

# Konzervatorsko-restauratorska istraživanja na stećcima s lokaliteta Crljivica pokraj Ciste Velike

Vinka Marinković

Vinka Marinković  
Hrvatski restauratorski zavod  
Restauratorski odjel Split  
vmarinkovic@h-r-z.hr

Izvorni znanstveni rad/  
Original scientific paper  
Primljen/Received: 2. 5. 2016.

UDK  
7.025.3/.4-032.5:[726.825(497.5 Cista Velika)]“653”

DOI:  
<http://dx.doi.org/10.17018/porta.2016.3>

**SAŽETAK:** Na stećcima s lokaliteta Crljivica pokraj Ciste Velike od 2013. do 2016. godine provedena su konzervatorsko-restauratorska istraživanja i probni radovi. Zahvati su izvedeni s ciljem procjene stanja opće očuvanosti stećaka i cijeloga lokaliteta, odabira najpogodnijih restauratorskih materijala i metoda te stvaranja plana sustavne i dugoročne zaštite stećaka. Zbog specifičnosti lokaliteta i problematike propadanja, u projekt su uključeni raznovrsni stručnjaci. Istraživanja su usporedno obavljana na terenu (*in situ*) i u laboratoriju, a rezultati su polivalentni. Dobivene su spoznaje o provenijenciji stećaka, smjernice o mogućnostima zaštite lokaliteta, ali i nove informacije o učinkovitosti uvriježenih (konvencionalnih) metoda i materijala za restauraciju kamena.

**KLJUČNE RIJEČI:** *stećci, konzervacija-restauracija kamena, biološko raslinje, biocidna sredstva, srednjovjekovni kamenolomi, površinska zaštita kamena, amonij-oksalat*

**B**ilig, kâm, mramor, zlamen, grčko groblje i divovsko kamenje - samo su neki od mnogih sinonima koji su se među lokalnim stanovništvom upotrebljavali kao naziv za monolitne srednjovjekovne nadgrobne spomenike evidentirane na širem području Bosne i Hercegovine te na pojedinačnim zonama Hrvatske, Srbije i Crne Gore.<sup>1</sup> Danas se, među narodom i strukom, uvriježio popularni naziv stećci. Lokaliteti (nekropole) stećaka uglavnom se formiraju uz glavne povijesne putove, a grobovi su koncentrirani u skupinama koje mogu varirati od nekoliko primjeraka do nekoliko stotina. Stećci mogu biti položeni ili uspravni, odnosno sanduci, ploče, sljemenjaci ili stupovi, stele ili krstače. Ukrašeni su plitkim i jednostavnim reljefnim ukrasima i simbolima, rjeđe natpisima. Topografija, tipologija i način ukrašava-

nja stećaka u cijeloj regiji danas su dobro poznati, prije svega zahvaljujući znanstvenicima poput Č. Truhelke, Š. Bešlagića i M. Wenzel.<sup>2</sup> Međutim, o stećcima se općenito još uvijek malo zna, a aktualne dvojbe odnose se na pitanja njihova nastanka, pripadnosti pokopanih pokojnika, klesarskih radionica koje su izrađivale spomenike i simboličkih poruka koje reljefi nose. Razlog njihove neistraženosti, povijesno-umjetničke i arheološke, jest u relativnoj nepopularnosti, odnosno činjenici da se nekropole formiraju u ruralnim (ponekad i nepristupačnim) zonama. Stećci su robusnog izraza, a reljefi naivnog i jednostavnog izričaja. Naime, stećci su se pojavili u drugoj polovici 12. stoljeća, a najčešće se postavljaju u 14. i 15. stoljeću. U to vrijeme na dalmatinskoj obali događa se procvat renesanse, djeluju umjetnici poput Nikole Fi-



1. Lokalitet Crljivica, pogled na vrtaču s bunarima (fototeka HRZ-a, snimio J. Kliska, 2013.)  
*Crljivica site, view of a sinkhole with water wells (Croatian Conservation Institute Photo Archive, J. Kliska, 2013)*

rentinca i Jurja Dalmatinca te se grade monumentalne građevine poput katedrale sv. Jakova u Šibeniku. Stoga i nije neobično što su stećci prilikom valorizacije umjetnosti toga doba ostali nepravedno po strani, a njihovo je istraživanje ovisilo o entuzijazmu pojedinih znanstvenika. U tom kontekstu, međutim, vrijedno je spomenuti velik broj amatera-istraživača koji su se neumorno bavili očuvanjem i analizom stećaka.<sup>3</sup> Postojanje velikog broja sinonima spomenutih na početku teksta, ali i narodnih predaja i legendi vezanih uz stećke, potvrđuju njihovu popularnost među narodom. Lokalno stanovništvo uvijek je mistificiralo nepoznato, cijenilo ono čime raspolaže, ali i nerijetko intuitivno prepoznavalo kvalitetu.

Kada sagledamo većinu nekropola stećaka u cijeloj regiji, možemo zaključiti da nose više različitih elemenata koji pridonose njihovoj vrijednosti. Prije svega, gotovo svaka nekropola sadrži iznimno velik broj kamenih spomenika s reljefima koji svjedoče o tadašnjim običajima. Ispod zemlje krije se nepregledan broj arheoloških nalaza koje tek treba istražiti i staviti u (povijesni) kontekst. Priroda koja okružuje nekropole za svaki je lokalitet specifična i raznovrsna, a gotova svaka sadrži endemske vrste. Dakle, pojednostavnjeno rečeno - nekropole stećaka su slojeviti sklopovi povijesne, prirodne, etološke i ambijentalne vrijednosti. Zbog navedenih osobitosti, njihova se vrijednost

i puni potencijal ipak prepoznaju, a pojedini lokaliteti stećaka upisani su na Popis svjetske baštine UNESCO-a.<sup>4</sup>

### **Crljivica: specifičnosti lokaliteta i uzroci propadanja stećaka**

Lokalitet Crljivica nalazi se u Dalmatinskoj zagori, na zapadnom dijelu Imotske krajine, na razmeđu glavne ceste između Ciste Velike i Ciste Provo. Lokalitet ima nekoliko faza razvoja od prapovijesti do kasnog srednjeg vijeka. Tri su dijela: Mala gomila (Mala Crljivica), Velika gomila (Velika Crljivica) i vrtača s bunarima (sl. 1). Najvažniju fazu predstavlja upravo srednjovjekovno groblje sa stećcima nastalim tijekom 14. i 15. stoljeća (Velika i Mala gomila) (sl. 2). Riječ je o jednom od najsačuvanijih groblja takvog tipa u Hrvatskoj s najvećim brojem stećaka (oko 90). Oni su ukrašeni različitim motivima (križevi, polumjeseci, zvijezde, vegetabilni motivi, scene lova, scene ljudi u kolu /sl. 3/, prikazi dvoboja itd.), a na dva stećka sačuvani su i natpisi na bosančici.<sup>5</sup>

Kroz povijest se na lokalitetu dogodio niz zahvata koji su utjecali na njegovo stanje. Pri proširenju ceste, stećci su jednim dijelom razmaknuti i premješteni s izvornih lokacija.<sup>6</sup> Međutim, većina oštećenja nastaje ponajprije zbog toga što su spomenici na otvorenome, izravno izloženi svim atmosferskim utjecajima. Velik dio Imot-



2. Crljivica, Velika gomila, bočni pogled na stećak (fototeka HRZ-a, snimila N. Vasić, 2013.)

*Crljivica, Velika Gomila, side view of a stećak (Croatian Conservation Institute Photo Archive, N. Vasić, 2013)*



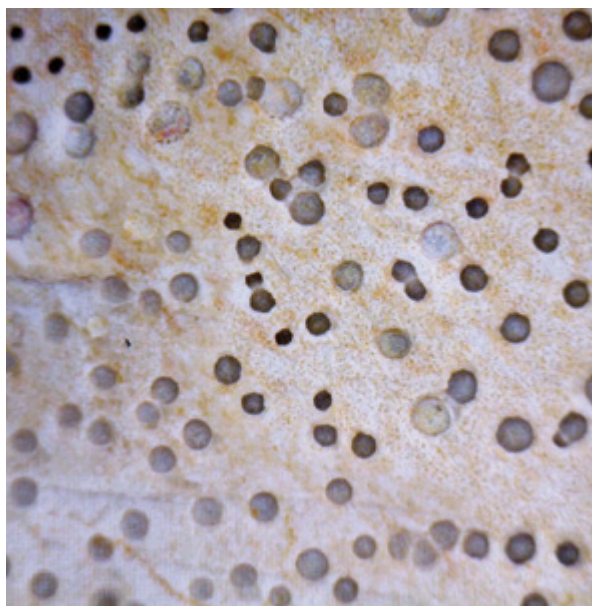
3. Crljivica, Velika gomila, pogled na oštećeni stećak (fototeka HRZ-a, snimila N. Vasić, 2013.)

