

KLIMATSKE PROMENE I NJIHOV UTICAJ NA GRADITELJSKO NASLEĐE I OČUVANJE KULTURNOG IDENTITETA U SRBIJI

Bojan Branković¹

Centar za ekološko obrazovanje i održivi razvoj, Srbija, Trstenik

ORCID iD: Bojan Branković¹ <https://orcid.org/0009-0009-2247-7815>

Prevod originalnog rada na srpski jezik

Apstrakt. Klimatske promene, koje se ispoljavaju kroz globalno zagrevanje i ekstremne meteorološke pojave, predstavljaju jedan od najsloženijih izazova sa dalekosežnim posledicama po kulturno nasleđe. Ovaj rad istražuje determinante očuvanja i zaštite spomenika na teritoriji Republike Srbije. Istraživanje se bavi problemom materijalnih promena koje nastaju usled klimatske neravnoteže, povezujući sociokulturni domen sa oblastima prirodnih nauka. Metodologija istraživanja zasniva se na multidisciplinarnom pristupu i kombinuje empirijsko istraživanje kroz fokus grupe, kvantitativnu obradu podataka i kvalitativnu analizu informacija u okviru zakonodavnih i društveno-pravnih pitanja. Rezultati istraživanja ukazuju da su nivo svesti lokalnog stanovništva i unapređenje monitoringa u jedinicama lokalne samouprave od presudnog značaja za delotvorno očuvanje i procenu klimatskih uticaja. Statistički i kvalitativni podaci naglašavaju potrebu za intenziviranjem regionalne saradnje i kontinuiranim razvojem pravnih propisa. Nalazi rada ukazuju na neophodnost izgradnje nove društvene odgovornosti i ekološke etike kako bi se, kroz modelovanje klimatskih scenarija, obezbedila dugoročna održivost identitetskih obeležja na lokalnom i globalnom nivou.

Cljučne reči: klimatske promene, graditeljsko nasleđe, identitet, konzervacija, životna sredina.

1. UVOD

Kulturna dobra predstavljaju temeljne vrednosti koje čuvaju identitet i istoriju jedne zajednice. U Republici Srbiji njihova pravna zaštita uređena je Zakonom o kulturnom nasleđu [1], koji pruža institucionalnu osnovu za sve aktivnosti prevencije i očuvanja. Ovaj zakonodavni okvir osmišljen je tako da uspostavi koherentan i institucionalno utemeljen sistem upravljanja nasleđem. Takav sistem obuhvata integrisani proces, od početnog otkrivanja, istraživanja i vrednovanja do fizičke konzervacije, savremene interpretacije i strateškog upravljanja kulturnim resursima.

Zakon kategorizuje različite vrste dobara, čime obezbeđuje neophodnu osnovu za sistematsko evidentiranje i preciznu procenu rizika. Takođe propisuje stroge postupke zaštite i mere konzervacije koje neposredno uređuju obaveze i vlasnika i državnih institucija u pogledu preventivnih i interventnih aktivnosti. U kontekstu sve veće izloženosti klimatskim rizicima, pravni okvir naglašava dominantan društveni i javni značaj kulturnih dobara. Ova zakonska odredba opravdava kontinuirani državni nadzor i daje nadležnim organima mogućnost da primene hitne mere očuvanja, čime se obezbeđuje integritet nasleđa pred savremenim ekološkim pretnjama [2,3].

2. METODE ISTRAŽIVANJA

Prateći pristup studije slučaja, empirijski deo ovog rada sproveden je kao kvalitativno-participativno istraživanje. Fokus je bio na svesti učesnika o klimatskim promenama i primeni ekoloških principa ublažavanja posledica, što je procenjivano kroz interaktivnu sesiju predavanja. Ova sesija uključivala je aktivno učešće ispitanika kao ključnih aktera u definisanju problema i proceni brzine i adekvatnosti delovanja u vezi sa uticajima klimatskih promena na ljudski život i ekosisteme [4].

Tokom ciklusa predavanja učesnicima je omogućeno da dopune stečeno znanje i daju povratne informacije odgovaranjem na konkretna pitanja. Time su mogli da predlože stavke i nacрте ekoloških unapređenja primenljivih na ublažavanje klimatskih promena i smanjenje uticaja na kulturna dobra, sa krajnjim ciljem očuvanja kulture i identiteta. Ovo istraživanje posebno naglašava prvo i drugo predavanje, koja se odnose na opštu primenu evropskih politika klimatskih promena i njihovu konkretnu primenu u Republici Srbiji. Dodatno je naglašeno pitanje na koji način ekološka svest utiče na očuvanje nasleđa.

