

**Višnja Tkalčević  
Daniela Pulić  
Boris Androić**

Sveučilište u Zagrebu  
Građevinski fakultet  
HR - 10000 Zagreb, Kačićeva 26

**Prethodno priopćenje • Preliminary Communication**  
**UDK • UDC** 72.025:624(497.5 Dubrovnik)

**Znanstvena klasifikacija • Scientific Classification**

Područje: Tehničke znanosti • Section: Technical Sciences

Polje: Arhitektura i urbanizam • Field: Architecture and Urban Planning

Grane • Branches: 2.01.03 arh. konstrukcije • Archit. Construction

2.01.04 obnova gradit. naslijeđa • Reconstruct. of Arch. Heritage

**Rukopis primljen • Manuscript Received:** 10.06.1999.

**Članak prihvaćen • Article Accepted:** 29.03.2000.

## Konzervatorske smjernice monumentalnih zgrada s obzirom na zahtijevane razine sigurnosti na primjeru obnove Dubrovnika

### Conservation Guidelines for Monumental Buildings from the Aspect of Safety - on the Example of the Restoration of Dubrovnik

#### Ključne riječi • Key words

Dubrovnik	Dubrovnik
konzerv. smjernice	conservation guidelines
monumentalne zgrade	monumental buildings
palača Gučetić	Gučetić mansion
konstruktivna sigurnost	construction's safety

#### Sažetak • Abstract

Nakon oštećenja nastalih u Domovinskom ratu bilo je potrebno obnoviti monumentalne zgrade u Dubrovniku. Obnovu je trebalo započeti hitno radi sprečavanja daljnjeg propadanja onoga što je ostalo. Pritom se postavlja pitanje koliko poštovati konzervatorske smjernice i na koji ih način uklopiti u sigurnosne zahtjeve. U budućnosti bi trebalo izraditi preporuke koje bi pomirile te zahtjeve.

After war damage it was necessary to renew historical buildings. Renewal had to be quick to prevent the further deterioration of what was left. The problem appeared of how to honour conservation guidelines while complying with safety demands. In future recommendations should be made to reconcile these requirements.

## 1. Uvod / Introduction

Nakon potresa koji je 1979. godine prouzročio brojna oštećenja u Dubrovniku donesena je odluka da se Dubrovnik uvrsti u popis svjetskoga kulturnog naslijeđa UNESCO-a. Iste je godine osnovan *Zavod za obnovu Dubrovnika*, čiji je početni zadatak bila izrada pripremnih radova, nadzor, osiguranje financijskih sredstava, promidžba, administrativni i tehnički aspekti programa obnove spomenika oštećenih u potresu. Nakon završetka Domovinskog rata postavljeni su novi zadaci Zavodu u sklopu obnove povijesnih spomenika oštećenih u ratu nakon agresije JNA 1991/92. godine. Studija konstrukcijske sanacije Dubrovnika prihvaćena je krajem 1996. godine na temelju ugovora Zavoda i Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja, koja je osnova za izdavanje građevnih dozvola s obzirom na suvremene metode sanacije objekata. Tu je studiju izradio Institut građevinarstva Hrvatske, a ekspertna komisija za obnovu sastavljena je od uglednih hrvatskih i internacionalnih stručnjaka.

Primarni cilj UNESCO-a jest dovesti Dubrovnik u prvobitno stanje koje su zamislili i ostvarili njegovi poznati graditelji i umjetnici, tako da je 1993, zajedno s odgovornim lokalnim ustanovama, izrađen *Akcijski plan zaštite naslijeđa Staroga grada* oštećenog srpskom agresijom.

Obnova arhitektonskog naslijeđa zahtijeva poseban pristup i složenu strategiju pripreme, tako da je za potrebe Akcijskog plana izvršena globalna procjena troškova obnove za svaki objekt posebno. Za zgrade uništene u požaru izrađena je potpuna dokumentacija: arhitektonski elaborati, konzervatorska istraživanja te smjernice i planovi sanacije. Istraživanja na ostalim zidovima izgorjenih zgrada provedena su pretežito bezrazornim metodama. Oštećeni kameni dijelovi pažljivo su dokumentirani opisima i prijedlogom restauracije.

Osnovno načelo konzervacije povijesnog naslijeđa jest poštovanje njegove autentičnosti, tako da se zgrada obnovom dovede u stanje kakvo je bilo prije devastacije. Na primjeru Dubrovnika uočeno je da to nije lagan zadatak. Na primjer, problemi započinju već pri izboru kamenog materijala za obnovu kamene plastike i zidova jer kamenolomi iz kojih je izgrađena većina dubrovačkih palača više ne postoje.

Osim konzervatorskih, potrebno je postaviti i zahtjeve koji se odnose na sigurnost saniranog objekta. Postavlja se pitanje je li moguće provesti sanaciju objekta uz puno poštovanje konzervatorskih smjernica. Je li moguća primjena nove filozofije sigurnosti utemeljene na novoj generaciji europskih normi? Općenito se može postaviti pitanje kako se obavlja procjena sigurnosti saniranih povijesnih, monumentalnih zgrada i postoji li regulativa za taj problem. Postoji važeća zakonska regulativa glede dokaza sigurnosti objekata u seizmičkom smislu što zahtijeva i djelomične promjene izvornog izgleda zgrade ili uporabe drugih materijala. U toj seizmički visoko rizičnoj zoni teško je pronaći prihvatljiva rješenja s gledišta konzervatora i sigurnosti objekta. Budući da je Dubrovnik živi grad u kojemu je potres uzeo mnoge živote u prošlosti, teži se pronalaženju kompromisa konzervatorskih zahtjeva u odnosu prema sigurnosti koja se propisima želi postići.

Slijedeći ideju kompromisa, plan obnove Dubrovnika za zgrade izgorjele u ratu predviđa primjenu spregnutih struktura (drvo - beton),



SL. 1. Položaj palače u gradskoj jezgri

Izvor • Source  
Palača Gučetić - Martinušić,  
konzervatorski elaborat, 1996.

FG. 1. The mansion's  
position in the urban  
nucleus

za koje zakonski propisi još ne postoje. Osnovna je ideja da ta ojačanja treba izvesti diskretno tako da se u što manjoj mjeri naruši izvorni izgled zgrade.

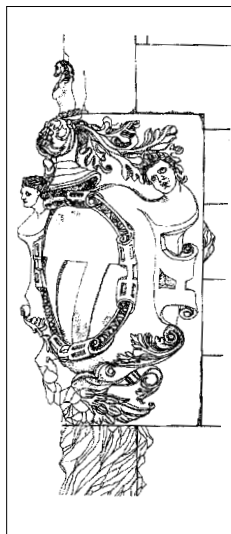
## 2. Predmet rada / Subject

Predmet ovog rada jest opis sanacije stare dubrovačke *palače Gučetić – Martinušić* sazidane u tradicionalnom stilu, s posebnim osvrtom na sigurnost zgrade za slučaj potresa i diskusijom o novim europskim propisima Eurocode o procjeni sigurnosti i trajnosti zgrada s obzirom na željeni vijek trajanja.

