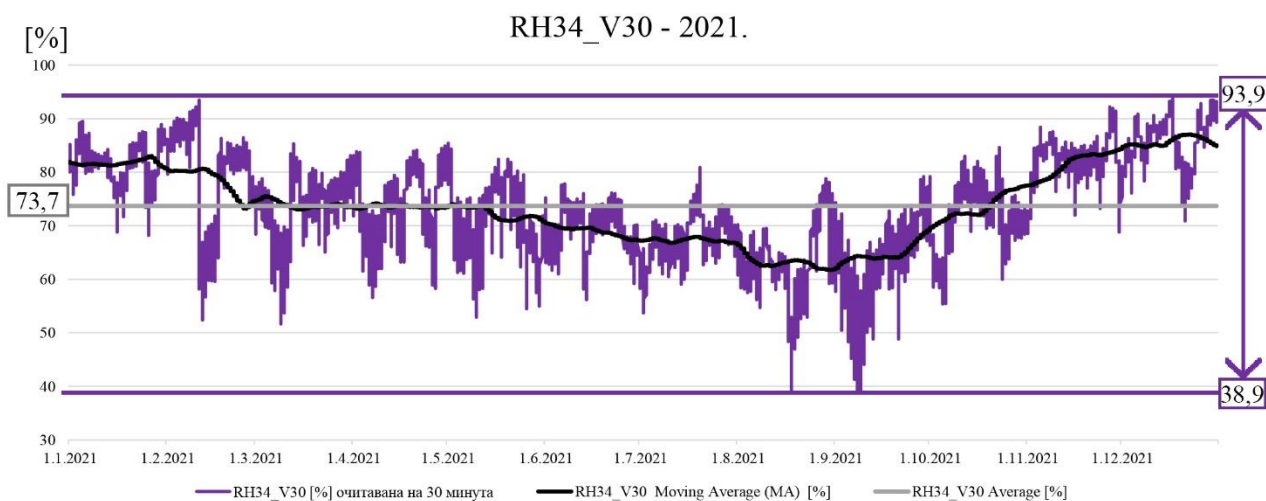
Слика 105. Период повећане влажности TOW23 који погодује фунгалном расту, (Извор: Аутор).

8.3.1.2. Позиција М34_V30

Резултати очитавања вредности T34_V30 и RH34_V30 са дата логера М34_V30 постављеног на 30 cm од подног мозаика у просторији 34 приказани су на графиконима (Слика 106 и Слика 107). Поред приказа очитавања T34_V30 и RH34_V30 на 30 минута, установљени су годишњи екстрими, док је обрадом података добијен тренд покретне просечне вредности за период праћења од годину дана (*Moving Average* - MA) као и средња годишња вредност T34_V30 која износи око 15 °C (14,6) и RH34_V30 око 74% (73,7%). Максимална вредност T34_V30 износила је 31,5 °C и забележена је 7.9.2021, док је најнижа вредност 0,4 °C измерена 14.2.2021. Екстремне максималне и минималне годишње вредности RH34_V30 су биле 93,9% (17.12.2021.) и 38,9% (8.9.2021.). Максимална годишња осцилација ΔT_{34_V30} износи 31,1 °C, а ΔRH_{34_V30} 55%.



Слика 106. Резултати очитавања вредности T34_V30 на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).



Слика 107. Резултати очитавања вредности RH34_V30 на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

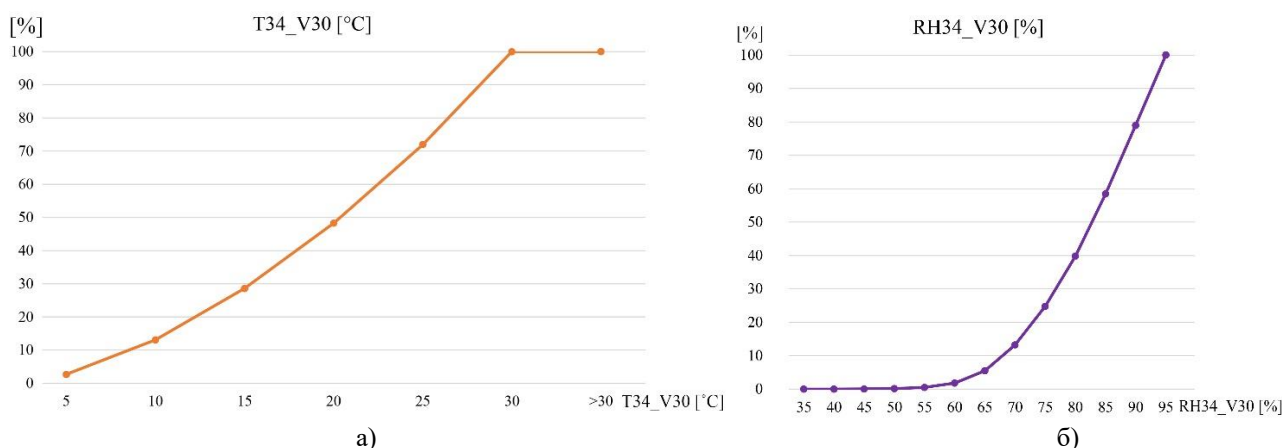
Обрадом података једногодишњег микроклиматског мониторинга установљене су средње дневне вредности T34_V30 и RH34_V30. Највећа средња дневна T34_V30 била је 28,5 °C (16.8.2021.), а RH34_V30 91,8% (30.12.2021.), док је најмања средња дневна T34_V30 била 1,8 °C (14.2.2021.) и RH34_V30 47,6% (18.8.2021.). Највећа дневна осцилација ΔT_{34_V30} забележена је 8.9.2021. и износила је 12,3 °C, док је максимална дневна осцилација ΔRH_{34_V30}

била 11.2.2021. 35,2%. За период праћења од годину дана средња дневна осцилација ΔT_{34_V30} износи $2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ΔRH_{34_V30} $8,3\%$.

Анализом средњих дневних вредности установљено је да је T_{34_V30} била у распону од $6-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ чак 256 дана, при чему је 51 дан била $< 6\text{ }^{\circ}\text{C}$, а 58 дана $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средње дневне вредности T_{34_V30} нису биле $> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средње дневне вредности RH_{34_V30} само су 15 дана биле у препорученом опсегу према МиВАС декрету од $45\%-60\%$, док су 350 дана биле изнад 60% .

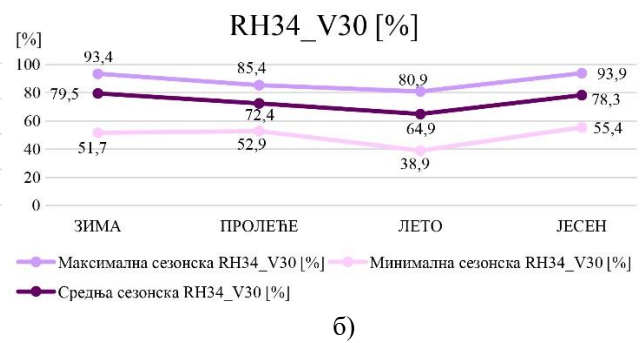
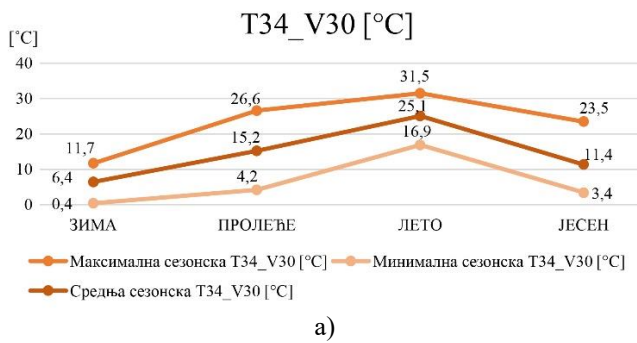
Према препорученим вредностима краткорочних варијација у стандардима и препорукама различитих организација за очување музејских збирки извршена је анализа дневних осцилација T_{34_V30} и RH_{34_V30} . Дневне осцилације T_{34_V30} су биле $> 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 249 дана, затим су $> 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ биле 45 дана, док су 17 дана биле $> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Забележене су дневне осцилације $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ током 5 дана. Што се тиче дневних осцилација RH_{34_V30} од укупно 365 дана у години 279 дана су биле $> 5\%$, 96 дана $> 10\%$. Значајне дневне осцилације $RH_{34_V30} > 20\%$ су евидентирани током 7 дана.

На графиконима (*Слика 108, а, б*) приказана је кумулативна фреквенција читавања вредности T_{34_V30} и RH_{34_V30} . Код мање од 3% читавања T_{34_V30} забележене су вредности $< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, док 72% од укупних читавања има вредности $< 25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Мање од 1% читавања има вредности $T_{34_V30} > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ако се посматра кумулативна заступљеност читаних вредности RH_{34_V30} свега 1% читавања има $RH_{34_V30} < 60\%$. Од свих читаних вредности RH_{34_V30} за годину дана, 94% читавања има вредности $RH_{34_V30} > 65\%$, затим 60% читавања има $RH_{34_V30} > 80\%$, док 21% вредности RH_{34_V30} је $> 90\%$.



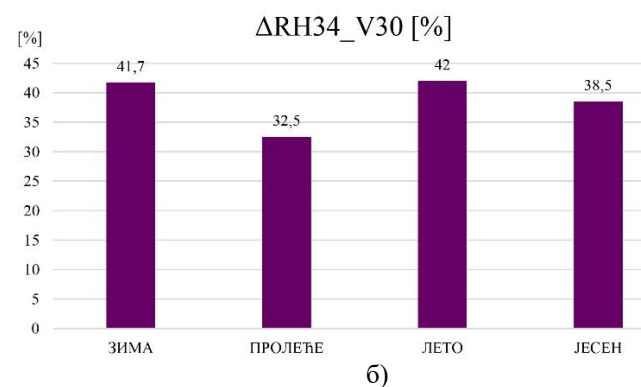
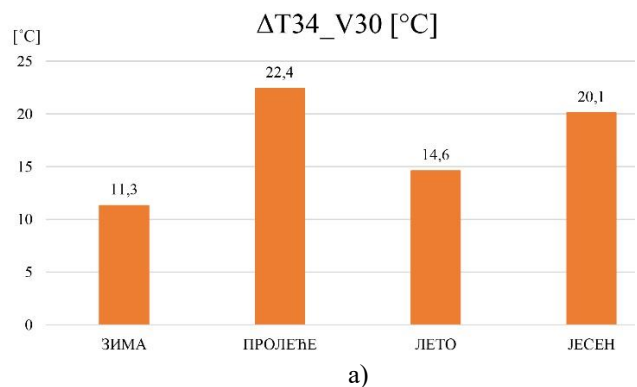
Слика 108. Кумулативна учесталост: а) T_{34_V30} и б) RH_{34_V30} , (Извор: Аутор).

На *Прилог 16* дати су графикони читавања T_{34_V30} и RH_{34_V30} на 30 минута по сезонама, док су на графиконима (*Слика 109, а, б*) приказане максималне, минималне и средње сезонске вредности. Максимална сезонска вредност T_{34_V30} је забележена у лето, а минимална у зиму, док је максимална вредност RH_{34_V30} била у зиму, а минимална током лета, што говори о међусобној условности ова два микроклиматска параметра. Што се тиче максималних сезонских вредности RH_{34_V30} тренд опадања је јесен→зима→пролеће→лето, са занемарљивом разликом јесењих и зимских максимално измерених вредности. Код минималних измерених вредности RH_{34_V30} тренд опадања је: јесен→пролеће→зима→лето, при чему су незнатне разлике измерених минималних вредности RH_{34_V30} током зиме, пролећа и јесени. Средње вредности T_{34_V30} су: $6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (зима), $15,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (пролеће), $25,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (лето), $11,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (јесен). Присутан тренд раста T_{34_V30} и код максималних, минималних и средњих сезонских вредности је зима→јесен→пролеће→лето. Сезонске средње вредности RH_{34_V30} су: $79,5\%$ (зима), $72,4\%$ (пролеће), $64,9\%$ (лето), $78,3\%$ (јесен). Тренд опадања RH_{34_V30} одговара тренду раста T_{34_V30} зима→јесен→пролеће→лето, при чему су готово идентичне средње сезонске вредности RH_{34_V30} током зимске и јесење сезоне.



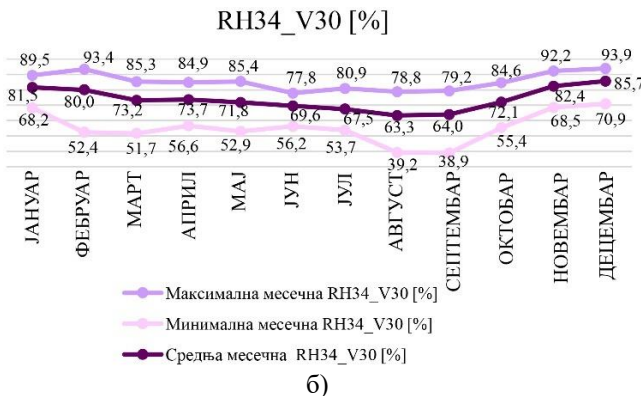
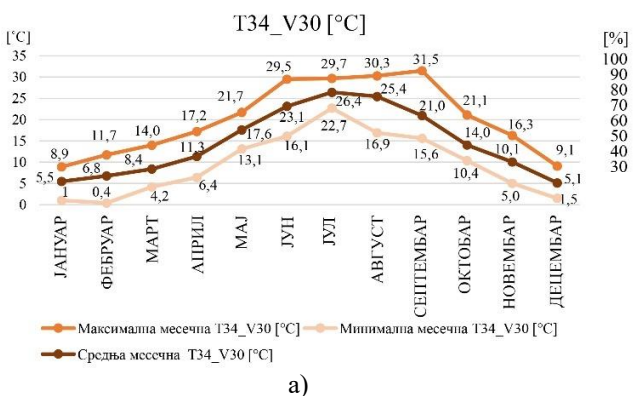
Слика 109. Максималне, средње и минималне сезонске вредности: а) T34_V30 и б) RH34_V30, (Извор: Аутор).

Највеће сезонске осцилације $\Delta T34_V30$ су забележене у пролеће и износе 22,4 °C, док су најмање забележене у зиму (11,3 °C), (Слика 110, а). Што се тиче сезонских осцилација $\Delta RH34_V30$ највеће осцилације су забележене у лето (42%) и у зиму (41,7%) док су најмање у пролеће (32,5%), (Слика 110, б).



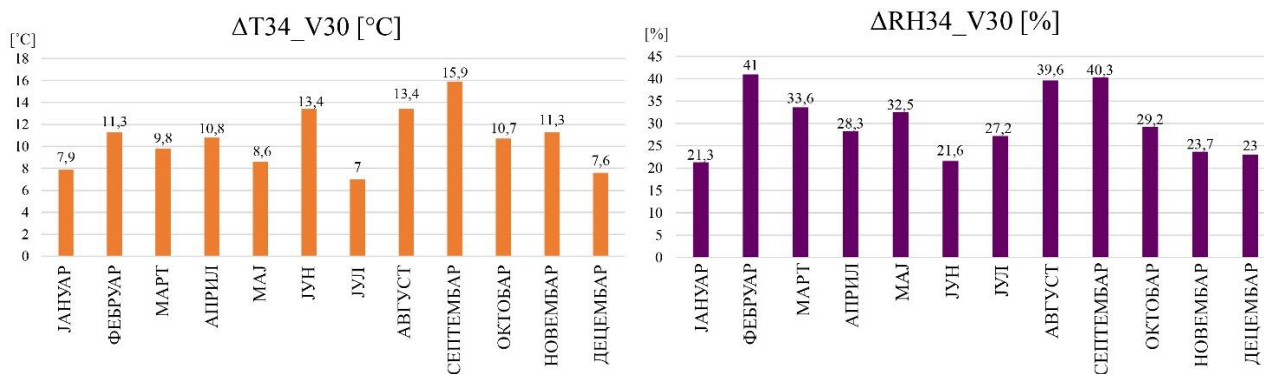
Слика 110. Сезонске осцилације а) $\Delta T34_V30$ и б) $\Delta RH34_V30$, (Извор: Аутор).

Поред обраде и приказа података сезонских вредности на графиконима су дате максималне, минималне и средње месечне вредности T34_V30 и RH34_V30 (Слика 111, а и Слика 111, б). Из приложеног може се уочити да су у децембру (5,1 °C) и јануару (5,5 °C) најниже средње месечне температуре, док су максималне средње вредности забележене у јулу (26,4 °C) и августу (25,4 °C). Минимална очитана вредност T34_V30 је забележена у фебруару (0,4 °C), док је максимална била у септембру (31,5 °C). Средње месечне вредности RH34_V30 су током свих месеци биле изнад 60%, док су током јануара, фебруара, новембра биле $\geq 80\%$. Максимална вредност RH34_V30 забележена је у децембру (93,4%), док је минимална измерена у септембру (38,9%) и у августу (39,2%). Графикони на којима су приказане вредности T34_V30 и RH34_V30 по месецима очитаване на 30 минута дати су на Прилогу 17.



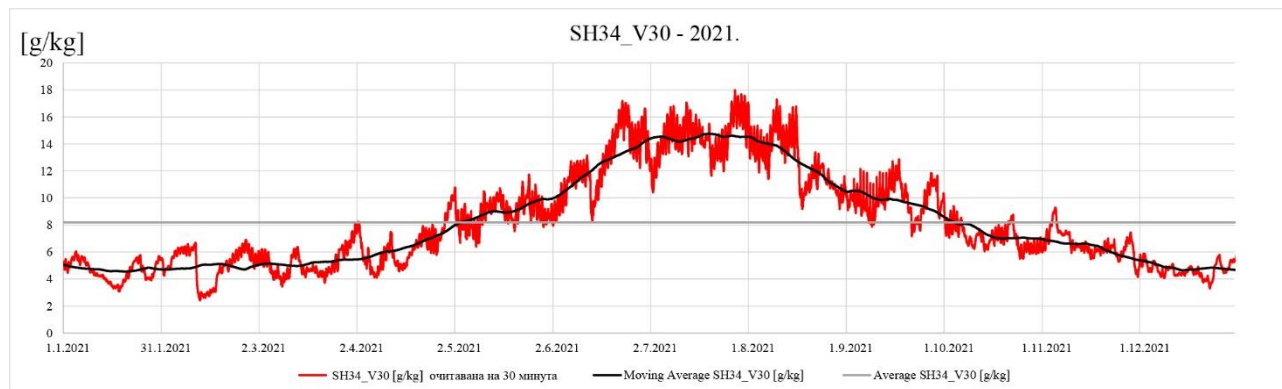
Слика 111. Максималне, средње и минималне месечне вредности а) T34_V30 и б) RH34_V30, (Извор: Аутор).

Највеће месечне осцилације ΔT_{34_V30} забележене су у новембру и износиле су 15,9 °C, док су најмање осцилације биле у јулу 7 °C (*Слика 112, а*). Месеци са забележеним највећим осцилацијама ΔRH_{34_V30} су фебруар (41%), септембар (40,3%) и август (39,6%), док су најмање осцилације забележене у јануару (21,3%) и јуну (21,6%) (*Слика 112, б*).



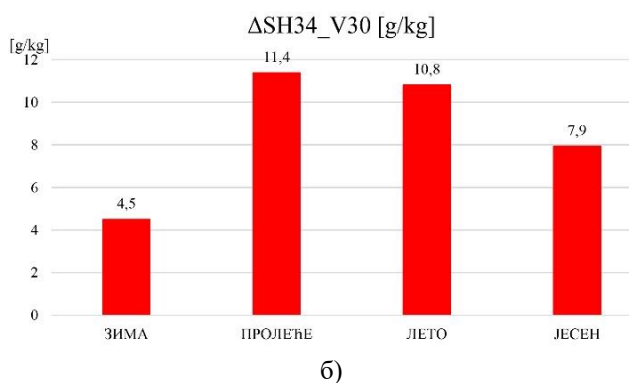
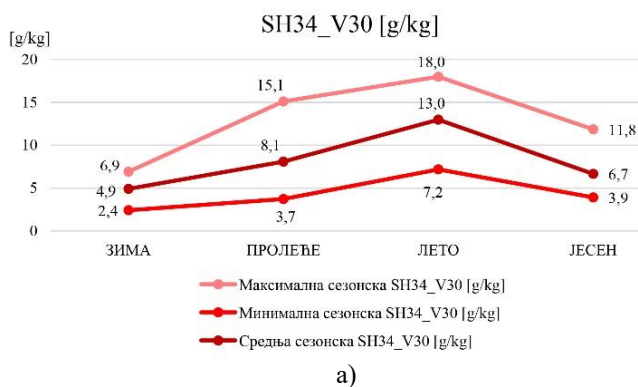
Слика 112. Месечне осцилације а) ΔT_{34_V30} и б) ΔRH_{34_V30} , (Извор: Аутор).

На основу T_{34_V30} и RH_{34_V30} израчунате су вредности SH_{34_V30} за свако очитавање на 30 минута. На графикону (*Слика 113*) приказане су поред вредности SH_{34_V30} на сваких 30 минута и покретна просечна вредност као и средња годишња вредност SH_{34_V30} (8,2 g/kg). Максимална годишња вредност SH_{34_V30} била је 28.7.2021. и износила је 18 g/kg, а минимална 2,4 g/kg 12.2.2021. Обрадом података израчунате су средње дневне вредности. Максимална средња дневна вредност SH_{34_V30} је била 28.7.2021. и износила је 16,6 g/kg, док је минимална средња дневна била 2,8 g/kg 12.2.2021. године.



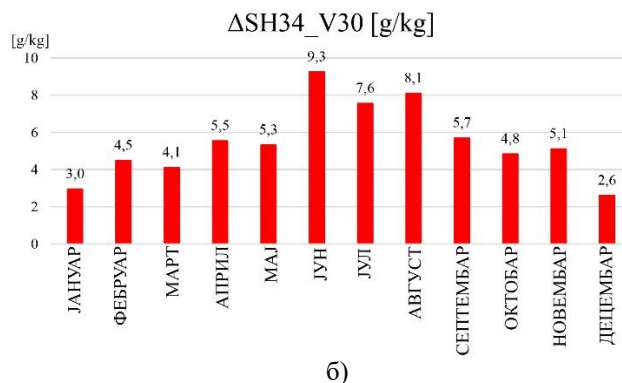
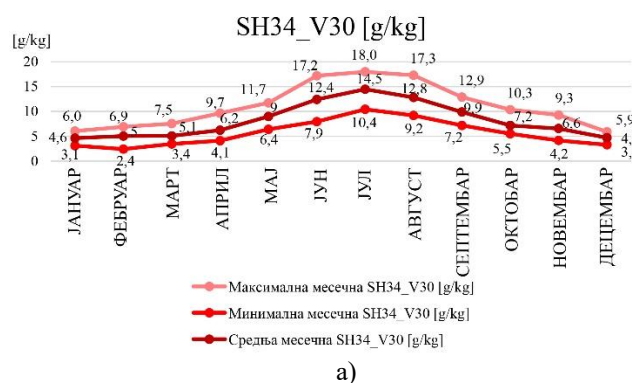
Слика 113. Графикон вредности специфичне влажности ваздуха SH_{34_V30} на сваких 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Код позиције M_{34_V30} је исто највећа вредност SH измерена током најтоплије сезоне у години, у лето (18 g/kg), док је најмања вредност била зими 2,4 g/kg (*Слика 114, а*). Растући тренд средњих сезонских вредности SH_{34_V30} се кретао: зима (4,9 g/kg)→јесен (6,7 g/kg)→пролеће (8,1 g/kg)→лето (13 g/kg). Највеће осцилације ΔSH_{34_V30} су биле у пролеће 11,4 g/kg (*Слика 114, б*).



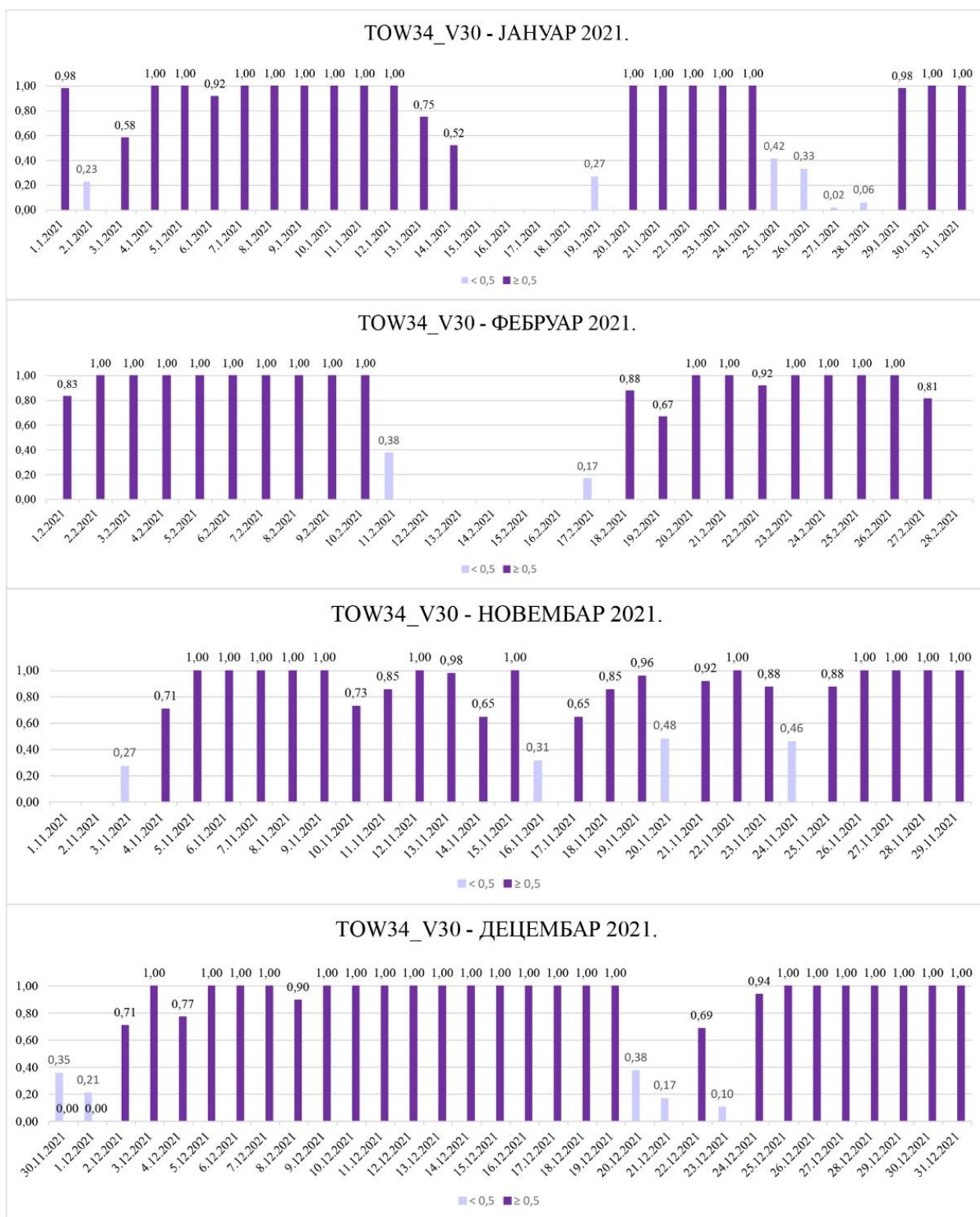
Слика 114. Сезонске вредности SH34_V30: а) Максималне, средње и минималне сезонске вредности SH34_V30; б) Сезонске осцилације ΔSH34_V30, (Извор: Аутор).

Ако се посматрају месечне вредности SH34_V30 највећа вредност је забележена у јулу 18 g/kg, а најмања у фебруару 2,4 g/kg (Слика 115, а). Осцилације ΔSH34_V30 у јуну су биле највеће 9,3 g/kg, а најмање у децембру 2,6 g/kg (Слика 115, б).



Слика 115. Месечне вредности SH34_V30: а) Максималне, средње и минималне месечне вредности SH34_V30; б) Месечне осцилације ΔSH34_V30, (Извор: Аутор).

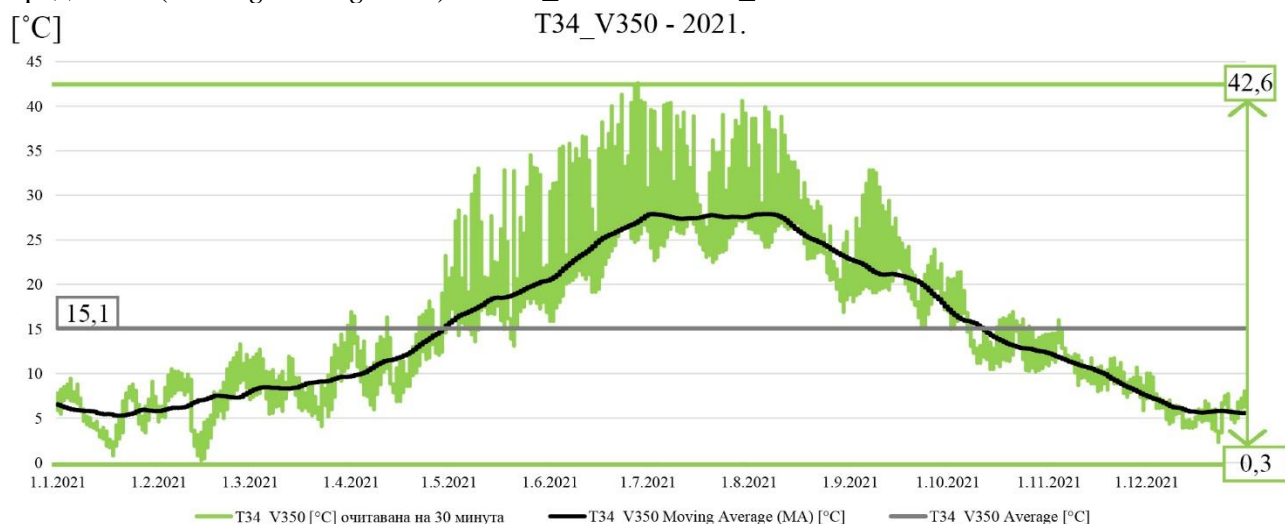
На графикону (Слика 116) приказани су резултати TOW вредности за сваки дан понаособ током 4 месеца са највећим вредностима RH34_V30. Током периода мерења 147 дана су читаване вредности RH34_V30 ≥ 80%, док су TOW вредности ≥ 0,5 забележене током 102 дана у години. Током ових дана услови средине погодују фунгалном расту.



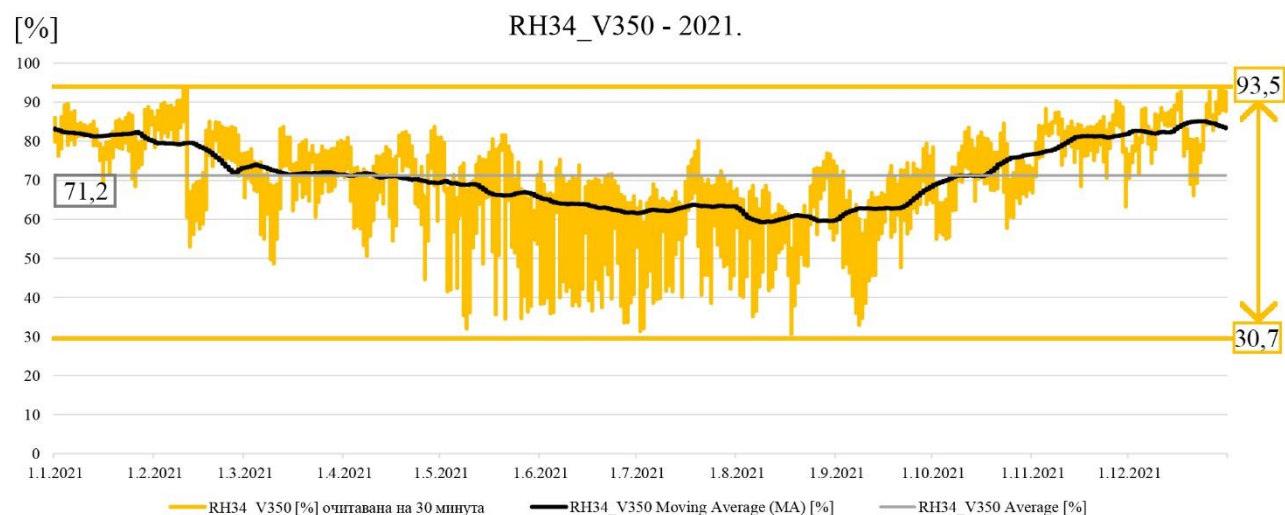
Слика 116. Период повећане влажности TOW34_V30 који погодује фунгалном расту, (Извор: Аутор).

8.3.1.3. Позиција М34_V350

Резултати очитавања вредности T34_V350 и RH34_V350 са дата логера DL3_M34_V350 на сваких 30 минута дати су на графикоима (Слика 117 и Слика 118). Максимална измерена T34_V350 износила је 42,6 °C (28.6.2021.), док је минимална била 0,3 °C (14.2.2021.). Највећа забележена вредност RH34_V350 је (11.2.2021.) и износила је 93,5%, док је минимална очитана вредност била 30,7% (18.8.2021.). На основу годишњих екстремних вредности израчунате су годишње осцилације ΔT_{34_V350} која износи 42,3 °C и ΔRH_{34_V350} 62,8%. Средња годишња вредност T34_V350 је око 15 °C (15,11 °C), док је RH34_V350 око 71% (71,23%). На графиконима (Слика 117 и Слика 118) приказана је линија тренда покретне просечне вредности (Moving Average-MA) за T34_V350 и RH34_V350.



Слика 117. Резултати очитавања вредности T34_V350 на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).



Слика 118. Резултати очитавања вредности RH34_V350 на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

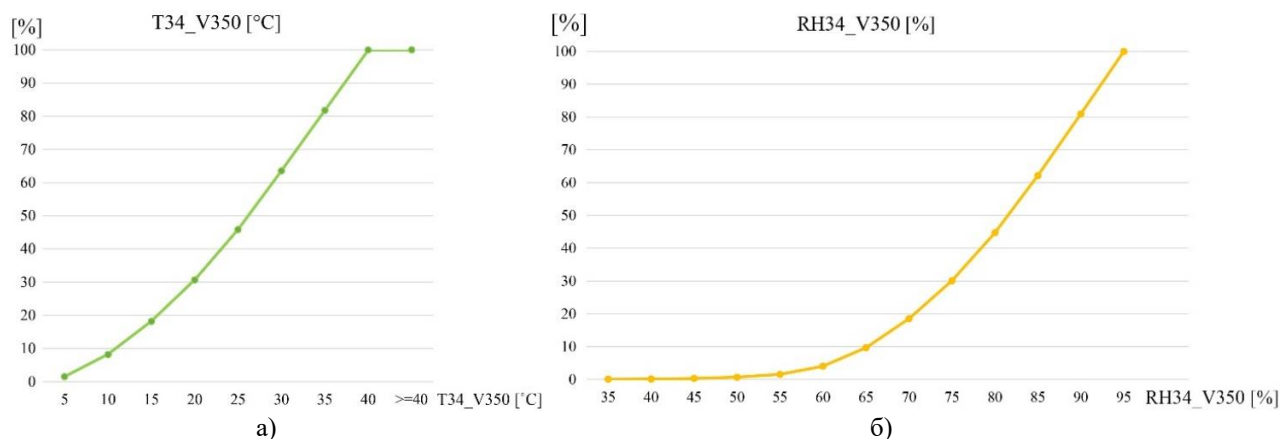
Анализом средњих дневних вредности током 2021. године установљено је да је максимална средња дневна вредност T34_V350 била 29,6 °C (30.6.2021.), а RH34_V350 је 90,89% (30.12.2021.), док је минимална средња дневна вредност T34_V350 била 1,7 °C 14.2.2021. и RH34_V350 43,9% 18.8.2021. Највећа дневна осцилација ΔT_{34_V350} током периода праћења од годину дана забележена је (21.5.2021.) и износила је 19,6 °C, док је највећа дневна варијација

ΔRH_{34_V350} била 46,9% (21.5.2021.). Средња дневна осцилација ΔT_{34_V350} и ΔRH_{34_V350} за посматрани период износи 5,62 °C и 14%.

На основу анализе средњих дневних вредности T_{34_V350} установљено је да је температура 48 дана била < 6 °C, 252 дана је била у распону између 6-25 °C, док је 65 дана била > 25 °C, при чему средње дневне вредности нису прелазиле 30 °C. Средње дневне вредности RH_{34_V350} су 46 дана биле у препорученом распону од 40-60%, док су 319 дана у 2021. години биле > 60%.

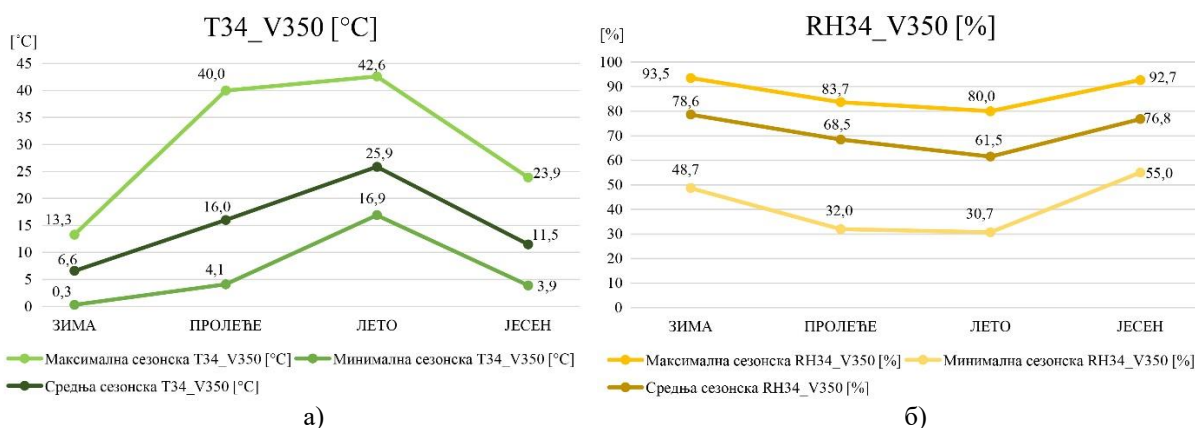
Што се тиче дневних осцилација ΔT_{34_V350} је 285 дана била > 2 °C, затим је 175 дана била > 4 °C, док је 137 дана била > 5 °C. Независно од препоручених ограничења дневних осцилација у стандардима различитих организација значајно је истаћи да је чак 75 дана била > 10 °C. Дневне осцилације ΔRH_{34_V350} су 330 дана биле > 5%, 205 дана су биле > 10%. Алармантан податак је да су готово једно годишње доба, односно 91 дан дневне осцилације ΔRH_{34_V350} биле веће од 20%.

На графиконима (Слика 119, а, б) приказана је кумулативна фреквенција читавања T_{34_V350} и RH_{34_V350} . Процентуална заступљеност читаних вредности T_{34_V350} на сваких 30 минута до 5 °C је свега 2%, до 25 °C је 46%, док су вредности > 40 °C заступљене мање од 1%. Што се тиче кумулативне фреквенције RH_{34_V350} мање од 2% читаних вредности има RH_{34_V350} < 55%. Око 55% читавања RH_{34_V350} је > 80%, док 19% од укупног броја читавања има вредност RH_{34_V350} > 90%.



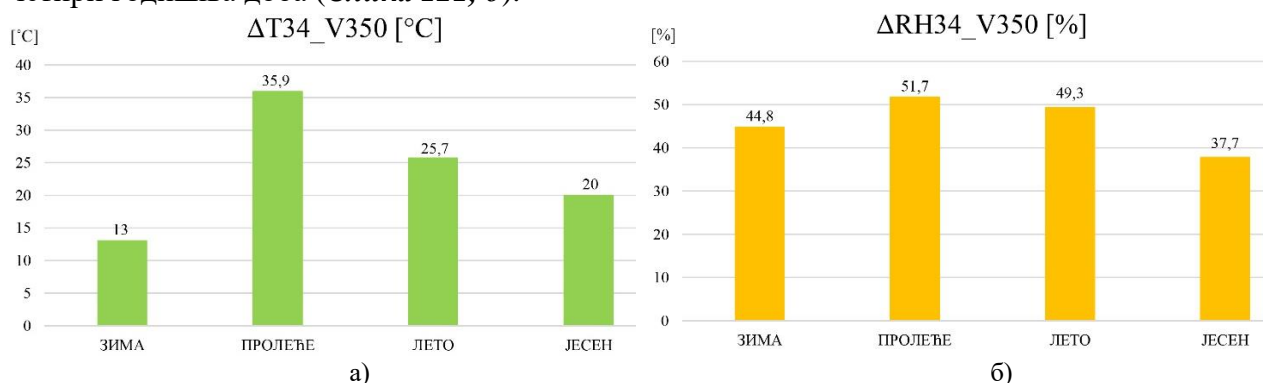
Слика 119. Кумулативна учесталост: а) T_{34_V350} и б) RH_{34_V350} , (Извор: Аутор).

Резултати читавања T_{34_V350} и RH_{34_V350} за сваку сезону дати су у Прилогу 18. На графиконима (Слика 120, а, б) приказане су средње и екстремне, максималне и минималне сезонске вредности T_{34_V350} и RH_{34_V350} . Тренд раста средњих сезонских вредности је зима (6,6 °C)→јесен (11,5 °C)→пролеће (16 °C)→лето (25,9 °C). Максимална сезонска вредност T_{34_V350} је забележена у лето и износи 42,6 °C, док је најнижа била измерена током зиме 0,3 °C. Тренд раста екстремних вредности T_{34_V350} одговара тренду раста средњих сезонских вредности зима→јесен→пролеће→лето. Средње сезонске вредности RH_{34_V350} имају тренд раста лето (61,5%)→пролеће (68,5%)→јесен (76,8%)→зима (78,6%), што је супротно тренду раста T_{34_V350} , а у складу са међусобном условљеношћу ова два параметра. Максимална сезонска вредност RH_{34_V350} измерена је у зиму и износи 93,5%, док је најмања читана у лето 30,7%.



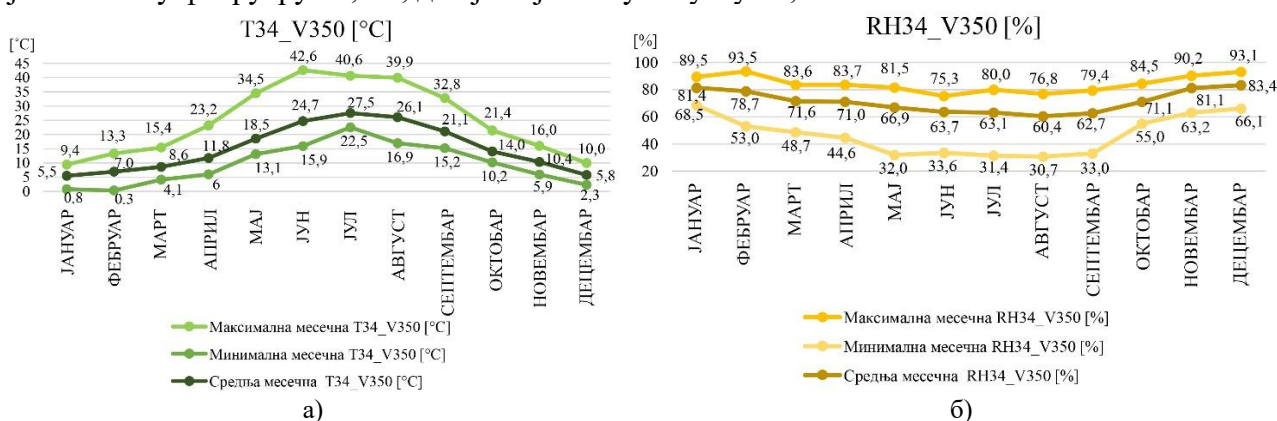
Слика 120. Максималне, средње и минималне сезонске вредности: а) T34_V350 и б) RH34_V350, (Извор: Аутор).

Сходно сезонским екстремима израчунате су сезонске осцилације ΔT_{34_V350} и ΔRH_{34_V350} (Слика 121, а). Тренд раста сезонских осцилација ΔT_{34_V350} је зима (13 °C)→јесен (20 °C)→лето (25,7 °C)→пролеће (35,9 °C), а ΔRH_{34_V350} је јесен (37,7%)→зима (44,8%)→лето (49,3%)→пролеће (51,7%). Велике су осцилације ΔRH_{34_V350} током сва четири годишња доба (Слика 121, б).



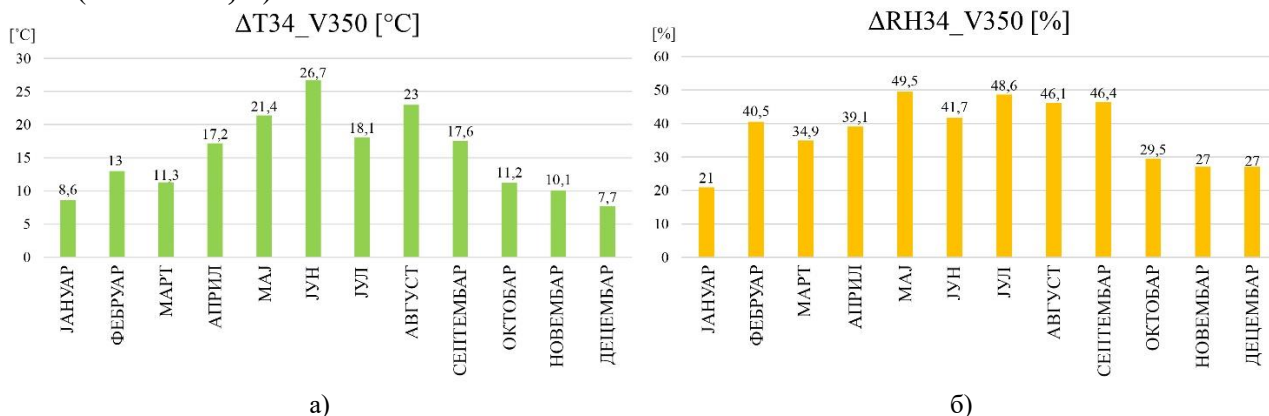
Слика 121. Сезонске осцилације а) ΔT_{34_V350} и б) ΔRH_{34_V350} , (Извор: Аутор).

У Прилогу 19 дати су графикони са приказом читавања вредности на сваких 30 минута T34_V350 и RH34_V350 по месецима. На графиконима (Слика 122, а) и (Слика 122, б) приказане су средње, максималне и минималне месечне вредности T34_V350 и RH34_V350. Најтоплији месец је био јул са просечном температуром 27,5 °C, док је најнижа средња месечна температура била у јануару 5,5 °C. Највиша измерена T34_V350 је била у јуну и износила је 42,6 °C, а одмах потом следе јул (40,6 °C) и август (39,9 °C), док је најнижа вредност била у фебруару (0,3 °C). Средње месечне вредности RH34_V350 су увек > 60%. Средње вредности RH34_V350 су > 80% током јануара, новембра и децембра. Максимална вредност RH34_V350 је очитана у фебруару 93,5%, док је најнижа у августу 30,7%.



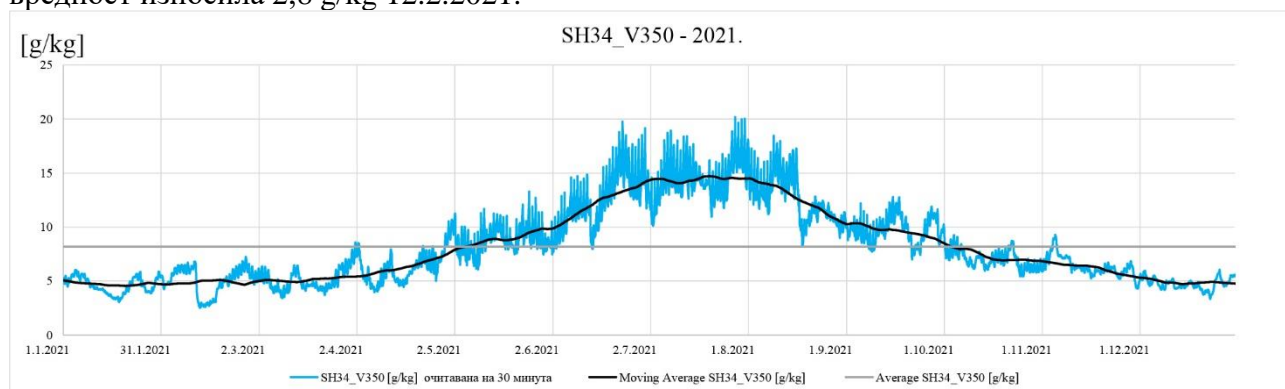
Слика 122. Максималне, средње и минималне месечне вредности а) T34_V350 и б) RH34_V350, (Извор: Аутор).

Највеће месечне осцилације ΔT_{34_V350} су биле у јуну и износиле су $26,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, док је децембар месец са најмањом варијацијом температуре од $7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (*Слика 123, а*). Највеће осцилације ΔRH_{34_V350} биле су у мају ($49,5\%$), али су приближно исте вредности забележене и у јулу ($48,6\%$), августу ($46,1\%$) и септембру ($46,4$), док је најмања осцилација била у јануару 21% (*Слика 123, б*).



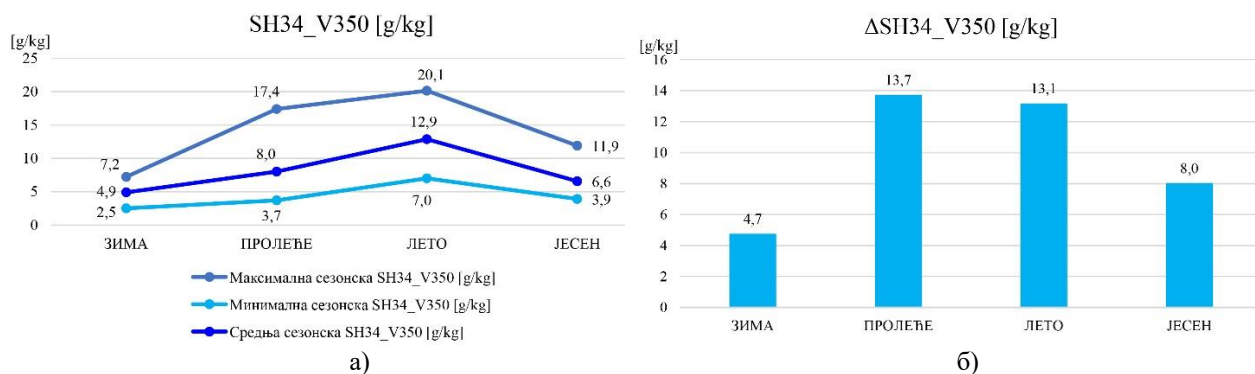
Слика 123. Месечне осцилације а) ΔT_{34_V350} и б) ΔRH_{34_V350} , (Извор: Аутор).

Максимална вредност специфичне влажности SH_{34_V350} је $20,1\text{ g/kg}$ (28.7.2021.), најмања $2,5\text{ g/kg}$ (12.2.2021.), а средња $8,1\text{ g/kg}$ (*Слика 124*). Након израчунатих средњих дневних вредности одређени су дани са максималним и минималним вредностима. Максимална средња дневна вредност SH_{34_V350} је $16,9\text{ g/kg}$ измерена 28.7.2022. док је минимална средња дневна вредност износила $2,8\text{ g/kg}$ 12.2.2021.



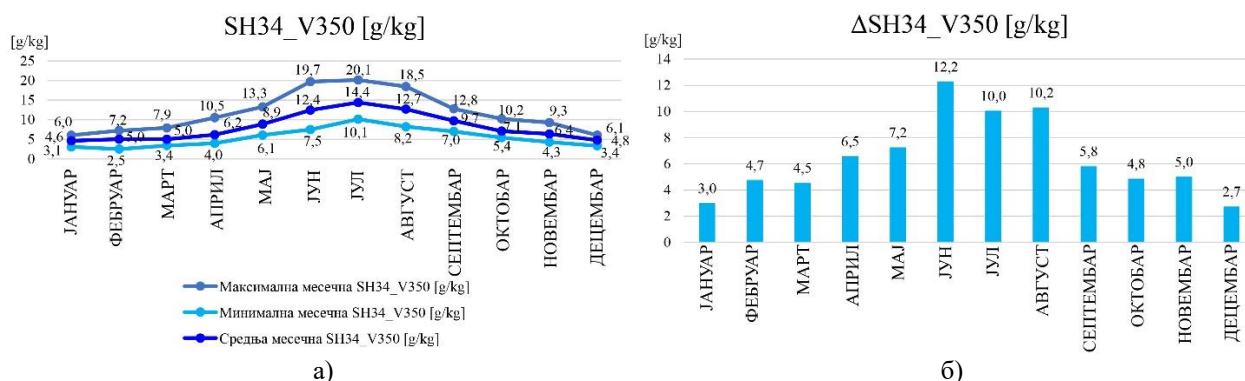
Слика 124. Графикон вредности специфичне влажности ваздуха SH_{34_V350} на сваких 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Као и код претходних позиција максимална вредност SH_{34_V350} је забележена у лето, а минимална у зиму (*Слика 125, а*). Тренд средњих дневних вредности SH_{34_V350} је у порасту: зима ($4,9\text{ g/kg}$) → јесен ($6,6\text{ g/kg}$) → пролеће (8 g/kg) → лето ($12,9\text{ g/kg}$). Сезонске осцилације су највеће у пролеће $13,7\text{ g/kg}$, а најмање у зиму $4,7\text{ g/kg}$ (*Слика 125, б*).



Слика 125. Сезонске вредности SH_{34_V350} : а) Максималне, средње и минималне сезонске вредности SH_{34_V350} ; б) Сезонске осцилације ΔSH_{34_V350} , (Извор: Аутор).

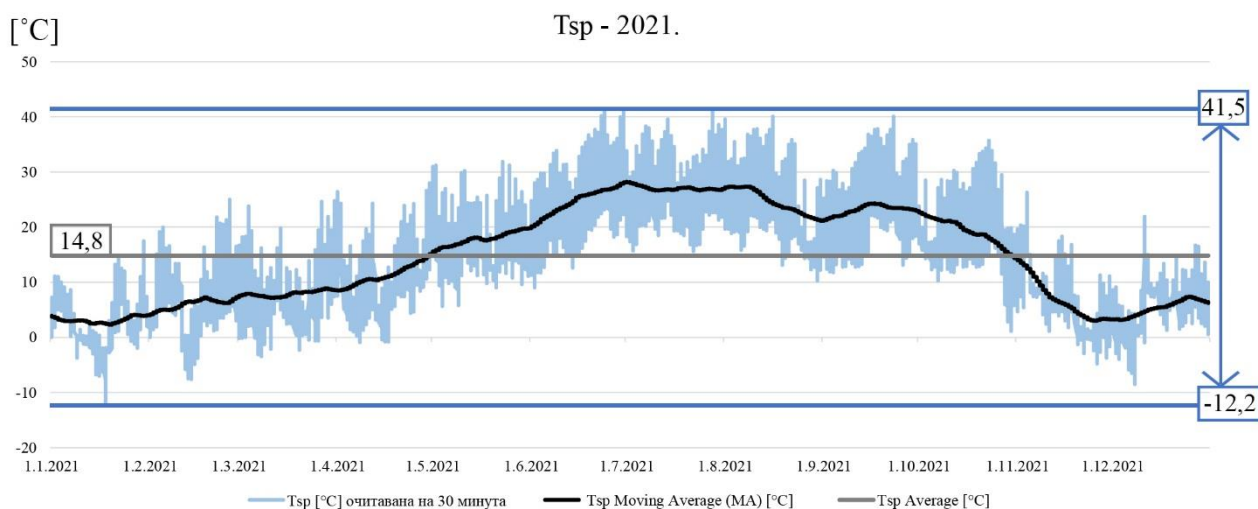
Што се тиче месечних екстремних вредности највећа вредност SH34_V350 је била у јулу 20,1 g/kg, а најмања у фебруару 2,5 g/kg (*Слика 126, а*). Средње месечне вредности су се кретале од 4,6 g/kg у јануару до 14,4 g/kg у јулу. Највећа осцилација Δ SH34_V350 била је у јуну 12,2 g/kg, а најмања у децембру 2,7 g/kg (*Слика 126, б*).



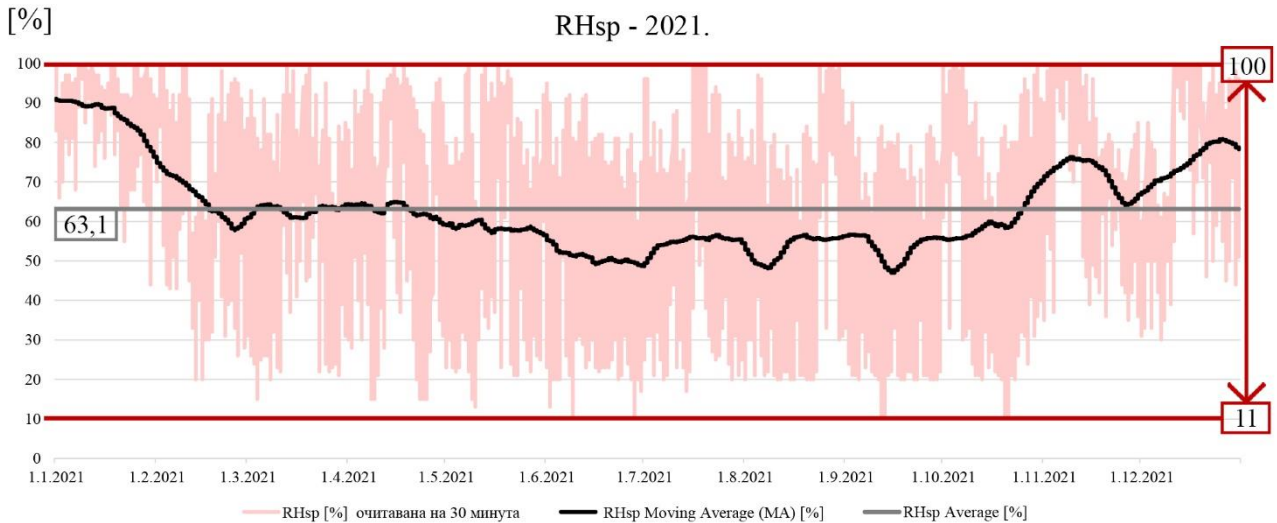
Слика 126. Месечне вредности SH34_V350: а) Максималне, средње и минималне месечне вредности SH34_V350; б) Месечне осцилације Δ SH34_V350, (Извор: Аутор).

8.3.1.4. Спољашње вредности микроклиматског мониторинга

Са метеоролошке станице *PCE-FWS-20* очитане су спољашње вредности температуре и релативне влажности ваздуха. Спољашња температура T_{sp} у периоду мерења кретала се од -12,20 °C до 41,5 °C (*Слика 127*), док је релативна влажност у спољашњем простору RH_{sp} варирала од 11% до 100% (*Слика 128*). Сходно томе, годишње осцилације спољашњих вредности ΔT_{sp} и ΔRH_{sp} износе 53,7 °C и 89 %. Поред годишњих екстрема значајно је истаћи средњу годишњу температуру T_{sp_av} која је добијена као аритметичка средина средњих дневних вредности и износи 14,8 °C, а средња годишња вредност релативне влажности је око 63,1%. Ако се упореде добијене средње дневне вредности температуре и релативне влажности може се имати увид у максималне и минималне средње дневне вредности T_{sp} и RH_{sp} на годишњем нивоу. Максималне средње дневне вредности T_{sp} и RH_{sp} су 32,19 °C и 98,83%, док су минималне средње дневне вредности T_{sp} - 5,9 °C и RH_{sp} 38,3%. Током периода праћења 19 дана је средња дневна спољашња температура била испод 0 °C, 332 дана је била у распону од 0-30 °C, док је 14 дана била изнад 30 °C. Највећа дневна осцилација ΔT_{sp} забележена је (11.12.2021.) и износи 22,9 °C, а ΔRH_{sp} је била (8.4.2021, 8.5.2021, 2.6.2021.) 77%, док је просечна дневна осцилација ΔT_{sp} и ΔRH_{sp} за период праћења од годину дана 12,4 °C и 45 %.

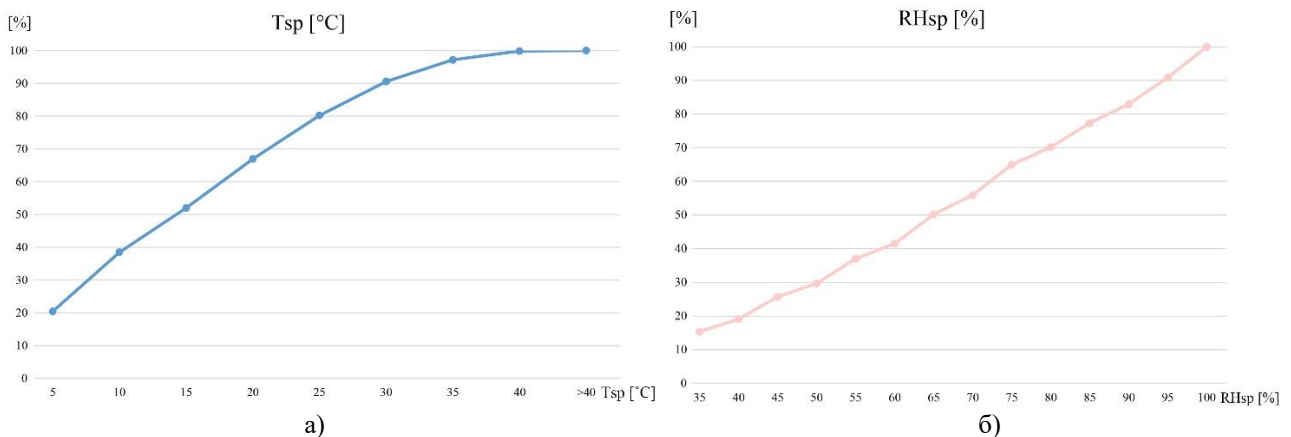


Слика 127. Резултати очитавања вредности T_{sp} на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).



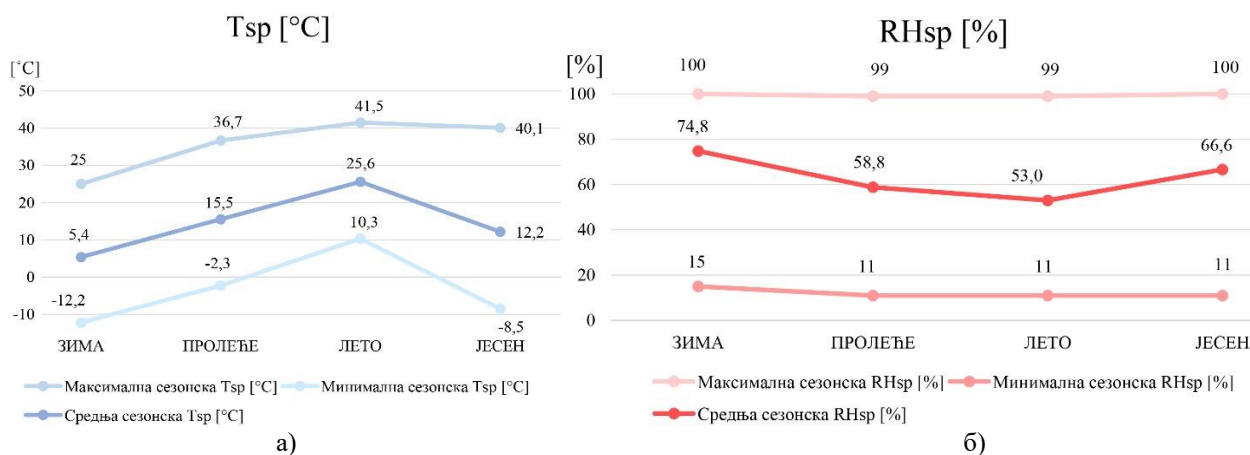
Слика 128. Резултати очитавања вредности RHsp на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Анализа кумулативне фреквенције, односно процентуалне заступљености очитавања спољашњих вредности Tsp на годишњем нивоу показала је да 20% очитаних вредности су испод 5 °C. Највише, 90% је очитавања са температуром до 30 °C, док преко ове вредности је 10% бележења (**Слика 129, а**). Што се RHsp тиче око 15% очитавања је забележено испод вредности од 35%, док је око 10% забележених вредности са RHsp изнад 95% (**Слика 129, б**).

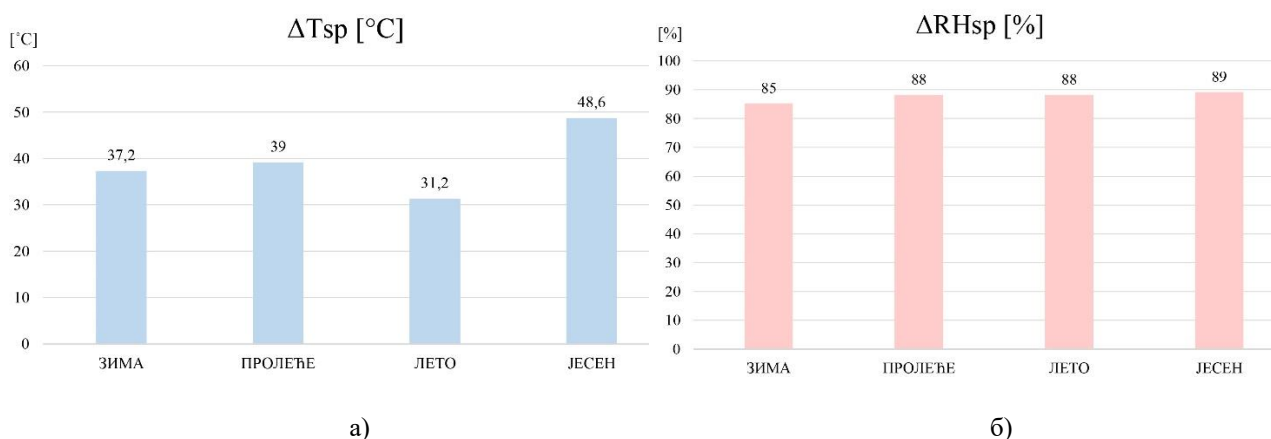


Слика 129. Кумулативна учесталост: а) Tsp и б) RHsp, (Извор: Аутор).

Максималне, минималне и средње сезонске вредности Tsp и RHsp приказане су на графиконима (**Слика 130. а, б**). Највећа осцилација спољашње температуре забележена је у јесењој сезони (48,6 °C) када се Tsp кретала од - 8,5 °C до + 40,1 °C (**Слика 131, а**). У осталим сезонама температурне осцилације су биле од 32-38 °C (током зиме око 37 °C, у пролеће око 39 °C, у лето око 32 °C). Тренд раста средњих сезонских вредности Tsp је зима→јесен→пролеће→лето. Велике осцилације релативне влажности током читаве године су очекивана појава у спољашњим условима средине (**Слика 131, б**). Највећа средња вредност RHsp била је у зиму (74,8%), а најмања у лето (53%). Присутни тренд раста средњих сезонских вредности RHsp је лето→пролеће→јесен→зима. На **Прилогу 20** приказана су очитавања Tsp и RHsp на сваких 30 минута по сезонама.

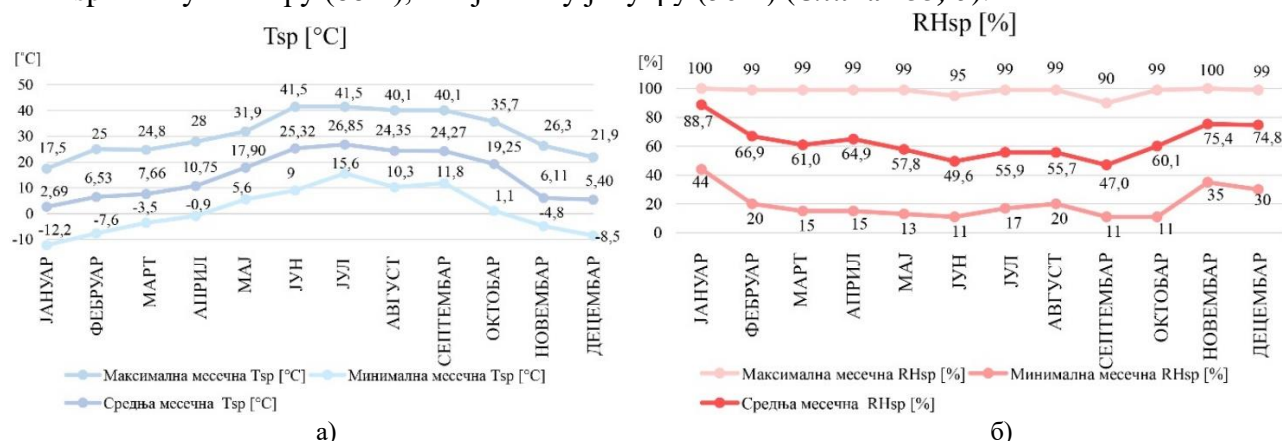


Слика 130. Максималне, средње и минималне сезонске вредности: а) Tsp и б) RHsp, (Извор: Аутор).

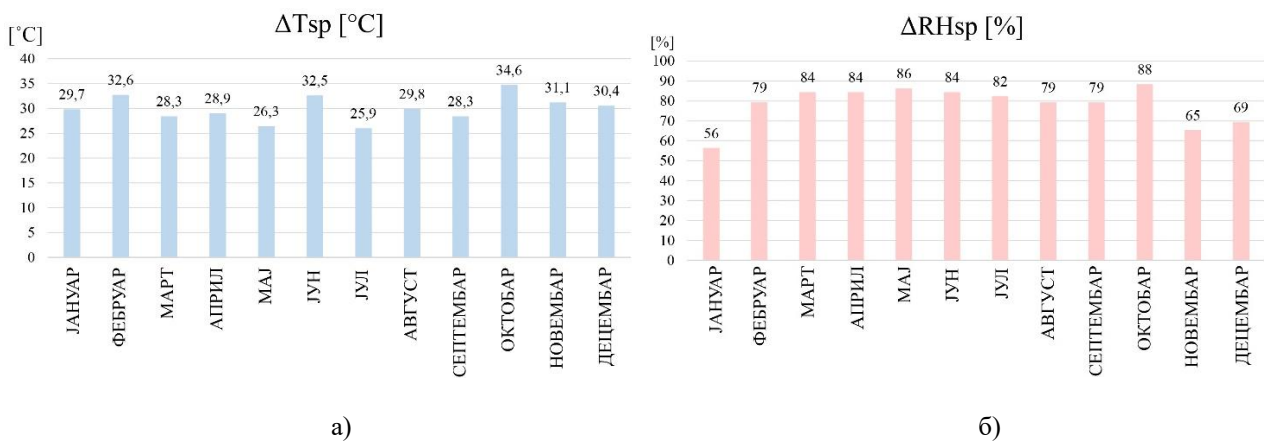


Слика 131. Сезонске осцилације а) ΔTsp и б) ΔRHsp, (Извор: Аутор).

Као и за сезонске вредности, месечни прикази читавања Tsp и RHsp дати су на *Прилогу 21*. На графиконима (Слика 132, а, б) дате су месечне вредности Tsp и RHsp. Најхладнији месец је јануар са просечном Tsp 2,7 °C, док је најтоплији јул са 26,9 °C. Месечне осцилације ΔTsp се крећу од око 26 °C до 32 °C (Слика 133, а). Најнижа средња месечна вредност RHsp забележена је у септембру (47%), а највећа у јануару (88,7%). Ако се погледају разлике месечних минималних и максималних вредности може се уочити да је највећа осцилација ΔRHsp била у октобру (88%), а најмања у јануару (56%) (Слика 133, б).

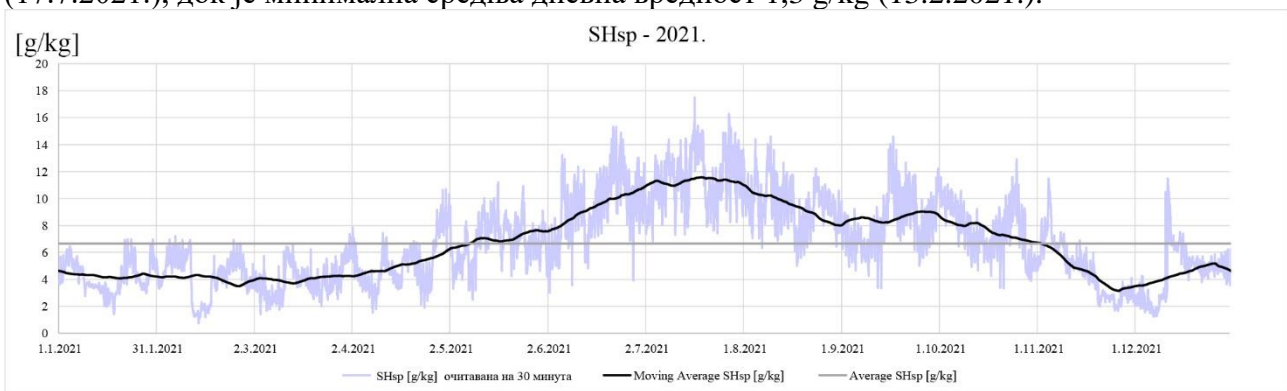


Слика 132. Максималне, средње и минималне месечне вредности а) Tsp и б) RHsp, (Извор: Аутор).



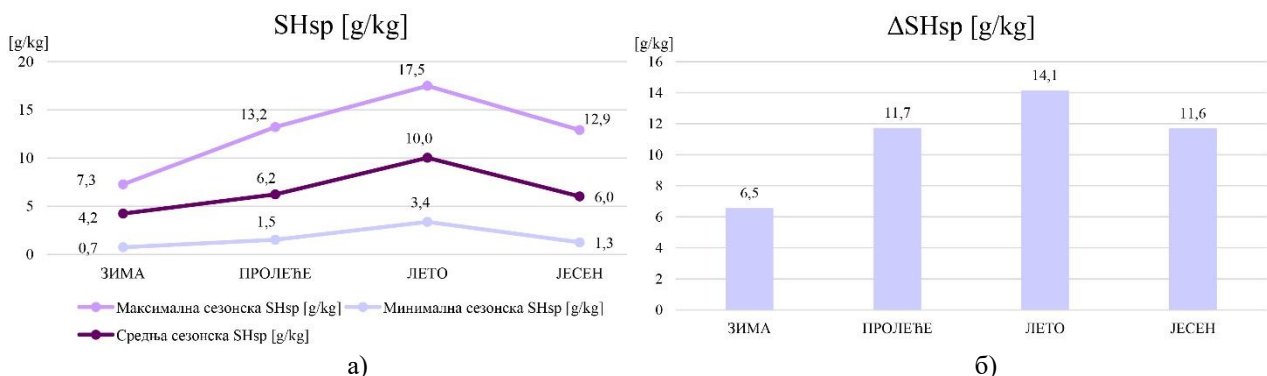
Слика 133. Месечне осцилације а) ΔT_{sp} и б) ΔRH_{sp} , (Извор: Аутор).

Максимална годишња спољашња вредност SH_{sp} износи 17,5 g/kg (17.7.2021.), а најмања 0,8 g/kg (13.2.2021.). Средња годишња вредност SH_{sp} је 6,7 g/kg. Приказан је и тренд покретне просечне вредности *Moving Average* SH_{sp} (Слика 134). Обрадом података израчунате су средње дневне вредности SH_{sp} . Максимална средња дневна вредност SH_{sp} износи 14,4 g/kg (17.7.2021.), док је минимална средња дневна вредност 1,3 g/kg (13.2.2021.).



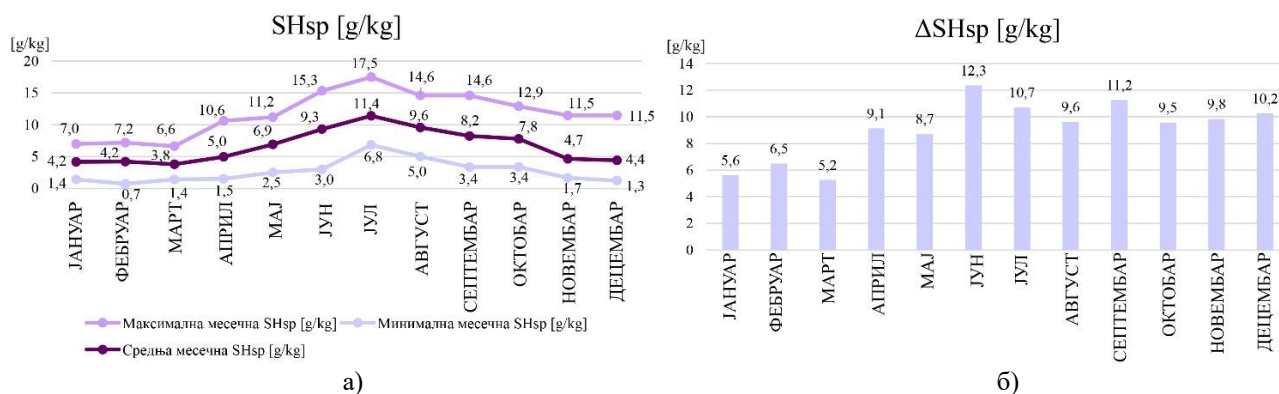
Слика 134. Графикон вредности специфичне влажности ваздуха SH_{sp} на сваких 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Највећа сезонска вредност SH_{sp} била је у лето 17,5 g/kg, а минимална у зиму 0,8 g/kg (Слика 135, а). Тренд раста средњих дневних вредности SH_{sp} је зима (4,2 g/kg)→јесен (6 g/kg)→пролеће (6,2 g/kg)→лето (10 g/kg). Највеће сезонске осцилације биле су током лета 14,1 g/kg, а најмање током зиме 6,5 g/kg (Слика 135, б).



Слика 135. Сезонске вредности SH_{sp} : а) Максималне, средње и минималне сезонске вредности SH_{sp} ; б) Сезонске осцилације ΔSH_{sp} , (Извор: Аутор).

Највећа месечна вредност је забележена у јулу 17,5 g/kg, а најмања у фебруару 0,7 g/kg (Слика 136, а). Највеће осцилације ΔSH_{sp} су забележене у јуну 12,3 g/kg, а најмање у марту 5,2 g/kg (Слика 136, б).



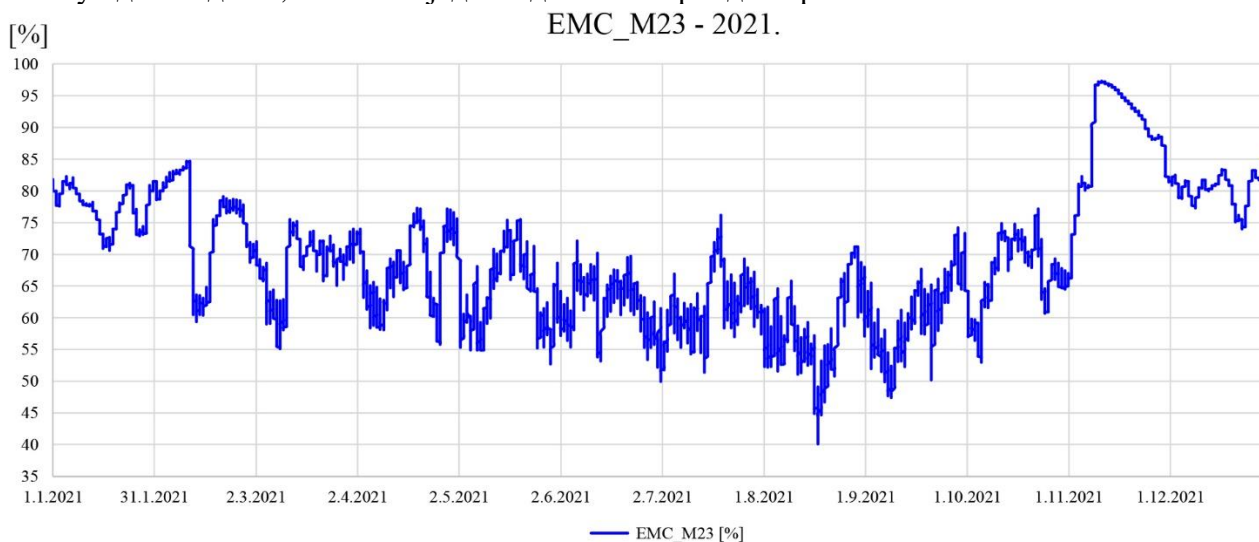
Слика 136. Месечне вредности SHsp: а) Максималне, средње и минималне месечне вредности SHsp; б) Месечне осцилације ΔSHsp, (Извор: Аутор).