Obrazovni segment istraživanja realizovan je kroz savremeni vanškolski model zasnovan na interaktivnoj radnoj grupi usmerenoj na podsticanje kritičkog mišljenja. Posle svake sesije učesnicima je pružena mogućnost da, u okviru grupne diskusije, daju predloge za očuvanje kulturnog nasleđa. Primenjena metodologija omogućila je kvalitativnu analizu ličnih stavova i predloga neposredno iz fokus grupe, uspešno pretvarajući teorijski diskurs u praktičnu participativnu platformu za jačanje regionalne kulture.

Analiza odgovora ukazuje da ugrožavanje kulturnog nasleđa u Republici Srbiji ne predstavlja samo materijalni gubitak, već i neposrednu pretnju fragmentaciji kolektivnog sećanja i slabljenju identitetskih obeležja. Rezultati potvrđuju da degradacija nepokretnog kulturnog nasleđa vodi depersonalizaciji zajednice i, u krajnjoj liniji, regionalnoj depopulaciji. Zbog toga se zaštita spomenika i arhitektonskih struktura definiše kao važan činilac populacione politike. Kao osnovni motivi za podizanje svesti, ekološki faktori i briga o životnoj sredini utiču na očuvanje istorijskog znanja, dok se obrazovanje u ovoj oblasti prepoznaje kao ključni podsticaj za pretvaranje pasivnog posmatrača u aktivnog učesnika zaštite.

3. KLIMATSKE PROMENE I NJIHOV UTICAJ NA NEPOKRETNOST KULturnO NASLEĐE

Klimatske promene su u osnovi podstaknute neodrživim navikama. Kao posledica prekomerne potrošnje resursa, klima Zemlje menja se znatno brže u poređenju sa njenim prirodnim tokom. Globalno zagrevanje neposredno menja klimatske obrasce i učestalost ekstremnih vremenskih pojava, ne samo povećavajući prosečnu godišnju temperaturu, već i intenzitet hidroloških ciklusa. Ekstremne vremenske nepogode, poput poplava i teških suša [5], neposredne su posledice globalnog zagrevanja. Sagorevanje fosilnih goriva prvenstveno uzrokuje emisije gasova koji dovode do efekta staklene bašte, pri čemu se toplotna energija akumulira u atmosferi i podstiče globalno zagrevanje.

Za očuvanje spomenika neophodno je povezati različite naučne discipline, zakonodavne predloge i strateško upravljanje, uz definisanje konzervacije u novom klimatskom kontekstu [6,7]. Stanovništvo u ovoj oblasti i dalje je nedovoljno informisano. Sa propadanjem spomeničkog nasleđa urušava se i etnografski kontekst.

Globalne klimatske promene ugrožavaju i ekonomski aspekt i pitanje egzistencije [8,9,10]. Strukturna rešenja zahtevaju sistemski pristup. Obezbeđivanje sigurnosti populacione politike neraskidivo podrazumeva očuvanje nasleđa [11,12]. Monitoring i modelovanje moraju se primenjivati kako bi se obezbedio uspeh u sprovođenju mera [13].

4. DUGOROČNA KONZERVACIJA

Klimatske promene više ne predstavljaju samo latentnu pretnju, već osnovni pokretač materijalne degradacije, koja pogađa kamen, drvo, metal, malter, staklo i tekstil. Nepokretno kulturno nasleđe predstavlja istorijski artefakt i obuhvata širok spektar dobara, od arheoloških lokaliteta, monumentalnih srednjovekovnih crkava i katedrala do istorijskih naselja i savremenih spomenika kulture. Izgrađena od raznovrsnih, ali suštinski osetljivih materijala, ova kulturna dobra stalno su izložena opasnosti od degradacije usled atmosferskih i biohemijskih procesa [14,15].

U Republici Srbiji kulturno nasleđe ugrožavaju erozija i bujične poplave, koje neposredno utiču na fizičku održivost. Za uspostavljanje preventivnih strategija neophodno je povezati savremena istraživanja otpornosti materijala [16,17] sa prethodnim procenama rizika. Za dugoročno planiranje konzervacije potrebno je razvijati adaptivne strategije, kao što su unapređeno planiranje drenaže i upotreba materijala otpornih na klimatske promene u restauraciji. Integracija naučnih saznanja ostaje ključni faktor u ovom procesu.

Globalne klimatske promene postaju aktivan i temeljni pokretač koji ubrzava i pojačava ove procese. Dugoročno očuvanje zavisi od temperaturnih oscilacija i, posledično, od hidroloških ciklusa, koji zajedno određuju i definišu klimatske ekstreme [18]. U skladu s tim, ovaj rad posebno razmatra mehanizme očuvanja. Osnivanje posebnog Fonda za monitoring i hitne intervencije, uz prepoznavanje kulturnog nasleđa kao ranjivog dobra duhovnog identiteta, moglo bi predstavljati ključnu meru u procesu očuvanja.

