



*Zvonik katedrale sv. Dujma u Splitu nakon konzervatorsko-restauratorskih radova 2019. godine*

Ana Doljanin  
Split

## ZVONIK KATEDRALE SV. DUJMA U SPLITU – KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKI ZAHVATI NA SJEVERNOJ STRANI

UDK:726.6.025.3/4(497.583Split)  
Rukopis primljen za tisak 25. 3. 2021.  
Klesarstvo i graditeljstvo, Pučišća 2023., br. 1-2  
Izvorni znanstveni članak  
Original scientific paper

Zvonici su najistaknutiji graditeljski elementi i identiteti gradova. Gradnjom zvonika katedrale sv. Dujma kroz 13. i 14. stoljeće, Split dobiva simboličku okomicu koja je svoju ulogu zadržala do današnjih dana. Utjecaj prirodnih nepogoda kroz stoljeća zahtijevao je kontinuiranu skrb, ojačanja te popravke. Shodno složenosti građevine i težini oštećenja, poduzeta je radikalna obnova zvonika krajem 19. i početkom 20. stoljeća te je predstavljala jedan od najvećih zahvata restauracije u to vrijeme (za tadašnje značenje pojma restauracije i restauriranja). U vremenskom odmaku od jednog stoljeća od završetka radova, na zvoniku katedrale ponovno su započeti zahvati obnove suvremenim konzervatorskim i restauratorskim metodama. Ovaj rad se, osim povijesno-umjetničkog sažetka i kronologije svih radova kroz povijest, referira i na primijenjene metode s naglaskom na lasersku metodu čišće

*Ključne riječi:* zvonik; katedrala sv. Dujma; Split; konzervacija; restauracija; lasersko čišćenje

### POVIJESNO-UMJETNIČKI PREGLED

Tijekom 13. stoljeća Split doživljava procvat, »kipti životom, slobodom i blagostanjem«,<sup>1</sup> a u graditeljskom i likovnom izričaju istaknuta je pojava romanike. U istočnojadranskim gradovima nastaje nekoliko lokalnih klesarskih i graditeljskih radionica.<sup>2</sup> Počinje intenzivnija eksploatacija kamene građe, oživljavaju se pojedini ugašeni antički kamenolomi i kreće uzmah obrtničke i umjetničke produkcije.<sup>3</sup> Ponovno otvaranje drevnih kamenoloma te prijenos za potrebe gradnje u

<sup>1</sup> Lj. Karaman, »Zvonik sv. Duje«, *Novo doba*, Split 12. IV. 1936., str. 5.

<sup>2</sup> C. Fisković, *Dodiri mletačkih i dalmatinskih kipara i graditelja do XV. stoljeća*, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Odjel za likovne umjetnosti, 1971., str. 7.

<sup>3</sup> R. Bužančić, »Naši bijeli vapnenci u okolici Splita«, *Klesarstvo i graditeljstvo*, god. XVII, br. 1-2, Pučišća 2006., str. 9; Isti, »Majstor Radovan i nedovršeni romanički portal trogirске katedrale«, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 3-4, Pučišća 2010., str. 57.

Splitu svakako su bili povezani i s gradnjom zvonika. Financiranje ovog ambicioznog graditeljskog pothvata bilo je otežano, kao i drugdje u Europi, a ostvareno je od crkvenih prihoda, donacija te od ostavština (*pro fabrica ecclesiae, campanilis*), o čemu svjedoče i sačuvani povijesni izvori o gradnji splitskog zvonika. Vrijeme je to udvostručenja gradske populacije, nastanka novih gradskih četvrti i njihova utvrđivanja. Mijenja se gradska vizura općenito, a gradnjom romaničkog zvonika grad dobiva svoju dominantu i prepoznatljivi simbol sačuvan do današnjih dana. Bez obzira na različite faze gradnje i kasnije popravke, zvonik je građen u stilu kasne romanike i gotike. Podignut je iznad stubišta kojim se s Peristila pristupalo katedrali. O vremenu početka gradnje i fazama nadogradnje predložene su različite pretpostavke.<sup>4</sup> Zahvat je to zasigurno planiran pa čak možda i započet još za vrijeme nadbiskupa Bernarda (1198. – 1217.), no česta je pretpostavka da se taj događaj zbio u 13. stoljeću za vrijeme vladavine kralja Bele IV. i kraljice Marije Laskaris. Moguća datacija gradnje povezana je i s nestalim latinskim natpisom sa zvonika datiranim u 1257. godinu.<sup>5</sup> Tek nekoliko dokumenata iz 15. stoljeća svjedoči o događajima vezanima uz izgradnju. Jedna nagodba između općine i splitskog nadbiskupa ukazuje na postojanje zaklade za gradnju, općinsko financiranje gradnje te danak u drvenoj građi koja je prikupljana od brodova u splitskoj luci.<sup>6</sup> Ipak, velik dio građevnog materijala za zvonik uzet je iz neposredne blizine, iz kamene građe Dioklecijanove palače. Probirani su stupovi, kameni blokovi i velik

<sup>4</sup> Prema Karamanovoj hipotezi, prva dva kata zvonika građena su u 13. st., treći, četvrti i peti u 14. st., a šesti u 16. st. Radoslav Bužančić predlaže majstora Otta kao arhitekta gradnje zvonika u vrijeme nadbiskupa Bernarda, vidi R. Bužančić, »Andrija Buvina and Radovan. The salvation message on the portals of the Split and Trogir cathedrals«, *Vratnice Andrije Buvine u splitskoj katedrali: 1214.-2014.*, zbornik radova (ur. J. Belamarić i G. Tigler), Split – Zagreb 2020., str. 325.

<sup>5</sup> Natpis je spominjao Kolafisu, udovicu splitskog kneza Ivana kao donatoricu gradnje zvonika, a navodno se nalazio iznad reljefa Rođenja. Usp. L. Jelić, »Zvonik spljetske stolne crkve«, *Vjesnik arheološkog muzeja u Zagrebu*, Vol. 1., No. 1., Zagreb 1895., str. 33; Lj. Karaman, *Portal majstora Radovana u Trogiru*, JAZU, 1938., str. 64; C. Fisković, »Trogirski majstor Mavar«, *Analiza historijskog instituta u Dubrovniku*, Historijski institut Jugoslavenske akademije znanost i umjetnosti u Dubrovniku, Dubrovnik 1970., str. 59-81. Na Kolafisu se oslanja i lokalna usmena predaja da je zaslužna i za podizanje propovjedaonice u katedrali. Bilješku koja ukazuje na postojanje navedenog natpisa zapisao je splitski kanonik Jerolim Bernard na početku 18. stoljeća u rukopisu »Spalatio et Sibenicensia« koji je ostao sačuvan u Garanjin-Fanfongjinovoj knjižnici u Trogiru: *Colapiza uxor domini Ioannis Spalatinorum comitis pro anima viri sui iam defuncti in hac opera centum Romanatos exposuit. Anno domini 1257.* Pojedini autori datirali su gradnju u nešto kasnije doba prema ugovoru splitskog nadbiskupa Dujma de Judicibusa i kaptola s Nikolom Tvrdojem (Nicolaus Tverdoy de Spalato) od 20. lipnja 1416. godine, no ono ipak svjedoči o kontinuitetu i dugotrajnosti gradnje, a ne o samom početku pothvata. Tvrdoje je imenovan graditeljem i nadzornikom gradnje zvonika, a iz dokumenta je vidljivo da su mu dani na raspolaganje punomoć i novac za gradnju, čiji utrošak naknadno mora pravdati crkvenim ocima. Jedan od zadataka bio mu je i naći radnike te majstore nužne za provedbu gradnje. Iz faze Tvrdojeva rukovođenja gradnjom zvonika na fasadama su ostali sačuvani grbovi nadbiskupa Dujma de Judicibusa, gradonačelnika Lovre Ivana de Grisogonisa te nadbiskupa Petra X.

<sup>6</sup> Nagodba od 10. siječnja 1456. godine.

broj kasnoantičkih spolija. Poneki su potjecali iz Salone. Velike površine unutar određenih dijelova palače, na kojima nedostaje velika količina kasnoantičkog građevnog materijala kao što je jugoistočni kvadrant (uz terme), ukazuju na moguća mjesta sekundarne eksploatacije materijala za srednjovjekovne graditeljske pothvate.<sup>7</sup> Graditeljske ambicije gradnje zvonika započete u 12. ili 13. stoljeću okončane su tek u 16. stoljeću, što ne iznenađuje s obzirom na to da realizacija gradnji srednjovjekovnih tornjeva i katedrala nije uspijevala ni mnogo većim i bogatijim europskim srednjovjekovnim gradovima. Primjera tomu je nebrojeno: katedrala u Orleansu, Westminsterka opatija u Londonu, katedrale u Mainzu i Bambergu, Milanu, Pragu i dr., koje su dovršene tek tijekom 19. stoljeća.<sup>8</sup>

Luka Jelić iznosi ukupnu visinu zvonika od 51,03 m.<sup>9</sup> Katovi zvonika građeni su u obliku prizme te pravokutni u presjeku. Završni je kat osmerokutan u tlocrtu. Između katova nalaze se istaknute profilacije vijenaca. Na podnožju zvonika sagrađen je prvi kat koji je preuzeo ulogu predvorja i podnožja zvonika, a svojevrsna je »obnova ideje antičkog slavoluka«. <sup>10</sup> Nalazi se iznad stubišta te je rastvoren bačvasto presvođenim prolazom. Na sjevernoj i južnoj strani prvog kata, iznad naknadno pridodanih pilastara, nalaze se kapiteli i lukovi kata koji se međusobno sijeku formirajući šiljaste lukove gotičkih stilskih karakteristika. U prizemlju zvonika, pri samom dnu stepeništa nalaze se romaničke skulpture lavova. Njihove ikonografske analogije mogu se pronaći na talijanskom, francuskom i jadranskom području, no ipak stilski i sadržajno nisu usporedivi.<sup>11</sup> Iako se kod drugih analognih primjera obično radi o dva lava, u slučaju zvonika splitske katedrale radi se o lavu i lavici.<sup>12</sup> Iznad lavova nalaze se dvije skupine dostojanstvenika koji su simbolično prikazani kao stuponoše. Za vrijeme mletačke uprave, glave središnjih likova su otučene zbog vjerovanja da su to bili prikazi donatora gradnje zvonika, Bele IV. i njegove žene kraljice Marije. Iznad stuponoša nalazi se luk majstora Otta s alegorijskim prikazom lova. Sa stražnje strane, iznad dvaju ulaza u zvonik, nalaze se romaničke reljefne skulpture Navještenja i Rođenja Kristova za koje

<sup>7</sup> G. Nikšić, »Prilog o arhitekturi Dioklecijanovog mauzoleja i rekonstrukciji splitske katedrale u 13. stoljeću«, *Prilozi povijesti umjetnosti u Dalmaciji (=PPUD)*, sv. 35, Split 1995., str. 121.