Lokacija palače vidljiva je na situacijskom planu na SL.1. Tlocrt palače je pravokutan, dimenzija  $18,6 \times 8,5$  m, a tlocrtna površina palače iznosi  $153 \text{ m}^2$ . Palača se sastoji od prizemlja, dvaju katova i potkrovlja. Cjelokupna površina njezinih prostora iznosila je  $448 \text{ m}^2$ .

Prizemlje je većim dijelom imalo javnu namjenu; služilo je za trgovine i spremište. U njemu je bio smješten i prilaz prostorima na katovima koji su bili namijenjeni stanovanju.

Do danas nisu poznati pisani izvori o gradnji te palače, a ni detalji iz njezine prošlosti. Zna se da je postojala prije katastrofalnog potresa 1667. godine koji nije jako oštetio palaču, no postoje tragovi zapunjenih jačih pukotina na unutrašnjem dijelu zapadnog zida palače. Palača je bila oštećena u potresu 1979. godine, kada su veće štete uočene na svodovima, stropovima i nosivim zidovima, a lakša su se oštećenja pokazala na dimnjacima i krovnoj konstrukciji. Bez obzira na pretrpljene štete, palača je i dalje služila za stanovanje.



Sl. 2. Grb na sjeverozapadnom pročelju palače

Izvor • Source  
Palača Gučetić - Martinušić,  
konzervatorski elaborat, 1996.

FG. 2. Coat-of-arms on the northwest façade

Tako je dočekan dan Svetog Nikole 1991. godine, kada su pripadnici bivše JNA intenzivnom paljbom iz artiljerijskog oružja bombardirali Dubrovnik. U tom napadu palača je pogođena fosforom bombom, pri čemu je izgorio krov, svi stropovi, a zbog visoke temperature nastala su oštećenja kamena i morta. Ispitivanja su pokazala da su kameno žiđe i mort zbog debelog sloja žbuke samo površinski oštećeni. U požaru su ostali samo perimetralni zidovi te prizemlje s pregradnim zidovima, oštećenim stubištem i svodovima. Dijelovi pročelja palače oštećeni su gelerima.

## 2.1. Vlasništvo palače / Ownership of the Mansion

Na sjeverozapadnom uglu palače, na razini drugog kata, nalazi se raskošan grb kojim je određena pripadnost te palače vlasteoskoj obitelji, kako se vidi na Sl. 2.

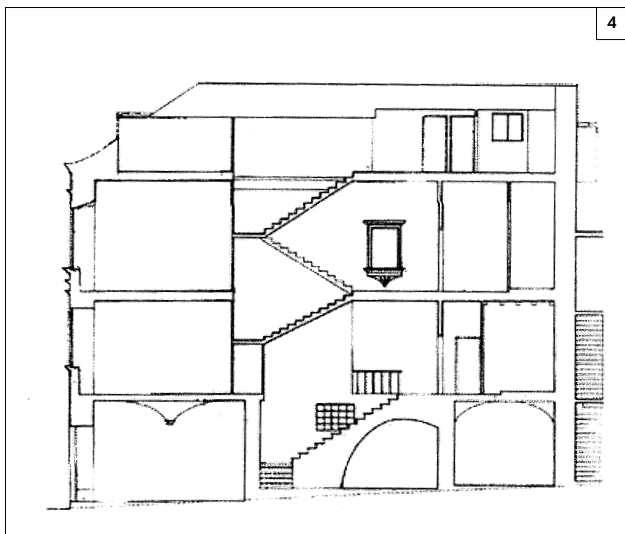
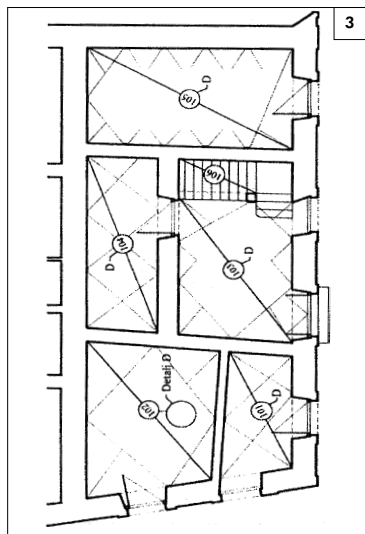
Štit grba smješten je u bogatoj i izvijenoj kartuši koju sa strana uokviruju volute s glavama mladića kao čuvarima grba. Na njezinu dnu ukras tvori glava kerubina s raširenim krilima između akantova lišća, a na vrhu se nalazi turnirska kaciga ukrašena propetim konjem ili jednorogom te bogatim akantovim lišćem. Štit grba prikazan je u obliku izvijenog pergamenta obrubljenog klasičnim motivom bobice i lista, čiji se rubovi volutno savijaju. Samo polje štita okruglog je oblika te je u donjoj polovici ispunjeno koso položenim širim gredama.

Još jedan grb iste atribucije nalazi se uzidan u južni zid predvorja palače. Smješten je u polukružnoj luneti, a nosi izrazita obilježja kasnogotičkog izražaja.

Na temelju grbovnika dubrovačkih vlasteoskih obitelji ti se grbovi mogu pripisati obitelji Gučetić ili obitelji Martinušić. Obje su obitelji imale jednako oblikovane grbove koji su se razlikovali samo bojama. Kameni se grbovi tih obitelji, ako nisu bili označeni heraldičkim sustavom crta, ne mogu razlikovati. Prema njima se ne može odrediti vlasnik palače.

Iznimno stara vlasteoska obitelj Martinušić bila je vrlo ugledna i imala je izrazito visok položaj među dubrovačkim uglednicima. To potvrđuje i činjenica da su u XII. stoljeću imali patronat nad crkvama sv. Petra i sv. Stjepana u Pustijerni, a prvi poznati član te obitelji bio je Gervasius, koji je potkraj XII. stoljeća bio dubrovački knez. Iz te su obitelji potjecali mnogi ugledni brodovlasnici i trgovci, a neki su bili konzuli, poslanici, članovi gradske uprave i knezovi dubrovački, ili pak članovi dominikanskog reda. Obitelj se od 1600. godine više ne spominje.

Vlasteoska obitelj Gučetić pripada zasigurno najznačajnijim i najmoćnijim dubrovačkim rodovima. Najstariji dokumenti spominju je u XIII. stoljeću. Potjecala je iz Humskih katuna, a njezini potomci i danas obitavaju u Dubrovniku. Obitelj je bila brojna i razgranata, a njezini su se članovi bavili trgovinom, pomorstvom te poljoprivredom. Pripadali su najutjecajnijim imućnim aristokratskim krugovima pa je niz njezinih potomaka obnašao dužnosti konzula i vijećnika ili su bili knezovi. Svojim diplomatskim djelovanjem u službi Dubrovačke Republike obilježili su XIV. stoljeće kada su izravno sudjelovali u kupnji Velikog Rata na Pelješcu, te u stjecanju samostalnosti Republike 1358. godine. Znatno broj članova te brojne obitelji pripadao je i umjetničkim krugovima, no među njima se posebno ističe filozof Nikola Gučetić, koji je svojim promišljanjima obilježio renesansnu misao Dubrovnik u XVI. stoljeću.