4.1. Adaptacija i inovacije u konzervaciji

Sticanjem znanja o izvornim tehnikama proizvodnje i obrade materijala putem eksperimentalne rekonstrukcije dobijaju se važni podaci za utvrđivanje delotvornih strategija konzervacije i restauracije [19]. S obzirom na intenziviranje klimatskih ekstrema, neophodna je primena praktičnih, konkretnih i proaktivnih rešenja.

Jedna od ključnih strategija podrazumeva ugradnju senzora koji prate vitalne parametre: vlažnost, temperaturu, vibracije i hemijski sastav vazduha. Ovi podaci omogućavaju prediktivno modelovanje i prepoznavanje tačaka ranjivosti pre nego što dođe do katastrofalnog oštećenja [20].

Razvojem nove generacije nanomaterijala ove supstance nalaze primenu kao providni zaštitni premazi na površinama spomenika. Upotreba nanomaterijala u konzervaciji kulturnih spomenika i građevina predstavlja revolucionarnu tehniku, jer omogućava zaštitne tretmane na molekularnom nivou bez promene estetskog izgleda podloge. Oni se retko koriste samostalno i obično se suspenduju u posebnim medijumima ili mešaju sa

tradicionalnim vezivima kako bi se obezbedila kompatibilnost sa izvornim materijalom. Ovi premazi pružaju otpornost na vodu, kiseline i UV zračenje, čime se značajno usporava hemijska i biološka degradacija [21].

4.2. Očuvanje kulturnog nasleđa u Republici Srbiji

Ekološka održivost postepeno slabi usled promena klime Zemlje i savremenih antropogenih uticaja. Integrativnim naučnim pristupom koji koristi sintetičko-analitičku metodu mogu se ponuditi rešenja koja pozitivno odgovaraju na posledice globalnih klimatskih promena. To je neophodno kako bi se izbegle ekstremne posledice koje utiču na zdravlje stanovništva, društvene navike i očuvanje materijalnog i nematerijalnog kulturnog nasleđa. Drugim rečima, odnos prema životnoj sredini mora usvojiti održivi pristup očuvanju. Tako se grade navike i formiraju stavovi prema zaštiti životne sredine, koji se odražavaju i na kulturnu dimenziju [14,18,22].

Klima Republike Srbije je umereno-kontinentalna, ali je tokom poslednje dve decenije zabeležen jasan trend porasta temperatura, što neposredno utiče na stabilnost i dugovečnost kulturnih dobara. Ove promene manifestuju se kroz sve učestalije bujične poplave i produžene periode suše tokom letnje sezone [23,24].

Uticaj klimatskih ekstrema na kulturno nasleđe u Srbiji ogleda se u termo-hidrološkom stresu. To znači da nagli porasti ekstremnih temperatura, sa jedne strane, i povećana vlažnost i mraz, sa druge, naročito utiču na srednjovekovne sakralne objekte, pojačavajući procese slane i mrazne erozije [25].

Intenzivne padavine doprinose geomorfološkoj nestabilnosti tla i mogu neposredno pokrenuti klizišta i odrone na padinama, na primer u oblastima Ponišavlja i zapadne Srbije [26]. Zagađenje vazduha, naročito u urbanim centrima kroz pojavu smoga, pokreće hemijsku degradaciju fasada i spomenika.

4.3. Održivost kulturnog identiteta u savremenim uslovima klimatskih promena

Analizom lokalnih meteoroloških podataka i klimatske tipologije dobijaju se rezultati koji omogućavaju okvirnu procenu rizika i predlaganje mera adaptacije zasnovanih na nacrtima evropskih strategija.

Kako bi se predupredila dezintegracija koja vodi gubitku istorijskog sećanja i prekidu kontinuiteta očuvanja, neophodno je naglasiti centralnu ulogu održivosti kolektivnog identiteta. Dokumentovana i materijalna kulturna dobra, koja su nekada predstavljala ključni segment identiteta, danas su široko ugrožena klimatskim promenama. Uloga očuvanja presudna je za održavanje istorijske svesti i integriteta. Nasleđe oblikuje savremeno društvo i kontinuitet kulturnog porekla [27,25]. Održivost kolektivnog identiteta i zajednica čuva istorijski narativ i štiti od prekida kulturnog kontinuiteta, što je potrebno za isticanje uloge nasleđa u prepoznavanju pripadnosti. U tome se ogleda značaj nasleđa [28,29,30].