8.3.2. Резултати физичких испитивања на мозаицима М23 и М34

Резултати физичких испитивања која су вршена на мозаицима М23 и М34 као што су: мониторинг равнотежног садржаја влаге и температуре у материјалу/малтеру, температура на површини мозаика, као и изведени параметри из поменутих величина које су праћене, као што је температура тачке росе, кондеза изложени су у наставку за сваки мозаик понаособ.

8.3.2.1. Мозаик М23

Приказ очитаваних вредности равнотежног садржаја влаге у мозаику М23 (EMC_M23) на сваких 30 минута током 2021. године дат је на **Слика 137**. Вредности EMC23 су варирале у опсегу од 40% до 97,3% током једногодишњег периода мерења.

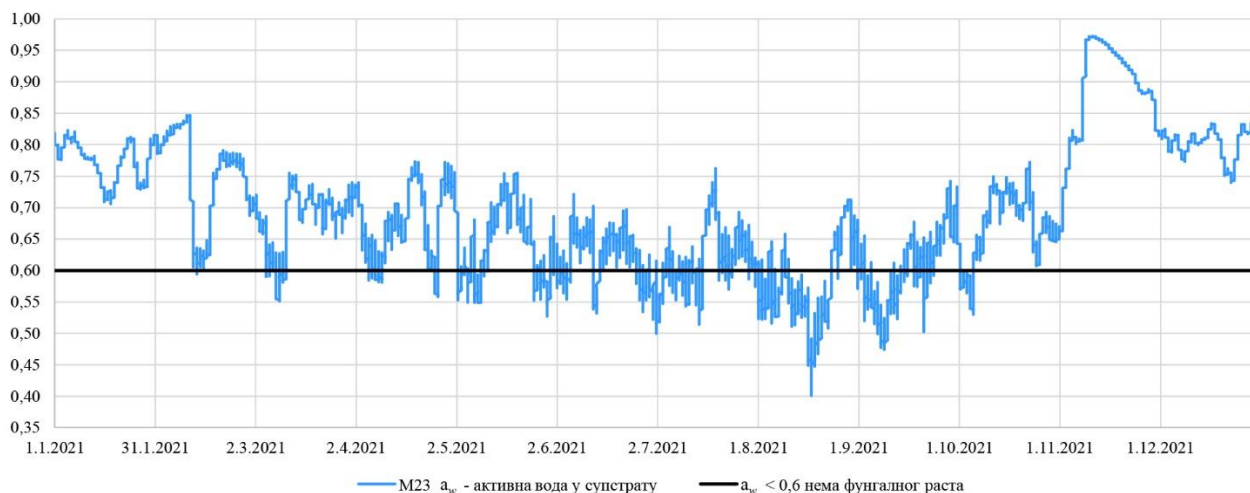


Слика 137. Приказ очитаваних вредности релативног садржаја влаге у мозаику М23 (EMC_M23) на сваких 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

На основу података о релативном садржају влаге у мозаику М23, а сходно условности да је $EMC = a_w \times 100\%$, израчунате су вредности активне воде супстрата (a_w), у овом случају малтера и приказане на графикону (**Слика 138**). Поред приказа годишњег тренда садржаја активне воде у мозаику М23 на графикону је дата и гранична вредност a_w од 0,6% испод које не долази до фунгалног раста. Сходно овом графичком приказу могу се установити периоди када постоји потенцијална могућност за фунгални раст, а када не. Од средине фебруара па до прве трећине

октобра смеђују се периоди са вредностима испод и изнад безбедног лимита a_w , док од почетка године па до средине фебруара и од прве трећине октобра до краја године вредности a_w су биле $> 0,6\%$, што значи да у овом периоду услови погодују фунгалном расту. Приказ неопходних, минималних a_w вредности за раст микромицета дат је у оквиру **поднаслова 8.1.** у **Табела 28.**

M23_ a_w - 2021.

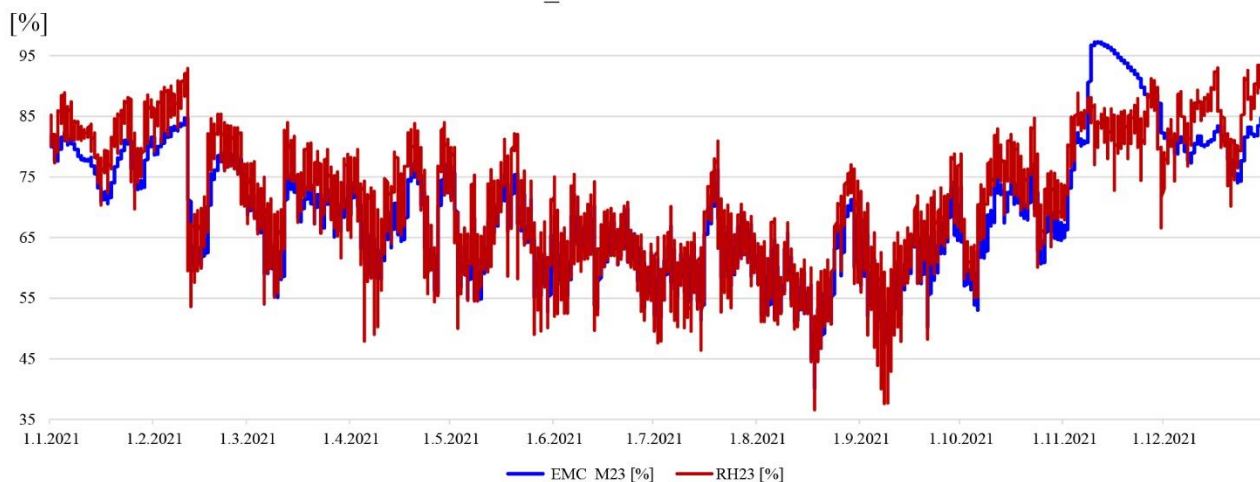


Слика 138. Приказ вредности активне воде у супстрату, у мозаику M23 (M23_ a_w) на сваких 30 минута током 2021. године са границом од $a_w=0,6$ испод које не долази до фунгалног раста, (Извор: Аутор).

На **Слика 139** приказане су упоредо вредности EMC23 и RH23. Упоредни приказ EMC23 и RH23 има за циљ да се установи који су процеси у мозаику присутни и доминантни и у ком периоду године. Уколико је $EMC > RH$ у том случају може постојати капиларни прилив воде из припремних слојева мозаика или отпаравање са мозаика, исушивање, затим уколико је $RH > EMC$ то упућује на апсорпцију воде у виду водене паре из ваздуха или уколико је $EMC = RH$ тада је систем у равнотежи. Ако се посматрају упоредо читавања EMC23 и RH23 током периода праћења статистичком анализом може се установити да је отпаравања са површине мозаика било присутно у 23,68% читавања, апсорпција влаге из ваздуха у 75,35%, док је систем био у равнотежи тек 0,97% од укупног броја читавања. Наведени процеси су се смењивали током периода праћења. Посматрањем графикона може се установити да се линије тренда RH23 и EMC23 прате, при чему су већи део године вредности $RH23 > EMC23$ што указује да је у тим периодима био присутан процес апсорпције влаге из ваздуха. Међутим, у новембру 2021. године вредности EMC23 су биле значајно веће од вредности RH23. Ова појава би се могла тумачити као капиларни прилив из припремних слојева, подлоге мозаика, да он није реконзервиран на саћастој подлози и постављен на потконструкцију која омогућава струјање ваздуха између цементног естриха и самих саћастих плоча са мозаицима. Како то овде није случај, драстично повећање вредности EMC23 током 8.11.2021. може указивати на инфилтрацију воде/влаге, јер је баш тог дана изливена кошуљица, украсни малтер, око саћастих панела са мозаицима (**Слика 36**) где је била постављена убодна сонда. Након пораста EMC23, у наредним данима и недељама постепено је наступио процес исушивања и отпаравања са мозаика који је трајао све до почетка децембра. Повећање EMC23 је у овом случају услед изливања цементне кошуљице уз мозаик M23, где је и била постављена сонда која је то забележила, међутим, треба напоменути да изнад мозаика M23, на сучељавању кровних равни, прокишњава кровна конструкција током обилних падавина и киша ношених олујним ветром, као и приликом задржавања и отапања снега, тако да постоји директна инфилтрација воде на мозаик. Иако на подручју мозаика где прокишњава кровна конструкција није био постављен мерни уређај који би забележио пораст EMC у мозаику, на основу аналогije са читаним, документованим резултатима може се то закључити. Свакако су процеси апсорпције и исушивања стално присутни јер два термодинамичка система не могу

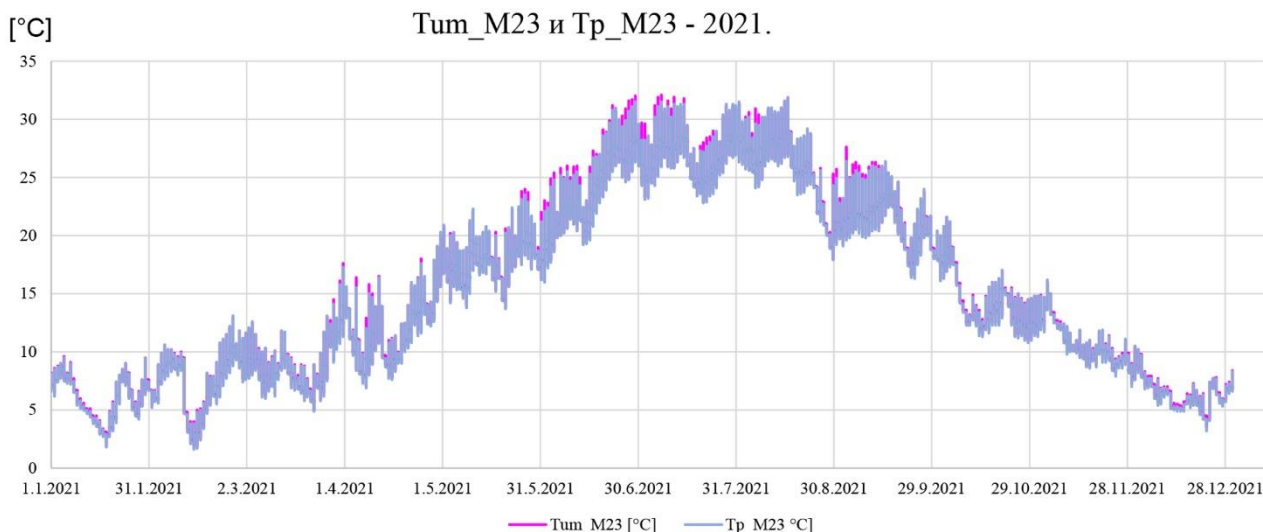
искуствено бити стално у равнотежи, али равнотежном стању увек теже. Из тих разлога је неопходно санирати позиције где кровна конструкција прокишњава. На тај начин ће се ови процеси ублажити, јер у супротном, често и интензивно смењивање процеса апсорпције воде/влаге из ваздуха и исушивање мозаика може узроковати друге процесе попут кретања растворних соли, њихову кристализацију и/или растварање, раст микромицета и биолошку контаминацију, а све то доводи до детериорације мозаика.

EMC_M23 и RH23 - 2021.



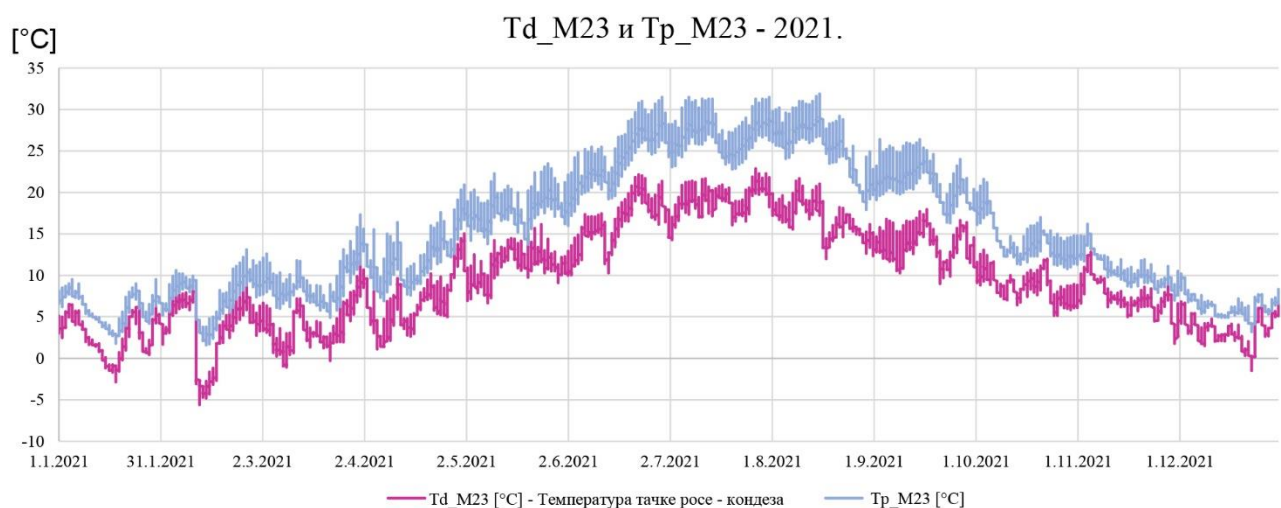
Слика 139. Упоредни приказ очитавања вредности EMC_M23 и RH23 током 2021. године, (Извор: Аутор).

Вршена су мерења температуре на површини мозаика (T_p _M23) како би се измерене вредности упоредиле са температуром тачке росе (T_d _M23) и установило да ли долази до конденза на површини мозаика. Поред очитавања температуре на површини мозаика контактном сондом, праћена је температура у материјалу/малтеру T_{um} _M23 помоћу убудне сонде која је вршила мерења и EMC23. На графикону (Слика 140) упоредо су приказане очитаване вредности на 30 минута T_{um} _M23 и T_p _M23. Током једногодишњег периода праћења смењивали су се периоди када је T_{um} _M23 > T_p _M23, затим када је T_{um} _M23 = T_p _M23 и када је T_p _M23 > T_{um} _M23. Код највећег броја очитавања, чак 68,47% била је T_{um} _M23 > T_p _M23, затим су вредности T_{um} _M23 = T_p _M23 код 18,50% од укупних очитавања, док је T_p _M23 > T_{um} _M23 било свега 13,03%. Резултат који показује да је већи период године T_{um} _M23 > T_p _M23 је у складу са чињеницом да се мозаик излаже у затвореном простору, при чему је заштићен од директног сунчевог зрачења. У супротном да се презентује на отвореном услед дејства сунчевог зрачења температура на површини камених тесера мозаика би претендовала да буде виша од температуре у материјалу, а и дневне осцилације би биле веће и учесталије пратећи циклус смене дана и ноћи.



Слика 140. Приказ очитаваних вредности Tum_M23 и Tr_M23 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

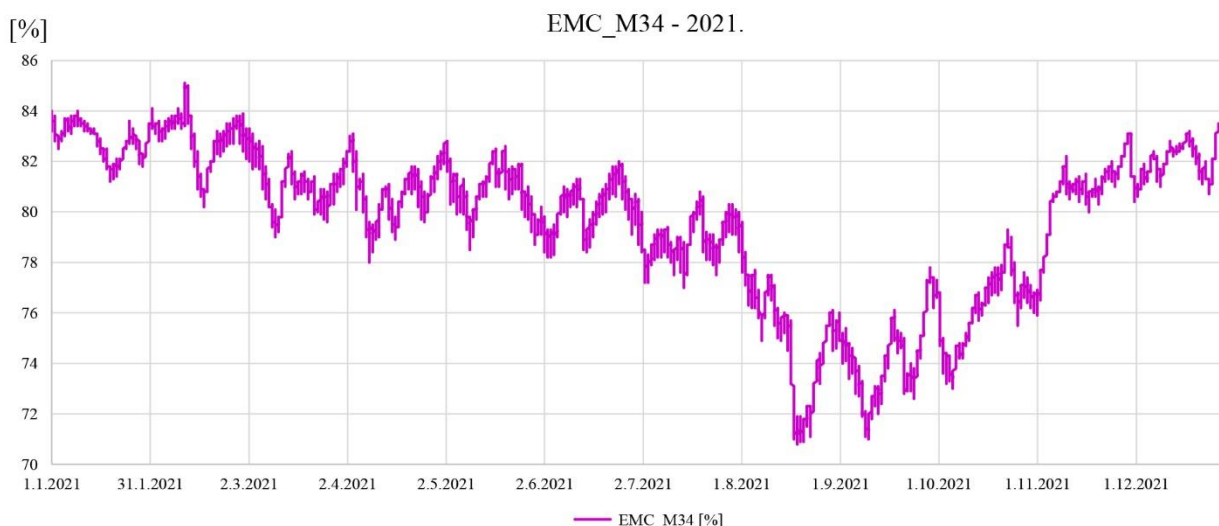
На графикону (**Слика 141**) су приказани годишњи трендови температуре тачке росе Td_M23 и температуре на површини мозаика Tr_M23. Температура тачке росе Td_M23 је добијена рачунском методом, из формуле, на основу очитаваних вредности T23 и RH23. Уколико је $Tr_M23 \leq Td_M23$, у том случају може се константовати да је дошло до конденза на површини мозаика, односно на каменим тесерама. Иако упоредном анализом Td_M23 и Tr_M23 није установљена ситуација да је вредност $Tr_M23 \leq Td_M23$, ипак је прорачуном разлике Tr_M23 и Td_M23 установљено да постоје периоди током јануара, фебруара, новембра и децембра када су вредности веома близу тачке конденза на површини мозаика. То је показатељ да постоји латентна могућност да дође до кондензације на најхладнијим површинама, што камене тесере и јесу. Из тих разлога је неопходно унапредити микроклиматске услове у циљу удаљавања од вредности на којој долази до конденза. Спречавање настанка кондензације на површини мозаика постиже се повећањем температуре и смањењем релативне влажности ваздуха, односно регулацијом температуре тачке росе.



Слика 141. Приказ очитивања вредности температуре тачке росе Td_M23 и температуре на површини мозаика Tr_M23 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

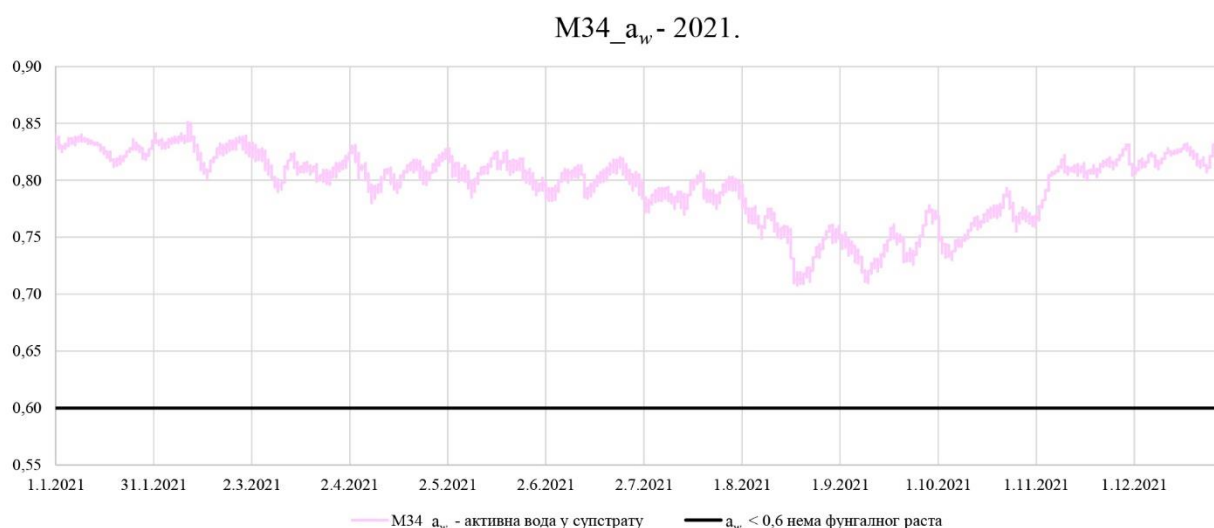
8.3.2.2. Позиција М34

На **Слика 142** приказан је графикон очитавања вредности равнотежног садржаја воде у мозаику М34 (EMC_M34). Највећа забележена вредност EMC_M34 током периода праћења је износила 85,1%, док је најмања очитана 70,8%.



Слика 142. Приказан је графикон очитавања вредности равнотежног садржаја воде у мозаику М34 (EMC_M34) на сваких 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

На основу очитавања EMC_M34 и условности $EMC = a_w \times 100\%$ израчуната је a_w вредност. На графикону (**Слика 143**) поред тренда активне воде у супстрату a_w приказана је и гранична вредност $a_w = 0,6$ испод које нема фунгалног раста. Како су вредности a_w током читаве године изнад 0,6 може се установити да услови средине погодују расту микромицета.

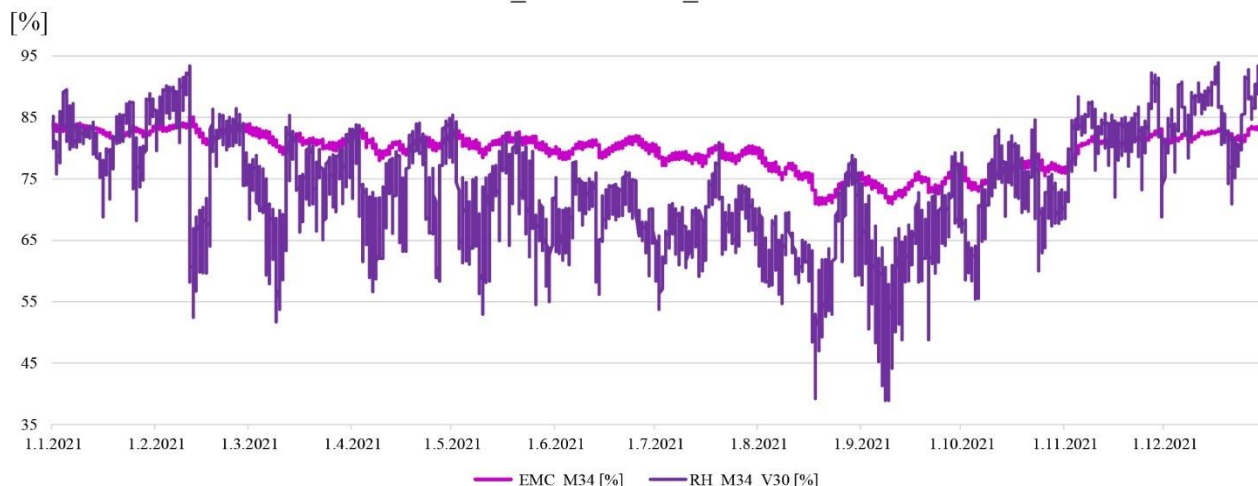


Слика 143. Приказ вредности активне воде у супстрату, у мозаику М34 ($M34_{a_w}$) на сваких 30 минута током 2021. године са границом од $a_w=0,6$ испод које не долази до фунгалног раста, (Извор: Аутор).

На **Слика 144** приказан је графикон очитавања вредности равнотежног садржаја воде у мозаику М34 (EMC_M34) и релативне влажности ваздуха мерене на 30 cm од мозаика М34 (RH34_V30) на сваких пола сата. На овом упоредном приказу могу се читати процеси који се дешавају унутар мозаика, односно смењивање апсорпције воде из ваздуха и капиларног прилива воде, односно отпаривања са површине мозаика, евапорације, а у циљу постизања равнотеже два термодинамичка система. Када је релативна влажност ваздуха већа од равнотежног садржаја воде у мозаику то значи да следи процес апсорпције воде из ваздуха,

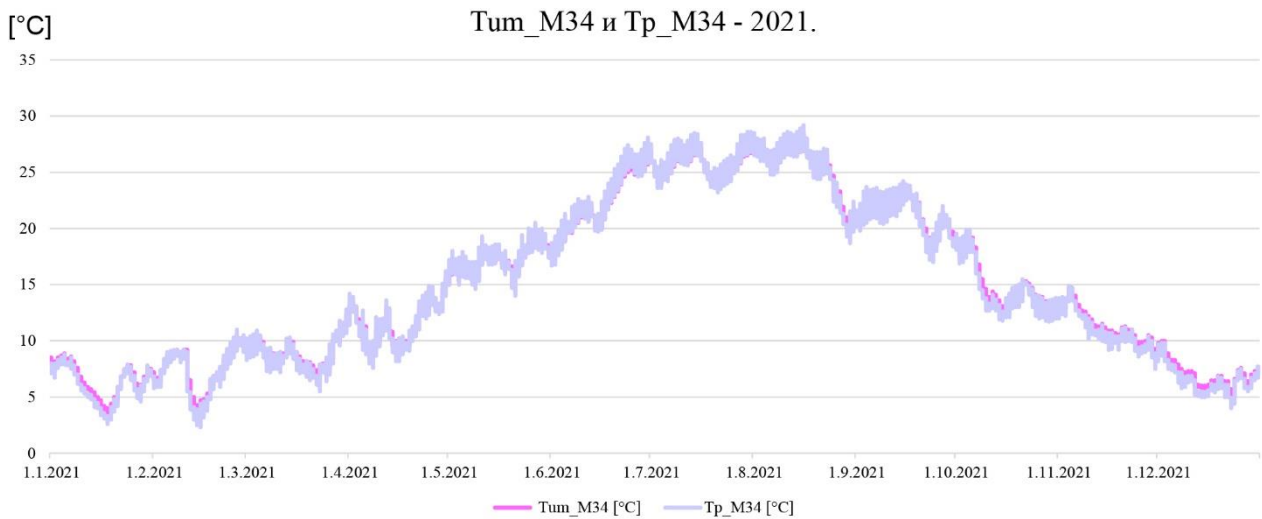
јер порозни, неоргански материјали су хигроскопни па имају ту способност. Супротно, када је равнотежни садржаја влаге у материјалу већи од релативне влажности ваздуха у том случају долази до исушивања, отпаравања влаге присутне у мозаику. Сходно томе, може се установити да су у мозаику М34 присутни процеси апсорпције влаге из ваздуха од почетка мерења до средине фебруара и од новембра до краја године. Процес исушивања је био заступљен готово у континуитету од средине јуна, до краја августа, док се у осталим месецима године процеси апсорпције и исушивања смењују кроз мање временске интервале. Статистичком анализом установљено је да је током периода праћења од годину дана у 75,79% очитавања био присутан процес исушивања, апсорпција влаге из ваздуха у 23,74%, док је равнотежа оба термодинамичка система постигнута 0,47% у односу на сва очитавања.

EMC_M34 и RH34_V30 - 2021.



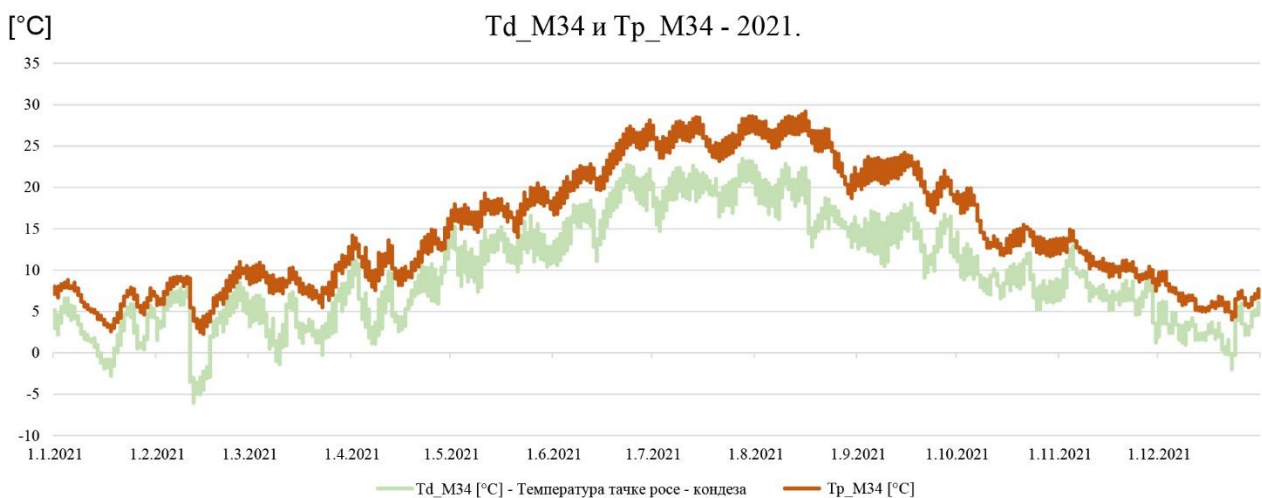
Слика 144. Упоредни приказ очитавања вредности EMC_M34 и RH34 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

Резултати очитавања температуре у мозаику и на површини мозаика T_{p_M34} и T_{um_M34} дати су на графикону (**Слика 145**). На основу приказа може се уочити да је $T_{um_M34} > T_{p_M34}$ током јануара, новембра и децембра, док је $T_{p_M34} > T_{um_M34}$ била у периоду од средине априла, па до краја августа. Током осталих месеци у години смењују се циклуси када је $T_{um_M34} > T_{p_M34}$ и обрнуто када је $T_{p_M34} > T_{um_M34}$. Овакви резултати су условљени температуром ваздуха. Током хладнијих месеци већа је температура у мозаику, а током топлијих на површини. Статистичком анализом установљено је да $T_{um_M34} > T_{p_M34}$ 62,1%, $T_{p_M34} > T_{um_M34}$ 29,6% и да је $T_{um_M34} = T_{p_M34}$ 8,3% од укупног броја очитавања.



Слика 145. Приказ очитаваних вредности T_{um_M34} и T_r_M34 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

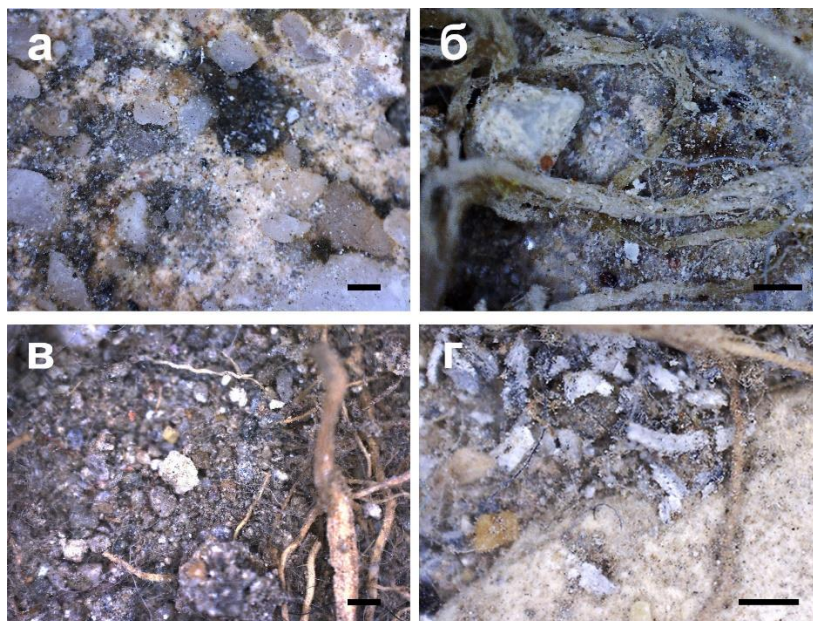
На основу **Слика 146**, а сходно условности да до конденза на површини мозаика долази уколико је $T_r_M34_V30 \leq Td_M34_V30$ може се установити да није било кондензације. Међутим, у појединим месецима током године постоје ситуације када су вредности $T_r_M34_V30$ и Td_M34_V30 веома близу, при чему постоји латентна могућност да до појаве конденза и дође на површини камених тесера мозаика. Из тог разлога треба унапредити микроклиматске услове како би се избегло да вредности Td_M34_V30 буду близу вредности $T_r_M34_V30$, чиме се искључује могућност настанка конденза на површини мозаика.



Слика 146. Приказ очитавања вредности температуре тачке росе Td_M34 и температуре на површини мозаика T_r_M34 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

8.3.3. Биолошка колонизација мозаика

In situ оптичка микроскопија пружила је бољи увид у стање површине камених тесера мозаика М23 и М34. Детектована су оштећења површине мозаика са видљивим пукотинама и одвојеним каменим уломцима (Слика 147). Мозаици М23 и М34 су интензивно обрасли маховином.⁵⁸⁹



Слика 147. *In situ* оптичка микроскопија оштећене површине мозаика са видљивим ризоидима маховине: а, б) М23; в, г) М34; скала траке: 1 mm, (Извор: Aleksandra Ugrinović, Budimir Sudimac, Željko Savković, “Microclimatic Effects on the Preservation of Finds in the Visitor Centre of the Archaeological Site 1a Imperial Palace Sirmium,” *Sustainability*, October 2021, 13, 19, 11083-, 1-17, pp.10).

Микроскопирањем узорка са површине мозаика адхезивном траком утврђена је микробиолошка контаминација мозаика М23 и М34. Прегледом узетих узорка установљена је обилна микробиолошка контаминација мозаика М34 током пролећног периода (детектовано 85 биолошких структура). Присутне су различите врсте фунгалних пропагула, најчешће меланизоване⁵⁹⁰ конидије⁵⁹¹ врста *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp. и *Epicoccum* sp. уз неидентификоване диктиоспоре,⁵⁹² фрагмоспоре,⁵⁹³ хламидоспоре⁵⁹⁴ и аскоспоре.⁵⁹⁵ Поред тога, откривени су фрагменти биљног материјала трихоми,⁵⁹⁶ поленова зрна, као и повремени

⁵⁸⁹ Aleksandra Ugrinović, Budimir Sudimac, Željko Savković, “Microclimatic Effects on the Preservation of Finds in the Visitor Centre of the Archaeological Site 1a Imperial Palace Sirmium,” *Sustainability*, October 2021, 13, 19, 11083-, 1-17, (pp.10).

⁵⁹⁰ Меланизовано – оно што је тамно браон или црне боје услед присуства пигмента меланина. www.merriam-webster.com

⁵⁹¹ Конидије – Споре за бесполно размножавање код гљива. Robert A. Samson et al., *Food and Indoor Fungi*, 1st edition (Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010). стр. 378.

⁵⁹² Диктиоспоре – Споре које имају неколико типова преграда које анатомски подсећају на мрежу. *Исто*, 378.

⁵⁹³ Фрагмоспоре – Вишећелијске споре које поседују неколико попречних септи. Miguel Ulloa and Richard T. Hanlin, *Illustrated Dictionary of Mycology* (APS press, 2000), стр. 293.

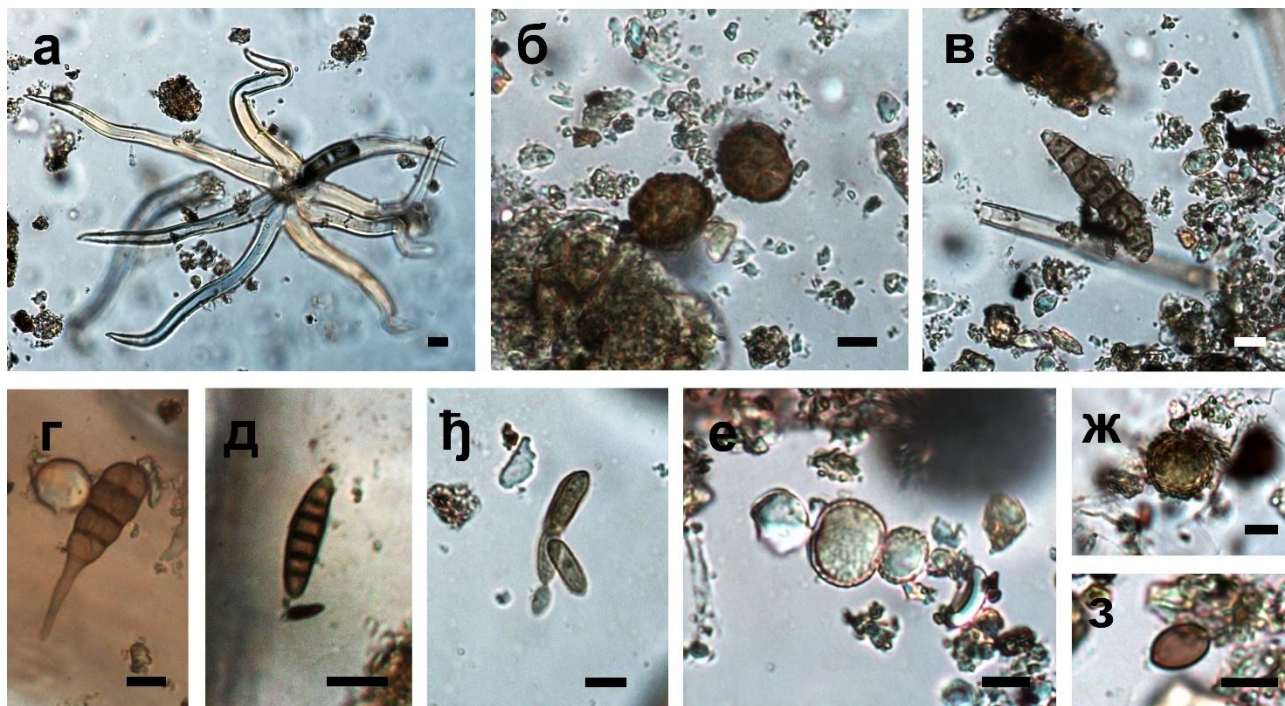
⁵⁹⁴ Хламидоспоре – Дебелозидне споре које служе за преживљавање неповољних срединских услова. Robert A. Samson et al., *Food and Indoor Fungi*, 1st edition (Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010). стр. 378.

⁵⁹⁵ Аскоспоре – Полне споре које се формирају у специфичној врећастој структури (аскус). *Исто*, 378.

⁵⁹⁶ Трихом – Филаментозне структуре које се јављају на површини зеластих биљних органа као што су листови и цветови. www.merriam-webster.com

примерци нематода⁵⁹⁷ и длаке животињског порекла. Насупрот томе, узорковање адхезивном траком мозаика М23 није показало видљиве микробиолошке структуре. На

Слика 148 могу се видети биолошке структуре детектоване адхезивном траком на површини мозаика М34 фотографисане на светлосном микроскопу *Zeiss Axio Imager M.1.*⁵⁹⁸



Слика 148. Биолошке структуре откривене на површини мозаика М34 детектоване адхезивном траком током пролећне сезоне: а) биљни трихом; б) конидија *Epicoccum nigrum*; в, г) конидије *Alternaria* spp.; д) меланизована фрагмоспора; ђ) конидије *Cladosporium* spp.; е, ж) хламидоспоре; з) аскоспора; скала траке: 10 μm , (Извор: Aleksandra Ugrinović, Budimir Sudimac, Željko Savković, “Microclimatic Effects on the Preservation of Finds in the Visitor Centre of the Archaeological Site 1a Imperial Palace Sirmium,” *Sustainability*, October 2021, 13, 19, 11083-, 1-17, pp.11).

Резултати узорковања адхезивном траком током летње сезоне показали су високу контаминацију мозаика М34 (нађено 77 биолошких структура) као и присуство сличних микробиолошких структура као у пролећној сезони. На мозаику М34 поред конидија *Alternaria* spp., *Epicoccum* sp., *Cladosporium* spp., детектована је и конидија *Dreschlera* sp., затим су идентификоване фунгалне структуре *Fusarium* sp. и *Periconia* sp. Пронађене су меланизоване споре, хламидоспоре, хијалина⁵⁹⁹ и меланизована мицелија,⁶⁰⁰ поленова зрна, трихоми, ксилемски елементи,⁶⁰¹ нематодe. Мозаик М23 је класификован као релативно чист (10 микробиолошких структура). Детектовано је неколико спора *Alternaria* spp., *Epicoccum* sp. и *Cladosporium* spp. (Слика 149).

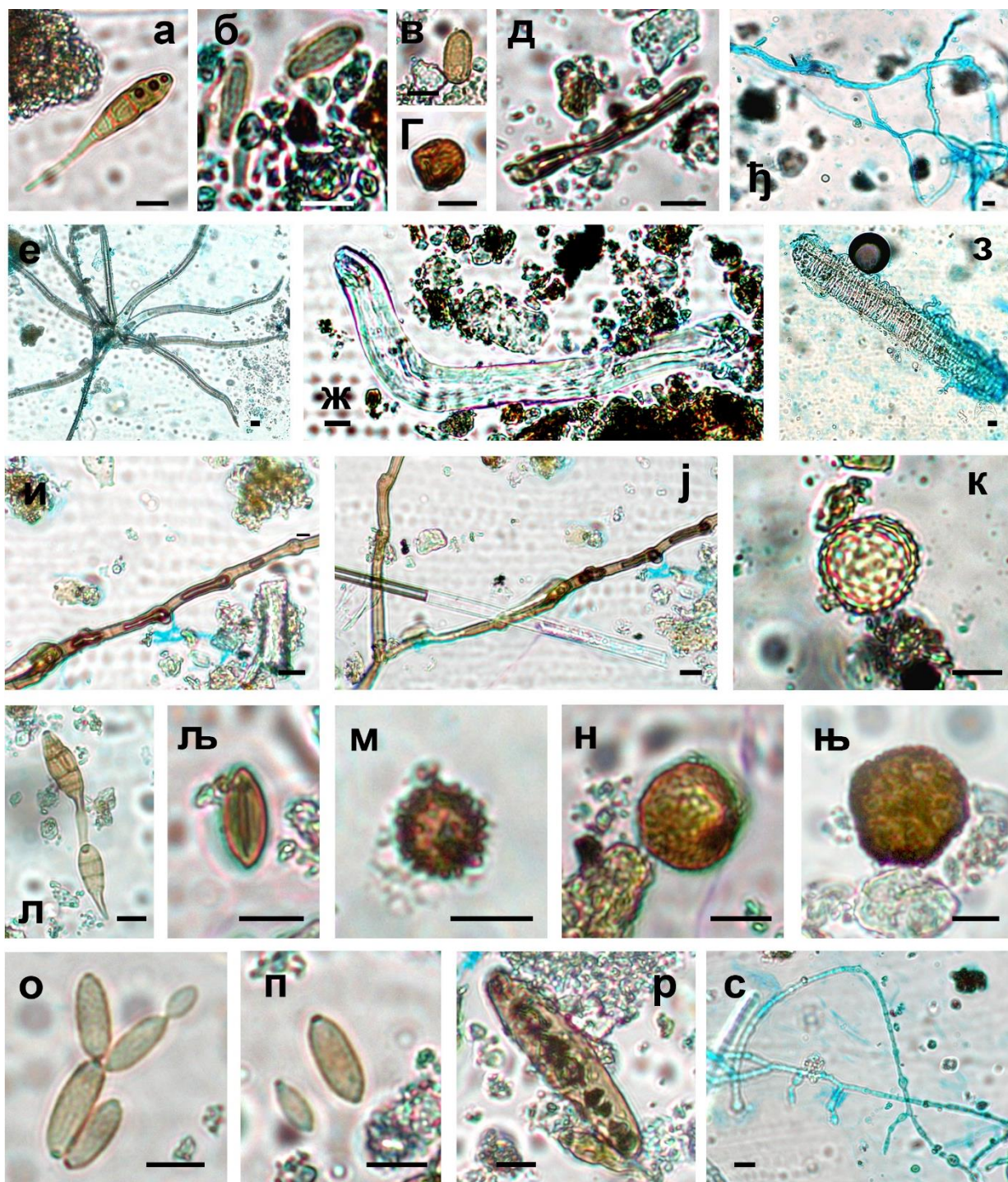
⁵⁹⁷ Нематодe – стручни назив за ваљкасте црве филума *Nematoda* (у ову групу спадају човечија и дечија глиста и трихинела). www.merriam-webster.com

⁵⁹⁸ Aleksandra Ugrinović, Budimir Sudimac, Željko Savković, “Microclimatic Effects on the Preservation of Finds in the Visitor Centre of the Archaeological Site 1a Imperial Palace Sirmium,” *Sustainability*, October 2021, 13, 19, 11083-, 1-17, (pp.11).

⁵⁹⁹ Хијалина (*lat. hyalinus*) – транспарентно као стакло, безбојно. Miguel Ulloa and Richard T. Hanlin, *Illustrated Dictionary of Mycology* (APS press, 2000), стр. 191.

⁶⁰⁰ Мицелија – Тело гљива које се састоји од масе испреплетаних и гранатих ћелија филаментозног облика (хифа). Исто, стр. 250.

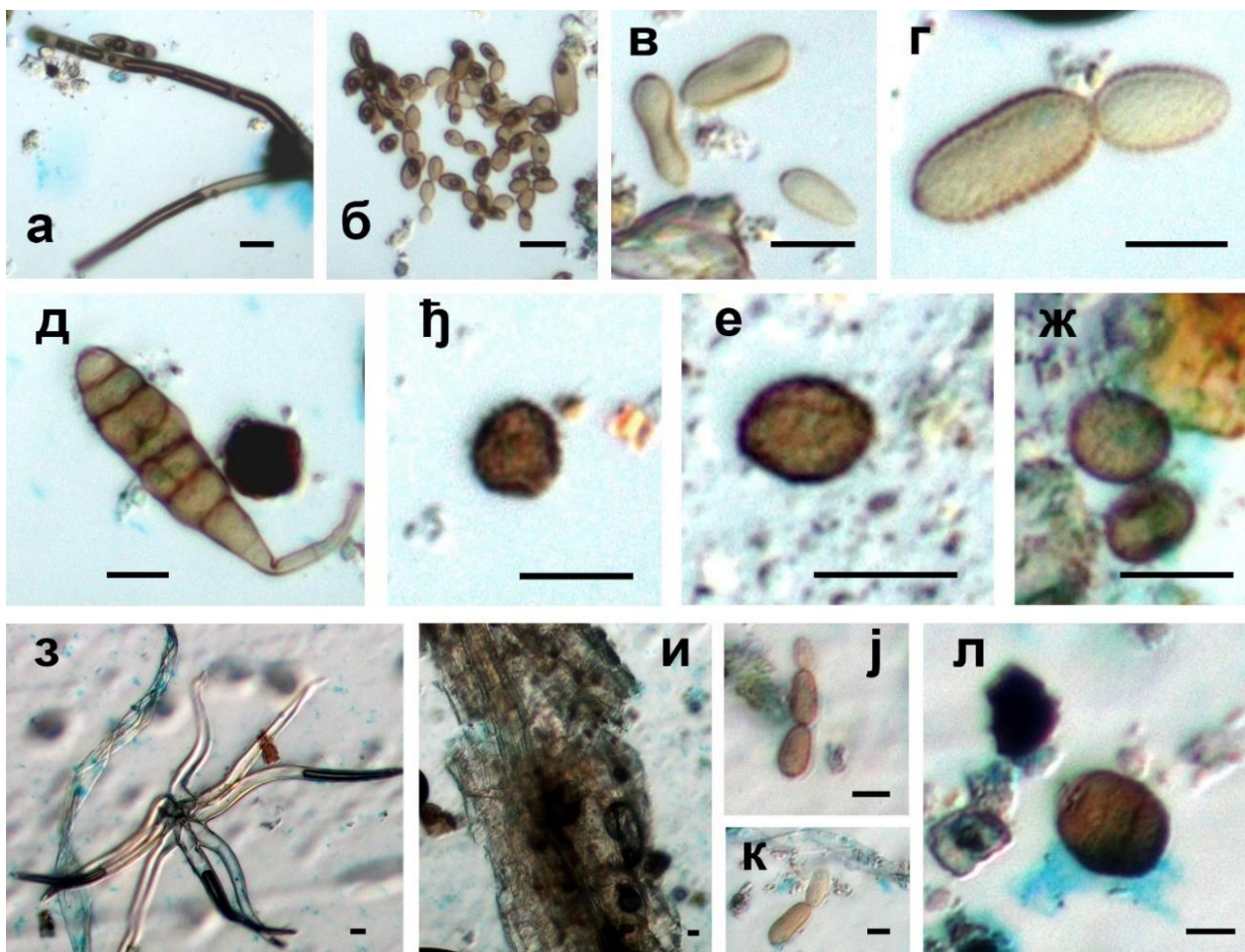
⁶⁰¹ Ксилемски елементи – ћелије проводног система биљака који служе за транспорт воде из корена до листова. www.merriam-webster.com



Слика 149. Микробиолошке структуре детектоване на адхезивним тракама узетих са површине мозаика М23 и М34 током летње сезоне (М23: а-д, М34: ђ-с): а) диктиоспора *Alternaria* spp.; б, в, о, п) конидије *Cladosporium* spp.; г, н, њ) диктиоспоре *Epicoccum nigrum*; д) меланизована хифа; ђ) хијалина мицелија; е) биљни трихом; ж) нематода; з) ксилемски елемент; и, ј) меланизоване хифе *Cladosporium* sp.; к) поленово зрно; л) конидије *Alternaria* spp.; љ) аскоспора *Chaetomium* sp.; м) конидија *Periconia* sp.; р) конидија *Dreschlera* sp.; с) фрагмоспора *Fusarium* sp.; скала траке: 10 μ m, (Извор: др Жељко Савковић).

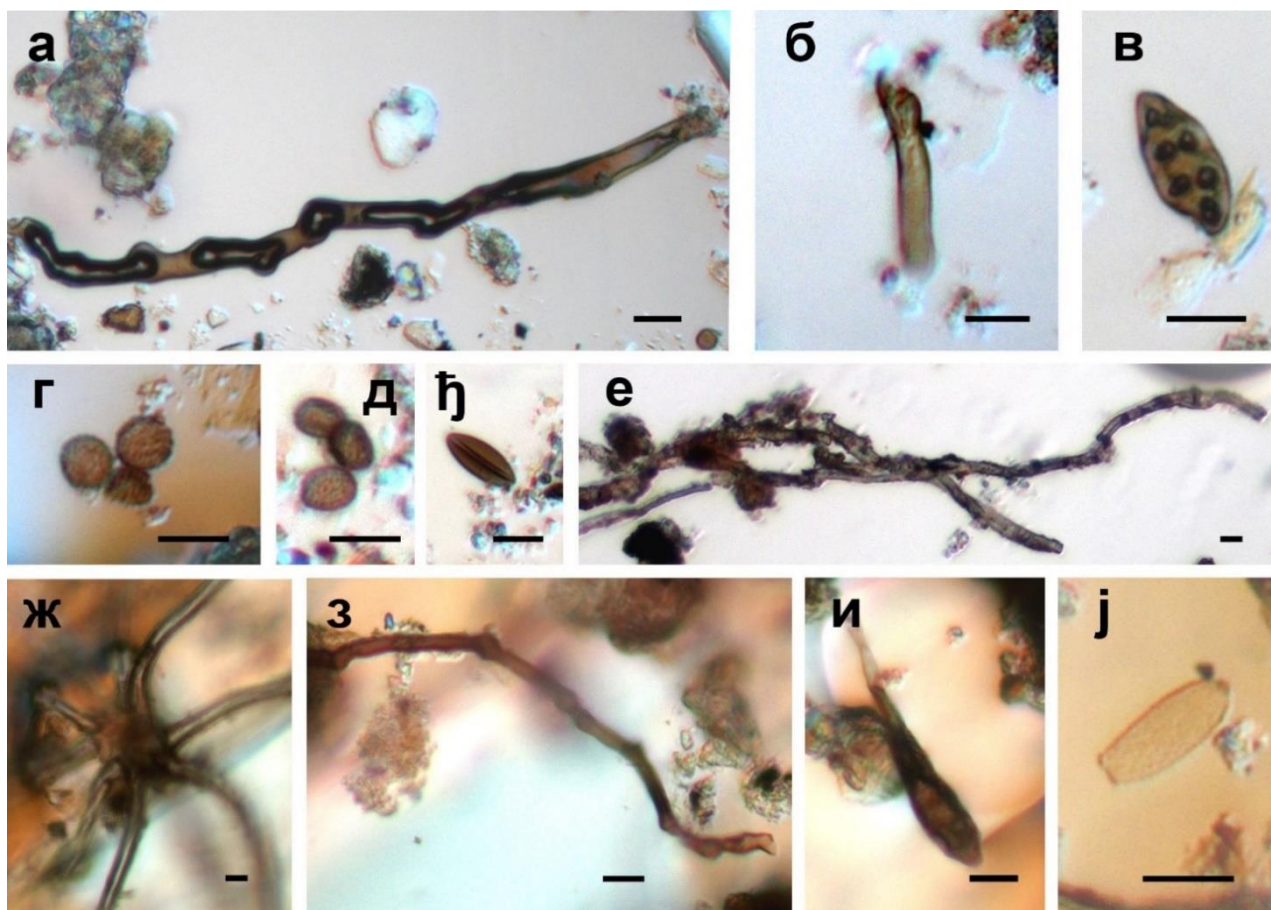
На адхезивним тракама узетим током јесење сезоне на мозаику М34 светлосним микроскопом је идентификована велика количина биљног материјала (трихоми и друга ткива), екскременти животиња, длаке, док су фунгалне пропагуле биле ретке. Идентификовано је укупно 13 биолошких структура чиме је класификован као умерено кантаминиран. Нађене су једино конидије *Epicoccum* sp. и *Cladosporium* spp. За разлику од претходних сезона забележена је умерена контаминација мозаика М23 (нађене 32 биолошке структуре). Идентификоване су споре *Cladosporium* spp, *Alternaria* spp. и *Epicoccum nigrum*. Разлог за

повећање бројности фунгалних структура могу бити радови на локалитету који су били у току приликом узимања узорака. У непосредној близини мозаика М23, вршено је откопавање, уклањање песка са мозаика на оригиналној античкој подлози. Услед радова на локалитету на мозаике је нанесена велика количина земље и прашине што је допринело повећаној микробиолошкој контаминацији. На **Слици 150** дате су микрографије детектованих структура.



Слика 150. Микробиолошке структуре детектоване на адхезивним тракама узетих са површине мозаика током јесење сезоне (М23: а-ж, М34: з-л): а, б, в, г, ј, к) мицелија и споре *Cladosporium* spp.; д) диктиоспора *Alternaria* spp.; њ, е, ж, л) диктиоспоре *Episcium nigrum*; з) биљни трихом; и) биљно ткиво; скала траке: 10 μm , (Извор: др Жељко Савковић).

Приликом узорковања током зимске сезоне на мозаику М34 установљено је свега 7 фунгалних структура чиме је мозаик класификован као релативно чист. Међутим, детектована је велика количина биљног материјала (трихоми), длаке, екскременти животиња, мицелија и споре *Alternaria* spp. и *Cladosporium* spp. Мозаик М23 је био умерено контаминиран са установљених 20 микробиолошких структура. На њему су нађене конидије и мицелија врста родова *Alternaria*, *Cladosporium* и *Periconia*, аскоспоре *Chaetomium* sp., као и меланизоване споре других врста гљива. На **Слика 151** могу се видети морфолошке карактеристике идентификованих структура.



Слика 151. Микробиолошке структуре детектоване на адхезивним тракама узетих са површине мозаика током зимске сезоне (М23: а-е, М34: ж-ј): а, б, е, з) меланизоване хифе; в, и) диктиоспоре *Alternaria* spp.; г, д) конидије *Periconia* spp.; ђ) аскоспора *Chaetomium* sp.; ж) биљни трихом; ј) рамоконидија⁶⁰² *Cladosporium* sp.; скала траке: 10 μ m. (Извор: др Жељко Савковић).

У табелама које следе приказани су обједињени квалитативни (**Табела 29**) и квантитативни резултати (**Табела 30**) узорковања оба мозаика адхезивном траком за све четири сезоне.

⁶⁰² Рамоконидија – Издужене конидије код врста рода *Cladosporium*. Miguel Ulloa and Richard T. Hanlin, *Illustrated Dictionary of Mycology* (APS press, 2000), стр. 329.

Табела 29. Идентификоване биолошке структуре на мозаицима М23 и М34 током четири сезоне узорковања адхезивном траком, (Извор: Жељко Савковић).

МЕТОДА: АДХЕЗИВНА ТРАКА		Детектоване структуре/ микроорганизми на адхезивној траци			
Мозаик	ПРОЛЕЋНА СЕЗОНА	ЛЕТЊА СЕЗОНА	ЈЕСЕЊА СЕЗОНА	ЗИМСКА СЕЗОНА	
М23	микроорганизми нису детектовани	Споре <i>Alternaria spp.</i>	Споре <i>Cladosporium spp.</i>	Конидије <i>Alternaria spp.</i>	
		Споре <i>Epicoccum sp.</i>	Споре <i>Alternaria spp.</i>	Конидије <i>Cladosporium spp.</i>	
		Споре <i>Cladosporium spp.</i>	Споре <i>Epicoccum nigrum</i>	Аскоспоре <i>Chaetomium sp.</i>	
				Конидије <i>Periconia sp.</i>	
				Меланизоване споре других врста гљива.	
М34	Конидије <i>Epicoccum spp.</i>	Конидије <i>Alternaria spp.</i>	Споре <i>Epicoccum nigrum</i>	Споре <i>Alternaria spp.</i>	
	Конидије <i>Alternaria spp.</i>	Конидије <i>Epicoccum sp.</i>	Споре <i>Cladosporium spp.</i>	Споре <i>Cladosporium spp.</i>	
	Конидије <i>Cladosporium spp.</i>	Конидије <i>Cladosporium spp.</i>	велика количина биљног материјала (трихоми и друга ткива)	велика количина биљног материјала (трихоми и друга ткива)	
	хламидоспоре	Конидије <i>Dreschlera sp.</i>			
	меланизоване споре	Споре <i>Fusarium sp.</i>			
	поленова зрна	Споре <i>Periconia sp.</i>	екскременти животиња, длаке	екскременти животиња, длаке	
	биљно ткиво	меланизоване споре			
	трихоми	хламидоспоре,	фунгалне пропагуле ретке.		
	нематоде	хијалина и меланизована мицелија			
	длаке животињског порекла	поленова зрна			
	трихоми				
	ксилемски елементи				
	нематоде.				

Табела 30. Степен контаминације мозаика М23 и М34 изражен кроз број детектованих биолошких структура на адхезивној траци, (Извор: др Жељко Савковић).

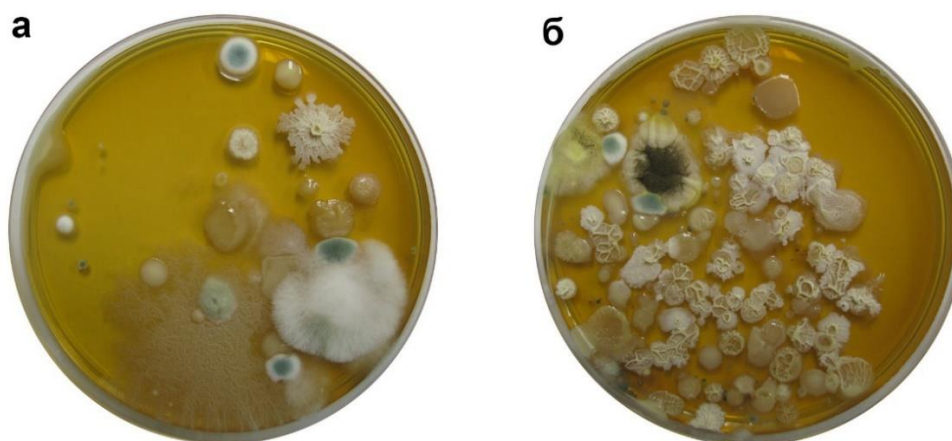
Метода: адхезивна трака			
Мозаик	Сезоне узорковања	Број фунгалних структура	Степен контаминације
М23	Пролеће	0	чист
	Лето	10	релативно чист
	Јесен	32	умерено контаминиран
	Зима	20	умерено контаминиран
М34	Пролеће	85	високо контаминиран
	Лето	77	високо контаминиран
	Јесен	13	умерено контаминиран
	Зима	7	релативно чист

Узорци стерилних брисева са мозаика М23 и М34 омогућили су даљи увид у састав вијабилне заједнице микроорганизама. Изоловани микроорганизми представљени су сходно сезони у којој су идентификовани. Током пролећне сезоне најмањи број микроорганизама изолован је са мозаика М23. На петри кутији је идентификовано само 40 колонија, што је еквивалентно 4 CFU/cm². Бројност микроорганизама на мозаику М34 је била значајно већа тј.

16 CFU/cm², што одговара броју од 164 избројаних колонија на петри кутији.⁶⁰³ На **Слика 152** приказан је изглед петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату. Посматрањем припремљених микроскопских препарата светлосним микроскопом установљено је да су бактерије биле најчешћи култивабилни микроорганизми у свим узорцима, док су гљиве биле заступљене са пет родова на мозаику М23 (*Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Scopulariopsis*, *Cladosporium*) и са три на мозаику М34 (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*). Међу њима су најбројније врсте из родова *Cladosporium* на мозаику М34 и *Penicillium* у случају мозаика М23 (**Табела 31**).

Табела 31. Гљиве изоловане из испитиваних мозаика узорковањем стерилним брисевима – пролеће, (Извор: Aleksandra Ugrinović, Budimir Sudimac, Željko Savković, “Microclimatic Effects on the Preservation of Finds in the Visitor Centre of the Archaeological Site 1a Imperial Palace Sirmium,” *Sustainability*, October 2021, 13, 19, 11083-, 1-17, pp.12).

МЕТОДА: СТЕРИЛНИ БРИС		ПРОЛЕЋНА СЕЗОНА		
Мозаик	Број колонија на петри кутији и изоловани таксони/микромиците		CFU/cm ² површине	степен контаминације
	Број колонија	Назив таксона и број		
М23	40	<i>Penicillium</i> sp.	4	релативно чист
		<i>Fusarium</i> sp.	3	
		<i>Alternaria</i> spp.	2	
		<i>Scopulariopsis</i> sp.	1	
		<i>Cladosporium</i> sp.	1	
		Бактерије	29	
М34	164	<i>Aspergillus niger</i>	3	умерено контаминиран
		<i>Penicillium</i> spp.	3	
		<i>Cladosporium</i> sp.	12	
		Бактерије	146	



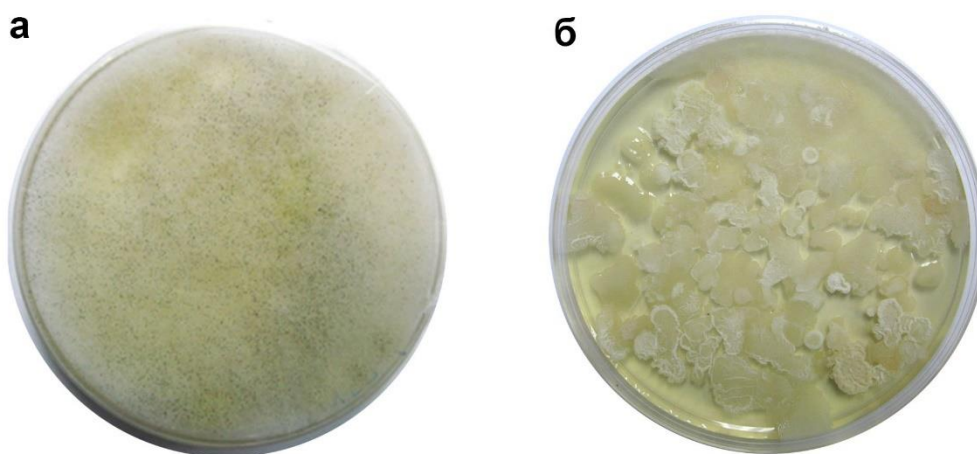
Слика 152. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату – пролећна сезона: а) мозаик М23; б) мозаик 34, (Извор: др Жељко Савковић).

⁶⁰³ Aleksandra Ugrinović, Budimir Sudimac, Željko Savković, “Microclimatic Effects on the Preservation of Finds in the Visitor Centre of the Archaeological Site 1a Imperial Palace Sirmium,” *Sustainability*, October 2021, 13, 19, 11083-, 1-17, (pp.12).

Током летње сезоне у узорку М23 забележено је 86 колонија (еквивалентно 9 CFU/cm²) од којих доминира врста *Ericosium nigrum* (4) и остало су бактерије (82). У узорку М34 идентификован је знатно већи број колонија него у узорку М23. Избројано је 514 колонија (еквивалентно 51 CFU/cm²) од којих је идентификован један таксон из рода *Micor*, а остало су биле бактерије (513), (Табела 32).

Табела 32. Гљиве изоловане из испитиваних мозаика узорковањем стерилним брисевима – лето, (Извор: др Жељко Савковић).

МЕТОДА: СТЕРИЛНИ БРИС	ЛЕТЊА СЕЗОНА			
Мозаик	Број колонија на петри кутији и изоловани таксони/микромицете		CFU/cm ² површине	степен контаминације
	Број колонија	Назив таксона и број		
М23	86	<i>Ericosium nigrum</i> 4	9	релативно чист
		Бактерије 82		
М34	514	<i>Micor sp.</i> 1	51	високо контаминиран
		Бактерије 513		

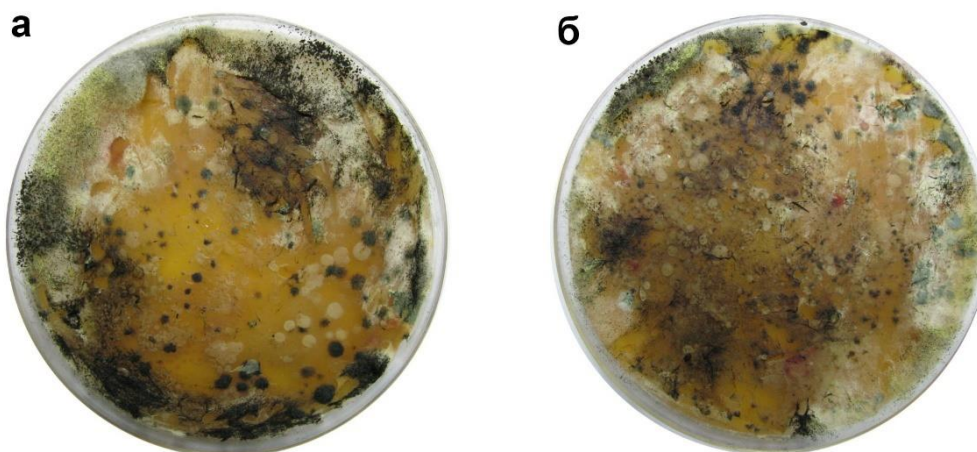


Слика 153. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату - летња сезона: а) мозаик М23; б) мозаик М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Током јесењег периода забележен је највећи број колонија у узорцима брисева током све четири сезоне (Табела 33). У оба узорка (М23 и М34) забележено је више од 600 колонија (>60 CFU/cm²). Идентификоване су врсте гљива из родова: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Rhizopus* и *Cladosporium* у оба узорка бриса. Може се претпоставити да су највећој микробиолошкој контаминацији мозаика М23 и М34 у јесењој сезони допринели земљани радови на локалитету и откопавање мозаика са оригиналном античком подлогом који се налази у непосредној близини мозаика М23.

Табела 33. Гљиве изоловане из испитиваних мозаика узорковањем стерилним брисевима – јесен, (Извор: др Жељко Савковић).

МЕТОДА: СТЕРИЛНИ БРИС		ЈЕСЕЊА СЕЗОНА			
Мозаик	Број колонија на петри кутији и изоловани таксони/микромицете		CFU/cm ² површине	степен контаминације	
	Број колонија	Назив таксона и број			
М23	>600	<i>Penicillium spp.</i>	6	>60	високо контаминиран
		<i>Aspergillus niger</i>	1		
		<i>Trichoderma sp.</i>	1		
		<i>Rhizopus sp.</i>	1		
		<i>Cladosporium spp.</i>	100		
		Бактерије	491		
М34	>600	<i>Penicillium spp.</i>	26	>60	високо контаминиран
		<i>Aspergillus niger</i>	2		
		<i>Trichoderma spp.</i>	2		
		<i>Rhizopus sp.</i>	1		
		<i>Cladosporium spp.</i>	400		
		Бактерије	169		

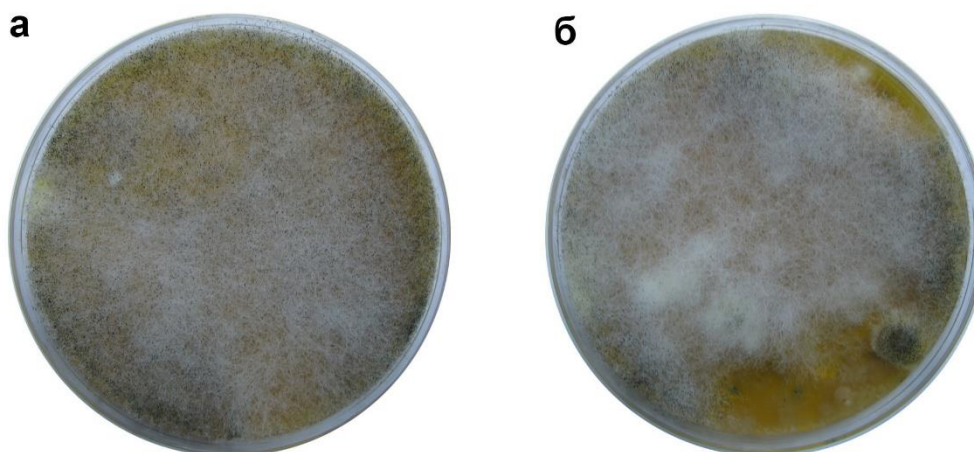


Слика 154. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату - јесења сезона: а) мозаик М23 б) мозаик М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Током зимске сезоне изолован је знатно мањи број микроорганизама са оба мозаика (М23 и М34) него током јесење сезоне (Табела 34). То је још један од показатеља да је висока контаминација мозаика у јесењој сезони последица радова на локалитету. У узорку М23 избројано је 108 колонија (11 CFU/cm²). Посматрањем микроскопских препарата светлосним микроскопом идентификоване су врсте гљива из рода *Rhizopus*, а остале колоније су чиниле бактерије (105). Са мозаика М34 изоловано је 246 микроорганизама (25 CFU/cm²) од чега су бактерије биле најбројиније. Установљено је присуство врста родова *Rhizopus* и *Aspergillus*. Поред детектованих таксона из узорка узетих стерилним брисом било је и оних који нису идентификовани због одсуства репродуктивних структура – *Mycelia sterilia*.

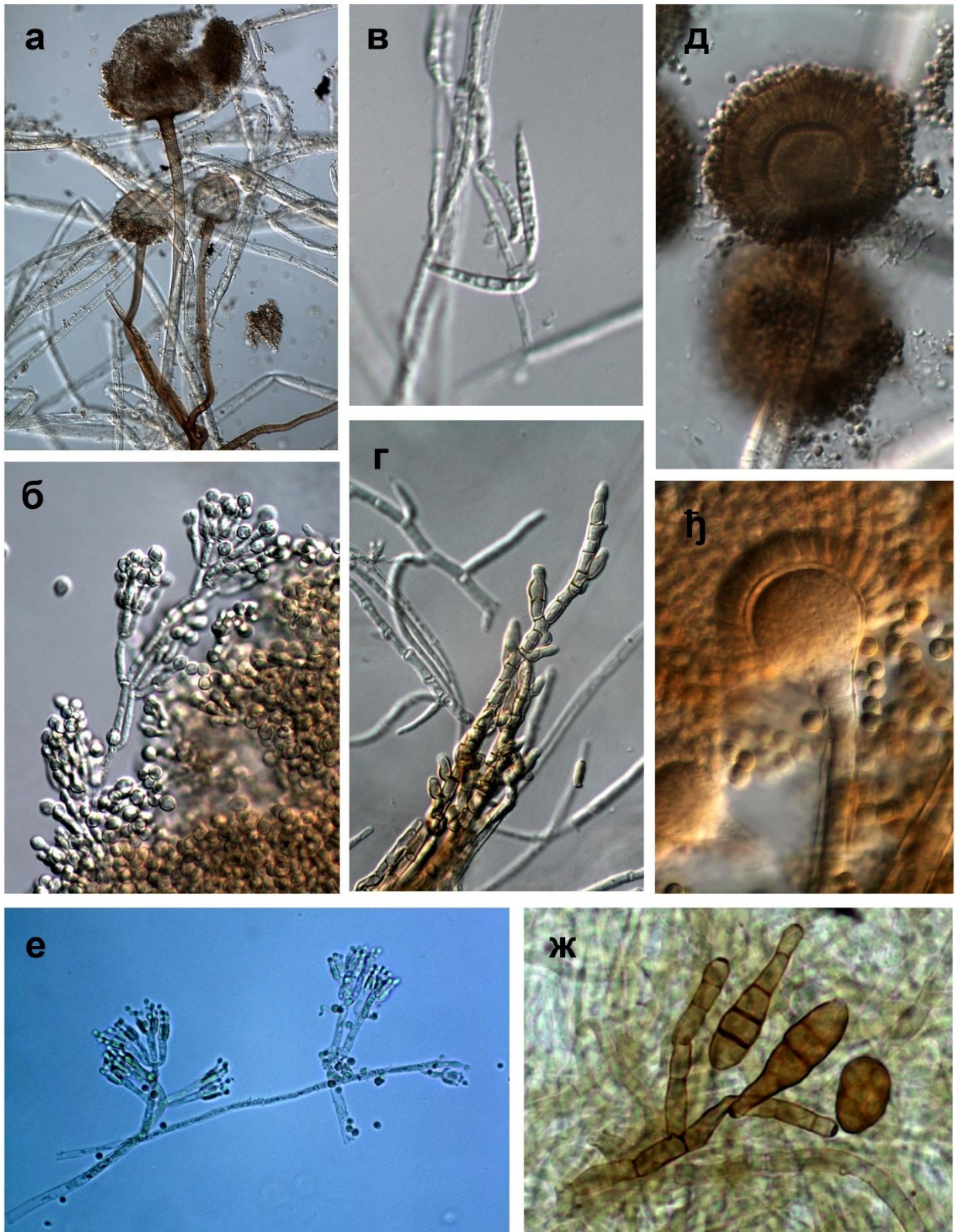
Табела 34. Гљиве изоловане са испитиваних мозаика узорковањем стерилним брисевима – зима, (Извор: др Жељко Савковић).

МЕТОДА: СТЕРИЛНИ БРИС	ЗИМСКА СЕЗОНА			
Мозаик	Број колонија на петри кутији и изоловани таксони/микромицете		CFU/cm ² површине	степен контаминације
	Број колонија	Назив таксона и број		
М23	108	<i>Rhizopus sp.</i> 1	11	умерено контаминиран
		<i>Mycelia sterilia</i> 2		
		Бактерије 105		
М34	246	<i>Rhizopus sp.</i> 1	25	високо контаминиран
		<i>Aspergillus niger</i> 2		
		<i>Mycelia sterilia</i> 3		
		Бактерије 240		



Слика 155. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату - зимска сезона: а) мозаик М23 и б) мозаик М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Микромицете изоловане методом стерилног бриса са површине испитиваних мозаика приказане су на **Слика 156**.



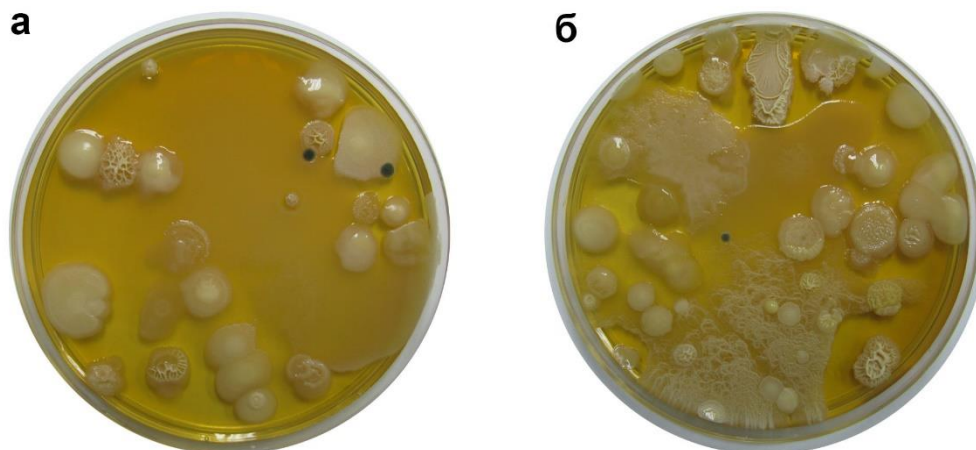
Слика 156. Микромицете изоловане методом стерилног бриса са површине испитиваних мозаика: а) *Rhizopus* sp., б) *Scopulariopsis brevicaulis*, в) *Fusarium* sp. г) *Cladosporium like* изолат д) *Aspergillus niger*, ђ) *A. flavus*, е) *Penicillium* sp., ж) *Alternaria* sp. (Извор: др Жељко Савковић).

8.3.4. Квантитативна и квалитативна заступљеност пропагула микроорганизама у ваздуху

Аеробиолошко узорковање током пролећног периода је показало 1572 CFU/m³ на месту узорковања поред мозаика М23 и 2883 CFU/m³ поред мозаика М34 (**Табела 35**). Посматрањем микроскопских препарата установљено је да већина CFU/m³ припадала бактеријама, а документовано је само неколико колонија *Cladosporium* spp.

Табела 35. Гљиве изоловане из ваздуха код мозаика М23 и М34 током пролећа, (Извор: др Жељко Савковић).

МЕТОДА: УЗОРКОВАЊЕ ВАЗДУХА УЗОРКИВАЧЕМ	ПРОЛЕЋНА СЕЗОНА			
	Мозаик	Број колонија на петри кутији и изоловани таксони/микромицете		CFU/m ³ ваздуха
		Број колонија	Назив таксона и број	
М23	30	<i>Cladosporium</i> sp.	2	1572
		Бактерије	28	
М34	55	<i>Cladosporium</i> sp.	1	2883
		Бактерије	54	

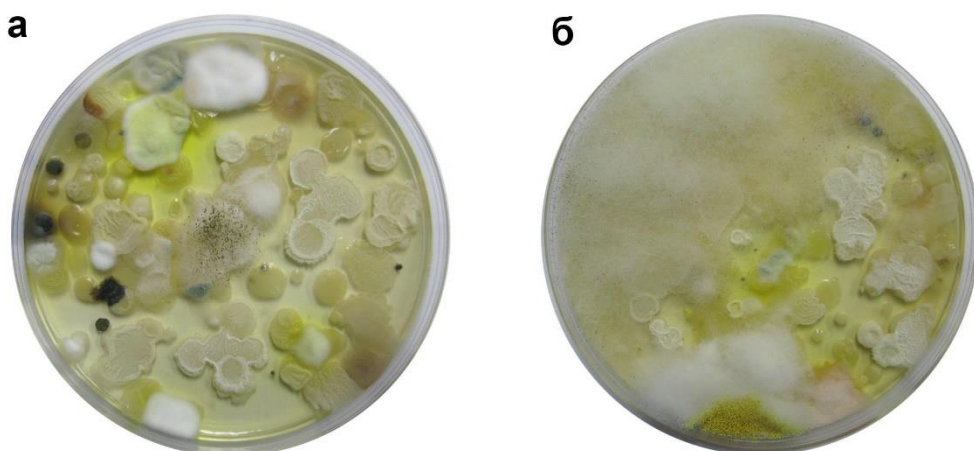


Слика 157. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату – пролећна сезона: а) Узоркован ваздух код мозаика М23 и б) мозаика М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Током летње сезоне установљен је пораст концентрације фунгалних пропагула у ваздуху код обе узороковане позиције. Код мозаика М23 контаминација је износила 1960 CFU/m³ ваздуха, док је код мозаика М34 била 3260 CFU/m³ ваздуха (**Табела 36**). Узорковањем ваздуха код мозаика М23 установљено је 17 изолата филаментозних гљива из 4 рода (7 *Talaromyces* spp., 3 *Penicillium* spp., 6 *Cladosporium* spp., 1 *Aspergillus niger*) и бактерије. Код мозаика М34 забележена је нешто већа концентрација пропагула у ваздуху, при чему такође доминирају бактерије. Што се тиче гљива идентификовано је 9 изолата из 5 родова (2 *Aspergillus melleus*, 1 *Fusarium* sp., 1 *Mucor* sp., 3 *Cladosporium* sp. и 2 *Penicillium* spp.).