*Crljivica, Mala Gomila, view of a damaged stećak (Croatian Conservation Institute Photo Archive, N. Vasić, 2013)*



4. Crljivica, Mala gomila, detalj oštećenja (fototeka HRZ-a, snimila V. Marinković, 2013.)

*Crljivica, Mala Gomila, detail of the injury (Croatian Conservation Institute Photo Archive, V. Marinković, 2013)*



5. Oštećenje pod povećanjem na površini stećka uzrokovanih aktivnošću lišaja (fototeka HRZ-a, snimila V. Marinković, 2013.)

*Injury on the stećak surface caused by lichen activity, magnified view (Croatian Conservation Institute Photo Archive, V. Marinković, 2013)*

ske krajine (pa tako i lokalitet Crljivica) u klimatskom je pogledu pod utjecajem mediteranske klimatske struje. Hladni prodori vjetera sa sjevera bitno utječu na vremenske uvjete pa su na tom području zime oštre. Zimske noćne i jutarnje temperature kreću se oko  $0\text{C}^{\circ}$ , a nerijetko se zabilježi i do  $-13\text{C}^{\circ}$ . Ljeta su naprotiv suha i sparna, s temperaturama višim i od  $30\text{C}^{\circ}$ . Velike temperaturne dilatacije i klimatske specifičnosti lokaliteta jedan su od

glavnih uzroka propadanja kamena. Na stećcima su evidentirana brojna strukturna oštećenja u obliku pukotina i lomova koji su uzrokovani aktivnošću mraza. Obilne padaline uzrokovale su niz oštećenja na kamenu (sl. 4), što je pospješeno niskim temperaturama i onečišćenjem atmosfere. Naime, kamen na otvorenome najviše propada zbog učestalih mehaničkih udara kišnih kapi i tuče (erozija) te kemijskog djelovanja vode, tj. kišnice (korozija).



6. Hidromehaničko čišćenje stećka na Velikoj gomili (fototeka HRZ-a, snimila V. Marinković, 2013.)  
*Hydromechanical cleaning of stećci in Velika Gomila (Croatian Conservation Institute Photo Archive, V. Marinković, 2013)*

Posljednje je najizraženije kad je temperatura zraka malo iznad nule, jer tada voda sadrži najviše otopljenog CO<sub>2</sub>, odnosno ima najnižu pH-vrijednost.<sup>7</sup> Kombinacija tih parametara učestala je na lokalitetu Crljivica.

Na stećcima je detektiran širok spektar mikroorganizama (lišajeva, bakterija, cijanobakterija i gljivica). Dugoročna izloženost kamena utjecaju biološkog raslinja (mikroorganizama) negativno utječe na njegovu strukturu. Bakterijske populacije i alge svojom metaboličkom aktivnošću proizvode polimere, koji kao sluzava i kompleksna masa imaju osnovnu ulogu u zaštiti mikroorganizama (od sušenja, zračenja, erozije itd.). Sluzave površine mikrobog biofilma favoriziraju prihvaćanje lebdećih čestica iz zraka, što dovodi od formiranja tvrdih naslaga i patine na kamenu. Povećavanje biomase na kamenim površinama potiče proizvodnju hranjivih tvari, što omogućuje kolonizaciju drugih mikroorganizama te se na taj način ubrzavaju procesi biološke razgradnje kamena.<sup>8</sup> Međutim, za kamen su ipak najštetniji endolitski lišajevi koji proizvode najviše nagrizajućih tvari u obliku organskih i anorganskih kiselina.<sup>9</sup> Oni se uvlače u porni prostor kamena i po nekoliko milimetara (sl. 5). Na taj način snižava se površina kamena, briše oštrina reljefa te se otvara put drugim procesima degradacije.

### Cilj projekta, kreiranje metodologije i odabir pristupa

Posljednjih nekoliko godina konzervatorsko-restauratorski zahvati na stećcima zabilježeni su na lokalitetu Novakovo Greblje pokraj Čepikuća kod Slanoga,<sup>10</sup> stećcima na trasi autoceste kod Novih Sela (između Vrgorca i Metkovića)<sup>11</sup> te na stećcima s nekropole Bijača (Galića ograda) kod Ljubuškog.<sup>12</sup> Nedavno su provedeni konzervatorsko-

restauratorski radovi na stećcima s Radimlje u Bosni i Hercegovini, a arhivska dokumentacija Restauratorskog zavoda Hrvatske sadrži podatke i o restauratorskim zahvatima na tom lokalitetu 1987. godine.<sup>13</sup> Dokumentacija o navedenim radovima svjedoči o vrlo sličnim metodološkim pristupima. Međutim, među spomenutim projektima zamijećene su različitosti u pristupima i primjeni materijala. Navedeno je uglavnom uvjetovano geološkim položajima lokaliteta, petrografskim karakteristikama i stupnjem propadanja kamena.

Cilj istraživanja od 2013. do 2016. godine na lokalitetu Crljivica bio je usavršiti i proučiti metodologiju konzervatorsko-restauratorskih radova, znanstveno opravdati i ispitati dugoročnu učinkovitost metoda i materijala te ispitati njihovu potencijalnu opasnost za spomenik, lokalitet i okoliš.<sup>14</sup> U navedenom razdoblju osmišljen je sustavni pristup konzervaciji stećaka koji se temeljio na dosadašnjim iskustvima zaštite, a uključivao je: zahvate čišćenja i uklanjanje biološkog raslinja (sl. 6), preventivni tretman koji usporava novi obraštaj lišaja, popunjavanje oštećenja, konsolidaciju i površinsku zaštitu kamena. Istražni i probni konzervatorsko-restauratorski radovi trebali su precizirati odgovore na nekoliko ključnih pitanja:

1. O kojoj vrsti kamena je riječ i jesu li svi stećci izrađeni od iste vrste kamena?
2. Ako se upotrebljavaju kemijska sredstva za sprječavanje rasta vegetacije i mikroorganizama, koja vrsta sredstva (biocida) je najučinkovitija?
3. Koja vrsta površinske zaštite je najpogodnija za neku vrstu kamena i mikroklimatske uvjete na terenu te na koji način je aplicirati?

Prilikom istraživanja materijala razmatrana su standardna dostupna sredstva na hrvatskom tržištu. Kao biocidna sredstva odabrana su komercijalna sredstva na bazi kvartarnih amonijevih soli. Za površinsku zaštitu kamena, nakon razmatranja uzroka propadanja i petrografskih analiza kamena, odabran je amonijev oksalat. Kompleksnost istraživanja i specifičnost lokaliteta zahtijevala je angažman multidisciplinarnog tima. U istraživanja je uključen Prirodoslovni laboratorij HRZ-a, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mineraloško-petrografski zavod) i Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Splitu (Odjel za biologiju).<sup>15</sup>

U nastavku se iznose rezultati najvažnijih istraživanja. Svako istraživanje je zasebna cjelina te se planira i zasebno publiciranje uz detaljno obrazloženje metoda i materijala.<sup>16</sup>

### Biološka istraživanja na stećcima: identifikacija mikroflora i testiranje učinkovitosti biocidnih sredstava

Cilj bioloških istraživanja bila je determinacija mikroflora na stećcima te ispitivanje učinkovitosti biocidnih sredstava. Praćenje biološke rasprostranjenosti i identifikacija mikroflora važni su zbog planiranja konzervatorsko-restauratorskog zahvata, izbjegavanja mogućih nepoželjnih fizikalno-kemijskih promjena na tretiranim objektima, ali i održavanja ekološke ravnoteže lokaliteta.