5. MEHANIZMI MATERIJALNE DEGRADACIJE

Kamen i metal na izloženim kulturnim spomenicima, kao što su tvrđave i kamene fasade, prolaze kroz stalne cikluse zagrevanja i hlađenja. Izuzetno visoke dnevne temperature tokom letnjih toplotnih talasa, nasuprot hladnim noćima ili naglim prodorima hladnog vazduha, izazivaju brzo širenje i skupljanje materijala. Ovaj ciklus dovodi do zamora materijala, nastanka mikropukotina i, na kraju, odvajanja delova spomenika, što je naročito kritično kod heterogenih materijala [31].

Visoke temperature ubrzavaju hemijske reakcije; u prisustvu zagađivača, sumpor-dioksida (SO₂) i vode (H₂O), nastaju kisele kiše, odnosno sumporna kiselina. Ovaj proces, poznat kao karbonizacija (CO₂) ili kiselna hidroliza, rastvara vezivne materijale kao što su malter i krečnjak, slabi strukturu i dovodi do površinske sulfatizacije [32,33].

Promene regionalne temperature i vlažnosti pogoduju pojavi novih biljnih vrsta prilagođenih izmenjenim klimatskim uslovima. Invazija novih biodeteriogenih predstavlja opasnost, jer njihovi snažni korenovi prodiru u mikropukotine i razaraju kamen i zidove, izazivajući značajnu biomehaničku eroziju [33,34].

Dugotrajni periodi aridnosti, odnosno suše, i intenzivno sunčevo zračenje dovode do brzog isparavanja vode iz pora i pukotina u kamenu. Kako voda isparava, so ostaje. Kada koncentracija soli dostigne kritičnu vrednost, dolazi do kristalizacije, koja povećava unutrašnji pritisak u kamenu i izaziva rasipanje i dezintegraciju površinskih slojeva [34,35].

Pored uticaja vode i temperature, eolska erozija, odnosno erozija vetrom, predstavlja sve veću pretnju, imajući u vidu klimatske projekcije koje uključuju intenziviranje olujnih vetrova i sušnih perioda, čime se povećava količina prašine u atmosferi [36].

Jaki vetrovi nose čestice peska, prašine, sitnog leda ili snega, delujući kao „prirodni brusni papir“. Te čestice udaraju o površinu spomenika i postepeno je grebu, bruse i troše. Vremenom se brišu fini detalji na skulpturama

i natpisima, a osetljive kamene završne obrade bivaju oštećene, što dovodi do nenadoknadivog gubitka istorijske i umetničke vrednosti [37,38].

Vetar neposredno prenosi i odnosi rastresite čestice sa površine građevine. Ovaj proces je najizraženiji kod mekih materijala, poput maltera i peščara, ili na mestima gde je kamen već oslabljen delovanjem soli ili mraza. Deflacija ne uklanja samo oslabljene slojeve već i produbljuje postojeće mikropukotine [39,40,41,43].

Izuzetno jaki olujni vetrovi, poput ciklonskih oluja ili pojačanih udara košave, stvaraju veliki dinamički pritisak na spomenike. Taj pritisak može neposredno polomiti ili odvojiti delove krovova, fasada ili dekorativnih elemenata, a može dovesti i do potpunog urušavanja statički narušenih, visokih ili izloženih struktura, kao što su kule tvrđava [35,42].

6. ZAŠTITA I MONITORING

Strategija zaštite zasniva se na sinergiji fizičke stabilizacije pejzaža i primene naprednih tehnologija. To prvenstveno obuhvata biološku i mehaničku stabilizaciju tla u zonama arheoloških lokaliteta, zajedno sa projektovanjem drenažnih sistema i potpornih konstrukcija oko istorijskih građevina i memorijalnih parkova radi delotvorne kontrole površinskih i podzemnih voda. Suština ovih mera jeste sistematski monitoring koji, putem mreže ugrađenih senzora, omogućava kontinuirano praćenje kritičnih parametara kao što su vlažnost, temperatura i zagađenje vazduha. Ovaj pristup obezbeđuje buduću održivost objekata i omogućava pravovremenu reakciju pre nastanka trajne štete [44].

Pored strukturnih intervencija, savremena konzervacija primenjuje inovativna rešenja poput hidrofobnih i UV-stabilnih nano-premaza na fasadama spomenika i tvrđava, čime se povećava otpornost materijala na termički stres i hemijsku degradaciju. Uporedo sa aktivnim merama, pasivna adaptacija usmerena je na obnovu tradicionalnih sistema ventilacije radi prirodne kontrole unutrašnje vlage. Završni nivo zaštite predstavlja digitalno očuvanje putem masovnog 3D skeniranja i fotogrametrije. Uspostavljanjem centralizovanih digitalnih arhiva i repozitorijuma stvara se poslednja linija odbrane koja garantuje očuvanje arhitektonskih detalja i istorijskih saznanja čak i u slučaju fizičkog razaranja [41,45].