Табела 36. Гљиве изоловане из ваздуха код мозаика М23 и М34 током лета, (Извор: др Жељко Савковић).

МЕТОДА: УЗОРКОВАЊЕ ВАЗДУХА УЗОРКИВАЧЕМ	ЛЕТЊА СЕЗОНА			
Мозаик	Број колонија на петри кутији и изоловани таксони/микромлицете		CFU/m ³ ваздуха	
	Број колонија	Назив таксона и број		
М23	130	<i>Talaromyces</i> spp.	7	1960
		<i>Penicillium</i> spp.	3	
		<i>Cladosporium</i> spp.	6	
		<i>Aspergillus niger</i>	1	
		Квасци и бактерије	113	
М34	170	<i>Aspergillus melleus</i>	2	3260
		<i>Fusarium</i> sp.	1	
		<i>Mucor</i> sp.	1	
		<i>Cladosporium</i> sp.	3	
		<i>Penicillium</i> spp.	2	
		Бактерије	161	

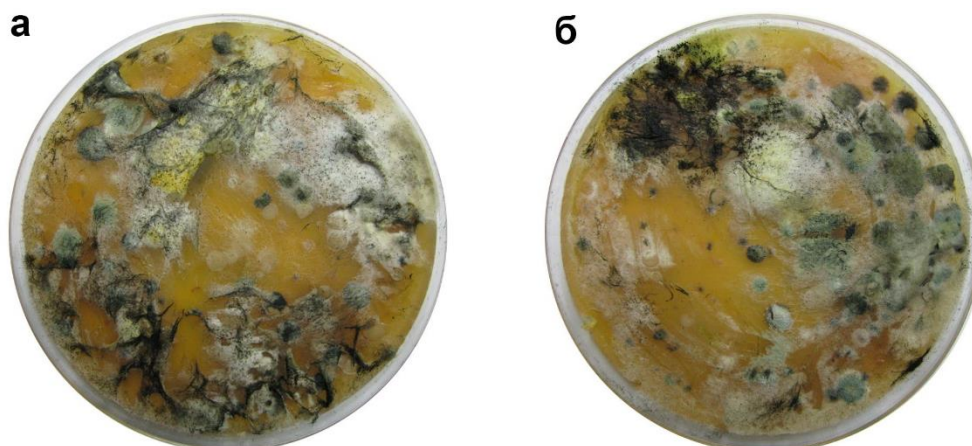


Слика 158. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату – летња сезона: а) Узоркован ваздух код мозаика М23 и б) мозаика М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Узорковањем ваздуха током јесењег периода установљен је пораст пропагула у ваздуху узоркованог код мозаика М23, у односу на претходну сезону, док је код мозаика М34 забележен занемарљив пад. Концентрација пропагула у ваздуху на позицији мозаика М23 износила је 2930 CFU/m³ ваздуха, док је код мозаика М34 била 2710 CFU/m³ (Табела 37). Са друге стране, из узорка ваздуха код мозаика М23 идентификовано је 50 изолата гљива, припадника 4 рода: 2 *Aspergillus niger*, 11 *Penicillium* spp., 46 *Cladosporium* spp., 1 *Rhizopus* sp. Узорковање ваздуха код мозаика М34 током јесење сезоне показало је такође високу концентрацију пропагула микромлицета у ваздуху. У узорку је константовано 156 колонија од којих је након посматрања светлосним микроскопом идентификовано 46 гљива из 5 родова: 5 *Penicillium* spp., 2 *Aspergillus* spp., 2 *Alternaria* spp., 1 *Rhizopus* sp. и 36 *Cladosporium* spp.

Табела 37. Гљиве изоловане из ваздуха код мозаика М23 и М34 током јесени, (Извор: др Жељко Савковић).

МЕТОДА: УЗОРКОВАЊЕ ВАЗДУХА УЗОРКИВАЧЕМ	ЈЕСЕЊА СЕЗОНА			
Мозаик	Број колонија на петри кутији и изоловани таксони/микромицете		CFU/m ³ ваздуха	
	Број колонија	Назив таксона и број		
М23	162	<i>Aspergillus niger</i>	2	2930
		<i>Penicillium spp.</i>	11	
		<i>Cladosporium spp.</i>	46	
		<i>Rhizopus sp.</i>	1	
		Бактерије	102	
М34	156	<i>Penicillium spp.</i>	5	2710
		<i>Aspergillus spp.</i>	2	
		<i>Alternaria spp.</i>	2	
		<i>Rhizopus sp.</i>	1	
		<i>Cladosporium spp.</i>	36	
		Бактерије	110	

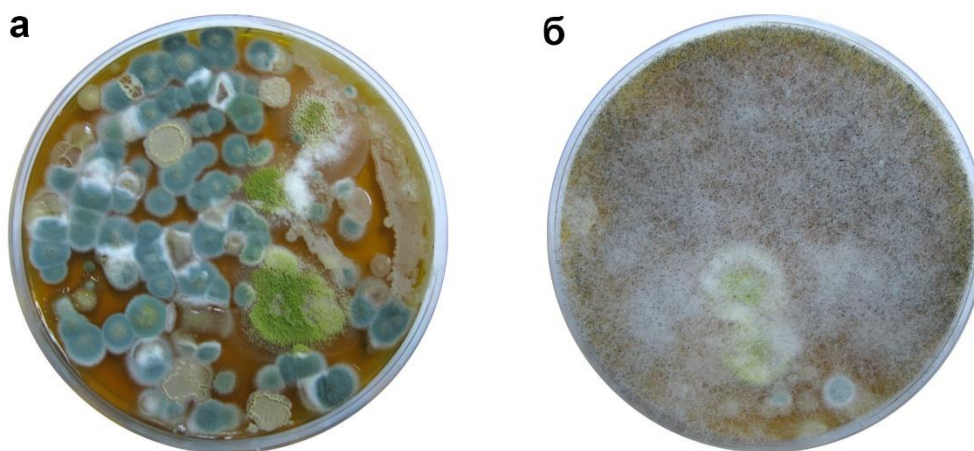


Слика 159. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату – јесења сезона: а) Узоркован ваздух код мозаика М23 и б) мозаика М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Током зимске сезоне измерена концентрација пропгула у ваздуху код мозаика М23 је износила 2340 CFU/m³, док је код мозаика М34 била 1990 CFU/m³ (Табела 38). У узорку М23 је идентификовано чак 99 фунгалних изолата из 2 рода: 4 *Aspergillus flavus*, 77 *Penicillium chrysogenum*, 9 *Mycelia sterilia*, остало су биле бактерије. У узорку М34 документована је 131 колонија, од којих је највише било бактерија и 10 фунгалних изолата из 3 рода: 2 *Aspergillus flavus*, 1 *Rhizopus sp.*, 2 *Penicillium spp.*, и 5 *Mycelia sterilia* које због одсуства репродуктивних структура нису идентификоване.

Табела 38. Гљиве изоловане из ваздуха код мозаика М23 и М34 током зиме, (Извор: др Жељко Савковић).

МЕТОДА: УЗОРКОВАЊЕ ВАЗДУХА УЗОРКИВАЧЕМ	ЗИМСКА СЕЗОНА		
Мозаик	Број колонија на петри кутији и изоловани таксони/микромицете		CFU/m ³ ваздуха
	Број колонија	Назив таксона и број	
М23	144	<i>Aspergillus flavus</i> 4	2340
		<i>Penicillium chrysogenum</i> 77	
		<i>Mycelia sterilia</i> 9	
		Бактерије 54	
М34	131	<i>Aspergillus flavus</i> 2	1990
		<i>Rhizopus</i> sp. 1	
		<i>Penicillium</i> spp. 2	
		<i>Mycelia sterilia</i> 5	
		Бактерије 121	



Слика 160. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату – зимска сезона: а) Узоркован ваздух код мозаика М23 и б) мозаика М34, (Извор: др Жељко Савковић).

8.3.5. Присуство растворљивих соли

На основу прочитаних вредности присуства растворљивих соли на мозаику М23 може се констатовати да су нитрати (10-25 mg/l), сулфати (800 mg/l) и хлориди (0-500 mg/l) присутни код обе позиције узорковања на површини мозаика (**Табела 39**). У кречном малтеру, односно у зазору између тесера идентификовани су само сулфати, док су нитрати и хлориди били испод границе детекције. На обе позиције узорковања на површини мозаика прочитано је присуство 800 mg/l сулфата, док је у кречном слоју у зазору између тесера прочитано у распону вредности више категорије, од 800-1200 mg/l. Имајући у виду да је мозаик М23 реконзервиран 2020. године постоји могућност да процес карбонизације није био завршен у тренутку узорковања⁶⁰⁴ (новембар 2021.) и да је промена обојења трака за мерење присуства сулфата настала услед рН вредности изнад 8⁶⁰⁵, тако да можда сулфати нису ни присутни на/у мозаику. Применом других прецизнијих метода попут XRF анализе и јонске хроматографије могу се отклонити сумње око присуства сулфата, као и других врста растворљивих соли.⁶⁰⁶

Табела 39. Присуство растворних соли на мозаику М23, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

ЗОНА	НИТРАТИ NO ³⁻ [mg/l]	СУЛФАТИ SO ₄ ²⁻ [mg/l]	ХЛОРИДИ Cl ⁻ [mg/l]
П23_1	10-25	800	0-500
П23_2	10-25	800	0-500
П23_3	испод границе детекције	800-1200	испод границе детекције

На мозаику М34 нитрати нису детектовани на површини мозаика, већ само у мозаику (25-50 mg/l). Сулфати су детектовани на свим мерним позицијама, док је највеће присуство забележено у слоју цементног малтера у мозаику. У овом случају сулфати сигурно постоје јер је мозаик конзервиран 70-тих година прошлог века применом цементног малтера, а сулфати су његови продукти. Хлориди су идентификовани на површини мозаика (0-500 mg/l), док су у мозаику били испод границе детекције (**Табела 40**).

Табела 40. Присуство растворних соли на мозаику М34, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

ЗОНА	НИТРАТИ NO ³⁻ [mg/l]	СУЛФАТИ SO ₄ ²⁻ [mg/l]	ХЛОРИДИ Cl ⁻ [mg/l]
П34_1	0	400	0-500
П34_2	0	400-800	0-500
П34_3	25-50	400-1200	испод границе детекције

⁶⁰⁴ Карбонизација кречних малтера може трајати годинама. Видети више у: J. Lanas et al., "Mechanical Properties of Masonry Repair Dolomitic Lime-Based Mortars," *Cement and Concrete Research* 36, no. 5 (2006): pp. 951-960, (954), doi:10.1016/j.cemconres.2005.10.004;

⁶⁰⁵ Снежана Вучегић и Јања Раногајец, *Методологија испитивања историјских малтера* (Нови Сад, Република Србија: Технолошки факултет Нови Сад, 2022), стр. 77.

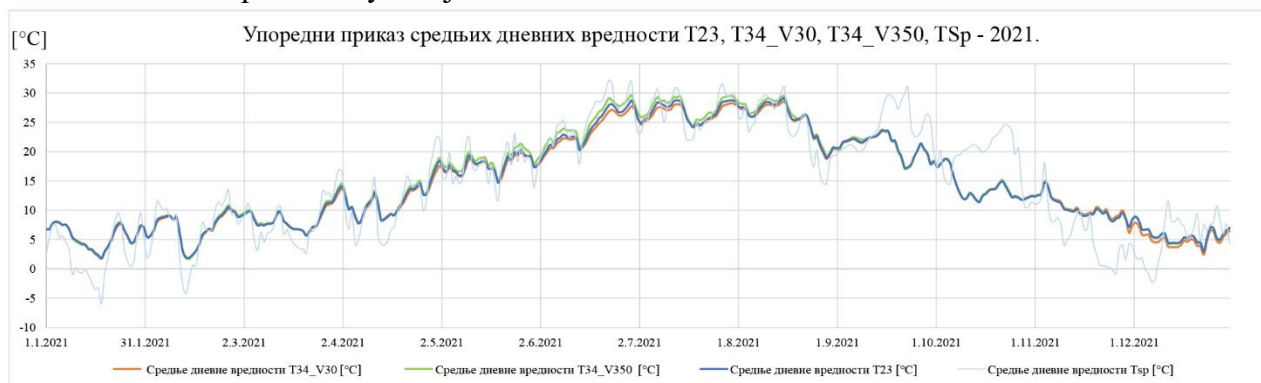
⁶⁰⁶ Исто.

8.4. Упоредна анализа и евалуација резултата реализованих испитивања *in situ*

8.4.1. Упоредна анализа резултата микроклиматског мониторинга

Након анализе података и приказа резултата за сваку позицију мерења понаособ, извршена је упоредна анализа параметара микроклиме. Упоредна анализа резултата једногодишњег микроклиматског мониторинга свих мерних позиција извршена је праћењем линија трендова на годишњем, сезонском и месечном нивоу, као и на основу средњих годишњих, сезонских и месечних вредности параметара микроклиме T , RH и SH . Спољашња микроклима је референтна вредност у односу на коју се пореде и тумаче амбијентални услови. Фокус је на унутрашњим позицијама како би се установио микроклиматски режим у Визиторском центру Царске палате и испитао утицај микроклиматских параметара на мозаике $M23$ и $M34$ кроз процесе које иницирају. Микроклиматски режим у Царској палати еволуиран је у односу на постојеће препоруке и смернице за микроклиматске услове музејских збирки обрађених у поглављу 6. са фокусом на термохигрометријске опсеге и дозвољене осцилације за очување мозаика.

Микроклима у објекту зависи од спољних утицаја. Спољашња и унутрашња микроклима објекта представљају два термодинамичка система која теже да се изједначе, односно да буду у равнотежи. На упоредним графиконима свих мерних позиција, унутрашњих и спољашњих, средњих дневних вредности T (*Слика 161*), RH (*Слика 162*) и SH (*Слика 163*) током 2021. године може се установити да ли вредности микроклиматских параметара у унутрашњем простору прате тренд кретања спољашњих параметара. Уколико је систем у равнотежи биле би једнаке или приближно исте средње годишње вредности T , RH и SH унутар и изван Царске палате (*Слика 164*). Оваква ситуација је присутна код температурних вредности. Ако се упореде средње годишње унутрашње вредности $T23$, $T34_V30$, $T34_V350$ и спољашња T_{sp} може се установити да су готово идентичне (*Слика 164, а*). Такође, на графикону (*Слика 161*) се може видети да се промене спољашњих вредности T_{sp} манифестују након одређеног временског интервала на унутрашње вредности T , што значи да температура у објекту зависи од спољашњих термичких утицаја.



Слика 161. Упоредни приказ средњих дневних вредности $T23$, $T34_V30$, $T34V3450$ и T_{sp} током 2021. године, (Извор: Аутор).

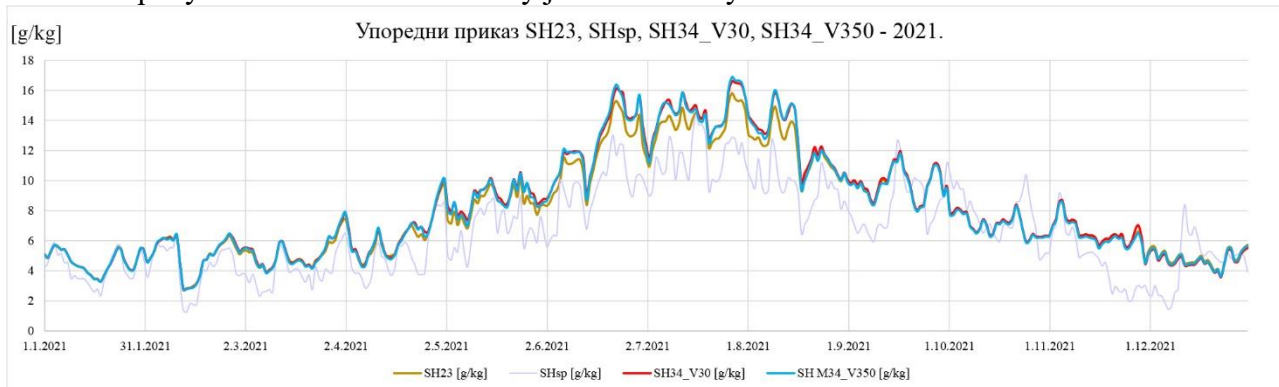
Међутим, код вредности релативне влажности ваздуха долази до одступања. Средње дневне вредности RH унутрашњег простора готово читаву годину су константно веће од средњих дневних вредности RH у спољашњем простору, при чему је изузетак само месец јануар (*Слика 162*). Такође, то се може видети на упоредном приказу средњих годишњих вредности RH где су код свих унутрашњих мерних позиција вредности веће од средње годишње спољашње вредности (*Слика 164, б*). То указује да је равнотежа система нарушена, односно да постоји прилив воде/влаге у објекту. Овај феномен је карактеристичан за објекте који немају плочу на тлу и који нису хидроизоловани при чему константно постоји капиларни прилив воде/влаге из земљишта и отпаривање. Такође, узрок постојања већих вредности RH у Визиторском центру

Царске палате него у спољашњем простору готово читаве године јесте недовољна измена ваздуха.

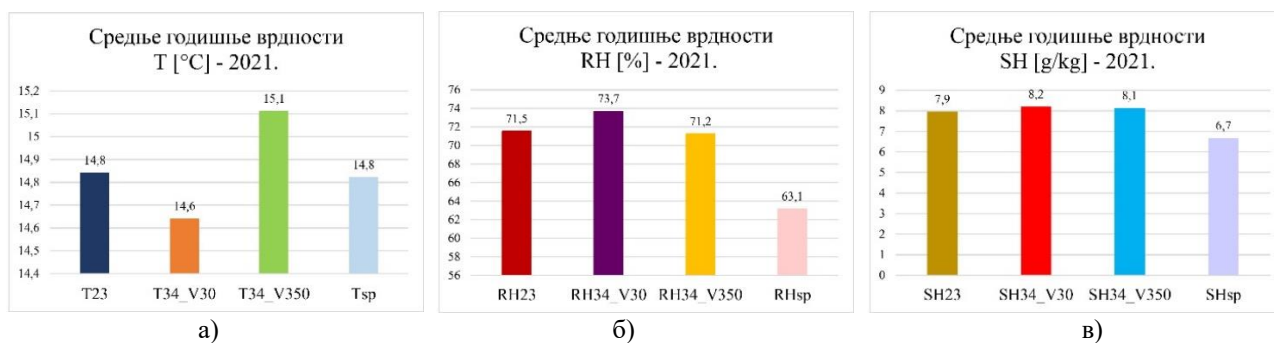


Слика 162. Упоредни приказ средњих дневних вредности RH23, RH34_V30, RH34V350 и RHsp током 2021. године, (Извор: Аутор).

Иста је ситуација када је у питању специфична влажност SH. Вредности средњих дневних SH у унутрашњем простору не прате тренд кретања SH у спољашњој средини, већ су готово у континуитету веће унутрашње вредности од спољашњих, скоро читаве године (изузетак је само октобар). То се може сагледати и на упоредном графикону где су приказани трендови средњих дневних унутрашњих и спољашњих вредности SH (Слика 163) за период мерења од годину дана, као и на упоредним приказима очитавања SH на сезонском (Прилог 26) и месечном нивоу (Прилог 27). Такође, спољашње средње годишње вредности SH, су мање од унутрашњих што указује да постоји извор влаге/воде унутар објекта (Слика 164, в). На пример то може бити капиларно влажење из земље, отпаривање са тла, из зидова, затим приликом прилива воде услед прокишњавања објекта. Све ове појаве су идентификоване у Царској палати. Присуство зелених алги на тлу је показатељ услова повећане влажности.



Слика 163. Упоредни приказ средњих дневних вредности SH23, SH34_V30, SH34V350 и SHsp током 2021. године, (Извор: Аутор).



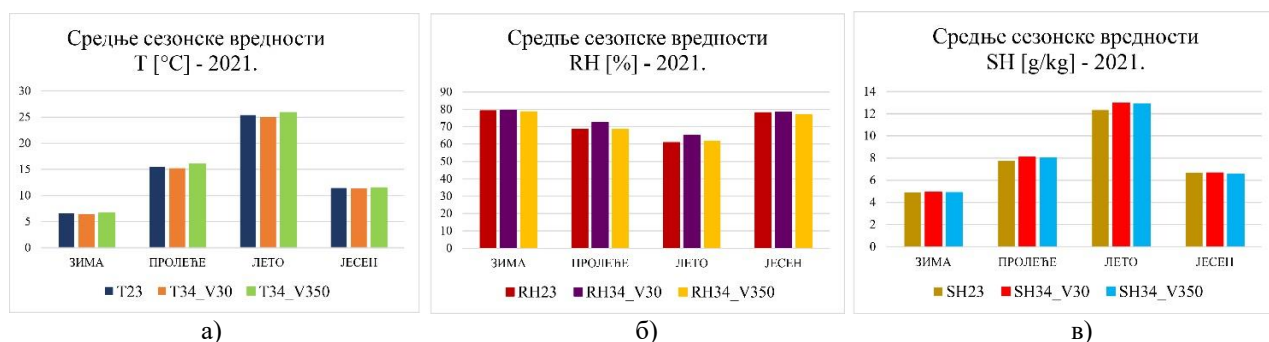
Слика 164. Упоредни приказ средњих годишњих вредности а) T, б) RH, в) SH на свим мерним позицијама, (Извор: Аутор).

Упоредни приказ резултата очитаваних са унутрашњих позиција М23, М34_V30 и М34_V350 изложени су за сваки параметар понаособ Т, RH и SH. Упоређивани су резултати очитавани на позицији М23 и М34_V30, као и резултати очитани на позицијама М34_V30 и М34_V350, како би се установио вертикални градијент поменутих параметара. Ако се упореде вредности температуре ваздуха мерене на позицијама М23 и М34_V30 може се закључити да су приближно исте, што потврђују средње годишње вредности Т23 и Т34_V30 (*Слика 164, а*). Међутим, уколико се детаљније погледају линије трендова средњих дневних вредности на годишњем нивоу (*Слика 161*), као и очитавања на сезонском и месечном нивоу (*Прилог 22* и *Прилог 23*) може се уочити да су незнатно ниже вредности Т34_V30 у односу на Т23 у појединим периодима године. То потврђују средње сезонске вредности (*Слика 165, а*) као и средње месечне вредности Т (*Слика 166*) где су вредности Т34_V30 ниже од Т23 током свих месеци за 0,1 до 0,7 °С. То се може објаснити међусобном условношћу температуре и релативне влажности ваздуха, односно да када нпр. релативна влажност ваздуха расте температура опада и обрнуто. У складу са тим је чињеница да средње годишње вредности RH34_V30 имају већу вредност од RH23 за 2,2% (*Слика 164, б*), а средње месечне вредности за 0,1-5,7% током целог периода праћења (*Слика 167*). Мозаик М34_V30 се налази на нижој апсолутној коти од мозаика М23 и конзервиран је на цементној подлози *in situ*, за разлику од мозаика М23 који је одигнут од тла и постављен је на потконструкцију и алвеоларне саћасте панеле чиме је спречен капиларни прилив воде/влаге одоздо. Сходно томе, интензивније је отпаривање са мозаика М34_V30 што се манифестује кроз веће вредности RH34V30, а тиме су вредности Т34_V30 ниже. Вредности SH34_V30 и SH23 су једнаке током зимске и јесење сезоне, док су током пролећа и лета веће вредности SH34_V30 (*Слика 165, в*). Са повећањем температуре, долази до процеса исушивања уколико постоји прилив воде/влаге у објекту.

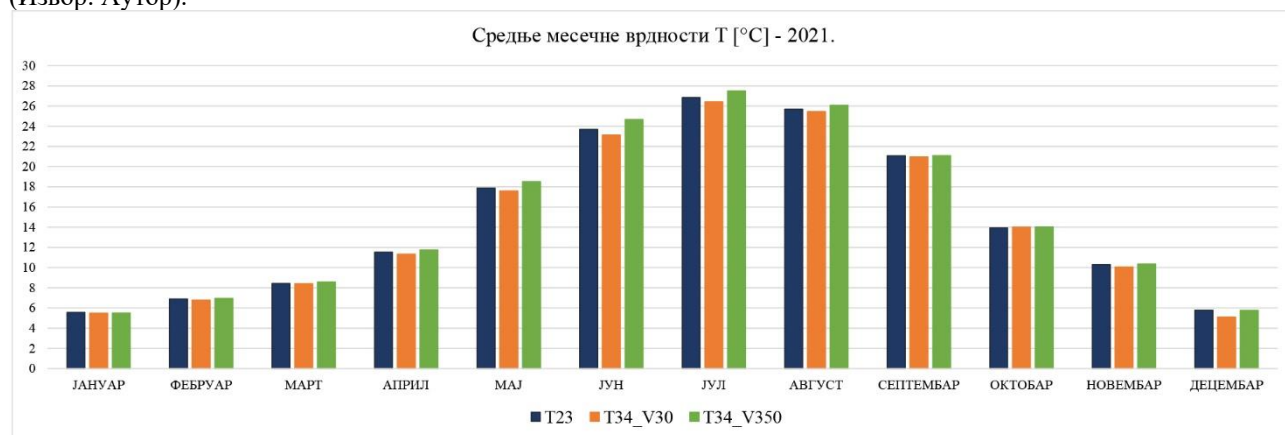
Поред праћења микроклиматских параметара на 30 cm од мозаика М23 и М34, постављен је још један дата логер М34V350 на висини 350 cm од мозаика М34, како би се установио вертикални градијент температуре и релативне влажности у простору Царске палате. Резултати су показали да је средња годишња вредност Т34_V350 већа за 0,5 °С од Т34_V30 (*Слика 164, а*). Средње сезонске вредности Т34_V30 и Т34_V350 то такође указују (*Слика 165, а*), као и средње месечне вредности, где се вертикална разлика, односно вертикални градијент између Т34_V30 и Т34_V350 креће од 0 °С у јануару до 1,6 °С у јуну (*Слика 166*). Што се тиче релативне влажности ваздуха, супротно од температуре, установљено је да је годишња средња вредност RH34_V30 већа од RH34_V350 за 2,5% (*Слика 164, б*), док су средње месечне вредности RH34_V30 веће од RH34_V350 и то у распону од 0,1% у јануару до 6,1% у јуну (*Слика 167*). Међутим, вертикални градијент Т и RH и међусобна условљеност ових параметара најбоље се може сагледати пратећи линије трендова на упоредним приказима очитавања Т и RH по сезонама (*Прилог 22* и *Прилог 24*), а још детаљније по месецима (*Прилог 23* и *Прилог 25*). Може се установити да са порастом спољашње температуре расте вертикални температурни градијент и тада је $T_{34_V350} > T_{34_V30}$, док током периода када је спољашња температура у паду онда је вредност Т34_V350 готово једнака Т34_V30. То се може видети на месечним упоредним приказима пратећи линије трендова Т34_V350 и Т34_V30, при чему се може закључити да вертикални температурни градијент варира у зависи од дневних циклуса, смене дана и ноћи. Пошто су Т и RH обрнуто пропорционалне, када је $T_{34V350} > T_{34V30}$, тада је $RH_{34_V350} < RH_{34_V30}$. Сходно свему претходно изнетом, вертикални температурни градијент у Визиторском центру Царске палате је такав да у топлијем периоду године температура расте од нижих ка вишим нивелетама објекта, док се у хладнијем периоду године температуре изједначавају. Разлог зашто је то тако налази се у карактеристикама самог објекта. Архитектонски остаци Царске палате са мозаичким подовима налазе се 3 m испод коте терена и саобраћајне инфраструктуре, тако да је објекат укопан, а земља је добар термички изолатор. Такође, фасада и кровна конструкција Визиторског центра нису термички изоловани тако да долази до топлотних губитака зими и топлотних добитака лети што се манифестује на вертикални температурни градијент. Топлао ваздух је лакши па се подиже на већу висину, за разлику од хладног који је тежи и остаје доле. Што се тиче специфичне

влажности ваздуха која је добијена на основу вредности T и RH, средње сезонске (Слика 165, в) и месечне вредности SH34_V30 су занемарљиво веће од SH34_V350 и то у топлијем делу године (Слика 168). Од априла до октобра, средње месечне вредности SH34_V30 су веће од SH34_V350 максимално до 0,2 g/kg.

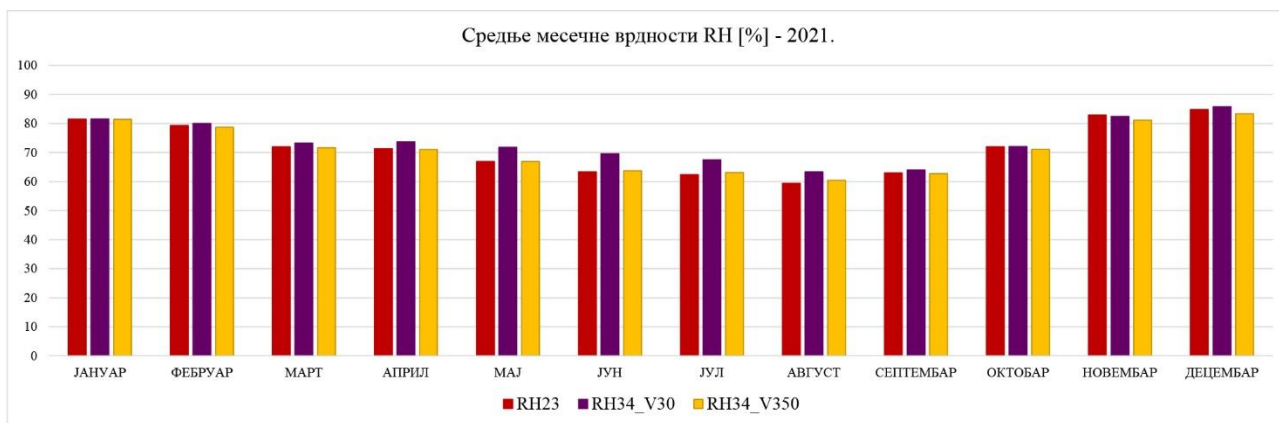
Након упоредне анализе унутрашњих позиција може се закључити да су вредности параметара T, RH и SH код позиција M23 и M34_V30 приближно исте, што је и оправдано имајући у виду да се ради о јединственом простору без просторних баријера, зидова. Међутим, у одређеним периодима године (интензивно од априла до августа) ниже су вредности T34_V30, а веће T23, док је са вредностима RH обрнута ситуација, сходно условљености ова два параметра. Такође, упоредном анализом резултата позиција M34_V30 и M34_V350 установљено је да постоји вертикални градијент, међусобна разлика вредности T и RH читаваних са ових позиција, при чему вредности T расту са порастом висине током топлијег дела године, док за RH важи супротно. Највеће разлике вертикалних градијента T и RH код позиција M34_V30 и M34_V350 су такође забележене у топлијем делу године (од априла до августа).



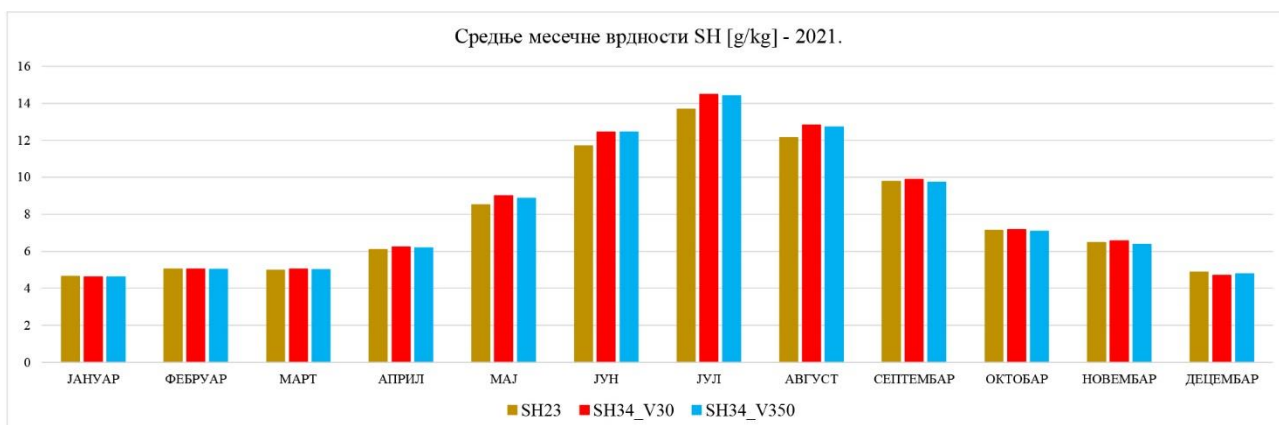
Слика 165. Упоредни приказ средњих сезонских вредности унутрашњих мерних позиција: а) T, б) RH, в) SH, (Извор: Аутор).



Слика 166. Упоредни приказ унутрашњих позиција: Средње месечне вредности T23, T34_V30 и T34_V350, (Извор: Аутор).



Слика 167. Упоредни приказ унутрашњих позиција: Средње месечне вредности RH23, RH34_V30 и RH34_V350, (Извор: Аутор).

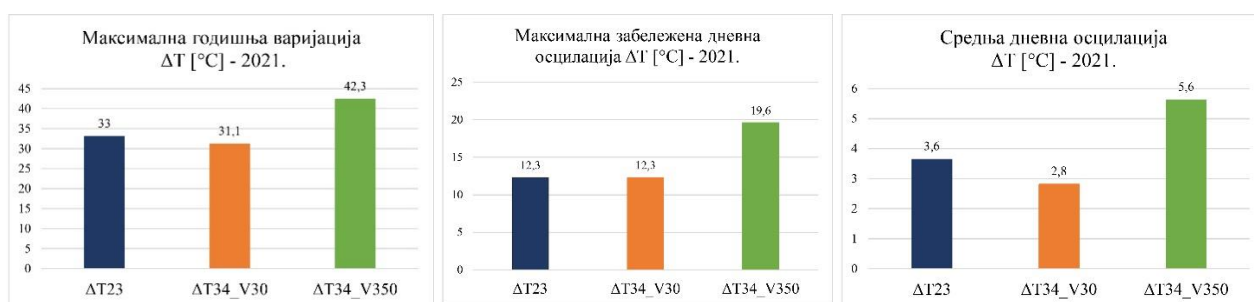


Слика 168. Упоредни приказ унутрашњих позиција: Средње месечне вредности SH23, SH34_V30 и SH34_V350, (Извор: Аутор).

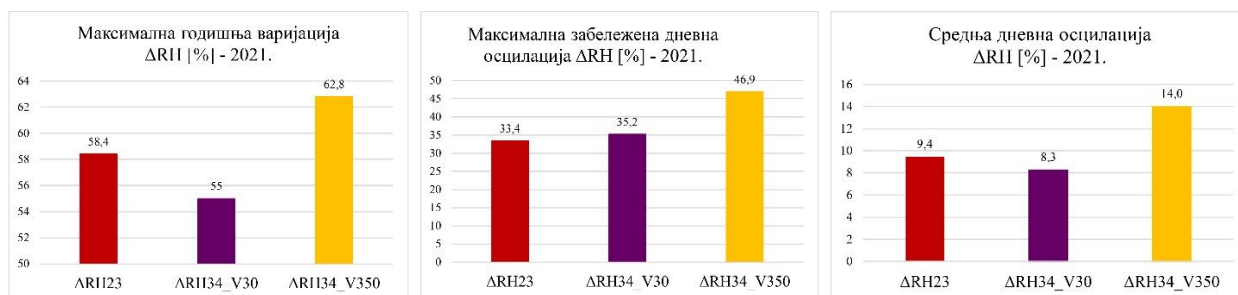
Упоредном анализом линија трендова T23, T34_V30, T34_V350 (*Прилог 23*) могу се уочити значајне дневне осцилације током већег дела године. Изузетак су месеци јануар, почетак фебруара и децембар током којих су дневне температурне осцилације занемарљиве. Код свих мерних позиција посебно су наглашене дневне осцилације у периоду од маја до октобра, а најинтензивније су код позиције дата логера M34_V350 где су у поподневним сатима забележене екстремне, максималне вредности од 42,6 °C. Пошто су температурни дневни пикови T34_V350 знатно већи од максималних дневних вредности температуре код других позиција (нпр. максимална дневна измерена вредност T23 је 33,5 °C, а T34_V30 је 31,5 °C), установљено је да до њих долази услед зрачења од прозора на западној страни. Осцилације температуре на дневном нивоу се манифестују на осцилације релативне влажности, тако да максималне, екстремне вредности T23, T34_V30, T34_V350 имплицирају минималне екстремне RH23, RH34_V30, RH34_V350 што се може видети на прилозима (*Прилог 23* и *Прилог 25*). У складу са претходно изнетим, а поредећи осцилације ΔT и ΔRH на свим унутрашњим позицијама, установљено је да су највише максималне годишње, максималне дневне и средње дневне осцилације забележене код позиције M34_V350 (*Слика 169* и *Слика 170*). Максималне дневне осцилације ΔT_{23} и ΔT_{34_V30} , забележене током периода праћења од годину дана су идентичне и износе 12,3 °C (*Слика 169, б*), а такође готово су идентичне и максималне дневне осцилације релативне влажности ΔRH_{23} (33,4%) и ΔRH_{34_V30} (35,2%) (*Слика 170, б*). Средња дневна осцилација ΔT_{23} (3,6 °C) за једногодишњи период праћења је нешто већа од ΔT_{34_V30} (2,8 °C), док је највећа ΔT_{34_V350} (5,6 °C) (*Слика 169, в*). Средње дневне осцилације ΔRH_{34_V350} (14%) такође су највеће, затим ΔRH_{23} (9,4%), док су ΔRH_{34_V30} (8,3%) најмање (*Слика 170, в*).

Средње и максималне дневне осцилације ΔT_{23} , ΔT_{34_V30} , ΔT_{34_V350} и ΔRH_{23} , ΔRH_{34_V30} , ΔRH_{34_V350} евалуиране су у односу на вредности које препоручују различите организације у циљу очувања материјалног културног наслеђа, а које су анализирани у **поднаслову 6.3**. Према UNI стандарду препоручене максималне дневне осцилације RH за мозаике ($\Delta RH = 10\%$) су прекорачене код обе позиције мерења (*Слика 170, б*).

Према ASHRAE стандарду класификације објеката сходно постојећим микроклиматским условима, вредности дневних осцилација температуре су прекорачене код свих мерних позиција за А категорију објеката $\Delta T = \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$, док је дозвољена максимална дневна осцилација температуре за Б категорију објеката ($\Delta T = \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$) била изнад задате вредности код све три позиције, као и средња дневна варијација код позиције M34_V350 (*Слика 169, б, в*). Максималне дневне осцилације ΔRH прекорачене су и за А ($\Delta RH = \pm 5\%$) и за Б ($\Delta RH = \pm 10\%$) категорију објеката *Слика 170, б*. Средње дневне осцилације ΔRH су биле прекорачене за А категорију објекта код свих позиција, док су дозвољене осцилације према Б категорији објекта биле испод дозвољене вредности код позиција M23 и M34_V30, док су код позиције M34_V350 прекорачене (*Слика 170, в*).

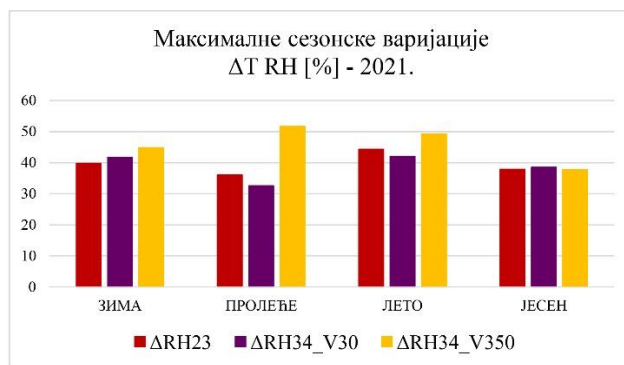
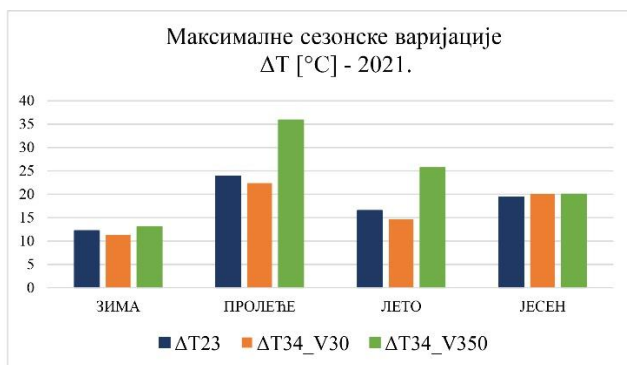


Слика 169. Температурне осцилације T23, T34_V30 и T34V350: а) Максимална годишња варијација; б) Максимална дневна осцилација; в) Средња дневна осцилација, (Извор: Аутор).

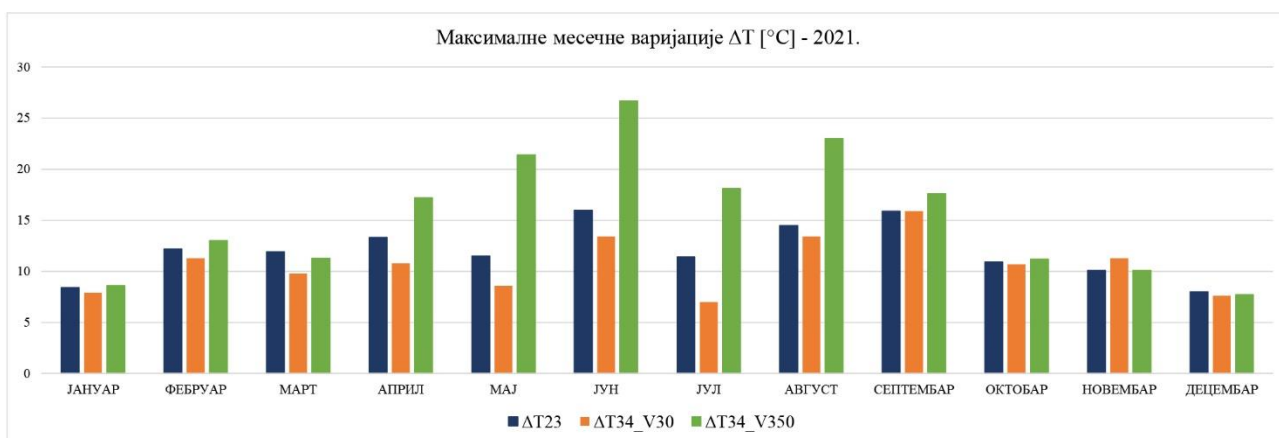


Слика 170. Осцилације релативне влажности ΔRH_{23} , ΔRH_{34_V30} и ΔRH_{34_V350} : а) Максимална годишња осцилација; б) Максимална дневна осцилација; в) Средња дневна осцилација, (Извор: Аутор).

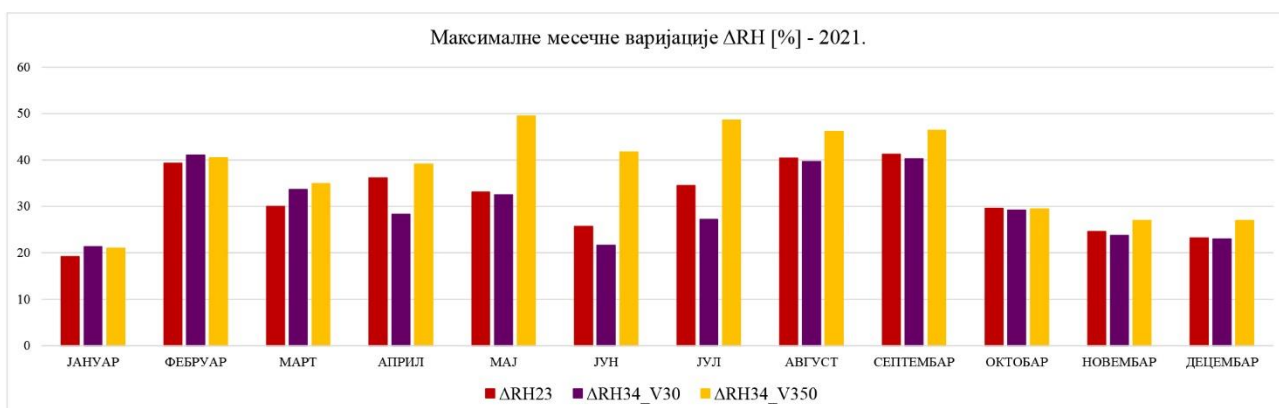
Највеће сезонске осцилације код свих позиција ΔT_{23} (23,9 °C), ΔT_{34_V30} (22,4 °C) и ΔT_{34_V350} (35,9 °C) забележене су у пролеће (*Слика 171, а*), док су највеће сезонске варијације ΔRH_{23} (35,9 °C) и ΔRH_{34_V30} (35,9 °C) биле у лето, а ΔRH_{34_V350} (35,9 °C) у пролеће (*Слика 171, б*). Највеће месечне осцилације ΔT_{34_V350} (26,7 °C) и ΔT_{23} (16 °C) биле су у јуну, а ΔT_{34_V30} у септембру (15,9 °C) *Слика 172*. Највећа месечна осцилација ΔRH_{34_V350} била је у мају (49,5%), док су ΔRH_{23} и ΔRH_{34_V30} биле највеће и приближно исте у фебруару ($\Delta RH_{23} = 39,3\%$ и $\Delta RH_{34_V30} = 41\%$), августу ($\Delta RH_{23} = 40,4\%$ и $\Delta RH_{34_V30} = 39,6\%$) и септембру ($\Delta RH_{23} = 41,2\%$ и $\Delta RH_{34_V30} = 40,3\%$) *Слика 173*.



Слика 171. Максималне сезонске осцилације: а) T23, T34_V30 и T34V350 и б) RH23, RH34_V30 и RH34V350, (Извор: Аутор).

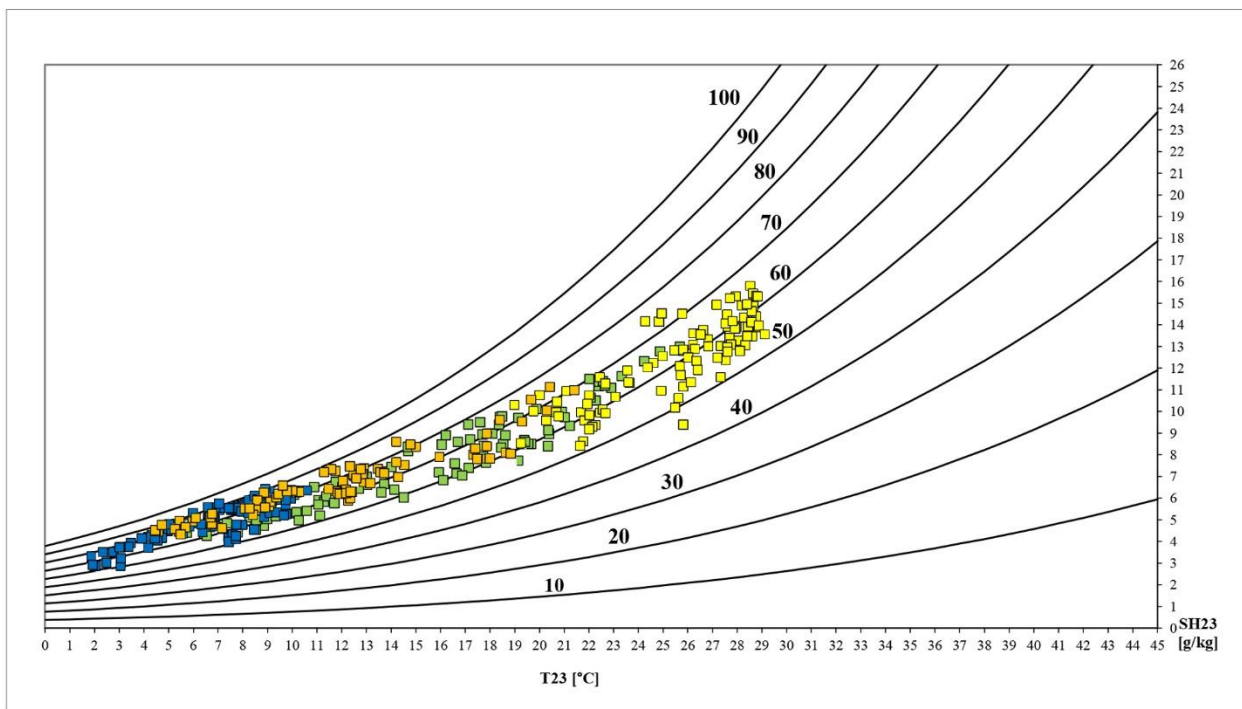


Слика 172. Максималне месечне осцилације T23, T34_V30 и T34V350, (Извор: Аутор).

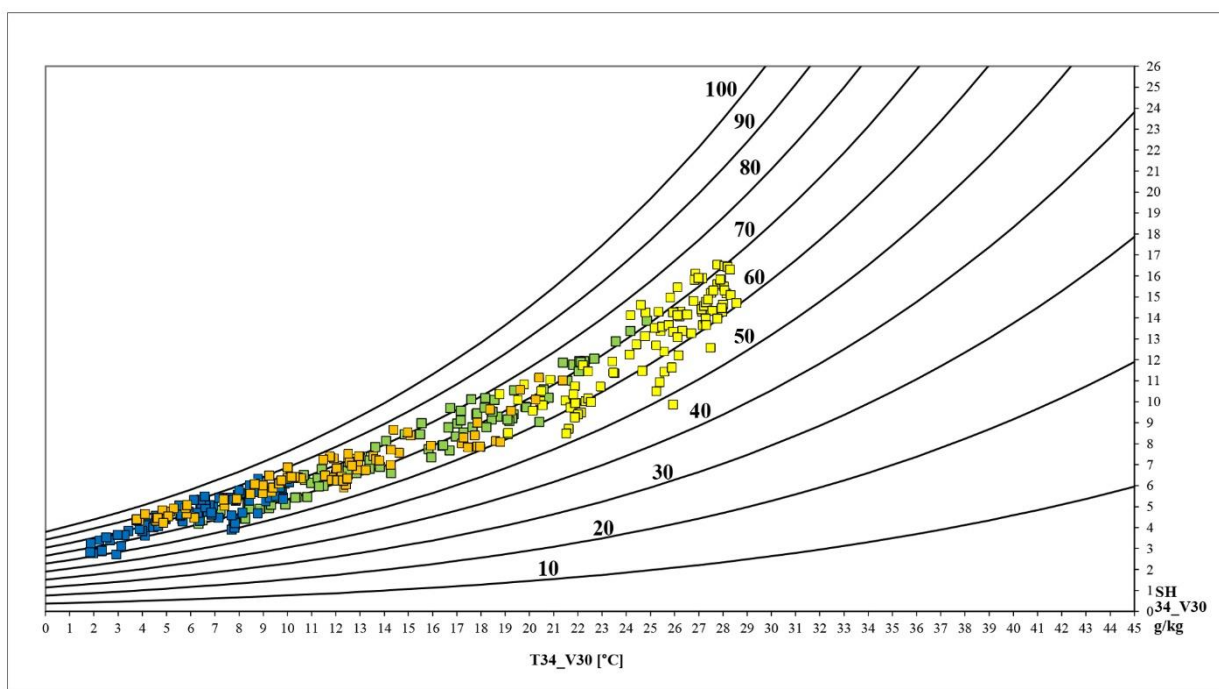


Слика 173. Максималне месечне осцилације RH23, RH34_V30 и RH34V350, (Извор: Аутор).

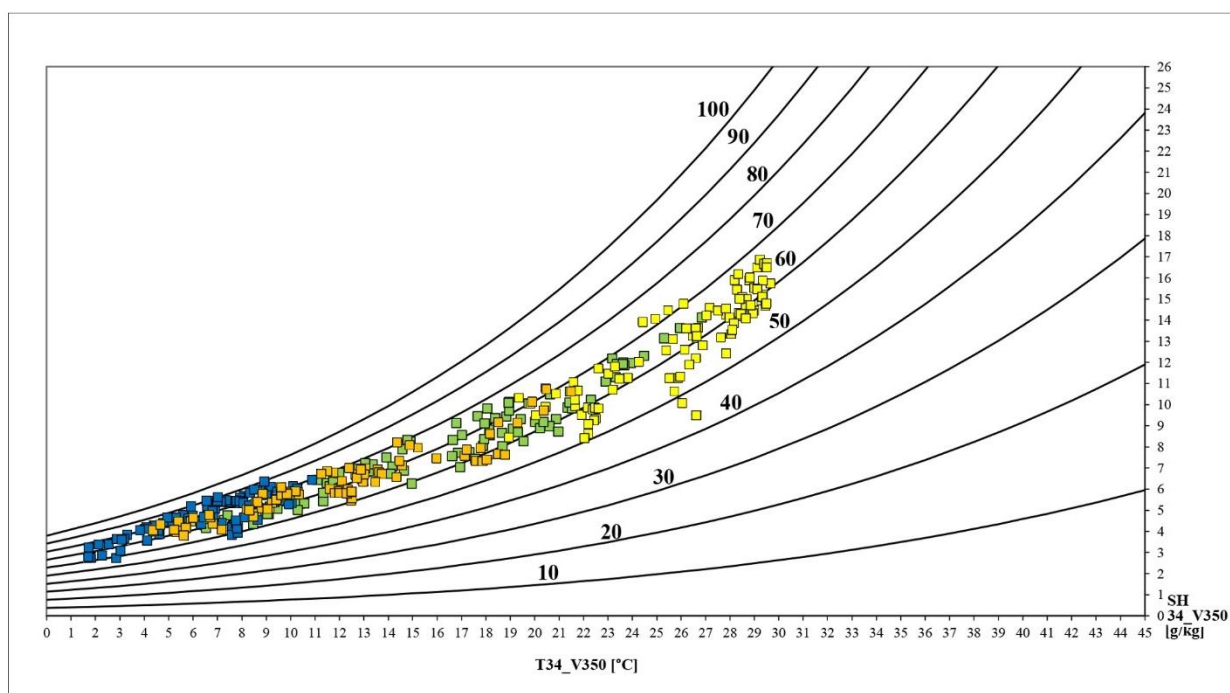
На Молијеровом, психрометријском дијаграму, дат је дисперзивни приказ средњих дневних вредности релативне влажности и темпаратуре током 2021. године за све три унутрашње позиције мерења (Слика 174, Слика 175 и Слика 176). Плавом бојом обележене су зимске вредности, зеленом пролећне, жутом летње и наранџастом јесење. Присутан годишњи опсег средњих дневних вредности T и RH у Визиторском центру Царске палате је приближно исти за све три мерне позиције и то за позицију M23 он износи (T23 = 1,85-29,05 °C и RH23 = 45,41-91,85%) Слика 174, за M34_V30 (T34_V30 = 1,79-28,54 °C и RH34_V30 = 47,62-91,78%) Слика 175, док за позицију M34_V350 се креће у распону од (T34_V350 = 1,69-29,63 °C и RH34_V350 = 43,92-90,89%) Слика 176.



Слика 174. Молијеров, психрометријски дијаграм са приказом средњих дневних вредности T23, RH23 и SH23 по сезонама (плава - зима, зелена - пролеће, жута - лето, наранџаста - јесен) за 2021. годину, (Извор: Аутор, дијаграм: Алекса Јеликић, Републички завод за заштиту споменика културе-РЗЗСК).



Слика 175. Молијеров, психрометријски дијаграм са приказом средњих дневних вредности T34_V30, RH34_V30 и SH34_V30 по сезонама (плава - зима, зелена - пролеће, жута - лето, наранџаста - јесен) за 2021. годину, (Извор: Аутор, дијаграм: Алекса Јеликић, РЗЗСК).



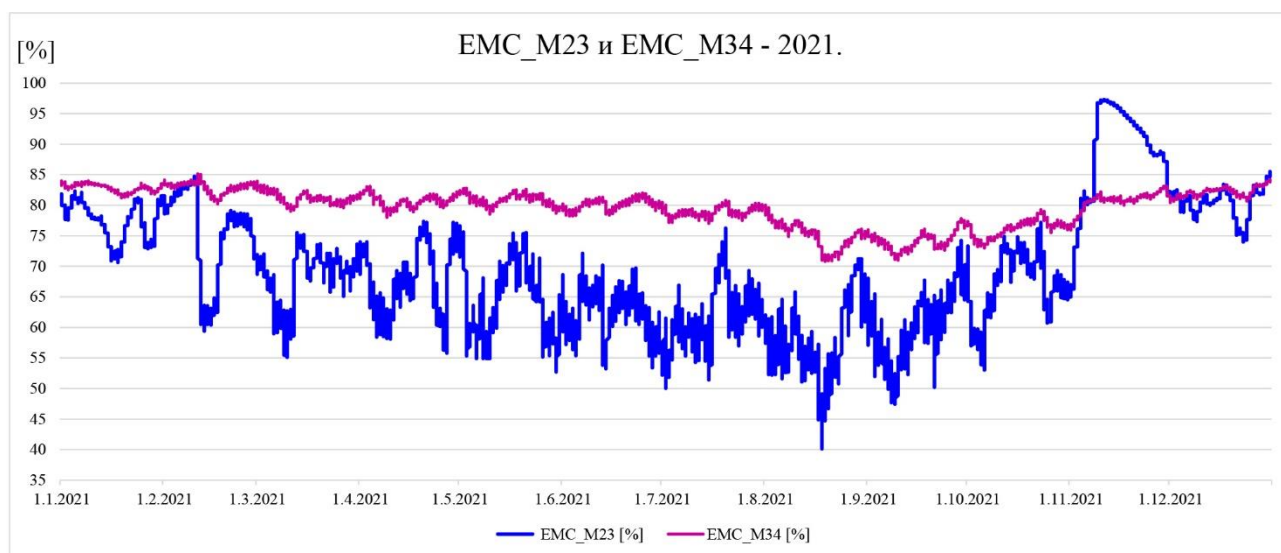
Слика 176. Молијеров, психрометријски дијаграм са приказом средњих дневних вредности T34_V350, RH34_V350 и SH34_V350 по сезонама (плава - зима, зелена - пролеће, жута - лето, наранџаста - јесен) током 2021. године, (Извор: Аутор, дијаграм: Алекса Јеликић, РЗЗСК).

Ако се микроклиматски режим у Визиторском центру Царске палате упореди са препорученим опсегом према MiBAS уредби за мозаике и зидне слике ($T = 6\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $RH = 45\text{--}60\%$) и са UNI стандардом ($T = 15\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $RH = 20\text{--}60\%$) може се установити да су средње дневне вредности RH изнад горњег препорученог опсега код све три позиције мерења. Код RH доња граница није прекорачена у оба случаја тако да је мање значајна. Што се тиче температуре ваздуха, горња препоручена граница према MiBAS уредби и UNI стандарду је прекорачена током лета, док су средње дневне температурне вредности биле испод препорученог доњег опсега код све три позиције. Доња температурна граница опсега код UNI стандарда ($T = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$) знатно је виша неко код MiBAS уредбе ($T = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$). Имајући то у виду средње дневне зимске температурне вредности су биле изван доње границе опсега према MiBAS уредби, док су испод доње границе температурног опсега према UNI стандарду биле средње дневне температурне вредности током целе зиме и делимично током јесени и пролећа.

На основу карактеристика објекта и постојећег микроклиматског режима према ASHRAE стандарду и Конардовој класификацији зграда извршена је класификација Визиторског центра Царске палате Сирмијума и на основу ње одређена је класа контроле објекта која се може постићи након унапређења. Објекат Визиторског центра Царске палате није термоизолован и нема темељну плочу на тлу, при чему постоји константан капиларни прилив влаге одоздо. Иако овом класификацијом нису обухваћени археолошки локалитети изнад којих су изграђене затворене заштитне структуре–музеји *in situ*, према Конардовој класификацији зграда, а сходно својим перформансама Визиторски центар Царске палате може се сврстати у категорију објеката делимичне контроле. Сходно постојећим годишњим опсезима температуре, где температурне вредности ретко прелазе $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, а током већег дела године су обично испод $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (91 дан је максимална дневна температура била $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, док је средња дневна температура 59 дана била $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$), према ASHRAE стандарду Визитоски центар Царске палате припада “Ц” класи контроле. Уколико се посматрају годишњи опсежи релативне влажности ваздуха који прелазе 75% и при чему је главни проблем контрола влажности, у том случају се може класификовати у “Д” класу. Унапређењем постојећих амбијенталних услова у Визиторском центру Царске палате може се стремити остваривању микроклиматског режима који одговара “Б” класи контроле објеката или “А” класи прве категорије контроле (опција 1) у складу са којим је пројектован претпостављени оптималан режим.

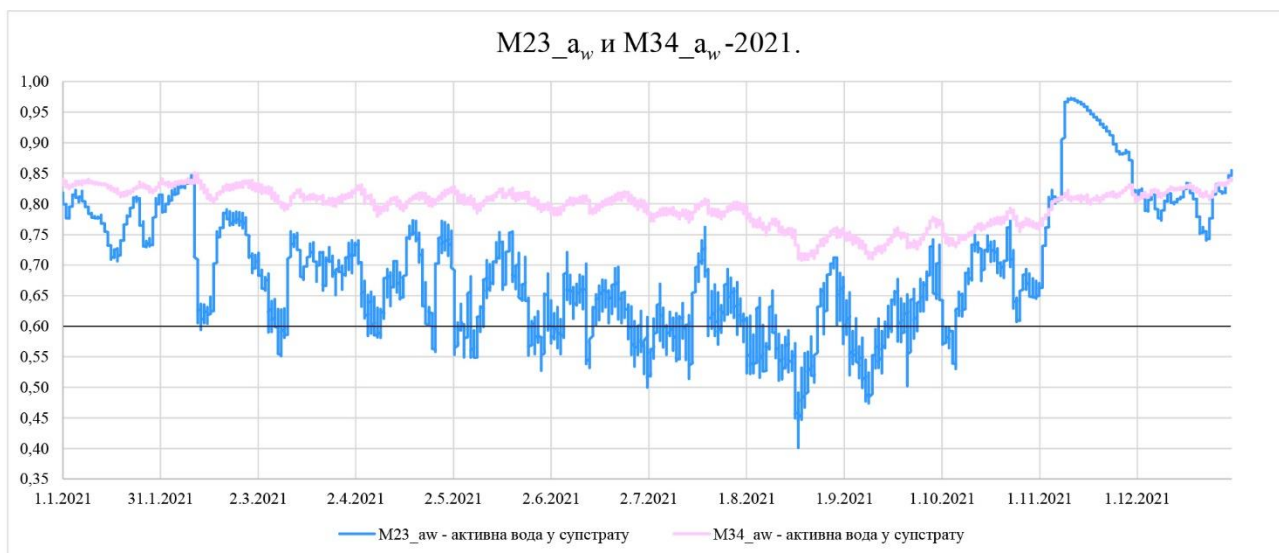
8.4.2. Упоредна анализа резултата физичких испитивања у мозаицима М23 и М34

Упоредном анализом равнотежног садржаја воде у мозаику EMC_M23 и EMC_M34 (*Слика 177*) може се установити да је у мозаику М23 присутан већи распон вредности EMC (EMC_M23 = 40-97,3%), него у мозаику М34 где је годишњи опсег EMC_M34 = 70,8-85,10%. Узрок тако великог распона годишњег опсега и високе вредности, пика EMC_M23 од 97% током новембра 2021. године је услед утицаја из окружења. Приликом конзерваторских радова изливања цементне кошуљице око и уз мозаик М23 и позицију инструмената за физички мониторинг, мозаик М23 је повукао вишак воде и влагу из цементне кошуљице током њеног очвршћавања и квашења, што се манифестовало на вредност EMC_M23. Вредности EMC_M34 су константно високе, не спуштају се испод 70%, али је зато годишњи опсег вредности EMC_M34 мањи, односно значајно су мање годишње осцилације $\Delta EMC_{M34} = 15\%$, од $\Delta EMC_{M23} = 57,3\%$. То указује на константније (стабилније) услове у мозаику М34, него у мозаику М23 где су интензивне варијације EMC. Аналогијом са порастом EMC_M23 приликом изливања цементне кошуљице, а имајући у виду да кровна конструкција изнад мозаика М23 прокишњава, долази до инфилтрације воде на сегмент мозаика, што такође утиче на нагли пораст EMC и колебање вредности током године. Како би се елиминисале екстремне осцилације EMC у мозаику потребно је санирати критична места кровне конструкције и спречити инфилтрацију воде на мозаик.



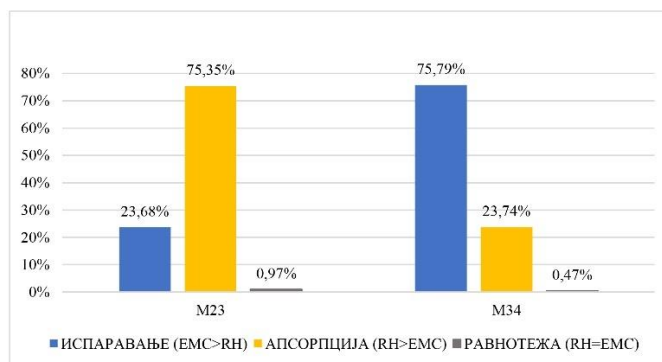
Слика 177. Упоредна анализа равнотежног садржаја воде (EMC) у мозаицима М23 и М34, (Извор: Аутор).

Ако се упореде вредности активне воде супстрата у мозаику М23 и М34 (*Слика 178*) може се установити да су вредности $M34_{a_w} > 0,6$ током целог периода праћења при чему услови погодују фунгалном расту читаве године, док су вредности $M23_{a_w} > 0,6$ само у јануару, фебруару, октобру, новембру и децембру. У периоду од фебруара до октобра смењују се периоди са вредностима $M23_{a_w}$ изнад и испод безбедног лимита за фунгални раст од $a_w < 0,6$. Сходно предвиђању фунгалног раста на основу вредности активне воде супстрата a_w може се закључити да предиспозиције за биолошку контаминацију мозаика М34 постоје током читаве године, док је код мозаика М23 нешто повољнија ситуација по том питању, јер током одређених периода, када је $a_w < 0,6$ долази до прекида фунгалног раста.



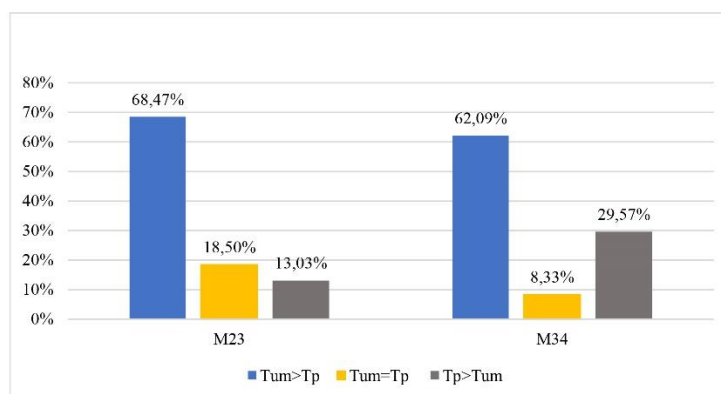
Слика 178. Упоредна анализа вредности активне воде супстрата, малтера, у мозаицима М23 и М34 са граничном вредношћу $a_w = 0,6$ испод које нема фунгалног раста, (Извор: Аутор).

Упоредном анализом равнотежног садржаја влаге и релативне влажности ваздуха у мозаицима М23 и М34 установљено је када се јављају процеси апсорпције влаге из ваздуха, а када процеси испаравања са мозаика као и процентуална заступљеност ових процеса у мозаицима током године (**Слика 179**). Код мозаика М23 су већи део године присутни процеси апсорпције влаге из ваздуха ($RH_{23} > EMC_{M23} = 75,35\%$), док су процеси испаравања заступљени $EMC_{M23} > RH_{23} = 23,68\%$. Остала очитавања која имају удео од $0,97\%$ се односе на равнотежно стање, односно када су вредности $EMC_{M23} = RH_{23}$. Код мозаика М34 током године највише су заступљени процеси испаравања $EMC_{M34} > RH_{34} = 75,79\%$, затим процеси апсорпције $RH_{34} > EMC_{34} = 23,74\%$, док је систем у равнотежном стању био $EMC_{M34} = RH_{34} = 0,47\%$. Резултати су дијаметрално супротни. Док је код мозаика М23 присутна апсорпција током већег дела године, код М34 је исушивање заступљено готово у истом процентуалном односу. Мозаик М23 је конзервиран на алвеоларним саћастим панелима постављеним на носаче, при чему је спречен капиларни прилив воде/влаге из земље. Из тих разлога, пошто је $RH_{23} > EMC_{M23}$, а систем увек тежи постизању равнотежног стања ($RH_{23} = EMC_{M23}$), неоргански, хидроскопни, порозни материјали камен и малтер апсорбују вишак влаге из ваздуха, при чему вредности EMC_{M23} расту до успостављања равнотеже. Током свих месеци у мозаику М23 су доминантнији процеси апсорпције, сем новембра, када је због конзерваторских радова и изливања цементне кошуљице $EMC_{M23} > RH_{23}$ па је наступио процес исушивања. Код мозаика М34 потпуно је другачија ситуација, јер је конзервиран на армиранобетонској подлози при чему константно постоји капиларни прилив воде/влаге из нижих слојева, на шта указују веће вредности EMC_{M34} од вредности EMC_{M23} . То оправдава чињеницу зашто су код мозаика М34 током године више заступљени процеси исушивања. Они су присутни током свих месеци у већој мери, сем јануара и фебруара када је временски период трајања једних и других процеса приближно исти и новембра и децембра када су доминантнији процеси апсорпције влаге из ваздуха услед виших вредности RH_{34} од EMC_{M34} . Како систем стално тежи успостављању равнотеже, када је $EMC_{M34} > RH_{34}$ отпаривањем вишка воде/влаге из материја у околни ваздух то се и постиже ($RH_{34} = EMC_{M34}$). Такође, на основу процентуалног удела броја очитавања када је наступила равнотежа може се закључити да је код мозаика М23 присутан дупло већи број измена, односно смењивања процеса апсорпције и исушивања, него код мозаика М34.



Слика 179. Процентуална заступљеност процеса испаравања, апсорпције и равнотежног стања у мозаицима M23 и M34 у односу на укупни број читавања током 2021. године, (Извор: Аутор).

Ако се упореде T_{um} и T_r мозаика M23 и M34 може се установити да се смењују трендови током године када је $T_{um} > T_r$, затим када су вредности $T_{um} = T_r$ и када је $T_r > T_{um}$. Код оба мозаика на основу процентуалне заступљености читавања током године највише је било вредности када је $T_{um23} > T_{r23} = 68,47\%$ и $T_{um34} > T_{r34} = 62,09\%$, затим када је $T_{r23} > T_{um23} = 13,03\%$ и $T_{r34} > T_{um34} = 29,57\%$, док је $T_{um23} = T_{r23} = 18,5\%$ и $T_{um34} = T_{r34} = 8,33\%$ (**Слика 180**). Приметно је да је било дуго више вредности код мозаика M23 него код мозаика M34 када је $T_r > T_{um}$, док је код мозаика M23 било значајно више вредности када је $T_{um} = T_r$, него код мозаика M34. Од почетка године па до априла доминантно је била $T_{um} > T_r$, затим је наступио период смењивања већих вредности T_{um} или T_r током дана, да би од новембра поново биле заступљене вредности када је $T_{um} > T_r$. Током лета најдужи су били интервали када је $T_r > T_{um}$, а поготово код мозаика M34.

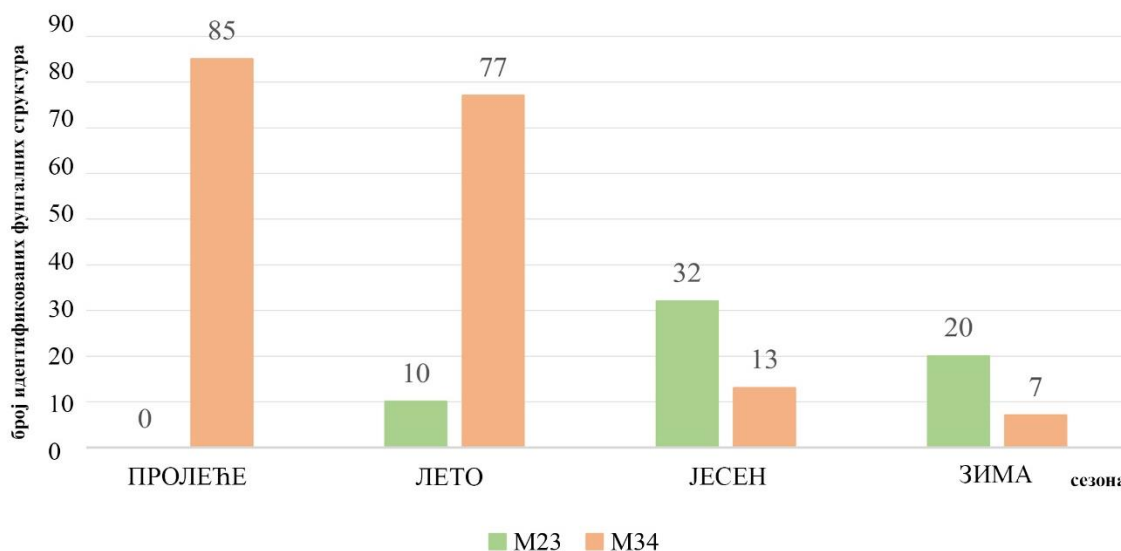


Слика 180. Упоредни приказ процентуалне заступљености односа T_{um} и T_r код мозаика M23 и M34, (Извор: Аутор).

Пошто је температура тачке росе T_d увек била мања од температуре на површини T_r није дијагностикован конденз на површини оба мозаика током периода праћења. Међутим, иако није установљено да су вредности $T_{r_M23} \leq T_{d_M23}$ као ни да су $T_{r_M34} \leq T_{d_M34}$ ипак постоји латентна могућност да дође до конденза на најхладнијој површини, а то су камене тесере мозаика, када су вредности T_r и T_d веома близу да се изједначе. На оригиналном античком мозаику који није предмет овог рада, већ је физички мониторинг рађен касније, дошло је до кондензације на површини, зато се и код мозаика M23 и M34 не треба искључити та могућност и сходно томе треба тежити да разлика између T_r и T_d буде што већа, а никако не мања од 2°C .

8.4.3. Упоредна анализа биолошке контаминације мозаика М23 и М34 по сезонама узорковања

Резултати истраживања бројности микромицета идентификованих на адхезивној траци и на стерилном брису представљају показатељ степена контаминације испитиваних мозаика. Ако се посматра бројност фунгалних структура у узорцима адхезивне траке мозаик М23 је током пролећне сезоне узорковања (нису детектоване) и током летње (10 детектованих фунгалних структура) био чист, односно релативно чист. Умерена контаминација мозаика М23 забележена је током јесење и зимске сезоне (32, односно 20 фунгалних структура). Код мозаика М34 резултати су показали високу контаминацију током пролећа када је забележено чак 85 фунгалних структура укључујући и присуство активно растуће мицелије, као и током лета када је тај број износио 77. У јесен је забележена умерена контаминација (13 фунгалних структура), док је узорак адхезивне траке у зимском периоду био релативно чист - само 7 фунгалних структура. Из приложеног (*Слика 181*) може се уочити да код узорка М23 број фунгалних структура расте редоследом пролеће→лето→зима→јесен, док је код узорка М34 то зима→јесен→лето →пролеће. Највећа контаминација површине мозаика М23 забележена је у јесен, а мозаика М34 у пролеће. Велики број фунгалних структура на адхезивној траци узорка М34 указује на потребу за његовом реконзервацијом.



Слика 181. Упоредни приказ броја фунгалних структура идентификованих на адхезивној траци узорка М23 и М34 током четири сезоне, (Извор: Аутор).

Након сагледавања резултата идентификованих фунгалних структура током четири сезоне узорковања адхезивном траком са мозаика М23 и М34 може се извести закључак да су врсте родова *Alternaria* и *Cladosporium* најприсутније на површини оба мозаика. *Alternaria* spp. су идентификоване током три сезоне (у пролеће, лето и зиму код мозаика М34 и у лето, јесен и зиму код мозаика М23). Установљено је присуство *Cladosporium* spp. на мозаику М34 током све четири сезоне, док су на мозаику М23 детектоване током лета, јесени и зиме. Фунгалне структуре које су забележене само током једне сезоне на мозаику М23 биле су конидије *Periconia* sp. и аскоспоре *Chaetomium* sp. (обе у зимском периоду), док су на мозаику М34 то биле конидије *Periconia* sp, *Dreschlera* sp. и *Fusarium* sp. (све током летње сезоне). Највећа разноврсност фунгалних структура забележена је у лето на мозаику М34 када је идентификовано шест родова: *Alternaria*, *Epicoccum*, *Cladosporium*, *Dreschlera*, *Fusarium* и *Periconia* и у зиму на мозаику М23 (идентификовано четири рода: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Chaetomium*, *Periconia*). Фунгалне структуре нису забележене на адхезивној траци само на мозаику М23 током пролећне сезоне узорковања (*Табела 41*).

Табела 41. Диверзитет и заступљеност родова по сезонама, (Извор: Аутор).

Метода: адхезивна трака		Детектоване врсте родова						
Мозаик	Сезоне узорковања	<i>Alternaria</i>	<i>Chaetomium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Dreschlera</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Periconia</i>
М23	Пролеће							
	Лето	x		x		x		
	Јесен	x		x		x		
	Зима	x	x	x				x
М34	Пролеће	x		x		x		
	Лето	x		x	x	x	x	x
	Јесен			x		x		
	Зима	x		x				

Сви горе поменути, детектовани родови гљива у литератури се срећу као чести колонизатори каменог супстрата.⁶⁰⁷ До сличних резултата је дошао Жељко Савковић⁶⁰⁸ који је са камене стеле из античког периода изоловао, између осталог и припаднике родова који су нађени на мозику, а то су: *Chaetomium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Cladosporium*, *Dreschlera*. Исте врсте су идентификоване и са малтерне подлоге зидних слика у цркви Св. Вазнесења Господњег у Великом Крчимиру.⁶⁰⁹ Интересантно је напоменути да се врсте рода *Penicillium* често изолују са камена, међутим приликом узорковања адхезивном траком на мозаицима у Царској палати нису детектоване, али су зато установљене у ваздуху и на узорку бриса. На основу идентификованх гљива на површини тесера узоркованих мозаика адхезивном траком установљен је фунгални раст, што даље указује на потенцијално одвијање процеса биодетериорације камена. Гљиве механичким и хемијским утицајима разарају камен.⁶¹⁰ Процес биодетериорације камена се одвија тако што хифе продиру у камени супстрат и као последица тога у њему настају перфорације и ексфолијације, док саме гљиве имају способност продукције киселих и базних метаболита што доводи до његове структурне разградње. Последица метаболичке активности гљива је растварање кречњака⁶¹¹ при чему се смањује адхезивна способност кречног малтера, услед чега долази до одвајања тесера од малтерне подлоге. Пример који илуструје метаболичку активност гљива јесу камене скулптуре у

⁶⁰⁷ Врсте родова које се често изолују са камена су: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Dreschlera*, видети више у: Th. Warscheid and J. Braams, "Biodeterioration Of Stone: A Review", *International Biodeterioration & Biodegradation* 46, no. 4 (2000): 343-368, doi:10.1016/s0964-8305(00)00109-8; *Fusarium* и *Trichoderma* такође су детектовани на каменом супстрату, Видети више у: Benjamín O. Ortega-Morales et al., "Bioweathering Potential Of Cultivable Fungi Associated With Semi-Arid Surface Microhabitats Of Mayan Buildings", *Frontiers In Microbiology* 7 (2016), doi:10.3389/fmicb.2016.00201; Док су *Periconia* и *Epicoccum* детектована на каменим скулптурама у Бразилу, Видети више у: D. Boniek et al., "Ecology and identification of environmental fungi and metabolic processes involved in the biodeterioration of Brazilian soapstone historical monuments", *Letters in applied Microbiology* 65, no. 5 (2017): 431-438, doi:10.1111/lam.12794.

⁶⁰⁸ Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 89-91.