Od 2014. do 2016. godine provedena su terenska istraživanja i skupljanje obraštaja lišajeva s površine kamenih stećaka.<sup>17</sup> Identifikacija je provedena na temelju anatomije, morfoloških obilježja i stanične strukture uzorkovanih lišajeva. Evidentirano je 18 vrsta lišajeva.<sup>18</sup> Na temelju terenskog pregleda utvrđeno je da prema učestalosti i ukupnoj rasprostranjenosti na stećcima dominiraju sljedeće vrste: *Verrucaria marmorea*, *Diplotomma venustum*, *Caloplaca flavescens*, *Lecidea grisella* te *Collema fuscovirens*.<sup>19</sup>

U istraživanju je na površini stećaka zamijećeno više vrsta mahovina, a uzorkovanjem i nasijavanjem na hranidbene podloge evidentiran je širok spektar bakterija, gljivica, plijesni, cijanobakterija i zelenih algi. O njihovoj

**Tab 1.** Identifikacija mikroorganizama iz uzorka strugotine sa stećka br. 22 na lokalitetu Crljivica (izradila A. Maravić, 2016.)  
*Identification of microorganisms from a scrape sample of stećak no. 22 from the Crljivica site (made by A. Maravić, 2016)*

LOKALITET CRLJIVICA, VELIKA GOMILA STEĆAK BR. 22	
<b>Bakterije</b>	
Firmicutes	
<i>Paenibacillus</i> sp.	
<i>Bacillus</i> sp.	
<i>Clostridium</i> sp.	
Proteobacteria	
<i>Pseudomonas viridiflava</i>	
Bacteroidetes	
<i>Chryseobacterium indologenes</i>	
<b>Fungi</b>	
<i>Candida albicans</i>	
<i>Trichosporon</i> sp.	

rasprostranjenosti i ukupnoj učestalosti ne može se govoriti bez detaljnijih analiza. U tablici br. 1 donosi se rezultat identifikacije mikroorganizama iz uzorka strugotine sa stećka br. 22 na temelju mikromorfologije, biokemijskih obilježja i sekvenciranja 16SrRNA gena (**tablica 1**).<sup>20</sup>

S obzirom na stupanj oštećenja koje mikroorganizmi stvaraju na površini kamena, odlučeno je da se na testnim zonama mikroorganizmi pokušaju ukloniti. Intencija je bila da se čišćenje temelji na biološkim i alternativnim tretmanima bez primjene biocidnih sredstava. Međutim, alternativna metoda čišćenja koja ne uključuje primjenu biocidnih sredstava, na lokalitetu Crljivica nije se pokazala uspješnom.<sup>21</sup>

**Tab 2.** Osnovna obilježja biocida korištenih u postupcima istraživanja antibakterijske i antifungalne aktivnosti (izradila M. Skočibušić, 2016.)  
*Basic features of biocides used in the investigation of antibacterial and antifungal activity (made by M. Skočibušić, 2016)*

KOMERCIJALNI NAZIV	KEMIJSKI SASTAV	LC 50	TESTIRANE KONCENTRACIJE (% v/v)
Asepsol- Eko	propan-2-ol, didecildimetil amonijklorid	rakovi: 3,8 mg/L	3
Biotin T	n-octil-izotiozolinon, N,N-didecill-N,N-dimetilamonij klorid	miš: 300 mg/kg	3
Cetavlon-V	mješavina trimetiltetradecil amonij bromid	nema	3

**Tab 3.** Rezultati antibakterijskog i antifungalnog djelovanja biocida metodom disk difuzije (izradila M. Skočibušić, 2016.)  
*Results of antibacterial and antifungal workings of biocide using the method of disc diffusion (made by M. Skočibušić, 2016)*

MIKROORGANIZMI	PROMIJER ZONE INHIBICIJE (MM)		
	ASEPSOL	BIOTIN -T	CETAVLON-V
<b>Gram-positive bacteria</b>			
Bacillus cereus	17,5	22,7	27,6
Staphylococcus aureus	21,2	24,3	31,6
Clostridium perfringens	19,8	25,2	29,3
<b>Gram-negative bacteria</b>			
Pseudomonas aeruginosa	18,4	19,2	25,8
Chryseobacterium indologenes	16,9	20,1	27,1
Stenotrophomonas maltophilia	17,3	16,8	23,7
<b>Fungi</b>			
Candida albicans	21,4	28,4	32,8
Penicillium sp	19,8	24,1	30,7

U laboratoriju i *in situ* ispitana je učinkovitost komercijalnih biocidnih sredstava različitog kemijskog sastava: *Cetavlon V* (proizvođač: Genera), *Asepsol Eko* (proizvođač: Pliva) i *Biotin T* (proizvođač: C.T.S).<sup>22</sup> U svim slučajevima korištena je 3%-tna otopina u destiliranoj vodi (% v/v). U tablici br. 2 prikazana su osnovna obilježja i kemijski sastav navedenih biocidnih sredstava (**tablica 2**).

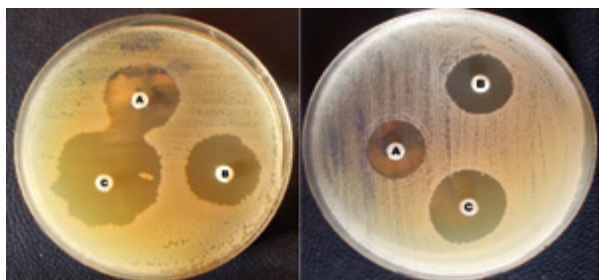
Prva preliminarna istraživanja provedena su *in vitro* na različitim vrstama bakterija i gljivica koje su prethodno izolirane s površine kamenih stećaka. Primijenjena je metoda disk-difuzije uz primjenu navedenih biocidnih sredstava. Rezultati su pokazali da svi ispitivani biocidi imaju snažno antibakterijsko djelovanje na gram-pozitivne i gram-negativne bakterije te snažan antifungalni učinak na rast kvasnica *Candida albicans* i plijesni *Penicillium sp.*<sup>23</sup> Od ispitivanih biocida *Cetavlon V* ima najveći stupanj antibakterijskog i antifungalnog djelovanja, zatim *Biotin T* i *Asepsol Eko* (**tablica 3; sl. 7, 8**).

Rezultati učinkovitosti biocidnih sredstava testirani su i na obraštaju zajednica lišajeva (lihenoflora). Testiranja su provedena u laboratorijskim uvjetima i *in situ*.

U laboratorijskim uvjetima testiran je fragment uzorkovan iz okoliša lokaliteta na kojem je identificirana slična lihenoflora kao i na stećcima. Ulomak su kolonizirali korasti endolitski lišajevi, od kojih su dominantne vrste

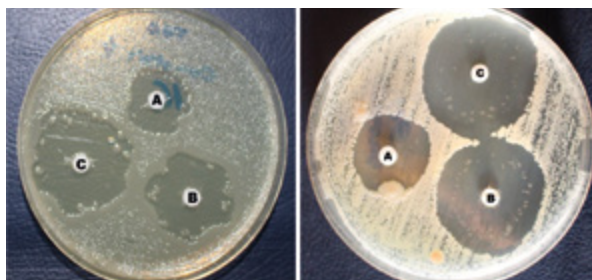
*Bagliettoa marmorea*, *Verrucaria nigrescens* te epilitski lišajevi *Lecanora muralis*, *Lecanora sulfurea* i *Aspicilia calcarea* (**sl. 9**). Uzorak je tretiran dva puta odabranim biocidnim sredstvima u razmaku od tjedan dana. Potom je iščetkan i ispran destiliranom vodom te promatran makroskopski i pod mikroskopom. Dobiveni rezultati ukazuju na djelomičnu učinkovitost ispitivanih biocida u uklanjanju obraštaja lišaja s tretiranog kamena. *Asepsol Eko* i *Cetavlon V* pokazali su veću učinkovitost u uklanjanju površinskog obraštaja lišaja u odnosu na *Biotin T* (**sl. 10**). Endolitske vrste lišaja *Verrucaria nigrescens* i *Bagliettoa marmorea* najotpornije su na djelovanje ispitivanih biocidnih sredstava, na što ukazuje neoštećena kora lišaja. Epilitski lišaj *Lecanora muralis* uspješno je uklonjen nakon tretmana *Asepsolom Eko* i *Cetavlonom V*, a pokazao je visok stupanj otpornosti na tretman *Biotinom T*. Stanična vitalnost lišaja *Verrucaria nigrescens* oštećena je djelovanjem *Cetavlon V*, dok su ostala dva biocida pokazala slabiji potencijal u eliminaciji obraštaja ispitivane vrste.