<sup>8</sup> D. Damjanović, »Neogotički tornjevi Zagrebačke katedrale – stil i kontekst«, *Radovi Instituta za povijest umjetnosti* 29/2005., str. 260.

<sup>9</sup> L. Jelić, op. cit. (bilj. 5), str. 49. Podnožje 3,69 m, prvi prizemni kat 10,10 m, drugi kat 7,79 m, treći 6,83 m, četvrti 6,93 m, peti 6,18 m, te šesti oktogonalni red 4,83 m. Visina piramidalnog krova iznosi 4,68 m.

<sup>10</sup> J. Belamarić, »Zvonik splitske katedrale«, *Vijenac* 172, 5. listopada 2000.

<sup>11</sup> D. Kečkemet, »Figuralna skulptura romaničkog zvonika splitske katedrale«, *PPUD*, sv. 9, Split 1955., str. 93.

<sup>12</sup> Majstor koji ih je oblikovao vrlo vjerojatno nikada u životu nije imao prilike vidjeti ni proučavati anatomiju tih egzotičnih životinja. Skulpture je radio prema dostupnim predlošcima pa mu se potkrala pogreška tako da je lavica dobila grivu koja je specifična mužjacima. Tijela lavice i lava oblikovana su u ležećem položaju, a glave s poluotvorenim čeljustima usmjerene prema središnjem dijelu prilaza. Oba lava izvorno su u šapama imala po jednu životinju, od kojih je sačuvano samo janje (ili kozle) u mužjakovim šapama.

neki autori pišu da su različite datacije, preseljeni s nekog drugog mjesta te naknadno ugrađeni u zvonik.<sup>13</sup> S iste strane nalazi se i Ottov reljef s prikazom splitskih zaštitnika sv. Staša, sv. Dujma i sv. Petra iz sredine 13. stoljeća.<sup>14</sup> U sjeverni i južni zid prvoga kata uzidana su unutarnja kamena stepeništa koja su osvijetljena dvama uskim romaničkim prozorskim otvorima na zapadnom pročelju. Na prva dva kata zvonika nalaze se kapiteli korintskog i kompozitnog tipa, a na četvrtom i petom katu kapiteli su zadebljanih listova. Pojavljuju se mjestimično i na donjim katovima, a analogni primjeri nalaze se na zvoniku trogirске katedrale. Na čitavom zvoniku nalazi se stotinjak stupova različitih dimenzija i formi, od kojih su neki izvorno bili tordirani. Velik broj njih izvorno je pripadao kasnoantičkoj palači. Neki od stupova bili su od porfira, verde antica, cipollina te crvenog i sivog granita.<sup>15</sup> Danas su na pojedinim mjestima vidljivi stupovi i vijenci od cipollina<sup>16</sup> (jugozapadni ugao prvog kata, vijenac drugog kata zapadnog pročelja) i granita (zapadno pročelje). Različite vrste mramora kasnoantičkog podrijetla vidljive su i na bazama stupova. Među njima se ističe zelena baza na sjevernoj strani trećeg kata zvonika te šareni lukovi izvedeni u više od pet različitih vrsta mramora pod svodom prvog kata te pod lukovima drugog kata. Vrlo lako može se zamisliti kako je zvonik izvorno izgledao, sagrađen od toliko različitih vrsta kamena, mramora i granita, kada mu se pandan u raznolikosti reutiliziranih vrsta kamena, doduše u mnogo manjim dimenzijama, može vidjeti unutar katedrale, na romaničkoj propovjedaonici. Analogije u izvedbi i primjeni različitih materijala L. Jelić uočio je kod pročelja Sv. Stošije u Zadru.<sup>17</sup> Od ostalih elemenata arhitektonske dekoracije, na zvoniku se izvorno nalazilo čak oko dvjesto pedeset ulomaka različitog sadržaja. Bogatstvo raščlanjenih zidanih površina, stupova i arhitektonske dekoracije doprinosilo je dojmu plastičnosti zvonika. Na zapadnom pročelju prvog kata zvonika nalazile su se figure nage žene te figura s prikazom muškarca i demona koje se pripisuju majstoru Boninu iz Milana.<sup>18</sup> Na južnom pročelju prvog kata nalazio se kip anđela s grbom nadbiskupa Dujma de Judicibusa koji se pripisuje Jurju Dalmatincu ili Boninu iz Milana.<sup>19</sup> Tijekom velike restauracije sve navedene skulpture zamijenjene su novima, a originali pohranjeni u Arheološkom muzeju u Splitu, solinskom Tusculumu i Muzeju grada Splita. Sve gotičke skulpture naknadno su ugrađene u zvonik, vjerojatno prilikom nadogradnji ili tijekom radova

<sup>13</sup> T. G. Jackson, *Dalmatia, the Quarnero and Istria*, Vol. II, Oxford 1887., str. 55.

<sup>14</sup> Na reljefu se nalazi uklesan natpis: *Accipe primum Salon(a)e pontificatum Dalmatia(e)que regnum plebiq(ue) lucrar(e)...* L. Jelić, »Zvonik spljetske stolne crkve«, *Vjesnik hrvatskog arheološkog društva*, Zagreb 1895-1896, str. 72.-77.

<sup>15</sup> T. G. Jackson, op. cit. (bilj. 13), str. 56.

<sup>16</sup> K. Marasović, D. Matetić Poljak, »Upotreba dekorativnog kamena u Dioklecijanovoj palači u Splitu«, *Histria Antiqua* 19, Pula 2010., str. 93.

<sup>17</sup> L. Jelić, op. cit. (bilj. 5), str. 56.

<sup>18</sup> I. Babić, »Tri srednjovjekovne skulpture s erotskim temama«, *Prijatelj zbornik I (PPUD 32)*, Split 1992., str. 267-292.

<sup>19</sup> P. Marković, »Anđeo štitonoša s grbom obitelji de Judicibus – još jedan nepoznati suradnik Bonina Jakovljeva iz Milana«, *Ars Adriatica* 4, Zadar 2014., str. 199-212.

popravaka. Sa stražnje strane prvog kata, na mjestu gdje se s lukom spajaju zvonik i katedrala, nalazi se skulptura volovskog tijela i glave koja je na istom mjestu i danas. Na zvoniku su se nalazile i konzola s glavom vola koja je u tijeku restauracije premještena u Tusculum, te konzola s ovnujskom glavom, s trećeg kata južne strane zvonika premještena u Nadbiskupsku palaču. Na zapadnoj strani trećeg kata nalazio se fragment monumentalnog reljefa božice s krunom gradskih zidina koji je nakon restauracije pohranjen u Arheološkome muzeju u Splitu. Na vijencu istog kata nalazilo se mnogo kasnoantičkih ulomaka s natpisima. Njih dvadeset i devet otkriveno je prilikom restauracije zvonika u 19. st. Natpisi su uglavnom bili sepulkralnog sadržaja. Na jednom je spomenuta carica Faustina.<sup>20</sup> Pronađena su i četiri velika fragmenta koja spominju gradnju cesta za vrijeme cara Tiberija i namjesnika Dolabelle.<sup>21</sup> Na stranicama dviju od četiri ploče sačuvani su motiv naizmjeničnih zubaca koji pripadaju romaničkom vijencu između trećeg i četvrtog kata. Prilikom obnove splitske katedrale natpisi su izvađeni iz zvonika i 1896. godine pohranjeni u Arheološki muzej.<sup>22</sup>

Na bazama stupova na zapadnoj strani četvrtog kata zvonika nalazile su se skulptura sfinge te lava/grifona, a na stražnjoj strani jedne konzole dio monumentalnog antičkog natpisa u kojem se spominje Salona SALON(...).<sup>23</sup> Ernest Hébrard navodi da su se među demontiranim ulomcima našla i tri torza antičkog podrijetla.<sup>24</sup> U zvoniku su se, osim antičkih i kasnoantičkih spolija nalazili ugrađeni i ranosrednjovjekovni spomenici: stupac s pleternim ukrasom, ulomak mramornog ciborija, ulomak ciborija isklesanog u vapnencu i dr.

Posljednji kat zvonika vrlo je vjerojatno sagrađen krajem 15. ili početkom 16. stoljeća. Izvorno je bio poligonalnog, osmerokutnog oblika s krovom u formi višestanične piramide ispod koje je bila kupolna konstrukcija. Dovodi ga se u vezu s Nikolom Firentincem i Andrijom Alešijem, no njihov rad na zvoniku potvrđen je uz pomoć povijesnih izvora samo u kontekstu zamjene stupova i drugih popravaka. Prema starim fotografijama i nacrtima vidljive su renesansne stilske karakteristike ornamenata tog kata.