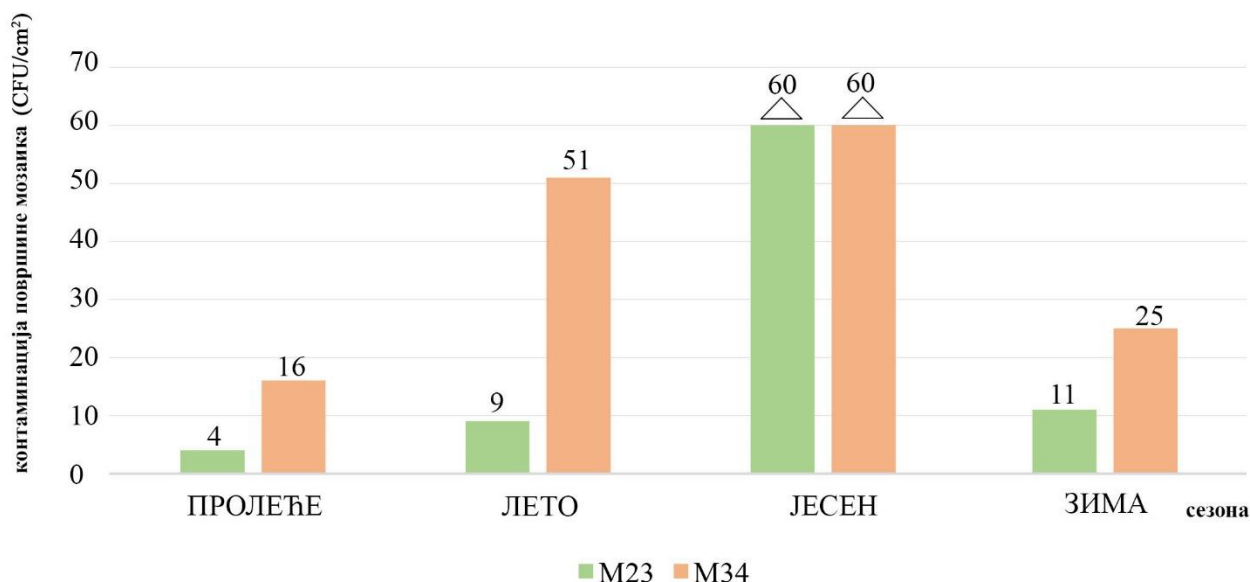
⁶⁰⁹ Врсте родова изоловане са зидних слика које срећемо и на мозаицима су: *Alternaria*, *Epicoccum*, *Dreschlera*, *Cladosporium*, *Chaetomium*. Видети више у: Никола Ункович, "Диверзитет и улога микромицета у процесу биодетериорације зидних слика цркве Светог Вазнесења Господњег у Великом Крчимиру" (Биолошки факултет, Универзитет у Београду, 2018), стр. 122, 128.

⁶¹⁰ Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 118.

⁶¹¹ Nikola Unković et al., "Biodegradative potential of fungal isolates from sacral ambient: In vitro study as risk assessment implication for the conservation of wall paintings", *PLOS ONE* 13, no. 1 (2018): e0190922, 10-11. doi:10.1371/journal.pone.0190922.

Бразилу.⁶¹² На овим скулптурама су детектоване врсте родова *Periconia*, *Epicoccum* и *Cladosporium* и установљено је да продукују оксалну киселину која утиче на формирање кристала калцијум оксалата који разара њихову структуру.⁶¹³ Тиме је потврђено њихово биодетериорационо дејство. Сходно томе активност одређених врста гљива представља ризик како за естетске тако и за морфолошке промене унутар саме структуре мозаика.

На основу резултата добијених узорковањем површине камених тесера мозаика М23 и М34 стерилним брисом, током четири сезоне (пролеће, лето, јесен, зима), може се закључити да је највећа контаминација оба мозаика забележена током јесење сезоне. Резултати узорковања у јесењој сезони су показали контаминацију од преко > 60 CFU/cm² (еквивалентно преко 600 колонија). Велики број колонија (540) такође је изолован током летње сезоне на мозаику М34, што одговара 54 CFU/cm². Квантитативна истраживања су показала да је најмања контаминација површине оба мозаика забележена током пролећне сезоне када је на М23 била 4 CFU/cm², док је на М34 износила 16 CFU/cm². Компарацијом оба мозаика најниже вредности су забележене у пролеће, а највише у јесен што се може уочити на графикону (*Слика 182*). Међутим, не постоји исти тренд раста контаминације код оба мозаика. Код мозаика М23 број колонија расте ако се посматра у односу на сезоне узорковања редоследом пролеће→лето→зима→јесен, а код М34 пролеће→зима→лето→јесен.



Слика 182. Квантитативна анализа заступљености вијабилних фунгалних пропагула у узорцима узетих стерилним брисом са површине мозаика М23 и М34, (Извор: Аутор).

Током 4 сезоне узорковања стерилним брисом детектовано је укупно 10 различитих родова гљива на оба мозаика. На мозаику М23 установљене су врсте припадника 9 родова (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis* и *Trichoderma*), док је на мозаику М34 идентификовано 6 (*Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Trichoderma* и *Mucor*). Највећи диверзитет родова гљива у току године је забележен код оба мозаика током јесење сезоне и код мозаика М23 у пролеће. Врсте родова *Cladosporium*, *Penicillium* и *Rhizopus* су документоване на оба испитивана мозаика барем у једној сезони. Најзаступљенији род по броју изолата је *Cladosporium* са забележених 100 изолата на мозаику М23 и са 400 изолата на мозаику М34 током јесење сезоне. Потом следи род *Penicillium* са 6

⁶¹² D. Boniek et al., "Ecology and identification of environmental fungi and metabolic processes involved in the biodeterioration of Brazilian soapstone historical monuments", *Letters in applied Microbiology* 65, no. 5 (2017): 431-438, doi:10.1111/lam.12794. 433.

⁶¹³ Željko Savković et al., "Diversity and biodeteriorative potential of fungal dwellers on ancient stone stela", *International Biodeterioration & Biodegradation* 115 (2016): 212-223, doi:10.1016/j.ibiod.2016.08.027.

колонија на мозаику М23 и 26 на мозаику М34 такође идентификованих у јесењој сезони (Табела 42).

Табела 42. Квантитативна анализа идентификованих фунгалних родова и изолата по сезонама узорковања, (Извор: Аутор).

МЕТОДА: СТЕРИЛНИ БРИС	Иzolовани фунгални таксони/микрoмицете							
	ПРОЛЕЋНА СЕЗОНА		ЛЕТЊА СЕЗОНА		ЈЕСЕЊА СЕЗОНА		ЗИМСКА СЕЗОНА	
Мозаик	Назив/број родова	Број изолата	Назив/број родова	Број изолата	Назив/број родова	Број изолата	Назив/број родова	Број изолата
М23	<i>Penicillium</i>	4	<i>Epicoccum</i>	4	<i>Penicillium</i>	6	<i>Rhizopus</i>	1
	<i>Fusarium</i>	3			<i>Aspergillus</i>	1		
	<i>Alternaria</i>	2			<i>Trichoderma</i>	1		
	<i>Scopulariopsis</i>	1			<i>Rhizopus</i>	1		
	<i>Cladosporium</i>	1			<i>Cladosporium</i>	100		
Укупно:	5	11	1	4	5	109	1	1
М34	<i>Aspergillus</i>	3	<i>Mucor</i>	1	<i>Penicillium</i>	26	<i>Rhizopus</i>	1
	<i>Penicillium</i>	3			<i>Aspergillus</i>	2	<i>Aspergillus</i>	2
	<i>Cladosporium</i>	12			<i>Trichoderma</i>	2	<i>Rhizopus</i>	1
					<i>Cladosporium</i>	400		
Укупно:	3	18	1	1	5	431	2	3

Идентификовани родови гљива са динамиком јављања по сезонама на мозаицима дати су у Табела 43. Ако се посматра дистрибуција родова по сезонама може се закључити да су припадници рода *Aspergillus* били најзаступљенији и да су документовани током три сезоне, у пролеће, јесен и зиму, на мозаику М34. Затим следе припадници родова изоловани помоћу бриса током две сезоне у години *Cladosporium* и *Penicillium* (детектовани у пролеће и у јесен на оба мозаика) и *Rhizopus* (детектовани у јесен и зиму на оба мозаика). Током године, најмање су заступљене врсте рода *Mucor*, који је идентификован само у једној сезони (током лета на мозаику М34). Са мозаика М23 током пролећа изоловане су врсте родова *Alternaria*, *Fusarium* и *Scopulariopsis*, затим су само у јесен детектовани *Trichoderma* spp., док су припадници *Epicoccum nigrum* константовани у лето. На мозаику М34 само у једној сезони је идентификована гљива из рода *Rhizopus* (у јесен). Ниједан род није био заступљен кроз све четири сезоне узорковања.

Како би се установила валидност квалитативних резултата испитивања контаминације површине мозаика стерилним брисом, извршена је упоредна анализа са идентификованим родовима на другим узоркованим споменицима. На античкој каменој стели детектовани су исти родови гљива као на мозаицима (*Cladosporium*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Trichoderma*),⁶¹⁴ док су на зидим сликама Цркве Вазнесења Господњег у Крчимиру присутни родови *Aspergillus* и *Alternaria*.⁶¹⁵ Може се закључити да су идентификовани родови на површини узоркованих мозаика карактеристични за грађевинске материјале.

⁶¹⁴ Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микрoмицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 92.

⁶¹⁵ Никола Унковић, "Диверзитет и улога микрoмицета у процесу биодетериорације зидних слика цркве Светог Вазнесења Господњег у Великом Крчимиру" (дисертација, Биолошки факултет, Универзитет у Београду, 2018), стр.102-103.

Табела 43. Динамика јављања (учесталост) идентификованих родова гљива на мозаицима М23 и М34 по сезонама узоркованих стерилним брисом, (Извор: Аутор).

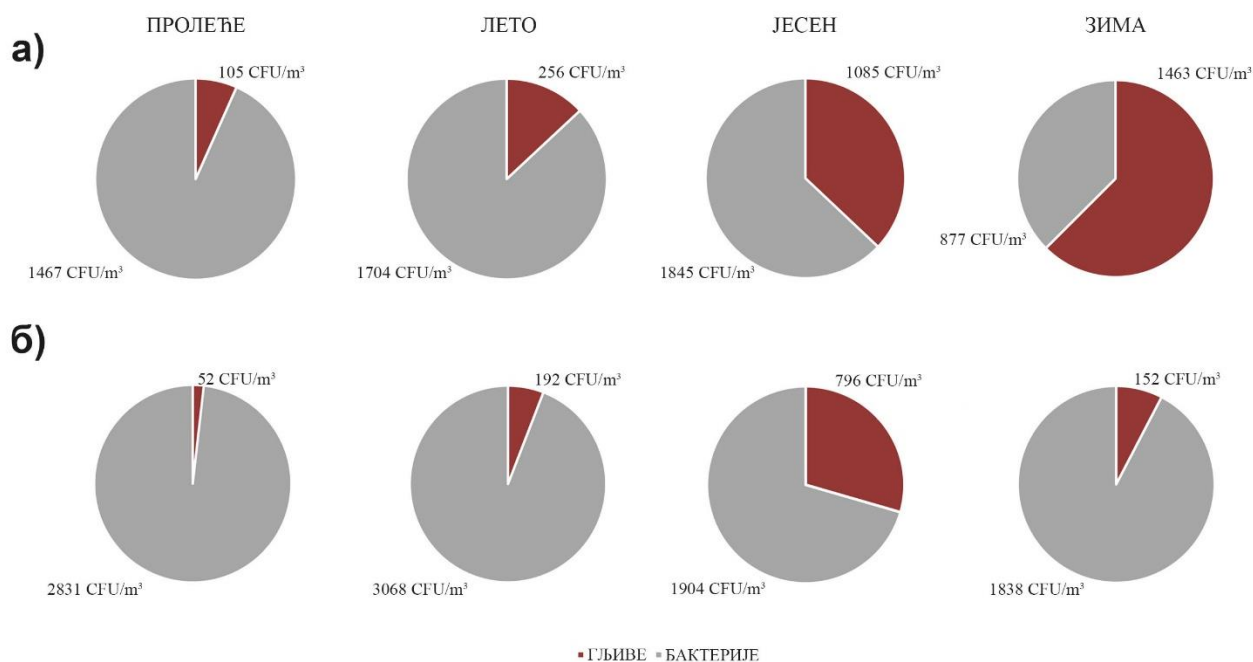
Метода: стерилни брис		Идентификовани фунгални родови									
Мозаик	Сезоне узорковања	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Scopulariopsis</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Mucor</i>
М23	Пролеће	x		x		x	x		x		
	Лето				x						
	Јесен		x	x			x	x		x	
	Зима							x			
М34	Пролеће		x	x			x				
	Лето										x
	Јесен		x	x			x	x		x	
	Зима		x					x			

8.4.4. Упоредна анализа контаминације ваздуха фунгалним пропагулама код мозаика М23 и М34 по сезонама узорковања

Резултати квантитативних истраживања присуства микроорганизама у ваздуху код мозаика М23 и М34 у Визиторском центру Царске палате Сирмијума показали су током све четири сезоне узорковања високу концентрацију пропагула у ваздуху. Ове вредности су током све четири сезоне узорковања биле преко 1500 CFU/m³. Данас још увек не постоје опште прихваћене граничне вредности концентрације биоаеросола у ваздуху затворених простора сходно њиховој намени. У квантитативним стандардима и препорукама дозвољене вредности фунгалних пропагула у ваздуху се крећу од 100 до 1000 CFU/m³.⁶¹⁶ У овој дисертацији коришћен је италијанска уредба MiBAC за услове у музејима и просторима за конзервацију као референтан у циљу очувања предмета културне баштине где је прописана гранична вредност за фунгалне таксоне 150 CFU/m³ ваздуха.⁶¹⁷ Имајући то у виду резултати узорковања ваздуха у Царској палати током три од четири сезоне драстично премашују границу дефинисану у поменутом стандарду. Наиме, документоване вредности концентрације фунгалних пропагула које премашују препоручену границу према MiBAC уредби су биле у опсегу од 152 CFU/m³ (место узорковања непосредно поред М34 током зиме) до 1463 CFU/m³ (непосредно поред М23 током исте сезоне). Приказ удела фунгалних структура у ваздуху код оба мозаика дат је на **Слика 183**.

⁶¹⁶ Carol Y. Rao, Harriet A. Burge and John C.S. Chang, "Review of quantitative standards and guidelines for fungi in indoor air", *Journal of The Air & Waste Management Association* 46, no. 9 (1996): 899-908, doi:10.1080/10473289.1996.10467526.

⁶¹⁷ MiBAC - Ministero per i beni e le attività culturali, *Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei*. (D. Lgs. n.112/98 art. 150 comma 6), Elaborati del Gruppo di lavoro (D.M. 25.7.2000), 2000, стр. 128, <http://www.isac.cnr.it/musa/Testo%20Linee%20Guida.pdf>



Слика 183. Приказ удела фунгалних структура у ваздуху а) код мозаика М23, б) код мозаика М34, (Извор: Аутор).

Упоредна анализа резултата квантитативних истраживања укупне контаминације ваздуха кроз четири сезоне узорковања у Визиторском центру Царске палате Сирмијума код мозаика М23 и М34 изражена у CFU/m³ дата је на **Слика 184**. Највише вредности укупне концентрације пропагула у ваздуху код мозаика М23 су биле током јесени (2930 CFU/m³), а најниже током пролећа (1572 CFU/m³). У случају мозаика М34 највише вредности су забележене у лето (3260 CFU/m³), а најниже током зиме (1990 CFU/m³). Различити фактори утичу на концентрацију пропагула микроорганизама у ваздуху затворених простора, а то су превасходно спољашњи фактори и доступност супстрата током године.⁶¹⁸ У складу са тим очекивано је да већа контаминација ваздуха буде током лета и ране јесени, а мања током зиме и у рано пролеће.⁶¹⁹ Добијени резултати дистрибуције пропагула у ваздуху током четири сезоне узорковања код мозаика М34 су у сагласности са претходно наведеним, док код узорка М23 постоји одступање. Међутим, пошто говоримо о затвореном простору треба имати у виду да, поред доступности супстрата, значајни фактори од којих такође зависи концентрација пропагула у ваздуху су: тип грађевине, њена намена, материјализација, амбијентални услови (Т, RH, конденз) и присуство честица прашине. Такође, са порастом вредности RH у просторијама, расте и концентрација спора у ваздуху.⁶²⁰ Разлог зашто је максимална вредност сезонске дистрибуције микромицета у ваздуху забележена у јесен код мозаика М23 могу бити земљани радови који су били у току у тренутку узорковања. Код мозаика М34 забележена је већа контаминација ваздуха током пролећне и летње сезоне него код мозаика М23, док су вредности концентрације пропагула у ваздуху узоркованог током јесење и зимске сезоне биле занемарљиво веће код мозаика М23 него код мозаика М34. Као што се може видети вредности CFU/m³ су приближно исте (током јесени код М23 износи 2930 CFU/m³, а код М34 2710 CFU/m³, док је током зиме контаминација ваздуха била код М23 2340 CFU/m³, а код М34 1990 CFU/m³). Незнатно већа концентрација вијабилних пропагула у ваздуху код мозаика М23 је

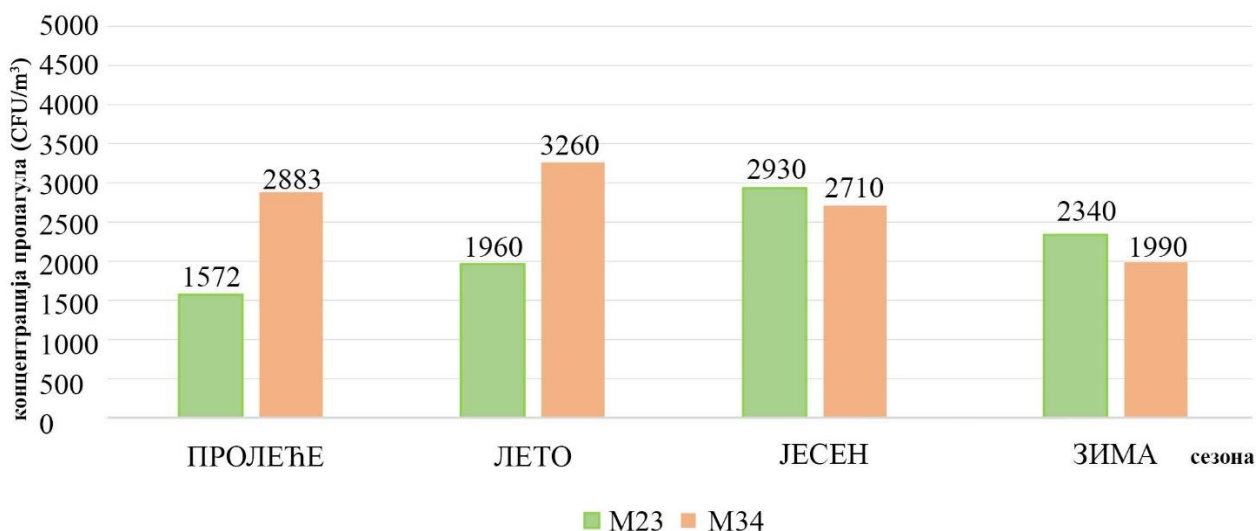
⁶¹⁸ Rachel I Adams et al., "Dispersal in microbes: Fungi in indoor air are dominated by outdoor air and show dispersal limitation at short distances", *The ISME Journal* 7, no. 7 (2013): 1262-1273, doi:10.1038/ismej.2013.28.; Aino Nevalainen, M. Täubel and A. Hyvärinen, "Indoor fungi: Companions and contaminants", *Indoor air* 25, no. 2 (2015): 125-156, doi:10.1111/ina.12182.

⁶¹⁹ Idalia Kasprzyk, "Aeromycology - Main research fields of interest during the Last 25 years", *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*, no. 15 (2008): 1-7.

⁶²⁰ Robert A Samson et al., *Food and indoor fungi* (Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010), pp. 10.

зато што су радови на локалитету (откопавање мозаика са оригиналном античком подлогом у јесен) били непосредно уз овај мозаик, односно ближе мозаику М23 него мозаику М34.

Из приложених резултата може се уочити тренд пораста концентрације фунгалних пропагула у ваздуху (пролеће→лето→зима→јесен) непосредно поред М23 што одговара тренду пораста контаминације површине истог мозаика приликом узорковања стерилним брисем. Ово се такође може објанити чињеницом да су поменути радови били у близини тог мозаика. Међутим, овај тренд се не уочава у случају мозаика М34.



Слика 184. Упоредни приказ резултата четири сезоне узорковања ваздуха у Визиторском центру Царске палате код мозаика М23 и М34 изражен у CFU/m³ ваздуха, (Извор: Аутор).

Висока концентрација микромицета у ваздуху не представља увек ризик за очување налаза. Поред концентрације фунгалних структура у ваздуху битно је извршити и њихову идентификацију, јер немају све врсте исти потенцијал биодетериорације. Највећи диверзитет микромицета у ваздуху током четири сезоне узорковања је установљен у лето и јесен, што је у складу и са највећом бројношћу пропагула у ваздуху изражених у CFU/m³ ваздуха. Интересантно је напоменути да су у ваздуху код мозаика М23 током лета и јесени идентификовани исти родови гљива - *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, док је род *Talaromyces* детектован само током летње сезоне, а *Rhizopus* током јесење (**Табела 44**). Најмањи диверзитет фунгалних таксона у ваздуху је забележен у пролеће на обе позиције узорковања (детектоване су само врсте рода *Cladosporium*).

Табела 44. Динамика јављања идентификованих микромицета у ваздуху по сезонама код мозаика М23 и М34, (Извор: Аутор).

Метода: Узорковање ваздуха узоркивачем		Изоловани родови							
Мозаик	Сезоне узорковања	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Mucor</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Talaromyces</i>
М23	Пролеће			х					
	Лето		х	х			х		х
	Јесен		х	х			х	х	
	Зима		х				х		
М34	Пролеће			х					
	Лето		х	х	х	х	х		
	Јесен	х	х	х			х	х	
	Зима		х				х	х	

Што се тиче дистрибуције родова микромицета у ваздуху (**Табела 45**) најзаступљенији је *Penicillium* (77 изолата) идентификован у зимској сезони код мозаика М23, док је одмах после њега *Cladosporium* установљен код обе позиције узорковања у јесењем периоду (46 изолата код М23 и 36 изолата код М34). Прорачун релативне густине микромицета у ваздуху по сезонама узорковања је такође потврдио да су најприсутнији изолати родова *Penicillium* са густином од 53,47% код мозаика М23 током зимске сезоне и *Cladosporium* са уделом од 28,40 % код позиције М23 и са 23,08 % у ваздуху код позиције М34 током јесење сезоне (**Табела 46**).

Табела 45. Квантитативна анализа идентификованих фунгалних родова и изолата по сезонама узорковања, (Извор: Аутор).

МЕТОДА: УЗОРКОВАЊЕ ВАЗДУХА УЗОРКИВАЧЕМ		Изоловани фунгални таксони/микромицете							
Мозаик	ПРОЛЕЋНА СЕЗОНА		ЛЕТЊА СЕЗОНА		ЈЕСЕЊА СЕЗОНА		ЗИМСКА СЕЗОНА		
	Назив/број родова	Број изолата	Назив/број родова	Број изолата	Назив/број родова	Број изолата	Назив/број родова	Број изолата	
М23	<i>Cladosporium</i>	2	<i>Talaromyces</i>	7	<i>Aspergillus</i>	2	<i>Aspergillus</i>	4	
			<i>Penicillium</i>	3	<i>Penicillium</i>	11	<i>Penicillium</i>	77	
			<i>Cladosporium</i>	6	<i>Cladosporium</i>	46			
			<i>Aspergillus</i>	1	<i>Rhizopus</i>	1			
Укупно:	1	2	4	17	4	60	2	81	
М34	<i>Cladosporium</i>	1	<i>Aspergillus</i>	2	<i>Penicillium</i>	5	<i>Aspergillus</i>	2	
			<i>Fusarium</i>	1	<i>Aspergillus</i>	2	<i>Rhizopus</i>	1	
			<i>Mucor</i>	1	<i>Alternaria</i>	2	<i>Penicillium</i>	2	
			<i>Cladosporium</i>	3	<i>Rhizopus</i>	1			
	<i>Penicillium</i>	2	<i>Cladosporium</i>	36					
Укупно:	1	1	5	9	5	46	3	5	

Табела 46. Релативна густина фунгалних микромицета у ваздуху по сезонама узорковања – мозаици М23 и М34, (Извор: Аутор).

РЕЛАТИВНА ГУСТИНА (%)		Идентификовани фунгални родови на МЕА подлози							
Мозаик	Сезоне узорковања	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Mucor</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Talaromyces</i>
М23	Пролеће	/	/	6,66	/	/	/	/	/
	Лето	/	0,77	4,62	/	/	2,31	/	5,38
	Јесен	/	1,23	28,395	/	/	6,79	0,62	/
	Зима	/	2,78	/	/	/	53,47	/	/
М34	Пролеће	/	/	1,81	/	/	/	/	/
	Лето	/	1,18	1,76	0,59	0,59	1,18	/	/
	Јесен	1,28	1,28	23,076	/	/	3,21	0,64	/
	Зима	/	1,53	/	/	/	1,53	0,76	/

Најзаступљеније изоловане врсте гљива у ваздуху Царске палате *Penicillium* spp. и *Cladosporium* spp., према досадашњим сазнањима из литературе често су присутне у ваздуху затворених простора и могу представљати потенцијалне узрочнике биодетериорације грађевинских материјала малтера и камена.⁶²¹ Међутим, треба имати у виду да велика концентрација фунгалних пропагула у ваздуху не представља увек опасност за биодетериорацију културног добра. Поред концентрације веома је битна идентификација микромицета и утврђивање њиховог биодетериорационог потенцијала. Аеромиколошка испитивања треба да укажу да ли постоји основана сумња за потенцијалну биолошку контаминацију културног добра, док су резултати узорковања адхезивном траком индикативнији јер говоре о њиховом присуству и расту.

8.4.5. Упоредна анализа присуства растворних соли на мозаицима М23 и М34

На основу резултата испитивања присуства растворљивих соли на мозаицима М23 и М34 може се закључити да су сулфати идентификовани на свим мерним позицијама. Код мозаика М23 може постојати могућност да је до промене обојења мерних трака дошло услед рН вредности изнад 8 уколико је процес карбонизације још увек у току, имајући у виду да су ови мозаици реконзервирани 2019. године, а узорковање присуства растворљивих соли је рађено у новембру 2021. Свакако треба проверити прецизнијим методама (XRF анализом и јонском хроматографијом⁶²²) како би се са сигурношћу установило присуство сулфата. Код мозаика М34 сулфати су сигурно присутни на површини и у мозаику, јер је за конзервацију овог мозаика 1970-тих година коришћен цементни малтер, а сулфати су његови продукти.

Што се тиче нитрата забележени су на површини мозаика М23 (10-25 mg/l), док унутар зазора између тесера нису детектовани. Код мозаика М34 је супротна ситуација. Нитрати нису заступљени на површини, али су детектовани у малтерном слоју мозаика (25-50 mg/l). Хлориди су идентификовани код оба мозаика само на површини у истом количинском распону

⁶²¹ Robert A Samson et al., *Food and indoor fungi* (Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010), стр. 168, 246.

⁶²² Снежана Вучетић и Јања Раногајец, *Методологија испитивања историјских малтера* (Нови Сад, Република Србија: Технолошки факултет Нови Сад, 2022), стр. 77.

од 0-500 mg/l. Имајући у виду да су *Quantofix* мерне траке поуздане само за прелиминарна испитивања, потребно је урадити додатна испитивања јонском хроматографијом.⁶²³

На основу свега претходно изнетог може се установити да су хлориди присутни на површини оба мозаика, док је присуство сулфата идентификовано и на површини и у зазорима између тесера испитиваних мозаика. Присуство растворљивих соли на површини и у испитиваним мозаицима указује да може доћи до деструктивних процеса растварања и кристализације. Да ли ће до ових процеса доћи превасходно зависи од услова средине, односно од вредности Т и RH, као и да ли је у материјалу присутна влага. Растварање већине растворљивих соли се дешава на температури од 20-40 °C.⁶²⁴ Деградација материјала зависи од растворљивости соли. Хлориди имају велику растворљивост. Приликом велике RH стварају флеке и привид влаге на површини мозаика, док са друге стране када је RH испод границе критичне влажности од 75% кристалишу. Деградација материјала зависи од притиска кристализације и хидратације. Међутим, на пример NaCl не хидратише, али зато има велике кристализационе притиске и до 55,4 МПа. Иако NaCl приликом кристализације има велике кристализационе притиске, NaSO₄ изазива већу детериорацију материјала због морфологије насталих кристала. Количина соли, њена природа, притисци кристализације и хидратације, као и морфологија насталих кристала одређују брзину и степен деструкције материјала који граде морфолошку структуру мозаика.⁶²⁵

Како би се спречила деструкција материјала услед кристализације и растварања растворљивих соли неопходно је спречити доток воде/влаге и обезбедити стабилну микроклиму без наглих осцилација RH. Мозаик М23 је реконзервиран на новој подлози тако да је онемогућен капиларни прилив воде/влаге из земље. Међутим, бојазан постоји да до ових процеса дође на делу мозаика изнад кога прокишњава кровна конструкција као и приликом високих вредности RH јер су кречни малтер и камене тесере порозни, хигроскопни материјали и апсорбују влагу из ваздуха. Приликом великих осцилација и промене RH из ниске у високу и обрнуто уколико постоје растворне соли почињу да се крећу кроз материјал, кристалишу и растварају се, при чему долази до промене запремине пора, односно до структурне разградње градивних материјала мозаика малтера и камена.⁶²⁶ Из тих разлога неопходно је санирати кровну конструкцију и вршити контролу RH како се процеси кристализације и растварања идентификованих соли не би смењивали. За разлику од мозаика М23, код мозаика М34 постоји и капиларни прилив воде/влаге одоздо. Крајња мера спречавања деструкције материјала услед дејства растворљивих соли је уклањање соли из материјала. У примени је суви и мокри поступак за одстрањивање растворљивих соли из материјала, односно поступак десалинације.⁶²⁷

⁶²³ Лабораторија за испитивање материјала у културном наслеђу, Технолошки факултет Нови Сад, *Елаборат лабораторијских испитивања: Испитивање утицаја микроклиматских услова средине на постојаност античких мозаика у Визиторском центру локалитета 1а Царска палата Сирмијум*, (Нови Сад: Технолошки факултет, 2021-22).

⁶²⁴ Снежана Вучетић, “Деградација и заштита материјала непокретног културног наслеђа” (дисертација, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет, 2017), стр. 15.

⁶²⁵ Исто, 10-18.

⁶²⁶ Татјана Н. Недељковић, „Утицај релативне влаге на материјале,“ у *Зборник радова научно стручног скупа: Методе утврђивања и отклањања последица дејства влаге на културна добра*, ур. Зоран Вапа, Славица Вујовић, Властимир Радоњанин, Нови Сад: Покрајински завод за заштиту споменика културе, Петроварадин, Друштво конзерватора Србије, 2004. стр. 144-150, (145-146).

⁶²⁷ Видети више у: *Исто*, стр. 23-43.

9. УНАПРЕЂЕЊЕ МИКРОКЛИМАТСКИХ УСЛОВА СРЕДИНЕ – ДИСКУСИЈА

9.1. Дискусија резултата симулација у климатској комори

Вештачким старењем реплика мозаика у климатској комори установљена је њихова постојаност у односу на годишњи распон симулираних термохигрометријских параметара. Резултати симулација у климатској комори показали су да реплике мозаика боље подносе симулирани претпостављени оптимални микроклиматски режим за очување и презентацију мозаика него симулацију постојећих термохигрометријских годишњих вредности, екстрема забележених у Царској палати. Сходно томе вештачким, убрзаним старењем, симулацијама термохигрометријских режима може се предвидети понашање материјала који граде морфолошку структуру мозаика и установити деструктивне промене, оштећења.

Поред спољашњих, амбијенталних услова у којима се излажу, детериорација мозаика зависи и од унутрашњих фактора, карактеристика материјала који граде његову морфолошку структуру.⁶²⁸ Тесере могу бити од различитих врста и квалитета камена, керамике који различито реагују на утицаје средине. Малтери су такође композитни материјали и њихова својства зависе од коришћених материјала за справљање малтерне смеше. Како је за справљање реплика мозаика на које су симулирани микроклиматски режими у климатској комори коришћен кречни малтер, јер је најсличнији оригиналном, римском малтеру, промене које настају зависе и од сазревања кречних система. У односу на публикована реализована испитивања старења кречних система дискутовано је о резултатима вештачког старења мозаика добијених при симулацијама оба микроклиматска режима у климатској комори.⁶²⁹

Резултати испитивања порозности кречног малтера неостареног и остареног узорака мозаика приликом симулације оба микроклиматска режима су показала да су вредности укупне порозности мање код остарених него код неостарених узорака. Смањење укупне порозности кречног малтера приликом вештачког старења мозаика настаје услед процеса карбонизације.⁶³⁰ Процес карбонизације кречног малтера се дешава када се CO₂ раствори у води и реагује са раствореним калцијум хидроксидом при чему долази до таложења калцијум карбоната.⁶³¹ Малтерима на бази креча није довољно 28 дана да достигну потпуну чврстоћу, као што је случај са цементним малтером, већ процес карбонизације може трајати годинама. Због постепеног очвршћавања везива механичка чврстоћа кречних малтера расте током времена.⁶³² Приликом вештачког старења убрзавају се сви физичко – хемијски процеси па тиме и карбонизација кречних система, при чему се порозност смањује.⁶³³ Што се тиче порозности код остареног узорка на који су симулирани реални термохигрометријски параметри измерени у Царској палати % промена укупне порозности у односу на неостарени узорак износи 27%, док је код остареног узорка који је био подвргнут симулацији претпостављеног оптималног

⁶²⁸ Узроци и типови оштећења мозаика објашњени су у **3. поглављу**.

⁶²⁹ J. Lanás et al., "Mechanical properties of masonry repair dolomitic lime-based mortars," *Cement and concrete research* 36, no. 5 (2006): pp. 951-960, doi:10.1016/j.cemconres.2005.10.004; M.A. Gohary, "Behavior of treated and un-treated lime mortar before and after artificial weathering," *Restoration of buildings and monuments* 18, no. 6 (January 2012): pp. 369-380, doi:10.1515/rbm-2012-6552; M. Arandigoyen et al., "Lime-pastes with different kneading water: Pore structure and capillary porosity," *Applied surface science* 252, no. 5 (2005): pp. 1449-1459, doi:10.1016/j.apsusc.2005.02.145; Paulina Faria, Fernando Henriques, and Vasco Rato, "Comparative evaluation of lime mortars for architectural conservation," *Journal of Cultural Heritage* 9, no. 3 (2008): pp. 338-346, doi:10.1016/j.culher.2008.03.003.

⁶³⁰ J. Lanás et al., "Mechanical properties of masonry repair dolomitic lime-based mortars," *Cement and concrete research* 36, no. 5 (2006): pp. 951-960, (954), doi:10.1016/j.cemconres.2005.10.004;

⁶³¹ Carlos Rodriguez-Navarro et al., "Liesegang pattern development in carbonating Traditional lime mortars," *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 458, no. 2025 (August 2002): pp. 2261-2273, doi:10.1098/rspa.2002.0975.

⁶³² J. Lanás et al., "Mechanical properties of masonry repair dolomitic lime-based mortars," *Cement and concrete research* 36, no. 5 (2006): pp. 951-960, (954), doi:10.1016/j.cemconres.2005.10.004;

⁶³³ Исто.

микроклиматског режима за очување и презентацију мозаика *in situ* % промене у односу на неостарени узорак занемарљив, износи свега 4%. Већи степен промене, односно смањења порозности, су претрпели кречни системи мозаика на које су симулирани постојећи микроклиматски услови у Царској палати.

Резултати дистрибуције величине пора су показали да је након симулације микроклиматског режима присутног у Царској палати на узорке мозаика дошло до повећања удела крупних пора у кречном малтеру чији се удео утростручио у случају величине пора 100-32 μm и удвостручио код пора $> 100 \mu\text{m}$ након стрења. Повећање удела крупних пора кречног малтера доводи до већег степена упијања воде,⁶³⁴ а онда то може *in situ* резултирати другим процесима детериорације (испаривањем, кристализацијом соли, процесима мржњења итд.). Такође, повећање удела крупних пора се манифестовало на механичке карактеристике при чему је дошло до значајног смањења силе отпора при бушењу након старења. Такође, у складу са тим су и микроструктурне промене у виду покотина на контакту тесере – кречни малтер идентификоване већ након првих 50. циклуса.

Код симулације препорученог оптималнијег микроклиматског режима након старења је дошло до повећања удела капиларних пора и пора малих полупречника у слоју кречног малтера мозаика. Поре мањег пречника имају својство транспорта воде/влаге јер се капиларна сила сорптивности, односно разлике притиска, повећава са смањењем пречника пора.⁶³⁵ Капиларне поре имају важну улогу у транспорту воде/влаге, а капиларни транспорт је главни механизам за процесе детериорације услед кристализације и растварања растворних соли и циклуса мржњења и одмрзавања. Уколико су мозаици одигнути од тла, као што је случај са мозаиком 23 у Визиторском центру Царске палате Сирмијума, у том случају не може доћи до капиларног прилива воде и постојање капиларних пора не представља претњу за очување морфолошке структуре мозаика. Микроструктурне промене у виду прелина су се јавиле у делу кречног малтера након 150. циклуса старења, док је контакт тесере – кречни малтер остао стабилан и након старења. Погоршање механичких карактеристика остареног узорка у односу на неостарени је евидентно и износи 68%, али је знатно мање него код мозаика на који су симулирани термохигрометријски параметри у Царској палати где је проценат промене 86% и где је чак слабљење механичких карактеристика на споју тесере – кречни малтер потврђено одвајањем камених тесера од малтерне подлоге.

Сходно свему претходно изнетом узорак мозаика на који је симулиран режим присутан у Царској палати је претрпео веће промене у односу на узорак мозаика на који је симулиран претпостављени оптималнији микроклиматски режим. Имајући то у виду, резултати лабораторијских истраживања су показали да је неопходно извршити унапређење микроклиматских услова средине у Визиторском центру Царске палате Сирмијума у циљу очувања мозаика.

9.2. Дискусија резултата спроведних испитивања *in situ*

Сходно резултатима једногодишњег микроклиматског мониторинга установљено је да су у Визиторском центру Царске палате Сирмијума нестабилни и неуравнотежени микроклиматски услови. Вредности релативне влажности готово читаве године су изузетно високе. Током јануара, фебруара, новембра и децембра су константно изнад 80%, док су током осталих месеци заступљене значајне осцилације овог параметра. Такође, мање спољашње вредности RH и SH ваздуха од унутрашњих готово читаве године указују да је равнотежа система нарушена, односно да постоји извор воде/влаге унутар објекта. Овај феномен није

⁶³⁴ Paulina Faria, Fernando Henriques, and Vasco Rato, "Comparative evaluation of lime mortars for architectural conservation," *Journal of Cultural Heritage* 9, no. 3 (2008): pp. 338-346, 343, doi:10.1016/j.culher.2008.03.003.

⁶³⁵ M. Arandigoyen et al., "Lime-pastes with different kneading water: Pore structure and capillary porosity," *Applied surface science* 252, no. 5 (2005): pp. 1449-1459, 1458, doi:10.1016/j.apsusc.2005.02.145;

реткост, присутан је код објеката који немају армиранобетонску плочу на тлу и који нису хидроизоловани какав је случај и са Визиторским центром Царске палате Сирмијума. Идентификоване појаве попут константног капиларног прилива воде/влаге из земље и зидова, затим прокишњавање кровне конструкције и инфилтрације воде на налазе и конструктивне елементе објекта јесу узрочници високих вредности RH ваздуха услед отпаравања са поменутих навлажених површина. Недовољна измена ваздуха у Визиторском центру Царске палате Сирмијума такође доприноси формирању услова повећане влажности. Присуство зелених алги на тлу је само потврда резултата микроклиматског мониторинга.

Иако током микроклиматског мониторинга 2021. године нису забележене средње дневне вредности температуре испод 0 °C, као ни минимално очитане, ипак треба имати у виду да може постојати латентна могућност да дође до циклуса мржњења у случају хладнијих зима и нижих спољашњих вредности T, јер су минималне измерене вредности близу 0 °C код све три унутрашње позиције мерења (T23 = 0,6 °C; T34_V30 = 0,4 °C; T34_V350 = 0,3 °C).

Високе вредности релативне влажности ваздуха у Визиторском центру Царске палате, капиларни прилив из земље, прокишњавање крова негативно утичу на постојаност мозаика, изазивајући детериорацију његове структуре услед процеса апсорције и исушивања, што су и показали резултати физичких испитивања.⁶³⁶ Иако је применом новог приступа реконзервације мозаика на подлози – носиоцу од алуминијумских алвеоларних панела постављених на ветреној потконструкцији решен проблем капиларног прилива одоздо код мозаика M23 и даље су присутни механизми детериорације услед неадекватних и нестабилних микроклиматских услова средине. Резултати физичких испитивања у мозаику M23 су то и потврдили. Током једногодишњег праћења много су веће варијације ЕМС у мозаику M23 (57,3%), него код мозаика M34 (15%). Овај податак говори да се мозаик M34 аклиматизовао на постојеће микроклиматске услове средине. Вишедеценијско прилагођавање мозаика M34 микроклиматским променама је за последицу имало његову детериорацију, структурну разградњу, тако да овај мозаик сходно стању у ком се налази захтева хитну конзервацију.

Од утицаја из окружења зависи и биолошка контаминација мозаика. Иако код мозаика M23 не постоји капиларни прилив одоздо, већи део године прекорачена је минимална вредност активне воде супстрата (a_w) за раст микромицета ($a_w > 0,6$), док претежно у периоду од маја до октобра активна вода у супстрату варира око минималног прага за фунгални раст. Имајући у виду да је кречни малтер порозан, хигроскопан материјал, услед високих вредности RH апсорбује влагу из ваздуха при чему расте равнотежни садржај влаге (ЕМС) у њему, односно расте вредност активне воде супстрата a_w , од које зависи да ли ће доћи до биолошке контаминације мозаика. За разлику од мозаика M23 где је повећање ЕМС у малтеру, а тиме и (a_w) услед високих вредности релативне влажности ваздуха, код мозаика M34 постоји и капиларни прилив воде одоздо, тако да током читаве године услови погодују фунгалном расту ($a_w > 0,6$). У складу са тим су и резултати испитивања степена биолошке контаминације мозаика методама узорковања адхезивном траком и стерилним брисом који су показали већу биолошку колонизацију мозаика M34 у односу на M23. Ово се може приписати чињеници да је мозаик M23 недавно очишћен током конзерваторског третмана при чему је уклоњен сав органски материјал. Међутим и поред тога, само неколико месеци након конзервације и излагања на локалитету идентификован је фунгални раст.⁶³⁷ Потврда непосредног утицаја услова средине, превасходно високих вредности RH ваздуха на биолошку контаминацију мозаика M23 који је релативно скоро реконзервиран јесу идентификоване врсте родова гљива адхезивном траком (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Chaetomium*, *Periconia*) и стерилним брисом (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Trichoderma*). За разлику од мозаика M23, код мозаика M34 се могла очекивати велика биолошка контаминација имајући у виду да је конзервиран пре више од педесет година.

⁶³⁶ Резултати физичких испитивања дати су у поднаслову 8.3.2.

⁶³⁷ Мозаик M23 је реконзервиран на новој подлози током 2018-2019. године, а у новембру 2020. је пренет и постављен на првобитно место, у просторију 23 на локалитету.

Присуство различитих вијабилних фунгалних пропагула на површини камена и изолата добијених стерилним брисевима сугеришу потенцијално биодетериорационо дејство. Наиме, гљиве су у стању да разграђују камен и механичким и хемијским процесима. Механичко пропадање се показује активним растом и пенетрацијом хифа. С друге стране, хемијско биопропадање камена укључује лучење киселих метаболита и производњу пигмената.⁶³⁸ Неке од ових измена могу довести до структурних и естетских промена споменика и могу бити неповратне.⁶³⁹ Сходно биолошкој контаминацији и визуелној инспекцији мозаик М34 је потребно реконзервирати.

Концентрација фунгалних пропагула у ваздуху такође зависи од различитих фактора животне средине али превасходно од температуре и релативне влажности ваздуха, као и доступности хранљивих материја.⁶⁴⁰ Повећане CFU/m³ вредности, односно прекорачени безбедни лимити фунгалних пропагула у ваздуху представљају претњу очувања културног наслеђа, посебно у затвореним и полузатвореним просторима.⁶⁴¹ Стога је систематско праћење квалитета ваздуха од суштинског значаја за очување архитектонских налаза, у овом случају античких мозаика, јер могу да укажу на потенцијалну биолошку контаминацију, док се идикувативнијим методама узорковања адхезивном траком и стерилним брисом идентификовањем присуства и раста фунгалних структура биолошка контаминација потврђује.

Поред биолошке колонизације супстрата, камена и малтера, као структурних елемената мозаика, постојећи микроклиматски услови средине у Визиторском центру Царске палате Сирмијума са честим осцилацијама RH ваздуха, капиларним приливом влаге и инфилтрацијом воде на налазе погодују циклусима кристализације и растварања идентификованих растворних соли хлорида, сулфата и нитрата. Како су већи део године високе вредности RH ваздуха, порастом температуре током летњих месеци забележено је да се RH ваздуха у Визиторском центру снижава до 35-40% при чему наступа процес исушивања. Приликом овог процеса растворене соли у води која испуњава порозну структуру материјала кристалишу у тренутку потпуног засићења раствора. Имајући у виду да су забележене честе осцилације T и RH на дневном и сезонском нивоу, због промене равнотежног садржаја влаге/воде (ЕМС) у камену и малтеру, а онда и растварања или кристализације соли долази до промене запремине пора, повећања или смањења, што резултира структурном разградњом мозаика. Такође, током зимске сезоне очитане су вредности T ваздуха око 0 °C, тако да постоји могућност да дође до промене запремине пора и деструкције материјала услед циклуса мржњења и одмрзавања.

Сходно свему претходо изнетом установљене су узрочно – последичне релације утицаја микроклиматских услова средине у Визиторском центру Царске палате Сирмијума на физичке, хемијске и биолошке процесе детериорације мозаика.

⁶³⁸ Giulia Caneva et al., “The biological aerosol as a factor of biodeterioration,” in *Cultural Heritage and aerobiology methods and measurement techniques for biodeterioration monitoring*, ed. Paolo Mandrioli, Giulia Caneva, and Cristina Sabbioni (Dordrecht, Netherlands: Springer Science + Business Media, 2003), 3–29, ISBN 978-94-017-0185-3; Željko Savković et al., “Fungal deterioration of Cultural Heritage objects,” Available online: <https://cdn.intechopen.com/pdfs/77254.pdf> by July 2, 2021. (accessed on 12 July 2021)

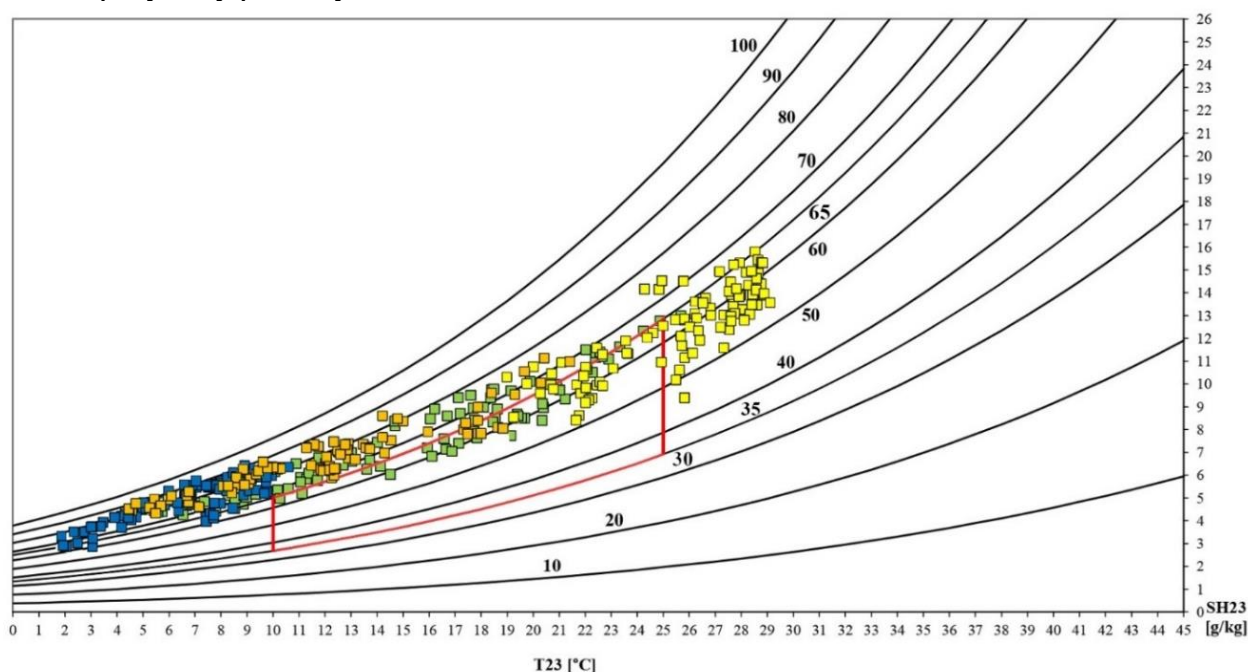
⁶³⁹ Giulia Caneva et al., “The biological aerosol as a factor of biodeterioration,” in *Cultural Heritage and aerobiology methods and measurement techniques for biodeterioration monitoring*, ed. Paolo Mandrioli, Giulia Caneva, and Cristina Sabbioni (Dordrecht, Netherlands: Springer Science + Business Media, 2003), 3–29, ISBN 978-94-017-0185-3; K.L. Garg, Kamal K. Jain, and A.K. Mishra, “Role of fungi in the deterioration of wall paintings,” *Science of the total environment* 167, no. 1–3 (1995): 255–71, doi:10.1016/0048-9697(95)04587-q.

⁶⁴⁰ W.E. Horner et al., “Fungal allergens,” *Clinical microbiology reviews* 8, no. 2 (1995): 161–79, doi:10.1128/cmr.8.2.161; (Horner i al. 1995) Idalia Kasprzyk, “Aeromycology - Main research fields of interest during the last 25 Years,” *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*, no. 15 (2008): 1–7.

⁶⁴¹ Željko Savković et al., “Diversity and seasonal dynamics of culturable airborne fungi in a Cultural Heritage conservation facility,” *International Biodeterioration & Biodegradation* 157 (2021): 105163, doi:10.1016/j.ibiod.2020.105163.

9.3. Упоредна анализа резултата симулација у климатској комори и испитивања *in situ*

Како би се сагледао и упоредио тренутни микроклиматски режим у Визиторском центру Царске палате Сирмијума са симулацијама потврђеним оптималнијим микроклиматским режимом за презентацију античких мозаика, коришћен је Молијеров, психрометријски дијаграм. На психрометријском дијаграму (*Слика 185*), дат је дисперзивни приказ средњих дневних вредности T и RH ваздуха током 2021. године за позицију M23⁶⁴² по сезонама и црвеном затвореном линијом је означен годишњи опсег симулираног претпостављеног оптималнијег микроклиматског режима ($T = 10-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, а $RH = 35-65\%$). Плавом бојом обележене су зимске вредности, зеленом пролећне, жутом летње и наранџастом јесење. Током пролећне сезоне средње дневне вредности крећу се $RH = 50-80\%$ и $T = 5-26\text{ }^{\circ}\text{C}$, летње су у распону $RH = 40-75\%$ и $T = 19-29(30)\text{ }^{\circ}\text{C}$, јесење у опсегу $RH = 60-90\%$ и $T = 4-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, док су зимске присутне у распону $RH = 60-91\%$ и $T = 1,8-11\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Слика 185. Молијеров, психрометријски дијаграм са дисперзивним приказом средњих дневних вредности T_{23} и RH_{23} сезонама (плава - зима, зелена - пролеће, жута - лето, наранџаста - јесен) током 2021. године за позицију M23. Са црвеном линијом је уоквирен претпостављени и симулацијама доказани оптималнији годишњи опсег T и RH за очување и презентацију мозаика *in situ*, (Извор: Аутор, дијаграм: Алекса Јеликић, РЗЗСК).

Средње дневне вредности RH су изван препорученог и доказаног оптималнијег горњег опсега током све четири сезоне. Летње средње дневне вредности RH су највећи број дана у препорученом опсегу тако да се ова сезона може сматрати најприхватљивијом у том погледу. Конкретно, средње дневне вредности RH су у препорученом оптималном опсегу биле 116 дана током године, док је 249 дана средња дневна RH била већа од оптималног горњег опсега ($RH > 65\%$). Средње дневне вредности RH испод доње границе оптималног опсега нису идентификоване ($RH < 35\%$). Препоручени температурни опсег од $10-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ прекорачен је у

⁶⁴² За упоредну анализу симулацијама доказаног оптималнијег микроклиматског режима за презентацију мозаика и постојећих микроклиматских услова средине у Визиторском центру Царске палате Сирмијума коришћени су подаци очитани са дата логера M23_V30, постављеног код мозаика у просторији 23. Упоредна анализа је извршена у односу на термохигрометријске вредности очитане са мерне позиције M23 управо јер су екстремне вредности са ове позиције симулиране у климатској комори на реплике мозаика направљене по истом поступку и рецептури као што је извршена реконзервација мозаика у просторији 23. На тај начин је испитан утицај постојећег микроклиматског режима на реконзервацију мозаика и њихову постојаност имајући у виду да се планира реконзервација свих мозаика по овом истом поступку, односно на алвеоларној подлози – носиоцу.

зимском периоду при чему је 141 дан температура била испод доњег опсега ($T < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$), док је у летњем периоду 59 дана средња дневна температура била изнад горњег оптималног опсега ($T > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$). Највећи број дана, готово током целе зиме, средње дневне температуре су биле испод доњег лимита препорученог оптималног опсега, затим током јесени и неколико дана у пролећној сезони. Средње дневне вредности T које су испод границе доњег оптималног опсега ($T < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) не представљају ризик по очување мозаика, већ напротив, показало се да су артефакти који се излажу на нижим температурама постојанији него они који се излажу на вишим, односно у том случају се успорава природно старење налаза све док вредности не буду око и испод $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ако до тога дође наступају циклуси мржњења и одмрзавања који доводе до структурне разградње неорганских, порозних, хигроскопних материјала. У супротном температура нема неки већи посредни утицај на детериорацију мозаика. Међутим, њен непосредан утицај је итекако значајан јер регулише релативну влажност ваздуха која представља највећи узрок пропадања хигроскопних материјала. Међузависност температуре и релативне влажности ваздуха се заснива на томе да се са повећањем температуре релативна влажност смањује и обрнуто, са смањењем температуре релативна влажност ваздуха се повећава, при чему је специфична влажност ваздуха константна.⁶⁴³ Вредности специфичне влажности унутар објекта требало би да прате тренд кретања у спољашњој средини. Уколико постоји одступање, при чему су веће вредности специфичне влажности унутар објекта него у спољашњем простору, то знаћи да постоји извор воде/влаге у објекту,⁶⁴⁴ нпр. прокишњавање или капиларни прилив са подова и зидова, што је случај у Визиторском центру Царске палате. Високе вредности релативне влажности ваздуха већи део године као и нагле осцилације указују да постоји ризик по очување мозаика.⁶⁴⁵ Из тих разлога треба тежити унапређењу постојећих услова, смањењем високих вредности релативне влажности ваздуха и ограничавањем осцилација у оквиру потврђеног оптималнијег опсега, а све у циљу постизања стабилнијег микроклиматског режима и избегавања механизма детериорације мозаика.

Унапређењем постојећих микроклиматских услова средине и формирањем симулацијама потврђеног оптималнијег микроклиматског режима ублажили би се присутни детериорациони процеси морфолошке структуре мозаика идентификовани приликом испитивања *in situ*, попут процеса исушивања и апсорпције влаге из ваздуха, циклуса влажења и сушења, процеса кристализације и растварања растворних соли, затим би се у потпуности онемогућио настанак циклуса мржњења и одмрзавања и спречила биолошка контаминација налаза. Уколико би се снизиле вредности RH ваздуха, узрочно-последично би се снизио равнотежни садржај влаге у мозаику ЕМС, а то наравно имплицира и снижавање a_w вредности. Када је a_w вредност испод минималног прага за раст одређене врсте гљива, фунгалног раста неће бити. Конкретно за случај Визиторског центра Царске палате Сирмијума, уколико би се RH ваздуха оптимизовала, тако да горња граница опсега буде 65% не би било фунгалног раста јер све идентификоване врсте родова гљива на мозаику М23 узорковане адхезивном траком и стерилним брисом расту при вредностима a_w већим од 0,77 (за *Aspergillus niger* је 0,77), **Табела 28**. Такође, снижавањем RH до горње границе оптималног опсега омогућило би се ублажавање циклуса апсорпције влаге из ваздуха и исушивање, отпаривање са мозаика имајући у виду да се ови процеси у природи не могу у потпуности зауставити. Када су оба термодинамичка система у равнотежи једино у том случају нема поменутих процеса, односно када је $RH = ЕМС$. Међутим, у природи је немогуће одржати константно равнотежно стање услед сталних промена, већ оба система

⁶⁴³ Маја Франковић, „Методe мерења релативне влажности ваздуха,“ у *Зборнику радова научно стручног скупа: Методе утврђивања и отклањања последица дејства влаге на културна добра*, ур. Зоран Вапа, Славица Вујовић, Властимир Радоњанин, Нови Сад: Покрајински завод за заштиту споменика културе, Петроварадин, Друштво конзерватора Србије, 2004. стр. 133-143, (134).

⁶⁴⁴ Исти проблем је установио Алекса Јеликић у параклису Св. Ђорђа манастира Сопоћани. Видети више у: Алекса Јеликић, „Проблематика влаге у цркви Св. Тројице у манастиру Сопоћани,“ *Гласник ДКС 40*, Београд: 2016. 128-136. (134).

⁶⁴⁵ Током једногодишњег периода мерења средња дневна релативна влажност је 249 дана била $> 65\%$, док су 128 дана дневне осцилације биле $> 10\%$.

теже да га постигну. Зато су процеси апсорпције и исушивања стално присутни. Мање вредности RH ваздуха и распон осцилација доприноси очувању структуре градивних материјала мозаика јер су у том случају процеси мање интензивни, па су и дилатације, скупљање и ширење пора незнатне. Формирањем симулацијама доказаног оптималнијег режима и ограничавањем осцилација RH онемогућили би се циклуси растварања и кристализације присутних растворних соли. То је зато што је праг вредности RH приликом кристализације/растварања идентификованих соли изнад горњег опсега оптималног режима, тако да не би дошло до промене фазе. На пример NaCl се раствара при температури 25 °C и уколико је вредност RH већа од 75%.⁶⁴⁶ Међутим ако је вредност RH испод 75% NaCl ће имати своју кристалну структуру. На тај начин би се спречили прелази из једне у другу фазу, а тиме и промена запремине пора, услед којих долази до структурне разградње материјала, малтера и камена. Најважније, уколико би се спречиле осцилација RH ваздуха око 75%, односно онемогућили процеси растварања, а потом кристализације, избегао би се код NaCl велики притисак кристализације од 55,4 МПа који има велику разорну моћ.⁶⁴⁷

Након увида у све бенефите оптималнијег микроклиматског режима за очување и презентацију античких мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума, у наредном поднаслову систематизована су сва претходно стечена знања у циљу формирања препорука за унапређење постојећих микроклиматских услова средине.

9.4. Препоруке за унапређење микроклиматских услова средине у Визиторском центру Царске палате Сирмијума у Сремској Митровици

На основу резултата реализованих испитивања *in situ*, затим симулација у климатској комори, као и на основу учења из грешака или по моделу *lessons learned* реализованих заштитних структура и њиховог утицаја на формирање унутрашњих, микроклиматских услова произашле су препоруке за унапређење постојећег микроклиматског режима у Визиторском центру Царске палате Сирмијума.

Унапређење микроклиматских услова средине и формирање оптималнијег термохигрометријског опсега може се постићи немеханичким и механичким стратегијама.⁶⁴⁸ Немеханичке стратегије се заснивају на примени корективних мера у циљу ублажавања постојећих микроклиматских услова и постизања циљаног опсега без утrophка додатне енергије, док за разлику од њих, код механичких стратегија управљање микроклиматским условима средине применом механичких система грејања, хлађења, влажења и одвлаживања изискује знатану потрошњу енергије. Сходно претходно изнетом, иако би се применом HVAC система могли формирати и одржавати стабилни амбијентални услови што погодује очувању налаза, њихова употреба није економична са енергетског, па тиме и економског аспекта. Поред тога је установљен њихов потенцијално негативни ефекат у погледу очувања архитектонских остатака, јер при сваком прекиду рада, квару постројења, долази до наглих флукуација T и RH ваздуха.⁶⁴⁹ Имајући то у виду свакако треба тежити да се корективним мерама постигну оптималне термохигрометријске вредности тако да представљају основни и једини приступ

⁶⁴⁶ Shin Maekawa, Vincent L. Beltran, and Michael C. Henry, *Environmental Management for Collections: Alternative Preservation Strategies for Hot and Humid Climates* (Los Angeles, USA: Getty Conservation Institute, 2015), pp. 28-29.

⁶⁴⁷ Снежана Вучетић, “Деградација и заштита материјала непокретног културног наслеђа” (дисертација, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет, 2017), стр. 16.

⁶⁴⁸ Shin Maekawa, Vincent L. Beltran, and Michael C. Henry, *Environmental Management for Collections: Alternative Preservation Strategies for Hot and Humid Climates* (Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2015), pp. 81-82; 91-148.

⁶⁴⁹ Andrea Lucian, “Historical climates and conservation environments: Historical perspectives on climate control strategies within museums and heritage buildings” (dissertation, Politecnico di milano, 2013), pp. 1-166, pp. 81.

унапређења. Међутим, уколико се након примене корективних мера не остваре жељени микроклиматски услови и циљани опсези, у том случају се тек треба размотрити увођење механичких система управљања и контроле микроклиме. На пример, у топлом и влажном климату је чест случај да корективне мере нису довољне да се остваре оптимални услови за очување и презентацију налаза, јер су високе вредности Т и RH ваздуха доминантне током читаве године, па се уводе процеси хлађења и одvlaживања.⁶⁵⁰

Како су у Визиторском центру Царске палате Сирмијума кључни проблеми висока релативна влажност ваздуха и њене осцилације које су условиле низ механизма детериорације мозаика, неопходно је предузети одређене корективне мере како би се формирали стабилни микроклиматски услови средине за презентацију мозаика *in situ* и тиме ублажили поменути присутни процеси детериорације. У складу са актуелним ставовима у превентивној конзервацији применом динамичког модела оптимизовала би се унутрашња микроклима пасивним мерама, које су данас све више у употреби приликом унапређења микроклиматских услова у историјским објектима.⁶⁵¹ Овај приступ омогућава да се санацијом идентификованих проблема и побољшањем карактеристика објекта унапреде постојећи микроклиматски услови средине тако да се термохигрометријске вредности споро мењају током године пратећи сезонске промене спољашње микроклиме. Имајући то у виду, а у циљу спречавања деградационих процеса материјала који граде морфолошку структуру мозаика неопходно је да се вредности RH ваздуха током године крећу у оквиру симулацијама доказаног оптималнијег годишњег опсега од 35-65%, са што мањим распоном дневних осцилација.

Сходно претходно изнетом, како би се постигао симулацијама потврђени оптималнији микроклиматски режим за презентацију мозаика превасходно је потребно извршити сузбијање извора воде/влаге у Визиторском центру Царске палате Сирмијума. Неопходно је санирати кровну конструкцију на свим оним местима где прокишњава. Затим треба заменити дотрајале олуке који пропуштају воду, при чему се она слива низ ободне фасадне зидове, који је упијају, а онда услед раста Т долази до отпаривања са ових површина што за последицу има повећање RH ваздуха. Пошто је капиларни прилив одоздо константан, због непостојања армиранобетонске плоче на тлу и хидроизолације неопходно је урадити хидрогеолошка испитивања, односно студију режима подземних вода на подручју локалитета 1а Царске палате Сирмијума. Након ових испитивања, установио би се ниво подземних вода и сазнало би се да ли постоји њихов непосредан утицај на унутрашње микроклиматске услове, односно на високе вредности RH ваздуха. Уколико се утврди да постоји утицај подземних вода онда у том случају на основу хидрогеолошког елабората треба приступити изради пројекта дренаже локалитета.

У циљу регулисања високих вредности релативне влажности ваздуха у Визиторском центру Царске палате Сирмијума препоручује се замена постојећих и уградња нових прозора (дрвена столарија) са механизмом отварања чиме би се омогућила природна вентилација, односно проветравање простора и контролисана измена ваздуха. То би допринело смањењу релативне влажности ваздуха и бржој елиминацији суспендованих честица и микроорганизама. Након тога би се могао одредити неопходан број измена ваздуха. Природна вентилација се може постићи и формирањем ефекта димњака чиме би се у доњој зони објекта кроз клапне убацивао спољашњи ваздух, а у горњој зони кровне лантерне избацивао кроз шалоне. Вентилацијом се могу кориговати термохигрометријске вредности унутрашњег ваздуха увођењем спољашњег.

Имајући у виду да је формирање микроклиматских услова у Визиторском центру условљено променама спољне микроклиме неопходно је термоизоловати објекат како би се овај процес успорио. Постављањем термоизолације у спољашње зидове и кровну

⁶⁵⁰ Shin Maekawa, Vincent L. Beltran, and Michael C. Henry, *Environmental Management for Collections: Alternative Preservation Strategies for Hot and Humid Climates* (Los Angeles, USA: Getty Conservation Institute, 2015), pp. 91-92, 109.

⁶⁵¹ Jørgen Erik Christensen, Christos Georgios Kollias. Hygrothermal Evaluation of a Museum Storage Building based on Actual Measurements and Simulations. *Energy Procedia* 2015, 78, 651–656; Vesna Živković, Veljko Džikić, Return to basics—Environmental management for museum collections and historic houses. *Energy Build.* 2015, 95, 116–123.

конструкцију, побољшале би се термичке карактеристике објекта, смањили топлотни добици лети и губици зими. Такође, на тај начин би се смањила топлотна проводљивост, а повећао топлотни капацитет објекта чиме би се знатно спорије манифестовала промена унутрашњих термохигрометријских вредности услед утицаја спољашње микроклиме.

Још једна од корективних мера која може допринети смањењу релативне влажности ваздуха и њеном колебању јесте ограничавање броја људи приликом посета Визиторском центру Царске палате Сирмијума. Имајући у виду да човек приликом сваког издисаја емитује ваздух температуре 35 °С и релативне влажности 95% услед уласка истовремено великог броја људи долази до промене термохигрометријских вредности.⁶⁵²

Уколико и након санације извора влаге, унапређења енергетских перформанси објекта, односно реализације претходно поменутих корективних мера вредности RH ваздуха нису у оптималном опсегу за очување мозаика онда је неопходно применити механички процес одвлаживања сходно машинском пројектном елаборату.⁶⁵³ Анализа ефикасности примене одређених приступа за унапређење постојећих микроклиматских услова и постизање оптималнијег микроклиматског режима није предмет овога рада и на томе се могу засновати предстојећа истраживања.

...

Принципе заштите и презентације античких мозаика *in situ* треба ускладити са новим сазнањима којима се истраживањем дошло, односно:

- Приликом пројектовања заштитних структура избегавати примену транспарентних материјала са малим топлотним капацитетом и великом топлотном проводљивошћу;
- Предвидети термички омотач објекта у циљу смањења коефицијента топлотне проводљивости чиме се омогућавају спорије промене унутрашњих микроклиматских услова услед утицаја спољашње микроклиме;
- Омогућити контролисану природну вентилацију и измену ваздуха;
- Пре изградње објекта на археолошком локалитету који има функцију визиторског центра, музеја *in situ*, потребно је урадити хидрогеолошки елаборат како би се установиоло да ли постоји утицај подземних вода и на којој су апсолутној коти. У односу на резултате хидрогеолошких испитивања предвидети систем дренаже локалитета.
- Након изградње заштитних структура на археолошким локалитетима неопходно је континуирано одржавање и благовремено улагање у њихову обнову, како би се спречили негативни ефекти по очување мозаика.
- Кориговати бројност групе посетилаца.

Имајући у виду да је истраживањем установљена међузависност микроклиматских услова средине и физичких, хемијских и биолошких процеса детериорације мозаика микроклиматски мониторинг је неопходно увести на археолошким локалитетима са мозаицима као обавезну процедуру у циљу праћења микроклиматских услова средине и превентивне заштите.

⁶⁵² Жарко Бојић, Формирање микроклиме у објектима, у „Утицај параметара микроклиме, буке и осветљења на топлотни комфор у радној средини“ (докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, 2018), стр. 37.

⁶⁵³ За одвлаживање, односно исушивање ваздуха у циљу смањења високих вредности RH могу се применити методе компресије, хлађења и сорпције. Видети више у: Весна Живковић, „Методе контроле релативне влажности (музејске збирке),“ у *Зборник радова научно стручног скупа: Методе утврђивања и отклањања последица дејства влаге на културна добра*, ур. Зоран Вапа, Славица Вујовић, Властимир Радоњанин, Нови Сад: Покрајински завод за заштиту споменика културе, Петроварадин, Друштво конзерватора Србије, 2004. стр. 159-168, (161).

10. ЗАКЉУЧЦИ И ПРАВЦИ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА

На основу резултата истраживања може се закључити да постојећи микроклиматски услови у Визиторском центру Царске палате Сирмијума нису адекватни за презентацију мозаика *in situ*, односно антички мозаици би били постојанији уколико би термохигрометријске вредности биле у опсегу препорученог и симулацијама потврђеног оптималнијег микроклиматског режима. Имајући то у виду резултати експерименталних испитивања су допринели остваривању основног циља истраживања, а то је да се на основу испитивања утицаја Т и RH ваздуха на мозаик *in situ* и симулацијама у климатској комори установе оптимални микроклиматски услови средине за презентацију мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума. Методологија примењена за испитивање утицаја Т и RH ваздуха на мозаике у циљу формирања оптималнијег микроклиматског режима је апликативна, применљива и на другим археолошким локалитетима.

У складу са претходно изнетим, а сходно резултатима експерименталних истраживања све три постављене хипотезе које су изведене из циљева истраживања су доказане. Прва хипотеза потврђена је у другој и трећој целини рада, док су друга и трећа хипотеза доказане у трећој целини рада. Претпоставка да су осцилације релативне влажности ваздуха и температуре кључни фактори детериорације античких мозаика презентованих *in situ* у затвореном простору је доказана у другој целини рада истраживањем литературе и систематизацијом претходних сазнања о узроцима и типовима оштећења мозаика *in situ*, као и приликом класификације и евалуације затворених заштитних структура изведених изнад археолошких локалитета са мозаицима у умерено-континенталном климату, где је нестабилност микроклиматских услова идентификована као проблем, услед последица карактеристика/перформанси заштитних структура. Такође, ова прва хипотеза доказана је у трећој целини рада кроз експериментална истраживања спроведена у климатској комори за старење материјала и *in situ*, у Визиторском центру археолошког локалитета Царске палате Сирмијума. Кроз једногодишњи микроклиматски мониторинг у Визиторском центру Царске палате Сирмијума установљене су вредности Т и RH ваздуха као и њихов непосредан утицај на физичке, биолошке и хемијске процесе детериорације мозаика. Измерене екстремне вредности Т и RH ваздуха годишњег опсега у Визиторском центру Царске палате Сирмијума симулиране су на реплике мозаика у климатској комори за старење материјала. Поред постојећег режима у Визиторском центру Царске палате Сирмијума на реплике мозаика је симулиран и претпостављени оптималнији микроклиматски режим за презентацију мозаика *in situ* са мањим распоном вредности Т и RH ваздуха годишњег опсега. На основу индикатора (праћења стања површине мозаика дигиталном оптичком микроскопијом, затим анализом текстуалних карактеристика малтера живином порозиметријом и испитивањем механичких карактеристика *drill* методом) установљен је степен оштећења, проценат промене реплика мозаика пре и након старења, чиме је потврђено да су кључни фактори детериорације мозаика осцилације Т и RH ваздуха. Резултати симулација у климатској комори су показали да су веће промене претрпеле реплике мозаика на које је симулиран постојећи микроклиматски режим у Визиторском центру Царске палате Сирмијума, него реплике мозаика на које је симулиран препоручени режим са мањим термохигрометријским годишњим распоном. На тај начин је установљено да је препоручени микроклиматски режим оптималнији за презентацију мозаика *in situ* у Визиторском центру Царске палате Сирмијума од постојећег чиме је доказана друга хипотеза истраживања. Резултати реализованих испитивања *in situ* и у климатској комори су указали да постојећи микроклиматски режим у Визиторском центру Царске палате Сирмијума није адекватан за очување мозаика и да га је неопходно унапредити. Систематизацијом претходних сазнања и нових којим се експерименталним истраживањем дошло, односно на основу учења из грешака или по моделу реализованих заштитних структура (*lessons learned*), резултата испитивања *in situ* и симулација у климатској комори проистекле су препоруке и смернице за унапређење

постојећих микроклиматских услова у Визиторском центру Царске палате Сирмијума чиме је потврђена и трећа хипотеза истраживања.

Сходно претходно изентом, резултати истраживања имају директну практичну примену у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царске палате Сирмијума у циљу санације постојећих проблема и побољшања микроклиматских услова средине за очување и презентацију античких мозаика. Такође, други практични допринос истраживања се заснива на могућности имплементације коришћене методологије за испитивање утицаја микроклиматских параметара на постојаност античких мозаика и на другим археолошким локалитетима у Србији. Имајући у виду да је микроклиматски аспект запостављен приликом пројектовања заштитних структура на археолошким локалитетима, а представља значајан фактор за очување и постојаност мозаика, трећи практични допринос истраживања у домену интердисциплинарног оквира архитектуре и урбанизма се заснива на коришћењу резултата истраживања као полазне основе за увођење микроклиматског мониторинга у обавезну процедуру како код праћења микроклиматских услова у реализованим заштитним структурама, тако и приликом извођења нових решења, а све у циљу одрживог коришћења и презентације материјалних налаза *in situ*.

Научни допринос истраживања има општи ниво који представља критички однос према постојећим приступима, архитектонским решењима заштите и презентације античких мозаика на археолошким локалитетима у домаћој и иностраној пракси и њиховим карактеристикама које имају утицај на формирање унутрашње микроклиме. Такође, имајући у виду да у Србији не постоје прописи о оптималним микроклиматским условима за презентацију античких мозаика *in situ* резултати овог истраживања представљају полазну основу за формирање норми, оптималних вредности микроклиматских параметара T и RH за презентацију и очување мозаика.

Друштвени допринос истраживања се заснива и на подизању свести о друштвеној одговорности, значају очувања и презентације античких мозаика *in situ* кроз одрживо коришћење, а све у циљу преношења тековина пређашњих епоха будућим генерацијама.

Предстојећа истраживања би било значајно да се заснивају на испитивању ефикасности примене корективних мера и/или термотехничких система кроз формирање модела унапређења у циљу остваривања доказаног оптималнијег микроклиматског режима. Анализа ефикасности различитих модела унапређења микроклиматских услова средине би се спровела кроз симулације у новогенерисаном рачунарском софтверу. Приликом формирања модела унапређења треба тежити да буду у складу са савременим стремљењима уштеде енергије, односно да у случају примене машинских система користе енергију из обновљивих извора. Након формирања модела унапређења и испитивања њихове ефикасности у погледу остварених термохигрометријских вредности значајно би било извршити анализу модела и са аспекта утрошка енергије и економске исплативости.

11. ИЗВОРИ И ЛИТЕРАТУРА

11.1. Извори

Међународне повеље, конвенције, препоруке и извештаји

COE. *Resolution (98) 4 on the Cultural Routes of the Council of Europe*, <https://rm.coe.int/16804fca2b> (приступљено 28.4.2020.)

COE. *Resolution CM/Res (2007) 12 on the Cultural Routes of the Council of Europe*, https://search.coe.int/cm/Pages/result_details.aspx?ObjectID=09000016805d5281 (приступљено 28.4.2020.)

COE. *European Convention on the Protection of the Archaeological Heritage*, <https://rm.coe.int/1680072318> and Revised <https://rm.coe.int/168007bd25> (приступљено 26.04.2020.)

COE. *Convention for the Protection of the Architectural Heritage of Europe*, Grand 1985, <https://rm.coe.int/168007a087>, (приступљено 28.4.2020.)

COE. *European Landscape Convention*, <https://rm.coe.int/1680080621> (приступљено 28.4.2020.)

Environmental Guidelines - Australian Institute for the Conservation of Cultural Material, <https://aiccm.org.au/conservation/environmental-guidelines/> (приступљено 24.9.2021.)

European commission. *Europe 2020-European strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, <https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf> (приступљено 6.5.2023.)

ICC and ICOM-CC Declaration - Environmental Guidelines. Melbourne, 2014. <https://www.iiconservation.org/node/5168> (приступљено 6.5.2021.)

ICOMOS. *Charter for the Protection and Management of the Archaeological Heritage.* Lausanne: 1990., https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/arch_e.pdf (приступљено 7.5.2023.)

ICOMOS. *The Athens Charter for the Restoration of Historic Monuments.* Paris: 1932. <https://www.icomos.org/en/charters-andtexts/179-articles-en-francais/ressources/charters-and-standards/167-the-athens-charter-for-the-restoration-of-historic-monuments> (приступљено 27.04.2020.)

ICOMOS. *International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (The Venice Charter 1964).* Paris: 1964. https://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf (приступљено 27.04.2020.)

ICOMOS. *The ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites*, доступно на: https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/interpretation_e.pdf (приступљено 28.4.2020.)

ICOMOS. *Québec Declaration on the Preservation of the Spirit of Place*, <https://whc.unesco.org/uploads/activities/documents/activity-646-2.pdf> (приступљено 28.4.2020.)

ICOMOS. *The ICOMOS Charter on Cultural Routes*, https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/culturalroutes_e.pdf (приступљено 28.4.2020.)

ICOMOS. *The Paris Declaration on Heritage as a Driver of Development*, https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/GA2011_Declaration_de_Paris_EN_20120109.pdf (приступљено 28.4.2020.)

ICOMOS. *Draft Recommendations of the First International Conference of ICOMOS on Archaeological Parks and Sites 23.-25.February 2015 Salalah, Sultanate of Oman*, whc.unesco.org/document/135364, (приступљено 27.4.2020.)

ICOMOS. *Salalah guidelines for the management of public archaeological sites to be used in conjunction with the Salalah recommendation on archaeological parks and sites, New Delhi ICOMOS generalassembly review draft 25 february 2017*, доступно на: https://icahm.icomos.org/wp-content/uploads/2017/03/Final_Guidelines-for-Managament-of-Public-Archaeological-Sites_New-Delhi-2017-EN45405.pdf (приступљено 27.4.2020.)

The Brundtland report - Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, доступно на: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> (приступљено 6.5.2023.)

The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics* (Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003).

„Бечки меморандум, Светска баштина и савремена архитектура-управљање историјским урбаним пејзажом.“ *Модерна конзервација, бр. 1*, 2013, 243– 246.

„Европска конвенција о заштити археолошког наслеђа.“ у *Гласник ДКС бр. 32*: 14-18.

„Европска конвенција о пределу.“ у *Европске конвенције и препоруке у области културног наслеђа*, 17-23. Котор: EXPEDITIO - Центар за одрживи просторни развој, 2005.

„Еуро-Медитеранска повеља о интегративној валоризацији културног наслеђа,“ у *Европске конвенције и препоруке у области културног наслеђа*. Котор: EXPEDITIO - Центар за одрживи просторни развој, 2005.

„Конвенција о заштити архитектонског наслеђа Европе.“ у: *Европске конвенције и препоруке у области културног наслеђа*. 7-14. Котор: EXPEDITIO - Центар за одрживи просторни развој, 2005.

“Препоруке о промовисању туризма ради унапређења наслеђа као фактора одрживог развоја,” у: *Европске конвенције и препоруке у области културног наслеђа*, (Котор: EXPEDITIO – центар за одрживи просторни развој, 2005), 47-54.

