

# Desalinizacija kamenih fasada konstrukcija i spomenika

---

**Tomašić, Ivan**

*Source / Izvornik:* **Klesarstvo i graditeljstvo, 2007, 18, 47 - 54**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:169:202091>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-03**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum  
Engineering Repository, University of Zagreb](#)





**COM - ADRIA** d.o.o.

**SPLIT:** Lovачki put 1A, 21000 Split, tel./fax: 00385 / 21/ 460 011, 460 502; fax: 461 016  
**ZAGREB:** Kontakova 3, 10000 Zagreb, tel./fax: 00385 / 1/ 2300-871, mob.: 098/653 530  
 E-mail adresa: com-adria@st.htnet.hr

**K L E S A R S T V O  
I G R A D I T E L J S T V O**

**BROJ 1-2**

**GOD. XVIII.**

**SVIBANJ, 2007.**

**Izdavač:**

Klesarska škola, Pučišća, otok Brač

**Urednik:**

Tomislav Bužančić, dipl. ing. građ.

**Članovi uredništva:**

Tonči Vlahović  
Zdravko Matijašić, meštar radionice

**Tehnički urednik:**

Tomislav Bužančić, dipl. ing. građ.

**Za izdavača:**

Tonči Vlahović

**Redakcijske usluge:**

»Franjo Kluz« d.d. - Omiš

**Adresa uredništva:**

Časopis »Klesarstvo i graditeljstvo«  
Klesarska škola, 21413 Pučišća  
Telefon: 021/633-114, fax: 633-076  
e-mail: klesarska-skola.@st.tel.hr  
www.klesarska.skola.hr  
Telefon urednika: 021/396-359, mob. 091/514 65 72

Informacije o pretplati i oglašavanju možete dobiti na telefon 021/633-114 ili na adresi uredništva.

Legenda uz naslovnicu:

Splitska riva u novom izdanju

**S A D R Ž A J**

**Dr. sc. Dragan Krasić, dipl. ing. rud.  
Dragan Vidić, dipl. ing. rud.**

Zakonska regulativa i stanje eksploatacije  
arhitektonsko-gradevnog kamena u  
Republici Hrvatskoj ..... 3

**Prof. dr. sc. Ivan Tomašić**

Beton otporniji od kamena ..... 27

**Miona Miliša Jakšić, dip. rest.-konz.**

Konzervatorsko-restauratorski radovi  
na reljefu mletačkog lava i kamenoj  
ploči s tekstom iz Nerežišća ..... 34

**Prof. dr. sc. Ivan Tomašić**

Desalinizacija kamenih fasada,  
konstrukcija i spomenika ..... 47

**Mr. sc. Josip Čuzela**

Stubište na crkvi Sv. Ivana u Šibeniku ..... 55

**Tomislav Bužančić, dipl. ing. građ.**

Tri razine urbanističkih planova ..... 61

Kuće od soli, bure i sunca ..... 79

**Edo Šegvić**

Fumar ..... 81

Spajanje kamena sa Araldite ljepilima ..... 89

Žiro račun: 2491005-1100001208 CREDO BANKA

Cijena dvobroja 50 kn  
Godišnja pretpata 90 kn



Slika 24. Ploča nakon završenih restauratorskih radova.

i oba dva gornja ruba. U konzultaciji s nadležnim konzervatorskim odjelom, odlučeno je da se napravi rekonstrukcija rubnih dijelova ploče koji nedostaju. Budući znamo u potpunosti kako su izgledali rubovi ploče koji nedostaju, rekonstrukcija je bila moguća. Na slici 24. je ploča nakon rekonstrukcije. Kao materijal za rekonstrukciju korišten je bijeli cement (bizet mort), sa armaturom od nehrđajućeg čelika (inoks šipke s navojima, promjera 4 mm). Pri nadograđivanju rubova, nastojalo se postići ton što sličniji boji originalnog kamena, kako ne bi suviše utjecao na konačni izgled cjeline, već samo naznačivao nekadašnji izgled ploče.