*In situ* je provedeno ispitivanje na stećku br. 14.<sup>24</sup> Identificirani su korasti endolitski lišajevi, od kojih su dominantne vrste *Bagliettoa marmorea* i *Verrucaria nigrescens* i epilitski lišajevi *Lecanora muralis*, *Lecanora sulfurea* i *Aspicilia calcarea*. Na referentnu plohu kistom su aplicirane otopine biocida do zasićenja. Nakon dvadeset dana kon-



7. Antimikrobni učinak biocida: a) *Asepsol Eko*, b) *Biotin T* i c) *Cetavlon V* na gram-pozitivne bakterije *Bacillus cereus* i *Clostridium perfringens* metodom disk-difuzije (M. Skočibušić, 2016.)

*Antimicrobial effect of biocides A – Asepsol Eko, B – Biotin-T and C – Cetavlon-V on Gram-positive bacteria Bacillus cereus and Clostridium perfringens using the method of disc diffusion (M. Skočibušić, 2016)*



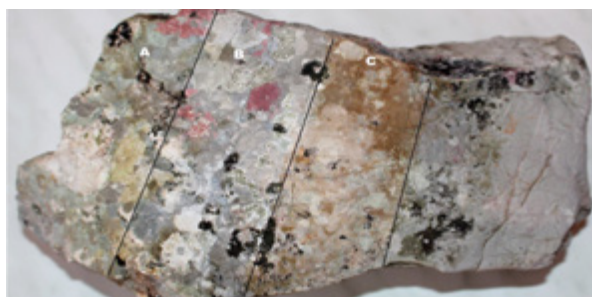
8. Antimikrobni učinak biocida: a) *Asepsol Eko*, b) *Biotin T* i c) *Cetavlon V* na gram-negativnu bakteriju *Pseudomonas aeruginosa* i kvasnicu *Candida albicans* metodom disk-difuzije (M. Skočibušić, 2016.)

*Antimicrobial effect of biocides A – Asepsol Eko, B – Biotin-T and C – Cetavlon-V on Gram-negative bacteria Pseudomonas aeruginosa and yeast Candida albicans using the method of disc diffusion (M. Skočibušić, 2016)*



9. Izgled kamena s obraštajem lišaja prije tretmana biocidima, sakupljenog na lokalitetu Crljivica, Cista Velika (M. Skočibušić, 2016.)

*Appearance of the stone overgrown with lichen from the Crljivica site, Cista Velika, before treatment with biocide (M. Skočibušić, 2016)*



10. Izgled kamena s obraštajem lišaja prije i nakon tretmana biocidima: a) *Asepsol Eko*, b) *Biotin T* i c) *Cetavlon V*, uzetog na lokalitetu Crljivica, Cista Velika (M. Skočibušić, 2016.)

*Appearance of the stone overgrown with lichen, before and after the treatment with biocides A – Asepsol Eko, B – Biotin-T and C – Cetavlon-V, taken from the Crljivica site, Cista Velika (M. Skočibušić, 2016)*

troliran je stupanj oštećenja ili eliminacije lišajeva te je uspoređen s kontrolnom plohom na temelju mikrofotografija i mikroskopskih analiza staničnih struktura prikupljenih lišajeva. Nakon tretmana uočena je djelomična učinkovitost u eliminaciji i oštećenju stanične strukture epilitskih i endolitskih koloniziranih lišajeva. *Cetavlon V* pokazao je najveću učinkovitost u eliminaciji većeg broja lišajeva. *Verrucaria nigrescens* uklonjena je *Cetavlonom V*, dok su tretmani *Asepsolom Eko* i *Biotinom T* imali samo djelomični učinak. Endolitska vrsta lišaja *Bagliettoa marmorea* oštećena je djelovanjem *Asepsola Eko*, dok su stanične strukture manje oštećene utjecajem *Cetavlon V*, a potpuno neoštećene djelovanjem *Biotina T*. Suprotno iskustvima u laboratoriju, korasti lišajevi *Lecanora muralis*, *Lecanora sulfurea* i *Aspicilia calcarea* u ovoj fazi testiranja pokazali su otpornost na testirane biocide.

### Petrografska analiza kamena i pitanje podrijetla kamenoloma

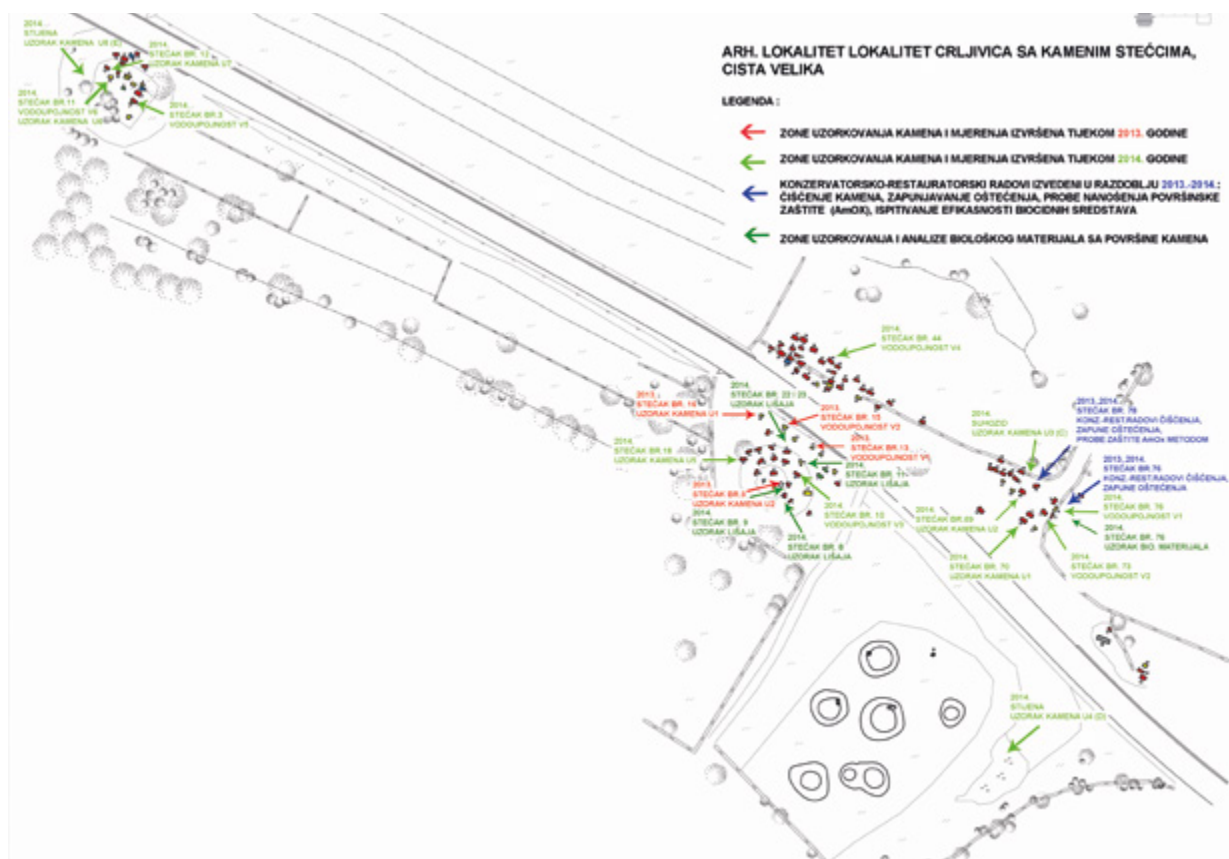
O klesarskim radionicama i korištenju kamena od kojega su sazdani stećci vrlo malo se zna. Sasvim je logično da

se za izradu stećaka koristio najbliži lokalni kamen, što je u znanstvenim krugovima danas prihvaćeno mišljenje.<sup>26</sup> Većina autora smatra da su kamenolomi iz kojih su vađeni masivni kameni blokovi za stećke bili pozicionirani vrlo blizu nekropola, kako bi se što lakše transportirali na lokalitet.<sup>27</sup> A. Benac navodi da se kamen za nekropolu u Radimlji rezao u stijeni pokraj Ošaničkog brda, a za stećke u Olovu ustvrdio je kamenolom u Bogdanovićima, dok L. Katić spominje ostatak stećka u majdanu kamena pokraj Zagvozda, kao i majdane kamena u Zadužbini i Cisti Velikoj (južno od lokaliteta Crljivica), u kojima je također evidentiran po jedan nedovršen stećak.<sup>28</sup> Tragove vađenja kamena u okolici lokaliteta Crljivica danas nije moguće utvrditi, premda je teren u više navrata rekognosciran.<sup>29</sup> Ostaci kamenoloma i tragovi vađenja kamena dobro su prekriveni vegetacijom. Kamenolomi iz kojih su vađeni blokovi za stećke vjerojatno su bili improvizirani i mnogo manji nego što mi danas pretpostavljamo, imajući u vidu sliku dobro organiziranih povijesnih kamenoloma.<sup>30</sup> Navedeno potvrđuje dobro sačuvan i jasno vidljiv kamenolom pokraj nekropole stećaka Brotnice