„Препорука о историјском урбаном пејзажу, са речником и дефиницијама “, у: *Модерна конзервација, бр. 1*, 2013, 247–253.

„Резолуција – О улози културног наслеђа и изазовима глобализације.“ у *Европске конвенције и препоруке у области културног наслеђа*. Котор: EXPEDITIO – Центар за одрживи просторни развој, 2005).

“Смернице из Салале за управљање јавним археолошким налазиштима.”, у: *Модерна конзервација, бр. 6*, 2018, 299-306;

Трансформација нашег света: Агенда за одрживи развој до 2030. године, доступно на: <https://sdg.indikator.rs/media/1574/agenda-2030-srp.pdf> (приступљено 20.6.2020.)

Закони, стандарди и правилници

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Chapter 23: Museums, galleries, archives, and libraries, in: *2015 ASHRAE Handbook.Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications*, 2015. <https://daycompany.ir/wp-content/uploads/2020/07/2015-Ashrae-Handbook-Hvac-Applications-2015.pdf> (Accessed on: 23.11.2021.)

BSI - The British Standards Institution. *PAS 198: 2012: Specification for environmental conditions for cultural collections*. London, 2012.

CEN - European Committee for Standardization. “*Standard EN 15757: Conservation of cultural property - Specifications for temperature and relative humidity to limit climate-induced mechanical damage in organic hygroscopic materials.*” Brussels, Belgium: 2010.

UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione. “UNI 10829: 1999 *Beni di interesse storico e artistico Condizioni ambientali di Conservazione Measurement and analysis.*” Milano, Italy: 1999.

MiBAC - Ministero per i beni e le attività culturali, Ambito VI – Sottoambito 1, Norme per la conservazione e il restauro, comprendenti l'esposizione e la movimentazione, in: *Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei*, (D. Lgs. n.112/98 art. 150 comma 6), Elaborati del Gruppo di lavoro (D.M. 25.7.2000), Roma: 2000, pp. 1-223, 148-149. Available at: <http://www.isac.cnr.it/musa/Testo%20Linee%20Guida.pdf> (accessed on: 16.2.2023.)

ИСС - Институт за стандардизацију Србије. “SRPS EN 15757: 2016 Конзервација културних добара – Спецификације за температуру и релативну влажност у сврху ограничења климатски изазваних механичких оштећења у органским хигроскопним материјалима,” (Београд: јун 2016).

ИСС, Институт за стандардизацију Србије. “SRPS EN 15898: Конзервација културног наслеђа — Главни општи термини и дефиниције,” (Београд, фебруар 2020).

Народни музеј Београд, Стручно упутство о условима и начину чувања и коришћења уметничко-историјских дела, Београд: 2001, стр. 16.

Одлуке

„Службени гласник РС“ бр. 16/90 од 03.12.1990. године. Одлука о категоризацији Локалитета 1а Царска палата Сирмијума за културно добро од изузетног значаја.

Статистике

European Union, Culture statistics 2016. edition, Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2016, 20-31.

Истраживања

Елаборат лабораторијских испитивања: Испитивање утицаја микроклиматских услова средине на постојаност античких мозаика у Визиторском центру локалитета 1а Царска палата Сирмијум, (Нови Сад: Лабораторија за испитивање материјала у културном наслеђу, Технолошки факултет, 2021-22), бр. 242-01/21; 242-01/22.

Архивска грађа

Покрајински Завод за заштиту споменика културе у Новом Саду, Досије бр. 1/Г Сирмијум - Сремска Митровица - Мозаици 1а - 14, 16, 23, 34:

- Конзервација подног мозаика античког Сирмијума на локалитету 1а у просторији 14 у Сремској Митровици 1967. године – извештај и фотографије, инвентарски број 12658;
- Конзервација подног мозаика античког Сирмијума на локалитету 1а у просторији 23 у Сремској Митровици 1968. године – извештај и фотографије, инв. бр. 12659;
- Конзервација подног мозаика античког Сирмијума на локалитету 1а у просторији 34 у Сремској Митровици 1968. године – извештај и фотографије, инв. бр. 12660;
- Елаборат са историјатом, описом радова, средствима за 1968. годину и извештај о извршеним радовима, инв. бр. 12661;
- Захтев за средства за конзервацију мозаика у просторији 16 локалитета 1а 1975. године, инв. бр. 12667;
- Захтев за средства за конзервацију мозаика у просторији 16 локалитета 1а 1976. године, инв. бр. 12669;

- Захтев за средства за конзервацију мозаика у просторији 16/2 локалитета 1а 1977. године, инв. бр. 12671.

Завод за заштиту споменика културе у Сремској Митровици, „Елаборат за конзерваторско-рестаураторске радове на мозаицима *in situ* локалитета 1а – Царска палата у Сремској Митровици“, Сремска Митровица: 2010, бр. 5-04/2010-3.

Завод за заштиту споменика културе у Сремској Митровици, „Грађевински дневник (ре)конзервације и рестаурације мозаика у просторији 23“, Сремска Митровица: 2018-2019.

Пројектна документација

Завод за заштиту споменика културе Ниш, Главни пројекат презентације виле са перистилом и изградње заштитне конструкције на археолошком локалитету Медијана код Ниша (одговорни пројектант за архитектуру архитекта Миле Вељковић, одговорни пројектант за конструкцију – мр Драган Златков, дипл. инж. грађ, Консултанти – Проф. др Чедомир Васић и Никола Милић, архитекта-конзерватор), 2009.

Завод за заштиту споменика културе у Сремској Митровици, Пројекат наткривања Царске палате у Сирмијуму (аутори архитекте Андријана Шкорић и Иван Филиповић), 2006.

Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, “Локалитет 1а – Царска палата Сирмијум у Сремској Митровици: Идејно решење наткривања“, Сремска Митровица: 2004.

Интернет извори

<https://www.soane.org/> (приступљено 20.6.2020.)

<https://iccm-mosaics.org/history/> (приступљено 20.6.2020.)

<https://iccm-mosaics.org/mosaikon/> (приступљено 20.6.2020.)

<https://www.seemosaic.org/about-project/> (приступљено 4.5.2023.)

<https://www.arheo-amateri.rs/2012/03/anticko-doba/> (приступљено 4.5.2023.)

<https://www.honeycombpannels.eu/en/products/sandwich-panels/glass-fibre-fabric-coated-panels> (приступљено 7.6.2023.)

https://www.honeycombpannels.eu/img_ins/files/Alustep_500_Rev6_uk.pdf (приступљено 7.6.2023.)

<https://www.bhfieldschool.org/gallery/workshop-conservation-roman-mosaics-paintings-gallery> (приступљено 7.6.2023.)

<https://sussexpast.co.uk/attraction/fishbourne-roman-palace/> (приступљено 2.8.2023.)

<https://www.dorchesterdorset.com/roman-town-house/> (приступљено 2.8.2023.)

<http://pompeiiisites.org/en/archaeological-site/villa-of-the-mysteries/> (приступљено 2.8.2023.)

<https://seepompeii.com/en/luoghi/bicentennial-house-of-herculaneum/> (приступљено 2.8.2023.)

<https://duomo.firenze.it/en/discover/crypt-of-santa-reparata> (приступљено 2.8.2023.)

<https://romaeternaofficial.com/2015/05/18/le-domus-romane-di-palazzo-valentini/> (приступљено 2.8.2023.)

<https://www.villadeimosaicidispello.it/en/> (приступљено 2.8.2023.)

https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/Italy/multimedia-museum-for-ancient-roman-villa-of-mosaics-in-spello-italy (приступљено 2.8.2023.)

https://www.homeinitaly.com/magazine/post.php?post_id=52 (приступљено 2.8.2023.)

<https://turkisharchaeonews.net/site/zeugma> (приступљено 2.8.2023.)

https://apx.lvr.de/en/lvr_roermuseum/grosse_thermen/schutzbau/schutzbau.html (приступљено 2.8.2023.)

<https://www.barcelona.de/en/barcelona-museum-city-history.html> (приступљено 2.8.2023.)

<https://www.villaromanalaoleda.com/en> (приступљено 2.8.2023.)

<https://www.inexhibit.com/case-studies/metropol-parasol-antiquarium-museum-seville/> (приступљено 2.8.2023.)

<https://www.visitljubljana.com/en/poi/emonahouse-archaeological-park/> (приступљено 2.8.2023.)

<https://www.veszpreminfo.hu/en/place/balaca-archaeological-park> (приступљено 2.8.2023.)

<https://labyrinthum.wordpress.com/project-description-english/> (приступљено 2.8.2023.)
<https://mosaictoursofia.info/en/ancient-serdica-en/> (приступљено 2.8.2023.)
<https://www.plovdivmosaics.org/roman-mosaic-heritage/> (приступљено 2.8.2023.)
<https://muzejikotor.me/naslovna/rimski-mozaici-u-risnu/> (приступљено 2.8.2023.)
<https://www.dw.com/sr/rimski-municipum-na-obalama-drine/a-19443281>
<https://www.a-m-narona.hr/> (приступљено 2.8.2023.)
http://webarchive.loc.gov/all/20141001233620/https%3A//www.wmo.int/pages/themes/climate/climate_data_and_products.php (приступљено 23.3.2023.)
http://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/latin/Klima_Srbije.pdf (приступљено 9.8.2021.)
https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf (приступљено 23.3.2023.)
https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266 (приступљено 23.3.2023.)
www.merriam-webster.com
<https://www.narodnimuzej.rs/centralni-institut-za-konzervaciju-pripojen-narodnom-muzeju-u-beogradu/> (приступљено 8.8.2023.)
<https://testo.rs/etaloniranje/testo-174h-set-mini-data-logger-for-temperature-and-humidity-in-a-set/> (приступљено 5.10.2020.)
<https://www.industrial-needs.com/manual/man-meteorological-station-pce-fws-20-en.pdf> приступљено (5.10.2020.)
<https://www.testo.com/hr-HR/humidity/temperature-probe-4-mm/p/0572-6174#tab-technicalData> (приступљено 5.10.2020.)
<https://www.testo.com/hr-HR/wall-surface-temperature-probe-ntc/p/0628-7507#tab-technicalData> (приступљено 5.10.2020.)

11.2. Литература

- Aalbers, Manuel. „Debate on neoliberalism in and after the neoliberal crisis.“ *International Journal of Urban and Regional Research* Vol. 37, no. 3, 2011: 1053–1057.
- Adams, Rachel I, Marzia Miletto, John W Taylor, i Thomas D Bruns. „Dispersal in Microbes: Fungi in indoor air are dominated by outdoor air and show dispersal limitation at short distances.“ *The ISME Journal* 7, 2013: 1262-1273. doi:10.1038/ismej.2013.28.
- Adan, Olaf C.G. 1994. “On the fungal defacement of interior finishes.”. Eindhoven. Accesed on: 22 October 2021.
https://www.researchgate.net/publication/35277523_On_the_fungal_defacement_of_interior_finishes.
- Alberti, Livia, Elsa Bourguignon, and Thomas Roby. *Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. Tunis: Getty Conservation Institute/Institut National du Patrimoine, 2013.
- Alberti, Livia, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*. Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013.
- Andra-Topârceanu, Andreea, Mihaela Verga, Mihaiu Eugen Maftciu, Marius-Daniel Andra, Marian Marin, Radu-Daniel Pintilii, Giampietro Mazza, i Donatella Carboni. „Vulnerability Analysis of the Cultural Heritage Sites-The Roman Edifice with Mosaics, Constanta, Romania.“ *Land* 12, 2023:385.
- Arandigoyen, M., J.L. Pérez Bernal, M.A. Bello López, and J.I. Alvarez. „Lime-Pastes with Different Kneading Water: Pore Structure and Capillary Porosity.“ *Applied Surface Science* 252, no. 5, 2005: 1449–1459. doi:doi:10.1016/j.apsusc.2005.02.145.
- Arizzi, Anna, Heather Viles, i Giuseppe Cultrone. „Experimental testing of the durability of lime-based mortars used for rendering historic buildings.“ *Construction And Building Materials* 28, 2012: 807-818. doi:doi:10.1016/j.conbuildmat.2011.10.059.

- Aslan, Zaki. „Protective Structures for the Conservation and Presentation of Archaeological Sites.“ *Journal of Conservation and Museum Studies*, Vol. 3, 1997: 16-20. Available on: <https://jcms-journal.com/articles/10.5334/jcms.3974> Accessed on: 17 October 2020.
- Ba (Hons) Cantab MA, Andrew Lawler. „Римски мозаици у Скеланима, општина Сребреница: Отврање разговора о очувању,.“ У *Културно-историјско наслеђе Сребренице кроз вијекове, Зборник радова са научног симпозијума 26. октобар 2011.*, ур. Обрад Додић, 75-85. Сребреница: Јавна установа Археолошки музеј „Rimski municipium“ Скелани, 2012. doi: ISBN 978-99955-743-0-7.
- Bell, F. G. „Durability of Carbonate Rock as Building Stone with Comments on Its Preservation.“ *Environmental Geology* 21, no. 4 (1993): 187–200. doi:10.1007/bf00775905. 21 (4), 1993: 187-200. doi:doi:10.1007/bf00775905.
- Berducou, M. C. *La Conservation en Archéologie: Méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques*. Paris: Masson 1990.
- Beresford, James. „Mind the Gap: Prediction and Performance in Respect to Visitor Numbers at the New Acropolis Museum,“ *Museum & Society* 12(3), November 2014: 171-190.
- Bethell, Philip. „140 Years of Mosaic Conservation at Chedworth Roman Villa, United Kingdom.“ in *Lessons Learned: Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation, Proceedings of the 9th ICCM Conference Hammamet, Tunisia, November 29–December 3, 2005*, ed. Aïcha Ben Abed, Martha Demas, and Thomas Roby, 230-237. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2008.
- Bickersteth, Julian. „Environmental Conditions for Safeguarding Collections: What Should Our Set Points Be?,“ *Studies in Conservation* 59, Julian. 2014: pp. 218-224. doi:doi:10.1179/2047058414y.0000000143.pp. 220.
- Bochen, Jerzy. „Study On The Microstructure Of Thin-Layer Facade Plasters Of Thermal Insulating System During Artificial Weathering.“ *Construction And Building Materials* 23, 2009: 2560, (2559-2566). doi:doi:10.1016/j.conbuildmat.2009.02.028.
- Bochen, Jerzy, Stanisław Gil, i Janusz Szwabowski. „Influence Of Ageing Process On Porosity Changes Of The External Plasters.“ *Cement And Concrete Composites* 27, 2005: 769-775. doi:doi:10.1016/j.cemconcomp.2005.01.003.
- Bonora, Anna. Kristian Fabbri, M. Pretelli, Study of the Indoor Microclimate for Preventive Conservation and Sustainable Management of Historic Buildings. *Energy Efficiency in Historic Buildings*. Available online: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1296990/FULLTEXT01.pdf> (accessed on 1 August 2021)
- Bonora, Anna. Kristian Fabbri, M. Pretelli, Environmental Microclimate Management and Risk in the UNESCO World Heritage Sites of Villa Barbaro Master (Italy). Available online: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-269-20> (accessed on 1 August 2021).
- Boniek, D., i et al. „Ecology And Identification Of Environmental Fungi And Metabolic Processes Involved In The Biodeterioration Of Brazilian Soapstone Historical Monuments.“ *Letters In Applied Microbiology* 65 (no. 5), 2017: 431-438. doi:doi:10.1111/lam.12794.
- Borrelli, Ernesto. „Porosity,“ in *ARC Laboratory Handbook: Conservation of Architectural Heritage, Historic Structures and Materials*, ed. Andrea Urland, Ernesto Borrelli, 3-20. Roma: ICCROM, 1999.
- Brown, J. P. and William B. Rose, “Humidity and Moisture in Historic Buildings: The Origins of Building and Object Conservation,” *APT Bulletin* 27, no. 3, 1996. doi:doi:10.2307/1504411;
- Camuffo, Dario. *Microclimate for Cultural Heritage: Conservation, Restoration, and Maintenance of Indoor and Outdoor Monuments*. Waltham, San Diego: Elsevier, 2014.
- Camufo, Dario, Chiara Bertolin, Vasco Fassina, Microclimate monitoring in a Church, in *Basic Environmental Mechanisms Affecting Cultural Heritage - Understanding deterioration mechanisms for conservation*

- purposes. Ed. Dario Camuffo, Vasco Fassina, John Havermans, (pp.43-47). Publisher: Nardini, Florence, 2010. DOI:10.13140/2.1.3318.5926.
- Camuffo, Dario. „Clima e Microclima: La Normativa in Ambito Nazionale Ed Europeo.“ *Kermes* (71), 2008: 49–67.
- Camuffo, Dario. *Microclimate for Cultural Heritage*. Amsterdam: Elsevier, 1998.
- Caneva, Giulia, i et al. „The biological aerosol as a factor of biodeterioration.“ in *Cultural Heritage and aerobiology methods and measurement techniques for biodeterioration monitoring*, ed. Paolo Mandrioli, Giulia Caneva, and Cristina Sabbioni, 3–29. Dordrecht, Netherlands: Springer Science + Business Media, 2003. doi:ISBN 978-94-017-0185-3.
- Carman, John. „Educating for Sustainability in Archaeology.“ *Journal of the World Archaeological Congress*. Vol. 12, 2016:133-152. doi:DOI 10.1007/s11759-016-9295-1.
- Charola, Elena A. „Salts in the Deterioration of Porous Materials: An Overview.“ *Journal of the American Institute for Conservation* 39 (no. 3), 2000: 327–43. doi:doi:10.1179/019713600806113176.
- Christensen, Jørgen Erik, Christos Georgios Kollias. „Hygrothermal evaluation of a museum storage building based on actual measurements and simulations.“ *Energy Procedia* 78. 2015: 651–656.
- D’Agostino, Vanessa. “*Condizioni microclimatiche e di qualità dell’aria negli ambienti museali.*” (dissertation, Università degli studi di Napoli Federico II, 2005).
- D’Agostino, V. Francesca Romana D'Ambrosio Alfano, Boris Igor Palella, Giuseppe Riccio. The museum environment: A protocol for evaluation of microclimatic conditions. *Energy Build.* 95, 2015: 124–129.
- D'Ambrosio Alfano, Francesca Romana. M. Filippi, C. Aghemo, L. Bellia, V. D'Agostino, M.Dell'Isola, A. Pellegrino, G. Riccio, E. Sirombo. *La misura della qualità degli ambienti interni per la conservazione dei beni museali*. Milano: Editoriale Delfino, 2017. ISBN:978-88-97323-69-3
- Dal Santo, Raul, Nerina Baldi, Andrea Del Duca, and Andrea Rossi. „The Strategic Manifesto of Italian Ecomuseums.“ *Museum international* Vol. 69, 2017: 88-95.
- de Guichen, Gaël, i Roberto Nardi. „Mosaic Conservation: Fifty Years of Modern Practice.“ in *Lessons Learned: Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation, Proceedings of the 9th ICCM Conference Hammamet, Tunisia, November 29–December 3, 2005*. Edited by Aïcha Ben Abed, Martha Demas, and Thomas Roby, 9-14. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2008.
- Demas, Martha. „Chapter 5: Reburial and protective covering of mosaics.“ in *Mosaics in Situ: An Overview of the Literature on Conservation of Mosaics in situ*, edited by Thomas Roby and Martha Demas, 1-17. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2013.
- Dunbabin, Katherine M. D. *Mosaics of the Greek and Roman World*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- Ellis, Martin B, and Pamela J. Ellis. *Microfungi on land plants: an identification handbook*. Slough, Richmond: New Enlarged edition, 1997.
- Erhardt, David, and Marion Mecklenburg. “Relative Humidity Re-Examined.” in Preventive Conservation: Practice, Theory and Research, Preprints of the Contributions to the Ottawa Congress, 12-16 September 1994, edited by Roy, Ashok and Smith, Perry. pp. 32-38, London: ICC, 1994. doi:doi:10.1179/sic.1994.39.supplement-2.32.
- Ertosun, Atiye Işil. *Evaluation of protective structures in archaeological sites for in situ conservation of architectural remains and artifacts*. PhD thesis, The graduate school of natural and applied sciences of Middle East Technical University, 2012.

- Faria, Paulina, Fernando Henriques, and Vasco Rato. „Comparative evaluation of lime mortars for architectural conservation.“ *Journal of Cultural Heritage* 9 (no. 3) 2008: 338-346. doi:doi:10.1016/j.culher.2008.03.003.
- Fabbri, Kristian. M. Pretelli, Anna Bonora, The Study of Historical Indoor Microclimate (HIM) to Contribute towards Heritage Buildings Preservation. *Heritage* 2, 2019: 2287–2297.
- Fabbri, Kristian. M. Pretelli, Heritage buildings and historic microclimate without HVAC technology: Malatestiana Library in Cesena, Italy, UNESCO Memory of the World. *Energy Build.* 76, 2014: 15–31.
- Feilden, Bernard F, and Jokilehto Jukka. *Management Guidelines for World Cultural Heritage Sites*. Rom: ICCROM — International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property, 1998.
- Florian, Mary-Lou E. *Heritage Eaters: Insects and Fungi in Heritage Collections*. London: James & James, 1997.
- Frankovic, Maja, Branislava Lazarevic. „Results of the regional survey mosaic conservation and training of conservators in Souteast Europe.“ *Managing archeological sites with mosaics: From real problems to practical solutions: The 11th conference of the International Committee, edited by Demetrios Michaelides and Anne-Marie Guimier-Sorbets*. 563-578, Firenze: EDIFIR-Edizion, 2011.
- Garg, K.L, Kamal K. Jain, and A.K Mishra. „Role of fungi in the deterioration of wall paintings.“ *Science of the total environment* 167 (no. 1–3), 1995: 255–71. doi:doi:10.1016/0048-9697(95)04587-q.
- Gohary, M.A. „Behavior of Treated and Un-Treated Lime Mortar before and after Artificial Weathering.“ *Restoration of Buildings and Monuments* 18 (no. 6), 2012: 369–80. doi:doi:10.1515/rbm-2012-6552.
- Harvey, Davide. *Spaces of Hope*. Edinburgh:: Edinburgh University Press, 2000.
- Hayes, J. William. *Hayes' Handbook Of Pesticide Toxicology*. 3rd ed. Robert Krieger. London, Heidelberg, San Diego: Elsevier/AP, 2010. Available at: <https://vdoc.pub/documents/hayes-handbook-of-pesticide-toxicology-two-volume-set-third-edition-volume-1-2-1uvdmfvupbh8> accessed on: 22 August 2022.
- Horner, W.E, i et al. „Fungal allergens.“ *Clinical microbiology reviews* 8 (no. 2) 1995: 161–79. doi:doi:10.1128/cmr.8.2.161.
- Ilde Rizzo and Anna Mignosa, ed. *Handbook on the Economics of Cultural Heritage*, Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 2017.
- Kabakchieva, Gergana. *The Splendour of the villa Armira* . Kostinbrod: Multiprint, 2012.
- Kasprzyk, Idalia. „Aeromycology - Main Research Fields Of Interest During The Last 25 Years.“ *Annals Of Agricultural And Environmental Medicine* (15), 2008: 1-7. accessed on: 9 September 2022. https://www.researchgate.net/publication/5274184_Aeromycology_-_Main_research_fields_of_interest.
- Kompatscher, Karin. Rick Kramer, Bart Ankersmit, H.L. Schellen. “Intermittent conditioning of library archives: Microclimate analysis and energy impact.” *Build. Environ.* 147, 2019: 50–66. doi:10.1016/j.buildenv.2018.10.013.
- Kotterer, Michael, Henning Großschmidt, Frederick P. Boody, Wolfgang Kippes Herausgeber ed. *Klima in Museen und historischen Gebäuden: Die Temperierung/Climate in Museums and Historical Buildings: Tempering*, Schloss Schonbrunn: Vienna, Austria, 2004; ISBN 3-901 568-51-4.
- Lanas, J., J.L. Pérez Bernal, M.A. Bello, and J.I. Alvarez. „Mechanical Properties of Masonry Repair Dolomitic Lime-Based Mortars.“ *Cement and Concrete Research* 36 (no. 5), 2006: 951–960. doi:doi:10.1016/j.cemconres.2005.10.004.

- Lawrence, Mark. „The Relationship between Relative Humidity and the Dewpoint Temperature in Moist Air: A Simple Conversion and Applications.“ *American Meteorological Society*, 2005: 225-233.
- Lending, Mari. „Negotiating absence: Bernard Tschumi's new Acropolis Museum in Athens.“ *The Journal of Architecture*, 2009: 567-589.
- Lucian, Andrea. “*Historical climates and conservation environments: Historical perspectives on climate control strategies within museums and heritage buildings*”. Dissertation, Politecnico di Milano: 2013.
- Luciani, Andrea. „Evolution of Thermo-Hygrometric standards for Cultural Heritage Preservation. An Overview,” in *Indoor Environment and Preservation. Climate Control in Museums and Historic Buildings*, ed. D. Del Curto, n.d., pp. 139-146.
- Maekawa, Shin, Vincent L. Beltran, and Michael C. Henry. *Environmental Management for Collections: Alternative Preservation Strategies for Hot and Humid Climates*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2015.
- Merello, Paloma. Fernando Juan García-Diego, Manuel Zarzo. “Microclimate monitoring of Ariadne’s house (Pompeii, Italy) for preventive conservation of fresco paintings.” *Chem. Cent. J.* 6, 2012:145.
- Mergos, George. 2017. „Cultural heritage and the economic development agenda.“ in *Cultural Heritage and Sustainable Development: Economic benefits, Social Opportunities and Policy Challenges*, edited by George Mergos, Nikolas Patsavos, pp. 81-97. Chania: Technical University of Crete, 2017. ISBN 978-960-8475-24-3
- Mergos, George, i Nikolas Patsavos. „Introduction and overview.“ in *Cultural Heritage and Sustainable Development: Economic benefits, Social Opportunities and Policy Challenges*. edited by George Mergos & Nikolas Patsavos. Chania: Technical University of Crete, 2017. ISBN 978-960-8475-24-3
- Michaelides, Demetrios, ed. „Mosaics make a Site: The Conservation in situ of Mosaics on Archeological Sites.“ *Proceedings of the VIth International Conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics Nicosia, Cyprus, 1996*. Rome: ICCM, 2003.
- Michaelides, Demetrios and Niki Savvides. „Lessons not learned: The shelters at Kourion, Cyprus,“ in *Lessons learned: Reflecting on the theory and practice of mosaic conservation, Proceedings of the 9th ICCM Conference Hammamet, Tunisia, November 29–December 3, 2005*. edited by Aïcha Ben Abed, Martha Demas, and Thomas Roby, 215-223. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2008.
- Michalski, Stefan. “Climate Guidelines for heritage collections: Where we are in 2014 and how we got here, in “*Proceedings of the Smithsonian Institution summit on the museum preservation environment*. 9–32, Washington, D.C., USA: Smithsonian Institution Scholarl, 2016.
- Michalski, Stefan. „Double the Life for Each Five-Degree Drop, More than Double the Life for Each Halving of Relative Humidity.“ *the Thirteenth Triennial Meeting, ICOM-CC, Rio de Janeiro, 22–27 September 2002*. Vol. 1:66–72. London, UK: James and James, 2002. Available at: https://www.academia.edu/741946/2002_Double_the_life_for_each_five_degree_drop_more_than_double_the_life_for_each_halving_of_relative_humidity accessed on: October 26, 2022.
- Michalski, Stefan. „The ideal climate, risk management, the ASHRAE chapter, proofed fluctuations, and towards a full risk analysis model.“ *Proceedings of an Experts Roundtable on Sustainable Climate Control Strategies, Tenerife, 2007*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2007. Available at: https://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/paper_michalski.pdf accessed on 16 February 2023.
- Michalski, Stefan. „Relative Humidity: a Discussion of Correct/Incorrect Values.“ in *ICOM – International Council of Museums, 10th Triennial Meeting Washington, 22-27 August 1993*. pp. 624-629, Washington: ICOM, 1993. Available at: <https://www.icom-cc-publications-online.org/2820/Relative-Humidity--A-Discussion-of-CorrectIncorrect-Values>. accessed on 14 February 2023.

- Nakielska, Magdalena, i Krzysztof Pawłowski. „Conditions of the Internal Microclimate in the Museum.“ *Journal of Ecological Engineering*, Volume 21, no. 1, January 2020: 205–209. Available at: <https://doi.org/10.12911/22998993/112841>
- Nardi, Roberto. „The treatment of mosaics in situ.“ in *Mosaics make a Site: The Conservation in situ of Mosaics on Archeological sites*, edited by Demetrios Michaelides, *Proceedings of The VIth International Conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics Nicosia, Cyprus, 1996*. 187-202, Rome: ICCM, 2003.
- Neguer, Jacques, and Yael Alef. „Rapid Assessment of Shelters over Mosaics: Initial Results from Israel.“ in *Lessons Learned: Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation*, edited by Aïcha Ben Abed, Martha Demas, and Thomas Roby. *Proceedings of the 9th ICCM Conference Hammamet, Tunisia, November 29–December 3, 2005*. 193-203, Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2008.
- Nevalainen, Aino, M. Täubel, and A. Hyvärinen. „Indoor Fungi: Companions And Contaminants.“ *Indoor Air* 25, no. 2, 2015: 125-156. doi:doi:10.1111/ina.12182.
- Omari, Elda. „The Roman Villa of Tirana (Albania) and its Mosaics.“ *Journal of mosaics research* Vol. 11, 2018: 155-171. doi:DOI: 10.26658/jmr.440588.
- Ortega-Morales, Benjamín O., et al. „Bioweathering Potential Of Cultivable Fungi Associated With Semi-Arid Surface Microhabitats Of Mayan Buildings.“ *Frontiers In Microbiology* 7, 2016. doi:doi:10.3389/fmicb.2016.00201.
- Pavlendová, Gabriela, Rudolf Podoba, and Ivan Baník. „Accelerated Ageing In Testing Bricks Used In The Conservation Of Historic Buildings.“ in *TIM 2013 physics conference*. AIP Publishing LLC 978-0-7354-1273-6/\$30.00, 2013: 125-130. doi: 10.1063/1.4903026.
- Pavlogeorgatos, Gerasimos, Environmental parameters in museums. *Build. Environ.* 38, 2003: 1457–1462.
- Pesaresi, Paola, and Alessandro Massari. „Approaches to the shelters at Herculaneum, Italy.“ in *Protective shelters for archeological sites, Proceedings of a symposium Herculaneum, Italy 23-37 September 2013.*, Edited by Zaki Aslan, Sarah Court, Jeanne Marie Teutonico and Jeanne Thompson, 101-111. London: The British School at Rome, 2018.
- Pitt, John I., and Ailsa D. Hocking. *Fungi and Food Spoilage*. Third. London, New York: Springer Dordrecht Heidelberg, 2009.
- Podany, Jerry, Neville Agnew, and Martha. Demas. „Preservation of excavated mosaics by reburial: Evaluation of some traditional and newly developed materials and tedhniques.“ in *Proceedings actas: Conservation, protection, presentation*. 1-21, Conimbriga: ICCM, 1994.
- Poggi, Francesca, Stefano Pili, Eusebio Loria, Caterina Frau (Sotacarbo), *Analisi microclimatica ai fini della conservazione dei beni culturali nei musei situati nelle sedi della grande miniera di serbariu*, ENEA-Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, Gennaio 2019. (Report RdS/PAR 2018/064).
- Protić, Marijana, Nemanja Smičiklas, and Vladimir Bulajić. „Conservation, Restoration and Presentation of Two Mosaics from Room 16, Imperial Palace Sirmium.“ in *The Conservation and Presentation of Mosaics: At What Cost?: Proceedings of the 12th ICCM Conference, Sardinia, October 27-31, 2014*. ed. Jeanne Marie Teutonico et al. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2017.
- Rao, Carol Y, Harriet A Burge, and John C.S. Chang. „Review Of Quantitative Standards And Guidelines For Fungi In Indoor Air.“ *Journal Of The Air & Waste Management Association*) 46, no. 9, 1996: 899-908. doi:doi:10.1080/10473289.1996.10467526.
- Rodriguez-Navarro, Carlos, Olga Cazalla, Kerstin Elert, and Eduardo Sebastian. „Liesegang Pattern Development in Carbonating Traditional Lime Mortars.“ *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 458, no. 2025, August 2002: pp. 2261-2273. doi:10.1098/rspa.2002.0975.

- Samson, Robert A, Jos Houbraken, U. Thrane, Jens Christian Frisvad, and Brigitte Andersen. *Food and indoor fungi*. 1st edition. Utrecht, Netherlands: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010.
- Savković, Željko, et al. „Diversity and seasonal dynamics of culturable airborne fungi in a Cultural Heritage conservation facility.“ *International Biodeterioration & Biodegradation* 157, 2021: 105163. doi:doi:10.1016/j.ibiod.2020.105163.
- Savković, Željko, et al. 2021. „Fungal deterioration of Cultural Heritage objects.“ *Available online: <https://cdn.intechopen.com/pdfs/77254.pdf> by July 2, 2021.*
- Savković, Željko, Nikola Unković, Miloš Stupar, Maja Franković, Milena Jovanović, Suzana Erić, Kristina Šarić, et al. „Diversity And Biodeteriorative Potential Of Fungal Dwellers On Ancient Stone Stela.“ *International Biodeterioration & Biodegradation* 115, 2016: 212-223, doi:10.1016/j.ibiod.2016.08.027.
- Scatigno, Claudia. Silvia Gaudenzi, Maria pia Sammartino, Giovanni Visco. “A microclimate study on hypogea environments of ancient roman building.” *Sci. Total Environ.* 2016, 566–567, 298–305.
- Schito, Eva. Daniele Testi, Walter Grassi, A Proposal for New Microclimate Indexes for the Evaluation of Indoor Air Quality in Museums. *Buildings*, 6, 41, 2016.
- Sillini, Hamadi. „Mosaic: from Cement to Aerolam.“ *Poster presentations ICCM 13th conference for Conservation of mosaics Barcelona*, October 2017.
- Smičiklas, Nemanja, Marijana Protić, and Aleksa Jelikić. „The archeological site of Sirmium, Sremska Mitrovica, Serbia: Condition survey and development of a conservation and maintenance program for the mosaics.“ *Managing archeological sites with mosaics: From real problems to practical solutions: The 11th conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics, Meknes and Volubilis 24-27 October 2011. edited by Demetrios Michaelides, and Anne-Marie Guimier Sorbets*, 225-242. Firenze: EDIFIR-Edizioni, 2017.
- Smith, David. „Mosaics.“ *U Handbook of Roman Art: A Comprehensive Survey of all the arts of the Roman world*, ed. Martin Henig, 116-139. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press, 1983.
- Solar, Giora. 2003. „Protective shelters.“ in *Mosaics make a Site: The Conservation in situ of Mosaics on Archeological Sites: Proceedings of the VIth International Conference of the International Committee for the conservation of mosaics Nicosia, Cyprus, 1996*, ed. Demetrios Michaelides, 263-275. Rome: ICCM, 2003.
- Solomidou-Ieronymidou, Marina, Anthi Kaldeli, i Eleftherios Charalambous. „Protective shelters and planning processes at the archaeological site of Kato Pafos, Cyprus.“ in *Protective shelters for archeological site: Proceedings of a symposium Herculaneum, Italy 23-37 September 2013*. Edited by Zaki Aslan, Sarah Court, Jeanne Marie Teutonico and Jeanne Thompson, 84-90. London: The British School at Rome, 2018.
- Soner Bellibaş, Erdem. „An assessment of the protective shelter of Terrace House 2, Ephesus, Turkey.“ in *Protective shelters for archeological sites: Proceedings of a symposium Herculaneum, Italy 23-37 September 2013*, dited by Zaki Aslan, Sarah Court, Jeanne Marie Teutonico and Jeanne Thompson, 135-145. London: The British School at Rome, 2018.
- Sposio, Cesare, i Francesca Scalisi. „Conservation process and significance. A methodological approach to plan shelters in archaeological sites.“ *International Journal of Architecture Art and Design*. Vol. 4, 2018: 45-58. https://apx.lvr.de/en/lvr_roermuseum/grosse_thermen/schutzbau/schutzbau.html
- Stanley-Price, Nicolas and Jukka Jokilehto. „The decision to shelter archaeological sites: Three case-studies from Sicily.“ *Conservation and management of archaeological sites, Volume 5*, 2001:19-34
- Stanley-Price, Nicholas, and Gianni Ponti. „Protective enclosures for mosaic floors: a review of Piazza Armerina, Sicily, after forty years.“ in *Mosaics make a site: the conservation in situ of mosaics on archaeological sites, Proceedings of the VIth Conference of the International Committee for the*

- Conservation of Mosaics Nicosia, Cyprus, 1996.* by Demetrios Michaelides, 275-288. Rome : ICCM, 2003.
- Steiger, Michael. 2005. „Salts in Porous Materials: Thermodynamics of Phase Transitions, Modeling and Preventive Conservation.“ *Restoration of Buildings and Monuments 11*, no. 6, January 2005: 419-432, doi:doi:10.1515/rbm-2005-6002.
- Steiger, Michael, Elena A. Charola, and Katja Sterflinger. „Weathering and Deterioration.“ in *Stone in Architecture: Properties, Durability*, ed. Rolf Snethlage and Siegfried Siegesmund, Fifth edition, 227–316. Verlag, Berlin, Heidelberg: Springer, 2014.
- Stewart, John. „Rapid assessment of shelters over mosaics: Methodology and initial results from England.“ in *Lessons Learned: Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation, Proceedings of the 9th ICCM Conference Hammamet, Tunisia, November 29–December 3, 2005.* edited by Aïcha Ben Abed, Martha Demas, and Thomas Roby. 181-192. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2008.
- Stewart, John D., Jacques Neguer, and Martha, Demas. “Assessing the Protective Function of Shelters over Mosaics,” *The following was adapted from presentations given at the ninth conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics, held in Tunisia, November 2005.* Available at: https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/newsletters/21_1/news_in_cons1.html accessed on 15 February 2020.
- Stewart, John. „Mosaics: Conservation and Preservation.“ in *Encyclopedia of Global Archaeology*, ed. Claire Smith, pp. 7407-7414. Adelaide: Springer, 2020.
- Tabone, Giovanna Patrizia, i Bruno De Nigris. „Pompeii, Italy.“ in *Protective shelters for archeological sites, Procidings of a symposium Herculaneum, Italy 23-37 September 2013*, Edited by Zaki Aslan, Sarah Court, Jeanne Marie Teutonico and Jeanne Thompson, 163-167. London: The British School at Rome, 2018. Available at: <http://pompeiiisites.org/en/archaeological-site/villa-of-the-mysteries/> Accessed on 2.8.2023.
- Thompson, Gery. *The museum evironment*. 2nd. London: Butterworths-Heinmann, 1986.
- Torraca, Giorgio. *Porous Building Materials: Materials Science for Architectural Conservation*. 3rd edition 1988, reprinted 2005. (Rome, Italy: ICCROM, 2005), Rome, Italy: ICCROM, 2005.
- Ugrinović, Aleksandra, Budimir Sudimac, and Željko. Savković. „Microclimatic Effects on the Preservation of Finds in the Visitor.“ *Sustainability (MDPI)*, 2021: 1-17.
- Ugrinović, Aleksandra and Aleksandra Krstić Furundžić. „Technological solutions for covering archaeological sites in order to present mosaics in situ – case studies.“ in *Places and Technologies 2019: Keeping up with technologies to turn built heritage into the places of future generations: Conference proceeding: 6th international academic conference, Pécs, Hungary, 9-10 May 2019.* 613-620, Pécs: University of Pécs Faculty of Engineering and Information Technology, 2019.
- Ulloa, Miguel, и T. Richard Hanlin. *Illustrated Dictionary Of Mycology*. APS press, 2000.
- Unković, Nikola, Ivica Dimkić, Miloš Stupar, Slaviša Stanković, Jelena Vukojević, and Milica Ljaljević Grbić. „Biodegradative Potential Of Fungal Isolates From Sacral Ambient: In Vitro Study As Risk Assessment Implication For The Conservation Of Wall Paintings.“ *PLOS ONE* 13, no. 1, 2018. doi:10.1371/journal.pone.0190922.
- Urzi, C., and F. de Leo. „Sampling with adhesive tape strips: an easy and rapid method to monitor microbial colonization on monument surfaces.“ *Journal of Microbiological Methods* 44, 2001: 1-11. doi: 10.1016/S0167-7012(00)00227-X.
- Valentín, Nieves, Rafael García, Oscar de Luis, i Shin Maekawa. „Microbial Control in Archives, Libraries and Museums by Ventilation Systems.“ *Restaurator* 19 no. 2, 1998: 85–107. doi:doi:10.1515/rest.1998.19.2.85.

- Valero, Miguel Angel, Paloma Merello, Angel Fernandez Navajas, Fernando Juan García-Diego. "Statistical Tools Applied in the Characterisation and Evaluation of a Thermo-Hygrometric Corrective Action Carried out at the Noheda Archaeological Site (Noheda, Spain)." *Sensors* 14, 2014: 1665–1679.
- Vergès-Belmin, Véronique. *ICOMOS-ISCS: Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns*. Paris, France: ICOMOS, 2008.
- Viani, Isabella, Maria Eugenia Colucci, Massimiliano Pergreffi, Deanna Rossi, Licia Veronesi, Assunta Bizzarro, Emanuela Capobianco, et al. „Passive air sampling: the use of the index of microbial air contamination.“ *Acta bio-medica: Atenei Parmensis*, 2020: 92-105. Accessed on 12 July 2021. <https://doi.org/10.23750/abm.v9i13-S.9434>.
- Warscheid, Th., and J. Braams. „Biodeterioration of Stone: A Review.“ *International Biodeterioration & 46* (no. 4), 2000: 343-368. doi:doi:10.1016/s0964-8305(00)00109-8.
- Watanabe, Tsuneo. *Soil and seed fungi. Morphologies of cultured fungi and key to species*. London, England: Crc press, 2002. ISBN 978-1-4398- 0419-3
- Werner, Michael R. *Комплекс Царске Палате*. Сремска Митровица: Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, 2009.
- Yaka Çetin, Funda, i Başak İpekoğlu. „Impact of Transparency in the Design of Protective Structures for Conservation of Archaeological Remains.“ *Journal of Cultural Heritage* 14 (no. 3), 2013.: 21–24. doi:doi:10.1016/j.culher.2012.10.019.
- Yaka Çetin, Necmiye Funda. *Architectural design characteristics of protective structures at archeological sites and their impact on conservation of remains*. PhD diss., Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology, 2013.
- Živković, Vesna., and Veljko Džikić. „Return to basics—Environmental management for museum collections and historic houses.“ *Energy Build.* 95, 2015: 116–123.
- Бојић, Жарко. *Утицај параметара микроклиме, буке и осветљења на топлотни комфор у радној средини*. Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, 2018.
- Бранди, Чезаре. „Повеља рестаурације 1972.“ у *Теорија рестаурације*. Београд: Министарство културе Републике Србије, 2007.
- Брункер, Олга. „Прилог проучавању урбаног развоја Сирмијума: Просторија 16 “Царске палате у Сремској Митровици.“ *Грађа за проучавање споменика културе Војводине* 11/12, 1982/1983: стр. 5-43.
- Вапа, Зоран, Славица Вујовић, Властимир Радоњанин, ур. *Зборник радова научно стручног скупа: Методе утврђивања и отклањања последица дејства влаге на културна добра*, Нови Сад: Покрајински завод за заштиту споменика културе, Петроварадин, Друштво конзерватора Србије, 2004.
- Васић, Милоје, Гордана Милошевић, Надежда Гавриловић-Витас, и Весна Црноглавац. *Константинова вила у Медијани*. Ниш: Народни музеј, 2016.
- Вилус, Јелена. *Правна Заштита културних добара*. Београд: Европски центар за мир и развој (ЕЦПД) Универзитета за мир Уједињених нација, 2007.
- Витрувије (Vitruvius Pollio, Marcus). *Десет Књига о Архитектури*. Београд: Грађевинска књига, 2000.
- Вроњец, Димитрије, и Ђорђе Козић. *Термодинамичке Особине и Примена*. Београд: Савез машинских и електротехничких инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2002.
- Вујаклија, Милан. *Лексикон страних речи и израза*. Београд: Просвета, 1996/7.
- Вученовић, Светислав. *Урбана и архитектонска конзервација*. Горњи Милановац: Друштво конзерватора Србије, 2004.

- Вучетић, Снежана. *Деградација и заштита материјала непокретног културног наслеђа*. Докторска дисертација, Технолошки факултет у Новом Саду, 2017.
- Вучетић, Снежана, и Јања Раногојец. *Методологија испитивања историјских малтера*. Нови Сад: Технолошки факултет у Новом Саду, 2022.
- Дукић, Душан. *Климатологија са основима метеорологије*. Београд: Народна књига, 1967.
- Ђоковић, Јелена. *Термодинамика*. Бор: Технички факултет у Бору, 2012.
- Живановић, Катарина. *Интерпретација културног наслеђа као предуслов за коришћење археолошке баштине у друштвено-економском развоју заједнице*. Београд: Универзитет у Београду, Филозофски факултет, "Интерпретација културног наслеђа као предуслов за коришћење археолошке баштине у друштвено-економском развоју заједнице." докторска дисертација, Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2014.
- Живковић, Весна. Регулација климатских услова у депоу мозаика у Галерији фресака. *Диана* 12, 2008: 117–123.
- Јеликић, Алекса. „Проблематика влаге у цркви Св. Тројице у манастиру Сопоћани.“ *Гласник ДКС* 40 40, 2016: 128-136.
- Јеремић, Мирослав. *Сирмијум град на води: Развој Урбанизма и архитектуре од I до VI века*. Београд: Археолошки институт, 2016.
- Јеремић, Мирослав. „Хиподром.“ у *Римски царски градови и палате у Србији*, ед. Драгослав Срејовић, 96–97. Београд: Српска академија наука и уметности - САНУ, 1993.
- Јеремић, Мирослав. „Царска палата (Palatinum Imperiale).“ У *Римски царски градови и палате у Србији*, аутор ед. Драгослав Срејовић, 90–96. Београд: Српска академија наука и уметности - САНУ, 1993.
- Јовањић, Радомир, и Јасмина Јањић. *Речник основних метеоролошких појмова*. Косовска Митровица, Србија: Градска библиотека “Вук Караџић,” 2005.
- Кисић, Вишња. „Културне и креативне индустрије у Европи.“ *Култура: Култура политика*, Вол. 130, 2011.
- Кличанин-Крстић, Марија, и Марко Грковић. „Археолошко наслеђе у склопу европске конвенције о пределу.“ у *Културни предео*, аутор ур. Нада Живковић, Београд: Завод за заштиту споменика културе града Београда, 2016.
- Ковачевић, Богдан. „Конзерваторски радови на подним мозаицима просторије 16 на комплексу Царске палате у Сремској Митровици.“ *Грађа за проучавање споменика културе Војводине* 11/12, 1982/1983: 239–59.
- Лучић, Биљана. „Нови налази мозаика са локалитета 1А - Царска палата Сирмијума.“ *Споменица историјског архива “Срем”* 14, 2015: стр. 94–114.
- Љубомировић, Ирена. *Никола Вулић-Историчар антике*. Ниш: Филозофски факултет, 2013.
- Марасовић, Томислав. „Атенска повеља.“ у *Заштита градитељског наслеђа: повијесни преглед са избором текстова и докумената*, Томислав Марасовић, 113-115. Загреб-Сплит, 1983.
- Медић, Милорад. *Заштита зидних слика и мозаика: Предавања слушаоцима последипломских студија "Заштита, ревитализација и проучавање градитељског наслеђа" на Архитектонском факултету у Београду 1994*. Београд: Реантика - Удружење конзерватора, рестауратора и љубитеља уметности, 2003.
- Медић, Милорад. *Стари сликарски приручници*. Београд: Републички Завод за заштиту споменика културе, 1999.
- Милановић, Гордана. „Прошлост и будућност једне идеје.“ *ИСОМ Србија*, бр. 7, 2017

- Милошевић, Анка, и Олга Милутиновић. „Заштитна археолошка ископавања у Сремској Митровици.“ *Грађа за проучавање споменика културе Војводине*, бр. 2, 1958: стр. 5–45.
- Мирковић, Мирослава. *Сирмијум: Историја римског града од I до VI века*. Сремска Митровица: Благо Сирмијума; Филозофски факултет Београд, 2006.
- Народни музеј Београд. *Стручно упутство о условима и начину чувања и коришћења уметничко-историјских дела*. Београд: Народни музеј Београд, 2001.
- Ненадовић, Слободан. „Пресељавање непокретних споменика културе-Метод спасавања или нужно зло?“ *Зборник заштите споменика културе*,. Београд: Републички Завод за заштиту споменика културе, књига 24, 1974.
- Николић, Марко. „Историјски преглед водећих личности, идеја и теоријских дела у области заштите културног наслеђа у 18. и 19. веку.“ *Модерна конзервација* бр. 3, 2015: 35-48.
- Николић, Марко. „Историјски преглед водећих личности, теоријских принципа и међународних организација у области заштите културног наслеђа у 20. веку.“ *Модерна конзервација*, бр. 4, 2016: 23-32.
- Олсен, Бјорнар. *Од предмета до текста - Теоријске перспективе археолошких истраживања*. Београд: Геопоетика, 2002.
- Палавестра, Александар. *Културни контексти археологије*. Београд: Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2011.
- Поповић, Владислав. “СИРМИЈУМ - Град Царева и Мученика,” у *Римски царски градови и палате у Србији*, ед. Драгослав Срејовић, стр. 15–27. Београд: Српска академија наука и уметности - САНУ, 1993.
- Ранђеловић, Иван, Бранислав Тодоровић и Александра Крстић. „Утицај термичког ефекта на расподелу притиска у зградама.“ *КГХ – Климатизација, грејање, хлађење*, в. 30, н. 2, нов. 2016: 53–57. ISSN 2560-340X. Доступно на: <https://izdanja.smeits.rs/index.php/kgg/article/view/765> (приступљено: 27. април 2023.)
- Рекнагел, Шпренгер, Шраме, Чеперковић, превод: Чеперковић, Загорка, Станимир Чеперковић, Елизабета Здравковић, и Душан Ћировић. *Грејање и климатизација*. Врњачка Бања: Интерклима, 2004.
- Савинова, Веселинка. *Антички Мозаици Сирмијума*. Магистарски рад., Универзитет у Београду, Филозофски факултет, 2006.
- Савковић, Жељко. *Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019.
- Смичиклас, Немања, Маријана Протић, Маја Франковић, Гордана Јеремић, Наталија Ћосић, и Александар Стаменковић, *Препоруке за чување и одржавање мозаика*. Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018.
- Ступар, Милош Ч. *Диверзитет микромицета на објектима културне баштине и тестирање фунгицида применљивих у конзервацији*. Дисертација, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2013.
- Тодоровић, Бранислав. *Климатизација*. Београд, Србија: Савез машинских инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2005.
- Трозби, Дејвид. *Економика културне политике*. прев. Александар Луј Тодоровић и Ксенија Тодоровић Београд: Клио, 2012.
- Угриновић, Александра. „Заштитне конструкције у функцији презентације остатака античког наслеђа.“ *Културни предео, Зборник радова VII конференције Завода за заштиту споменика*

културе града Београда. ур. Нада Живковић, 116-127. Београд: Завод за зашриту споменика културе града Београда, 2016.

- Унковић, Никола. *Диверзитет и улога микробиота у процесу биодетериорације зидних слика цркве Светог Вазнесења господњег у Великом Крчилиру*. Докторска дисертација, Биолошки факултет, Универзитет у Београду, 2018.
- Франковић, Маја. „Деградација мозаика - Утицаји карактеристика материјала, технике израде, коришћење и услова окружења на пропадање античких подних мозаика.“ *Животис: Часопис За неговање црквене уметности* Год. 5 (бр. 5), 2011: 302–317.
- Франковић, Маја. „Подлоге у конзервацији дислоцираних мозаика.“ *Животис*, год. 4, бр. 4, 2010: 201-232.
- Франковић, Маја. *Физичко и хемијско распадање кречњака уграђених у објекте београдске тврђаве и могућност консолидације*. Дисертација, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, 2021.
- Харви, Дејвид. *Кратка историја неолиберализма*. Нови Сад: Mediterran publishing, 2012.
- Шекарић, Бранка. „Венецијанска повеља-пола века касније.“ *Модерна конзервација* 2013: 37-43.
- Шкорић, Адријана. „Заштита Царске палате Сирмијума у Сремској Митровици.“ *Гласник друштва конзерватора Србије (ДКС)* 38, 2014:178–180.
- Шкорић, Адријана. „Пројекат наткривања Царске палате Сирмијума.“ *Гласник друштва конзерватора Србије (ДКС)* 32, 2008: 71–74.
- Шола, Томислав. *Према тоталном музеју*. Београд: Центар за музеологију и херитологију, Филозофски факултет, Универзитет у Београду, 2016.
- Шпикић, Марко. *Анатомија повијеснога споменика*. Загреб: Институт за повијест уметности, 2006.
- Шуваковић, Миодраг. *Дискурзивна анализа – Преступи и/или приступи дискурзивне анализе филозофији, поезији, естетици, теорији и студијама уметности и културе*. Београд: Универзитет уметности у Београду, 2006.

12. ПОПИС ПРИЛОГА, ТАБЕЛА, СЛИКА, СКРАЋЕНИЦА, ОЗНАКА И СИМБОЛА

12.1. Прилози

Прилог 1. Интегрисана шема теоретског оквира истраживања – Савремени интердисциплинарни оквир презентације археолошких локалитета са мозаицима (Извор: Аутор).

ПРИЛОГ 1.2.

Ауторитети на чијим ставовима су конституисани привилегије
Ауторитети који заступају ставовите да археолошку грађу треба заштити и заштити
Анализе заштите и очувања налаза кроз коришћење и презентацију

Социо-културолошки, археолошки аспект
Археолошки аспект
Техничко-технолошки аспект
Кориснички аспект

Франсо Минис (Franco Minisi) 1919-1996, Карло Савина (Carlo Savina) 1906-1978, Питер Зумтор (Peter Zumthor) 1927-2017, Алдо Минарџи (Aldo Manuzzi) 1922-2014, Хана Рицо (Hana Rizo) 1922-2014, Грегори Ешворт (Gregory Ashworth) 1927-2017, Џорџ Троби (George Troah) 1927-2017, Џон Карпан (John Carpan) 1927-2017, Аниза Бен Абед (Anisa Ben Abed) 1927-2017, Џејн Томсон (Jane Thomson) 1927-2017, Едвардо Тресолди (Eduardo Trezzoldi) 1927-2017, Грегори Ешворт (Gregory Ashworth) 1927-2017

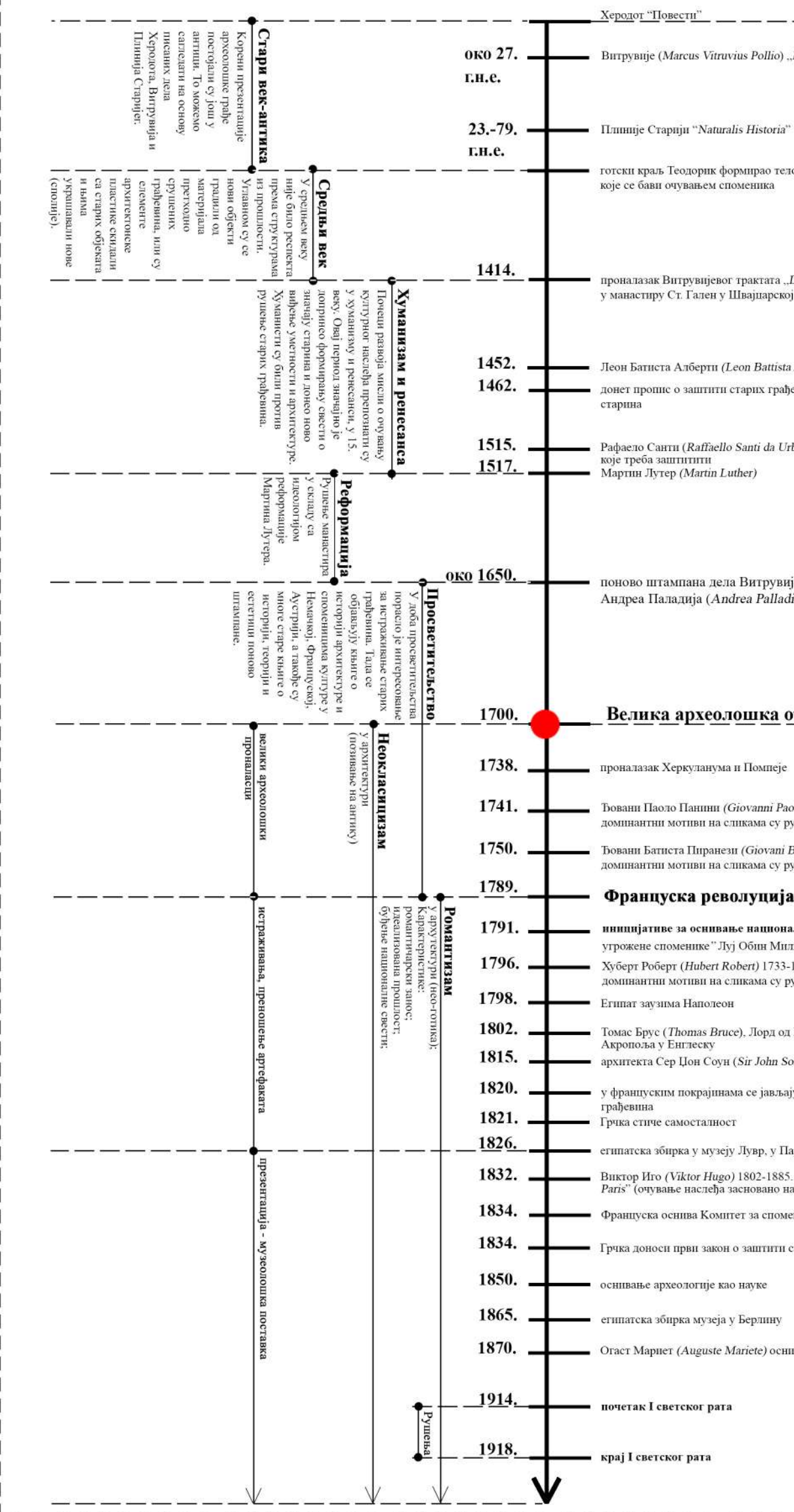
ПРИЛОГ 1.2.1.

Јохан Јохим Винкелман (Johann Joachim Winckelmann) 1717-1768, Луј Обин Миља (Louis Aubin Millot) 1751-1818, Антоан Кристоф Кватремер де Квинс (Antoine Chrysostome Quatremere de Quincy) 1755-1845, Франсо-Рене де Шапобријан (François-René de Chateaubriand) 1768-1848, Жан-Батист Ласе (Jean-Baptiste Lassus) 1807-1857, Проспер Мериме (Prosper Mérimé) 1803-1870, Џон Раскин (John Ruskin) 1819-1900, Кампило Ђовито (Camillo Gioi) 1816-1914, Алон Рицо (Alois Riegl) 1858-1905, Макс Дворџак (Max Dvorjak) 1874-1921, Маргарет Тачер (Margaret Thatcher) и Рајн Волкер (Ralf Volker) 1925-2013, Петер Зумтор (Peter Zumthor) 1927-2017, Теодор Адорно (Theodor Adorno) 1903-1992, Иво Маросовић Шунџић (Ivo Marosović Šunjić) 1927-2007, Заки Аслан (Zeki Aslan) 1927-2017, Дејана Троби (Davide Troah) 1927-2017, Степан-Парџ (Stjepan-Parž) и Јука Јоклеџа (Jukka Jokileht) 2001-2017, Томасан Шопа (Tommaso Šopa) 1948-2017, Бјорнар Осен (Bjornar Olsen) 1948-2017, Горан Рако (Goran Rako) 1948-2017, Ион Д. Стјуарт (John D. Stewart), Жак Хојер (Jacques Neveu), Марта Демас (Martha Demas) 2006-2017, Атоље Минарџи (Aldo Manuzzi) 1922-2014, Ђована Рицо (Giuliana Rizzo) 1922-2014, Зјенџен Гуај (Zsuzsanna Gulyás) 1922-2014, Бернардо Чучи (Bernardo Tschumi) 1922-2014, Питер Ван Менџи (Pier Van Mensche) 1922-2014, Јурген Мајер (Jurgen Majer) 1922-2014, Ђузепе Кампино (Giuseppe Cammino) 1922-2014, Џејн Томсон (Jane Thomson) 1922-2014, Едвардо Тресолди (Eduardo Trezzoldi) 1922-2014, Маде Рицо (Hana Rizo) и Мирослава Ана (Miroslava Anna) 2017-2017, Грегори Ешворт (Gregory Ashworth) 1927-2017

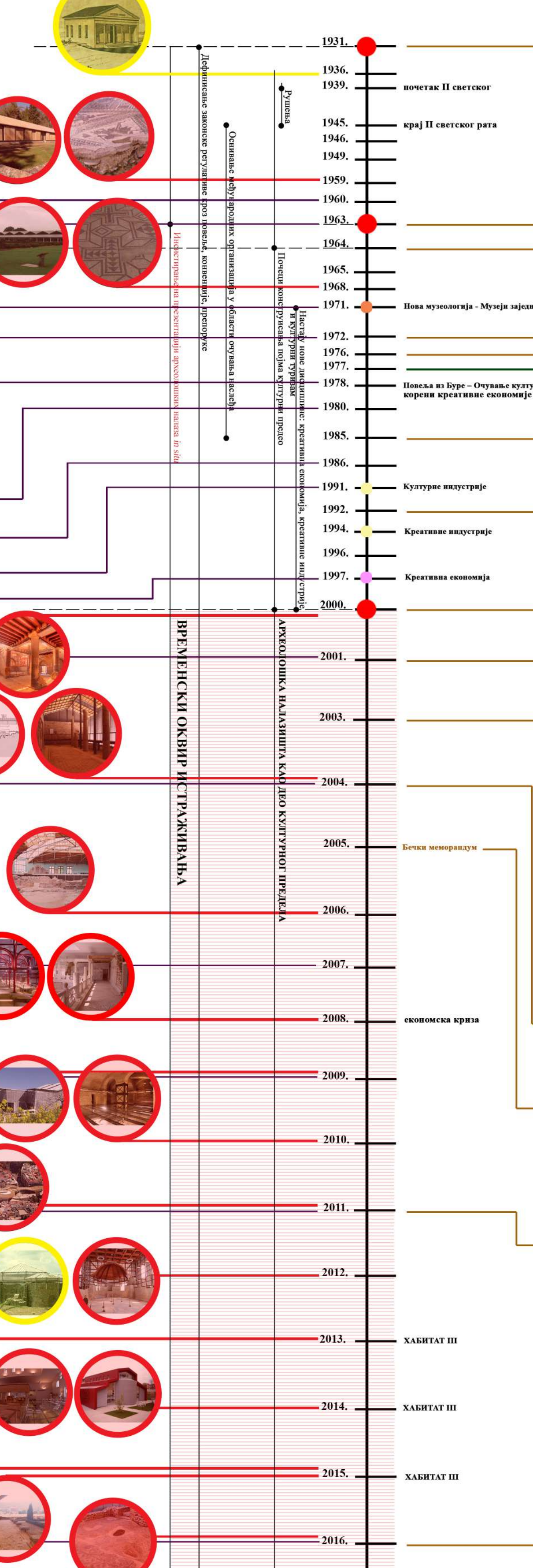
ПРИЛОГ 1.2.2.

Франсо Минис (Franco Minisi) 1919-1996, Карло Савина (Carlo Savina) 1906-1978, Питер Зумтор (Peter Zumthor) 1927-2017, Алдо Минарџи (Aldo Manuzzi) 1922-2014, Хана Рицо (Hana Rizo) 1922-2014, Грегори Ешворт (Gregory Ashworth) 1927-2017, Џорџ Троби (George Troah) 1927-2017, Џон Карпан (John Carpan) 1927-2017, Аниза Бен Абед (Anisa Ben Abed) 1927-2017, Џејн Томсон (Jane Thomson) 1927-2017, Едвардо Тресолди (Eduardo Trezzoldi) 1927-2017, Грегори Ешворт (Gregory Ashworth) 1927-2017

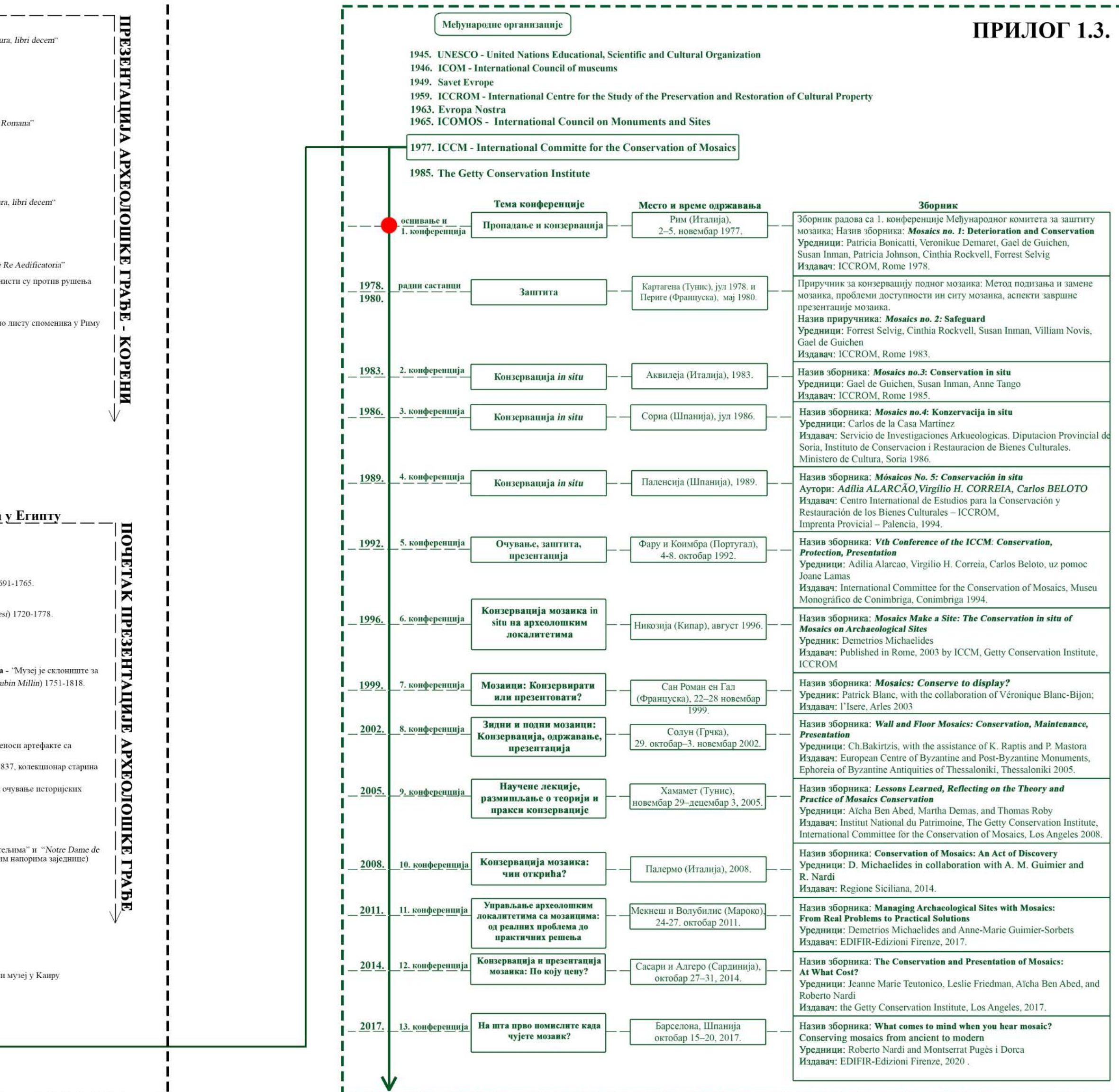
РАЗВОЈ ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ АРХЕОЛОШКЕ ГРАЂЕ



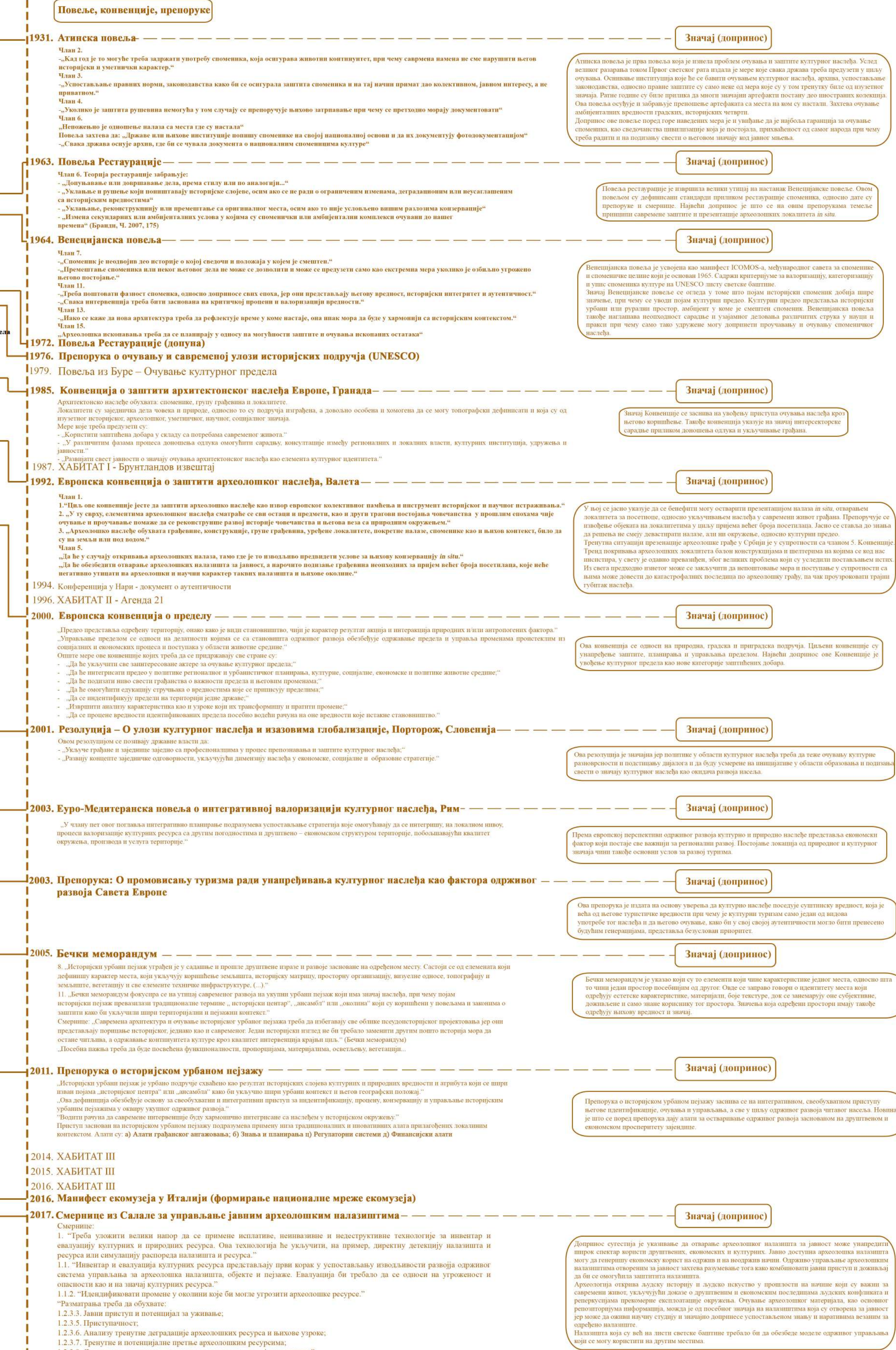
ПРИЛОГ 1.5.



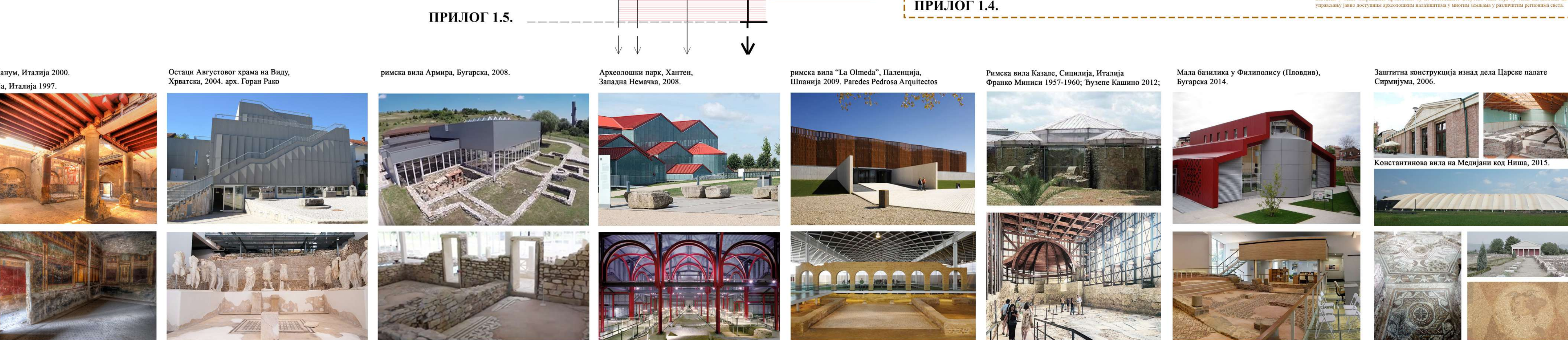
ПРИЛОГ 1.3.



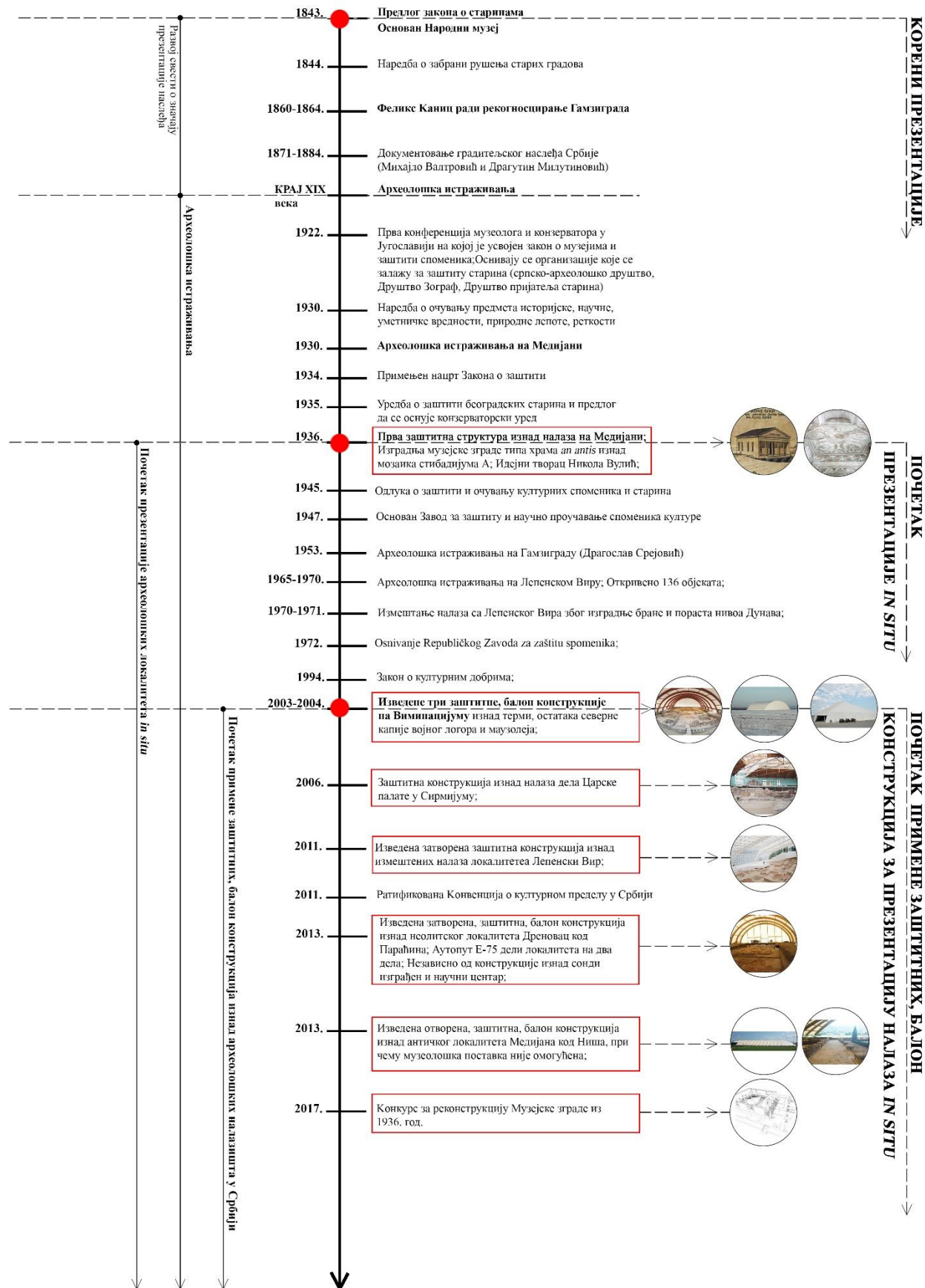
ПРИЛОГ 1.4.







ПРИЛОГ 1.5.



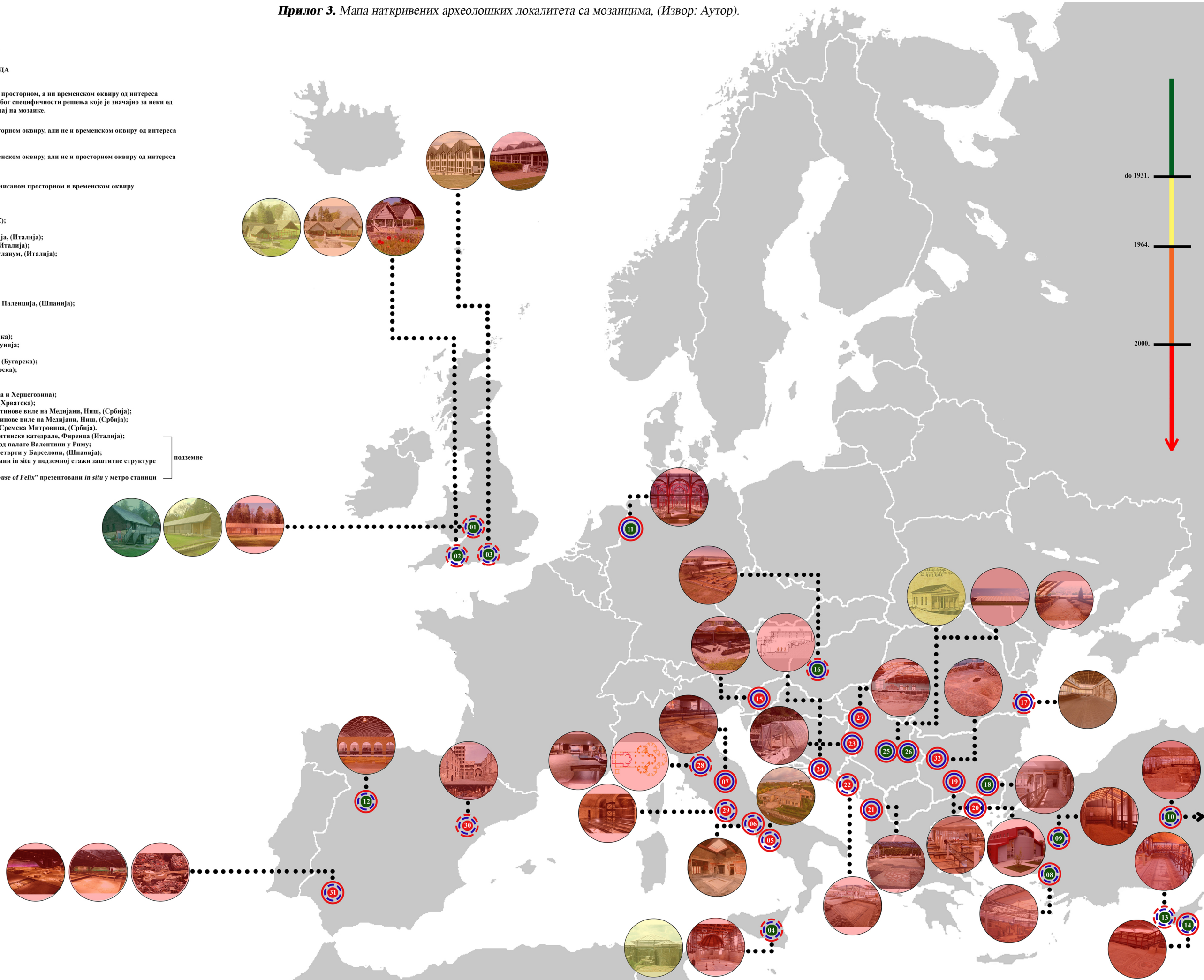
РАЗВОЈ ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ АРХЕОЛОШКИХ НАЛАЗА *IN SITU* У СРБИЈИ



Прилог 3. Мапа наткривених археолошких локалитета са мозаицима, (Извор: Аутор).