Također se tekstura završnog sloja rekonstruiranih dijelova napravila što sličnija originalnoj. Konačno, cilj je bio da rekonstruirani dijelovi budu što sličniji originalu, kako ne bi previše oduzarali, a da razlika bude uočljiva, kako bi se vidjelo koji su dijelovi naknadno rekonstruirani.

## X. ZAKLJUČAK

Reljef mletačkog lava s otvorenom knjigom iz 1545. godine bio je postavljen na kamenom zidu kneževe palače u Nerežišćima tijekom zadnjih pet stotina godina. Na istom zidu, odmah ispod reljefa lava nalazila se i kamena ploča s latinskim tekstom. Pet stoljeća izloženosti uvjetima eksterijera ostavilo je traga na oba artefakta. Konzervacijom i restauracijom reljefa bio je cilj zaustaviti daljnje propadanje kamena, te ukloniti slojeve inkrustracija i crnih naslaga nečistoća, koje osim što estetski nagrđuju umjetninu, i svojim su sastavom štetne za kameni materijal.

Iako nedostaju pojedini dijelovi reljefa (desna prednja šapa, dio krila...) rekonstrukcija tih dijelova nije napravljena. U konzultaciji sa nadležnim konzervatorskim odjelom u Splitu, odlučeno je da se ne rade rekonstrukcije određenih dijelova. Tako je odlučeno jer ne znamo u potpunosti kako su izgledali dijelovi koji nedostaju. Osim toga, čitava površina reljefa je erodirana, završni klesarski detalji, na mjestima su potpuno izgubljeni, tako da se i na originalnom dijelu ne vide tragovi završne obrade. Kod takvog stanja objekta, rekonstruirani dijelovi, su u potpunosti suvišni, i njihova izrada nema nikakvo značenje za konačnu prezentaciju artefakta.

Uklanjanjem štetnih čimbenika na kameni materijal, te zaustavljanjem daljnjeg propadanja objekta, i njegovom konačnom prezentacijom na adekvatnom mjestu u prostorijama općine Nerežišća, završena je konzervacija reljefa mletačkog lava. Na slikama 19. i 24. vidi se zatečeno stanje artefakta prije restauratorsko - konzervatorskih radova, te konačni izgled lava nakon svih konzervatorsko - restauratorskih zahvata.

Prof. dr. sc. Ivan Tomašić

## DESALINIZACIJA KAMENIH FASADA, KONSTRUKCIJA I SPOMENIKA

### UVOD

Ugrađen u zgrade, konstrukcije i spomenike uz more, prirodni je kamen izložen salinizaciji solima porijeklom iz morske vode. Salinizaciju pospješuju vjetrovi koji raspršenu posolicu s morske površine nose ka kamenim konstrukcijama. Za sušna razdoblja voda ispari, a soli kristaliziraju u porama kamena. Površinska oštećenja na kamenu koja pritom nastaju potaknuta su kristalizacijskim tlakovima i korozivnim djelovanjem soli iz morske vode, ponajviše natrijeva klorida. Štetno djelovanje zamjećuje se kao površinsko mrvljenje, osipanje ili ljuštenje čitavih kora kamena. Pritom su, ovisno o svojstvima, posebno osjetljivi naši autohtoni vapnenci, ali i drugi varijeteti prirodnog kamena, pa čak i kamen magmatskog porijekla.

Površina kamena je u blizini mora izložena brzim promjenama vremenskih uvjeta i stoga se vidljivo oštećuje. Iako su oštećenja sporadično vrlo velika, svi dijelovi površine nisu jednako oštećeni. Među objektima izgrađenim od prirodnog kamena, izloženima djelovanju morske vode, nalaze se brojni i jedinstveni spomenici kulturne i materijalne baštine, pa razmatranje mogućnosti sprečavanja oštećenja kamene površine ima veliku važnost.

Sinonim za štetno djelovanje posolice u restauratorskim krugovima jest "kamena kuga".