Sprovođenje ovih strateških komponenti zahteva saradnju institucija kao što su zavodi za zaštitu spomenika kulture, geološki instituti i naučne ustanove, čime bi se Srbija pozicionirala kao model proaktivne adaptacije kulturnog nasleđa na globalne klimatske promene. Kulturno nasleđe Srbije dragoceno je svedočanstvo kontinuiranog razvoja i opstanka, ali je istovremeno izloženo stalnom uticaju i prirode i čoveka. Zbog toga je njegovo očuvanje ključno za održivi razvoj i zajednice i identiteta. Savremena konzervacija srednjovekovnog nasleđa u Srbiji, naročito onog smeštenog u rečnim dolinama, u bliskoj budućnosti mora biti usmerena ka klimatskom modelovanju kako bi se definisale potencijalne pretnje, preventivne mere i rešenja.

7. METODOLOGIJA I INTERDISCIPLINARNO ISTRAŽIVANJE

Istraživanje tehnologija uključenih u nastanak i korišćenje materijalnog i nematerijalnog kulturnog nasleđa zahteva primenu inter- i multidisciplinarnih pristupa. Za analizu materijala i njihovog konteksta prvenstveno se koriste arheometrija i geoarheologija [46]. Pored toga, eksperimentalna rekonstrukcija ima osnovni cilj da proveriti i rekonstruiše moguće metode izrade i upotrebe istorijskih i etnografskih predmeta, kao i druge aspekte drevnih praksi i znanja [47].

Primena multidisciplinarnih metodologija od izuzetnog je značaja za istraživanje i zaštitu brojnih lokaliteta kulturnog nasleđa u Srbiji. Imajući u vidu dugu istoriju i raznovrsnost materijala, od praistorijske keramike do srednjovekovne arhitekture, kao i izloženost sve intenzivnijim klimatskim uticajima, precizna primena arheometrije i geoarheologije omogućava detaljnu dijagnostičku procenu njihovog stanja [9,32,48,49].

Radi povećanja delotvornosti obnovljivih materijala, neophodno je sprovesti prevenciju zasnovanu na prognoziranim vremenskim uslovima za određeni period, uz korišćenje sistema ranog upozoravanja. Senzorski sistemi ugrađuju se u objekte kako bi pratili parametre poput relativne vlažnosti vazduha, sadržaja vlage u zidovima i koncentracija atmosferskih zagađivača [46]. Takav monitoring omogućava dobijanje upozorenja u trenutku kada izmerene vrednosti dostignu kritične pragove, što omogućava brzu intervenciju pre nego što dođe do oštećenja fasada i unutrašnjih zidova [46,48].

8. OČUVANJE KULTURNOG NASLEĐA U REPUBLICI SRBIJI

Ekološka neodrživost danas je sve izraženija. Da bi se odgovorilo na ove izazove, neophodno je primeniti integrativni naučni pristup zasnovan na sintetičko-analitičkim metodama. Takav model omogućava oblikovanje primenljivih rešenja za očuvanje nepokretnog kulturnog nasleđa. Održivi pristup zasniva se na izgradnji navika i odgovornosti prema životnoj sredini.

Iako je klima Srbije umereno-kontinentalna, tokom poslednje dve decenije zabeležen je trend zagrevanja. Te promene ispoljavaju se kroz bujične poplave i duge periode suše tokom letnjih meseci [49,13]. Poseban izazov predstavlja termo-hidrološki stres, u kojem se nagli temperaturni skokovi smenjuju sa visokom vlažnošću vazduha i mrazom. Ciklusi temperaturne neravnoteže i zagađenja smogom, zajedno sa visokom vlažnošću i delovanjem mraza, pojačavaju procese slane erozije i osipanja materijala [16].

Dodatni rizici ogledaju se u geomorfološkoj nestabilnosti tla; intenzivne padavine neposredno utiču na pokretanje klizišta i odrona, koji su naročito prisutni na padinama Ponišavlja i zapadne Srbije [30,28]. Detaljnom analizom lokalnih meteoroloških podataka i same klimatske tipologije moguće je precizno proceniti rizike i definisati odgovarajuće mere adaptacije, oslanjajući se na savremene strategije zaštite [50].