<sup>20</sup> J. Jeličić-Radonić, »Natpis carice Faustine iz zvonika splitske katedrale«, *Vjesnik za arheologiju i povijest dalmatinsku*, 100, Split 2007., str. 49-61.

<sup>21</sup> Lucius, *De Regno Dalmatiae et Croatiae libri sex*, Amsterdam 1666., str. 34; J. Spon, G. Wheeler, *Voyage d'Italie, de Dalmatie, de Grece, et du Levant*, Paris 1678., sv. III, str. 80; D. Farlati, *Ecclesia Salonitana, ab ejus exordio usque ad saeculum quastum aerae Christianae*, Vol. 1., 1751., str. 286; T. G. Jackson, op. cit. (bilj. 13), str. 58; M. Abramić, »O novim miljokazima i rimskim cestama Dalmacije«, *Vjesnik za arheologiju i historiju dalmatinsku*, XLIX, Split 1926.-27., str. 139-155; I. Babić, »Zapažanja o zvoniku splitske katedrale«, *Vjesnik za arheologiju i povijest dalmatinsku*, 100, Split 2007., str. 161; Z. Buljević, *Split u Arheološkome muzeju Split* (katalog), Arheološki muzej – Split, 2007.; D. Demichelli, A. Demichelli, »Počasna baza za kip cara Karakale iz Salone – prenamjena, spajanje i novo čitanje«, *Tusculum*, 10/1, Solin 2017., str. 39-40.

<sup>22</sup> Inv. br. 2296, b. inv. br. A 2271, c. inv. br. A 2272, d. inv. br. A 2270.

<sup>23</sup> D. Kečkemet, op. cit. (bilj. 11), str. 127.

<sup>24</sup> E. Hébrard, J. Zeiller, *Le Palais de Diocletien*, Paris 1912., str. 121.



Zvonik katedrale sv. Dujma u Splitu prije radikalne obnove, kraj 19. st.

## POPRAVCI, OBNOVE I RADIKALNA RESTAURACIJA

O izvornom zvoniku sačuvan je mali broj podataka, nekoliko nacрта i fotografija. Kao što je već prethodno navedeno, za njegovu gradnju u velikoj su mjeri korištene različite vrste kamena i mramora kasnoantičkog podrijetla. Sekundarno korišteni materijali s vremenom su oslabljeni, a procesi propadanja zasigurno su bili progresivniji s obzirom na to da se radilo o starijim i nanovo iskorištenim kamenim elementima. Iz šturih povijesnih izvora doznaju se aktivnosti vezane uz gradnju, statička ojačanja i popravke. Već se početkom 15. stoljeća u vrijeme nadbiskupa Dujma de Judicibus prvi kat zvonika ojačava pilastrima i lukovima.<sup>25</sup> Na popravcima radi i Juraj Dalmatinac 1440-ih godina.<sup>26</sup> Sedamdesetih godina 15. stoljeća angažirani su Nikola Firentinac i Andrija Aleši.<sup>27</sup> Prema prvom ugovoru, Aleši i Firentinac obvezuju se izvršiti zamjenu stu-

pića i druge radnje. Precizirano je mijenjanje elemenata iznad kapitela središnjih dvojnih stupova na četvrtom katu zvonika. Prema drugome sačuvanom dokumentu, Aleši je isplaćen za neke radove no nije poznato koje. Posljednji dokument obvezuje Alešija da ukloni staro popločenje koje se nalazi iznad svoda što spaja zvonik s katedralom, da poruši terasu, sagradi novu kroz koju neće protjecati voda, a koja će biti popločana novim pločama uz upotrebu starih komada kamena. Obvezuje se izraditi i stube koje vode s terase u zvonik. Jurjevu ruku Karaman i Kečkemet prepoznali su kod dvaju kapitela ispod svoda prvog kata zvonika, a Alešijevu i Firentinčevu na nadglavnicima iznad dvojnih stupića na četvrtom katu.<sup>28</sup> Dokumenti se datiraju u 1472., 1478. te 1480. godinu.<sup>29</sup> Niti tri desetljeća

<sup>25</sup> I. Babić, op. cit. (bilj. 21), str. 149.

<sup>26</sup> D. Kečkemet, »Dekoratívna skulptura zvonika splitske katedrale«, *Starohrvatska prosvjeta*, 8-9, Split 1963., str. 203-216.

<sup>27</sup> I. Babić, op. cit. (bilj. 21), str. 149, bilj. 9; R. Eitelberger, *Die mittelalterlichen Kunstdenkmaler Dalmatiens*, Wien 1861., str. 266; G. Praga, »Documenti intorno ad Andrea Alessi«, *Rassegna Marchigiana VIII*, Pesaro 1929-1930, str. 16.

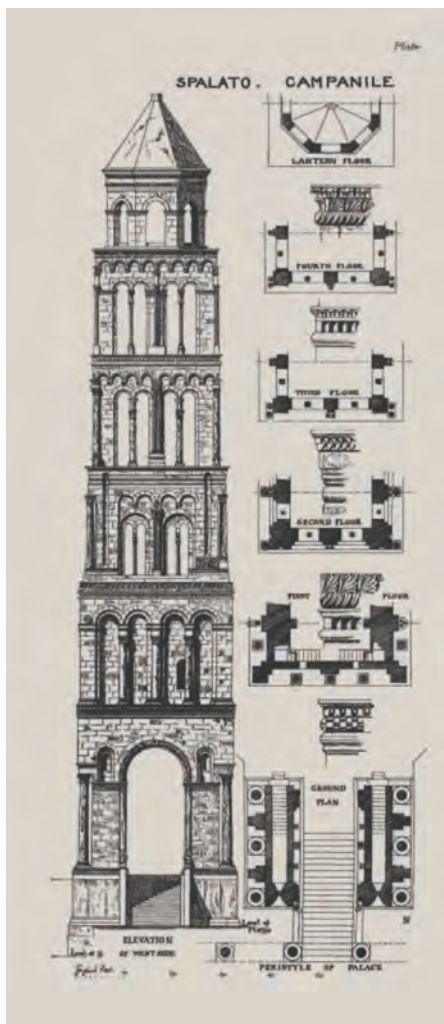
<sup>28</sup> D. Kečkemet, op. cit. (bilj. 26).

<sup>29</sup> K. Prijatelj, »Andrija Aleši u Splitu«, *PPUD*, sv. 5, Split 1948., str. 48.

poslije bilježi se da je zvonik u lošem stanju te da je neke kapitule stupova potrebno zamijeniti novima. O popravcima i obnovama te pomanjkanju sredstava crpe se podaci i iz oporuka splitskih ličnosti, pa se tako iz one Marka Marulića saznaje da on oporučno namjenjuje vlastita sredstva za obnovu.<sup>30</sup>

Mnogo štete kroz stoljeća prouzročili su udari gromova. Julije Bajamonti u jednom članku iz 18. stoljeća<sup>31</sup> spominje udar groma koji je izazvao pad kamena na nadbiskupsku palaču i na kip sv. Barbare na obližnjoj crkvi.<sup>32</sup> Pred kraj 18. st. na obnovi gornjih zona zvonika radi inženjer Nikola Vojnović Nakić.<sup>33</sup> Tijekom prve polovine 19. st. obnove se provode pod vodstvom arhitekta i konzervatora Vicka Andrića.<sup>34</sup> God. 1822. Andrić radi gromobran te mijenja dva stupa. Tom prigodom zvona su prenesena s petoga i četvrtoga kata na drugi.<sup>35</sup> Godine 1848. i 1849. Andrić izrađuje snimak katedrale i zvonika, 1849. godine opet popravlja gromobran, a 1853. svod između prvog kata zvonika i katedrale.

Kroz drugu polovinu 19. st. obavljene su manji popravci na svodu kako bi se preventivno spriječilo padanje kamena. Ponajviše procesa propadanja odvijalo se na zapadnom pročelju zvonika (prema Peristilu). S te strane otpadali su veći ulomci kamena koji su ukazivali na nastanak još većih oštećenja.<sup>36</sup>



Zapadna strana zvonika prije restauracije, iz: T. G. Jackson, *Dalmatia, Quarnero and Istria*, 1887.)

<sup>30</sup> L. Margetić, »Marulićeva oporuka«, *Colloquia Maruliana* 14, Split 2005., str. 32-33.

<sup>31</sup> Događaj se zbio 8. studenoga 1786. godine.

<sup>32</sup> A. Duplančić, »Arhivsko-bibliografski podaci o nekim splitskim spomenicima iz Arheološkog muzeja«, *Vjesnik za arheologiju i povijest dalmatinsku*, 100, Split 2007., str. 205.

<sup>33</sup> L. Jelić, op. cit. (bilj. 5), str. 45.

<sup>34</sup> D. Kečkemet, *Vicko Andrić, arhitekt i konzervator*, Split 1993., str. 120-122.

<sup>35</sup> L. Jelić, op. cit. (bilj. 5), str. 45.

<sup>36</sup> S. Piplović, »Radovi unutar Dioklecijanove palače u Splitu sedamdesetih godina XIX. stoljeća«, *Kulturna baština* 39, Split 2013., str. 365.