### Djelovanje soli

Dugotrajnim promatranjem površina kamenih konstrukcija ustanovljeno je da je za površinsko oštećenje bitan odnos načina ugradnje i vrste kamene konstrukcije prema izloženosti salinizaciji u sušnim i kišnim razdobljima. Primjeri, na kojima su vidljiva velika oštećenja, nedvojbeno ukazuju na gotovo potpuni izostanak desalinizacije na prirodni način kišom na natkrivenim, od kiše zaštićenim, dijelovima kamenih konstrukcija (sl. 1). Naprotiv, donji dijelovi kamenih stupića (kolonade) su potpuno neoštećeni, zahvaljujući ispiranju soli kišom.

Na većem dijelu nenatkrivenih kamenih površina koje su povremeno izložene jakoj kiši, oštećenja su znatno manja ili ih gotovo nema. Temeljem svih dosadašnjih opažanja može se zaključiti da je kiša djelomično ili u potpunosti isprala približno 70 do 90 % površinskog dijela kamenih konstrukcija izloženih



Sl. 1. Prikaz kamenih stupića (kolonada) na balkonu. Oštećenja su učestala ispod poklopnice (koportele). Pučišća (2006.g.)

Proces salinizacije i desalinizacije može se podijeliti u tri faze:

- razdoblje salinizacije za vlažna i vjetrovita vremena,
- razdoblje sušenja i
- razdoblje desalinizacije za kišnih razdoblja.

Različiti oblici oštećenih i neoštećenih dijelova površine kamene konstrukcije dobro su vidljivi na zgradi dačkog doma u Pučišćima (sl. 2). Oštećenja su najveća ispod balkona i ispod istake vijenca dok je kamena fasada prvog kata gotovo neoštećena.

WINKLER (1975) navodi da među brojnim solima koje se zbog raznih razloga i iz raznih izvora mogu pojaviti u kamenim konstrukcijama, natrijev klorid može izazvati daleko najveći kristalizacijski tlak od 66,3 MPa pri temperaturi od 50 °C. On je dovoljan za nastanak naprezanja koja u strukturnoj građi slabijih varijeteta kamena mogu izazvati oštećenja. U nehomogenom kamenu su naprezanja na tlak u pravilu popraćena naprezanjima na smicanje, savijanje i vlak. Prirodni kamen približno je desetak puta manje otporan na vlak, smicanje i savijanje negoli na tlak. To je i glavni razlog smanjene otpornosti kamena pri djelovanju kristalizacijskih tlakova i u nekim drugim uvjetima hidratacijskih tlakova.



Sl. 2. Dački dom u Pučišćima. Prikaz neoštećenih natkrivenih i oštećenih natkrivenih dijelova fasade (2006. g.)

posolici. Propadanje takvih kamenih konstrukcija znatno je usporeno, što se može sporadično opaziti u vidu znatno manjih oštećenja. Ona ovise o strukturnim i teksturnim značajkama kamena, vrsti karbonatnih sastojaka i značajkama pornog prostora. Kod homogenih varijeteta kamena kišom desalinizirani dijelovi kamenih površina su ravnomjerno oštećeni pa ih je teže prepoznati.



Sl. 3. Hotel Porat u Pučišćima. Stražnja strana kolonade jače je oštećena od prednje (2005.g.)

Tako na primjer, ako tlačna čvrstoća nekog varijeteta prirodnog kamena iznosi 100 MPa, onda je čvrstoća na smicanje, vlak ili na savijanje približno desetak puta manja, te može iznositi cca 10 MPa, ovisno o vrsti i kakvoći kamena, te njegovoj strukturnoj građi. Stoga i nije čudno da soli pri kristalizaciji bez većih teškoća mogu izazvati tlakove i lokalno prouzročiti naprezanja na smicanje i savijanje veća od 10 MPa. Pojava je još izraženija kod manje otpornih varijeteta kamena, te posebice njihovih oslabljenih dijelova.

Na različitim građevinama je primijećeno da oštećenja nastaju na površini kamena. Pritom treba razlikovati štetno djelovanje soli koje su kristalizirale u površinskoj zoni od znatno manje štetnih soli u otopljenom stanju ispod površine kamena gdje još uvijek ima dosta vlage.