Na temelju iznesenih činjenica o istovjetnosti izgleda kamenih grbova, o nestanku obitelji Martinušić oko 1600. godine, o punoj vitalnosti i naponu snage obitelji Gučetić u XVI. i XVII. stoljeću, te o prožetosti nekih njezinih istaknutih članova renesansnim promišljanjima i antikom može se zaključiti da je palača pripadala obitelji Gučetić. No kako rad na povijesnim spisima još traje, čvrstih argumenata za dokaz iznesene postavke nema.

### 3. Arhitektonski opis palače / Architectural Description of the Mansion

Palača Gučetić – Martinušić svojim položajem tvori približno četvrtinu cijelog bloka objekata omeđenog ulicama Od Puča, Sv. Josipa, Nikole Božidarevića i Prolaznom. Tlocrt palače pravokutnog je oblika, kako se vidi na SL. 3. Ima dva vlastita zida - sjeverni i zapadni, dok su istočni i južni zid sastavni dio kuća koje se vežu na nju. Sjeverni zid palače ima otklon prema sjeveru od oko 20 stupnjeva u odnosu prema pravom kutu.

Strop prizemlja bio je izveden od sadrenih svodova. Stropovi prvoga i drugog kata bili su u cijelosti izvedeni od drveta, s nosivim gredama oslonjenim na kamene konzole (SL. 4). Nosivi su zidovi napravljeni od kvalitetnog materijala (kamena, morta i ispune) debljine između 50 i 85 cm. Palaču je pokrivao trostrešni krov drvene konstrukcije prekriven teškim žljebastim crijepom - kupom kanalicom.

#### 3.1. Pročelja / Facades

Pročelja palače pravilno su oblikovana te sagrađena od pravokutnih kamenih klesanaca većih dimenzija koji su gotovo idealno obrađeni – zaglađeni, te spajani najmanjom mogućom sljubnicom. Dominira trodijelna horizontalna podjela fasada, koja je osobito naglašena dekorativnim vijencem smještenim na razmeđu prvoga i drugog kata te krovnim vijencem (SL. 5). Na pročeljima postoji i vertikalna podjela koja je uspostavljena aksijalnim rasporedom otvora za istaknutim ugaonim pilastrima koji počivaju na stupnjevito profiliranim bazama te sežu do razine drugog kata, gdje im kapitelnu zonu tvori ukrasni vijenac. Pretpostavlja se da je na drugom katu bio

#### SL. 3. Tlocrt prizemlja

**Izvor • Source**  
Idejna razrada sanacije konstrukcije palače u Ulici sv. Josipa 1 u Dubrovniku, elaborat, 1997.

FG. 3. Ground plan of the ground floor

#### SL. 4. Presjek palače

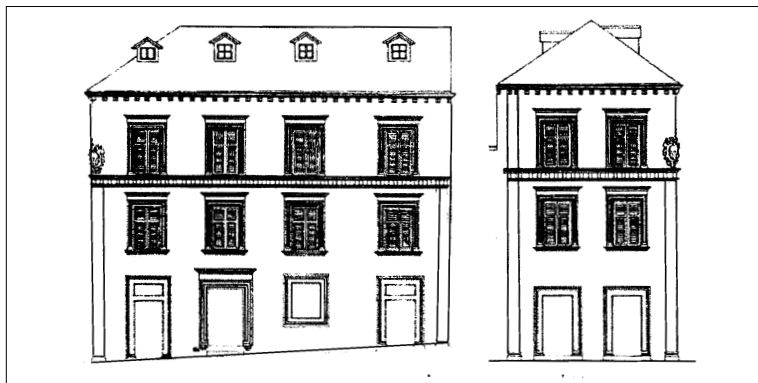
**Izvor • Source**  
Palača Gučetić - Martinušić, konzervatorski elaborat, 1996.

FG. 4. Section of the mansion

**Sl. 5. Pročelja**

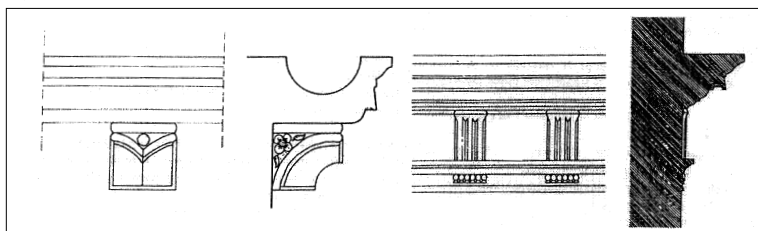
Izvor • Source  
Palača Gučetić - Martinušić,  
konzervatorski elaborat, 1996.

FG. 5. Facades

**Sl. 6. Detalj kamenoga krovnog kanala (lijevo); detalj razdjelnog vijenca (desno)**

Izvor • Source  
Palača Gučetić - Martinušić,  
konzervatorski elaborat, 1996.

FG. 6. Detail of the stone roof gutter (left), detail of the stringcourse (right)



reprezentativni prostor, jer je tu bilo najviše svjetlosti, a na pročelju je u razini drugog kata, na samom uglu palače, smješten dekorativni vijenac i obiteljski grb.

Svi prozorski otvori na toj palači identičnog su izgleda: pravokutnog su oblika, a obrubljuju ih jednostavnije ukrašeni kameni okviri. Njihova su dekoracija istaknute rubne profilacije između kojih se nalazi ravna traka. Na dnu prozora je profilirana kamena klupčica, a nad njima višestruko profilirani vijenac.

Vrh palače čini višestruko profilirani kameni vijenac koji nose konzole ukrašene motivom što podsjeća na prelomljeni list papira (Sl. 6).

**4. Stilski obilježja / Characteristics of Style**

Palača Gučetić – Martinušić ima neke tradicionalne elemente koji su vezani za dubrovačku gotičku arhitekturu te niz novih elemenata koji nose renesansna stilski obilježja. Prožetost tih stilskih izričaja karakteristična je za dubrovačku arhitekturu XV. i XVI. stoljeća i naziva se mješovitim stilom.

Prema navodu iz konzervatorskog elaborata P. Veramenta-Paviša (1996), tradicionalni elementi gotičke arhitekture na toj palači jesu:

- trodijelna podijeljenost ukupne prostorne površine, i to na način da je središnji dio malo veći pa tvori prostor reprezentativnoga ulaznog predvorja u prizemlju ili saloče na katovima, a da je sa strana po jedna prostorija
- smještanje reprezentativnog prostora na vrh palače, tj. na drugi kat jer je on prozračan, s najviše svjetlosti i sunca, te je najzaštićeniji od dnevne buke i vreve pa omogućuje intimnost druženja
- smještanje stubišta unutar perimetralnih zidova palače
- karakterističan oblik pročelnih vrata s nadsjvetlom
- oblik konzola krovnog vijenca koje podsjećaju na prelomljeni list papira.