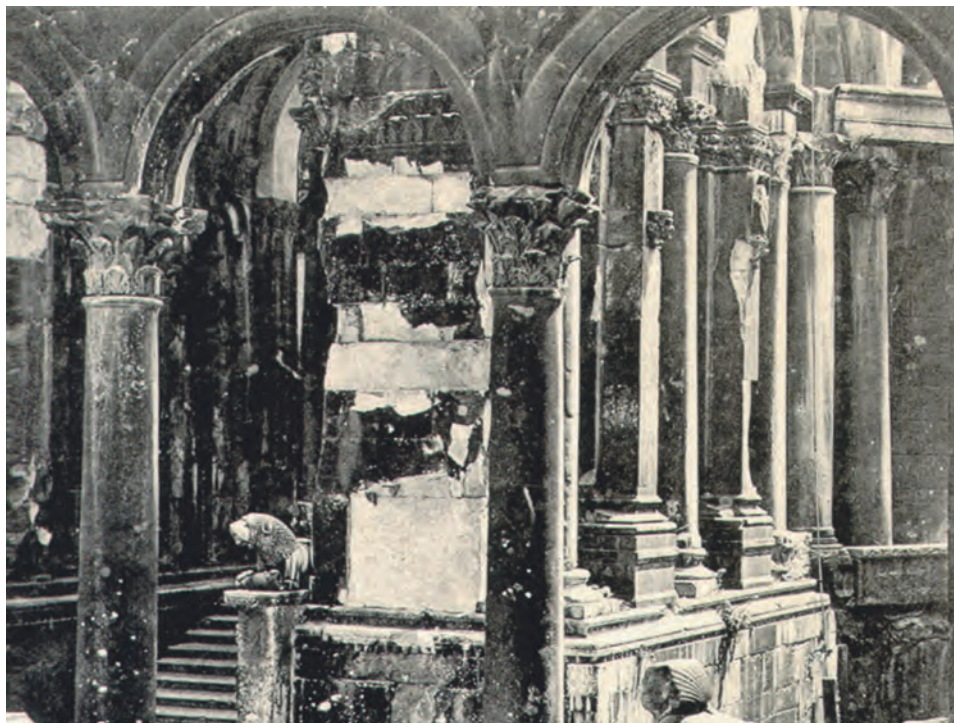


Radikalna i donekle faksimilna obnova zvonika koja je uslijedila spada među najveće zahvate obnove onog vremena na ovim prostorima. Tadašnja nastojanja bila su takva da se, ako postoje planovi i nacrti za rekonstrukciju ili dovršavanje građevina, radovi izvedu što vjernije, no općenito, nepostojanje nacrti graditelje i restauratore nije sprečavalo ipak izvesti radove. Iako su crteži zvonika postojali, plastika ipak nije vjerno i u punom obimu replicirana na nove površine. Godine 1882. Andrija Perišić podiže skelu od drvene građe uokolo zvonika, nakon čega je izrađen precizan nacrt čitavog zvonika u velikom mjerilu (Alois Hauser, počasni arhitekt katedrale u Splitu). O uzrocima propadanja, zatečenom stanju zvonika te najznačajnijim oštećenjima pisao je L. Jelić.<sup>37</sup> Obnova je započeta 1886. godine prema projektima bečkog arhitekta Aloisa Hausera. Nakon njegove smrti, taj zadatak preuzima Emil Foster. Radovi su završeni 1908. godine. Za vrijeme trajanja projekta obnove, radove je izvodio Andrija Perišić. Prvo je izvedeno postupno demontiranje elemenata zvonika nakon čega je uslijedila faksimilna obnova. Najprije su 1886. godine razgrađeni krov, oktagon šestoga kata i peti kat. Godine 1890. uklanjaju se četvrti, treći i drugi kat, a potom prizemni dio i prvi kat. Tijekom obnove velik dio kamene plastike i klesanaca zvonika raznesen je i smješten na nekoliko lokacija, a tek manji broj ulomaka vraćen je na izvorni položaj. Određeni broj elemenata premješten je te ugrađen u zgrade i vrt Tusculuma u Solinu zahvaljujući don Frani Buliću. Neki ulomci nalaze se u Arheološkome muzeju, Muzeju grada Splita i u Nadbiskupskoj palači. Manje vrijedni klesanci prodani su poduzetniku Ivanu Bettizi da bi ih opet koristio kao građevni materijal.<sup>38</sup> Oštećeni klesanci zamjenjuju se novim kamenim kvadrima isklesanima od bračkog i korčulanskog vapnenca. Ugradnja klesanaca izvodi se »u suho sa pobroncanim pijavicama«,<sup>39</sup> a vanjsko lice klesanaca oponaša izvornu obradu. Rascijepani stupovi stabiliziraju se brončanim ključevima ili zamjenjuju novima.

<sup>37</sup> L. Jelić, op. cit. (bilj. 5), str. 48. »S više uzroka je zvonik postradao. Grom, što ga je više puta šinuo, raztrojio gornja dva reda, a razklimao i donje. Kako je zvonik dobrim dielom sgrađen vapnencem iz starih rimskih građevina, tako nije mogao odoliti uplivu atmosferskom, te se najskoli uslied slane morske pare, što ju južni vjetar donosi, dobro izsolio. Spojalom zidova bi upotrebljivan klačni zamazak uz gvozdene spone; zamazak nije vazda bio najbolje vrsti, te na mnogim mjestim popustio u čvrstoći; a željezne pijavice uslied rdjanja povećale svoj volumn, pa razdrobile kamenje. Osim toga pogreške u razterećivanju tlaka gornjih redova na donji prizemni, osobito nespretno tvrdoj em dodani pornjaci u prvom redu, koji ne bili vezani, nego prislonjeni uz zid, sdobile zaglavnjake lukova i razciepale stupove, te oslabile mnogo prvi red, koji uzdrži svod, na kojem počiva čitava tjelesina zvonika. Popravljenje dakle moralo je zahvatiti i donje i gornje redove zvonika a istodobno radi velike važnosti umjetničkih mu oblika sačuvati ga nepromjenjena. Zaista mnogo manje truda i novca bi bilo stajalo porušiti zvonik, te s nova ga graditi, ali zahtjev znanosti i umjetnosti je bio, da se zvonik popravi a ne promijeni.«

<sup>38</sup> D. Kečkemet, »Restauracija zvonika splitske katedrale«, *Zbornik zaštite spomenika kulture*, sv.VI-VII, Beograd 1957., str. 75.

<sup>39</sup> L. Jelić, op. cit. (bilj. 5), str. 48.



*Oštećenja prizemlja zvonika prije restauracije, oko 1890. godine*

Za vrijeme radova nametnula su se pitanja o nužnosti radikalne obnove, problemu deponiranja izvornih ulomaka, vjerodostojnosti rekonstruiranih skulptura i kapitela te odnosa njihova izvornog položaja u korpusu zvonika u usporedbi s novim koji se ponegdje razlikovao. Od preko dvjesto pedeset izvornih elementa dekoracije zvonika, većina ih je izvorno bila različita, tj. forme su se rijetko ponavljale, no te forme i raznolikost, nažalost, nisu poštovane u restauratorskom projektu koji se oslanjao na stilsku purifikaciju koja je bila legitimna u konzervatorskoj praksi 19. st. A. Hauser i suradnici na svojevrstan su način ispravili »nedostatke« srednjovjekovnog zvonika, uvodeći simetričnost i dosljednost ponavljanjem motiva kamene plastike. Raznolikost dekoracija vidljiva je u Tusculumu. Pretpostavlja se da je rekonstruirano i zamijenjeno čak tri četvrtine dekorativnog sadržaja zvonika.<sup>40</sup> Prvi kat zvonika proširen je zbog statičkih razloga, a završni kat obnovljen je u neoromaničkom stilu.

Nakon devetnaest godina obnove, 21. studenoga 1908. godine radovi su završeni, uklonjene su drvene skele sa zvonika, ograda oko crkve te velika daščara s Plokate sv. Duje koja je korištena u svrhe zahvata obnove.<sup>41</sup>

<sup>40</sup> I. Babić, op. cit. (bilj. 21), str. 150.

<sup>41</sup> S. Piplović, »Historijat obnove Buvininih vratnica na splitskoj katedrali godine 1908.«, *Kulturna baština* 40, Split 2014., str. 302, 305.

Sljedeći popravci na zvoniku bilježe se 1926. godine zbog dotrajalog i zahrđalog željeznog stubišta.<sup>42</sup> Početkom 1927. godine izrađen je troškovnik popravaka.<sup>43</sup> Za izradu armiranobetonske ploče kao zadnjeg kata pod osmerostranim završetkom zvonika, predložena su dva rješenja. Na razini gdje se nalaze zvona bilo je potrebno zamijeniti drveni pod armiranobetonskom pločom. Crkvinarstvo je dalo betonirati i drugi pod zvonika.<sup>44</sup> God. 1930. župa stolne crkve upozorila je Konzervatorski ured kako su neke stube klimave i bez čavala. Tada su izmijenjene, zakrpane i bojane stepenice te izmijenjeno drveno stepenište prvog kata.<sup>45</sup>

Sljedeći veći konzervatorsko-restauratorski zahvati na zvoniku bilježe se početkom 21. stoljeća. Zahvatima su obuhvaćeni presvođeni prolaz iznad stubišta prvog kata zvonika, luk majstora Otta, reljefi Navještenja i Rođenja Kristova te Ottov reljef s prikazom splitskih zaštitnika sv. Staša, sv. Dujma i sv. Petra iz sredine 13. stoljeća.<sup>46</sup> Tijekom tih zahvata, obavljani su cjeloviti konzervatorsko-restauratorski postupci od dijagnostičkih ispitivanja do odsoljavanja, stabilizacije, predčišćenja, laserskog čišćenja i konsolidacije.<sup>47</sup>

Godine 2016. izrađen je detaljan arhitektonski snimak,<sup>48</sup> a 2018., 2019. te 2020. uklanja se dotrajalo i opasno željezno stubište, na mjesto kojega se projektira i izvodi novo stepenište. Čiste se i saniraju površine u unutrašnjosti zvonika<sup>49</sup> na temelju konzervatorsko-restauratorskog elaborata sa smjericama za obnovu čime je omogućeno ponovno otvaranje zvonika za posjetitelje. Na vanjskim površinama 2019. godine izvode se radovi u prizemlju i prvom katu sjeverne strane zvonika.<sup>50</sup>

## ZATEČENO STANJE ZVONIKA KATEDRALE

Preliminarnim vizualnim pregledom i analizom zatečenog stanja svih površina zvonika katedrale sv. Dujma evidentirane su različite vrste organskih i anorganskih onečišćenja te u mnogo manjem obimu mehanička ili strukturna oštećenja.<sup>51</sup>

<sup>42</sup> Kanonik i župnik dr. Josip Carević zbog toga se 15. srpnja 1926. godine obraća Konzervatorskom uredu.