**Tab 4.** Rezultati mineraloško-petrografske analize kamena (izradio D. Mudronja, 2015.)  
*Results of mineralogical and petrographic analysis of stone (made by D. Mudronja, 2015)*

LAB. BR. UZORKA	MJESTO I ZONA UZORKOVANJA UZORKOVANJA	VRSTA KAMENA
19170	Crljivica, Mala gomila, stećak-sljemenjak br. 11	Peloidalni bajston
19171	Crljivica, Mala gomila, stećak-ploča br. 12	Biopelmikritni vekston-pekston (gornja kreda)
18051	Crljivica, Velika gomila, stećak-sljemenjak br. 16	Dolomitizirani biomikritni vekston (gornja kreda)
19169	Crljivica, Velika gomila, stećak-ploča br. 18	Dolosparit, kasnodijagenetski dolomit
20519	Crljivica, Velika gomila, stećak-ploča br. 62	Biopelmikritni pekston (gornja kreda)
19168	Crljivica, Velika gomila, stećak-ploča br. 69	Onkoidni floutston (gornja kreda)
19167	Crljivica, Velika gomila, stećak-ploča br. 70	Dolomitizirani vapnenac (madston)
19173	Crljivica, stećak-sljemenjak, danas u MHS-u	Biomikritni vekston (gornja kreda)
19516	Crljivica, C uzorak sa suhozida	Breča
19517	Crljivica, D uzorak stijene nasuprot bunara	Biopelmikritni pekston (gornja kreda)
19518	Crljivica, E uzorak s „Male gomile“	Dolomitna breča
19163	Lovreć, 1 stećak-ploča br. 3	Bioklastični pekston (gornja kreda)
19164	Lovreć, 2 stećak-ploča br. 12	Biomikritni vekston (gornja kreda)
19521	Lovreć, A uzorak iz suhozida	Bioklastični floutston (gornja kreda)
19165	Zadužbina, stećak-ploča br. Z3	Biopelmikritni pekston-vekston (gornja kreda)
19166	Zadužbina, stećak-ploča br. Z4	Biopelmikritni pekston-vekston (gornja kreda)
19522	Zadužbina, uzorak B suhozid	Breča
19172	Bisko, stećak-sljemenjak br. 2	Biomikritni vekston (gornja kreda)
19520	Bisko, stećak-sljemenjak br. 4	Biopelmikritni pekston-vekston
19519	Bisko, uzorak F kamena s gomile	Bioklastični floutston (gornja kreda)





11. Grafička snimka lokaliteta Crljivica s označenim zonama uzorkovanja, mjerenja i konzervatorsko-restauratorskih radova (izradila V. Marinković)

Graphic depiction of the Crljivica site with marked zones of sample collecting, measurements and conservation work performed (drawn by V. Marinković)

u Konavlima u kojemu su sačuvani ostaci nedovršenih i puknutih stećaka te dosta sipine nastale klesanjem i obradom kamena. Kamenolom je na brdu, a blokovi su se vadili tako da je korištena prirodna formacija i geološki slijed terena. Naime, površina je već prirodno oblikovana u masivne grube pravokutne blokove, tako da je za vađenje trebalo odvojiti jednu do dvije strane i minimalno je klesarski obraditi. Takav način vađenja kamena ne treba biti pravilo za sve lokalitete stećaka u regiji. Petrografske analize kamena s lokaliteta Crljivica, međutim, potvrđuju pretpostavku da se kamen za izradu stećaka vadio iz improviziranih kamenoloma i okoliša. Od 2013. do 2014. godine uzorkovano je osam uzoraka sa stećaka na Crljivici (sl. 11).<sup>31</sup> Prilikom uzorkovanja uzeta su i tri uzorka iz okoliša (obližnji suhozid, kamena gomila i stijena). Kako bi se šire sagledala problematika i povijesni nastanak stećaka, istovremeno su analizirani i obližnji manji lokaliteti stećaka - Lovreć, Zadužbina i Bisko-Poljanice. S navedenih lokaliteta uzeta su po dva uzorka sa stećaka i po jedan iz okoliša (tablica 4).

Mineraloško-petrografske analize kamena obavljene su u Prirodoslovnom laboratoriju HRZ-a u suradnji sa stručnjacima s PMF-a Zagreb.<sup>32</sup> Svi analizirani uzorci su od vapnenca. Analizom je utvrđeno da je među osam uzoraka

s lokaliteta Crljivica, šest vrsta vapnenca (tablica 4). Oba uzorka s lokaliteta Lovreć su od različitih vrsta kamena, a isti slučaj je i s lokalitetom Bisko-Poljanice. Analizirani stećci s lokaliteta Zadužbina izrađeni su od iste vrste kamena. Kamen uzorkovan iz okoliša djelomično se poklapa s uzorcima sa stećaka.

Na temelju provedenih analiza moguće je zaključiti da se kamen prilikom klesanja i pripreme stećaka najvjerojatnije uzimao iz okoliša tako da su se birali pogodni blokovi i stijenje vidljivi na površini. Da je planski otvoren kamenolom, većina stećaka bila bi od iste vrste kamena. Razmatrana je i mogućnost i da su različiti oblici stećaka ciljano rađeni od različitih vrsta kamena (takva mogućnost može biti povezana s kolorističkim efektom, načinom obilježavanja itd.), međutim logični slijed u odnosu oblika ploča-sljemenjak nije moguće uočiti (tablica 4). Vrlo slična situacija dokazana je i na lokalitetu stećaka Dubravka u Konavlima.<sup>33</sup>

### Amonijev oksalat kao površinska zaštita i mogućnosti apliciranja

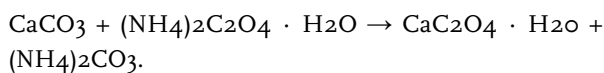
Svrha površinske zaštite je povećanje otpornosti materijala na atmosferske utjecaje (mehaničke i kemijske), sprečavanje prodora vlage te povećanje kohezije površine. Odabir



12. Uzorci kamena iz okoliša lokaliteta Crljivica, Lovreć, Bisko (fototeka HRZ-a, snimila V. Marinković, 2014.)

*Samples of stone taken from the surroundings of Crljivica site, Lovreć, Bisko (Croatian Conservation Institute Photo Archive, V. Marinković, 2014)*

materijala ovisi o petrografskim karakteristikama kamena, ali i o uvjetima u kojima se spomenik nalazi. Stećci na lokalitetu Crljivica izloženi su atmosferskim utjecajima (kiši, suncu itd.), ali i velikoj količini kapilarne vlage koja dolazi iz tla. Uvažavajući navedene parametre okoliša, prilikom razmatranja materijala za površinsku zaštitu, kao najadekvatniji materijal izabran je amonijev oksalat. Nanošenjem otopine amonijeva oksalata na površinu kamena formira se bezbojni zaštitni sloj kalcijeva oksalata koji je netopljiv, trajan i kompatibilan s površinom kamena.<sup>34</sup> Pretvorba se događa prema sljedećoj kemijskoj reakciji:



Istraživanjima je ustanovljeno da su nakon tretmana kamena otopinom amonijeva oksalata zadržana hidrofilna svojstva kamena, odnosno smanjena je površinska poroznost kamena, ali prolaz vode nije spriječen.<sup>35</sup> Zbog navedenog svojstva ne postoji potencijalna opasnost od nakupljanja kapilarne vlage ispod zaštitnog sloja. Formiranjem kalcijeva oksalata na površini kamena usporit će se korozija kamena, ali se neće spriječiti formiranje biološkog raslinja.<sup>36</sup>

Nakon odabira materijala za površinsku zaštitu kamena, ostalo je otvoreno pitanje - koji način aplikacije zaštite ostvaruje najučinkovitije rezultate.<sup>37</sup> Stoga su provedena testiranja u laboratoriju i *in situ*. U laboratoriju su testovi izvedeni na prethodno određenim standardima kamena uzorkovanim iz okoliša lokaliteta. Petrografski najslbliži uzorci iz okoliša s uzorcima kamena stećaka su lab. uzorci br. 19517, 19519 i 19521 (tablica 4, sl. 12). Usporedno su provedena *in situ* testiranja na stećku br. 69 (sl. 13). Stećak je prethodno posve očišćen od prljavštine i biološkog raslinja.