Mnogo su zamjetniji i brojniji renesansni elementi palače koji se prepoznaju u:

- prostornom smještaju palače na uglu i sjecištu glavnih gradskih ulica, gdje još donekle može doći do izražaja dominacija i prezentacija palače jer su već sve reprezentativne lokacije otprije izgrađene
- veličini zemljišne parcele koju je palača obuhvatila: ona je bitno veća od onih srednjovjekovnih, pa je očito da je izgradnja te palače zahvatila nekoliko manjih čestica
- gabaritu, tj. volumenu palače, koja je prostranija i niža (dvokatnica), za razliku od gotičkih, koje su bile uže i više
- pravilnosti izgleda pročelja, u njihovoj elementarnoj čistoći i smirenosti
- horizontalnoj podijeljenosti te u aksijalnosti otvora
- naglašavanju uglova palače pilastrima do razine drugog kata; obliku i veličini prozorskih otvora, kao i u njihovoj profilaciji; obliku i ukrašenosti portala
- postojanju ukrasnih motiva karakterističnih za renesansni klasicizam
- izgledu, položaju i obradi kamenoga grba smještenog na uglu podno drugog kata
- profilaciji vanjskog ruba inače gotičkih vrata s nadsvjetlom
- veličini pravokutnih kamenih klesanaca kojima je palača izgrađena i koji su idealno obrađeni (zaglađeni, oštih rubova) te spajani gotovo bez sljubnice.

Slijedom svega iznesenoga može se zaključiti da palača Gučetić – Martinušić pripada dubrovačkoj reprezentativnoj renesansnoj stambenoj arhitekturi iznimne vrijednosti, koja sadrži i elemente renesansnog klasicizma. Stoga se vrijeme njezine izgradnje može smjestiti u drugu polovicu XVI. stoljeća.

## 5. Konzervatorske smjernice / Conservation Guidelines

Iznimna arhitektonska vrijednost palače Gučetić – Martinušić, njezino cjelokupno stanje te intenzivna izloženost daljnjem i ubrzanom propadanju zbog izravne erozije od kiše, sunca i korova naglasilo je krajnju hitnost njezine obnove.

Osnovni pristup obnovi palače temelji se na metodologiji koja je utvrđena akcijskim planom, a temelji se na strogom poštovanju spomeničkog integriteta, tj. punoj valorizaciji svakoga postojećeg elementa te važne palače.

Pri planiranju sanacije palače potrebno je poštovati izvorne konstrukcijske elemente, a to znači izradu tradicionalnih drvenih međukatnih konstrukcija i trostrešnog krovišta. Budući da su požarom uništene konzole katova koje su nosile grednjak, potrebno je od kamena izraditi nove, koje će imati jednostavni zakrivljeni oblik i postaviti će se u njihova izvorna ležišta.

Pri planiranju prostorne organizacije palače nužno je:

- zadržati izvornu trodijelnu podjelu kroz sve etaže, osim prostora prizemlja i potkrovlja
- pregradne zidove zidati šupljom opekam i produžnom žbukom
- pri obnovi kamenih zidova sve vrlo oštećeno kamenje zamijeniti novim, identičnog oblika. Dotrajalu žbuku sljubnica treba zamijeniti novom. Postojeće elemente kamene plastike ulaznog predvorja potrebno je očistiti od slojeva boje i tako prezentirati, a sve

oštećene ukrasne kamene dijelove palače obnoviti restauratorskim metodama koristeći se pri tome autentičnim kamenom s otoka Vrnika, izvorno obrađenim, uz maksimalno čuvanje originalnih elemenata. Posebnu pozornost treba pridati kamenim elementima koji su vatrom vrlo oštećeni, poput kamenog okvira kamina i pila te gelerima oštećenom grbu.

## **6. Ispitivanje mehaničkih svojstava gradiva / Examining the Mechanical Properties of the Building Material**

Ispitivanja na palači u Ulici sv. Josipa 1 proveli su stručnjaci Zavoda za tehničku mehaniku Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, u skladu s preporukama konzervatorskih stručnjaka uz što manja oštećenja izvornog stanja i primjenom paralelno bezrazornih metoda ispitivanja.

Ispitivanja provedena na spomenutoj zgradi obuhvatila su određivanje posmične čvrstoće morta u nosivim zidovima, komparativnu ocjenu kvalitete morta i kamena pomoću ultrazvuka i sklerometra, uzimanje uzoraka morta i kamena iz izvornog zida za određivanje tlačne, vlačne i posmične čvrstoće, modula elastičnosti i Poissonova koeficijenta.

## **7. Izvorno stanje konstrukcije / Original State of the Structure**

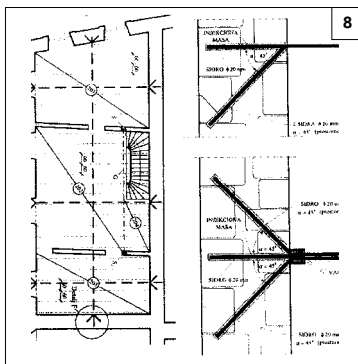
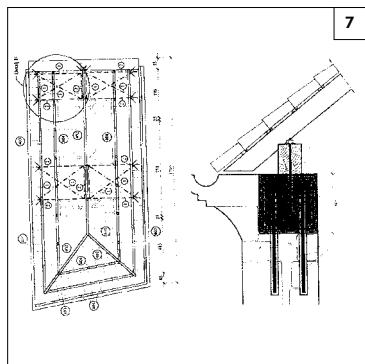
Proveden je statički proračun i procjena seizmičke otpornosti građevine u izvornom stanju. Palača se nalazi u zoni 10°MCS ljestvice, što se smatra zonom visokoga seizmičkog rizika.

Analiza je pokazala da nosivost najslabijih dijelova palače, a to su trokutni i mansardni nastavci, nije ugrožena potresima intenziteta do 7,5° MCS, a upotrebljivost do približno 7° MCS. Također je proračunano da nosivost zidova nije ugrožena za potrese intenziteta do 8° MCS, a upotrebljivost do približno 7,5° MCS. Dakle, utvrđeno je da najslabiji dijelovi palače zadovoljavaju uvjete nosivosti i upotrebljivosti za potrese kakvi su najčešći na lokaciji grada Dubrovnika i njegove šire okolice. Međutim, za potrese jačeg intenziteta bilo bi potrebno ojačati izvorno stanje konstrukcije. S obzirom na navedene činjenice, svakako je potrebno pronaći uravnoteženje zahtjeva koji se odnose na konzervatorske smjernice i onih koji se odnose na željenu razinu sigurnosti.