<sup>43</sup> U veljači 1927. godine Petar Kukoč Petraello pregledao je stubište zvonika i napravio troškovnik popravaka.

<sup>44</sup> S. Piplović, »Dioklecijanov mauzolej između dvaju svjetskih ratova«, *Radovi Zavoda za povijesne znanosti HAZU u Zadru*, sv. 44, Zadar 2002., str. 207-242, str. 213.

<sup>45</sup> *Ibidem*, str. 214.

<sup>46</sup> Radove je izvodila tvrtka Neir d.o.o. iz Splita. Voditeljice radova bile su konzervatorice-restauratorice Veronika Meštrović Šaran i Helena Tresić Pavičić.

<sup>47</sup> V. Meštrović Šaran, »Luk majstora Otta pod svodom zvonika katedrale sv. Dujma u Splitu«, *Klesarstvo i graditeljstvo*, sv. XXI, broj 1-2, Pučišća 2010., str. 84-100.

<sup>48</sup> Ured ovlaštene arhitektice Josipe Ružić, Solin.

<sup>49</sup> Projekt je izradila Marijana Kovačić, dipl. ing. građ. iz tvrtke Genista d.o.o. Split. Radove je izvodila tvrtka Rocos d.o.o. Trogir.

<sup>50</sup> Konzervatorsko-restauratorske radove izvela je tvrtka Art Core d.o.o. Split (Ana Doljanin, mag. konzerv. restaur., Peter Pečenko, s.p. Restauro, Veronika Meštrović Šaran, dipl. konz.-restaur., Ivana Duvnjak, mag. konzerv.-restaur. te Jure Balić, mag. konzerv.-restaur.).

<sup>51</sup> Drastičnija mehanička oštećenja kamenih klesanaca nastala su od stare metalne konstrukcije ugrađene u kamen na razini međukatne konstrukcije pretposljednog i posljednjeg kata zvonika.



*Zona obuhvata konzervatorsko-restauratorskih radova 2019. godine*

Zabilježena su onečišćenja i oštećenja ovisno o stupnju reljefnosti, uvučenosti ili izbočenosti u odnosu na korpus zvonika, položaj u odnosu na strane svijeta te starosti klesanaca ili skulptura.

Reljefno ili skulptorski obrađene površine imaju tendenciju bržeg prikupljanja i taloženja tamnih anorganskih onečišćenja iz zraka. Isto vrijedi općenito za sve površine uvučene u odnosu na okolne površine zidova. Svi navedeni elementi od kojih je konstruiran i dekoriran zvonik imaju jednake tipove onečišćenja i oštećenja s intenzitetom ovisnim o stranama svijeta. Na sjevernoj strani organska onečišćenja intenzivnija su nego na južnoj, sušnjoj i sunčanijoj strani, na kojoj su pak izraženije izbijeljene plohe zbog utjecaja aerosoli koji nošeni vjetrom dopiru iz smjera splitske rive. Različiti tipovi organskog onečišćenja tj. nižeg biološkog obraštaja: algi, lišajeva i mahovina evidentirani su na međukatnim parapetima.<sup>52</sup> Više biološkog obraštaja vidljivo je na izvornim elementima koji

---

Uzrok je oštećenja korozija – »fizikalno-kemijska interakcija između željeza i okoliša, čiji su rezultat promjene u svojstvima željeza koje mogu voditi k slabljenju nosivosti i funkcionalnosti konstrukcije«. Ugrađeni željezni H-profil korodirali su uslijed utjecaja atmosferilija, a širenjem volumena mehanički su oštetili blokove kamena u koje su ugrađeni. Potencijalno velika oštećenja prouzročena su promjenom volumena samog željeza. U zidovima i među sljubnicama evidentirani su preostali dijelovi željezne konstrukcije i rukohvata starog stepeništa.

<sup>52</sup> D. Krstić, »Istraživanje stanja Peristila Dioklecijanove palače u Splitu«, *Konkam* 2004, Zbornik radova, UMAS, Split 2004., str. 4; H. Malinar, »Štetni utjecaji lišajeva na kamene spomenike«, *Klesarstvo i graditeljstvo*, sv. 7, broj 1-2, Pučišća 2001., str. 38-42; V. Marinković, »Konzervatorsko-restauratorska istraživanja na stećcima s lokaliteta Crljivica«, *Portal – Godišnjak Hrvatskog restauratorskog zavoda*, sv. 7, Zagreb 2016., str. 37, 38.



*Sjeverna strana prizemlja zvonika prije konzervatorsko-restauratorskih radova*

su nakon restauracije krajem 19. i početkom 20. stoljeća ponovno ugrađeni u zvonik. Ti elementi su, ili već otprije bili kontaminirani obraštajem, ili zbog veće starosti i poroziteta zadržavaju vlagu koja pogoduje razvoju kultura. Prema tome se može lakše uočiti i evidentirati izvorne blokove i dijelove vijenaca i druge kamene plastike. Na površinama zvonika najistaknutije su modrozelenne alge, žuti lišajevi, te ponešto zelenih i tamnosivih mahovina. Biološki je obraštaj izraženiji na sjevernoj strani zvonika zbog povoljnijih uvjeta za razvoj: manje sunčeve svjetlosti, više vlage te niže temperature u ljetnim periodima.

Osim organskog, površine zvonika onečišćene su i anorganskim tipovima onečišćenja. Anorganske naslage crnih i sivih kora s različitim varijacijama debljine, čvrstoće i površinske teksture može se podijeliti u tri skupine: blaga anorganska (površinska) onečišćenja, anorganska siva kompaktnija nečistoća te anorganske prljavštine tamnosive do crne boje. Tamna onečišćenja pojavljuju se svuda, no u pravilu na zaklonjenim površinama. Debljine variraju od mikromilimetarskih do nešto debljih (višemilimetarskih) naslaga. Tamnije nečistoće taložene su na zaklonjenim i uvučenim dijelovima zaštićenima od djelovanja oborinskih voda, a najizraženija su ispod lukova i vijenaca zvonika te na ostalim arhitektonskim dekorativnim elementima. Tamne kore (skrame ili inkrustati) nastaju dugotrajnim procesom taloženja nečistoća iz zraka. Jednaki klimatski uvjeti, blizina mora i industrijskih postrojenja te drugi srodni čimbenici rezultirali su s gotovo identičnom formom onečišćenja kao i kod ostalih spomeničkih građevina u gradskoj jezgri. Za razliku od tamnijih površina, one površine koje su kontinuirano bile izložene



*Unutarnji lukovi izvedeni od različitih antičkih mramora te izvorni ukrasni vijenac između drugog i trećeg kata na zapadnoj strani*

oborinskim vodama erodirale su, a površine kamena poprimile su brašnastu teksturu te svijetlu, gotovo bijelu nijansu.<sup>53</sup>

U unutrašnjosti korpusa zvonika svi otvori orijentirani su tako da kroz njih agresivno prodire vjetar koji cirkulira prostorijama te, ovisno o smjeru i sadržaju, štetno utječe na kamen. Primjerice, južni vjetar s velikom količinom aerosoli prodire kroz južni otvor te, osim što degradira bočne strane otvora, uništava i strukturu kamena na zidu nasuprot. Kod tih su površina vrlo jasni primjeri eflorescencije i subflorescencije koji su svojim malignim djelovanjem prouzročili listanje i odvajanje većih dijelova kamenih blokova. Oborinske vode, koje agresivno prodiru između mjesta spojeva klesanaca zidova, svodova, između prozorskih otvora te horizontalnih međukatnih vijenaca i popločenja prvog i drugog, te drugog i trećeg kata, mehanički izbijaju ispune sljubnica i vlaže unutrašnjost zidova. Osim utjecaja oborinskih voda, unutar zvonika vidljivo je djelovanje higroskopne vlage, tj. nastanak soli prouzročenih likvidnom vlagom te prisutnost inicijalnih soli. Higroskopna vlaga nastaje kada soli prisutne u materijalima zbog svojstva vodoupojnosti upijaju vodenu paru iz zraka. Tada određenim procesima koji imaju svoj ritam i oscilacije, vlaga prodire dublje u strukture materijala.

<sup>53</sup> H. Malinar, *Vlaga u povijesnim građevinama: sistematika, dijagnostika, sanacija*, Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, Uprava za zaštitu kulturne baštine, Zagreb 2003., str. 14-17.



*Pogled na zvonik tijekom konzervatorsko-restauratorskih radova*



*Mehaničko čišćenje skrame na arhitektonskoj skulpturi zvonika*

## KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKI ZAHVATI

Konzervatorsko-restauratorskim radovima u prizemlju i prvom katu sjeverne strane zvonika prethodio je detaljan pregled zatečenog stanja vizualnim proučavanjem, fotografiranjem i ucrtavanjem različitih tipova oštećenja i onečišćenja. Većina kamene plastike i skulptura restaurirana je prilikom velike obnove zvonika krajem 19. i početkom 20. stoljeća. Pojedini elementi ipak su sačuvani. Među njima ističe se skulptura vola na kojoj je očuvan dekorativni sadržaj izveden u drugim materijalima. Na mjestima oblikovanih očiju sačuvane su olovne aplikacije izvedene u formi koja prati oblik gornjeg i donjeg kapka. Iznad klesanih ušiju očuvani su utori s tragovima olova što sugerira da su volovski rogovi također bili izvedeni u nekom metalu. Osim skulpture vola, na pojedinim elementima međukatnog vijenca (vijenac sa zupcima između prvog i drugog kata) također su evidentirani izvorni komadi, koji su prepoznati prema stanju kamena, otupljenim bridovima te količini nečistoća na površinama. U kontekstu velikih kamenih klesanaca, za pojedine se može pretpostaviti da su reutilizirani na način da su nakon razgradnje u tzv. velikoj restauraciji, preklesani te ponovno ugrađeni u korpus zvonika.