### Postupak desalinizacije kamenih površina

Pomisao da bi se kamen mogao sačuvati od oštećenja uslijed djelovanja morske soli jednostavnim postupkom pranja i ispiranja tehnikom i tehnologijom koja je pristupačna pojavila se sasvim iznenada tijekom boravka na Seminaru i radionici posvećenima konzerviranju kamena *Konkam 2004.*, organiziranima od strane Odsjeka za konzervaciju i restauraciju Umjetničke akademije Sveučilišta



Sl. 4. Groblje u Pučišćima. Prednja strana nadgrobne ploče, povremeno izložena kiši, bez vidljivih je oštećenja (2004.g.)

u Splitu. Strašan destruktivni učinak soli tom je prigodom najbolje bio vidljiv na raspadnutoj pitiji, rimskom glinenom loncu za transport i držanje hrane, koja nije, nakon vadeanja iz mora, bila podvrgnuta desalinizaciji. Polomljena pitija nalazila se iza zgrade Arheološkog muzeja u Splitu.

Na takva su razmišljanja potaknule i brojne fotografije kamenih konstrukcija snimljene u pri-

morskim mjestima, pretežno u Pučišćima na otoku Braču, Baškoj na otoku Krku i Dubrovniku. Na njima se vidi niz oštećenja nastalih iz istih razloga jer se svi objekti nalaze udaljeni od mora između nekoliko metara i nekoliko desetaka metara. Brojna uočena oštećenja nastala su u relativno kratkom razdoblju: u svega dvadesetak godina na hotelu Porat u Pučišćima a u nešto kraćem vremenskom razdoblju na ulazu, odnosno portalu kamenoklesarske škole također u Pučišćima. Vidljiva su i na lokalnom groblju, na objektima za koje se zna da su izgrađeni tek prije deset do dvadeset godina.

Bez sumnje se može ustvrditi da je glavni razlog propadanja kamena i nastalih oštećenja morska sol koja je u obliku aerosola ili posolice vjetrom s morske pučine nanošena na navedene kamene površine tijekom juga, bure i tramontane. Često stradavaju vrlo lijepi i skupi kameni dijelovi konstrukcija i fasada, izgrađeni na tradicionalni način, u koje su uloženi veliki rad i ogromna materijalna sredstva.

Ideja o pranju kamena spomenuta je 2005. godine u Pučišćima u prisustvu nekoliko ljudi. Tom su prilikom gospoda Zdravko Matijašić i Tonči Vlahović spomenuli da se u Pučišćima u tom smislu već razmišljalo. Dakle sama je ideja logična, te bi ju trebalo razraditi.

Poznata je osjetljivost na oštećenje automobila, osobito tijekom zimskog razdoblja, kada se ceste zbog sprečavanja poledice intenzivno sole s NaCl. "Ljubimci" se nakon vožnje takvim cestama pažljivo peru s donje strane kako bi se spriječila moguća oštećenja uslijed korozije. Takva se briga ne smatra pretjeranom.

Čišćenju, konzervaciji i restauraciji kamena danas se posvećuje zaista velika pažnja, ali tek kada su onečišćenja i oštećenja vidljiva. Djelovanje soli u početnoj fazi procesa salinizacije nije vidljivo okom jer je mikroskopskih veličina, a kada oštećenja postanu vidljiva okom, već je kasno za zadržavanje izvornog izgleda kamene površine.

Na potrebu ispiranja ili desalinizacije kamenih pročelja ukazuje članak autora DONELLI i ŠTAMBUK GOLJANOVIĆ (2004.). Kamene elemente se desaliniziraju u bazenima tijekom nekoliko mjeseci. Autori su utvrdili da desalinizacija arheoloških predmeta može biti cjelovita i u vodovodnoj i nekorozivnoj vodi, umjesto u destiliranoj ili deioniziranoj vodi, što olakšava i pojeftinjuje postupak konzervacije.

Desalinizacija kamena na pročeljima zgrada je istovrstan problem, ali je tehnički izvodljiv na drugačiji način. Desalinizacija kamenih fasada vjerojatno je moguća samo u površinskom sloju. Je li to dovoljno za očuvanje kamena, potrebno je utvrditi temeljitim istraživanjima.