## **8. Sigurnost zgrade i konstrukcijski zahvati / Building Safety and Structural Interventions**

Sigurnost konstrukcije postignuta je ako se rizik ugrožavanja osoba smanji na male i prihvatljive vrijednosti koje su propisane tehničkim normama. *Nova filozofija sigurnosti* temelji se na probabilističkoj teoriji, dakle, na jasno izraženoj ideji da ne postoji apsolutna sigurnost. Iz velikog broja statističkih podataka o djelovanju i otpornosti konstrukcijskih elemenata izračunani su indeksi sigurnosti kao operativne vrijednosti vjerojatnosti otkazivanja nosivosti. U novim normama definirane su razine sigurnosti pojedinih kategorija konstrukcija prema posljedicama učinka koji izazivaju djelovanja. Neko djelovanje može prouzročiti velika oštećenja, a posljedice na sigurnost ne moraju biti velike, ali i obratno. Za objekte veće zahtjevnosti, npr. za nuklearne elektrane, propisuje se veća razina sigurnosti nego npr. za obiteljsku kuću. Prema novim normama, provedena je i klasifikacija građevina s obzirom na željeni vijek trajanja. Maksimalna predviđena trajnost građevina u Eurocode normama propisana je za razdoblje od sto godina. Logično





**SL. 7. Prijedlog krovišta, krovni serklaž**

**Izvor • Source**  
Idejna razrada sanacije konstrukcije palače u Ulici sv. Josipa 1 u Dubrovniku, elaborat, 1997.

**FG. 7. Proposed roof structure, roof ring beam**

**SL. 8. Poprečni presjek spregnutoga grednika**

**Izvor • Source**  
Idejna razrada sanacije konstrukcije palače u Ulici sv. Josipa 1 u Dubrovniku, elaborat, 1997.

**FG. 8. Transverse section of composite beam**

je da predviđeni dulji vijek trajanja građevine zahtijeva veću razinu sigurnosti. Razlog je u činjenici da u duljem vijeku trajanja postoji veća vjerojatnost nastanka nepovoljnih djelovanja, ali je veća i vjerojatnost da će otpornost konstrukcije postati niža. Pritom je potrebno naglasiti da se pojavljuje i problem procjene sigurnosti saniranih monumentalnih građevina kojima bi željeni vijek trajanja trebao biti mnogo dulji od sto godina. Budući da nova regulativa nije precizna i ne govori o tom problemu, preostaje da ekspertna skupina donese odluku o razini sigurnosti monumentalne građevine.

Rezultati na kojima bi se temeljila odluka trebali bi biti dobiveni kompleksnom numeričkom analizom na temelju statističkih podataka djelovanja i otpornosti materijala od kojih su građevine podignute. Radi hitnosti sanacije i zbog nedostataka statističkih podataka proračun palače proveden je prema još važećim standardima koji se temelje na staroj determinističkoj filozofiji sigurnosti.

Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zavod za tehničku mehaniku preuzeo je na temelju ugovora sa Zavodom za obnovu Dubrovnika obvezu razrade idejnog prijedloga sanacije konstrukcije palače u Ulici sv. Josipa 1 u Dubrovniku.

### **8.1. Sklopovi za preuzimanje vertikalnoga i horizontalnog djelovanja / Systems Subjected to Vertical and Horizontal Actions**

#### ■ Krovšte / Roof Structure

Predloženo je da se konstrukcija krovišta izvede od drveta i da se rekonstruira prema izvornom stanju prije razaranja objekta. Na segmentu krovišta izvode se križni vezovi od čeličnih elemenata radi stabilizacije zabatnog zida, kao i radi bolje stabilizacije konstrukcije krovišta s obzirom na horizontalno djelovanje. Zidna je področnica usidrena u armiranobetonski krovni serklaž po vrhu nosivih zidova, kako se vidi na SL. 7.

#### ■ Stropne konstrukcije / Floor Structures

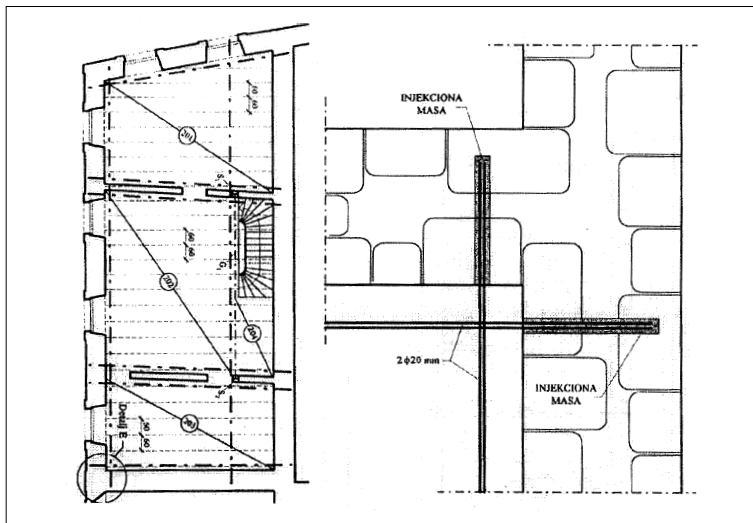
Stropne konstrukcije pr voga i drugog kata izvode se od drvenih greda u spregnutoj izvedbi s MEPS betonom zapremine mase  $\rho = 1400 \text{ kg/m}^3$ , koji je olakšan granulama polistirena i armiran mikrovlaknima od polipropilena i pocinčanom Q- mrežom (SL. 8).

S unutrašnje strane vanjskih nosivih zidova, kao i uz poprečne nosive zidove, uz stropne se betonske ploče izvode horizontalni serklaži (SL. 9).

**SL. 9. Shema čeličnih serklaža, sidrenje serklaža**

**Izvor • Source**  
Idejna razrada sanacije konstrukcije palače u Ulici sv. Josipa 1 u Dubrovniku, elaborat, 1997.

**FG. 9. Plan of steel ring beams, anchoring of ring beams**



**SL. 10. Shema čeličnih zatega, sidrenje zatega**

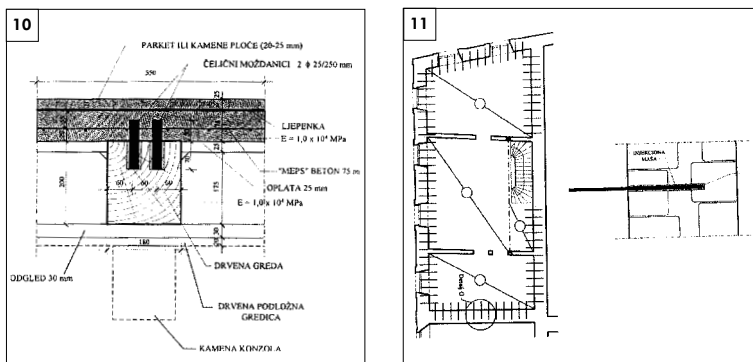
**Izvor • Source**  
Idejna razrada sanacije konstrukcije palače u Ulici sv. Josipa 1 u Dubrovniku, elaborat, 1997.

**FG. 10. Plan of steel ties, anchoring of ties**

**SL. 11. Shema smoždenja stropnih ploča i nosivih zidova**

**Izvor • Source**  
Idejna razrada sanacije konstrukcije palače u Ulici sv. Josipa 1 u Dubrovniku, elaborat, 1997.

**FG. 11. Plan of composite floor slabs and bearing walls**



U razini stropne ploče treba ugraditi čelične zatege kako je prikazano na SL. 10.