Luk koji spaja zvonik s katedralom također pripada skupini elemenata koji su izvorni. Njegova obnova pripisuje se Andriji Alešiju na temelju dokumenta iz



*Detalj anorganskih onečišćenja na akantusu kapitela*



*Mehaničko stanjivanje anorganskih onečišćenja*

1480. godine. Sve prethodno opisane zone označene su u nacrtnoj dokumentaciji te se prema njima može preciznije zaključiti koliko površina pripada novoj, a koliko izvornoj građi zvonika.

Nakon detaljnog pregleda površine prizemlja i prvog kata zvonika, pristupilo se odabiru mjesta uzorkovanja kamena za određivanje koncentracija štetnih vodotopljivih soli (klorida, sulfata, nitrata). Mjesta uzorkovanja odabrana su temeljem vizualnih promjena koje upućuju na izrazitu aktivnost soli, a manifestiraju se u obliku ljuskanja, osipanja i listanja površine kamena.<sup>54</sup> Ovakve promjene izrazitije su zastupljene na površinama koje su prekrivene debljim sigastim skramama. Na mjestima postojećih oštećenja uzeti su uzorci u svrhe laboratorijskih ispitivanja.<sup>55</sup> Kvalitativne analize izvedene su u svrhu dijagnosticiranja prisutnosti štetnih topljivih soli u kamenu. Kvantitativne analize provode se kako bi se na temelju preciznih rezultata moglo potvrditi i predvidjeti štetno djelovanje soli, pa

<sup>54</sup> C. Bläuer Böhm, »Quantitative salt analysis in conservation of buildings«, *Restoration of Buildings and Monuments*, 11(6), 2005., str. 410.

<sup>55</sup> Uzorak br. 1 uzet je s niže visinske kote, s baze u prizemnom dijelu. Uzorak br. 2 uzet je s kapitela koji se nalazi u samom središtu pročelja. Uzorak br. 3 uzorkovan je s krajnje istočnog (lijevog) kapitela. Uzorak 4. uzet je s površine krajnje zapadnog šiljastog luka. Uzorak br. 5 uzet je s površine šiljastog luka koji je drugi s istočne (lijeve) strane). Uzorak broj 6 uzorkovan je s geometrijskog motiva dentikula međukatnog vijenca pri vrhu prvog kata sjeverne strane zvonika. Uzorci su analizirani u laboratoriju Umjetničke akademije u Splitu.





*Bonino iz Milana, Dječaci grbonoše s grbom obitelji Ciprianis*

onda u skladu s time i preventivno djelovati na štetne procese. U većini uzoraka detektirani su sulfati<sup>56</sup> u potencijalno štetnim koncentracijama, dok su kloridi i nitrati izostali u potpunosti. Kod nekoliko uzoraka utvrđeni su sulfati u iznimno štetnim koncentracijama. Prema svim dobivenim podacima moglo se zaključiti da je kamena plastika djelomično kontaminirana isključivo sulfatima koje je bilo potrebno ukloniti iz strukture kamena. Oni su tretirani u dva koraka, postupkom sa 15-postotnom otopinom amonijeva karbonata te 7-postotnom otopinom barijeva hidroksida.<sup>57</sup> Nakon potpunog sušenja, pulpu se uklonilo s kamena, a na površinu nanio sloj celulozne pulpe zasićene vodom u cilju neutralizacije prethodnog postupka. Pretvorba zaostalih topljivih sulfata u netopljive soli provela se upotrebom 7-postotne otopine barijeva hidroksida.<sup>58</sup>

Uklanjanje nataložene nekompaktne prljavštine s površina kamena izvršeno je otprašivanjem te vodom uz pomoć visokotlačne pumpe pod kontroliranim tlakom što je omogućilo jasniji i detaljniji pregled stanja. Područja oštećena djelovanjem vodotopljivih soli nisu tretirana ovom metodom kako bi se izbjeglo dodatno oštećenje površine. Ispiranjem su djelomično uklonjeni i obraštaji tipa alge i lišajevi, no takav tip zahvata nije bio dostatan za potpuno odstranjivanje pa je

<sup>56</sup> V. Meštrović Šaran, op. cit. (bilj. 47), str. 88-89.

<sup>57</sup> Otopinu amonijeva karbonata u vodi potrebno je zasititi celuloznom pulpom te aplicirati na površine kamena. Pri tome dolazi do reakcije gipsa s amonijevim karbonatom:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$  pri čemu nastaje amonijev sulfat i netopljivi kalcijev karbonat. Sušenjem celulozne pulpe, nastali amonijev sulfat, koji je vrlo topljiv, migrira s vodom na površinu pulpe.

<sup>58</sup> Otopina 7-postotne koncentracije: 7 g barij-hidroksida, 2 g uree, 100 ml vode.

naknadnim zahvatima mikrobiološki obraštaj tretiran kemijskim metodama. Uklanjanje obraštaja na površinama međukatnih vijenaca, parapeta i baza stupova uključivala je kemijske i mehaničke metode. Bilo je potrebno kemijski tretirati i mehanički odstraniti tragove korijenja grmolikog bilja. Više biljke u predjelu korijenja tretirane su herbicidnim sredstvom. Mnogo veća, gotovo čitava površina prizemlja i prvog kata zvonika bila je prekrivena algama. Prethodno tretiranju bilo je nužno izvesti probna čišćenja. Prilikom radova probnog čišćenja uklanjanja mikrobiološkog obraštaja korišteni su različiti omjeri otopine Asepsola u vodi te široki spektar vremenskog razmaka otopine nanese na površine. Prema zaključku doneseno na temelju probi, koristio se točno određeni postotak otopine dezinficijensa u destiliranoj vodi. Nanošenje otopine obavljalo se fino disperzirajućom prskalicom, a nakon vremenskog razmaka, otopina je ispirana s površine vodom pod kontroliranim pritiskom.



*Skulptura vola s inkrustiranim olovnim očima na spoju zvonika i terase pred katedralom*

Mort u sljubnicama među kamenim elementima bio je vrlo oštećen, mjestimično se osipao ili potpuno nedostajao, zbog čega voda nekontrolirano prodire u strukturu zidova gdje se zadržava i izaziva različite oblike propadanja. Dotrajale sljubnice detaljno su očišćene upotrebom tradicionalnih klesarskih alata i skalpela. Unutar pojedinih sljubnica zatečen je raznovrstan biološki obraštaj kao što su mahovine kojima su povoljni mikroklimatski uvjeti u kombinaciji sa zaostalom prašinom i zemljom stvorili idealne uvijete za nastanjivanje i razvoj. Unutar nekih sljubnica zatečeni su korodirani željezni čavli te razlomljeni komadići stakalaca. To su vrlo vjerojatno tragovi zaostali prilikom velikih rekonstruktivnih zahvata s kraja 19. i početka 20. stoljeća.

Inkrustacije na kamenu, poput tamnih kora i kalcitnih cjedina bilo je potrebno stanjiti prije primjene laserske ili kemijske metode čišćenja. Stanjivanje inkrustacija provedeno je primjenom tradicionalnih klesarskih alata i električnih rotirajućih četkica. Zbog specifičnog tipa onečišćenja na pojedinim površinama nije bilo moguće provesti lasersku metodu čišćenja. Probnim čišćenjima mikropjeskarenja različitim finim agregatima utvrđeno je da se određene zaprljane površine međukatnog vijenca s dentima uklanjaju uz pomoć aluminijeva oksida. Ista metoda s različitim agregatom korištena je i tijekom konzervatorsko-restauratorskih

zahvata na zvoniku u periodu između 2007. i 2009. godine kada su zahvatima obuhvaćeni presvođeni prolaz iznad stubišta prvog kata zvonika, luk majstora Otta, reljefne skulpture Navještenja i Rođenja Kristova te Ottov reljef s prikazom splitskih zaštitnika.

Metode kemijskog čišćenja primijenjene su samo na onim površinama na kojima onečišćenja nije bilo moguće ukloniti drugim metodama. Čišćenje kemijskim sredstvima izvodilo se pastama, oblozima i/ili deterdžentima. Na nekim mjestima korištena je i tzv. Morova pasta. Sve komponente zamiješane su u destiliranoj vodi koja je potom zasićena celuloznom pulpom koja se aplicirala na kamene površine. Nakon određenog vremenskog razmaka, pulpa se odstranila, a površine ispirale i neutralizirale vodom.

Sljubnice među elementima ispunjene su na osnovi izrade probnih smjesa morta koje se sastoje od dvostruko mljevenog, te potom fino prosijanog mljevenog kamenog agregata (3), riječnog pijeska (2) i vapna (1).

Rekonstruktivni zahvati izvedeni su samo na oštećenim površinama kamenih blokova luka koji spaja zvonik s katedralom. Smjesa korištenog umjetnog kamena kvalificira se kao obojena mineralna žbuka. Smjesa se nanosila u jednom ili više slojeva ovisno o debljini sveukupne rekonstrukcije. Umjetni se kamen nakon nanošenja modelirao, a nakon sušenja obradio tradicionalnim klesarskim alatima. Klesarskim alatom rekonstruirala se teksturna obrada prema okolnim, izvornim površinama kamena.