Soli koje treba isprati iz kamena potječu iz morske vode. U tablici 1. prikazan je prosječni kemijski sastav otopljenih tvari u Jadranskom moru. Vidljivo je da u sastavu prisutnih soli dominiraju ioni klora i natrija s udjelom od preko 86 %. S nešto nižim udjelima zastupljeni su, padajućim redoslijedom, ioni sulfata, magnezija, kalcija i kalija.

Tablica 1. Prosječni sastav otopljenih tvari u Jadranskom moru prema LEVAČIĆ, 1977 (preuzeto iz: HALLE, 2004)

Ioni	Koncentracija / mg/L	Udio / %
Cl <sup>-</sup>	21250	55,49
Na <sup>+</sup>	11810	30,84
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	2970	7,75
Mg <sup>2+</sup>	1420	3,71
Ca <sup>2+</sup>	457	1,19
K <sup>+</sup>	390	1,02

Iz navedenih podataka je vidljivo da je nakon isušivanja i isparavanja morske vode najzastupljenija sol NaCl.

### Diskusija i zaključak

Jaki vjetrovi utiskuju aerosol odnosno posolicu u kamen. Soli se u kamenu mogu koncentrirati iscvjetavanjem ispod površine kamena (subflorescencija) ili iznad površine kamena (eflorescencija). Međutim, zbog povremenih padalina, uglavnom kiše, površinski se sloj ispire znatno brže. Soli u kamenu malokada miruju. U pravilu se, uslijed promjene vlage u zraku i konstrukcije podloge, zbog kapilarnosti i gravitacije, a ovisno o presjeku pora, povremeno premještaju ili "pulsiraju" između površine i unutrašnjosti kamene konstrukcije (dižu se ili spuštaju). Ovisno o strukturnoj građi i poroznosti, kamen je u pravilu nehomogen. To je i glavni razlog za nejednoliki raspored kristalizacijskih tlakova i korozije na površini kamena. S obzirom na promjene klimatskih uvjeta, relativne vlažnosti zraka, higroskopnosti, kondenzacije i kišnih razdoblja, količina, način i oblik deponiranja soli u kamenu neprekidno se mijenja. Najčešće se formiraju nakupine soli u obliku leća, traka ili slojeva paralelnih s površinom kamena. Kiše najviše potiču desalinizaciju prirodnim putem premda je činjenica da je učestalost i količina kiše koja pada na površine kamenih objekata različita. Najčešće ne pada kada je za ispiranje kamena najpotrebnija, dakle neposredno nakon razdoblja intenzivne salinizacije. No učinak kiše ipak je izuzetno pozitivan, intenzivan i uočljiv na mnogobrojnim kamenim konstrukcijama. Učinak vjetra također je značajan, kako kod salinizacije, tako i za desalinizaciju u kišnom ciklusu, što se vrlo lijepo vidi na



Sl. 5. Groblje u Pučišćima. Stražnja strana nadgrobne ploče djelomično je oštećena zbog nedovoljnog ispiranja kišom (2004.g.)

mnogim objektima. Vjetar može pospješiti desalinizaciju. Na temelju raspodjele oštećenja na kamenim elementima može se zaključiti da su vrlo jaka oštećenja najčešća na stražnjim stranama balustrada (sl. 3) i stupova. I kod nadgrobnih spomenika (sl. 4 i sl. 5), zbog pojave zadržavanja ili uspora slane vode uslijed jakih vjetrova (slično kao i kod automobila tijekom vožnje). Prednja strana spomenutih konstrukcija znatno je manje oštećena jer je ispiranje kišom takvih dijelova češće i intenzivnije. Međutim, kod širokih poklopnica "koportela" prednja je strana jače oštećena (sl. 8). Neka se oštećenja ne mogu objasniti tako jednostavno zbog turbulencija vjetra, udaranja i odbijanja od pojedinih dijelova konstrukcija.

Porastom temperature dolazi do evaporacije, odnosno isparavanja vode iz rubnih površinskih dijelova kamenih zidova, a koji su prethodno bili natopljeni morskom vodom s otopljenim tvarima navedenima u tablici 1. Uslijed evaporacije koncentracija (ili salinitet) povećava se gotovo deseterostruko što favorizira uvjete za izlučivanje i kristalizaciju NaCl u kamenu.