U laboratoriju i *in situ* 5%-tna otopina amonijeva oksalata nanosena je na kamen metodom premazivanja (u intervalima od jednog, dva i tri sata) i s pomoću celulozne pulpe (24 sata). Nakon tretmana, laboratorijske analize na uzorcima s terena pokazale su samo djelomično i nehomogeno formiranje oksalatne patine na površini kamena.<sup>38</sup> Sljedeći korak bilo je ispitivanje učinkovitosti aplikacije amonijeva oksalata metodom uranjanja.<sup>39</sup> U laboratoriju je testni uzorak potopljen u 5%-tnu otopinu *AmOx* na 24 sata. Analize uzorka nakon tretmana potvrdile su homogeno i ravnomjerno formiranje oksalatne patine na površini uzorka. Kako bi se uspješnost metode potvrdila u vanjskim uvjetima, odlučeno je cijeli stećak na terenu potopiti u kupku s 5%-tnom otopinom amonijeva oksalata. Kao testni primjerak odabran je stećak br. 62. Stećak je očišćen, a potom bagerom podignut i postavljen u improvizirani bazen s otopinom (sl. 14).<sup>40</sup> Analize su pokazale uspješno i ravnomjerno stvaranje kalcijeva oksalata na površini kamena. Uranjanjem je postignuto stvaranje kalcijeva oksalata i u unutrašnjosti kamena, što je rezultiralo dodatnim učvršćivanjem mikropukotina i kamena.

## Zaključak

Istraživanja i probni konzervatorsko-restauratorski zahvati na stećcima s lokaliteta Crljivica iznjedrili su brojne informacije. U radu je iznesen pregled samo najvažnijih istraživanja i tretmana na temelju kojih je moguće dati smjernice za zaštitu lokaliteta. Unatoč dobivenim informacijama, brojna pitanja još uvijek ostaju otvorena. Jedna od najvećih nepoznanica trenutačno je, primjerice, reakcija prirode na tretmane provedene biocidnim sredstvima. Naime, ispitivanja su pokazala da *Cetavlon V* ima najširi spektar djelovanja, što ga čini i najekonomičnijim sredstvom za kontrolu biološkog raslinja u ovom slučaju. Međutim, agresivno uništavanje raslinja može uzrokovati promjenu autohtone mikroflore kamena, narušiti ravnotežu te potaknuti rast novih invazivnijih i otpornijih vrsta, o čemu se već podosta piše u stručnoj literaturi. Zbog navedenog, potrebno je kontrolirati biocidima tretirane površine, a u budućim istraživanjima pozornost usmjeriti na ekološke i fiziološke studije pojedinih vrsta lišajeva



**13.** Probni zahvat apliciranja površinske zaštite kistom, na stećku br. 78 (fototeka HRZ-a, snimila Ž. Radić, 2014.)  
*Trial of applying surface protection with a brush on stećak no. 78 (Croatian Conservation Institute Photo Archive, Ž. Radić, 2014)*



**14.** Izrada improviziranog konsolidacijskog bazena *in situ* (fototeka HRZ-a, snimila V. Marinković, 2015.)  
*Making an improvised consolidation pool *in situ* (Croatian Conservation Institute Photo Archive, V. Marinković, 2015)*

kako bi se dobio uvid u njihov utjecaj tijekom kolonizacije i procesa oštećenja kamena.

Mineraloško-petrografske analize kamena uzorkovanog sa stećaka s lokaliteta Crljivica, sa stećaka obližnjih arheoloških lokaliteta te iz okoliša, također su rezultirale vrijednim informacijama. Naime, prvi put je prirodnoznanstvenim metodama utvrđeno da su stećci izrađeni od više vrsta lokalnog kamena. Prilikom njihove izrade kamen je vjerojatno „ubiran“ nasumično i po potrebi, bez planskog otvaranja kamenoloma. S obzirom na to da je utvrđeno da su stećci s okolnih manjih lokaliteta (Lovreć, Zadužbina i Bisko) izrađeni od istog kamena kao pojedini stećci na Crljivici, informacije dobivene istraživanjem mogu se ubuduće primijeniti i na tim lokalitetima.

Uzorkovanje kamena iz okoliša i petrografske analize kamena omogućile su kreiranje uzoraka koji su poslužili kao „standardni“ kamen za laboratorijske analize. Tako su omogućena laboratorijska istraživanja, što je smanjilo broj eksperimenata na stećcima i na lokalitetu. Na laboratorijskim uzorcima provedena su ispitivanja nanošenja

površinske zaštite. Točnije, istražen je način aplikacije amonijeva oksalata, koji je prethodno, uvažavajući petrografska svojstva kamena i parametre okoliša, odabran kao najpovoljniji način zaštite. Istraživanja su pokazala da najhomogeniji i najučinkovitiji sloj zaštite u ovom slučaju nastaje jedino prilikom uranjanja kamena u kupku s 5%-tnom otopinom amonijeva oksalata. Na taj način se na površini kamena kreira trajan i netopljiv mineralni sloj kalcijeva oksalata koji može znatno produljiti trajnost stećaka. Uranjanjem se postiže i stvaranje kalcijeva oksalata i u unutrašnjosti kamena, što rezultira dodatnim učvršćivanjem mikropukotina i kamena. S obzirom na rezultate u laboratoriju, *in situ* je izveden zahvat potapanja stećaka u konsolidacijski bazen. Analize su pokazale uspješno kreiranje zaštitne patine i u vanjskim uvjetima te je potvrđeno da su takvi zahvati, unatoč težini i veličini stećaka, mogući. Budući da je riječ o tehnički zahtjevnom i skupom zahvatu, tretman je u budućnosti moguće provesti prema prioritetima, odnosno na iznimno oštećenim i degradiranim stećcima. ■

## Bilješke:

**1** Stećci se u Hrvatskoj nalaze u zaleđu dalmatinske obale (mjestimično i uz obalu), od Konavala do sjeverne Dalmacije te južnog i središnjeg dijela Like. U Crnoj Gori nalaze se na sjeveru i sjeverozapadu, na teritoriju općina Pljevlja, Žabljak, Šavnik i Nikšić. U Srbiji su evidentirani na svim područjima današnjih graničnih općina Srbije s Bosnom i Hercegovinom i Crnom Gorom, kao i na susjednim područjima zapadne i jugozapadne Srbije.

**2** ĆIRO TRUHELKA, 1942.; ŠEFIK BEŠLAGIĆ, 1971.; ŠEFIK BEŠLAGIĆ, 1982.; MARIAN WENZEL, 1965.

**3** Primjerice, stećke na lokalitetima Crljivica i Lovreć u Imotskoj krajini strastveno je istraživao dr. Ivan Petričević. Dio svojih promišljanja publicirao je u knjizi „Lovreć - zbivanja u prošlosti“ (Lovreć, 2011.). Vrlo je važna i Petričevićeva arhiva u kojoj su sačuvani odljevi pojedinih reļjefa stećaka iz Lovreća i Ciste Velike (Crljivice), stari i do tridesetak godina. Navedeni odljevi poslužili su za istraživanje parametara propadanja kamena prilikom istraživanja lokaliteta Crljivica. Planira se skoro publiciranje tih saznanja. Odljevi se danas čuvaju u privatnoj zbirci Petri-

čević u Baškoj Vodi. Pristup zbirci omogućila je Lada Petričević (kći) kojoj ovim putem najsrdačnije zahvaljujem.

**4** Na 40. zasjedanju UNESCO-ovog Odbora za svjetsku baštinu, koje se održava od 10. do 20. srpnja 2016. u Istanbulu u Turskoj, Republika Hrvatska je 15. srpnja 2016. godine upisala, zajedno s Bosnom i Hercegovinom, Crnom Gorom i Srbijom, multinacionalnu nominaciju *Stećci - srednjovjekovna groblja nadgrobnih spomenika* na Popis svjetske baštine UNESCO-a. Odlukom Odbora za svjetsku baštinu na Popis svjetske baštine upisano je 28 nekropola, od kojih je 20 iz Bosne i Hercegovine, po tri iz Srbije i Crne Gore i dvije iz Hrvatske. Hrvatski lokaliteti stećaka upisani na popis su: Crljivica pokraj Ciste Velike i Sv. Barbara u Konavlima.