#### PRIMJENA LASERSKE METODE ČIŠĆENJA NA KAMENOJ PLASTICI ZVONIKA

Metode koje se primjenjuju u restauraciji kulturnog nasljeđa razvijale su se paralelno s tehnološkim napretkom općenito, a u njihovoj primjeni nije se dugo kasnilo na ovim prostorima u odnosu na svjetske metodološke standarde i inovacije. Tako se primjerice 2000-tih godina prilikom obnove poznatih povijesnih građevina kao što su Peristil, Mauzolej, Jupiterov hram, Zlatna vrata Dioklecijanove palače, skulpture iz Narone, Radovanov portal i dr. počela primjenjivati laserska metoda čišćenja kamena.<sup>59</sup> Navedeni, za šire regionalno područje pionirski projekti trasirali su put k učestalijoj primjeni ove metode prilikom restauracije kamena. Stoga se prilikom prezentacije primjene laserske metode pri čišćenju zvonika ne može govoriti o inovativnosti metode, već o novom pristupu u primjeni te metode te o razlozima zbog kojih je promijenjen pristup.

Tendencije upotrebe lasera unutar konzervatorske struke proširile su polje djelovanja na umjetničkim djelima izvedenim od različitih vrsta materijala. To je u mnogim zemljama bilo primjenjivo uz stroge kontrole postupka u vidu praćenja stanja čišćene površine kroz raznovrsne fizikalno-kemijske analize. Sustavno provođenje istraživanja o utjecaju laserske zrake na određene tipove materijala i

<sup>59</sup> I. Jengiđ, »Primjena lasera u konzervatorsko-restauratorskim radovima«, *Kvartal*, V, 2, 2008., str. 70; I. Donelli, »Konzervacija i restauracija mramornih skulptura iz Augusteuma Narone«, *VAHD* 97, Split 2005., str. 285-338.



*Probe čišćenja različitim parametrima laserskog uređaja*

boja rezultiralo je nizom novih spoznaja. Ispitivanja su primjenjivana na staklu, papiru,<sup>60</sup> pergamentu,<sup>61</sup> slikama,<sup>62</sup> keramici/terakoti,<sup>63</sup> metalima<sup>64</sup> itd., te se nakon eksperimentalne faze počela primjenjivati po muzejskim, galerijskim i samostalnim restauratorskim radionicama. Parametri laserskog uređaja prilagođavaju se materijalu, boji i teksturi umjetničkog, povijesnog ili arheološkog predmeta, a kroz fizikalno-kemijska ispitivanja može se doći do spoznaja o (ne)štetnosti po sam materijal te na taj način kontrolirati postupak.<sup>65</sup>

<sup>60</sup> M. Jelenić, J. Striber, S. Perović Ivović, »The application of laser cleaning in paper conservation«, *Vjesnik bibliotekara Hrvatske*, sv. 58, br. 3-4, Zagreb 2015., str. 187-192.

<sup>61</sup> C. Fotakis et alii, *Lasers in the Preservation of Cultural Heritage, Principles and Applications*, 2007, pp. 299-318 i dr.

<sup>62</sup> P. Morais et alii, »Laser beam in the service of paintings restoration«, *Romanian Reports in Physics*, Vol. 62, No. 3, 2010., pp. 678-686 i dr.

<sup>63</sup> M. Oujja et alii, »Laser cleaning of terracotta decorations of the portal of Palos of the Cathedral of Seville«, *Journal of Cultural Heritage*, 6, 2005., pp. 321-327.

<sup>64</sup> Y. Koh, I. Sárady, »Surface Cleaning of Iron Artefacts by Lasers«, *Lasers in the Conservation of Artworks*, 2005.

<sup>65</sup> Primjerice, The British Museum u drugoj polovini prošlog desetljeća pokrenuo je istraživački projekt o primjenjivosti laserskog čišćenja na oslikanim artefaktima i manjim metalnim predmetima kao što su arheološki nalazi izrađeni od legura bakra i željeza (C. Korenberg, A. Baldwin, »Laser Cleaning Tests on Archaeological Copper Alloys Using an ND:YAG Laser«, *Laser Chemistry*, 4-6, 2006.). Metoda je primijenjena prilikom uklanjanja onečišćenja na zidnim slikama Sagrestia Vecchia i u kapeli Del Manto u Santa Maria della Scala u Italiji (S. Siano, R. Salimbeni, »Advances in laser cleaning of artwork and objects of historical interest: the optimized pulse duration approach«, *Accounts of Chemical Research* 43, 2010, pp. 739-750). Iznenađujuće dobre rezultate ista je metoda pokazala i prilikom uklanjanja nečistoća s površina opeka gradske vijećnice u Sieni (opeka, polikromija na kamenu), a na našim prostorima na kupoli Dioklecijanovog mauzoleja u Splitu (A. Doljanin, P. Ajduković, I. Gjerga Bratić, »The dome of the Diocletians mausoleum. Conservation and restoration works«, Italian Serbian Bilateral Workshop on Science for Cultural Heritage, 2013., pp. 71-92). Rezultati ispitivanja potvrdili su da je metoda



*Lasersko čišćenje akantus kapitela*

Potreba za ponovnim preispitivanjem metode (kao što je to uostalom slučaj i sa svim drugim metodama u restauraciji-konzervaciji) pobudila se među strukovnom i znanstvenom zajednicom zbog pojave decentnih, no vidljivih promjena na površinama i u strukturi materijala umjetnina. Primijećeno je da se u postupku laserskog čišćenja kulturnih dobara mogu dogoditi određena oštećenja na pojedinim vrstama materijala, pa tako i na određenim vrstama kamena.<sup>66</sup> Laboratorijskim istraživanjima utvrđeno je da se ponajviše štete dogodi zbog zagrijavanja površine materijala pri doticaju s laserskom zrakom. Uzrok su tomu presnažni ili neprimjereni parametri lasera ili pojava snažnih valnih duljina koje uzrokuju mehanička oštećenja na materijalu. Osim toga, primijećene su pojave vezane uz diskoloraciju i koloraciju tretiranih površina. Uklanjanje nepoželjne nečistoće na površini umjetnine postupkom zračenja laserom zasniva se na razlici u apsorpciji laserskog zračenja od strane neželjenog sloja i osnovnog materijala umjetnine. Sloj nečistoće apsorbira lasersko zračenje te se na taj način odstranjuje, dok ga podloga tj. umjetnina ne apsorbira ili apsorbira, a sve ovisno o tome koje parametre laserski uređaj pruža te kako je rukovoditelj uređaja podesio parametre. Ovisno o parame-

---

u potpunosti prikladna i primjenjiva na opeci, a potkrijepljeni su detaljnim laboratorijskim proučavanjem površine nakon čišćenja, i to optičkim i elektronskim mikroskopom te rendgenskim snimkama.

<sup>66</sup> S. Klein et alii, »Discoloration of marble during laser cleaning by Nd: YAG laser wavelengths«, *Applied Surface Science*, sv. 171, broj 3-4, 2001., pp. 242-251.



*Gotički polukapitel prije i poslije laserskog čišćenja*

trima lasera i osobinama materijala, debljina uklonjenog sloja može iznositi od nekoliko desetina nm do nekoliko  $\mu\text{m}$ . Tako se, primjerice, prilikom čišćenja kamena uz pogrešne parametre može ukloniti i »plemenita« žućkasta patina kamena, tj. sloj kalcijeva oksalata,<sup>67</sup> no i suprotno tomu, prouzročiti nepoželjno žućenje površina kamena (*eng. yellowing effect*) koje može biti posljedica laserskog impulsa, izazvano migriranjem onečišćenja iz skrame na očišćenu površinu, ili pak može biti prouzročeno *željezovim spojevima* koji se nalaze u strukturi kamena.<sup>68</sup> Istraživanjima je utvrđeno da se žućenje površine kamena može izbjeći ako se prilikom čišćenja koriste kombinacije valnih duljina.<sup>69</sup> Zbog svega navedenoga, prethodno primjeni laserske metode preporuča se koristiti uređaje s mogućnošću  $\lambda=1054, 532 \text{ nm}, 355 \text{ nm}$  te provoditi probna čišćenja različitim parametrima, a rezultate unutar ograničenih površina proučavati te ispitivati.

Laserska metoda čišćenja na zvoniku primijenjena je na mjestima gdje se nalaze jednostavno profilirane baze te ravne površine klesanaca zaključene reljefnim frizom s geometrijskim motivom u prizemlju, zatim na površini prvog kata, gdje se nalazi zid raščlanjen pilastrima s kapitelima oblikovanim lišćem gotičkih karakteristika s lukovima koji se međusobno sijeku na način da oblikuju šiljaste lukove, te na skulpturalnoj plastici, skulpturi vola, grbu i konzoli s prikazima dvaju dječaka grbonoša. Oni nose grb obitelji Ciprianis s prikazom lava, a djelo su Bonina iz Milana.<sup>70</sup> Skulptura vola dio je izvornog skulpturalnog programa zvonika.

<sup>67</sup> D. Mudronja, *Umjetno stvoreni kalcijev oksalat u zaštiti površine kamenih spomenika kulturne baštine*, doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb 2012.

<sup>68</sup> Fotakis et alii, op. cit. (bilj. 61), p. 272.

<sup>69</sup> Th. Skoulikidis et alii, »Some remarks on Nd:YAG and excimer UV lasers for cleaning soiled sulfated monument surfaces«, 1st Int. Conf. on Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA I 2004; V. Verges-Belmin; C. Dignard, »Laser yellowing: myth or reality?«, LACONA IV 2001, *Journal of Cultural Heritage* 4, 2003., p. 238.