Iz navedenoga slijedi da se koncentracija soli povećava porastom temperature (evaporacija na krajevima kapilara), a smanjuje pri ponovnom otapanju u kišnici.

Posljedice neprestano opetovanih procesa kristalizacije i otapanja su kristalizacijski tlakovi koji nastaju rastom kristala u porama kamena. Intenziteti kristalizacijskih tlakova i njihove neprestane promjene rezultiraju sve većim oštećenjima kamena (sl. 7). Ravnotežno stanje ovisi o koncentraciji soli i temperaturi, a definirano je pripadnim produktom topljivosti za određenu temperaturu. U nezasićenoj otopini nema kristalizacije soli u kamenu, već ju izaziva promjena ravnotežnog stanja u smislu porasta temperature, koncentracije i zasićenja.

Ravnotežno stanje, ovisno o atmosferskim prilikama, može se promijeniti više puta tijekom jednoga dana. Dakle, ukoliko dođe do zasićenja uslijed povećanja temperature i naglog povećanja intenziteta isparavanja, soli kristaliziraju u porama kamena. Pri višoj temperaturi i većoj koncentraciji kristalizacijski će tlakovi biti veći. Pri nižoj koncentraciji i sporijoj kristalizaciji nastaju veći kristali. Evaporacija je najveća na krajevima kapilara.



Sl. 6. Groblje povrh Baške na otoku Krku. Natkrivena ploča homogenog kamena magmatskog porijekla ujednačeno je oštećena. Udaljena je oko 200 m od mora te cca 40 m iznad površine mora. (2005.g.)

Prema COOKE i SMALLEY, 1968 (preuzeto iz: Winkler, 1975) porastom temperature od 0 do 60 °C volumen kristala NaCl povećat će se za 0,5 %, zbog čega može doći do znatnog fizičkog propadanja kamena.

Umjesto desalinizacije klasičnim postupkom u bazenima koji se primjenjuje u konzervatorsko-restauratorskim radovima, u ovom bi se primjeru kamen mogao desalinizirati različitim uređajima, kojima bi se pri umjerenom tlaku ispirale kamene fasade i konstrukcije običnom vodom. Učinak bi se mogao utvrđivati uređajima koji se također mogu povoljno nabaviti na tržištu.

Primjer mjerenja učinka desalinizacije je mjerenje električne vodljivosti otopine (izražene u mikro simensima, uS), digitalnim konduktometrom (Malnar, 2003). Tim uređajem mogla bi se mjeriti električna vodljivost na početku ispiranja i nakon završenog ispiranja vodom, čime bi se utvrdio učinak desalinizacije. Istraživanja bi trebalo provesti na način da se utvrdi navedeni učinak s obzirom na tip kamena, njegov reljef i površinu, klimatske uvjete, trajanje izloženosti negativnim utjecajima i duljinu ispiranja.



Sl. 7. Đački dom u Pučišćima. Velika oštećenja ispod balkona. (2005.g.)

Za utvrđivanje početnog stanja i stanja nakon ispiranja mogu se koristiti i digitalni pH-metri ili pH-indikatorske trake kao i digitalni filterfotometar, instrument kojim se s dovoljno točnosti može odrediti npr. prisustvo klorida, nitrata i sulfata. Ovaj bi postupak zahtijevao uzimanje posebnih uzoraka kamena iz zidova.

Iako su kloridi po zastupljenosti na prvom mjestu, u kamenu također mogu nastati nitrati i sulfati. Međutim, s obzirom na porijeklo soli iz mora, procjenjuje se da su u opisanom i razmatranom slučaju važni samo kloridi i sulfati. Rezultati prikazani u postocima u tablici 1. mogu se usporediti s podacima o štetnosti pojedinih soli prema Austrijskoj normi B 3355-1 i prema prikazanim vrijednostima u tablici 2. (DIGLAS, 1994, iz: MALNAR, 2003).