- АРХЕОЛОШКА НАЛАЗИШТА У ГРАДУ
- АРХЕОЛОШКА НАЛАЗИШТА ВАН ГРАДА
-  заштитне структуре које не припадају ни просторном, а ни временском оквиру од интереса уврштене су у анализу и класификацију због специфичности решења које је значајно за неки од аспеката са којих се посматра њихов утицај на мозанке.
-  заштитне структуре које припадају просторном оквиру, али не и временском оквиру од интереса
-  заштитне структуре које припадају временском оквиру, али не и просторном оквиру од интереса
-  заштитне структуре које припадају дефинисаном просторном и временском оквиру





01. Римска вила у Чедвурту, Глостершир, (УК);
02. Римска вила у Фишборну, западни Сасекс, (УК);
03. Римска градска кућа у Дорчестеру, (УК);
04. Римска вила Казале, Пјана Армерина, Сицилија, (Италија);
05. Вила Мистериа, Археолошки парк Помпеја, (Италија);
06. Двестагодишња кућа, Археолошки парк Херкуланум, (Италија);
07. Вила мозанка у Спеду, Умбриа, (Италија);
08. Куће у низу 2, Ефес, Турска;
09. Зграда 3, Пергамон, (Турска);
10. Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска);
11. Римски археолошки парк, Хантеп, (Немачка);
12. Римска вила „La Olmeda“, Педроса де ла Вега, Паленсија, (Шпанија);
13. Дионисове куће, Пафос, (Кипар);
14. Еустолијева кућа, Курион, (Кипар);
15. Емонска кућа, Љубљана, (Словенија);
16. Римска вила Балака у Немешвамошу, (Мађарска);
17. Здање са римским мозаицима, Констанца, Румунија;
18. Вила Армира, Иванловград, (Бугарска);
19. Епископска базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска);
20. Мала базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска);
21. Римска вила у Тирани, (Албанија);
22. Римска вила Рисан, (Црна Гора);
23. Римски муниципијум Скелани, Скелани (Босна и Херцеговина);
24. Остаци Августовог храма у Нарони код Вида, (Хрватска);
25. Музејска зграда изнад Стибадијума А Константинове виле на Медијани, Ниш, (Србија);
26. Заштитна балон конструкција изнад Константинове виле на Медијани, Ниш, (Србија);
27. Визиторски центар Царска палата Сирмијум, Сремска Митровица, (Србија);
28. Остаци базилике „Santa Reparata“ испод фирентинске катедрале, Фиренца (Италија);
29. Налази римске куће са подним мозаицима испод палате Валентини у Риму;
30. Остаци римског града Барцино испод Готске четврти у Барселони, (Шпанија);
31. Остаци римских кућа са мозаицима презентовани *in situ* у подземној етажи заштитне структуре Метропол Парасол у Севиљи, (Шпанија);
32. Остаци римске куће са подним мозаицима „House of Felix“ презентовани *in situ* у метро станици у Софији, (Бугарска);



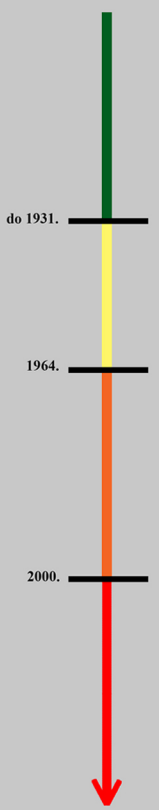
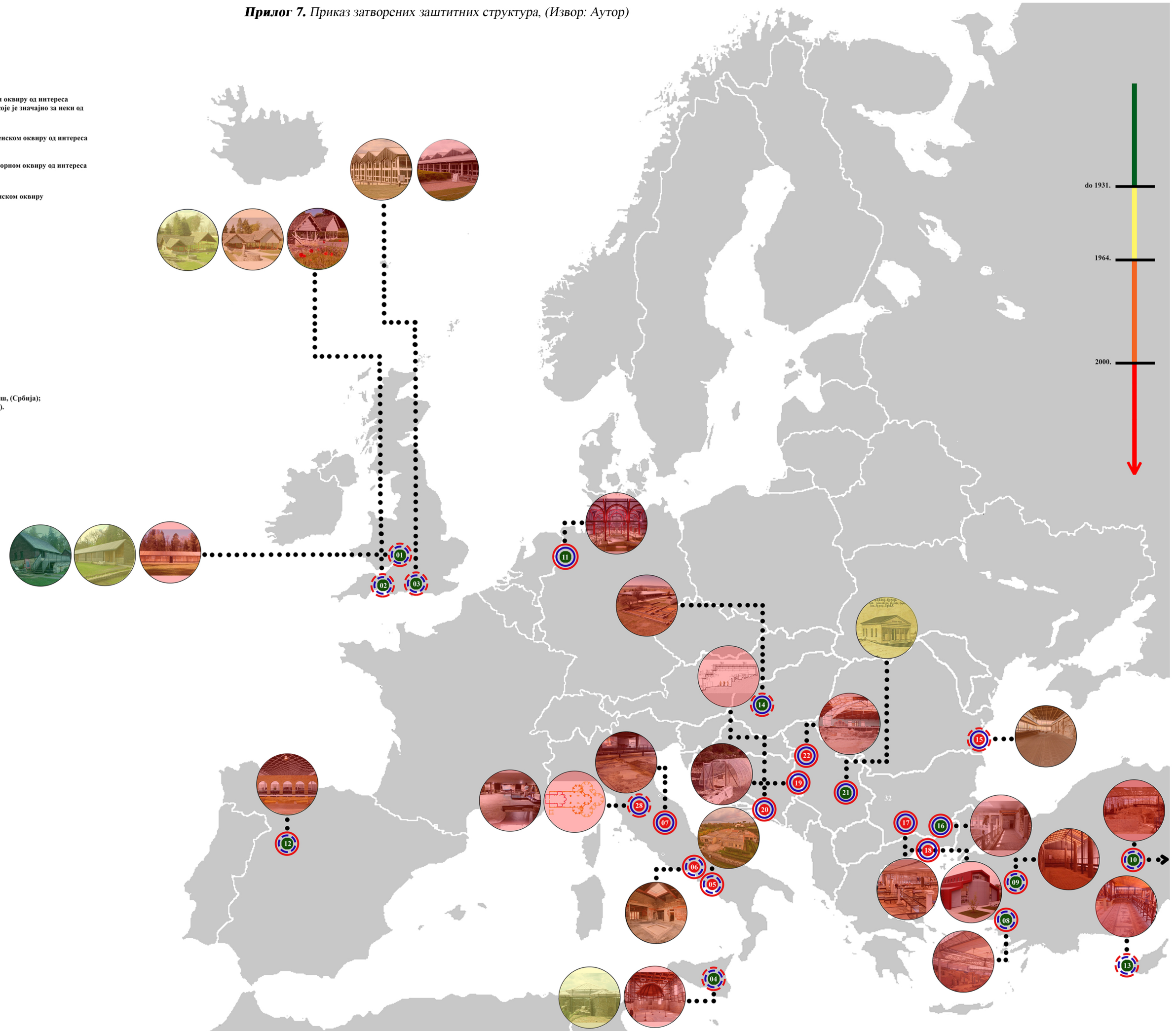
Прилог 5. Класификација заштитних структура сходно присутним факторима детериорације мозаика, (Извор: Аутор).

КЛАСИФИКАЦИЈА ЗАШТИТНИХ СТРУКТУРА У ОДНОСУ НА ПРИСУТНЕ ФАКТОРЕ ДЕТЕРИОРАЦИЈЕ														
НАТКРИВЕНИ АРХЕОЛОШКИ ЛОКАЛИТЕТИ СА МОЗАИЦИМА: НАЗИВ ЛОКАЛИТЕТА	КРИТЕРИЈУМИ ЗА АНАЛИЗУ	ФАКТОРИ ДЕТЕРИОРАЦИЈЕ МОЗАИКА	ПРИСУСТВО ВОДЕ			НЕСТАБИЛНОСТ МИКРОКЛИМЕ					ЖИВИ ОРГАНИЗМИ			
			Прокињавање/ инфилтрација воде на налазе	Капиларна влага	Кондензација	Топлотни добити	Прегревање	Флукуације Т и RH	Влажни и суви циклуси	Циклус мржњења	Прекомерна / недовољна вентилација	Микроорганизми	Билке	Животине (птице, гмизавци, инсекти, глодари)
ЕВРОПА	Римска вила у Чедврту, Глостершир, (УК)	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	
	Римска вила у Фишборну, западни Саскс, (УК)	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	
	Римска градска кућа у Дорчестеру, (УК)	X	X	-	X	X	X	X	-	X	X	-	-	
	Римска вила у Казале, Пјаца Армерина, Сицилија, (Италија);	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	-	
	Вила Мистерија, Археолошки парк Помпеја, (Италија)	-	X	-	-	-	X	X	-	X	X	-	X	
	Двестагодишња кућа, Археолошки парк Херкуланум, (Италија)	X	X	-	-	-	X	X	-	X	X	-	X	
	Вила мозаика у Спелу, Умбриа, (Италија)	-	-	Н.П.	-	-	-	-	-	Н.П.	-	-	-	
	Куће у низу 2, Ефес, Турска	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Зграда 3, Пергамон, (Турска)	X	X	-	-	-	X	X	-	X	-	-	X	
	Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	
	Римски археолошки парк, Хантен, (Немачка)	-	Н.П.	Н.П.	X	Н.П.	-	Н.П.	Н.П.	Н.П.	Н.П.	X	-	
	Римска вила „La Olmeda“, Педроса де ла Веса, Паленсија, (Шпанија)	-	Н.П.	Н.П.	-	Н.П.	-	-	-	Н.П.	-	-	-	
	Дионисове куће, Пафос, (Кипар)	X	X	Н.П.	X	Н.П.	Н.П.	Н.П.	-	Н.П.	-	-	-	
	Еустолијева кућа, Курион, (Кипар)	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	-	X	
РЕГИОН	Емонска кућа, Љубљана, (Словенија)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Римска вила Балака, (Мађарска)	X	X	X	-	X	X	X	X	Н.П.	-	-	-	
	Здање са римским мозаицима, Констанца, (Румунија)	-	X	X	X	X	X	X	Н.П.	X	Н.П.	-	-	
	Вила Армира, Ивањовград, (Бугарска)	-	Н.П.	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	
	Епископска базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска)	-	Н.П.	-	-	-	-	-	-	Н.П.	Н.П.	-	-	
	Мала базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска)	-	Н.П.	Н.П.	-	-	-	-	-	Н.П.	-	-	-	
	Римска вила, Тирана, (Албанија)	X	Н.П.	X	X	X	X	X	-	X	-	-	X	
	Римска вила, Рисан, Црна Гора	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	-	X	
	Римски мунципијум Склани, Склани, Босна и Херцеговина	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	
	Остаци Августовог храма у Нарони код Вида, Хрватска	-	Н.П.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
СРБИЈА	Музејска зграда, Константинова вила Медијана, Ниш, Србија	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	
	Константинова вила Медијана, Ниш, Србија	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Царска палата Сирмијум, Сремска Митровица, Србија	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	

Прилог 7. Приказ затворених заштитних структура, (Извор: Аутор)

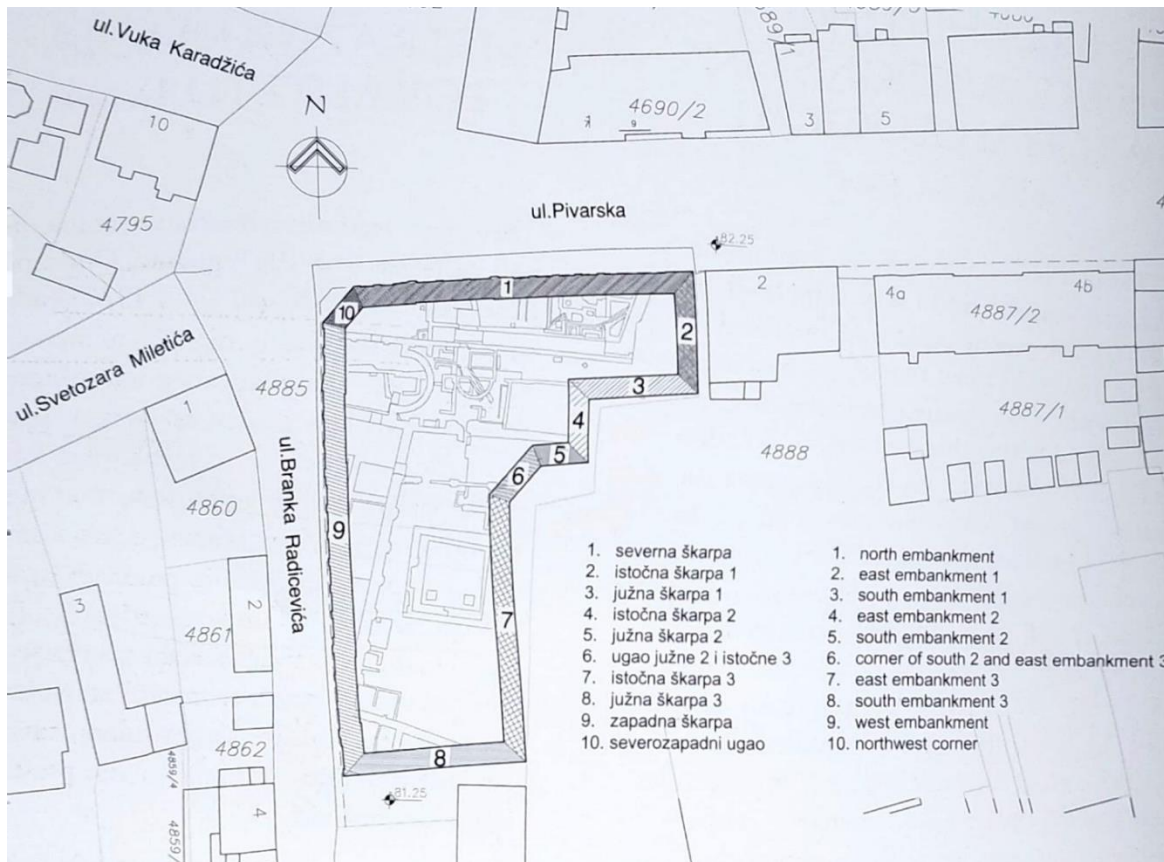
- АРХЕОЛОШКА НАЛАЗИШТА У ГРАДУ
- АРХЕОЛОШКА НАЛАЗИШТА ВАН ГРАДА
-  заштитне структуре које не припадају ни просторном, а ни временском оквиру од интереса уврштене су у анализу и класификацију због специфичности решења које је значајно за неки од аспеката са којих се посматра њихов утицај на мозаике.
-  заштитне структуре које припадају просторном оквиру, али не и временском оквиру од интереса
-  заштитне структуре које припадају временском оквиру, али не и просторном оквиру од интереса
-  заштитне структуре које припадају дефинисаном просторном и временском оквиру

01. Римска вила у Челвурту, Глостершир, (УК);
02. Римска вила у Фишборну, западни Сасекс, (УК);
03. Римска градска кућа у Дорчестеру, (УК);
04. Римска вила Казале, Пјана Армерина, Сицилија, (Италија);
05. Вила Минстерија, Археолошки парк Помпеја, (Италија);
06. Двестагодишња кућа, Археолошки парк Херкуланум, (Италија);
07. Вила мозаика у Спеду, Умбриа, (Италија);
08. Куће у низу 2, Ефес, Турска;
09. Зграда 3, Пергамон, (Турска);
10. Куће Данаје и Диониса у Зеугми, (Турска);
11. Римски археолошки парк, Хаптен, (Немачка);
12. Римска вила „La Olmeda“, Недроса де ла Вега, Паленија, (Шпанија);
13. Дионисове куће, Пафос, (Кипар);
14. Римска вила Балака у Немешвамошу, (Мађарска);
15. Здање са римским мозаицима, Констанца, Румунија;
16. Вила Армира, Иванловград, (Бугарска);
17. Епископска базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска);
18. Мала базилика у Филиполису, Пловдив, (Бугарска);
19. Римски муниципијум Скелани, Скелани (Босна и Херцеговина);
20. Остаци Августовог храма у Нарони код Вида, (Хрватска);
21. Музејска зграда изнад Стубадијума А Константинове виле на Медијани, Ниш, (Србија);
22. Визиторски центар Царска палата Сирмијум, Сремска Митровица, (Србија).



Прилог 8. а) Позиција шкарпи приликом археолошких, заштитних истраживања 2006 – 2007, Извор: Michael R. Werner, Комплекс Царске палате (Сремска Митровица, Република Србија: Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица, 2009); б) Заштитна археолошка ископавања 2006. године, (Извор фотографије: Иван Филиповић, архитекта-конзерватор).

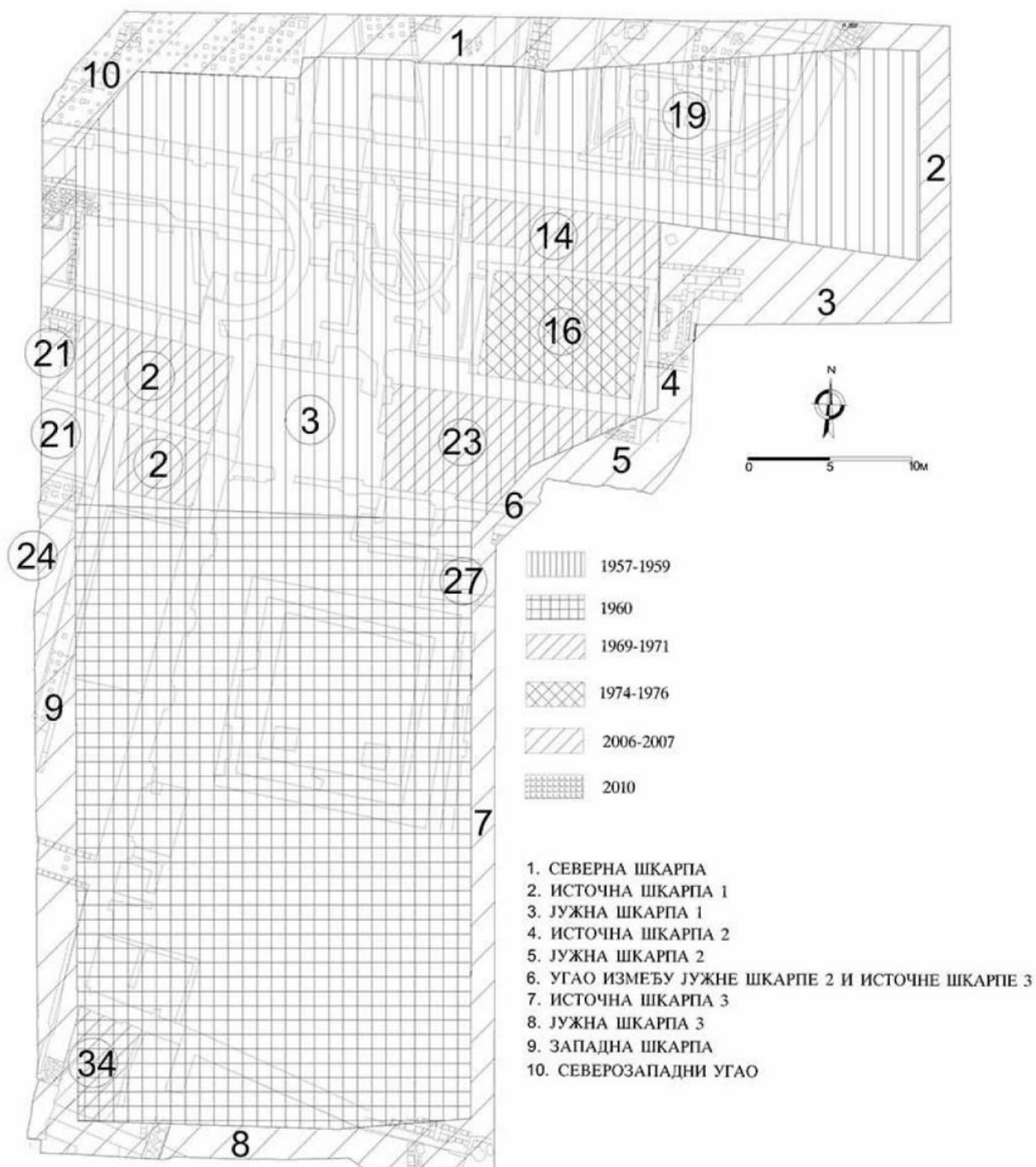
а)



б)



Прилог 9. Хронолошки приказ истраживања на археолошком локалитету 1а Царске палате Сирмијума, (Извор: Биљана Лучић, Нови налази мозаика са локалитета 1А – Царска палата Сирмијума, ” Споменница историјског архива “Срем”14 (2015): стр. 107);



Прилог 10. Просечна месечна и годишња вредност релативне влажности у Србији за референтни период од 1981-2010. године, (Извор:

https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf)

ПРОСЕЧНА РЕЛАТИВНА ВЛАГА У СРБИЈИ (%)													
Референтни период 1981-2010													
станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Палић	85,2	79,1	71,2	65,7	63,9	63,9	62,2	64,3	70,2	74,5	82,2	86,7	72,4
Сомбор	83,7	77,6	70,5	66,4	63,8	64,9	63,9	65,7	71,2	74,7	81,8	85,5	72,5
Кикинда	86,2	79,8	70,9	65,7	64,2	66,5	64,0	65,3	70,5	74,7	82,2	87,2	73,1
Бечеј	85,6	78,6	69,5	65,3	62,1	64,7	62,6	64,2	68,9	72,8	81,0	85,9	71,8
Зрењанин	84,7	78,4	70,1	66,2	64,7	67,6	65,9	65,6	70,7	74,3	81,1	85,9	72,9
Нови Сад	85,1	79,2	70,9	67,0	66,4	69,2	67,5	67,6	72,3	75,6	82,1	85,7	74,0
Ср.Митровица	87,4	80,6	72,8	69,4	68,1	71,6	71,0	70,7	75,1	77,9	84,5	88,3	76,4
Златибор	83,0	79,5	74,3	69,9	70,0	72,7	70,4	70,2	75,2	77,6	80,4	84,7	75,7
Бан.Карловац	84,4	79,1	71,0	68,1	67,1	69,6	68,3	68,0	72,1	75,0	80,8	85,0	74,0
Београд	77,9	71,2	63,3	60,8	60,9	63,3	61,0	61,4	67,3	71,2	75,4	79,0	67,7
Лозница	83,1	77,8	71,5	68,8	69,0	70,7	69,3	70,6	75,9	80,0	82,0	83,9	75,2
Ваљево	81,6	76,4	70,1	68,2	68,1	69,6	67,2	68,5	74,1	78,1	80,5	82,4	73,7
Вел.Градиште	82,5	77,1	69,4	67,0	67,8	70,0	67,6	66,9	71,6	74,1	78,1	83,1	72,9
См.Паланка	81,0	75,2	68,1	66,1	66,7	68,5	65,7	66,4	71,5	75,3	78,4	82,1	72,1
Крагујевац	79,3	74,7	68,6	66,8	68,2	68,5	65,4	66,5	71,6	74,8	77,1	80,4	71,8
Краљево	81,4	75,0	69,0	66,4	68,8	70,0	67,5	67,8	73,4	77,2	79,3	82,4	73,2
Пожега	85,7	79,7	73,7	71,1	73,1	74,6	73,9	75,1	78,9	81,9	84,5	86,8	78,2
Ђуприја	81,8	76,6	70,6	68,3	68,8	70,1	67,5	67,2	73,0	76,8	79,3	82,7	73,6
Крушевац	84,7	79,1	72,9	70,8	72,3	72,2	69,9	69,4	74,2	78,5	81,4	85,3	75,9
Неготин	79,7	75,0	69,5	66,4	65,6	63,3	59,9	61,8	68,6	76,5	80,5	82,5	70,8
Зајечар	79,0	75,0	70,6	68,7	69,0	67,8	64,3	65,9	71,4	77,8	80,6	81,9	72,7
Копоник	81,1	82,7	81,7	80,2	78,7	78,6	75,1	74,2	80,1	79,7	81,6	83,5	79,8
Сјеница	82,5	80,1	76,7	72,4	72,1	73,2	72,2	73,1	77,5	78,8	81,1	83,7	77,0
Црни Врх	85,0	83,4	79,1	74,5	73,5	75,1	71,4	70,2	76,2	81,9	84,9	86,3	78,5
Ниш	79,9	73,9	66,1	63,5	64,8	65,0	61,2	61,3	68,5	73,2	77,4	80,6	69,6
Врање	81,5	74,8	67,2	63,9	65,2	64,4	60,5	60,4	66,9	73,3	79,5	83,2	70,1
Димитровград	81,4	77,0	69,9	67,1	69,2	70,1	66,4	66,3	71,2	75,1	78,9	82,4	72,9
Лесковац	82,0	76,7	70,2	68,2	69,1	68,2	65,0	66,1	73,3	77,4	80,4	82,9	73,3
Куршумлија	83,1	79,5	73,9	71,8	74,3	75,2	72,3	72,6	77,6	80,9	82,4	84,0	77,3
Вршац	80,9	75,6	68,2	65,0	65,2	68,0	65,4	64,1	68,2	70,4	75,2	81,1	70,6

Прилог 11. Конардова класификација зграда, (Извор: ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Chapter 23: Museums, galleries, archives, and libraries, in: *2015 ASHRAE Handbook. Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications*, 2015. <https://daycompany.ir/wp-content/uploads/2020/07/2015-Ashrae-Handbook-Hvac-Applications-2015.pdf> (Accessed on: 23.11.2021.)

23.14

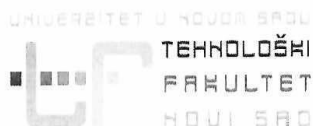
2015 ASHRAE Handbook—HVAC Applications

Table 4 Classification of Climate Control Potential in Buildings

Category of Control	Building Class	Typical Building Construction	Typical Type of Building	Typical Building Use	System Used	Practical Limit of Climate Control	Class of Control Possible
Uncontrolled	I	Open structure	Privy, stocks, bridge, sawmill, well	No occupancy, open to viewers all year.	No system.	None	D (if benign climate)
	II	Sheathed post and beam	Cabins, barns, sheds, silos, icehouse	No occupancy. Special event access.	Exhaust fans, open windows, supply fans, attic venting. No heat.	Ventilation	C (if benign climate) D (unless damp climate)
Partial control	III	Uninsulated masonry, framed and sided walls, single-glazed windows	Boat, train, lighthouse, rough frame house, forge	Summer tour use. Closed to public in winter. No occupancy.	Low-level heat, summer exhaust ventilation, humidistatic heating for winter control.	Heating, ventilating	C (if benign climate) D (unless hot, damp climate)
	IV	Heavy masonry or composite walls with plaster. Tight construction; storm windows	Finished house, church, meeting house, store, inn, some office buildings	Staff in isolated rooms, gift shop. Walk-through visitors only. Limited occupancy. No winter use.	Ducted low-level heat. Summer cooling, on/off control, DX cooling, some humidification. Reheat capability.	Basic HVAC	B (if benign climate) C (if mild winter) D
Climate controlled	V	Insulated structures, double glazing, vapor retardant, double doors	Purpose-built museums, research libraries, galleries, exhibits, storage rooms	Education groups. Good open public facility. Unlimited occupancy.	Ducted heat, cooling, reheat, and humidification with control dead band.	Climate control, often with seasonal drift	AA (if mild winters) A B
	VI	Metal wall construction, interior rooms with sealed walls and controlled occupancy	Vaults, storage rooms, cases	No occupancy. Access by appointment.	Special heating, cooling, and humidity control with precision constant stability control.	Special constant environments	AA A Cool Cold Dry

Source: Adapted from Conrad (1995).

Прилог 12. Сагласност Лабораторије за испитивање материјала у културном наслеђу при Технолошком факултету у Новом Саду за коришћење и репродукцију резултата спроведених испитивања.



Bulevar cara Lazara 1, Novi Sad
Tel: 021/485 3600, 485 3601
e-mail: deantf@uns.ac.rs
web: www.tf.uns.ac.rs



Laboratorija za ispitivanje materijala u kulturnom nasleđu
Tehnološki fakulteta Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu
Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija
E-mail: snezana@uns.ac.rs
Tel: 021/485 3757; 021/485 3623

Novi Sad, 27.03.2023.

Aleksandra Ugrinović
Arhitektonski fakultet
Univerzitet u Beogradu

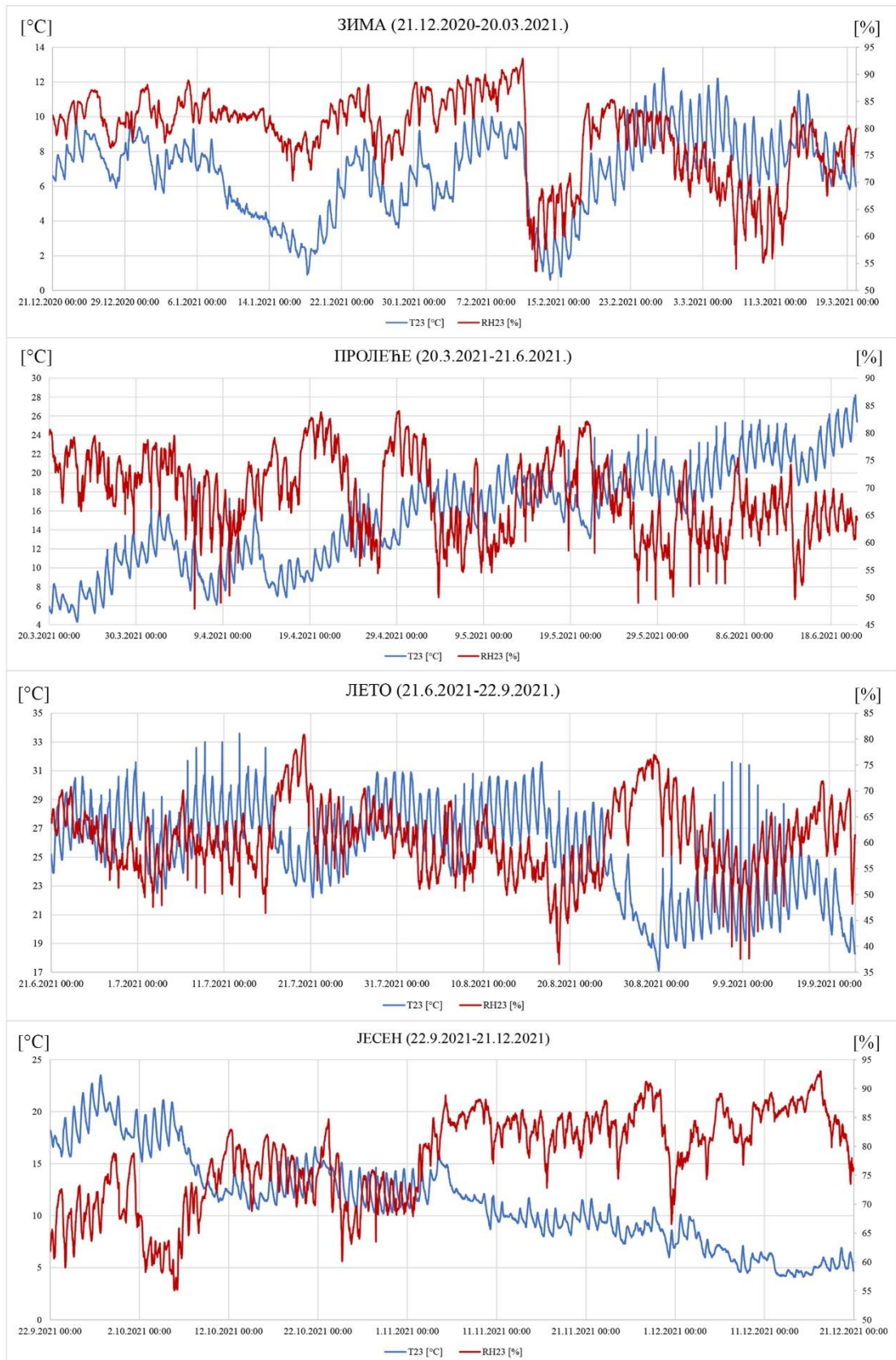
**PISANA SAGLASNOST ZA UPOTREBU I REPRODUKCIJU REZULTATA
LABORATORIJE**

Daje se saglasnost korisniku rezultata Aleksandri Ugrinović na reprodukciju i korišćenje rezultata ispitivanja datih u Elaboratima: *Elaborat laboratorijskih ispitivanja: Ispitivanje uticaja mikroklimatskih uslova sredine na postojanost antičkih mozaika u vizitorskom centru lokaliteta 1A(Carska palata Sirmijum)*, broj: 242-01/21 i 242-01/22.

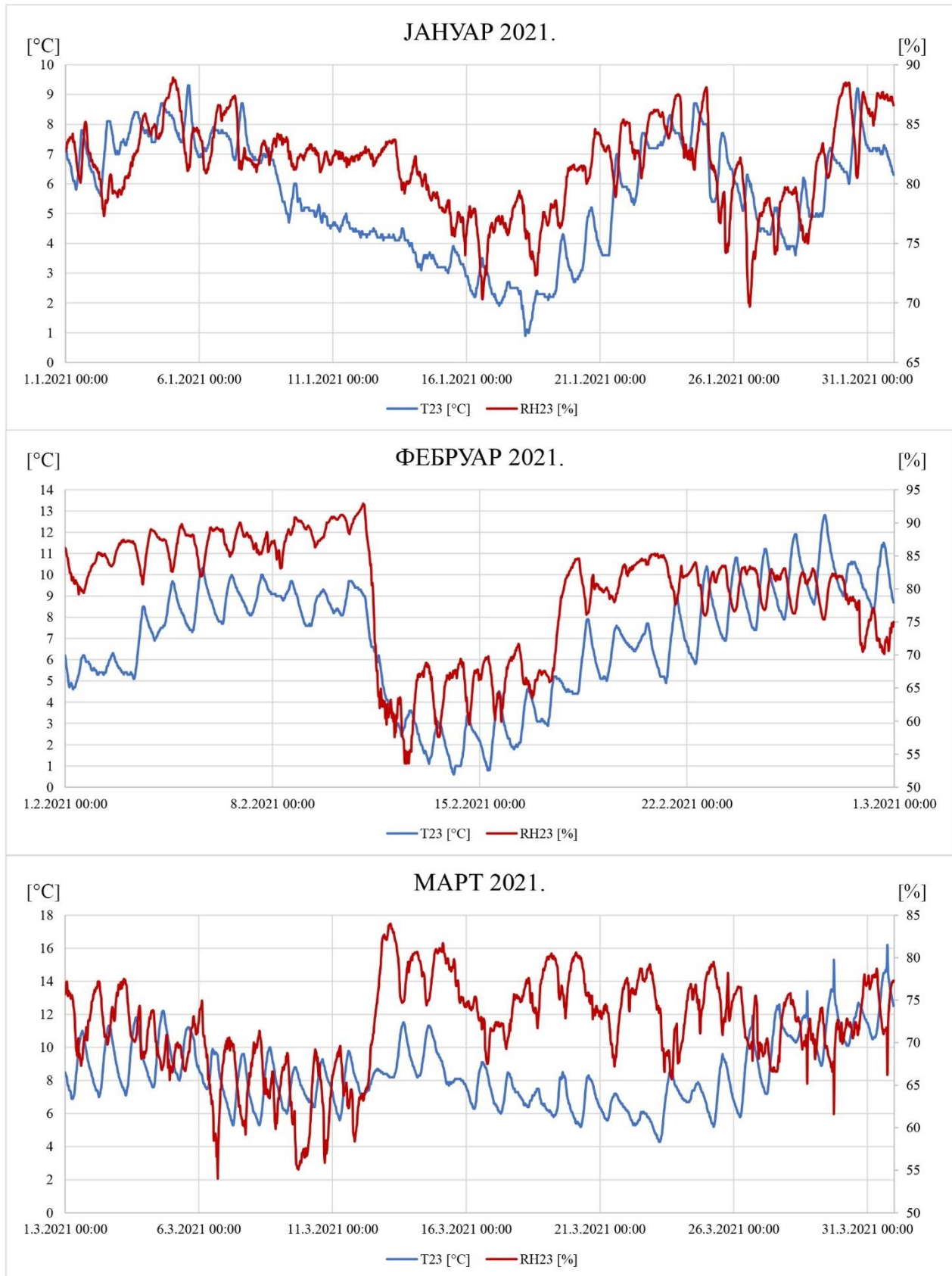
Ova saglasnost se izdaje za potrebe izrade doktorske disertacije kolegice Ugrinović, pod nazivom: *Uticaj mikroklimatskih parametara na očuvanje i prezentaciju antičkih mozaika in situ: Unapređenje uslova sredine u Vizitorskom centru Carska palata u Sirmijumu*, čiji je mentor Prof. dr Budimir Sudimac.

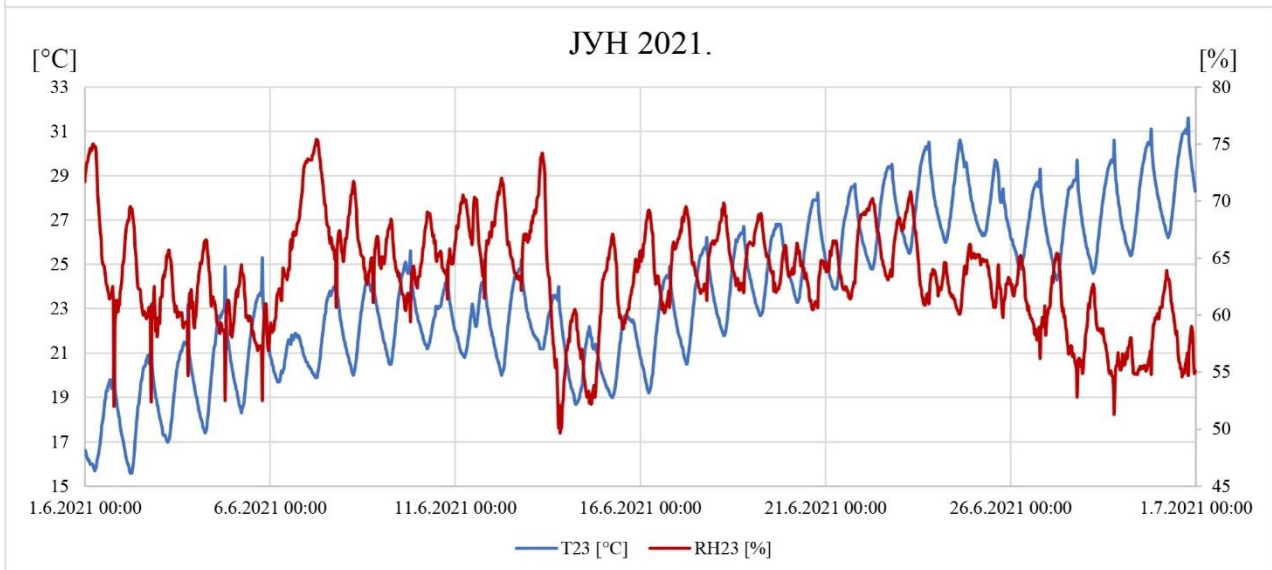
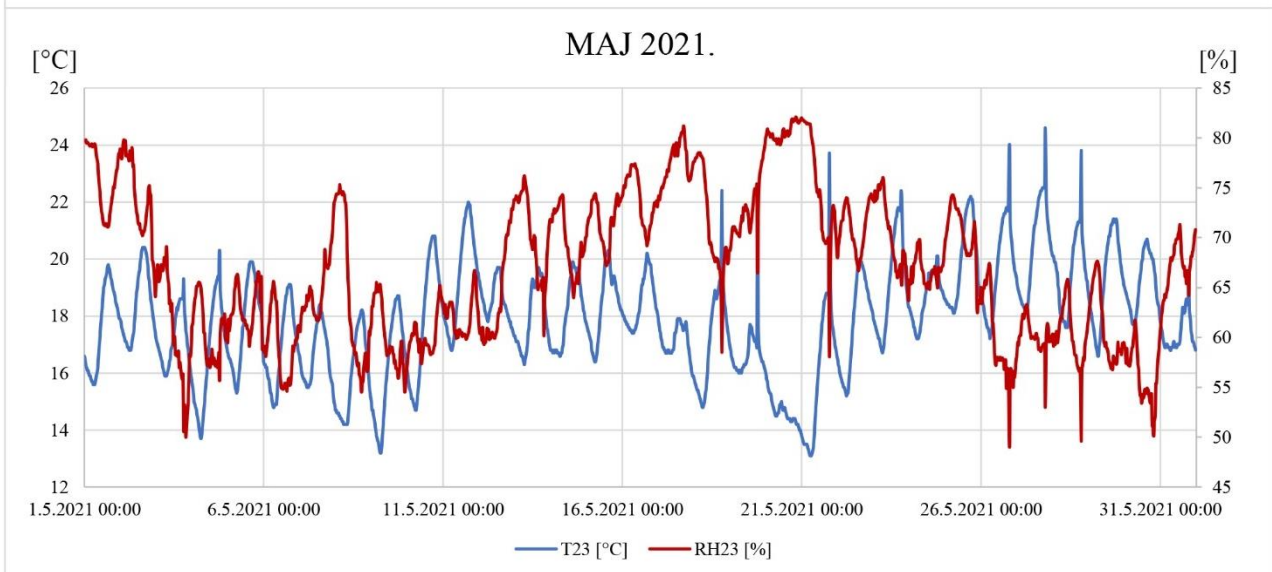
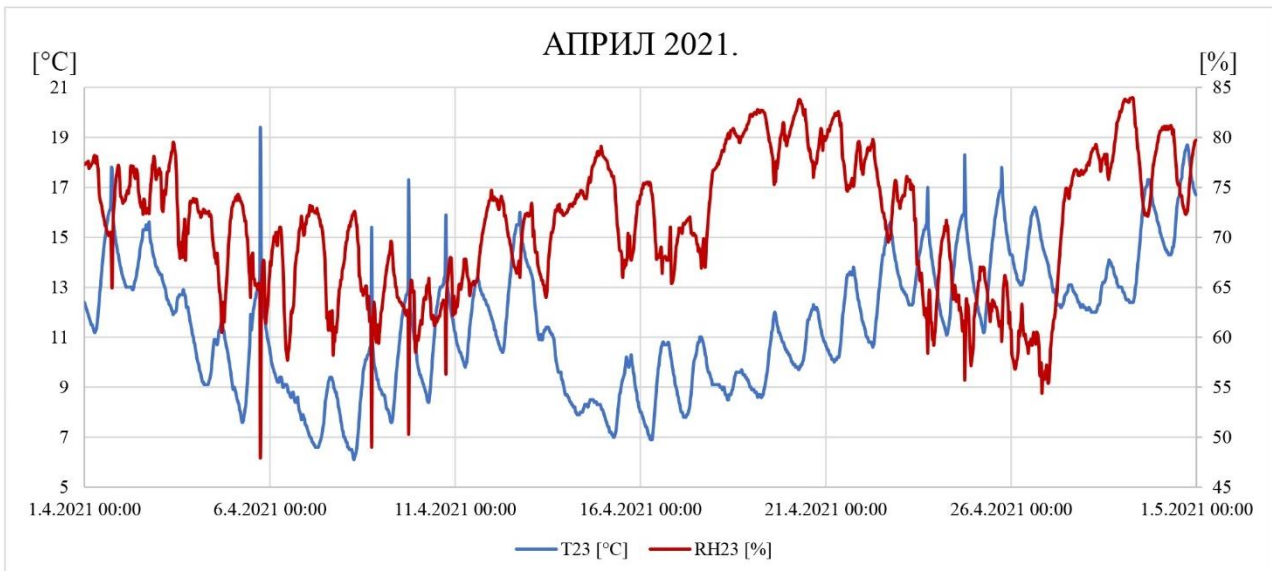
Dr Snežana Vučetić,
Šef Laboratorije

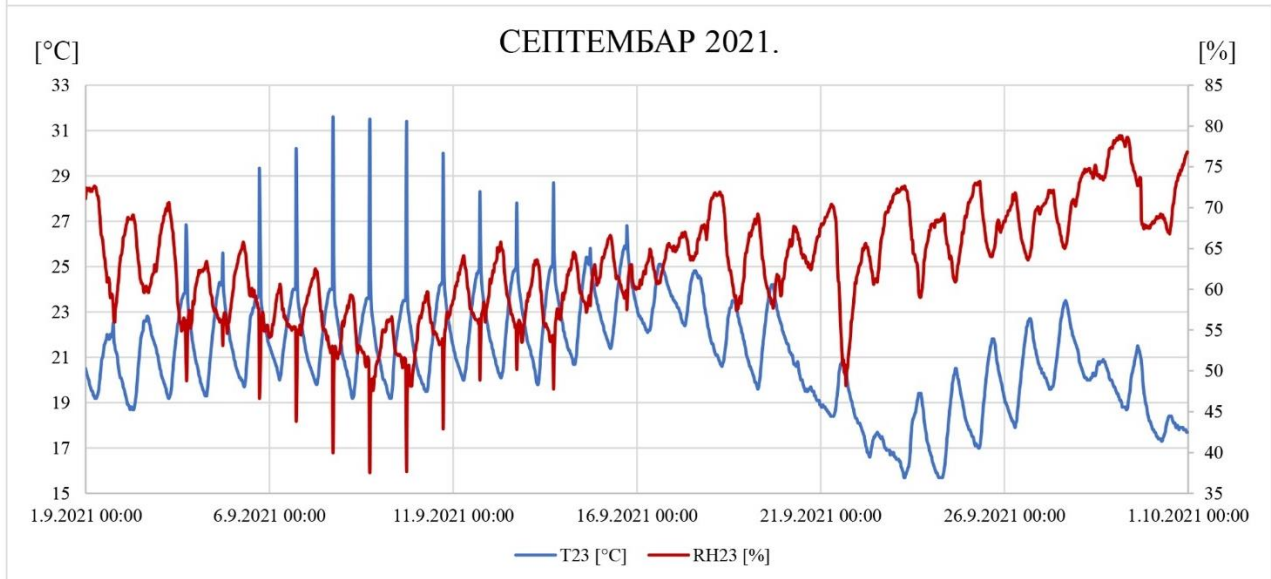
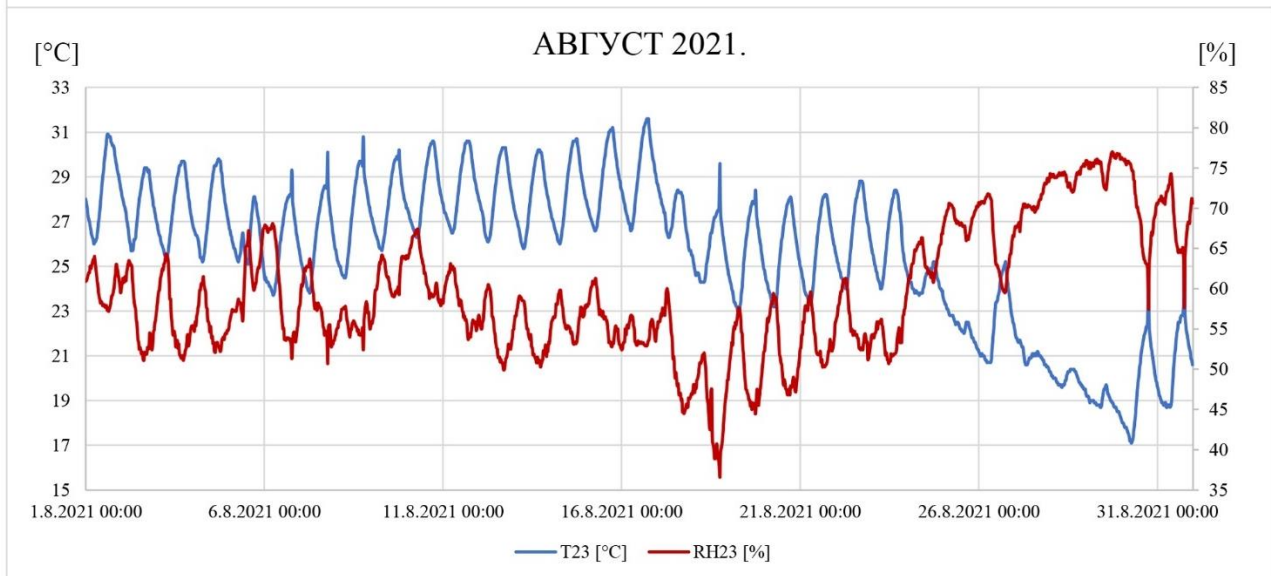
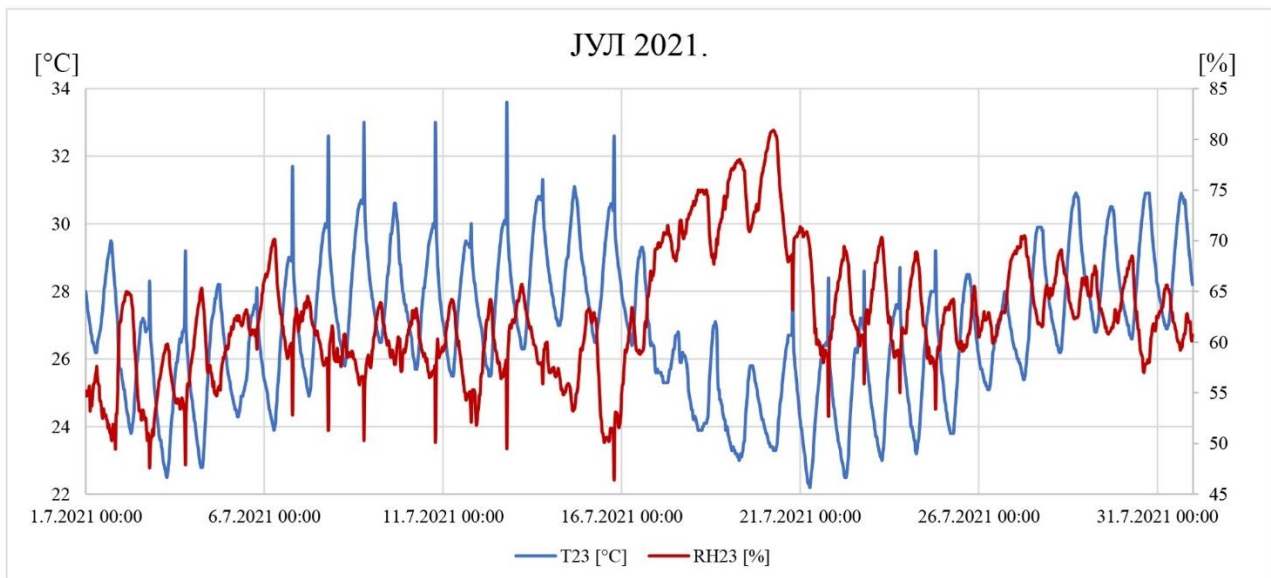
Прилог 14 - Сезонски графикони T23 и RH23, (Извор: Аутор.)

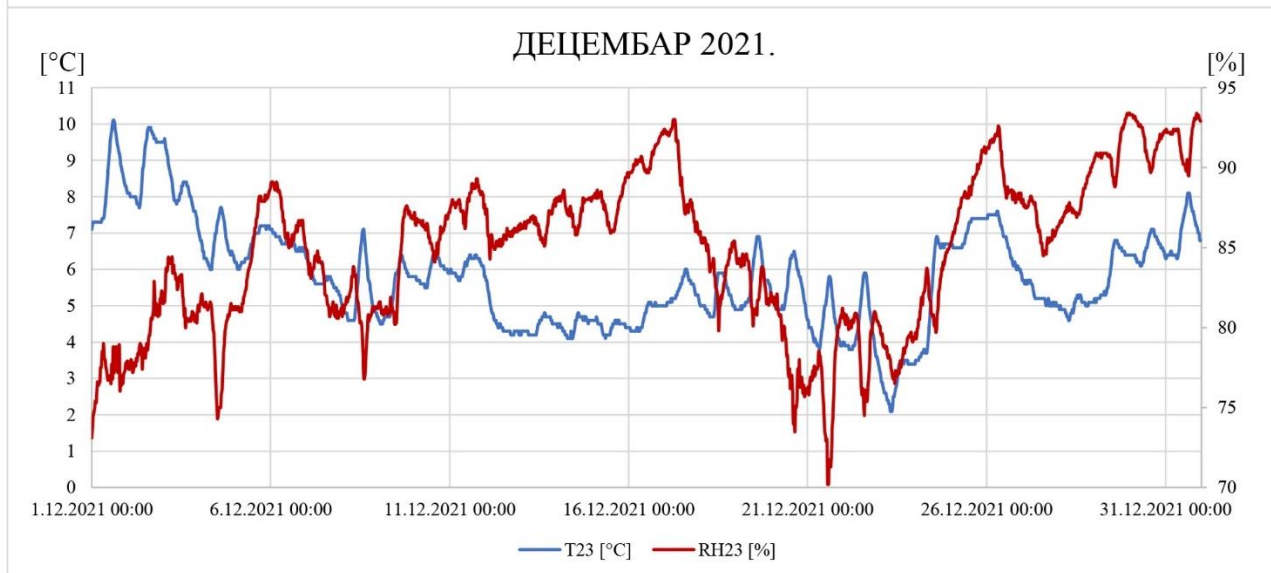
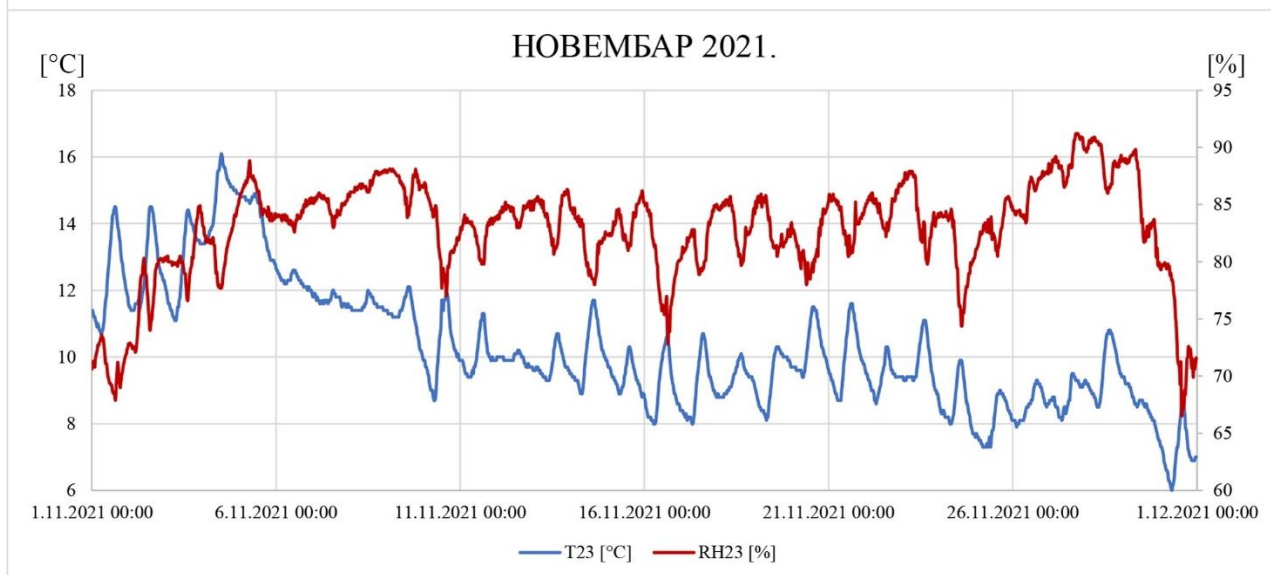
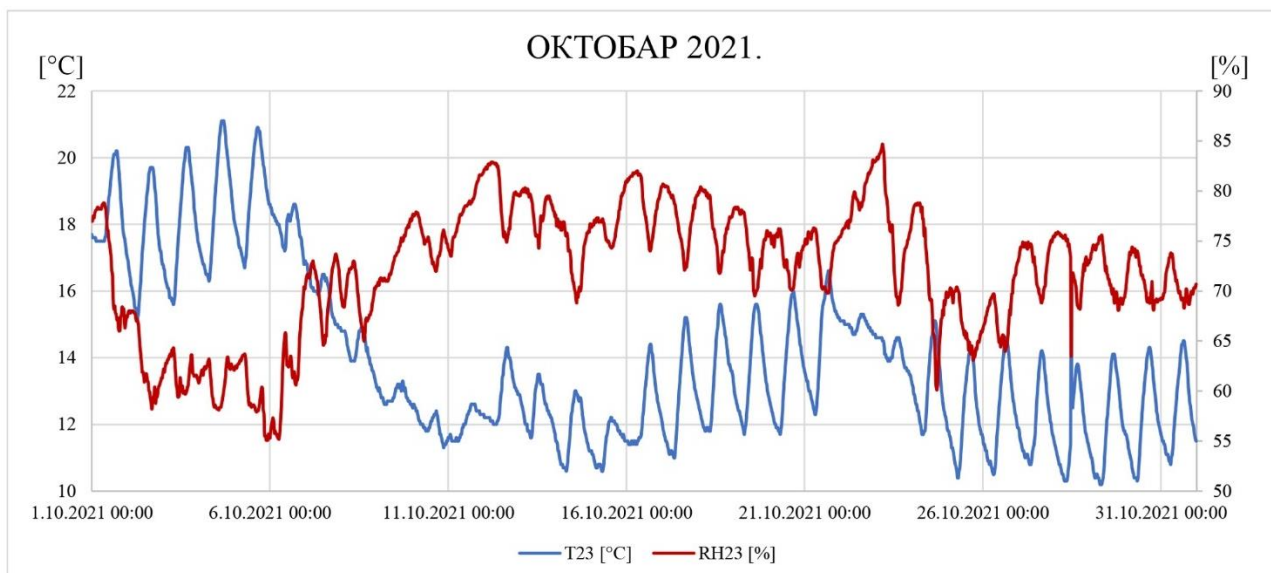


Прилог 15 - Месечни графיקони T23 и RH23, (Извор: Аутор.)

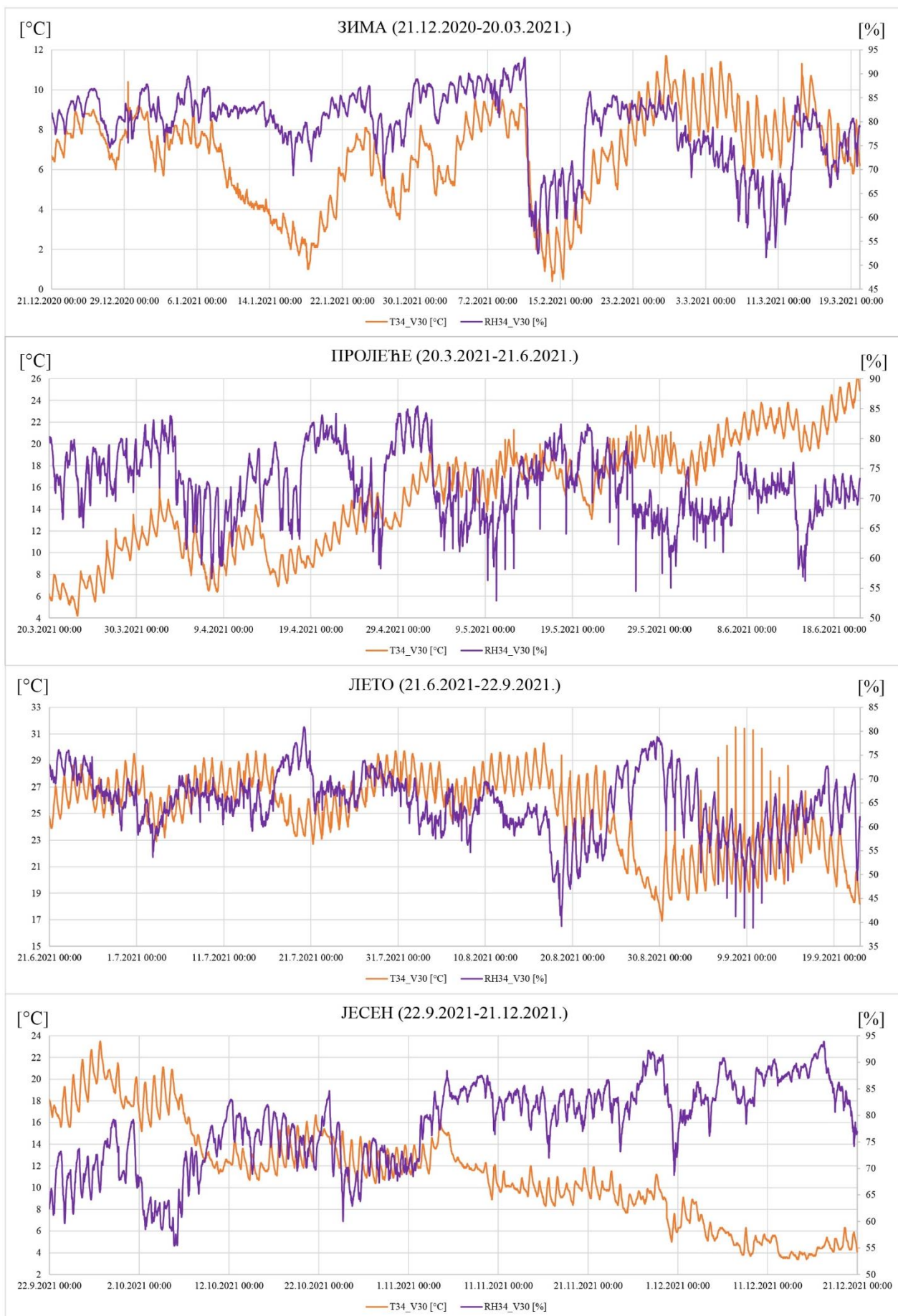




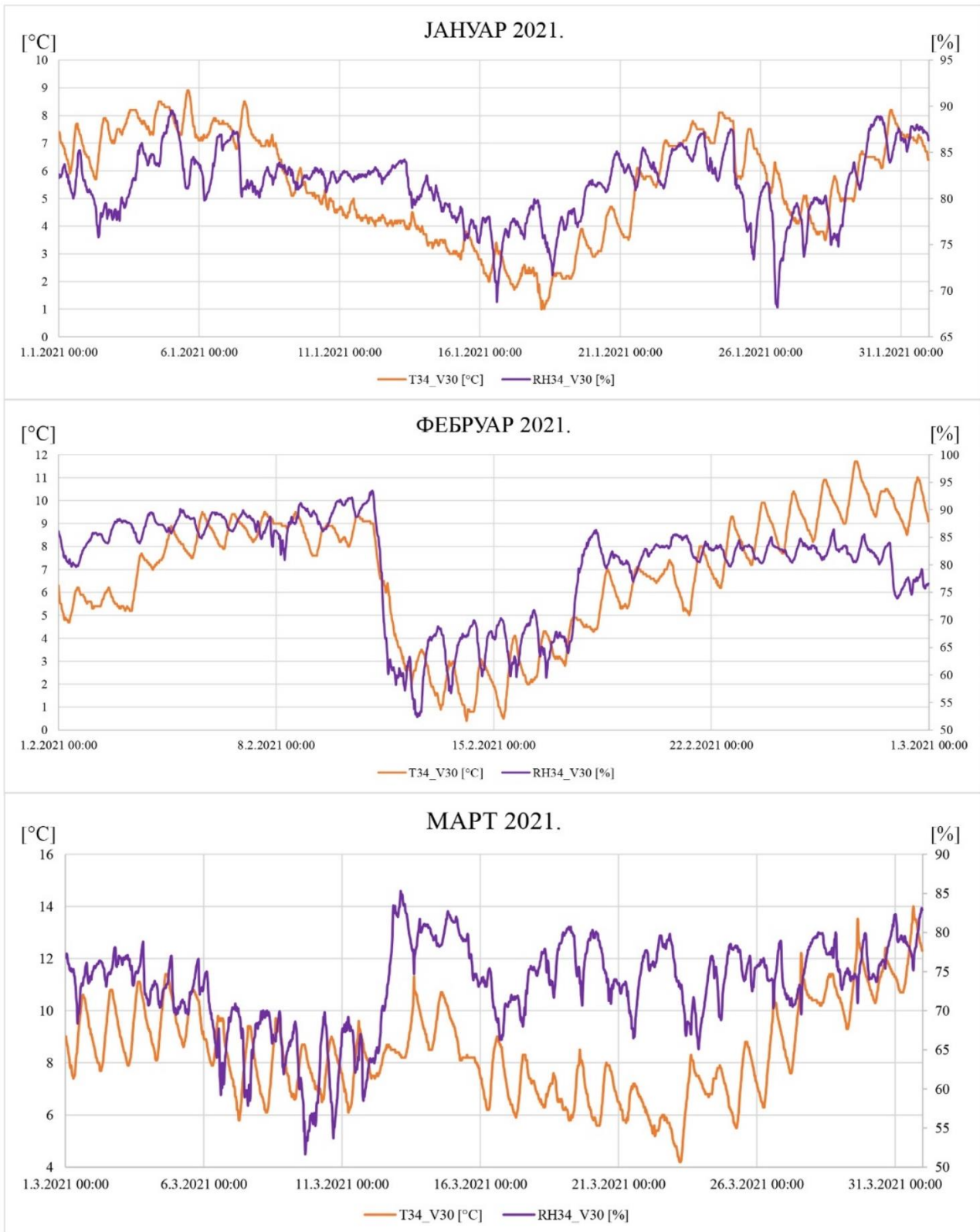


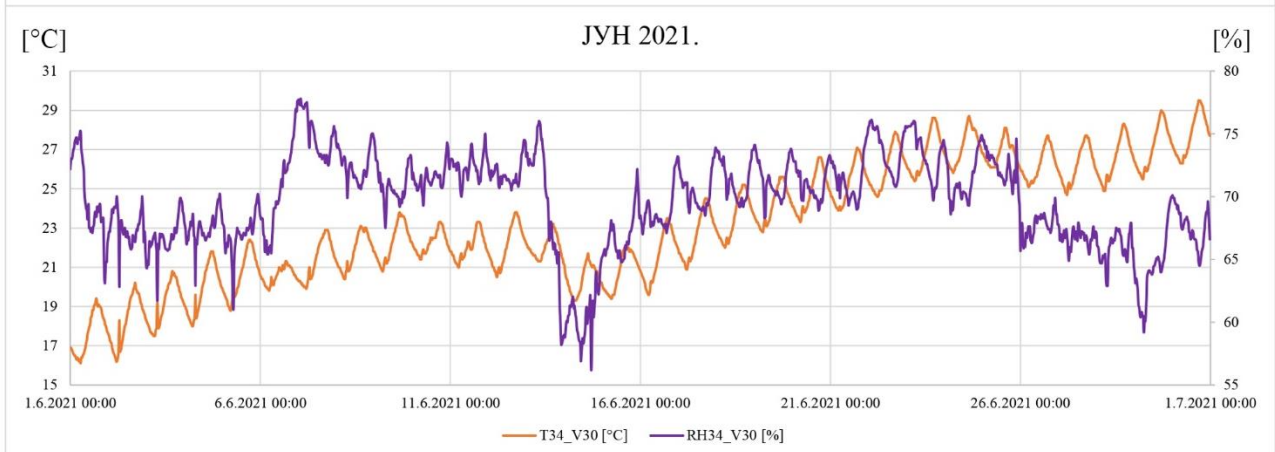
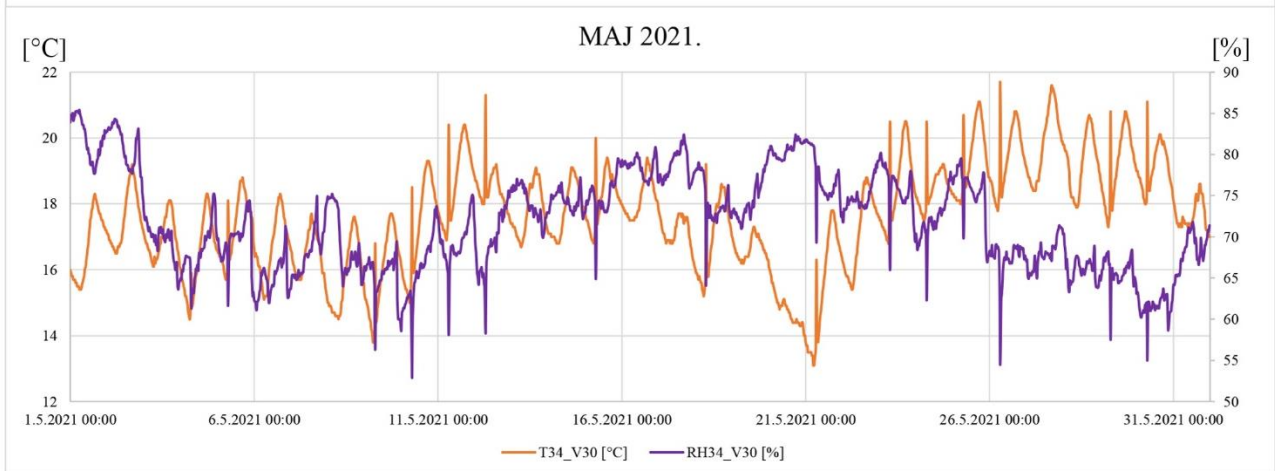
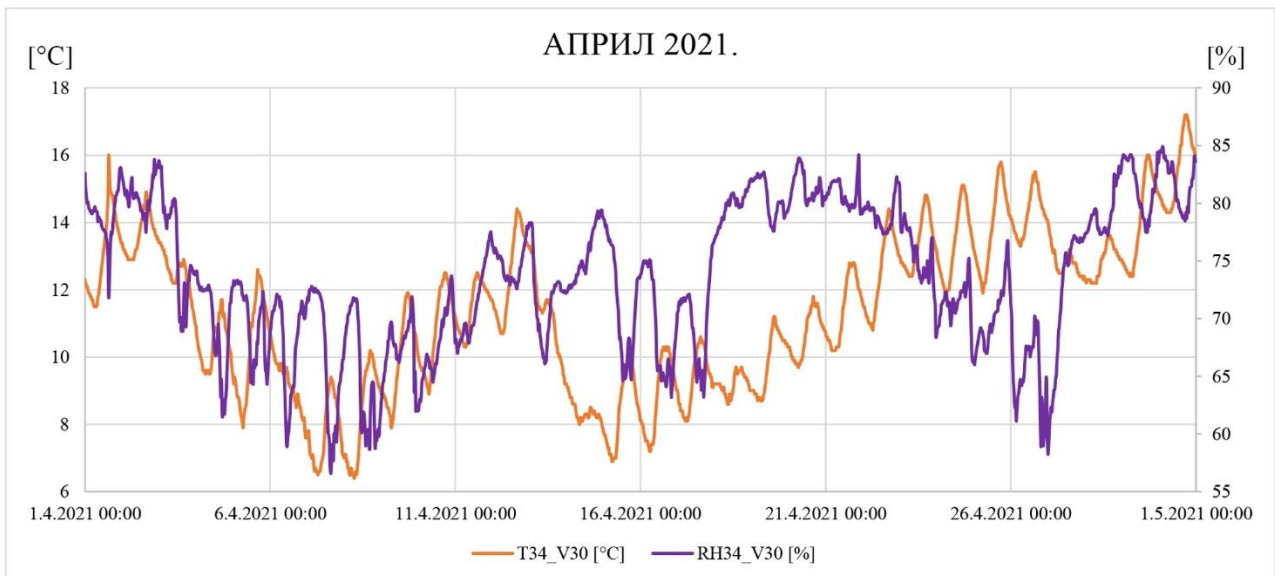


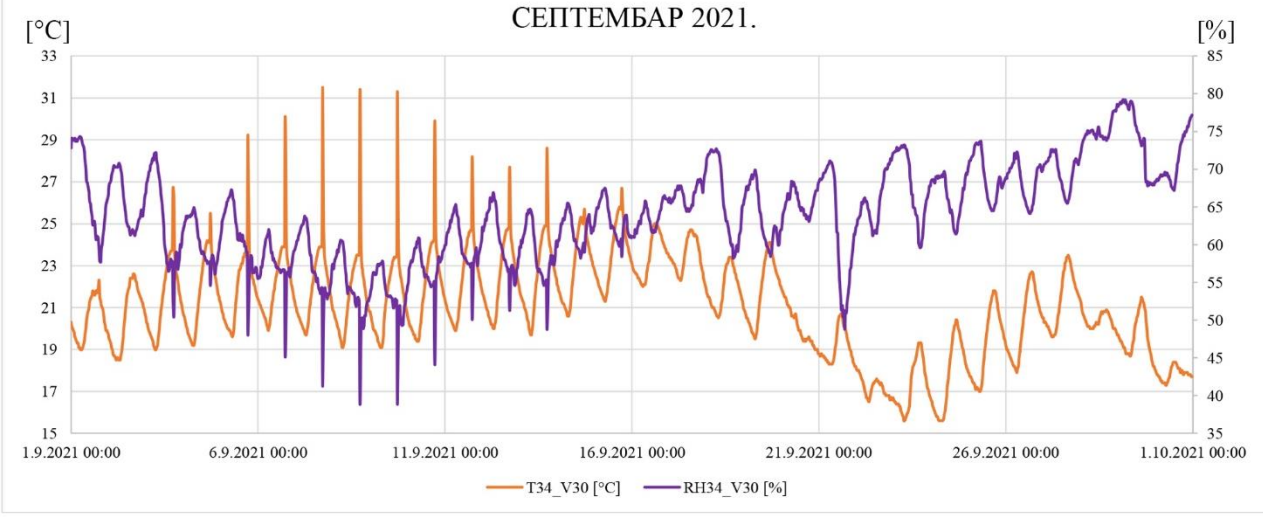
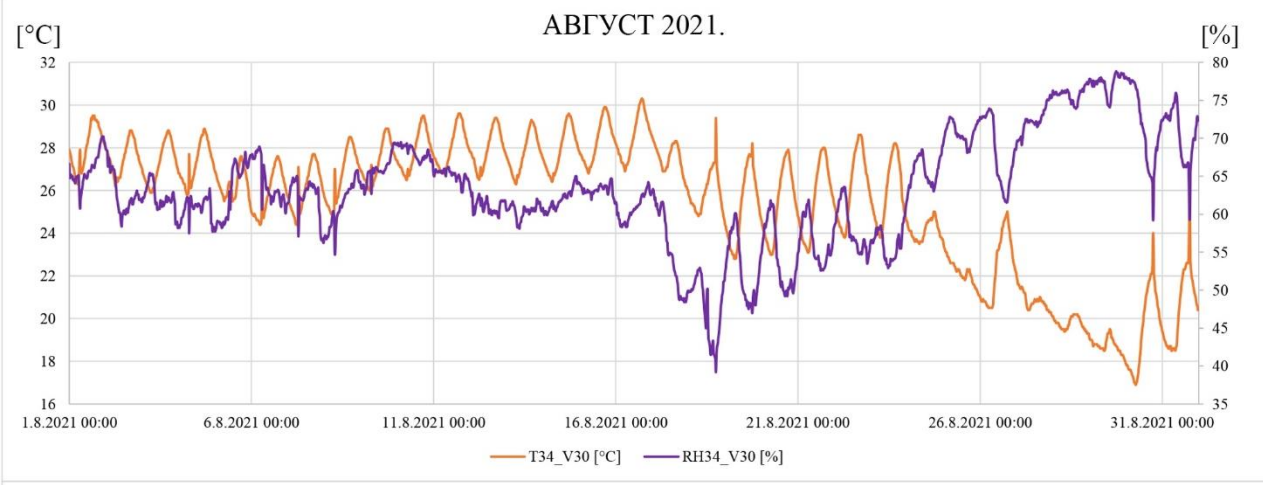
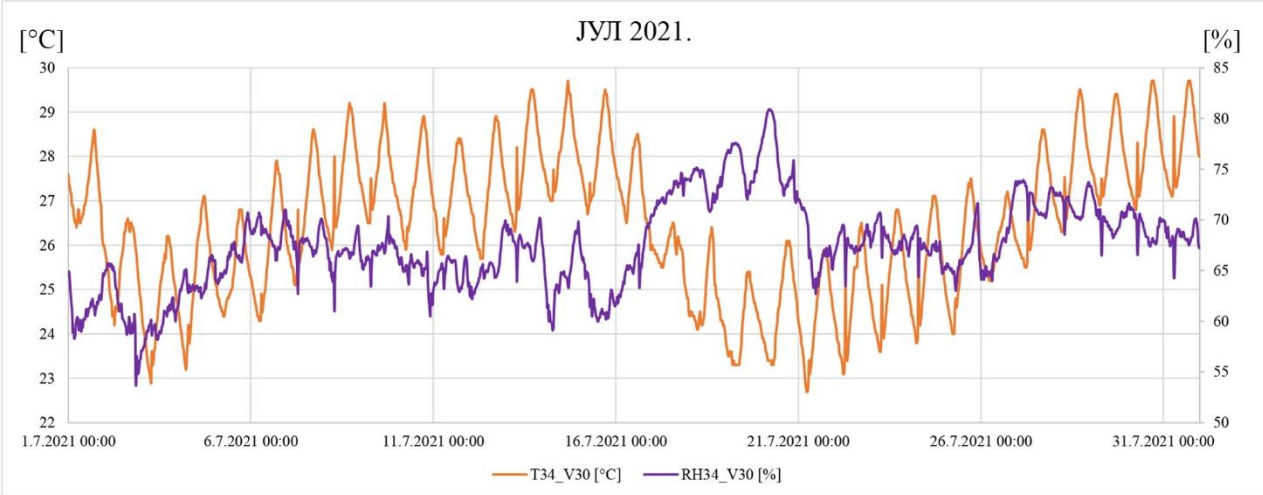
Прилог 16. Сезонски графикани T34_V30 и RH34_V30, (Извор: Аутор).