Očuvanje kulturnih dobara presudno je i za održavanje kolektivnog identiteta i sprečavanje gubitka istorijskog sećanja. Materijalno nasleđe, koje čini osnovu identiteta, danas je neposredno ugroženo klimatskim promenama. Njegova zaštita postala je imperativ održivosti društvenog integriteta. Identitet čuva istorijski narativ i štiti kulturni kontinuitet, omogućavajući generacijama da kroz nasleđe prepoznaju svoju pripadnost i održavaju neophodnu ravnotežu između prošlosti i budućnosti [51,52,53].

9. METODOLOGIJA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Metodološki okvir zasnovan je na istraživanju kroz fokus grupe, integrišući perspektive stručnjaka za predmetnu oblast i lokalnih saradnika. Kroz strukturisane obrazovne sesije i digitalne alate za procenu, učesnici su formulisali konkretne mere za novi sistem monitoringa. Ovaj pristup ima za cilj ublažavanje štetnih posledica klimatskih promena na kulturno-istorijske građevine, čime se obezbeđuje očuvanje regionalnih tradicija i kolektivnog identiteta.

Ovakva istraživačka struktura pružila je uvid u procese razmene informacija, stvarajući vrednu bazu podataka za definisanje budućih strategija očuvanja kulturnog narativa. Obrazovni segment sproveden je kroz savremeni vanškolski pristup koji afirmiše grupni rad i kritičko mišljenje. Kroz grupne diskusije nakon sesija, teorijski diskurs uspešno je pretvoren u praktičnu platformu, čime je ojačana integracija regionalne kulture i nauke o životnoj sredini.

Posebnim podizanjem ekološke svesti o klimatskim uticajima na nasleđe, građani postaju aktivni učesnici u definisanju procesa zaštite. Kritička procena učesnika omogućila je precizno prepoznavanje modela za neposredno uključivanje lokalne zajednice, dok rad na kraju definiše strategiju sistematskog monitoringa i održivog razvoja nasleđa u uslovima globalne klimatske neravnoteže.

10. REZULTATI

Analiza odgovora ispitanika ukazuje da ugrožavanje kulturnog nasleđa ne izaziva samo materijalnu degradaciju, već pokreće i procese neposredne transformacije identiteta. Takve promene mogu dovesti do fragmentacije kolektivnog istorijskog sećanja i slabljenja društvene kohezije. Rezultati potvrđuju da progresivna degradacija spomenika doprinosi depersonalizaciji lokalne zajednice i povećava rizik od migracija. Nasuprot tome, očuvane strukture predstavljaju ključne simbole stabilnosti i važne faktore u jačanju populacionih politika.

Od posebnog značaja je sposobnost ispitanika da kroz sistematsko obrazovanje u društvenim i prirodnim naukama prepoznaju ključne ekološke izazove. Ovaj obrazovni proces omogućava temeljnu transformaciju pojedinca, od pasivnog posmatrača do proaktivnog učesnika u zaštiti nasleđa. Ispitanici su pokazali holistički pristup, zalažući se za temeljnu reviziju postojećeg zakonodavstva i formiranje specijalizovanih opštinskih službi, poput „eko-patrola“, radi praćenja povezanosti ekoloških navika i klimatske stabilnosti.

11. ZAKLJUČAK

Istraživanje potvrđuje povezanost između kulturnog nasleđa, ekoloških trendova i kulturne dezintegracije podstaknute klimatskim promenama. Identifikovanjem najrazornijih procesa i kategorija rizika, rad naglašava značaj regulatornih sistema za očuvanje infrastrukture.

Suočavanje sa ovim složenim pitanjima zahteva prelazak ka integrisanom naučnom planiranju i temeljnu promenu u percepciji nasleđa. Ključne reforme moraju obuhvatiti redefinisane pravnih okvira i institucionalnih odgovornosti u odnosu na klimatske ekstreme, zajedno sa osnivanjem posebnog Fonda za zaštitu nasleđa radi sistematskog upravljanja rizicima.

Strategije adaptacije moraju biti usmerene na preventivnu konzervaciju kroz inovativne metodologije i tehnologije. U zonama visokog rizika neophodna je primena savremenih standarda i tehnoloških tranzicija. Pored

tehničkih rešenja, ekološko obrazovanje kroz interaktivne pristupe od ključnog je značaja za povezivanje očuvanja nasleđa sa principima održivosti.

Delotvoran monitoring zahteva punu transparentnost u donošenju odluka i fleksibilnost koja uključuje strukturnu bezbednost. Obavezne javne rasprave i dostupnost podataka od suštinskog su značaja za inkluzivno upravljanje. Na kraju, očuvanje nasleđa nije trošak, već strateško ulaganje u identitet. Zdrava životna sredina i briga o istorijskim dobrima neraskidivo su povezani sa ekološkom svešću, obezbeđujući opstanak kolektivnog sećanja i kulturnog kontinuiteta.