Tablica 2. Udio klorida, nitrata i sulfata prema štetnosti

Ocjena	Kloridi (Cl <sup>-</sup> %)	Nitrati (NO <sup>3-</sup> %)	Sulfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> %)
Nije štetno	< 0,03	< 0,05	< 0,01
Moguće štetno	0,03 - 0,10	0,05 - 0,15	0,01 - 0,25
Štetno	> 0,10	> 0,15	> 0,25

S obzirom na porijeklo sulfata iz mora, u kamenu se mogu očekivati CaSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O, CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O (gips) i CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O (basanit).

Novom Hrvatskom i Europskom normom HRN EN 14147 predviđeno je određivanje postojanosti prirodnog kamena na raspršene soli u zraku (NaCl).



Sl. 8: Vila Eliza (Ekonomski fakultet u Dubrovniku). Oštećene, betonom obnovljene, te ponovno oštećene kolonade. U donjem dijelu vidljiv je potpuno neoštećeni kamen (2007.g.)

ljivosti struje, te se vaganjem utvrđuje gubitak mase uzoraka nastao uslijed korozije i kristalizacijskih tlakova. Uzorke treba promatrati tijekom postupka ispitivanja.

Razmatranja navedena u ovom članku trebalo bi poduprijeti eksperimentima kojima bi se utvrdila mogućnost ispiranja prethodno u kamenu utvrđenih soli. Probno bi ispitivanje trebalo biti prema načelima prikazanim u ovom članku, kao i prema današnjim iskustvima poznatima iz objavljene literature. U tom bi smislu ispitivanje započelo uzimanjem uzoraka, od površine prema dubljim dijelovima kamenih konstrukcija. Uz ostalo, pranje i ispiranje trebalo bi testirati i na dijelovima potpuno novih kamenih konstrukcija.

Primjeri, vidljivi na priloženim slikama, nedvojbeno potvrđuju jasni i pozitivni učinak kiše na prirodnu desalinizaciju kamena. Mjesta na kamenim pročeljima koja su potpuno ili djelomično natkrivena, vidljivo su i znatno oštećena uslijed kristalizacijskih tlakova soli porijeklom iz mora, jer nisu dostupna kiši koja bi ih ispirala. Provođenjem predloženih postupaka tj. povremenim pranjem i ispiranjem soli s kamenih fasada, konstrukcija i spomenika, očuvao bi se kroz duže vremensko razdoblje zadovoljavajući izgled građevina građenih prirodnim kamenom, tj. produžio vijek njihova trajanja. Ispiranjem, čak i običnom vodom, desalinizirale bi se ogromne površine kamenih konstrukcija, čime bi se uštedjela ogromna materijalna sredstva.

#### LITERATURA:

- Donelli, I. i Štambuk-Giljanović, N. (2004): Uporaba vodovodne vode za desalinizaciju kamenih spomenika. Godišnjak zaštite spomenika kulture Hrvatske, 28, 137-144, Zagreb.
- Halle, R. (2004): Kemizam i obradba vode. Izd: Sveučilište u Zagrebu, 280 str., Zagreb.
- Malinar, H. (2003): Vlaga u povijesnim građevinama (Sistematika-Dijagnostika-Sanacija). Izd: Ministarstvo kulture, 83.str., Zagreb.
- Winkler (1975): Stone: Properties, Durability in Man`s Environment, Springer, Wien-New York.

Mr. sc. Josip Čuzela

## STUBIŠTE NA CRKVI SV. IVANA U ŠIBENIKU

Crkva Svetog Trojstva nalazi se u Zagrebačkoj ulici (Masna ulica) koja je uz Ulicu kralja Tomislava (Kalelarga), koja vodi prema katedrali, druga po značaju u povijesnom dijelu grada. U srednjem vijeku ova ulica se zvala Ulica Svetog Trojstva.

U prošlosti je vodila od nekadašnjih Kopnenih vrata prema tvrđavi sv. Mihovila. Crkva je sagrađena na sjecištu ove ulice s onom koja je prema gradu vodila od Mliječnih vrata koja su se nalazila na sjevernom gradskom zidu. U srednjovjekovnom Šibeniku crkva Svetog Trojstva, smještena u urbanističkom



Stubište crkve Sv. Ivana