**5** Osnovna literatura za lokalitet Crljivica: LOVRE KATIĆ, 1954., 131-169; MARIJAN LOZO, 1985.; IVAN PETRIČEVIĆ, 1981., 273-284; ANTE MILOŠEVIĆ, 1991.; LJUBOMIR GUDELJ, 2005., 195-215.

**6** Šezdesetih godina prošlog stoljeća nekoliko stećaka odneseno je u Split. Izloženi su ispred zgrade starog Muzeja hrvatskih arheoloških spomenika u Splitu (kod današnjeg Hotela Marjan). Danas su izloženi u lapidariju MHAS-a na Mejama.

**7** HRVOJE MALINAR, 2003., 19; IVO DONELLI, HRVOJE MALINAR, 2016., 100.

**8** MIRJANA SKOČIBUŠIĆ, 2016., 2.

**9** O biološkim mehanizmima degradacije kamena vidi HRVOJE MALINAR, 2001., 38-42; GIULIA CANEVA, MARIA PIA NUGARI, ORNELLA SALVADORI, 2008.

**10** IVO DONELLI, 2013.

**11** Radove je izvela Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, Odjel za konzervaciju i restauraciju.

**12** ZRINKA BOČINA, 2015., 67-72.

**13** Radove je izvodio tadašnji RZH (današnji HRZ) pod vodstvom H. Malinara, a dokumentacija se čuva u Arhivu Hrvatskog restauratorskog zavoda.

**14** Svi radovi izvedeni su u sklopu redovitog programa zaštite kulturnih dobara Ministarstva kulture Republike Hrvatske na inicijativu i pod nadzorom Konzervatorskog odjela u Imotskom. U radovima su sudjelovali sljedeći stručnjaci Hrvatskog restauratorskog zavoda: Vinka Marinković (voditeljica programa), Marin Barišić, Nenad Lešina, Mate Roščić, Siniša Bizjak, Domagoj Mudronja, Jovan Kliska, Natalija Vasić.

**15** Ovaj je rad rezultat istraživanja u kojemu je entuzijastično i jednakovrijedno sudjelovao velik broj stručnjaka: geologa, biologa, arheologa i konzervatora-restauratora, na čijem im angažmanu i profesionalnosti toplo zahvaljujem.

**16** Istraživanje o površinskoj zaštiti amonij-oksalamatom već je objavljeno, usporedi: v. MARINKOVIĆ, D. MUDRONJA, 2016., 1189-1201.

**17** Materijal je prikupljan u više navrata tijekom različitih godišnjih doba.

**18** MIRKO RUŠČIĆ, 2014.; ANA MARAVIĆ, 2015.; MIRJANA SKOČIBUŠIĆ, 2016.

**19** ANA MARAVIĆ, 2015., 2-3.

**20** Isto, 20.

**21** Metoda se zasniva na činjenici da su lišajevi termotolerantni kad su suhi i dehidrirani (65-70C°), a termosenzitivni kad su vlažni. Dosadašnja istraživanja pokazala su da se stanična aktivnost lišaja može oštetiti tako da se oni navlaže i za iznimno toplih dana izlože visokoj temperaturi (55C°) na minimalno vrijeme od šest sati, v. MAURO TRETIAH, STEFANO BERTUZZI, FABIO CANDOTTO CARNIEL, 2012., 6851-6859. Navedena metoda testirana je tijekom ljeta 2014. na stećku br. 69 na Crljivici. Površina kamena navlažena je i prekrivena crnom folijom. Unatoč iznimno visokim dnevnim temperaturama, kamen ni u jednom trenutku nije dosegao za eksperiment potrebnu temperaturu. Treba napomenuti da je ljeto bilo dosta kišno, a jutro su na lokalitetu hladnija, s dosta rose, tako da je navedenu temperaturu teško postići.

**22** Pri čišćenju kamenih spomenika od bioklonizacije, u prošlosti je korišten širok spektar sredstava. Primjerice, u istraživanjima na stećcima s lokaliteta Čepikuće kao sredstvo za čišćenje površine kamena od bioloških naslaga primijenjivan je natrijev hipoklorit (varikina). Sredstvo je niske toksičnosti, jeftino i djelotvorno. Prilikom radova na lokalitetu Crljivica istraživanja su ograničena na biocidna sredstva na bazi kvartarnih amonijevih spojeva. Navedena biocidna sredstva izabrana su zato što su dostupna na hrvatskom tržištu, nisko su toksična i u učestaloj primjeni u radionicama Hrvatskog restauratorskog zavoda.

**23** MIRJANA SKOČIBUŠIĆ, 2016., 8.

**24** Isto, 12-13.

**25** Dosadašnje iskustvo pokazalo je da se intenzivna promjena boje lišajeva koja je rezultat biocidnih sredstava uspješno uklanja prilikom upotrebe parnog čistača te ne ostavlja trag na kamenu.

**26** LOVRE KATIĆ, 1954., 154; ŠEFIK BEŠLAGIĆ, 1982., 38.

**27** ŠEFIK BEŠLAGIĆ, 1982., 38; STJEPAN GUNJAČA, 1955., 139-147.

**28** LOVRE KATIĆ, 1954., 154.

**29** Rekognosciranje je proveo pročelnik Konzervatorskog odjela u Imotskom Ivan Alduk (dipl. arheolog). Tijekom konzervatorsko-restauratorskih radova razgovaralo se s lokalnim stanovništvom, ali nitko nije znao ništa o mogućem kamenolomu u okolici lokaliteta.

**30** Ostaci povijesnih kamenoloma danas su dobro i jasno vidljivi duž dalmatinske obale. Među njima treba svakako istaknuti one na Korčuli, Braču i Segetu koji svjedoče o dobroj organizaciji, velikoj površini izvađenog kamena te o dugoj kontinuiranoj upotrebi.

**31** Svi uzorci uzeti su s već postojećih oštećenja. Dva uzorka uzeta su sa stećaka na Maloj gomili, a pet sa stećaka na Velikoj gomili. Osmi uzorak uzet je sa stećka koji se danas nalazi u lapidariju u Muzeju arheoloških spomenika u Spli-

tu. Srdačno zahvaljujemo ravnatelju Muzeja dr. Anti Miloševiću na profesionalnosti i dopuštenju za uzorkovanje.

**32** HRZ, Laboratorijsko izvješće br. 264/2015, Zagreb, 2015., izradio D. Mudronja.

**33** Istraživanja na lokalitetu Dubravka u Konavlima rađena su 2013. i 2014. godine. Projekt je također izveden u sklopu redovitog programa zaštite kulturnih dobara Ministarstva kulture Republike Hrvatske pod nadzorom Konzervatorskog odjela u Dubrovniku. Istraživanja se tek planiraju objaviti.

**34** Zaštita karbonatnog kamena amonijevim oksalatom u svijetu je široko prihvaćena metoda, a u Hrvatskoj su posljednjih nekoliko godina dobiveni važni rezultati u istraživanju te metode. Vidi: DOMAGOJ MUDRONJA, 2012.; DOMAGOJ MUDRONJA, FREDERIK VANMEERT, KEVIN HELLEMANS, STJEPKO FAZINIĆ, KOEN JANSSENS, DARKO TIBLJAŠ, MARKO ROGOSIĆ, SUZANA JAKOVLJEVIĆ, 2013., 109-119; FREDERIK VANMEERT, DOMAGOJ MUDRONJA, STJEPKO FAZINIĆ, KOEN JANSSENS, DARKO TIBLJAŠ, 2013., 256-261.

**35** <http://www.eu-artech.org/files/CUBA/MATTEINI.pdf>; MAURO MATTEINI, 2008., 13-27.

**36** Kolonizacija kamena biološkim raslinjem može se spriječiti samo redovitim održavanjem i čišćenjem stećaka. Također, hidrofobiranje površine kamena vodoodbojnim i silikonskim premazima može usporiti i umanjiti kolonizaciju vegetacije na kamenu. Međutim, navedeni proizvodi

imaju i ograničenu trajnost: pod izravnim utjecajem sunca i atmosferilija pucaju i raspadaju se te ih treba svakih nekoliko godina obnavljati. U ovom slučaju upitna je njihova isplativost. Autor ovoga teksta smatra da bi navedeni proizvodi u ovom slučaju (lokalitetu) mogli imati i negativne posljedice za strukturu kamena. Navedeno je pak subjektivan stav i preporučena tema za stručnu raspravu.