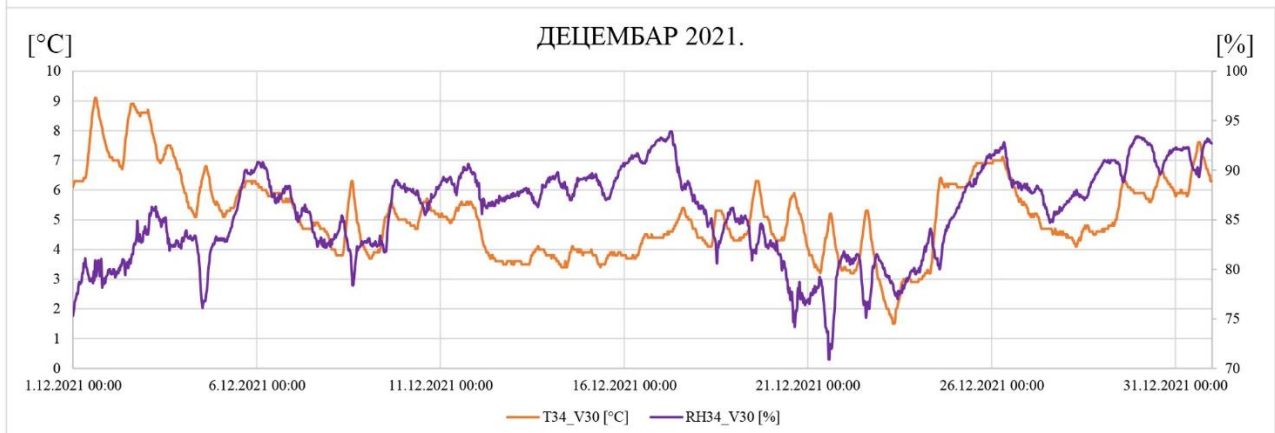
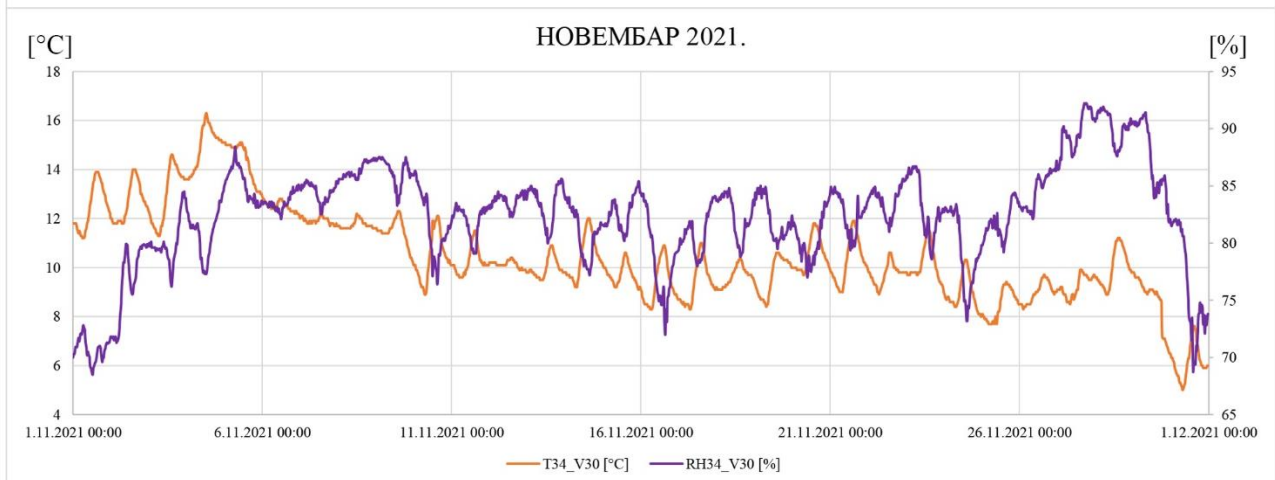
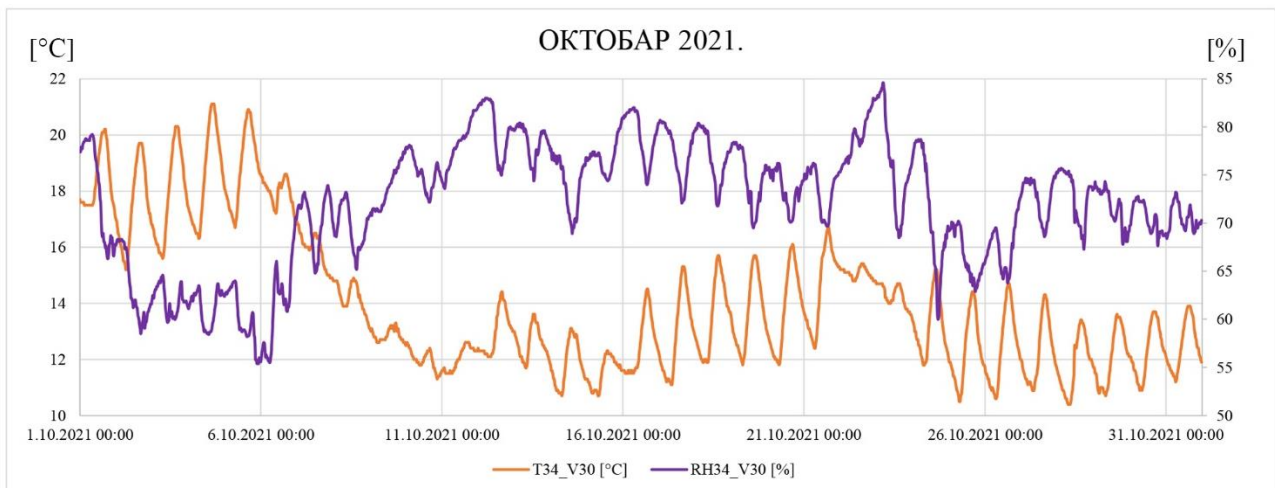


Прилог 17. - Месечни графикони T34_V30 и RH34_V30, (Извор: Аутор).

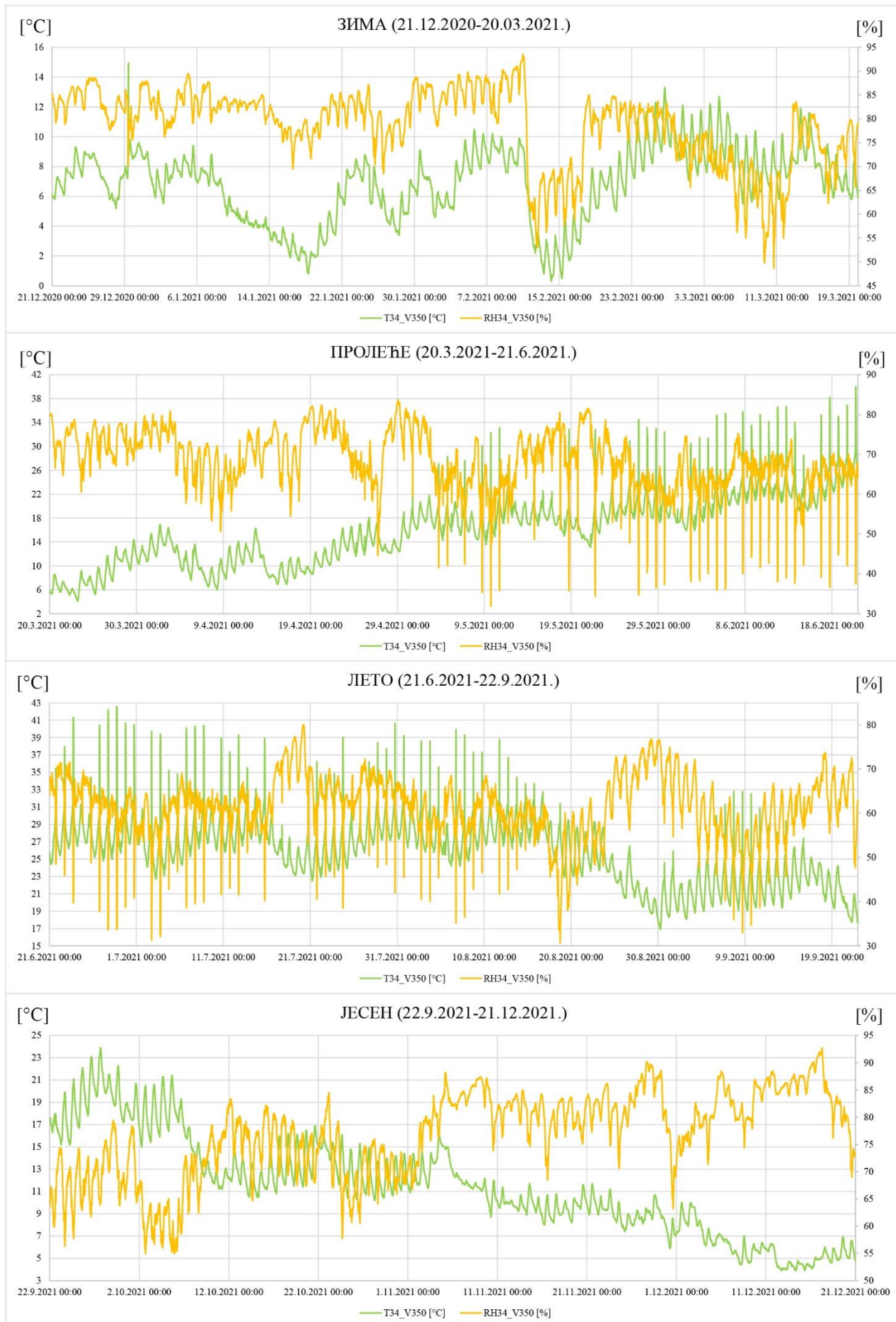




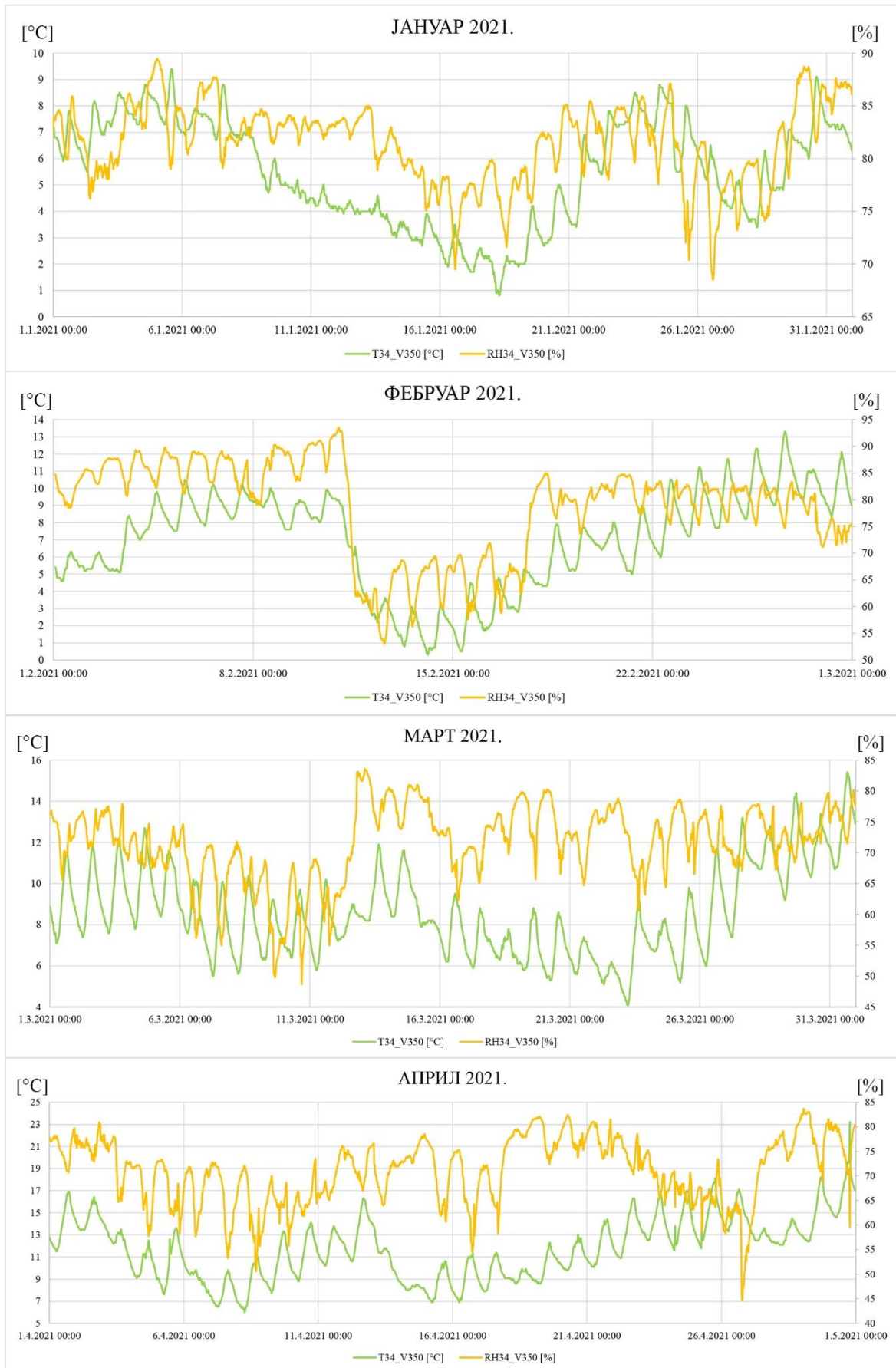


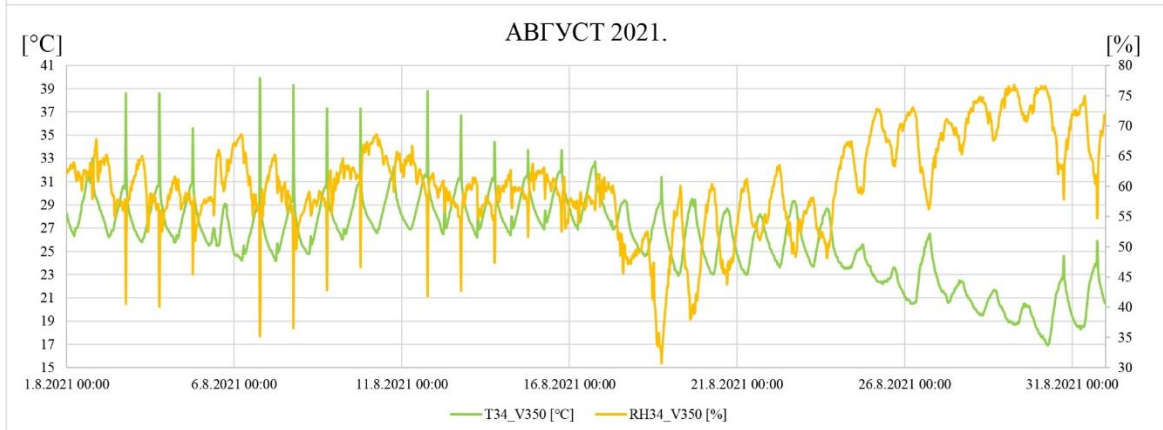
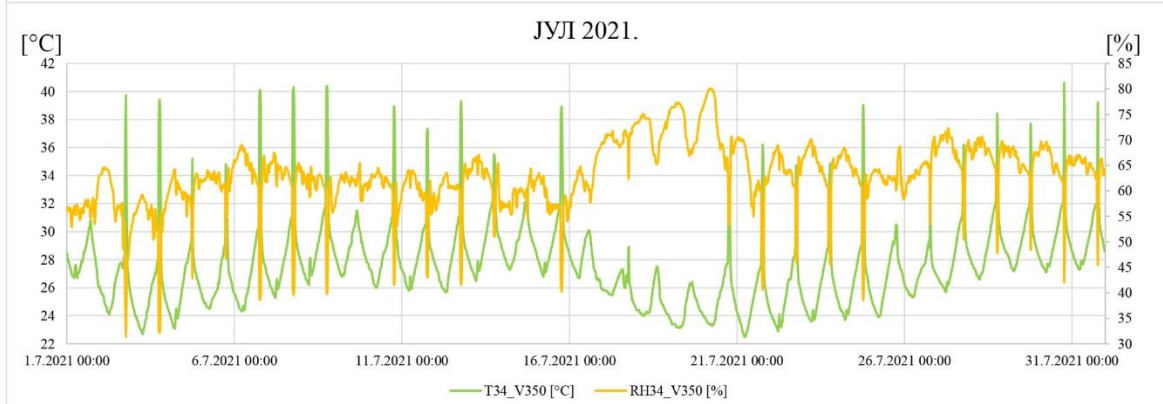
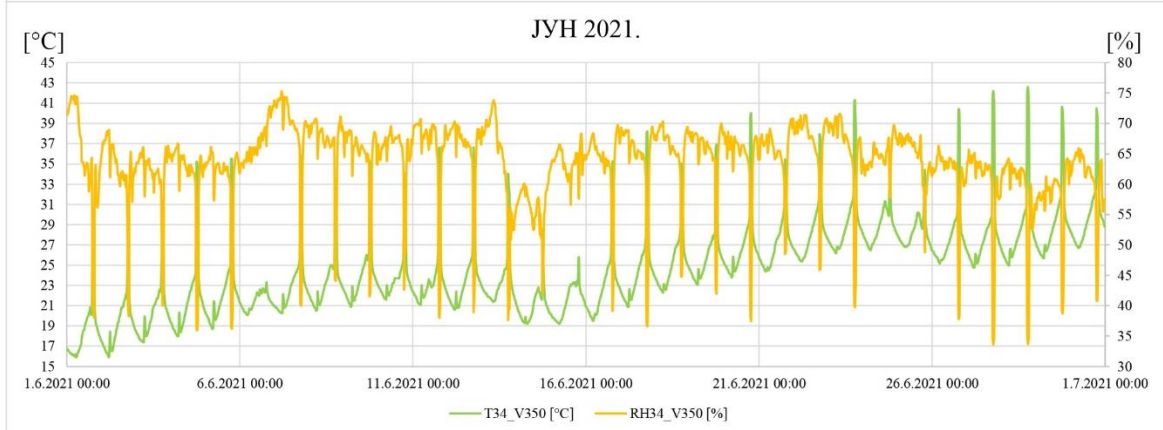
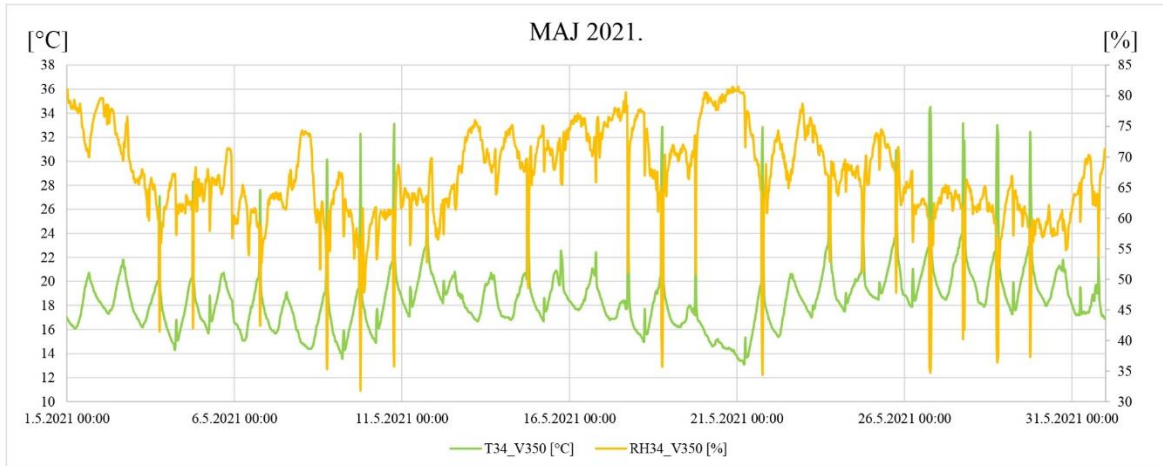


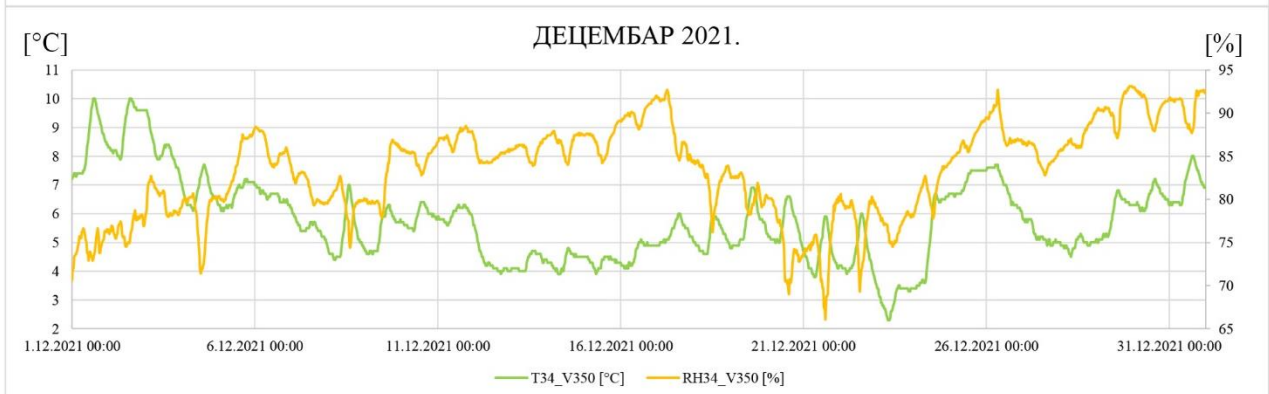
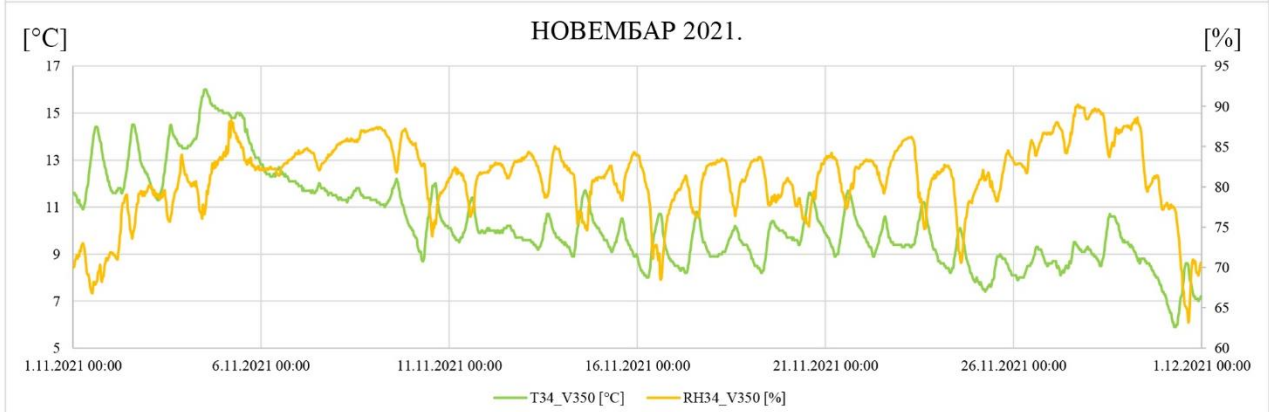
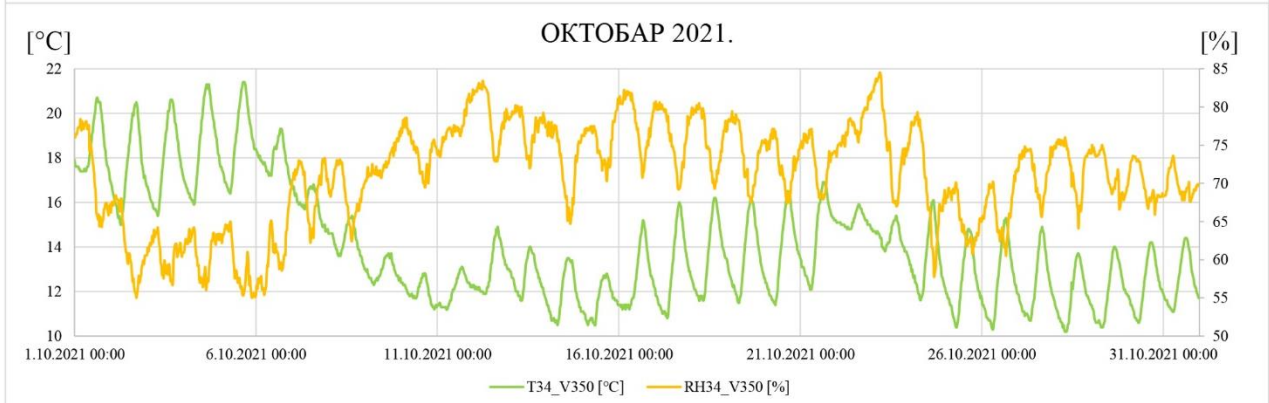
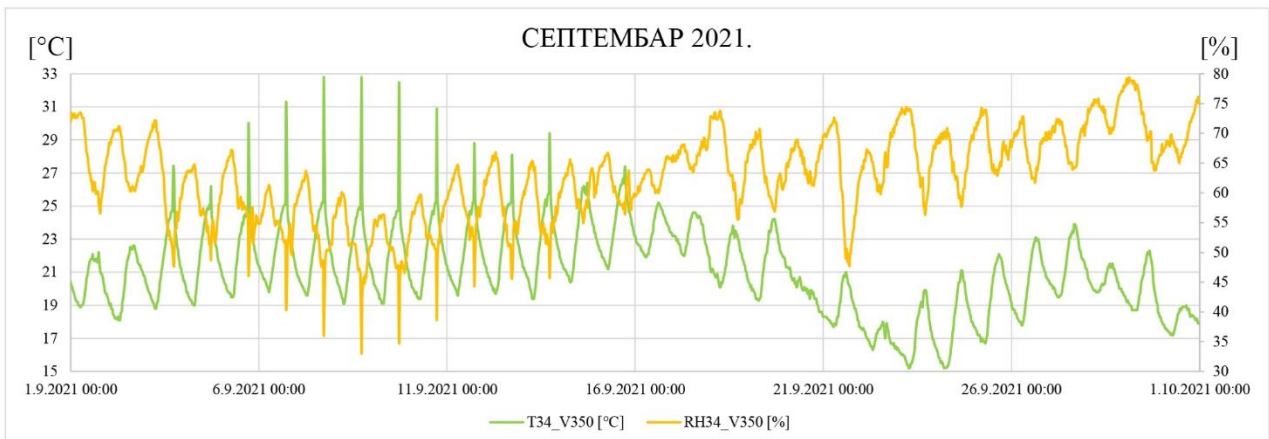
Прилог 18. - Сезонски графикони T34_V350 и RH34_V350, (Извор: Аутор).



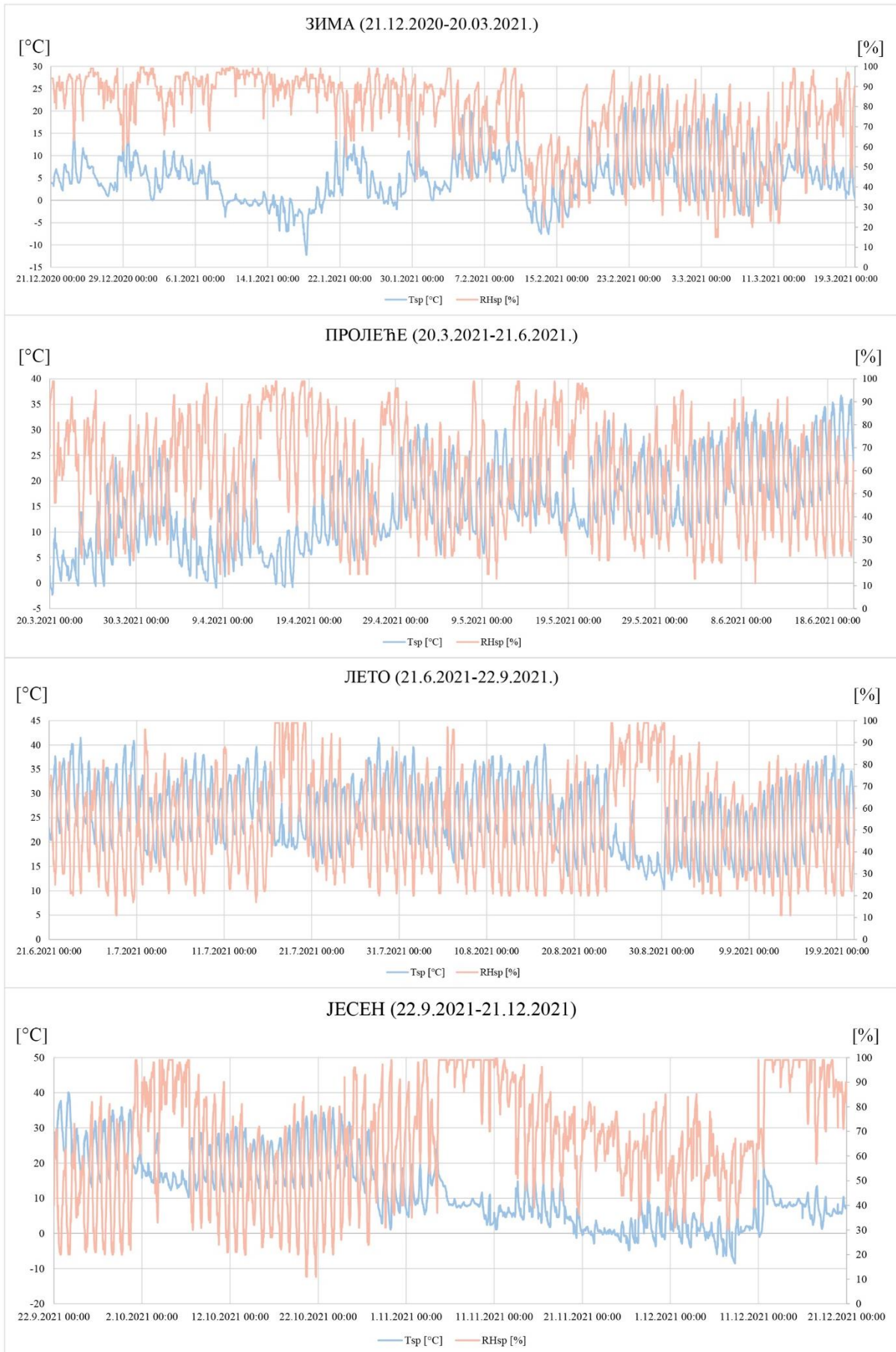
Прилог 19. - Месечни графיקони T34_V350 и RH34_V350, (Извор: Аутор).



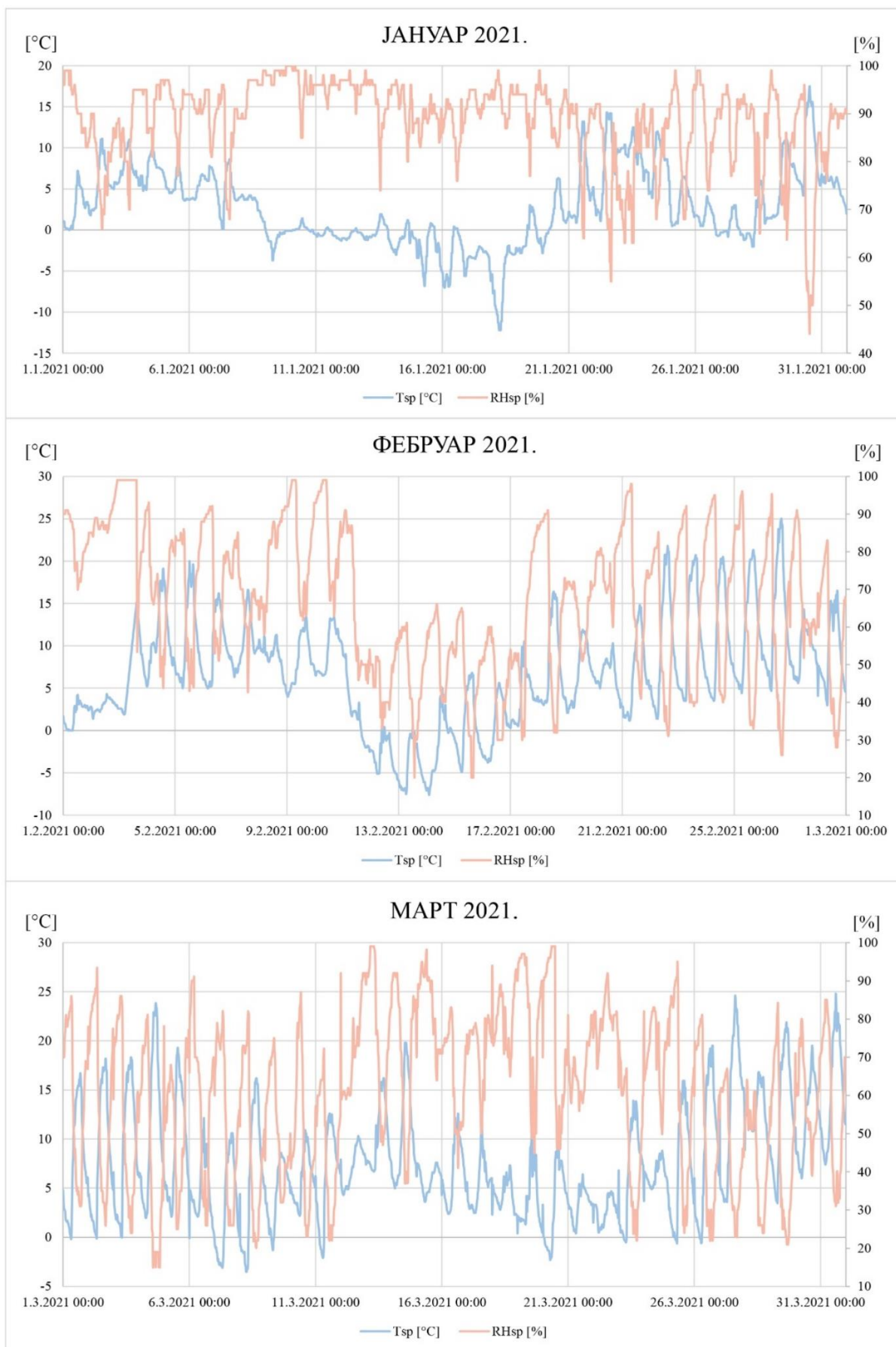


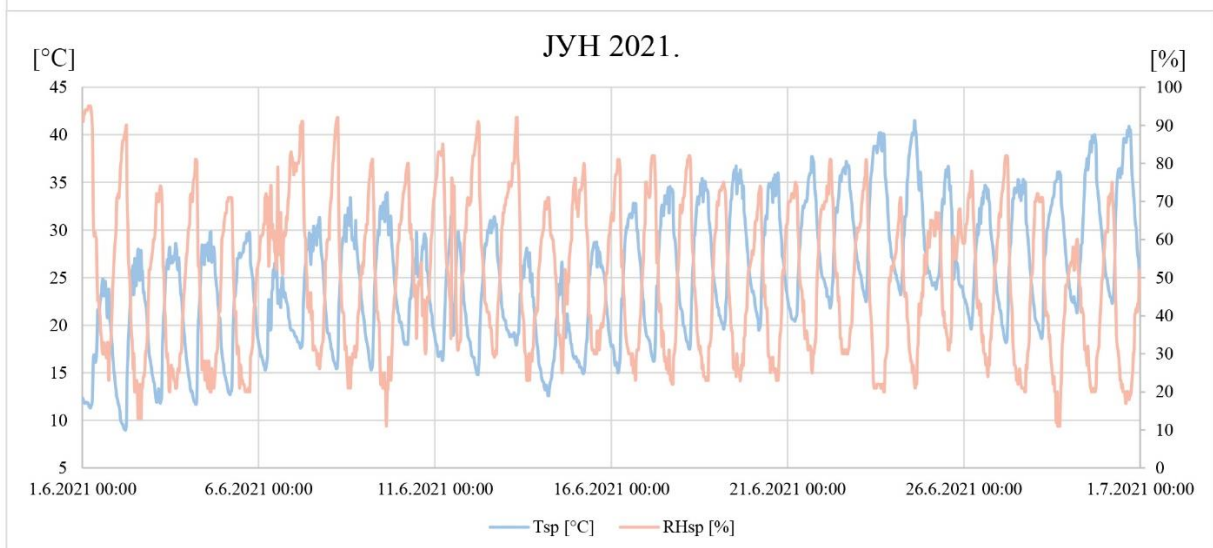
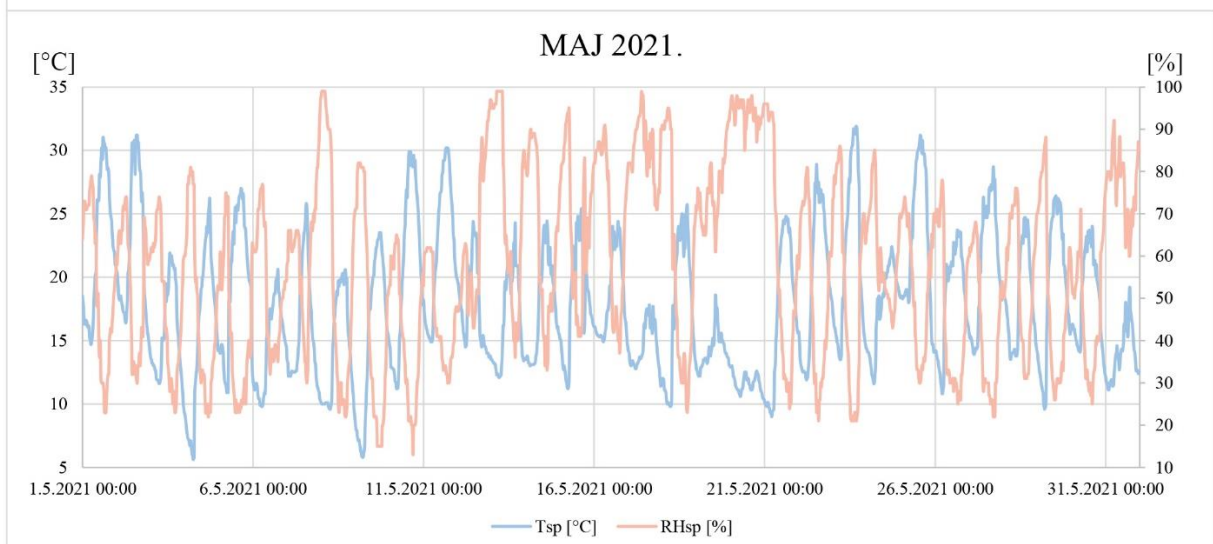
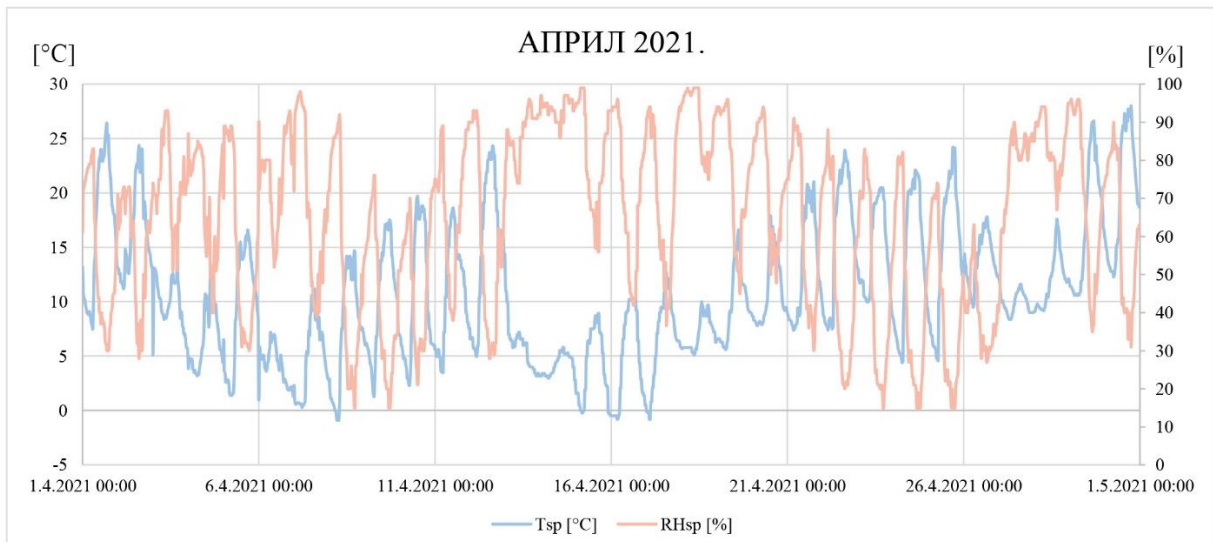


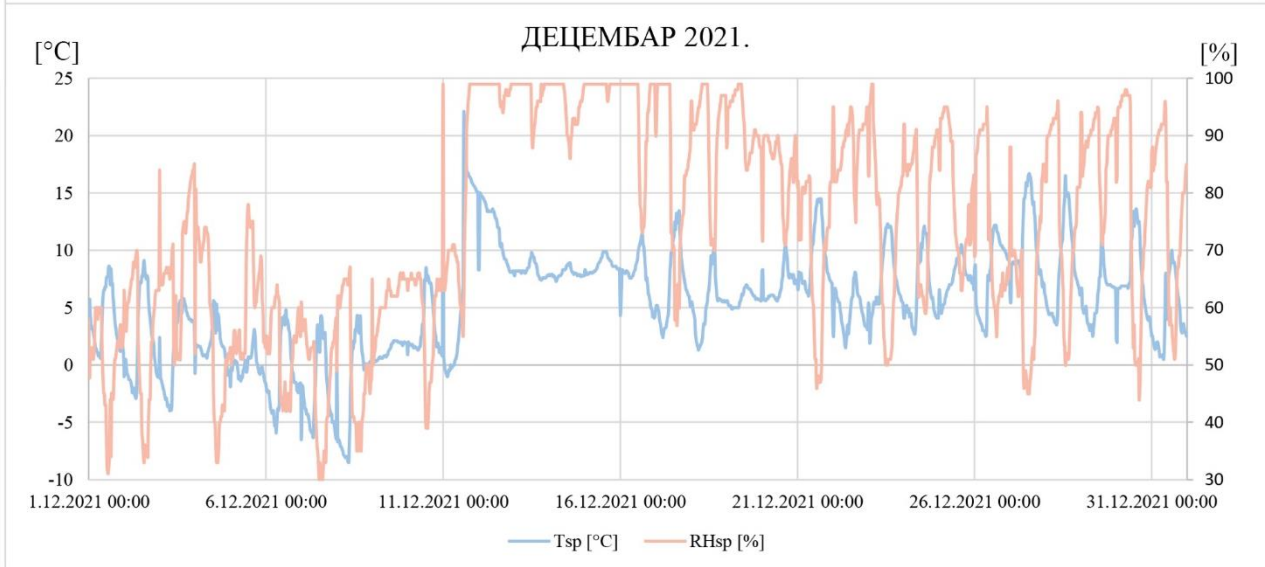
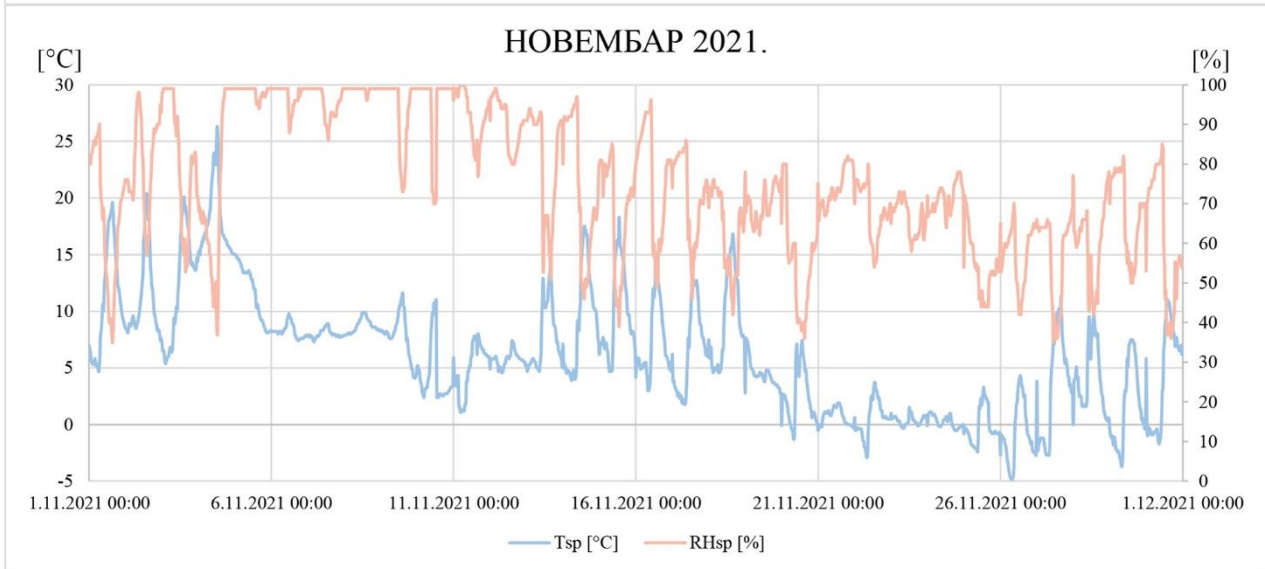
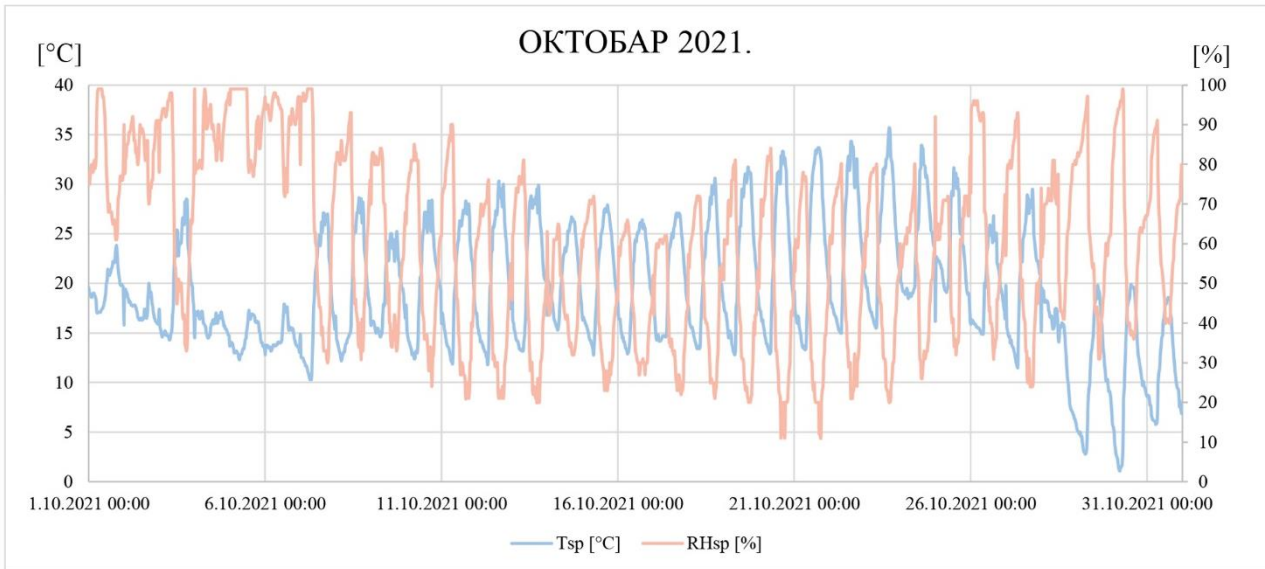
Прилог 20. - Сезонски графикони Tsp и RHsp, (Извор: Аутор).



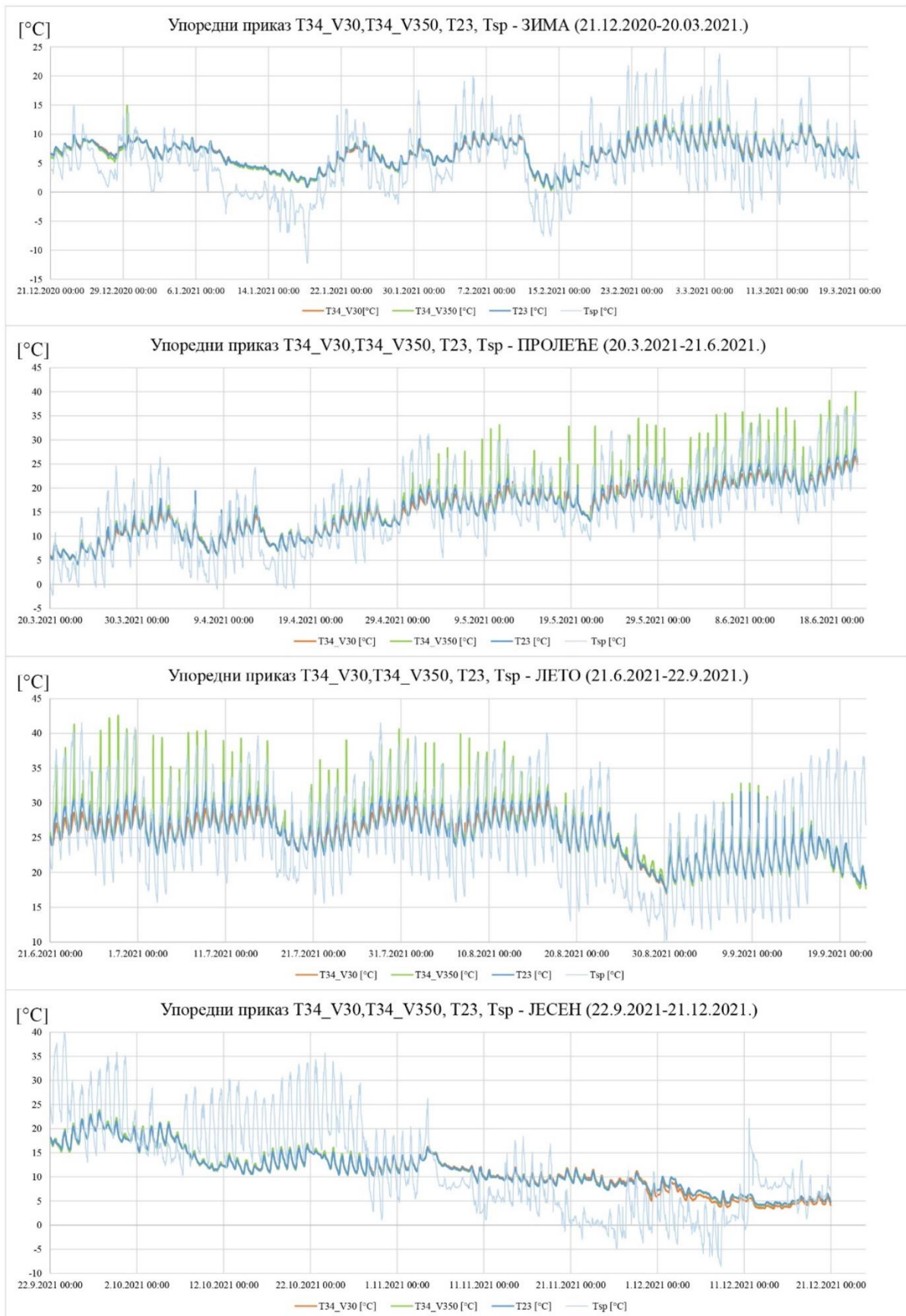
Прилог 21. - Месечни графיקони Tsp и RHsp, (Извор: Аутор).



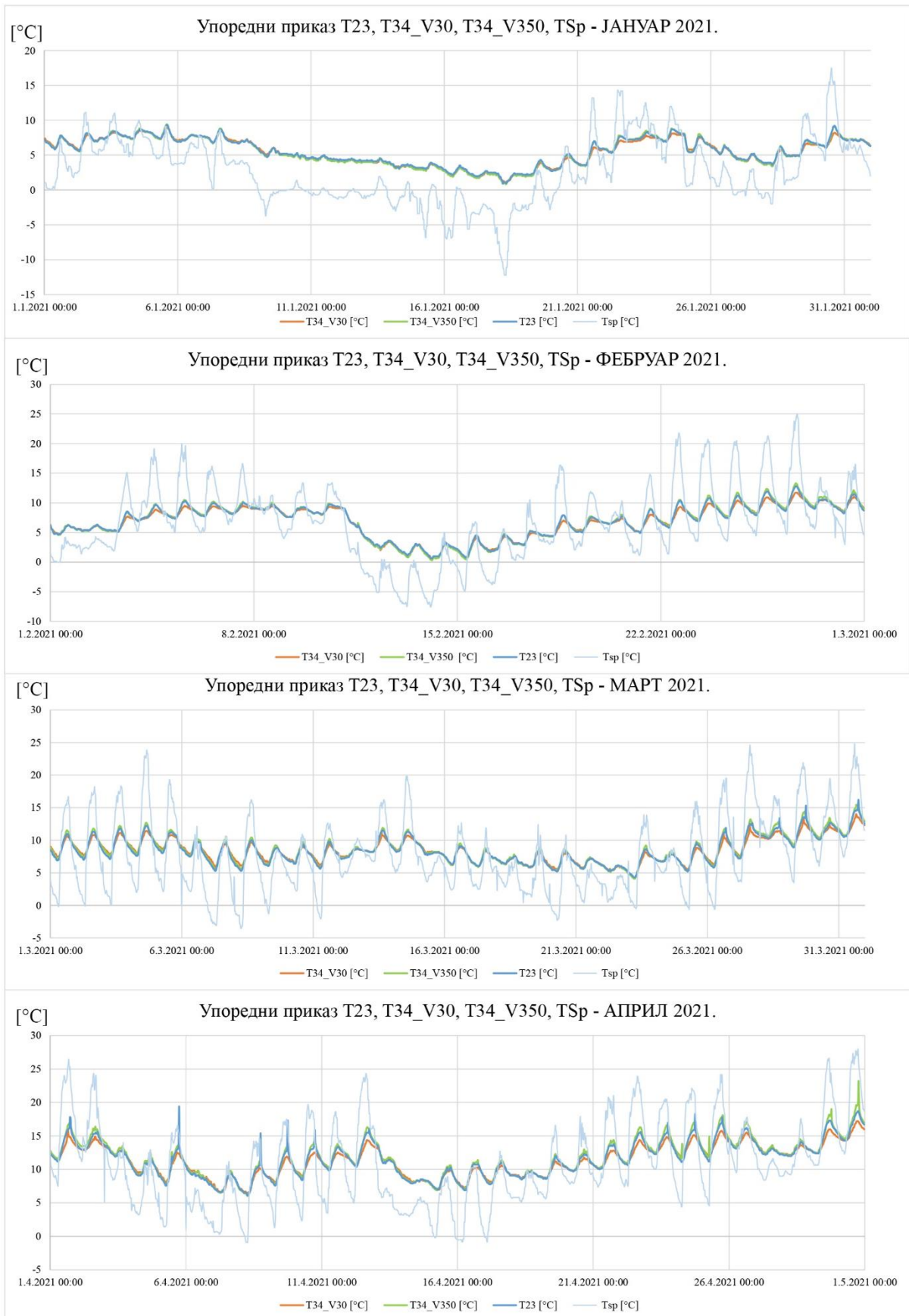


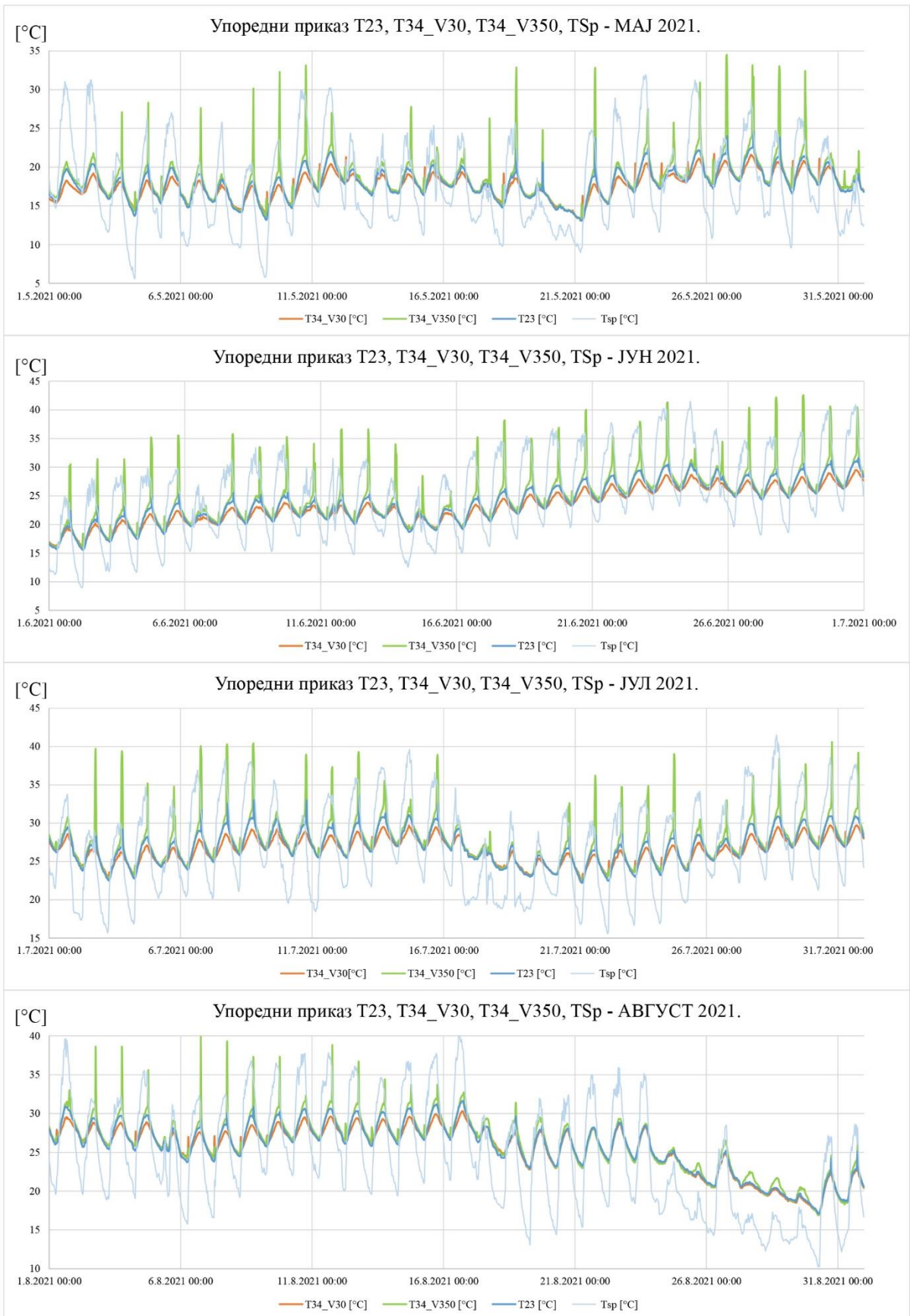


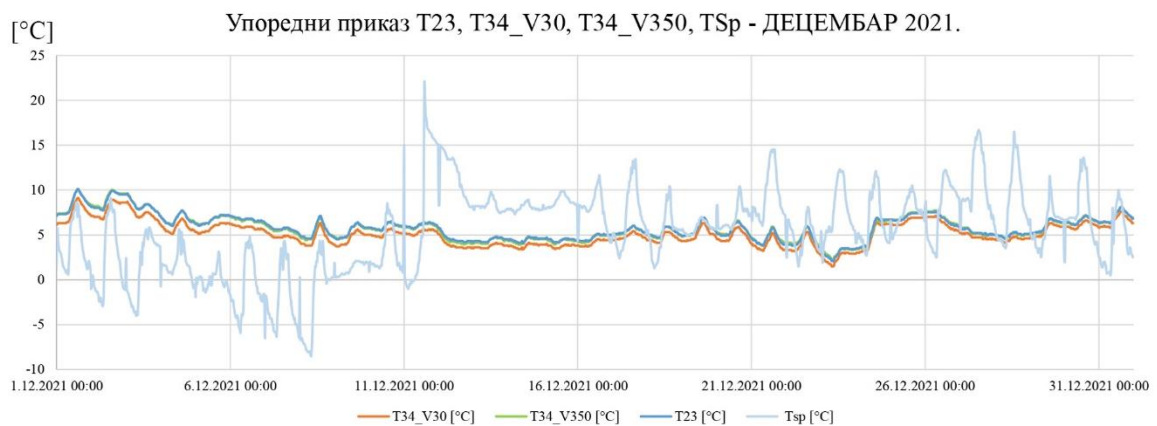
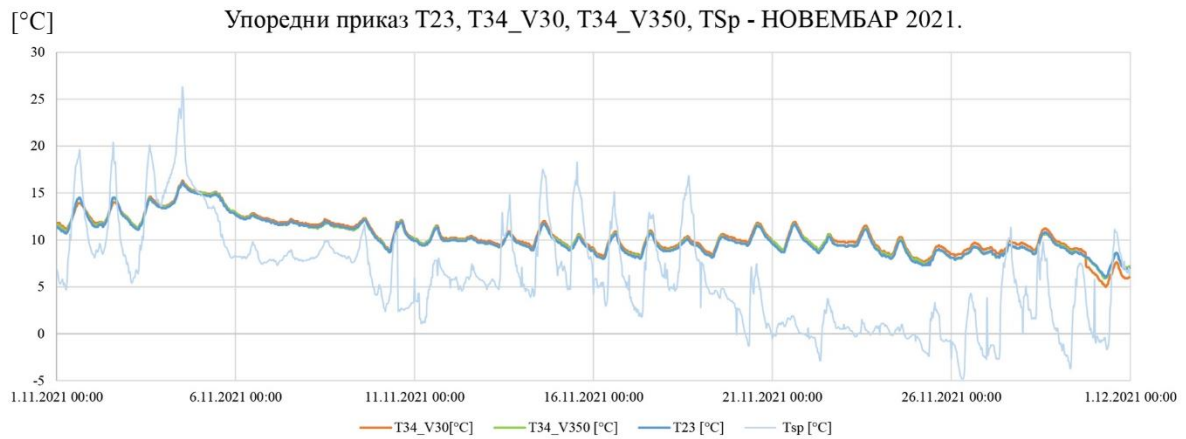
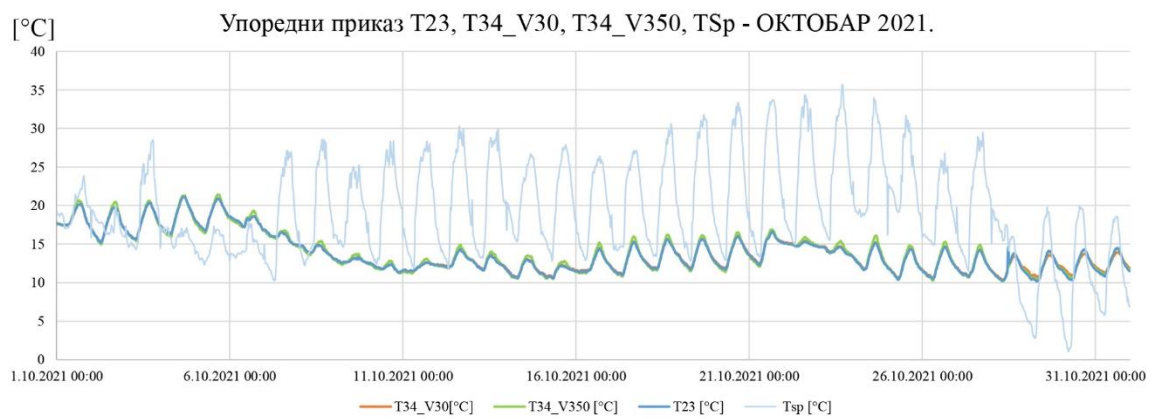
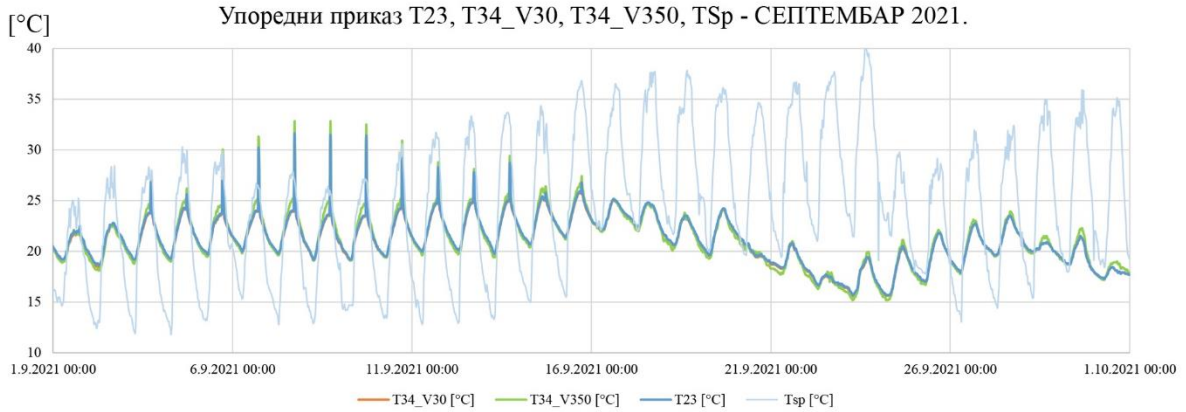
Прилог 22. - Упоредни сезонски графикони са приказом линија трендова T34_V30, T34_V350, T23 и Tsp, (Извор: Аутор).



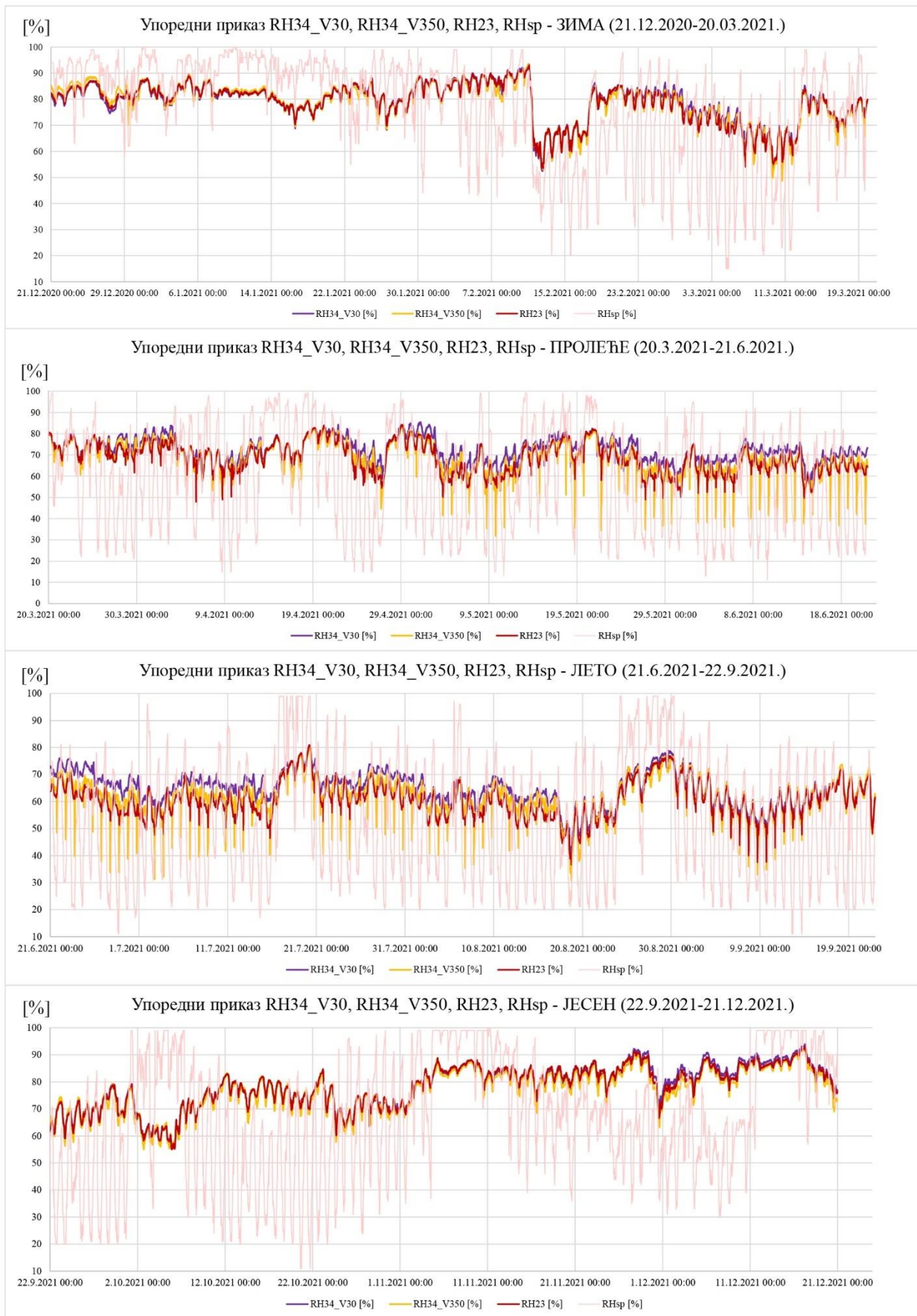
Прилог 23. - Упоредни месечни графикони са приказом линија трендова T34_V30, T34_V350, T23 и Tsp, (Извор: Аутор).



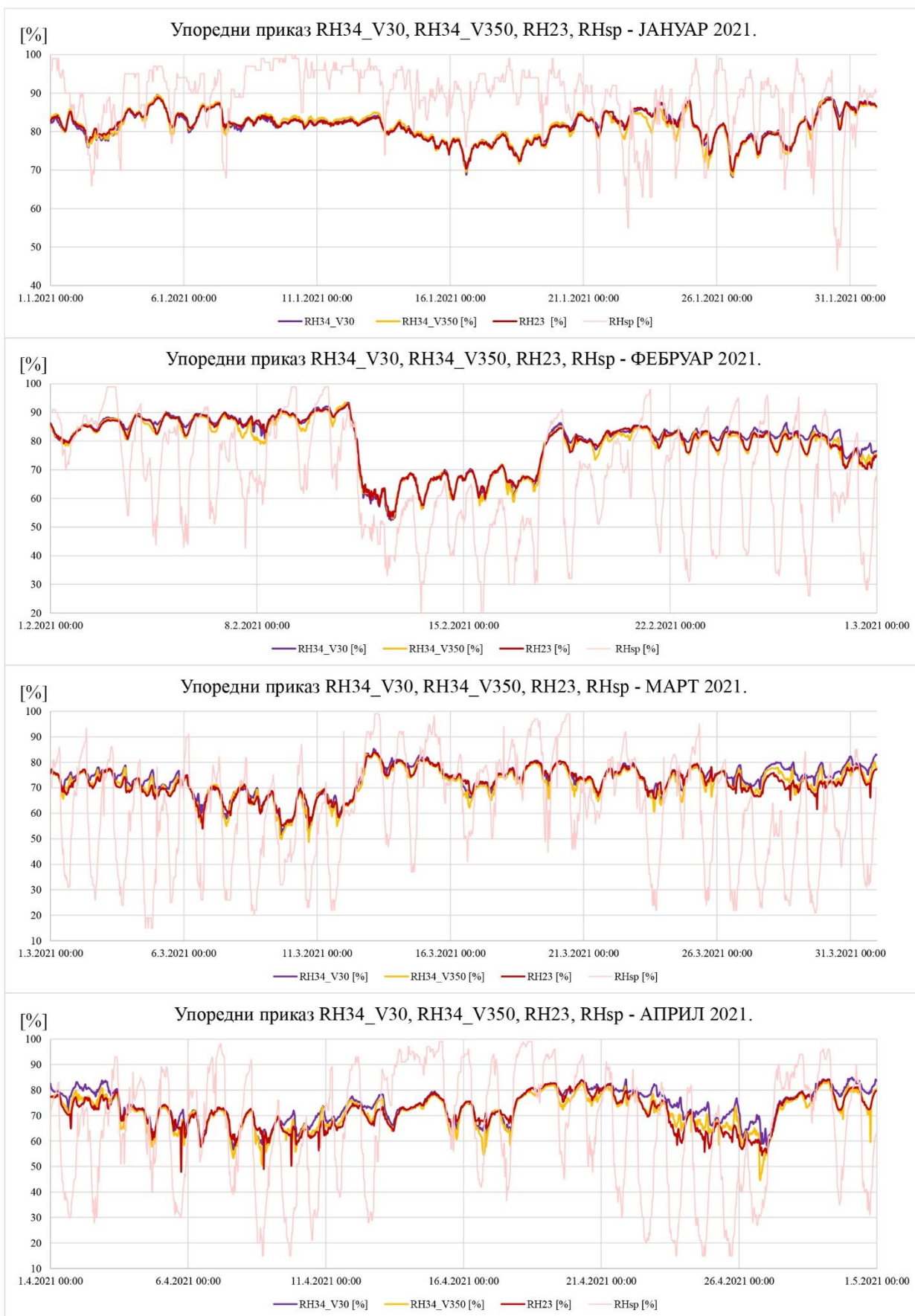


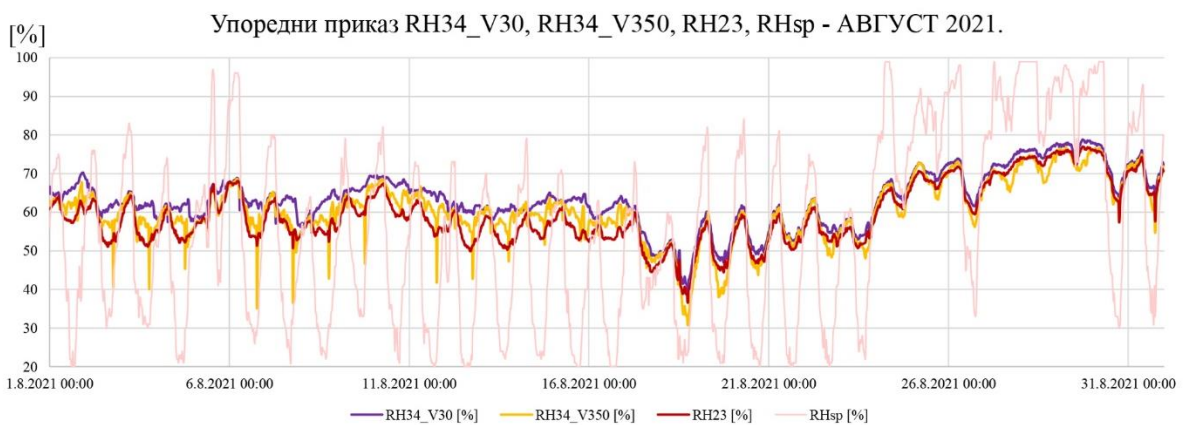
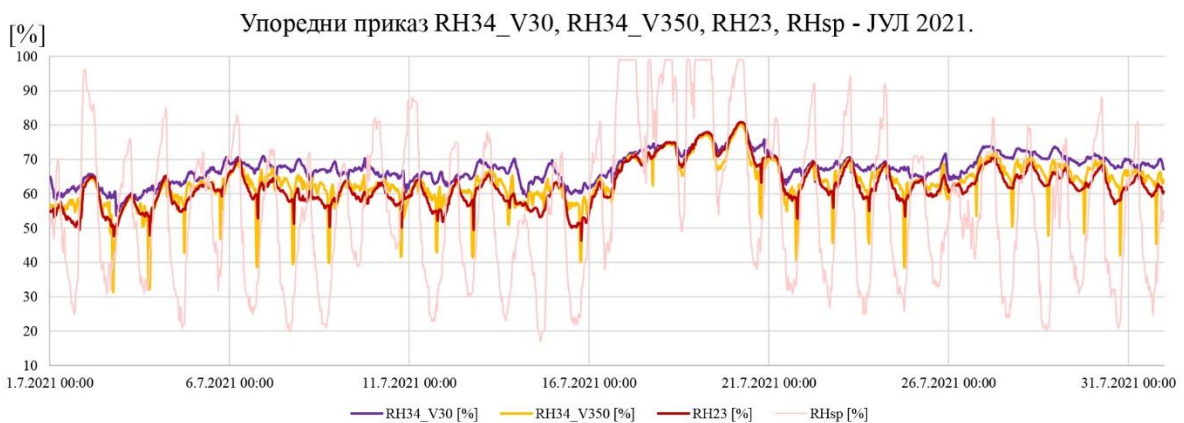
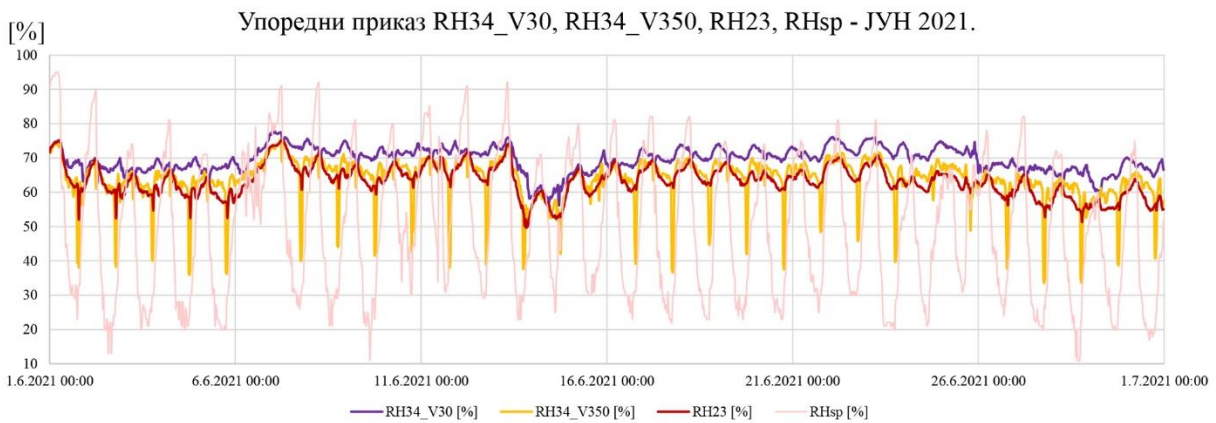
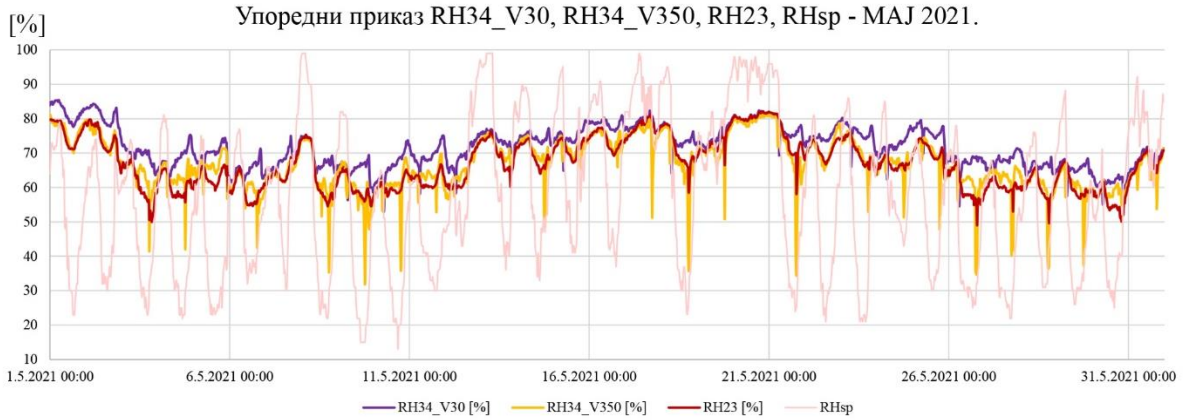


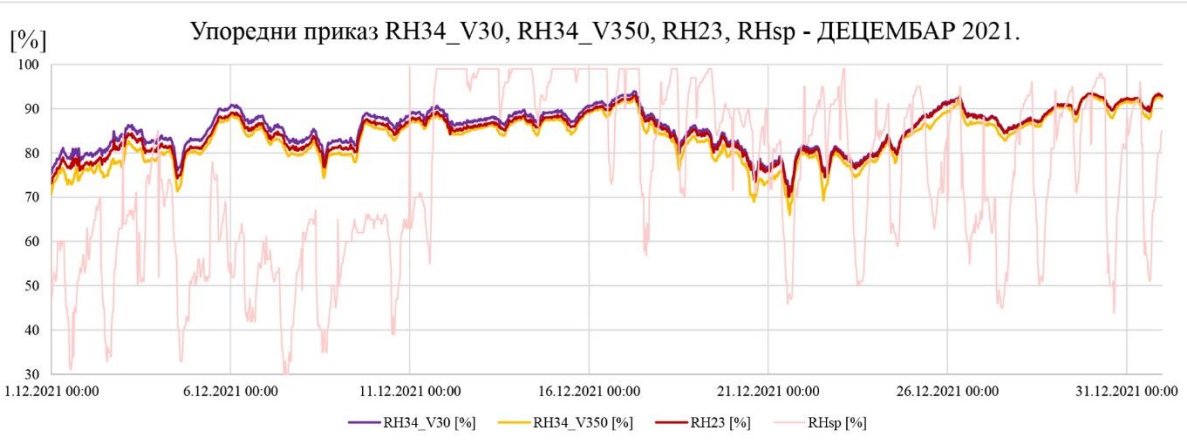
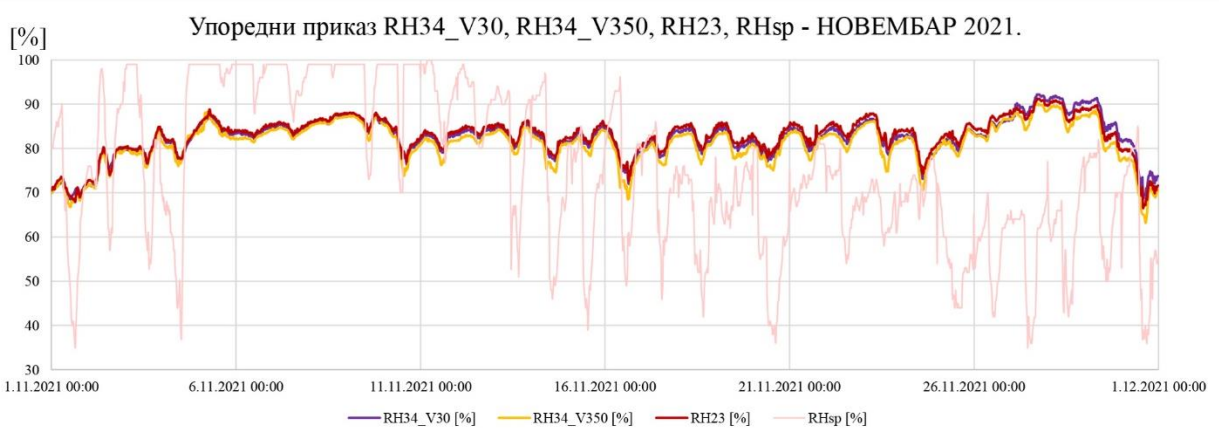
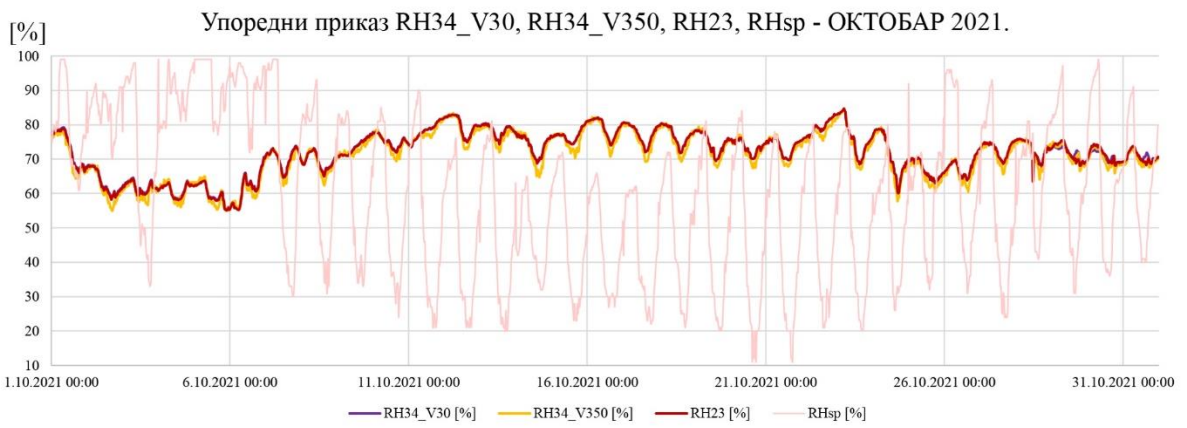
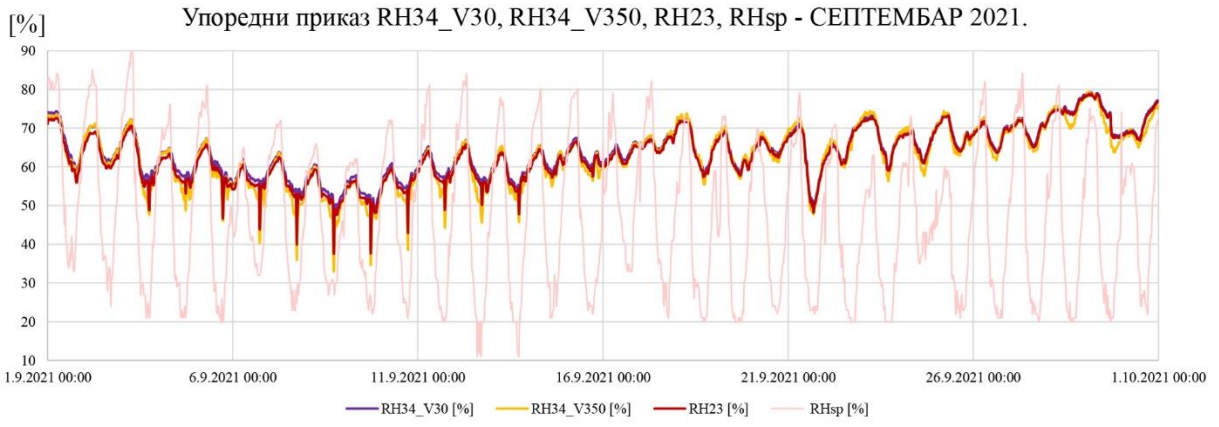
Прилог 24. - Упоредни сезонски графикони са приказом линија трендова RH34_V30, RH34_V350, RH23 и RHsp, (Извор: Аутор).