LITERATURA

1. Official Gazette of the RS, 2021, Law on Cultural Heritage, Official Gazette of the RS, No. 129, December 28
2. Milunović, D., 2001, Short theoretical introduction into Cultural heritage conservation – law regulative, *Heritage*, 3, pp. 23–31
3. Čelić, D., 2022, Specificities of property rights restrictions on immovable cultural heritage owned by churches and religious communities, *Crkvene studije*, 19(19), pp. 465–482
4. Župunski, V., Pavkov-Hrvojević, M., Bjelić-Čabrilo, O., 2014, Current state and perspectives of ecological research in Vojvodina, *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*, 126, pp. 7–16
5. WMO, 2021, State of the Global Climate 2021, WMO
6. Solomon, S., Plattner, G.K., Knutti, R., Friedlingstein, P., 2009, Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions, *PNAS*, 106(6), pp. 1704–1709
7. IPCC, 2023, Climate Change 2023: Synthesis Report, IPCC
8. Jovanović, P., 2022, Anthropogenic influence on the climate system and the Milanković' cycles: a comparative analysis, *Gazette of the Serbian Geographical Society*, 102(1), pp. 5–20
9. Lazić, J., Stanković, M., 2018, Cultural heritage in the context of unsustainable development and climate change in Southeast Europe, *Proceedings of the Geographical Institute Jovan Cvijić SANU*, 68(1), pp. 91–105
10. Stern, N., 2007, *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press
11. United Nations, 2015, Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change, United Nations
12. McAllister, L.K., 2009, On environmental enforcement and compliance: a reply to Professor Crawford's review of *Making Law Matter*, *George Washington International Law Review*, 40(3), pp. 649–685
13. Stavins, R.N., 2021, The political economy of cap-and-trade, *Journal of Environmental Economics and Management*, 108
14. Cassar, J., Pender, P.S., 2005, *Safeguarding Cultural Heritage from Climate Change*, Routledge, London
15. Langenbach, R., 2017, *The Value of Cultural Heritage and Its Vulnerability to Climate Change*, Report, European Commission
16. Sabbioni, C., Alcamo, L., Camuffo, D., Hodge, C.F., 2008, *Climate Change and Cultural Heritage: Final Report of the EU-funded Project EURIMA*, European Commission
17. Kostadinov, S., Momirović, N., Lazarević, K., Stefanović, T., 2022, Erosion and flash floods in Serbia: experience and perspective of defense, *Water management*, 54(317–318), pp. 81–96
18. ICOMOS, 2019, *The Future of Our Pasts: Engaging Cultural Heritage in Climate Action*, ICOMOS
19. Stanišić, G., Kurtović-Folić, N., 2015, Methods for determination of revitalization potential, *Building materials and structures*, 58(1), pp. 25–57
20. Abd El-Wareth, A., 2024, The role of smart systems in conservation on sustainability of heritage buildings, *Proc. 1st International Conference of the Department of Architecture – Faculty of Fine Arts, Minia University*
21. David, M.E., Ion, R.M., Grigorescu, R., Iancu, L., Ramona, A.B., 2020, Nanomaterials used in conservation and restoration of cultural heritage: an up-to-date overview, *Materials*, 13(9), pp. 2064
22. Stojanović, V., 2009, *Tourism and Sustainable development*, PMF, Novi Sad
23. Anđelković, G., Samardžić, I., Đukić, D., 2020, Research possibilities of extreme hydrological phenomena in Serbia in the function of climate change adaptation, *Proceedings - Faculty of Geography, University of Belgrade*, 68, pp. 5–21
24. Cvetković, V., Gole, S., Renner, R., Lukić, T., 2024, Qualitative insights into cultural heritage protection in Serbia: evaluating legal and institutional gaps, *Preprints.org*
25. Momčilović-Petronijević, A., Petronijević, P., Đorđević, Đ., 2023, Aesthetic degradation of folk architecture objects, *Science+Practice*, 26(1), pp. 11–17
26. Kukela, A., Segliņš, V., 2012, The stability of ancient stone monuments and their preliminary assessment, *Proc. The Pyramids: Between Life and Death*, Uppsala University
27. Mihajlov, A., 2010, Climate predictability as a condition for strategic planning of sustainable development, *Challenges of European Integration*, Faculty of Law and Business Studies, pp. 27–40
28. Đurđević, D., et al., 2020, Field teaching in geophysics: archaeological sites in the Trstenik area, *Proceedings of the First Meeting of the Section for Archaeometry*, Belgrade
29. Mihajlov, A., 2010, Climate predictability as a condition for strategic planning of sustainable development, *Challenges of European Integration*, Faculty of Law and Business Studies, pp. 27–40
30. Momčilović-Petronijević, A., Petronijević, P., 2022, Floods and their impact on cultural heritage—a case study of southern and eastern Serbia, *Sustainability*, 14(22), 14680
31. Barrales, J., Silva, A., de Brito, J., Tadeu, A., 2023, Effects of climate change on rendered façades: expected degradation in a progressively warmer and drier climate – a review based on the literature, *Sustainability*, 15(2), pp. 352
32. Popov, N., 2021, *Impact of Carbon Materials on Carbonization and Chemical Erosion of Concrete*, PhD thesis, University of Novi Sad
33. Đurđević, V., 2013, *Climate Change Impacts on Serbian Agriculture*, UNDP Serbia