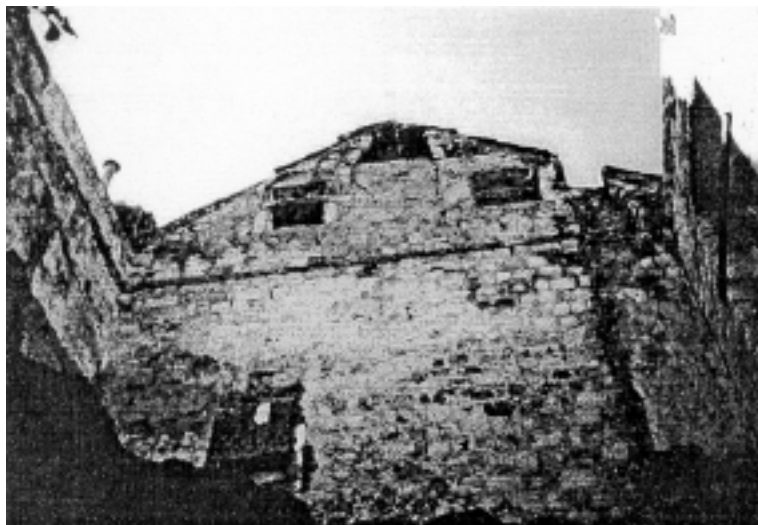
Zajedničko djelovanje nosivih zidova i stropne konstrukcije omogućeno je ugradnjom čeličnih moždanika na spoju betonske ploče i vanjskih nosivih zidova (SL. 11). To je zajedničko djelovanje najvažnije za podizanje stupnja seizmičke otpornosti zgrade.

Stropna konstrukcija iznad prizemlja izvorno se sastojala od sadrenih svodova. Sad se predlaže rekonstrukcija porušenih svodova prema izvornom stanju, s nadslojem betona kao i kod ostalih stropova. Time bi ta ploča postala nosiva i preuzela bi cjelokupno vertikalno opterećenje koje otpada na strop prizemlja. Tu stropnu ploču također treba smožditati s vanjskim zidovima pomoću moždanika.

■ **Grede, stupovi i stubište / Beams, Pillars and Staircase**

Budući da je stubište prvoga i drugog kata orijentirano okomito na stropne grede, potrebno je napraviti mijenu uz otvor stubišta. Zbog velikog opterećenja koje se na nju prenosi izabran je čelični nosač koji se oslanja na čelične stupove skrivene u poprečne nosive zidove od šuplje blok-opeke.

Stubište u prizemlju rekonstruirano je prema izvornom stanju, a



**SL. 12. Sadašnje stanje zidova**

**Izvor • Source**  
Idejna razrada sanacije konstrukcije palače u Ulici sv. Josipa 1 u Dubrovniku, elaborat, 1997.

**FG. 12. Present condition of walls**

kamena gazišta oslanjaju se na poprečni nosivi zid i podzid trapeznog oblika. Stubišta prvoga i drugog kata s drvenim gazištima oslanjaju se na dva rubna čelična nosača, od kojih se jedan pričvršćuje na vanjski nosivi zid, a drugi se može ovisiti na nosač.

#### ■ Nosivi zidovi / Bearing Walls

Nosivi zidovi u izvornoj izvedbi mogu bez ojačanja preuzeti vertikalno opterećenje koje se na njih prenosi od krovništva i stropova. Međutim, funkcija nosivih zidova nije samo preuzimanje vertikalnoga nego i horizontalnog opterećenja koje nastaje zbog potresa. Budući da je slika potpunosti mortom glavnih nosivih zidova nepoznata, predlaže se kompletno injektiranje zidova u produžnome mortu, prema preporukama konzervatora. Na SL. 12. vidi se sadašnje stanje zidova.

To injektiranje znatno će pridonijeti poboljšanju nosivosti zidova u slučaju potresa, što znači da ga treba provesti kvalitetno, u sklopu postojećih tehnologija.

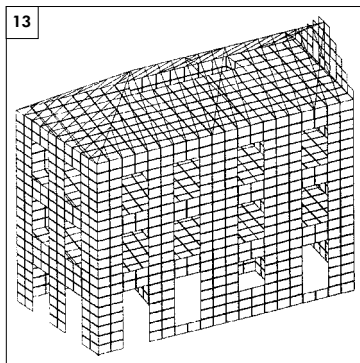
Boljoj otpornosti zidova na seizmičko djelovanje pridonijet će i djelomično kruti stropovi spregnute konstrukcije. Njihovo smoždenje s nosivim zidovima pridonosi zajedničkom radu svih zidova i omogućuje aktiviranje zidova u vlastitim ravninama, a onemogućuje rad zidova izvan njihove ravnine. Seizmičkoj otpornosti nosivih zidova pridonijet će horizontalni čelični serklaži na rubu ploča uz nosive zidove, čelične zatege i završni krovni serklaž.

## **8.2. Seizmički proračun predloženog rješenja / Seismic Calculations of the Proposed Solution**

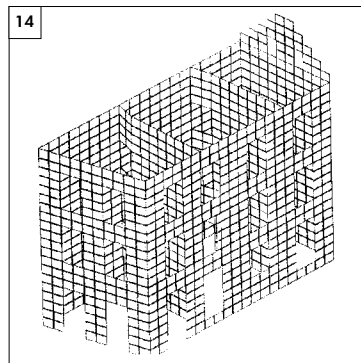
U Zavodu za tehničku mehaniku Građevinskog fakulteta u Zagrebu proveden je statički proračun i kvazistatička potresna analiza zgrade. Napravljen je prostorni numerički model u kojemu su uzete u obzir mase i krutosti zidova, spregnutih stropova, drvenog krovništva sa zategama te kosog serklaža na vrhu palače (SL. 13). Pretpostavljena je zglobna veza drvenoga grednika i nosivih zidova te upetost temelja u tlo. Zglobnim se smatraju i sve veze drvenog krovništva s horizontalnim i kosim serklažima. Zidovi modela izrađeni su kao anizotropni, odnosno sastavljeni su od materijala dviju

**SL. 13. Numerički model kamenih nosivih zidova****Izvor • Source**

Idejna razrada sanacije konstrukcije palače u Ulici sv. Josipa 1 u Dubrovniku, elaborat, 1997.

**FG. 13. Numerical model of stone bearing walls****SL. 14. Primjer prikaza pomaka računskog modela****Izvor • Source**

Idejna razrada sanacije konstrukcije palače u Ulici sv. Josipa 1 u Dubrovniku, elaborat, 1997.

**FG. 14. Example of showing displacement in the calculation model**

bitno različitih svojstava kamena i morta. Analize su provedene pri djelovanju inercijskih sila potresa u dva međusobno okomita i alternirajuća smjera ( $\pm X$  i  $\pm Y$ ). S obzirom na potres, objekt se smatra građevinom II. kategorije, što znači da se prema postojećoj regulativi ubraja u stambene objekte.