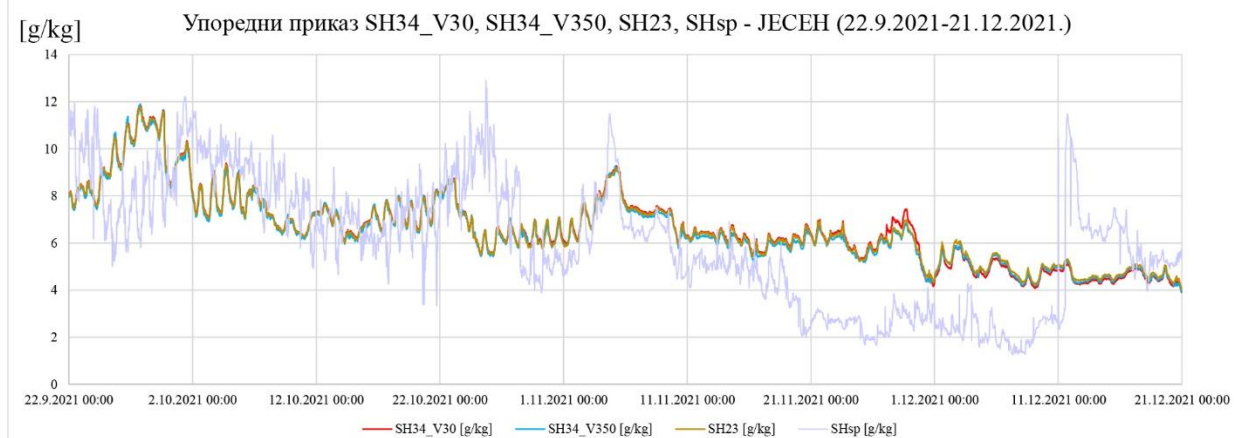
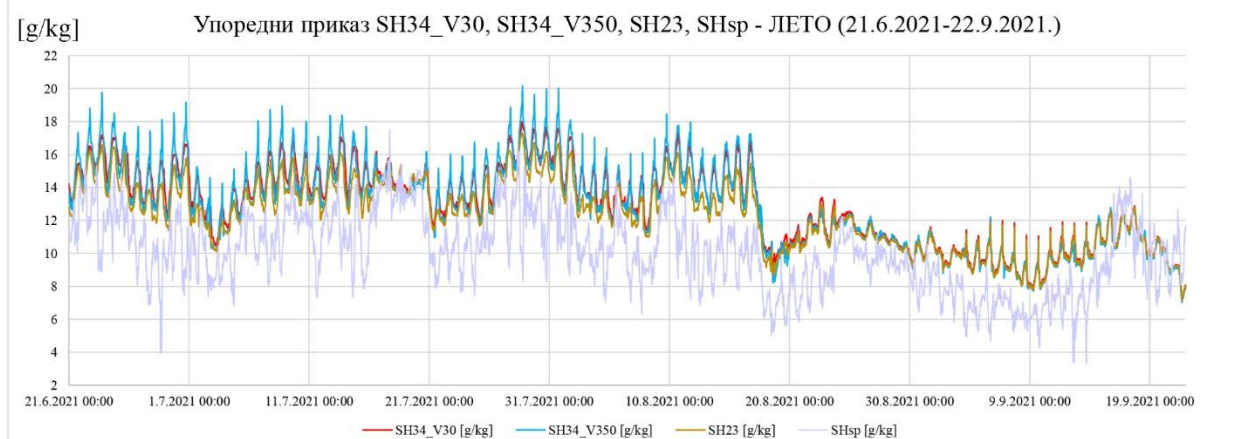
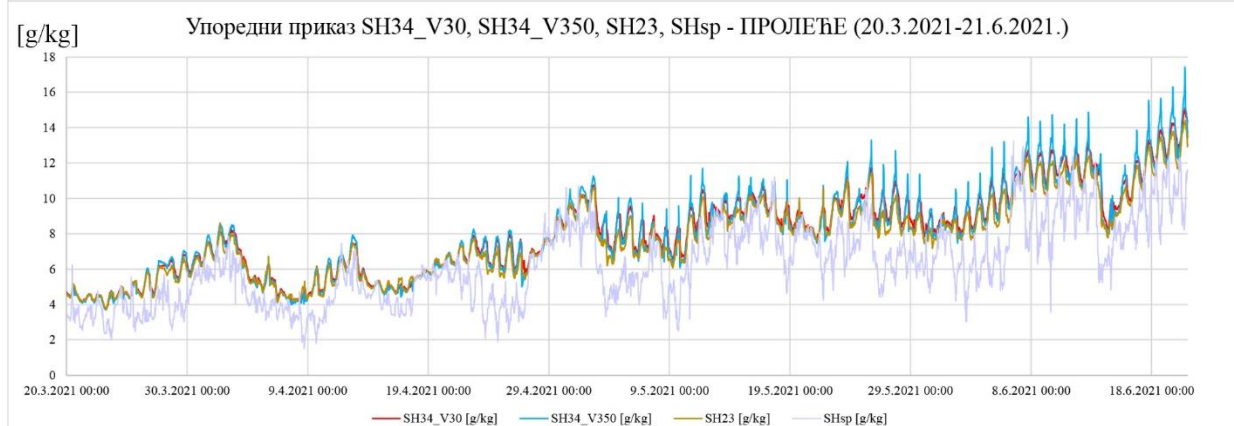
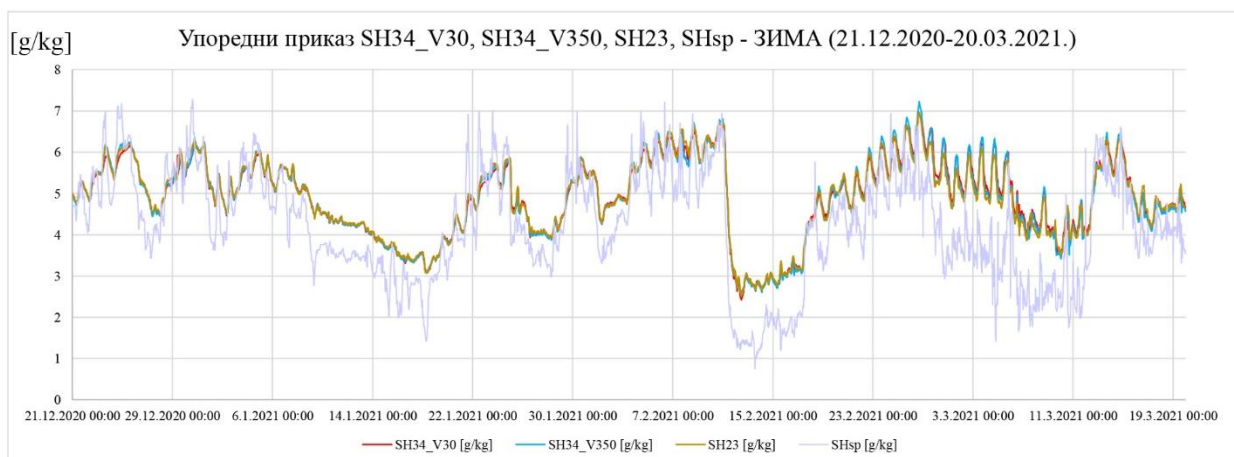
Прилог 25. - Упоредни месечни графикони са приказом линија трендова RH34_V30, RH34_V350, RH23 и RHsp, (Извор: Аутор).



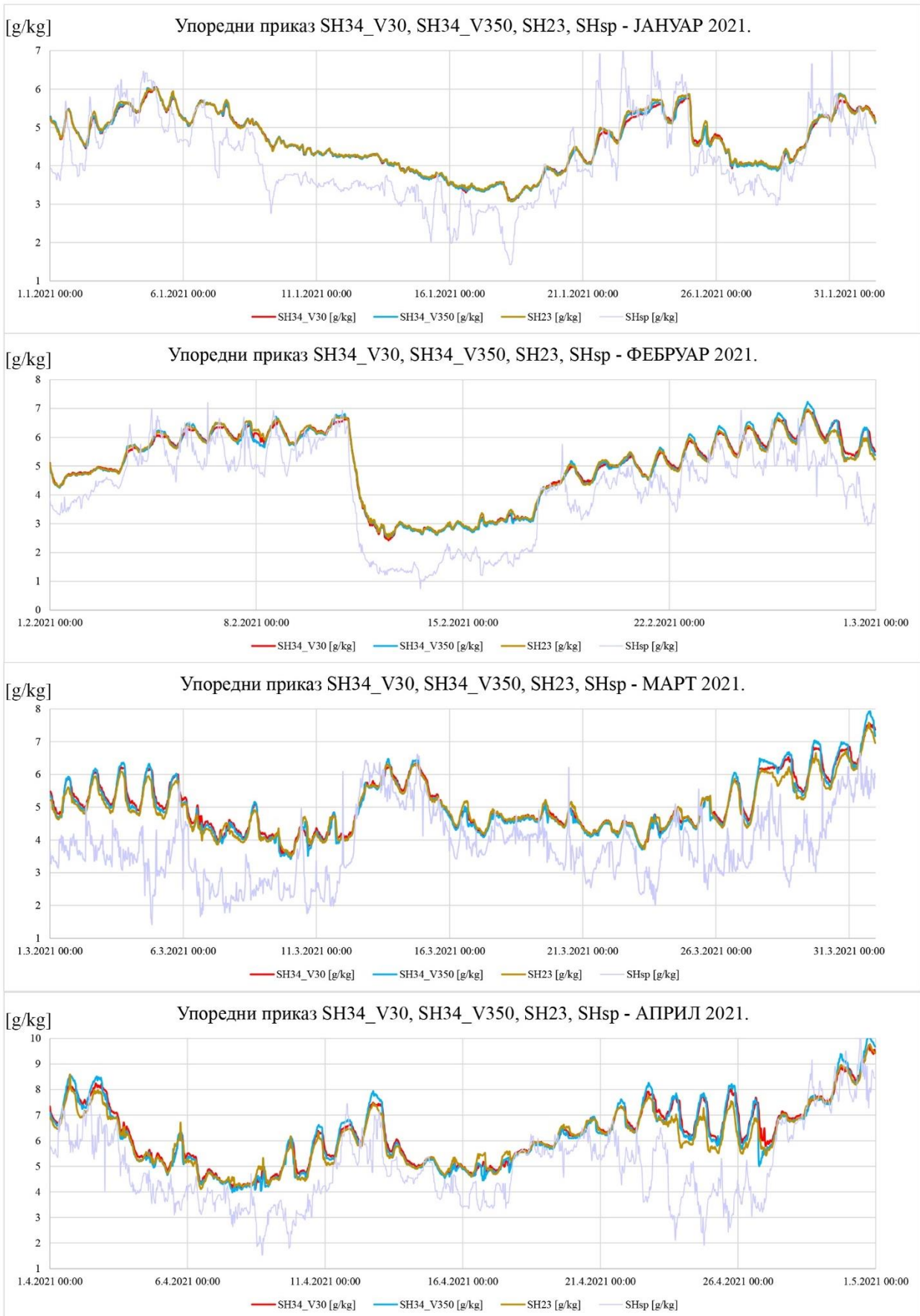


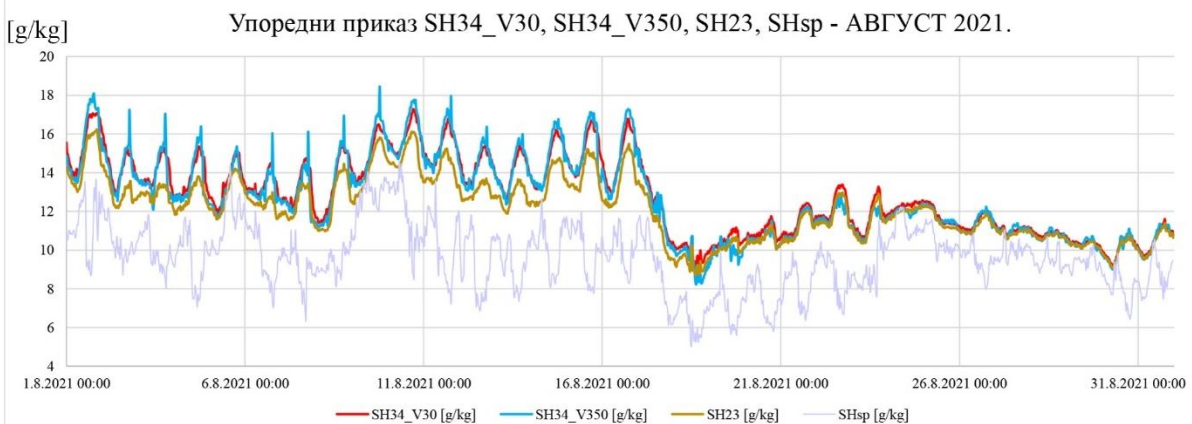
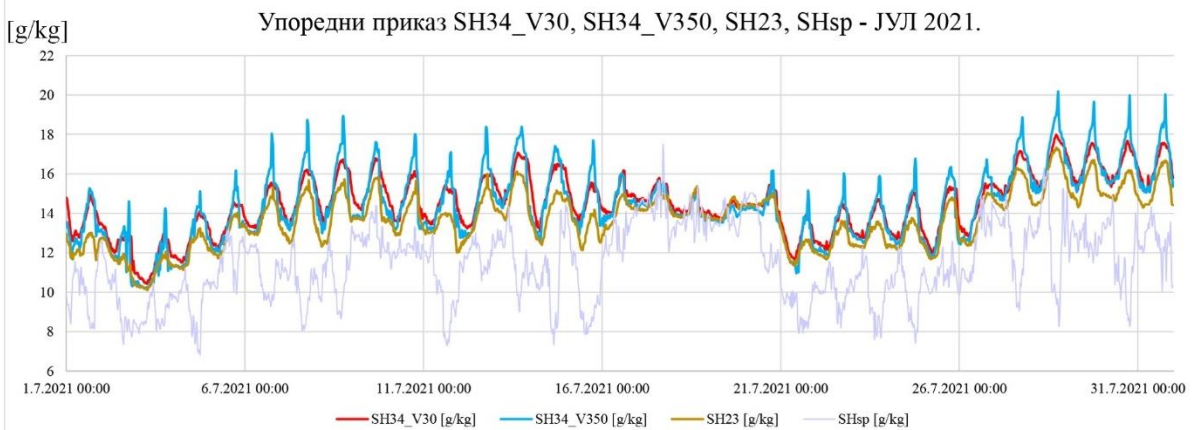
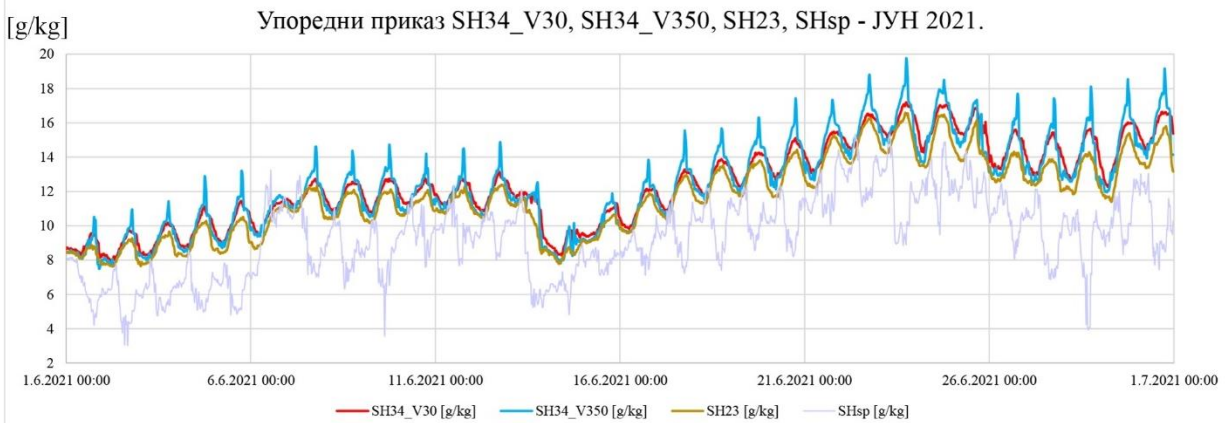
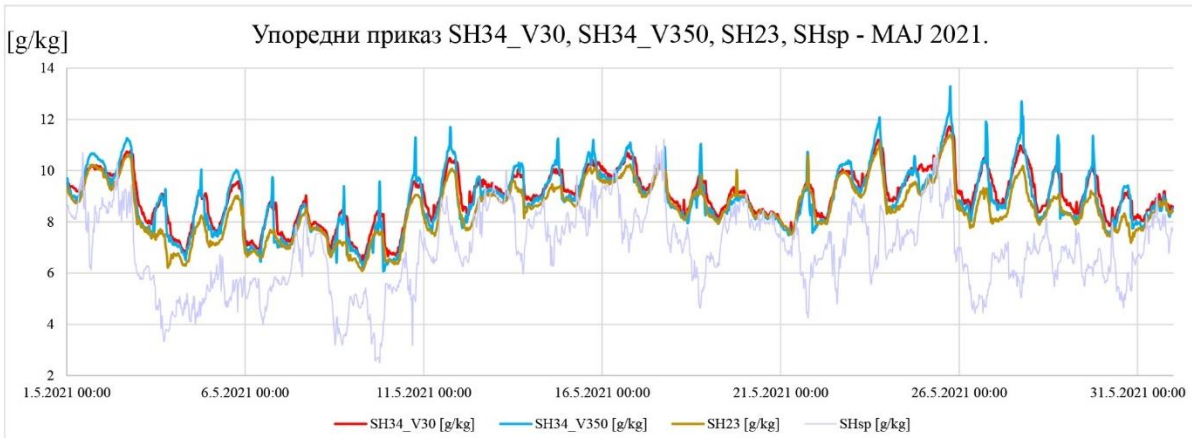


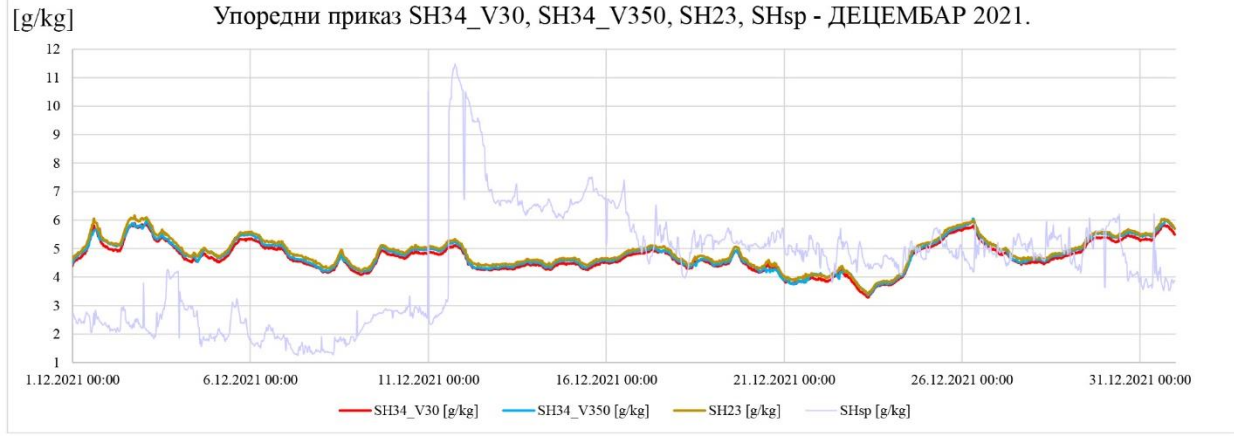
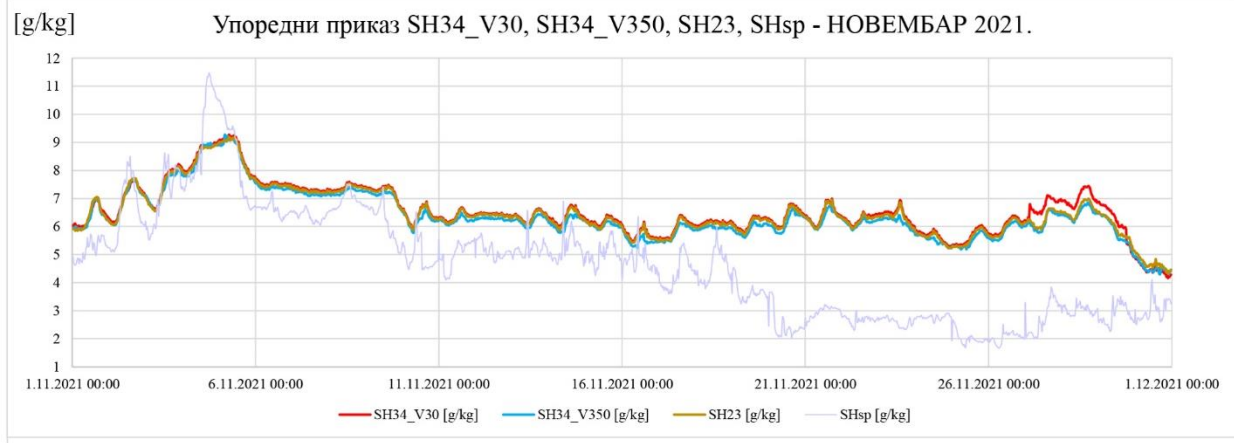
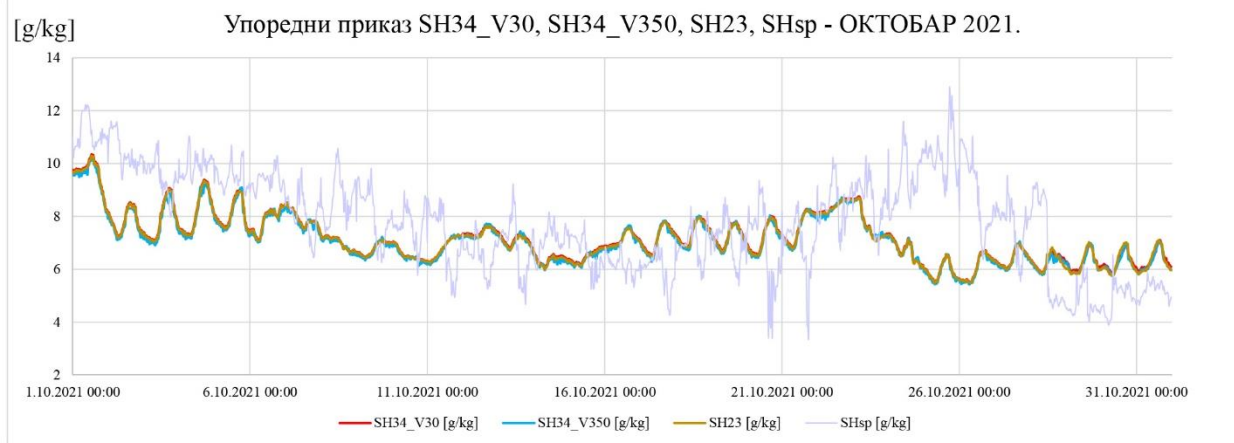
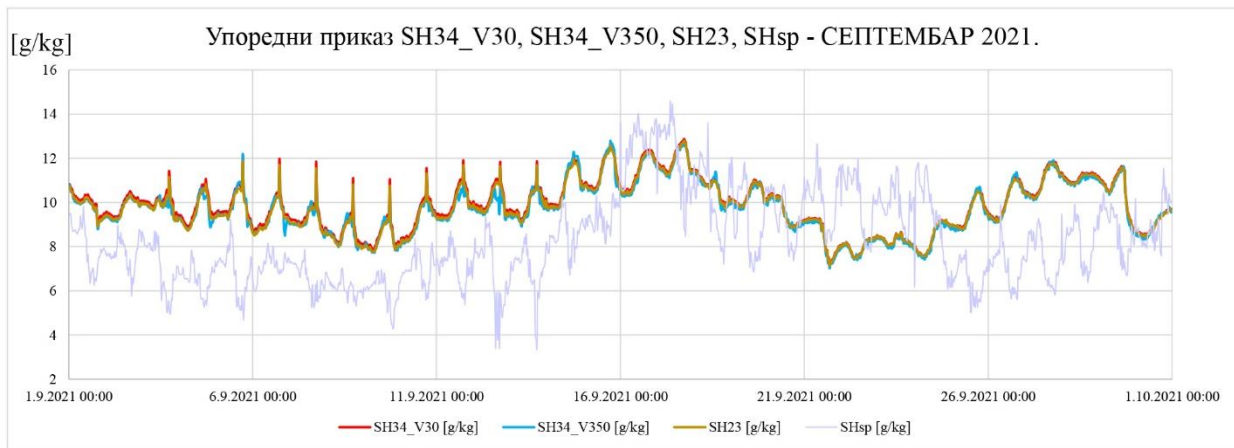
Прилог 26 - Упоредни сезонски графикони са приказом линија трендова SH34_V30, SH34_V350, SH23 и SHsp, (Извор: Аутор).



Прилог 27. - Упоредни месечни графикони са приказом линија трендова SH34_V30, SH34_V350, SH23 и SHsp, (Извор: Аутор).







12.2. Табеле

Табела 1. Препоруке, смерница и стандарди о оптималним микроклиматским условима за очување већине музејских збирки који имају савремену примену, (приредио: Аутор).

Табела 2. Препоручене вредности за минеролошке збирке и мозаике у стандарду UNI10829:1999 и у уредби МиВАС, 2000, (приредио: Аутор).

Табела 3. Формирани режим старења реплика мозаика, (Извор: Аутор).

Табела 4. Режим старења са бројем исимулираних циклуса у једном дану, (Извор: Аутор).

Табела 5. Симулација микроклиматских параметара Т и RH измерених у Цраској палати: годишњи екстреми – максималне и минималне годишње вредности Т и RH, (Извор: Аутор).

Табела 6. Симулација претпостављеног оптималног микроклиматског режима за излагање и очување мозаика у Визиторском центру Царске палате Сирмијума, (Извор: Аутор).

Табела 7. Однос трајања старења мозаика изражен у броју дана и реализованих циклуса у комори и природног старења израженог у календарским годинама, (Извор: Аутор).

Табела 8. Динамика скрининг мерења у односу на број циклуса старења, (Извор: Аутор).

Табела 9. Микроскопски снимци тесера пре и након старења без микроструктурних промена. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 10. Микроскопски снимци контаката тесера и кречног малтера пре и након старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 11. Скрининг мерења у току старења - Микроскопски снимци контаката тесера и кречног малтера са идентификованим одвајањем већ након 50 циклуса, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 12. Микроскопски снимци кречног малтера пре и након старења. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 13. Микроскопски снимци кречног малтера током старења. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 14. Микроскопски снимци контаката кречног малтера и саћа пре и након старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 15. Микроскопски снимци контакта кречног малтера и саћа током старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 16. Сила отпора при бушењу кречног малтера на површини мозаика у зони између тесера пре и након старења реплике мозаика, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 17. Вредности укупне порозности узорака пре и након 300. циклуса старења – режим у Царској палати, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 18. Микроскопски снимци тесера пре и након старења без микроструктурних промена, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 19. Микроскопски снимци контаката тесера и кречног малтера пре и након старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 20. Скрининг мерења у току старења - Микроскопски снимци контаката тесера и кречног малтера без идентификованог одвајања, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 21. Микроскопски снимци кречног малтера пре и након старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 22. Микроскопски снимци кречног малтера током старења и појава пукотина након 150. циклуса старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Табела 23. Микроскопски снимци контаката кречног малтера и саћа пре и након старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

- Табела 24.** Микроскопски снимци контаката кречног малтера и саћа током старења са идентификованим одвајањем кречног малтера од саћа након 150. циклуса старења, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).
- Табела 25.** Сила отпора при бушењу кречног малтера на површини мозаика у зони између тесера пре и након старења реплика мозаика, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).
- Табела 26.** Вредности укупне порозности узорака пре и након 300. циклуса старења – претпостављени оптимални микроклиматски режим, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).
- Табела 27.** Процентуална промена остарених од неостарених узорака приликом оба симулирана микроклиматска режима, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).
- Табела 28.** Приказ неопходних, минималних a_w вредности за раст микромицета. (Извор: John I. Pitt and Ailsa D. Hocking, *Fungi and Food Spoilage*, third edition (London, New York: Springer Dordrecht Heidelberg, 2009), у Жељко Савковић, "Диверзитет и сезонска дистрибуција микромицета у ваздуху просторија за конзервацију објеката културне баштине" (Универзитет у Београду, Биолошки факултет, 2019), стр. 6.)
- Табела 29.** Идентификоване биолошке структуре на мозаицима М23 и М34 током четири сезоне узорковања адхезивном траком, (Извор: Жељко Савковић).
- Табела 30.** Степен контаминације мозаика М23 и М34 изражен кроз број детектованих биолошких структура на адхезивној траци, (Извор: др Жељко Савковић).
- Табела 31.** Гљиве изоловане из испитиваних мозаика узорковањем стерилним брисевима – пролеће, (Извор: Aleksandra Ugrinović, Budimir Sudimac, Željko Savković, "Microclimatic Effects on the Preservation of Finds in the Visitor Centre of the Archaeological Site 1a Imperial Palace Sirmium," *Sustainability*, October 2021, 13, 19, 11083-, 1-17, pp.12).
- Табела 32.** Гљиве изоловане из испитиваних мозаика узорковањем стерилним брисевима – лето, (Извор: др Жељко Савковић).
- Табела 33.** Гљиве изоловане из испитиваних мозаика узорковањем стерилним брисевима – јесен, (Извор: др Жељко Савковић).
- Табела 34.** Гљиве изоловане са испитиваних мозаика узорковањем стерилним брисевима – зима, (Извор: др Жељко Савковић).
- Табела 35.** Гљиве изоловане из ваздуха код мозаика М23 и М34 током пролећа, (Извор: др Жељко Савковић).
- Табела 36.** Гљиве изоловане из ваздуха код мозаика М23 и М34 током лета, (Извор: др Жељко Савковић).
- Табела 37.** Гљиве изоловане из ваздуха код мозаика М23 и М34 током јесени, (Извор: др Жељко Савковић).
- Табела 38.** Гљиве изоловане из ваздуха код мозаика М23 и М34 током зиме, (Извор: др Жељко Савковић).
- Табела 39.** Присуство растворних соли на мозаику М23, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).
- Табела 40.** Присуство растворних соли на мозаику М34, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).
- Табела 41.** Диверзитет и заступљеност родова по сезонама, (Извор: Аутор).
- Табела 42.** Квантитативна анализа идентификованих фунгалних родова и изолата по сезонама узорковања, (Извор: Аутор).
- Табела 43.** Динамика јављања (учесталост) идентификованих родова гљива на мозаицима М23 и М34 по сезонама узоркованих стерилним брисом, (Извор: Аутор).

Табела 44. Динамика јављања идентификованих микромицета у ваздуху по сезонама код мозаика М23 и М34, (Извор: Аутор).

Табела 45. Квантитативна анализа идентификованих фунгалних родова и изолата по сезонама узорковања, (Извор: Аутор).

Табела 46. Релативна густина фунгалних микромицета у ваздуху по сезонама узорковања – мозаици М23 и М34, (Извор: Аутор).

12.3. Слике

Слика 1. Визуелни приказ - шема истраживања, (Извор: Аутор).

Слика 2. Развој презентације археолошке грађе – корени и почеци презентације, (Извор: Аутор).

Слика 3. Теоретичари на чијим теоријским становиштима су конституисани принципи заштите, (Извор: Аутор).

Слика 4. Хронолошки приказ оснивања организација у области заштите са фокусом на делатност ИССМ-а приказаним кроз конференције, (Извор: Аутор).

Слика 5. Водеће државе по броју локалитета на UNESCO листи до 2016. године, (Извор: Аутор, према European Union, Culture statistics 2016. edition, (Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2016), 20-31).

Слика 6. Година уписа локалитета на UNESCO-ву листи светске баштине за водеће државе у заштити и презентацији наслеђа, (Извор: Аутор, према European Union, Culture statistics 2016. edition, (Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2016), 20-31).

Слика 7. Хронолошки приказ повеља, конвенција и препорука од значаја за настанак презентације in situ, (Извор: Аутор).

Слика 8. Стратиграфија античког мозаика, (Извор: Немања Смичиклас и др. Препоруке за чување и одржавање мозаика (Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018), стр. 37).

Слика 9. Најзаступљеније технике израде античких, подних мозаика:

а) *Opus Lapilli*, Извор: Livia Alberti, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013, стр. 10.

б) *Opus Signinum*, Извор: *Исто*, стр. 16.

в) *Figlinum*, Извор: *Исто*, стр. 14.

г) *Opus spicatum*, Извор: *Исто*, стр. 15.

д) *Opus Segmentatum*, Извор: *Исто*, стр. 12.

ђ) *Opus Tessellatum*, Извор: Аутор.

е) *Pseudo-figlinum*, Извор: Немања Смичиклас и др. *Препоруке за чување и одржавање мозаика* (Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018, стр. 11.

ж) *Opus Sectile*, Извор: Livia Alberti, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013, стр. 13.

з) *Opus Scutulatum*, Извор: *Исто*, стр. 11.

и) и ј) Сосциоресто - Малтерна подлога са каменим фрагментима (и) и малтерна подлога са керамичким фрагментима (ј), Извор: *Исто*, стр. 18.

Слика 10. Површинска оштећења мозаика:

а) дисагрегација тесера, Извор: The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics*, Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003, стр. 11.

б) деламинација тесера, Извор: *Исто*, стр. 12.

- в) љускање тесера, Извор: Немања Смичиклас и др. *Препоруке за чување и одржавање мозаика*, Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018, стр. 47.
- г) поломљене тесере, Извор: The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics*, Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003, стр. 12.
- д) еродиране тесере, Извор: Немања Смичиклас и др. *Препоруке за чување и одржавање мозаика*, Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018, стр. 49.
- ђ) ошупљене тесере, Извор: The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics*, (Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003, стр. 12.
- е) инкрустрација, Извор: *Исто*, стр. 13.
- ж) ефлоресценција, Извор: Немања Смичиклас и др. *Препоруке за чување и одржавање мозаика*, Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018, стр. 41.
- з) наслаге, Извор: *Исто*, стр. 43.
- и), ј) промена боје, Извор: *Исто*, стр. 47.
- к), л), љ) микроорганизми на површини теселатума – лишајеви (к), алге (л), маховине (љ), Извор: Livia Alberti, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013, стр. 44.
- Слика 11.** Структурна оштећења мозаика:
- а) Испупчења, Извор: The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics*, Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003, стр. 9.
- б), в) Одвајање слојева, Извор: *Исто*, стр. 8.
- г) Улегнућа, удубљења, Извор: *Исто*, стр. 9.
- д), ђ) Нестабилне тесере, Извор: Livia Alberti, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013, стр. 38.
- е) Дотрајали припремни слојеви и нестабилне тесере, Извор: The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics*, Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003, стр. 8.
- ж) Пукотине, Извор: *Исто*, стр. 7.
- з) Пукотине, Извор: Немања Смичиклас и др. *Препоруке за чување и одржавање мозаика*, Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018, стр. 43.
- и) Лакуми, Извор: *Исто*.
- ј) Раст биљака кроз слојеве мозаика, Извор: The Getty Conservation Institute, *Mosaics in Situ Project: Illustrated Glossary: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics*, Los Angeles, UK: The Getty Conservation Institute, 2003, стр. 10.
- к) Копање тунела штеточина, Извор: Livia Alberti, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013, стр. 46.
- л) Оштећења изазвана каснијим интервенцијама – цементни малтер за стабилизацију, Извор: Немања Смичиклас и др. *Препоруке за чување и одржавање мозаика*, Београд: Друштво конзерватора Србије, Секција конзерватора рестауратора, 2018, стр. 43.
- љ) Оштећења изазвана каснијим интервенцијама – оштећење подлоге – деформације панела носиоца, Livia Alberti, Elsa Bourguignon, Ermanno Carbonara, Thomas Roby, Juana Segura Escobar, eds. *Illustrated Glossary Technician Training for the Maintenance of In Situ Mosaics*, Los Angeles, Tunis: The Getty Conservation Institute, Institut National du Patrimoine, 2013, стр. 49.

- м) Оштећења изазвана каснијим интервенцијама – деформација аб подлоге изазване арматурном Q мрежом, Извор: *Исто*, 50.
- н) Оштећења изазвана каснијим интервенцијама – деформација аб подлоге изазване арматурном Q мрежом – денивелације – избочине – напрснућа, Извор: *Исто*, 52.
- Слика 12.** Приступи презентације археолошких локалитета са мозаицима у Србији – без наткривања и наткривањем заштитним структурама, (Извор: Аутор).
- Слика 13.** Просторни оквир – карактеристике климе Европе, (Извор: Аутор; мапа: *European Environmental Agency*, www.eea.eu.int).
- Слика 14.** Просторни оквир – Република Србија и регион, (Извор: Аутор; мапа: *European Environmental Agency*, www.eea.eu.int).
- Слика 15.** Просторни оквир – средњоевропске земље, (Извор: Аутор; мапа: *European Environmental Agency*, www.eea.eu.int).
- Слика 16.** Просторни оквир – културни и друштвени контекст сличан Србији, (Извор: Аутор; мапа: *European Environmental Agency*, www.eea.eu.int).
- Слика 17.** Просторни оквир значајан за теоријска упоришта очувања и презентације културног наслеђа, (Извор: Аутор; мапа: *European Environmental Agency*, www.eea.eu.int).
- Слика 18.** Просторни оквир водећих земаља у презентацији културног наслеђа на основу броја локалитета на UNESCO листи светске баштине, (Извор: Аутор; мапа: *European Environmental Agency*, www.eea.eu.int).
- Слика 19.** Просторни оквир од значаја за истраживање, (Извор: Аутор; мапа: *European Environmental Agency*, www.eea.eu.int).
- Слика 20.** Евалуација заштитних структура сходно присутним факторима детериорације мозаика који су настали као последице њихових карактеристика, (Извор: Аутор).
- Слика 21.** Процентуална заступљеност фактора детериорације мозаика код отворених и затворених заштитних структура, (Извор: Аутор).
- Слика 22.** Положај комплекса Царске палате и циркуса у односу на бедеме Сирмијума у IV веку: а) основа и б) модел идеалне реконструкције према Мирославу Јеремићу, (Извор: Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој урбанизма и архитектуре од I до VI века* (Београд, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 208, 210).
- Слика 23.** Утврђени обухват комплекса царске палате са налазима на арх. лок. 1/а, 31,37,66 и 85, (Извор: Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој Урбанизма и архитектуре од I до IV века* (Београд: Археолошки институт, 2016), стр. 221).
- Слика 24.** Приказ промена и дозиђивања Царске палате Сирмијума током III и IV века са нумерисаним просторијама према М. Јеремићу, (Извор: Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој урбанизма и архитектуре од I до IV века* (Београд, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 225).
- Слика 25.** Три мозаичка пода један на другом нађени су у просторији 16. (Извор: Мирослав Јеремић, *Сирмијум град на води: Развој урбанизма и архитектуре од I до IV века* (Београд, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 226).
- Слика 26.** Приказ просторија са мозаичким подовима на археолошком локалитету 1а Царска палата Сирмијума, (Извор: Документација Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици): а) Мозаик у просторији 14 (М14); б) Мозаик у просторији 16 (М16); в) Мозаик у просторији 23 (М23); г) Мозаик у просторији 34 (М34), (Извор фотографија: Аутор).
- Слика 27.** Мозаик у просторији 14 (М14-доњи) након ископавања, (Извор: ДПЗЗСК, Досије бр. 1/Г Сирмијум - Сремска Митровица - Мозаици 1а - 14, 16, 23, 34).
- Слика 28.** Оригинална античка стратиграфија мозаика у просторији 14 (М14), (Извор: ДПЗЗСК, Досије бр. 1/Г Сирмијум - Сремска Митровица - Мозаици 1а - 14, 16, 23, 34).

- Слика 29.** Корење биљака се увукло између коцкица и изазвало структурну разградњу подлоге, (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а – 14, 16, 23, 34).
- Слика 30.** Заштитни цементни малтер је испуцао тако да су ивице мозаика 14 остале незаштићене, (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а – 14, 16, 23, 34).
- Слика 31.** Попречни пресек – Оригинална античка стратиграфија мозаика у просторији 34 (М34), (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а - 14, 16, 23, 34).
- Слика 32.** Попречни пресек – оригинална античка стратиграфија мозаика у просторији 23 (М23) на хипокаусту, (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а – 14, 16, 23, 34).
- Слика 33.** Конзервација мозаика у просторији 34 (М34): а) Мозаик прекривен тер папиром; б) Заштитни цементни малтер по ободу мозаика је испуцао; в) Припрема фрагмента 2 мозаика М34 за подизање помоћу дрвоног ваљка; г) дрвени ваљак за подизање мозаика до 6 m² површине; д) Фрагмент 2 мозаика М34 намотан на ваљак и припремљен за полагање на нову подлогу; њ) Мозаик постављен на нову подлогу, (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а – 14, 16, 23, 34).
- Слика 34.** Конзервација мозаика у просторији 23 (М23): а) Мозаик пре конзервације; б) Подизање фрагмента 7. дрвеним ваљком; в) конзервација мозаика; г) изливање армирано-бетонске плоче; д) полагање мозаика на нову подлогу – носилац; њ) покривање мозаика наквашеном јутом у циљу постепеног очвршћавања мозаика; е) и ж) Мозаик након конзервације, (Извор: Документација ПЗЗСКНС, Досије бр. 1/Г Сирмијум – Сремска Митровица – Мозаици 1а – 14, 16, 23, 34).
- Слика 35.** Мозаици у просторији 16: а) један изнад другог А, Б, Ц; Извор: Олга Брункер, “Прилог проучавања урбаног развоја Сирмијума: Просторија 16 ‘Царске палате’ у Сремској Митровици,” *Грађа за проучавање споменика културе Војводине*, 11/12, 1982/1983, 5–43; б) Мозаик 16А; Извор: Мирослав Јеремић, Сирмијум град на води: Развој урбанизма и архитектуре од I до VI века (БЕОГРАД, Република Србија: Археолошки институт, 2016), стр. 228; в) Мозаик 16Ц; Извор: Богдан Ковачевић, “Конзерваторски радови на подним мозаицима просторије 16 на комплексу Царске палате у Сремској Митровици,” *Грађа за проучавање споменика културе Војводине*, 11/12, 1982/1983, 239–59, стр. 258.
- Слика 36.** Реконзервација мозаика у просторији 23 (М23): а) реконзервација фрагмента мозаика на новој, алвеоларној подлози – носиоцу у радионици Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици; б) поствљени алвеоларни панели на потконструкцију *in situ* у просторији 23; в) и г) изливање цементне кошуљице у зонама делова мозаика који недостају; д) мозаик након конзервације. (Извор: Завод за заштиту споменика културе у Сремској Митровици, фотографисала Јадранка Вулетић).
- Слика 37.** Позиција Царске палате на углу улица Пиварске и Бранка Радичевића у Сремској Митровици, (Извор: Аутор).
- Слика 38.** Археолошки локалитет 1а Царске палате Сирмијума пре и након изградње Визиторског центра: а) Поглед на локалитет ка истоку 2004. године; б) Поглед на локалитет ка југу 2004. године, (Извор: Документација Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици); в) Визиторски центар Царске палате Сирмијума, (Извор: Аутор).
- Слика 39.** Идејно решење презентације остатака Царске палате на археолошком локалитету 1а, (Извор: Адријана Шкорић, “Заштита Царске палате Сирмијума у Сремској Митровици,” *Гласник друштва конзерватора Србије – ДКС*, 38, 2014, 178–180, 179).
- Слика 40.** Главни пројекат Визиторског центра Царске палате Сирмијума, (Извор: Адријана Шкорић, “Пројекат Наткривања Царске Палате Сирмијума,” *Гласник Друштва Конзерватора Србије – ДКС*, 32, 2008, 71–74, 72).

Слика 41. Пројекат изведеног стања Визиторског центра Царске палате Сирмијума, (Извор: Документација Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици).

Слика 42. Изградња Визиторског центра Царске палате Сирмијума – примарна конструкција, (Извор: Документација Завода за заштиту споменика културе у Сремској Митровици; фотографисао: Иван Филиповић, архитекта – конзерватор).

Слика 43. Инфилтрација воде у објекат Визиторског центра Царске палате Сирмијума: а, б, д, е, ж - услед прокишњавања кровне конструкције; в, г, ђ - Услед кише ношене ветром у зони прозорских отвора, (Извор: Аутор).

Слика 44. Промена микроклиматских услова средине након наткривања локалитета: а, б) унутрашњост локалитета непосредно након завршетка радова на изградњи Визиторског центра; в) Процес исушивања код мозаика у просторији 16 (М16) и г) код мозаика у просторији 14 (М14), (фотографисао: Иван Филиповић, архитекта – конзерватор).

Слика 45. Идентификовано присуство зелених алги које су показатељ прилива воде/влаге из земље и високих вредности релативне влажности ваздуха у објекту, (Извор: Аутор).

Слика 46. Постављање лименог покривача на лантерне у подужним деловима објекта и на свод, на углу: а, б, в) Визиторски центар пре покривања лантерни и свода на углу лимом и г, д, ђ) Визиторски центар након покривања лантерни и свода на углу лимом. (Извор: Аутор).

Слика 47. Неуравнотежени микроклиматски услови средине у Визиторском центру Царске палате Сирмијума: а) зимаска сезона; б) летња сезона, (Извор: Аутор).

Слика 48. Средње годишње температуре ваздуха за период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 3, приступљено 23.3.2023.)

Слика 49. Просечан број летњих дана у Србији за период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 8, приступљено 23.3.2023.)

Слика 50. Просечан број тропских дана у Србији за период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 9, приступљено 23.3.2023.)

Слика 51. Просечан број ледених дана у Србији за период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 11, приступљено 23.3.2023.)

Слика 52. Просечан број мразних дана у Србији за период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 12, приступљено 23.3.2023.)

Слика 53. Просечне месечне максималне, средње и минималне вредности температуре ваздуха у Сремској Митровици за период од 1981-2010. год. (Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266 , приступљено 23.3.2023.)

Слика 54. Средње и екстремне месечне вредности температуре ваздуха (максималне и минималне) у Сремској Митровици за период од 1981-2010. год. (Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266 , приступљено 23.3.2023.)

Слика 55. Просечне вредности релативне влажности у Сремској Митровици по месецима за период од 1981-2010. год. (Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266 , приступљено 23.3.2023.)

Слика 56. Просечна количина падавина у Србији за посматрани период од 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 17, приступљено 23.3.2023.)

Слика 57. Просечан број дана у Србији: а) са количином падавина већом од 0,1 mm; б) са количином падавина већом од 10 mm; в) са снежним покривачем. (Извор:

https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 18-20, приступљено 23.3.2023.)

Слика 58. Просечна сума падавина у Сремској Митровици по месецима за период праћења од 1981-2010. год. (Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено 23.3.2023.)

Слика 59. Просечно трајање сунчевог сјаја у Сремској Митровици по месецима за период праћења од 1981-2010. год. (Доступно на: https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266, приступљено 23.3.2023.)

Слика 60. Просечно трајање сунчевог сјаја на годишњем нивоу у Србији. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 22, приступљено 23.3.2023.)

Слика 61. Приказ руже ветрова за референтни период 1981-2010. год. (Извор: https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/ciril/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf, стр. 26; https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13266 приступљено 23.3.2023.)

Слика 62. Молијеров $h-x$ дијаграм – Температура на којој ће доћи до тачке росе – кондеза за влажан ваздух стања А ($T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $RH = 50\%$), (Извор: Аутор, Молијеров дијаграм: Димитрије Вроњец, Ђорђе Козић. Влажан ваздух – Термодинамичке особине и примена (Београд: Савез машинских и електротехничких инжењера и техничара Србије – СМЕИТС, 2002), стр. 169).

Слика 63. Поступак израде реплика мозаика: а) Ређање тесера мозаика; б) формирање амблема. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).

Слика 64. Справљање смеше кречног малтера - коришћене сировине за справљање смеше кречног малтера. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).

Слика 65. Изливање првог слоја малтера. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).

Слика 66. Постављање рабиц мрежице и другог слоја малтера. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).

Слика 67. Премазивање полеђине очврслог малтера акрилом, справљање адхезивног премаза – смеше Мапеиа и Изоластика и лепљење мозаика за алвеоларну алуминијумску подлогу – саће. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).

Слика 68. Фуговање реплика мозаика. (Фотографисао: мр Владимир Булајић, конзерватор – саветник).

Слика 69. Климатска комора за старење материјала *Binder Climate chamber KBWF 240*, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Лабораторија за испитивање материјала у културном наслеђу, Катедра за инжењерство материјала, Технолошки факултет Нови Сад).

Слика 70. Дигитални оптички преносни микроскопи: а) *VT300-PLUS-Portable Microscope* и б) *Vitiny PRO10-3*. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Лабораторија за испитивање материјала у културном наслеђу, Технолошки факултет Нови Сад).

Слика 71. Уређај *DRMS SINT Technology*. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Лабораторија за испитивање материјала у културном наслеђу, Технолошки факултет Нови Сад).

Слика 72. Живин порозиметар Ауторге IV. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Лабораторија за испитивање материјала у културном наслеђу, Технолошки факултет Нови Сад).

Слика 73. Расподела величина пора – режим у Царској палати, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Слика 74. Расподела величина пора – претпостављени режим, (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Слика 75. Упоредни приказ удела пора различите величине код неостареног узорка и остарених узорка након симулације микроклиматског режима присутног у Царској палати и претпостављеног

оптималног режима. (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Слика 76. Уређаји коришћени за микроклиматски мониторинг: (а) Дата логер *Testo 174h*, (Извор: <https://testo.rs/etaloniranje/testo-174h-mini-temperature-and-humidity-data-logger/>, приступљено 5.10.2020.) б) Метеролошка станица *PCE-FWS-20* (Извор: <https://www.industrial-needs.com/manual/man-meteorological-station-pce-fws-20-en.pdf>, приступљено 5.10.2020.).

Слика 77. Дата логер *Testo 174h* постављен код мозаика М23 – ознака позиције М23_V30, (Извор: Аутор).

Слика 78. Дата логери *Testo 174h* код мозаика М34 – ознаке позиција М34_V30 и М34_V350, (Извор: Аутор).

Слика 79. Постављање метеролошке станице *PCE-FWS-20*, (Извор: Аутор).

Слика 80. Уређаји за мерење равнотежног садржаја влаге ЕМС (%) и температуре (°C) у мозаику М23 и М34: (а) дата логер *Testo 176H1* (Извор: <https://testo.rs/etaloniranje/testo-176-h1-temperature-and-humidity-data-logger/> приступљено 5.10.2020.) и (б) убодна сонда *Testo* бр. 0572 6174, (Извор: <https://www.testo.com/hr-HR/humidity/temperature-probe-4-mm/p/0572-6174> приступљено 5.10.2020.)

Слика 81. Постављање дата логера *Testo 176H1* и убодне сонде са сензорима за читавање ЕМС (%) и Т (°C) у мозаику М34 у зону кречног малтера, (Извор: Аутор).

Слика 82. Постављање дата логера *Testo 176H1* и убодне сонде са сензорима за читавање ЕМС (%) и Т (°C) у мозаику М23 (у зону кречног малтера), (Извор: Аутор).

Слика 83. Уређаји за мерење температуре на површини мозаика М23 и М24: (а) дата логер *Testo 176H1* (Извор: <https://testo.rs/etaloniranje/testo-176-h1-temperature-and-humidity-data-logger/>, приступљено 5.10.2020.) и (б) површинска контактна температурна сонда *Testo* бр. 0628 7507, (Извор: <https://www.testo.com/hr-HR/wall-surface-temperature-probe-ntc/p/0628-7507> приступљено 5.10.2020.)

Слика 84. Позиције дата логера *Testo 174h*, *Testo 176H1* са убодним и површинским сондама и метеоролошке станице унутар и изван Визиторског центра Царске палате (Извор: Техничка документација пројекта наткривања Царске палате, Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица).

Слика 85. *Delta Optical Smart 5MP PRO* дигитални УСБ микроскоп, (Извор: Аутор).

Слика 86. Узорковање биолошког материјала неинвазивним методама: а) адхезивном траком; б) стерилним брисом; в) узоркован материјал на микроскопском стаклу и брису, (Извор: Аутор).

Слика 87. а) Вортекс *ZX3, VELP Scientifica*; б) Хранљива МЕА подлога; в) Термостат *UE 500, Memmert*, (Извор: Аутор).

Слика 88. Узорковање ваздуха: а) Узоркивач ваздуха *Air sampler, SAS Super DUO 360*, (Извор: <https://in.vwr.com/store/product/11281609/vwr-sas-super-duo-360-air-samplers>, приступљено 7.12.2023.); б) Узорковање ваздуха узоркивачем код мозаика М34; в) Узорковање ваздуха узоркивачем код мозаика М23, (Извор: Аутор).

Слика 89. Идентификација микромицета са адхезивне траке: а) Микроскоп *Nikon Eclipse E 200*; б) Прелиминарно посматрање биолошког материјала узоркованог адхезивном траком; в) Фотографисање идентификованих микромицета микроскопом *Zeiss Axio Imager M.1*, (Извор: Аутор).

Слика 90. Справљање микроскопских препарата: а) МЕА подлога са колонијама микромицета (мешовита култура); б) Материјал неопходан за припрему микроскопских препарата; в) Припремљени микроскопски препарати за посматрање под светлосним микроскопом, (Извор: Аутор).

Слика 91. Испитивање растворљивих соли *in situ Quantofix* мерним тракама: а) Мозаик 23; б) Мозаик 34; (Извор: Аутор).

Слика 92. *Quantofix* мерне траке за квалитативне анализе утврђивања присуства растворних соли (сулфати, хлориди, нитрати), (Извор: Елаборат лабораторијских испитивања, Технолошки факултет Нови Сад).

Слика 93. *Quantofix* мерне траке хлорида са кључем за одређивање заступљености у mg/l, (Извор: Снежана Вучетић и Јања Раногајец, Методологија испитивања историјских малтера, стр. 74.)

Слика 94. Quantofix мерне траке за идентификацију присуства хлорида након узорковања (Извор: Аутор)

Слика 95. Резултати читавања вредности T23 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 96. Резултати читавања вредности RH23 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 97. Кумулативна учесталост: а) T23 и б) RH23, (Извор: Аутор).

Слика 98. Максималне, средње и минималне сезонске вредности а) T23 и б) RH23, (Извор: Аутор).

Слика 99. Сезонске осцилације а) $\Delta T23$ и б) $\Delta RH23$, (Извор: Аутор).

Слика 100. Максималне, средње и минималне месечне вредности а) T23 и б) RH23, (Извор: Аутор).

Слика 101. Месечне осцилације а) $\Delta T23$ и б) $\Delta RH23$, (Извор: Аутор).

Слика 102. Графикон вредности специфичне влажности ваздуха SH23 на сваких 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Слика 103. Сезонске вредности SH23: а) Максималне, средње и минималне сезонске вредности SH23; б) Сезонске осцилације $\Delta SH23$, (Извор: Аутор).

Слика 104. Месечне вредности SH23: а) Максималне, средње и минималне месечне вредности SH23; б) Месечне осцилације $\Delta SH23$, (Извор: Аутор).

Слика 105. Период повећане влажности TOW23 који погодује фунгалном расту, (Извор: Аутор).

Слика 106. Резултати читавања вредности T34_V30 на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Слика 107. Резултати читавања вредности RH34_V30 на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Слика 108. Кумулативна учесталост: а) T34_V30 и б) RH34_V30, (Извор: Аутор).

Слика 109. Максималне, средње и минималне сезонске вредности: а) T34_V30 и б) RH34_V30, (Извор: Аутор).

Слика 110. Сезонске осцилације а) $\Delta T34_V30$ и б) $\Delta RH34_V30$, (Извор: Аутор).

Слика 111. Максималне, средње и минималне месечне вредности а) T34_V30 и б) RH34_V30, (Извор: Аутор).

Слика 112. Месечне осцилације а) $\Delta T34_V30$ и б) $\Delta RH34_V30$, (Извор: Аутор).

Слика 113. Графикон вредности специфичне влажности ваздуха SH34_V30 на сваких 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Слика 114. Сезонске вредности SH34_V30: а) Максималне, средње и минималне сезонске вредности SH34_V30; б) Сезонске осцилације $\Delta SH34_V30$, (Извор: Аутор).

Слика 115. Месечне вредности SH34_V30: а) Максималне, средње и минималне месечне вредности SH34_V30; б) Месечне осцилације $\Delta SH34_V30$, (Извор: Аутор).

Слика 116. Период повећане влажности TOW34_V30 који погодује фунгалном расту, (Извор: Аутор).

Слика 117. Резултати читавања вредности T34_V350 на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Слика 118. Резултати читавања вредности RH34_V350 на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Слика 119. Кумулативна учесталост: а) T34_V350 и б) RH34_V350, (Извор: Аутор).

Слика 120. Максималне, средње и минималне сезонске вредности: а) T34_V350 и б) RH34_V350, (Извор: Аутор).

Слика 121. Сезонске осцилације а) $\Delta T34_V350$ и б) $\Delta RH34_V350$, (Извор: Аутор).

Слика 122. Максималне, средње и минималне месечне вредности а) T34_V350 и б) RH34_V350, (Извор: Аутор).

Слика 123. Месечне осцилације а) $\Delta T34_V350$ и б) $\Delta RH34_V350$, (Извор: Аутор).

Слика 124. Графикон вредности специфичне влажности ваздуха SH34_V350 на сваких 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Слика 125. Сезонске вредности SH34_V350: а) Максималне, средње и минималне сезонске вредности SH34_V350; б) Сезонске осцилације Δ SH34_V350, (Извор: Аутор).

Слика 126. Месечне вредности SH34_V350: а) Максималне, средње и минималне месечне вредности SH34_V350; б) Месечне осцилације Δ SH34_V350, (Извор: Аутор).

Слика 127. Резултати читавања вредности Tsp на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Слика 128. Резултати читавања вредности RHsp на 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Слика 129. Кумулативна учесталост: а) Tsp и б) RHsp, (Извор: Аутор).

Слика 130. Максималне, средње и минималне сезонске вредности: а) Tsp и б) RHsp, (Извор: Аутор).

Слика 131. Сезонске осцилације а) Δ Tsp и б) Δ RHsp, (Извор: Аутор).

Слика 132. Максималне, средње и минималне месечне вредности а) Tsp и б) RHsp, (Извор: Аутор).

Слика 133. Месечне осцилације а) Δ Tsp и б) Δ RHsp, (Извор: Аутор).

Слика 134. Графикон вредности специфичне влажности ваздуха SHsp на сваких 30 минута током 2021. године са приказом покретне просечне вредности и годишње средње вредности, (Извор: Аутор).

Слика 135. Сезонске вредности SHsp: а) Максималне, средње и минималне сезонске вредности SHsp; б) Сезонске осцилације Δ SHsp, (Извор: Аутор).

Слика 136. Месечне вредности SHsp: а) Максималне, средње и минималне месечне вредности SHsp; б) Месечне осцилације Δ SHsp, (Извор: Аутор).

Слика 137. Приказ читаваних вредности релативног садржаја воде у мозаику M23 (EMC_M23) на сваких 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 138. Приказ вредности активне воде у супстрату, у мозаику M23 (M23_{a_w}) на сваких 30 минута током 2021. године са границом од $a_w=0,6$ испод које не долази до фунгалног раста, (Извор: Аутор).

Слика 139. Упоредни приказ читавања вредности EMC_M23 и RH23 током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 140. Приказ читаваних вредности Tum_M23 и Tr_M23 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 141. Приказ читавања вредности температуре тачке росе Td_M23 и температуре на површини мозаика Tr_M23 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 142. Приказан је графикон читавања вредности равнотежног садржаја воде у мозаику M34 (EMC_M34) на сваких 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 143. Приказ вредности активне воде у супстрату, у мозаику M34 (M34_{a_w}) на сваких 30 минута током 2021. године са границом од $a_w=0,6$ испод које не долази до фунгалног раста, (Извор: Аутор).

Слика 144. Упоредни приказ читавања вредности EMC_M34 и RH34 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 145. Приказ читаваних вредности Tum_M34 и Tr_M34 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 146. Приказ читавања вредности температуре тачке росе Td_M34 и температуре на површини мозаика Tr_M34 на 30 минута током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 147. In situ оптичка микроскопија оштећене површине мозаика са видљивим ризоидима маховине: а, б) M23; в, г) M34; скала траке: 1 mm, (Извор: Aleksandra Ugrinović, Budimir Sudimac, Željko Savković, "Microclimatic Effects on the Preservation of Finds in the Visitor Centre of the Archaeological Site 1a Imperial Palace Sirmium," *Sustainability*, October 2021, 13, 19, 11083-, 1-17, pp.10).

Слика 148. Биолошке структуре откривене на површини мозаика М34 детектоване адхезивном траком током пролећне сезоне: а) биљни трихом; б) конидија *Epicoccum nigrum*; в,г) конидије *Alternaria* spp.; д) меланизована фрагмоспора; њ) конидије *Cladosporium* spp.; е, ж) хламидоспоре; з) аскоспора; скала траке: 10 μm , (Извор: Aleksandra Ugrinović, Budimir Sudimac, Željko Savković, “Microclimatic Effects on the Preservation of Finds in the Visitor Centre of the Archaeological Site 1a Imperial Palace Sirmium,” *Sustainability*, October 2021, 13, 19, 11083-, 1-17, pp.11).

Слика 149. Микробиолошке структуре детектоване на адхезивним тракама узетих са површине мозаика М23 и М34 током летње сезоне (М23: а-д, М34: њ-с): а) диктиоспора *Alternaria* spp.; б, в, о, п) конидије *Cladosporium* spp.; г, н, њ) диктиоспоре *Epicoccum nigrum*; д) меланизована хифа; њ) хијалина мицелија; е) биљни трихом; ж) нематода; з) ксилемски елемент; и, ј) меланизоване хифе *Cladosporium* sp.; к) поленово зрно; л) конидије *Alternaria* spp.; њ) аскоспора *Chaetomium* sp.; м) конидија *Periconia* sp.; р) конидија *Dreschlera* sp.; с) фрагмоспора *Fusarium* sp.; скала траке: 10 μm , (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 150. Микробиолошке структуре детектоване на адхезивним тракама узетих са површине мозаика током јесење сезоне (М23: а-ж, М34: з-л): а, б, в, г, ј, к) мицелија и споре *Cladosporium* spp.; д) диктиоспора *Alternaria* spp.; њ, е, ж, л) диктиоспоре *Epicoccum nigrum*; з) биљни трихом; и) биљно ткиво; скала траке: 10 μm , (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 151. Микробиолошке структуре детектоване на адхезивним тракама узетих са површине мозаика током зимске сезоне (М23: а-е, М34: ж-ј): а, б, е, з) меланизоване хифе; в, и) диктиоспоре *Alternaria* spp.; г, д) конидије *Periconia* spp.; њ) аскоспора *Chaetomium* sp.; ж) биљни трихом; ј) рамконидија *Cladosporium* sp.; скала траке: 10 μm , (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 152. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату – пролећна сезона: а) мозаик М23; б) мозаик 34, (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 153. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату - летња сезона: а) мозаик М23; б) мозаик М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 154. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату - јесења сезона: а) мозаик М23 б) мозаик М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 155. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату - зимска сезона: а) мозаик М23 и б) мозаик М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 156. Микромиците изоловане методом стерилног бриса са површине испитиваних мозаика: а) *Rhizopus* sp., б) *Scopulariopsis brevicaulis*, в) *Fusarium* sp. г) *Cladosporium like* изолат д) *Aspergillus niger*, њ) *A. flavus*, е) *Penicillium* sp., ж) *Alternaria* sp. (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 157. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату – пролећна сезона: а) Узоркован ваздух код мозаика М23 и б) мозаика М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 158. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату –летња сезона: а) Узоркован ваздух код мозаика М23 и б) мозаика М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 159. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату – јесења сезона: а) Узоркован ваздух код мозаика М23 и б) мозаика М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 160. Фотографије петри кутија са колонијама на МЕА подлози након 7 дана инкубације у термостату – зимска сезона: а) Узоркован ваздух код мозаика М23 и б) мозаика М34, (Извор: др Жељко Савковић).

Слика 161. Упоредни приказ средњих дневних вредности T23, T34_V30, T34V3450 и Tsp током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 162. Упоредни приказ средњих дневних вредности RH23, RH34_V30, RH34V350 и RHsp током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 163. Упоредни приказ средњих дневних вредности SH23, SH34_V30, SH34V350 и SHsp током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 164. Упоредни приказ средњих годишњих вредности а) Т, б) RH, в) SH на свим мерним позицијама, (Извор: Аутор).

Слика 165. Упоредни приказ средњих сезонских вредности унутрашњих мерних позиција: а) Т, б) RH, в) SH, (Извор: Аутор).

Слика 166. Упоредни приказ унутрашњих позиција: Средње месечне вредности T23, T34_V30 и T34_V350, (Извор: Аутор).

Слика 167. Упоредни приказ унутрашњих позиција: Средње месечне вредности RH23, RH34_V30 и RH34_V350, (Извор: Аутор).

Слика 168. Упоредни приказ унутрашњих позиција: Средње месечне вредности SH23, SH34_V30 и SH34_V350, (Извор: Аутор).

Слика 169. Температурне осцилације T23, T34_V30 и T34V350: а) Максимална годишња варијација; б) Максимална дневна осцилација; в) Средња дневна осцилација, (Извор: Аутор).

Слика 170. Осцилације релативне влажности ΔRH_{23} , ΔRH_{34_V30} и ΔRH_{34_V350} : а) Максимална годишња осцилација; б) Максимална дневна осцилација; в) Средња дневна осцилација, (Извор: Аутор).

Слика 171. Максималне сезонске осцилације: а) T23, T34_V30 и T34V350 и б) RH23, RH34_V30 и RH34V350, (Извор: Аутор).

Слика 172. Максималне месечне осцилације T23, T34_V30 и T34V350, (Извор: Аутор).

Слика 173. Максималне месечне осцилације RH23, RH34_V30 и RH34V350, (Извор: Аутор).

Слика 174. Молијеров, психрометријски дијаграм са приказом средњих дневних вредности T23, RH23 и SH23 по сезонама (плава - зима, зелена - пролеће, жута - лето, наранџаста - јесен) за 2021. годину, (Извор: Аутор, дијаграм: Алекса Јеликић, Републички завод за заштиту споменика културе-РЗЗСК).

Слика 175. Молијеров, психрометријски дијаграм са приказом средњих дневних вредности T34_V30, RH34_V30 и SH34_V30 по сезонама (плава - зима, зелена - пролеће, жута - лето, наранџаста - јесен) за 2021. годину, (Извор: Аутор, дијаграм: Алекса Јеликић, РЗЗСК).

Слика 176. Молијеров, психрометријски дијаграм са приказом средњих дневних вредности T34_V350, RH34_V350 и SH34_V350 по сезонама (плава - зима, зелена - пролеће, жута - лето, наранџаста - јесен) током 2021. године, (Извор: Аутор, дијаграм: Алекса Јеликић, РЗЗСК).

Слика 177. Упоредна анализа равнотежног садржаја воде (ЕМС) у мозаицима М23 и М34, (Извор: Аутор).

Слика 178. Упоредна анализа вредности активне воде супстрата, малтера, у мозаицима М23 и М34 са граничном вредношћу $a_w = 0,6$ испод које нема фунгалног раста, (Извор: Аутор).

Слика 179. Процентуална заступљеност процеса испаравања, апсорпције и равнотежног стања у мозаицима М23 и М34 у односу на укупни број читавања током 2021. године, (Извор: Аутор).

Слика 180. Упоредни приказ процентуалне заступљености односа T_{um} и T_p код мозаика М23 и М34, (Извор: Аутор).

Слика 181. Упоредни приказ броја фунгалних структура идентификованих на адхезивној траци узорака М23 и М34 током четири сезоне, (Извор: Аутор).

Слика 182. Квантитативна анализа заступљености вијабилних фунгалних пропагула у узорцима узетих стерилним брисом са површине мозаика М23 и М34, (Извор: Аутор).

Слика 183. Приказ удела фунгалних структура у ваздуху а) код мозаика М23, б) код мозаика М34, (Извор: Аутор).

Слика 184. Упоредни приказ резултата четири сезоне узорковања ваздуха у Визиторском центру Царске палате код мозаика М23 и М34 изражен у CFU/m³ ваздуха, (Извор: Аутор).

Слика 185. Молијеров, психрометријски дијаграм са дисперзивним приказом средњих дневних вредности T23 и RH23 сезонама (плава - зима, зелена - пролеће, жута - лето, наранџаста - јесен) током

2021. године за позицију М23. Са црвеном линијом је уоквирен претпостављени и симулацијама доказани оптималнији годишњи опсег Т и RH за очување и презентацију мозаика *in situ*, (Извор: Аутор, дијаграм: Алекса Јеликић, РЗЗСК).

12.4. Скраћенице, ознаке и симболи

T [°C] – температура ваздуха

RH [%] – релативна влажност ваздуха

SH [g/kg] – специфична влажност ваздуха

AH [g/m³] – апсолутна влажност ваздуха

ΔT [°C] – осцилације температуре ваздуха

ΔRH [%] – осцилације релативне влажности ваздуха

EMC [%] – равнотежни садржај воде у материјалу (*eng. Equilibrium moisture content*)

a_w – садржај активне воде у супстрату (*eng. Water activity*)

TOW индекс - период повећане влажности (*eng. Time of wetness*)

T_{sp} [°C] – спољашња температура ваздуха

RH_{sp} [%] – спољашња релативна влажност ваздуха

T_{um} [°C] – температура у материјалу/малтеру/ мозаику

T_p [°C] – Температура на површини мозаика

T_d [°C] – температура тачке росе, кондеза

MA (*Moving Average*) – покретна просечна вредност

M23 – мозаик у просторији 23

M34 – мозаик у просторији 34

M23_V30 – ознака дата логера на 30 cm од мозаика M23

M34_V30 – ознака дата логера на 30 cm од мозаика M34

M34V350 – ознака дата логера на 350 cm од мозаика M34

w_o – испитивана вредност неостареног узорка (пре старења)

w_x – испитивана вредност остареног узорка (након старења)

13. Биографија аутора

Александра Угриновић, маг. инж. архитектуре, рођена је 27. јуна 1992. године, у Петровцу на Млави, где је завршила основну и средњу школу као ђак генерације. Основне академске студије на Архитектонском факултету Универзитета у Београду уписује 2011. године, а завршава 2014. године, са просечном оценом током студија 9,43. Мастер академске студије Архитектуре, усмерење Архитектонске технологије – Архитектонске конструкције, материјали и физика зграде уписује 2014. године на Архитектонском факултету Универзитета у Београду, а 2016. године дипломира са просечном оценом током студија 9,97. Мастер завршни рад одбранила је са оценом 10, и то Мастер пројекат „Музеј меморије на Косанчићевом венцу“ и мастер тезу „Архитектура као медиј: Примена интерактивних технологија и материјала у презентацији културног наслеђа.“ Била је стипендиста општине Петровац на Млави програма „За надарене студенте“ у периоду од 2012. до 2016. године. Још као студент мастер студија учествовала је у настави као сарадник/демонстратор на предметима Античко наслеђе у региону, Архитектура и религија, Архитектура позоришта којим је руководила професорка др Гордана Милошевић Јевтић.

У току студија, као и после дипломирања, учествовала је на више радионица, семинара, конкурса и излагала на изложбама. Издаја ангажовање на научно истраживачким пројектима „Дигитализација античког градитељског наслеђа у Србији“ (2017), „Презентација античког локалитета Медијана код Ниша“ (2016), „Идеална реконструкција Чезаве“ (2015).

Докторске академске студије научног карактера Архитектура и урбанизам уписала је у октобру 2017. године на Архитектонском факултету Универзитета у Београду. У другој години докторских студија опредељује се за усмерену наставу: Архитектура. У року је положила све испите предвиђене планом и програмом докторских студија са просечном оценом 9,95 и пријавила докторску дисертацију у новембру 2020. године.

Након јавног конкурса „Млади истраживачи“ Министарства просвете, науке и технолошког развоја изабрана је у звање истраживача приправника на Архитектонском факултету Универзитета у Београду. Од јула 2018. године ангажована је на потпројекту „Утицај климатских промена на планирање урбаног и руралног развоја у циљу очувања животне средине“ Проф. др Владана Ђокића (потпројекат бр. 14, у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“, који финансира Министарство просвете науке и технолошког развоја Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања (евиденциони број 43007, руководилац пројекта др Ратко Кадовић, Шумарски факултет у Београду). Од јануара 2020. године након преласка на институционални модел финансирања истраживача МПНТР учествује у раду лабораторије којом руководи ван. проф. др Будимир Судимац. Аутор је пројекта „Испитивање утицаја микроклиматских услова средине на постојаност налаза у Визиторском центру археолошког локалитета 1а Царска палата Сирмијум, у данашњој Сремској Митровици“, који је суфинансиран од стране Министарства културе и информисања Републике Србије 2021. године.

У звању асистента запослена је од октобра 2018. године за ужу научну област Архитектонске конструкције на Департману за архитектонске технологије. Ради у настави на студијским програмима Основних и Интегрисаних академских студија – Архитектура (ОАСА и ИАСА) и на студио пројектима на Мастер академским студијама – Архитектура (МАСА).

Аутор је научних радова објављених у међународним и националним часописима. Од посебног значаја су радови објављени у научном часопису М22 на SCI листи (2 рада), од чега је један рад из теме докторске дисертације.

Пре него што се запослила на факултету радила је у архитектонским бироима као архитекта приправник на изради идејних решења, главних и извођачких пројеката.

14. Изјава о ауторству

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: Александра П. Угриновић
број индекса: 2017 /41013

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

УТИЦАЈ МИКРОКЛИМАТСКИХ ПАРАМЕТАРА НА ОЧУВАЊЕ И ПРЕЗЕНТАЦИЈУ
АНТИЧКИХ МОЗАИКА *IN SITU*: УНАПРЕЂЕЊЕ УСЛОВА СРЕДИНЕ У ВИЗИТОРСКОМ
ЦЕНТРУ ЦАРСКЕ ПАЛАТЕ У СИРМИЈУМУ

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршила ауторска права и користила интелектуалну својину других лица.

У Београду,

Потпис аутора

15. Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме: Александра П. Угриновић

Број индекса: 2017 /41013

Студијски програм: Докторске академске студије / Архитектура и урбанизам

Наслов рада: УТИЦАЈ МИКРОКЛИМАТСКИХ ПАРАМЕТАРА НА ОЧУВАЊЕ И ПРЕЗЕНТАЦИЈУ АНТИЧКИХ МОЗАИКА *IN SITU*: УНАПРЕЂЕЊЕ УСЛОВА СРЕДИНЕ У ВИЗИТОРСКОМ ЦЕНТРУ ЦАРСКЕ ПАЛАТЕ У СИРМИЈУМУ

Ментор: др Будимир Судимац, ванредни професор

Универзитет у Београду – Архитектонски факултет

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предала ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду,

Потпис аутора

16. Изјава о коришћењу

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

УТИЦАЈ МИКРОКЛИМАТСКИХ ПАРАМЕТАРА НА ОЧУВАЊЕ И ПРЕЗЕНТАЦИЈУ АНТИЧКИХ МОЗАИКА *IN SITU*: УНАПРЕЂЕЊЕ УСЛОВА СРЕДИНЕ У ВИЗИТОРСКОМ ЦЕНТРУ ЦАРСКЕ ПАЛАТЕ У СИРМИЈУМУ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучила.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, _____

1. Ауторство. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прерада. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.