<sup>70</sup> Izvorno djelo nalazi se u lapidariju Arheološkog muzeja u Splitu (inv. br. S 178), a datira se u 1427. godinu.



*Neočišćena i očišćena strana reljefa na grbu*

Probe su izvedene na površinama kamena kombiniranjem nekoliko osnovnih parametara laserskog uređaja (frekvencija, snaga i promjer udarne točke). Kao što je već prethodno rečeno, uzrok izvođenju niza probnih čišćenja potencijalno su nepovoljni parametri lasera ili pojava snažnih valnih duljina koje uzrokuju mehanička oštećenja, grijanje i žučenje materijala. Uređaj kojim su se izvele probe i kasnije čišćenje laser je komercijalnog naziva Thunder Compact Quanta System. Tip je komercijalnih Nd:YAG lasera. Karakteristike ovog lasera jesu:  $\lambda=1054$  i  $532$  nm; dužina impulsa 8 ns. Energija impulsa može se mijenjati do vrijednosti koja ovisi o valnoj duljini laserskog snopa do 1000 mJ (za  $\lambda=1054$  nm) i do 550 mJ ( $\lambda=532$  nm). Repeticija se može podesiti od 1 do 20 Hz. Laser radi u Q-switch režimu. Ovaj uređaj ima pokretnu ručicu kroz koju se uz pomoć sedam ogledala laserski snop zraka usmjerava na površinu uzorka ili umjetnine srodnu tipu ručice kakvu ima laser Michelangelo Quanta Sistem.

Na površinama kamena unutar šiljastih lukova prvog kata zvonika izveden je niz probnih čišćenja s repeticijom koja se može podesiti od 1 do 20 Hz, različitim mJ te  $\lambda=1054$  i  $532$  nm. Energija impulsa mijenjala se ovisno o vrijednosti koja opet ovisi o valnoj duljini laserskog snopa (do 1000 mJ (za  $\lambda=1054$  nm) i do 550 mJ ( $\lambda=532$  nm)).

Prilikom čišćenja evidentirano je da su 532 nm nedostatna za potpuno uklanjanje tamnih anorganskih onečišćenja neovisno o varijacijama repeticije i o energiji. Kod kombinacije od 10 Hz i 20 Hz,  $\lambda=1054$  i različitim varijacijama mJ evidentirane su različite promjene na površini onečišćenja te na očišćenoj površini kamena, a predstavljeno je samo nekoliko proba, opažanja i zaključaka.

Unutar probne površine čišćene s parametrima 10 Hz,  $\lambda=1054$  i 0,25 J, sloj tamno smečkasto crnog anorganskog onečišćenja stanjen je, no ne i uklonjen. Površina na kojoj se nalazilo onečišćenje malo je posvijetlila. Mikroskopskim proučavanjem površine utvrđeno je da je sloj onečišćenja zaostao na čitavoj površini, kao i deblji slojevi onečišćenja unutar utora klesarske obrade kamena. Kod probe



*Faze čišćenja  
gotičkog  
polukapitela*





*Detalji arhitektonske plastike zvonika prije i poslije čišćenja*

10 Hz,  $\lambda=1054$  i 0,35 J sloj onečišćenja koji je bio vidljiv kod prethodne probe odstranjen je, no zaostala je veća količina debljih slojeva anorganskog onečišćenja u točkastim tragovima. Kod probe 10 Hz,  $\lambda=1054$  i 0,45 dobivena je čista površina kamena, no uz točkaste tragove anorganskog onečišćenja. Na površini je ostao sačuvan sloj kalcijeva oksalata. Probe su izvedene na udaljenosti izlaza zrake iz optičke »ruke« do površine kamena u duljini od cca 15 cm.

Unutar probne površine čišćene s parametrima 20 Hz,  $\lambda=1054$  i 0,25 J, sloj tamno smečkasto crnog anorganskog onečišćenja donekle je uklonjen, no i dalje je ostao vidljiv sloj onečišćenja. Mikroskopskim proučavanjem površine utvrde-

no je da je tanki sloj onečišćenja zaostao na čitavoj površini, a deblji slojevi u tragovima tj. točkasto. Kod probe 20 Hz,  $\lambda=1054$  i 0,35 J, sloj onečišćenja koji je bio vidljiv kod prethodne probe odstranjen je, no uočeno je žućenje površine (*yellowing effect*) te veća količina debljih slojeva anorganskog onečišćenja u točkastim tragovima. Kod probe 20 Hz,  $\lambda=1054$  i 0,45 J dobivena je čista površina kamena bez tragova anorganskog onečišćenja ili žućenja, s vidljivim slojem kalcijeva oksalata.<sup>71</sup>

Zbog dobrog rezultata prethodnih probnih čišćenja, posljednje navedeni parametri ponovljeni su, no s izmjenom udaljenosti laserske ruke od površine kamena. Unutar probne površine čišćene s parametrima 20 Hz,  $\lambda=1054$  i 0,25 J, sloj tamno smečkasto crnog anorganskog onečišćenja vrlo slabo je uklonjen. Unutar površine vidljiva je intenzivnija žuta boja. Kod probe 20 Hz,  $\lambda=1054$  i 0,35 J, sloj onečišćenja koji je bio vidljiv kod prethodne probe odstranjen je, no zaostali su točkasti tragovi. Kod probe 20 Hz,  $\lambda=1054$  i 0,45 J, dobivena je čista površina kamena bez tragova anorganskog onečišćenja ili žućenja, s vidljivim slojem kalcijeva oksalata koji je uslijed laserskog čišćenja oštećen pa je mjestimice vidljiv i sloj bijelog kamena. Iz primjera posljednje probe može se zaključiti da ovisno o duljini izlazne zrake i površini kamena koju se tretira, mogu nastati površinska oštećenja oksalatnog sloja na kamenu što je nužno izbjevati.

Tijekom probnog čišćenja najuspješnijom se pokazala kombinacija 20 Hz,  $\lambda=1054$  i 0,45 J, s udaljenošću izlazne zrake od površine kamena u iznosu ne većem od 15 cm pa je prema tome odlučeno da je upravo ta kombinacija parametara ona koja se nakon probnih zahvata koristila prilikom konzervatorsko-restauratorskih zahvata na kamenoj plastici sjeverne strane prizemlja prvog kata zvonika katedrale sv. Dujma.



*Pogled na sjevernu stranu zvonika  
nakon konzervatorsko-restauratorskih radova  
u prizemlju i na prvom katu*

<sup>71</sup> D. Mudronja, op. cit. (bilj. 67).

THE BELL TOWER OF THE CATHEDRAL OF ST DOMNIUS  
IN SPLIT CONSERVATION-RESTORATION OPERATIONS  
ON THE NORTHERN SIDE

*Summary*

The bell tower of St Domnius was one of the biggest construction undertakings of the Middle Ages on the eastern shores of the Adriatic. The content of its build has not only a functional but also a profound symbolic value in the context of the history and standing of Split and Salona. Over the centuries, natural inclemencies have meant it needed ongoing care and repair. The radical renovation of the late 19<sup>th</sup> and early 20<sup>th</sup> century was one of the biggest operations of facsimile renovation, as well as of original construction. Through the 20<sup>th</sup> century, only small-scale repairs were recorded. At the beginning of the 21<sup>st</sup>, renovation operations were started again, this time with contemporary conservation-restoration methods.

The conservation-restoration operations presented in this work covered the ground floor and the first floor of the northern side of the campanile. Research into the condition as found included a preliminary visual survey, photographic documentation, the mapping of all kinds of damage and dirt and the positions at which material sampling was conducted. Laboratory assays and desalination procedures were conducted. All inorganic dirt was removed with the laser cleaning method: the simply moulded bases and the flat surfaces of ashlars concluding with a relief frieze including a geometrical motif in the ground floor and on the surface of the first floor, where there is a wall articulated with pilasters and capitals formed with foliage of Gothic characteristics, arches that intersect in such a way as to form pointed arches, and in the architectural decoration, the sculpture of the ox, crest and the console with depictions of two putti shield-bearers. Because in the laser cleansing procedure of cultural properties certain damage can be inflicted on some kinds of stone as a result of heat or the application of inappropriate parameters, prior to these operations, many pilot cleaning attempts were made. The results obtained from within limited surfaces were studied and tested. during the probe cleaning with diverse parameters various changes on the surface of the dirt were recorded as well as on the cleaned areas of stone: in some test surfaces inorganic dirt was thinned but not removed; some surfaces were made lighter, on some the effect of yellowing was observed, and in some places a large amount of pollutants remained in specks. On some surfaces a clean stone surface was obtained with its preserved layer of calcium oxalate; elsewhere with a damaged layer of oxalate. Pursuant to the results, the optimal parameters for laser cleansing of the stone that would not cause damage were set. It is recommended to carry out test procedures before addressing the laser cleaning of the stone because of the possible appearance of slight but still visible changes to the surfaces of and the structure of materials. In the process of laser cleaning, certain types of damage can take

place on some kinds of material, including certain kinds of stone (particularly marbles). Laboratory research established that change mostly takes place because of the heating of the surface of the material on contact with the laser beam, caused by too powerful or inappropriate laser parameters, or powerful wavelengths that bring about mechanical damage, resulting in the discolouration or colouration of the surfaces treated. Apart from that, during the cleaning of the stone with faulty parameters it is possible to remove the “noble« yellow patina of the stone, i.e., the layer of calcium oxalate, or bring about an unwanted yellowing effect on the stone surface. For all of this, in the application of the laser method, it is recommendable to use apparatus capable of  $\lambda=1054, 532 \text{ nm}, 355 \text{ nm}$ , and to conduct cleaning with different parameters that have been shown by laboratory experiments not to damage the material treated.

*Keywords:* bell tower; St Domnius' Cathedral; Split; conservation; restoration; laser cleaning