■ Utjecaj bloka / Block Influence

Palača je u duljem i kraćem smjeru povezana sa susjednim zgradama. Kako je potresu izložen cijeli taj blok, najispravnije bi bilo i sanaciju provesti na razini cijelog bloka. Budući da to najčešće nije moguće, postavlja se pitanje utjecaja nesaniranih objekata na obnovljenu palaču. Odgovor na to pitanje moći će se dati tek nakon sveobuhvatne sanacije bloka jer će tada biti ostvareno pravo međudjelovanje susjednih zgrada.

## 9. Diskusija / Discussion

Iznesena su neka načela sanacije zgrade koja ne slijede u potpunosti tradicionalne konzervatorske smjernice. Ta su načela postavljena isključivo radi povećanja sigurnosti i kvalitete modernog življenja u starim dubrovačkim palačama. Uzimajući u obzir ta načela, posebice je potrebno naglasiti ovo:

- prioriteta obnove ne smiju se postaviti isključivo na kategoriji vrijednosti objekta, stupnja oštećenja i interesima vlasnika; moraju se uzeti u obzir i drugi kriteriji: vitalnost grada, identitet, simboli, običaji stanovnika
- program obnove i razvoja grada trebalo bi prije svega dovršiti uzimajući u obzir iskustva u obnovi drugih povijesnih lokacija
- sustavno i stručno dokumentiranje oštećenja podloga je za izradu kvalitetnih sanacijskih projekata
- sve dvojbe moraju se unaprijed riješiti, u fazi izrade projekta.

Zbog predviđenoga dugog vijeka trajanja naglašen je zahtjev za sigurnošću monumentalnih objekata. Budući da se procjena sigurnosti temelji na statističkoj analizi u koju se uvrštava velik broj podataka, suočavamo se s problemom pomanjkanja podataka i nepostojanja regulative glede trajnosti i sigurnosti građevine. Kako je već navedeno, ne postoje precizne statističke vrijednosti veličina koje definiraju granična stanja, što znači da se ne mogu primijeniti europske norme o sigurnosti. Hitnost obnove zahtijeva proračun prema još uvijek važećoj hrvatskoj regulativi.

Analize na numeričkom modelu predloženog rješenja provedene su programskim paketom *STARDYNE* za potrese intenziteta  $8,5^\circ$  i

9° MCS. U rezultatima su dani pomaci (SL. 14), veličine glavnih vlačnih i glavnih posmičnih naprezanja u zidovima, kao i vrijednosti uzdužnih sila u gredniku, kosom serklažu i krovu. Iz slika pomaka, u usporedbi s izvornim stanjem konstrukcije, vidi se da su znatno smanjena savijanja zidova izvan njihove ravnine, zbog čega su snižena vlačna naprezanja u zidovima.

Treba naglasiti da se područja prekoračenja dopuštenih naprezanja nalaze na mjestima oslanjanja kamenih konzolica koje pridržavaju grednik. Kako na tim mjestima nema horizontalnih serklaža, duž svih nosivih zidova unutar ploče umetnuta su po dva čelična profila koji djelomično zamjenjuju taj konstrukcijski element. Čelični trnovi kojima je osigurana veza postojećih kamenih zidova i betonskih ploča također pridonose preuzimanju posmičnih sila.

Nadalje, pri potresima intenziteta 8,5°, a posebno 9° MCS mogu nastati lokalna oštećenja na mjestima koncentracije naprezanja na nosivim zidovima, kao i na konstrukciji krovu. Procijenjeno je da tada ne bi bila ugrožena opća stabilnost zgrade.

Osim toga, kako je već spomenuto, u budućnosti bi trebalo nakon sanacije cijelog bloka još jedanput provjeriti novonastale interakcije susjednih objekata i stupanj seizmičke otpornosti svake od saniranih građevina.

## 10. Zaključak / Conclusion

Palača Gučetić – Martinušić pripadala je, u svakom slučaju, bogatoj i cijenjenoj dubrovačkoj obitelji. Nosi brojne elemente reprezentativne renesansne arhitekture. Stoga se obnovi te palače, kao i ostalih palača dubrovačke starogradske jezgre, treba prići vrlo oprezno i s visokim stupnjem razumijevanja za njihovu iznimnu arhitektonsku vrijednost.

U ovom su radu dane konzervatorske smjernice, a diskusija je usredotočena na sigurnost obnovljene palače. U sklopu toga opisani su konstrukcijski zahvati uz primjenu spregnutih ploča (drvo-beton), serklaža i stabilizacijskih spregova, uz primjenu bezrazornih metoda za ispitivanje kvalitete građivnog materijala.

Proračunom na numeričkome modelu pokazano je da bi sanirana palača zadovoljila uvjete nosivosti i funkcionalnosti za potrese intenziteta do 8,5° MCS. Opisanim je zahvatima povećana nosivost u odnosu prema izvornom stanju, koje je zadovoljavalo sigurnosne zahtjeve za potrese intenziteta do 7,5° MCS. Navedeni zaključci vrijede samo uz ispravnu sanaciju svih pukotina u nosivim zidovima, te pravilno izvedene ostale nosive dijelove konstrukcije s pripadajućim detaljima.

Takvim načinom sanacije nisu zadovoljeni uvjeti nosivosti objekta na projektu zadan potres od 10° MCS, kojima bi bilo teško udovoljiti i najdrastičnijim konstrukcijskim zahvatima.

Još jedan cilj ovog rada jest poticaj za izradu nove regulative glede procjene sigurnosti i samim time klasifikacije "supertrajnih" objekata kao što su monumentalne, povijesne građevine na temelju teoretskih smjernica suvremene probabilističke teorije sigurnosti.

Kako se vidi iz rada, stabilizacijski su elementi smješteni vrlo diskretno. Time nije narušen izvorni izgled palače, a to je upravo i temeljni konzervatorski zahtjev.

Takav način sanacije kompromis je konzervatora i inženjera, tako da je omogućeno sigurnije i estetski prihvatljivo življenje u objektima dubrovačke starogradske jezgre.

■

**Literatura • Bibliography**

1. Despot, Z., Lazarević, D. (1998), *Projekt obnove palače Đorđić u Dubrovniku*, "Građevinar", (50): 709-717, Zagreb
2. Jemo, I. (1996), *Iskustva u poslijeratnoj obnovi dubrovačke povijesne jezgre*, www.laus.hr/zod/ (službene web stranice Zavoda za obnovu Dubrovnika)
3. Schneider, J. (1997), *Introduction to safety and reliability of structures*, IABSE, 1: 100-102, Zürich
4. Tkalčević, V. (1998), *Diplomski rad*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: 14-119, Zagreb
5. Veramenta-Paviša, V. (1996), *Palača Gučetić - Martinušić, konzervatorski elaborat*, Državna uprava za zaštitu kulture i prirodne baštine, Povjerenstvo Dubrovnik, Dubrovnik
6. \*\*\* (1997), *Izvješće o ispitivanju mehaničkih svojstava gradiva u objektu u Ulici sv. Josipa 1 i o procjeni seizmičke otpornosti objekta u Ulici sv. Josipa 1 u izvornom stanju*, Zavod za tehničku mehaniku, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: 5-28; 1-11, Zagreb
7. \*\*\* (1997), *Idejna razrada sanacije konstrukcije palače u Ulici sv. Josipa 1 u Dubrovniku, elaborat*, Zavod za tehničku mehaniku, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: 1-7, 16-39, Zagreb
8. \*\*\* (1999), *Programi Zavoda za obnovu Dubrovnika*, www.laus.hr/zod/ (službene web stranice Zavoda za obnovu Dubrovnika)
9. \*\*\* (1994), *Per Ricostruire*; Facolta'di Architettura, Universita'degli studi di Firenze, Litografia IP:172-174, Firenze
10. \*\*\* (1994), *Eurocode 1-Basis of design and actions on structures- Part 1: Basis of design*, ENV 1991-1: 1994 E., 21-25.
11. \*\*\* (1996), *Background documentation, Eurocode 1 (ENV 1991) – Part 1: Basis of design*, ECCS: 2.3-2.7.