34. Reale, R., De Leo, F., Caneva, G., 2020, Composti naturali eco-compatibili per il controllo dei biodeteriogeni, Proceedings of the AIES XI International Conference
35. Sanz Martínez, D., Menéndez, B., David, M.E., 2025, environmental controls on stone erosion rates, *Geoheritage*, 17(3)
36. Đeković, V., Gajić, G., 2006, Morphological modifications of catchments and watercourses as the consequence of surface mining, *Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta, Serija A: Rudarstvo*, 58, pp. 105–111
37. Louvaris, P., Vargemezis, G., Tsourlos, P., 2025, Time-lapse electrical resistivity tomography and ground penetrating radar for moisture monitoring, Proceedings of the 13th IWAGPR, Thessaloniki
38. Basto, C., Pelà, L., Chacón, R., 2016, Open-source digital technologies for low-cost monitoring of historical constructions, *Journal of Cultural Heritage*, 25, pp. 31–40
39. Ficko, I., 2017, Contemporary Exogenous Processes and the Role of Engineering Geology, Bachelor's thesis, Faculty of Geotechnical Engineering, University of Zagreb
40. Pavlović, R., 2008, Mechanisms of aeolian erosion and the factors that condition process, Proceedings of the Faculty of Geography, University of Belgrade, 56, pp. 35–48
41. Putniković, S.M., 2017, Objective Classification of Atmospheric Circulation Over Serbia, PhD thesis, University of Belgrade
42. Stanković, S., Nikolić, M., Jevtić, D., 2017, Bioindicators as a tool for pollution analysis, Proceedings of the Faculty of Technology, Leskovac, 21, pp. 15–26
43. Momčilović-Petronijević, A., Petronijević, P., Đorđević, Đ., 2023, Aesthetic degradation of folk architecture objects, *Science+Practice*, 26(1), pp. 11–17
44. Antonijević, M., Jevtić, D., Jordanov, S., 2021, Material Protection, Beograd
45. Franković, M.Z., 2024, Physical and Chemical Decomposition of Limestones Built into the Buildings of the Belgrade Fortress and the Possibility of Consolidation, Diploma Thesis, Faculty of Mining and Geology, Beograd
46. Lazić, J., Stanković, M., 2018, Cultural heritage in context of unsustainable development in Eastern-southern Europe, Proceedings of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SANU, 68(1), pp. 91–105
47. Government of the Republic of Serbia. 2021 Spatial plan of the Republic of Serbia from 2021 to 2035. Belgrade.
48. Basto, C., 2015, Study on Possibilities for Low-cost Monitoring of Historical Structures, Master Thesis, Technical University of Catalonia, Barcelona
49. Čelić, D., 2022, Peculiarities of restrictions on property rights on immovable cultural assets owned by churches and religious communities, *Church studies*, 19(19), pp. 465–482
50. Knežević, S., Marković, B., 2016, Geological structure of Serbia, *Gazette of the Natural History Museum in Belgrade*, 65(1), pp. 15–30
51. Stanojević, G., Janjušević, B., Lazić, L., 2020, Impact of climate change on cultural heritage, *Sociology and Space*, 58(2), pp.
52. Cvetković, V., Gole, S., Renner, R., Lukić, T., 2024, Qualitative insights into cultural heritage Tosić, I., 2023, Securing religious buildings – challenges and possible solutions, in: *Contemporary State-ecclesiastical Law*, Faculty of Law, University of Belgrade, Belgrade
53. Čelić, D., 2022, Peculiarities of restrictions on property rights on immovable cultural assets owned by churches and religious communities, *Church studies*, 19(19), pp. 465–482

Autor za korespondenciju: Bojan Branković | bojan89.brankovic@gmail.com