**37** Prilikom odabira aplikacije treba uvažiti parametre okoliša, kao i karakteristike pojedine vrste kamena.

**38** HRZ, Laboratorijsko izvješće br. 134/2014, Zagreb, 2014., izradio D. Mudronja.

**39** Prilikom istraživanja načina apliciranja amonijeva oksalata nije se testirala metoda vakuum-impregnacije jer nije bilo tehničke mogućnosti. U budućim istraživanjima svakako bi bilo zanimljivo testirati apliciranje amonijeva oksalata navedenom metodom.

**40** Zahvat je bio tehnički iznimno zahtjevan. Trebala je dobra priprema, uigranost i iskustvo radnog tima. U radionici je prethodno prema dimenzijama pripremljen bazen te je zamiješano 250 litara 5%-tne otopine amonijeva oksalata. Bazen je *in situ* montiran oko stećka, a potom je kontrolirano ulivena otopina. Kad je tretman završen, otopina je vraćena u kante vrtnom pumpom. Strogo se pazilo da se ne kontaminira okoliš lokaliteta. Nedostatak navedenog tretmana je iznimno zahtjevna priprema i mogućnost pucajanja bazena pod pritiskom težine i velike količine vode.

## Literatura

ŠEFIK BEŠLAGIĆ, *Stećci - topografsko-katalogski pregled*, Sarajevo, 1971.

ŠEFIK BEŠLAGIĆ, *Stećci - kultura i umjetnost*, Sarajevo, 1982.  
ZRINKA BOČINA, Konzervatorsko-restauratorski postupak na stećcima s nekropole Bijača, Ljubuški, *Naše starine br. XXIII* (2015.), 67-72.

GIULIA CANEVA, MARIA PIA NUGARI, ORNELLA SALVADORI, *Plant biology for cultural heritage, Biodeterioration and conservation*, Los Angeles, 2008.

IVO DONELLI, *Restauracija i konzervacija kamenih stećaka s arheološkog lokaliteta Novakovo greblje Čepikuće - Izvještaj o izvedenim radovima*, Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, Split, 2013.

IVO DONELLI, HRVOJE MALINAR, *Konzervacija i restauracija kamena*, Split, 2016.

LJUBOMIR GUDELJ, *Velika Crljivica i groblje kod crkve sv. Jakova, Starohrvatska prosvjeta III*, 32 (2005.), 195-215.

STJEPAN GUNJAČA, *Prinos poznavanju porijekla i načina prijevoza stećaka, Istarski časopis SANU*, V/14 (1955.), 139-147.

LOVRE KATIĆ, *Stećci u Imotskoj krajini, Starohrvatska prosvjeta 3*, sv. 3 (1954.), 131-169.

MARIJAN LOZO, *Dva stećka iz Ciste, Imotska krajina br. 342-343*, od 1. travnja 1985.

HRVOJE MALINAR, *Štetni utjecaj lišaja na kamene spomenike, Klesarstvo i graditeljstvo 1-2* (2001.), 38-42.

HRVOJE MALINAR, *Vlaga u povijesnim građevinama*, Zagreb, 2003.

ANA MARAVIĆ, *Izvješće o provedenim terenskim i laboratorijskim istraživanjima u cilju identifikacije i klasifikacije mikroflora kamenih stećaka u sklopu projekta Konzervacija-restauracija kamenih stećaka na lokalitetima Crljivica (Cista Velika) i sv. Barbara (Dubravka)*, Split, 2015.

VINKA MARINKOVIĆ, DOMAGOJ MUDRONJA, *Protection of Medieval Tombstones (Stećci) with Ammonium Oxalate Treatment, Science and Art: A Future for Stone: Proceedings of the 13th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone*, Volume 2 (2016.), 1189-1201.

MAURO MATTEINI, *Conservation of stone monuments and artefacts: new possibilities offered by the ammonium oxalate based treatment*, International Meeting on Science and Technology for Cultural Heritage, La Havana, Cuba, February 7th-10th 2007, <http://www.eu-artech.org/files/CUBA/MATTEINI.pdf>

MAURO MATTEINI, *Inorganic treatments for the consolidation and protection of stone artefacts and mural paintings, Conservation Science in Cultural Heritage 8* (2008), 13-27.

ANTE MILOŠEVIĆ, *Stećci i Vlasi*, Split, 1991.

DOMAGOJ MUDRONJA, *Umjetno stvoreni kalcijev oksalat u zaštiti površine kamenih spomenika kulturne baštine*, doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2012.

DOMAGOJ MUDRONJA, FREDERIK VANMEERT, KEVIN HELLEMANS, STJEPKO FAZINIĆ, KOEN JANSSENS, DARKO TIBLJAŠ, MARKO ROGOSIĆ, SUZANA JAKOVljević, *Efficiency of applying ammonium oxalate for protection of monumental limestone by poultice, immersion and brushing methods*, *Applied physics. A, Materials science & processing*, 111 (2013.), 109-119.

IVAN PETRIČEVIĆ, *Lovreć - zbiljanja u prošlosti*, Lovreć, 2011.

IVAN PETRIČEVIĆ, Pročitani „izgubljeni“ natpisi, *Kačić* 13 (1981.), 273-284.

MIRKO RUŠČIĆ, *Izješće o biološkim terenskim istraživanjima na kamenim stećcima, lokalitet Crljivica*, Cista Velika, Split, 2014.

MIRJANA SKOČIBUŠIĆ, *Izješće o rezultatima identifikacije mikroflora na kamenim stećcima s lokaliteta Crljivica (Cista*

*Velika) te laboratorijskog i in situ ispitivanja efikasnosti dostupnih komercijalnih biocidnih sredstava*, Split, 2016.

MAURO TRETACH, STEFANO BERTUZZI, FABIO CANDOTTO CARNIEL, *Heat Shock Treatments: A New Safe Approach against Lichen Growth on Outdoor Stone Surfaces*, *Environmental Science & Technology*, Volume 19, Issue 12, (2012.), 6851-6859.

ĆIRO TRUHELKA, *Sredovječni stećci Bosne i Hercegovine*, Sarajevo, 1942.

FREDERIK VANMEERT, DOMAGOJ MUDRONJA, STJEPKO FAZINIĆ, KOEN JANSSENS, DARKO TIBLJAŠ, *Semi-quantitative analysis of the formation of a calcium oxalate protective layer for monumental limestone using combined micro-xrf and micro-xrpd*, *X-ray spectrometry* 42 (2013.), 256-261.

MARIAN WENZEL, *Ukrasni motivi na stećcima*, Sarajevo, 1965.

## Abstract

Vinka Marinković

### CONSERVATION RESEARCH OF STEĆCI FROM THE CRLJIVICA SITE NEAR CISTA VELIKA

From 2013 to 2016, Croatian Conservation Institute has done research on medieval tomb monuments – *stećci* – at the Crljivica site in Dalmatinska Zagora and conducted conservation trials. This was done in order to assess the general state of preservation of *stećci* and the entire site, select the most appropriate conservation materials and methods and draw up a plan for the systematic and long-term protection of *stećci*. Owing to the specific nature of the site and the problem of deterioration, different kinds of specialists were included in the project. Research took place concurrently in the field (*in situ*) and in the lab. Biological investigations were carried out aiming to identify microorganisms on the stone, in addition to the efficiency testing of commercial biocide substances. At the same time, mineralogical and petrographic analyses were

performed of the stone of *stećci*, as well as a geological study of their surroundings. Based on the results of research, samples were taken from the site and marked as standards of the stone, closely resembling the original in which the *stećci* were made. In the lab, the samples were used to examine the way in which to apply ammonium-oxalate as surface protection.

The research provided new insights into the origin of *stećci* and guidelines on how to protect the site, but also new information on the efficiency of the prevailing (conventional) methods and materials for stone conservation.

**KEYWORDS:** *stećci, conservation of stone, biogrowth, biocide substances, medieval quarries, surface protection of stone, ammonium-oxalate*