**Summary • Sažetak****Conservation Guidelines for Monumental Buildings from the Aspect of Safety - on the Example of the Restoration of Dubrovnik**

In 1979 Dubrovnik was entered on the UNESCO list of the world cultural heritage. In the same year the Institute for the Restoration of Dubrovnik was founded, whose initial work was to prepare, supervise, secure funding, promote, and do the administrative and technical work for the restoration programme of monuments damaged in the earthquake. After the Patriotic Defence War the Institute faced new tasks in connection with the renewal of historical monuments damaged during the JNA aggression in 1991/92. In cooperation with the UNESCO, in 1993 a Plan of Action to Protect the Heritage of the Old Town wounded in Serbian aggression was made.

Complete documentation was drawn up for buildings destroyed by fire: architectural projects, conservation research, guidelines for repair, and plans for repair. The remaining walls of burnt buildings were in most cases researched by using non-destructive methods.

The basic principle of conserving the historical heritage is to honour its authenticity so that restoration brings the building into the same condition as it was before it was damaged. In addition to conservation work, the repaired structure must comply with safety demands. It may generally be asked, how to evaluate the safety of repaired historical monuments and are there any regulations for this problem? Is it possible to use the modern approach to safety based on a new generation of European standards? Since Dubrovnik is a living city in whose past many lives were lost to earthquakes, a compromise should be sought between conservation demands and safety regulations. Following this idea of compromise, the plan for the restoration of Dubrovnik, in the case of buildings that burned down in the war, foresees the use of composite structures (wood-concrete) for which there are as yet no legal regulations. The basic idea is that these reinforcements should be discrete so as to spoil the original appearance of the building as little as possible.

This paper describes the repair of the *Gučetić-Martinušić Mansion* in Dubrovnik, with a special view of seismic safety and a discussion of new European regulations, Eurocode, about estimating the safety and permanence of buildings with reference to their desired duration.

Because monuments are planned to last for a long time, safety demands are strongly emphasised. Safety assessments are based on statistical analyses that include a large number of data, and we are faced both with the lack of data and with the lack of regulations concerning building permanence and safety. Since renewal is urgent, calculations must be made according to regulations that are still in force.

Calculations on a numerical model showed that the bearing capacity and functionality of the repaired mansion would withstand earthquakes of up to 8.5°MCS. The interventions described increased its bearing capacity in comparison with the original state of the building, which could withstand earthquakes of up to 7.5°MCS.

We hope that a compromise in the form of technical guidelines will in future be found between conservation guidelines and safety demands. We must not forget that builders are the *custodes temporis actii* and *creatores temporis future*, which means that they should be the guardians of our architectural heritage, not only the builders of the architectural future.

**Višnja Tkalčević  
Daniela Pulić  
Boris Androić**

## Biografije • Biographies

Višnja Tkalčević, dipl. ing. građ., rođena 14. listopada 1971. godine. Osnovnu školu završila u Sv. Nedjelji, a srednju školu u Zagrebu. Godine 1998. diplomirala je na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Konstruktorski smjer. Zaposlena je kao znanstvena novakinja u Odjelu za metalne konstrukcije Građevinskog fakulteta u Zagrebu na projektu *Sigurnost konstrukcija iz aspekta statističkih podataka djelovanja*. Predmet autoričina zanimanja je sigurnost konstrukcija.

Daniela Pulić, dipl. ing. građ., rođena 29. kolovoza 1973. godine. Osnovnu školu i gimnaziju završila je u Labinu. Godine 1998. diplomirala na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Konstruktorski smjer. Zaposlena je kao znanstvena novakinja u Odjelu za metalne konstrukcije Građevinskog fakulteta u Zagrebu na projektu *Sigurnost konstrukcija iz aspekta statističkih podataka djelovanja*. Predmet njezina zanimanja je sigurnost konstrukcija.

Prof. dr. sc. Boris Androić, dipl. ing. građ., rođen 2. ožujka 1944. godine. Osnovnu školu i gimnaziju završio je u Zagrebu. Diplomirao je na Građevinskom fakultetu 1971. godine. Do 1976. radio je u *Feal Systembau Heidelberg*. Od 1997. godine redoviti je profesor Građevinskog fakulteta u Zagrebu. Član je strukovnih udruženja IABSE, ECCS, HDGI, Akademije tehničkih znanosti-Odjela građevinarstva. Autor je brojnih radova u zemlji i inozemstvu. Suautor je nekoliko udžbenika, od kojih su neki prevedeni i publicirani u Njemačkoj i Grčkoj. Predmet zanimanja profesora Androića su nosive konstrukcije.

Višnja Tkalčević, Eng., born 14 October 1971. She went to primary school in Sv. Nedjelja and secondary school in Zagreb. In 1998 she graduated from the Faculty of Civil Engineering at Zagreb University, in the structures department. She is a research trainee in the Metal Structures Department of the Faculty of Civil Engineering, working on the project *Structural Safety from the Aspect of Statistical Data of Actions*. She is interested in structural safety.

Daniela Pulić, Eng., born on 29 August 1973. She went to primary and grammar school in Labin. In 1998 she graduated from the Faculty of Civil Engineering at Zagreb University, in the structures department. She is a research trainee in the Metal Structures Department of the Faculty of Civil Engineering, working on the project *Structural Safety from the Aspects of Statistical Data of Actions*. She is interested in structural safety.

Prof. Boris Androić, Ph. D., Eng., born on 2 March 1944. He went to elementary school and grammar school in Zagreb. He graduated from the Faculty of Civil Engineering in 1971. Until 1976 he worked in the *Feal Systembau Heidelberg*. Since 1997 he has been professor at the Faculty of Civil Engineering in Zagreb. He is member of IABSE, ECCS, HDGI, and Academy of Technical Sciences - Civil Engineering Department. He has published many papers in Croatia and abroad. He is co-author of several textbooks, some of which have been translated and published in Germany and Greece. His field of interest are bearing structures.

### PROSTOR

ISSN 1330-0652  
CODEN PORREV  
UDK • UDC 71/72  
GOD. • VOL. 7(1999)  
BR. • NO. 2(18)  
STR. • PAG. 143-302  
ZAGREB, 1999.  
srpanj-prosinac • July-December