

# PREGLED, ISPITIVANJE I DIJAGNOSTIKA OŠTEĆENJA ZIDOVA PRAVOSLAVNOG HRAMA U IZGRADNJI „KOZME I DAMJANA“ U KIKINDI

Ilija M. Miličić<sup>1</sup>

UDK:

**Režime:** U radu se primenjuje procedura u postupku kontrole pri izvođenju građevinskih radova sa jednim metodološkim pristupom, pregled – ispitivanje – dijagnoza. Primjenjeni postupak na licu mesta je merenje pH vrednosti rastvorene supstance u vodi. Na osnovu pregleda i ispitivanja data je dijagnoza na licu mesta uočenog produkta hemijske reakcije na površinama zidova od pune opeke normalnog formata. Tako je dijagnostifikovano površinsko oštećenje zidova nastalo kao produkt hemijske reakcije (so) poznatoj pod imenom „šalitra“.

**Ključne reči:** Pregled, ispitivanje, dijagnoza, zid, opeka, pH vrednost, šalitra.

## 1. UVOD

U toku građenja građevinskih objekata sprovođenje kontrolnih postupaka ugrađenog materijala definisana je posebnim ili naknadnim postupcima ispitivanjima. Ove mere može da preduzme isključivo Investitor, odnosno lice koje obavlja poslove šefa gradilišta, nadzora nad izvođenjem radova kada “posumnja” u kvalitet izvedenih radova. Poznato je da se postupci naknadnog utvrđivanja kvaliteta ugrađenog materijala rade sa jasnim procedurama, ali često se izostavljaju pravdajući to postojanjem atestne dokumentacije ili elaborata o kvalitetu isporučenog materijala. Kako se ovde radi o verskom objektu, sprovedena je opšta procedura pregleda sa predhodno utvrđenim Programom. Postavljen zahtev od strane Investitora (Srpske pravoslavne crkvene opštine u Kikindi) za pregled i ocenu stanja dosada izvedenih građevinskih konstrukcija, je imao autor ovog rada i jedan deo istraživanja prikazuje se u ovom radu.

## 2. PREGLED – VIZUELNA OPSERVACIJA ZGRADE

Uvidom u raspoloživu tehničku dokumentaciju objekta Pravoslavnog hrama sv. Kozme i Damjana, izvršen je pregled objekta od strane stručnog lica sa Građevinskog fakulteta Subotica, Univerziteta u Novom Sadu, doc. dr Ilije M. MILIČIĆA, dipl.inž.građ., dana 30.03. i 31.03.2010. god., u prisustvu Protonamesnika Bobana PETROVIĆA.

---

<sup>1</sup> Doc. dr Ilija M. Miličić, dipl.inž.građ., Univerzitet u Novom Sadu, Građevinski fakultet Subotica, Kozaračka 2a, 24000 Subotica, SRBIJA, [milicic@gf.uns.ac.rs](mailto:milicic@gf.uns.ac.rs)

Tom prilikom konstatovano je da je objekat u poodmakloj fazi izgradnje grubih građevinskih radova, sa izvedenim konstruktivnim sistemom (bez zvonika), većim delom pokriven sa projektovanim krovnim ravnima, krovnim konstrukcijama i krovnim pokrivačem, i bez izvedenih zanatskih radova – gradilište nije propisno obeleženo!

Projektno – tehnička dokumentacija za građevinski deo je nepotpuna, većim delom tehnički korektna sa realizovanim funkcionalnim vezama prostorija u horizontali u nivoima i etažama u svemu prema grafičkim prilozima arhitektonskog – građevinskog dela glavnog projekta. Pregledom spoljašnjih kao i unutrašnjih strana osnovnih i dopunskih konstrukcija konstatovana su manje nepravilnosti i ne poštovanja osnovnih principa struke u postupku same izgradnje, kao npr.:

- Zidanje zidova sa pravilnim usvojenim sloganom opeke,
- Postojanje malterskih spojnica među opekama po vertikali u istoj ravni zida,
- Mestimično ili potpuno ne povezani zidovi od pune opeke u kontinuitetu ili u sučeonim spojevima.
- Mestimično nezalivene malterske spojnica između opeka, u manjem obimu,
- Postojanja – registrovanih dopunskih elemenata (nadvratnika ili nadprozornika) na mestu gde ne trebaju biti prema izvedenom stanju objekta.
- AB ploče sa mestimično malim zaštitnim slojem i okom vidljivom armaturom zahvaćene korozijom,
- Na pojedinim mestima loše ugrađenim betonom sa izraženim linijama prekida betoniranja različitih dužina,
- Zahvaćenost na većem broju mesta po celom volumenu sa različitim površinama zidova od opeke unutra i spolja belom bojom praškastog agregatnog stanja (slika 2, 3, 4.) kao posledice najverovatnije nastavka hemijskog procesa u opeki uz obilno kvašenja celog volumena objekta hrama od delovanja spoljašnjih atmosferskih uticaja – kiše i otopljavanja snega. Takođe, masivni noseći zidovi sa spoljnje strane nisu zaštićene krovnim konstrukcijama i projektovanim krovnim pokrivačima od ovih uticaja kao i pravovremeno izvedenog sistema horizontalnih i vertikalnih olučnica.
- Manja vidna oštećenja kupola na različitim mestima po položaju u vidu manjih prslina, rupa itd. Ova oštećenja je potrebno sanirati i otkloniti pre postupka polaganja krovnog pokrivača i bilo kakvih radova.
- Nedostatak trotoara po celom obimu hrama sa propisanim padom od objekta,
- Nekonforna visina otvora vrata odnosno prolaza – ulaza na galeriju, itd.

Kao glavni rezultat pregleda objekta Pravoslavnog hrama sv. Kozme i Damjana u Kikindi, izdvaja se pojava isticanja „šalitre“ na cca 15 – 40% zidne površine kako unutra tako i spolja. Ova pojava se manifestuje na nepravilnim površinama i sa nedefinisanim rasporedom na zidovima od pune opeke po celom volumenu hrama. Ovako zatećeno stanje sa pojmom „šalitre“ je do dana pregleda stajalo samo na promenljivim ponekad manjim a ponekad većim površinama. Međutim, može se konstatovati da je ovaj produkt hemijske reakcije bio prisutan praktično od samog početka izvođenja zidarskih radova na zidanju zidova hrama. Isto tako naglašava se da ni sa kojim radnjama u okviru zidanja nije se moglo preduprediti pojava „šalitre“, izuzev uvida u atest o kvalitetu materijala namenjen za zidanje.

Takođe, u konstruktivnom smislu ostao je nepoznat parametar – marka ugrađene pune opeke normalnog formata, njena poroznost, specifična zapreminska masa, i drugi podaci

propisani standardima SRPS, kao i podatak o kvalitetu maltera ugrađen za zidanje. Pored toga, većina AB greda sistema luka je sa statičkom armaturom sakrivenom u opeki kao opati kao oštećenje koje može da nastupi s obzirom na postojanje „šalitre – soli“ je korozija armature i betona. Ističe se ovo moguće oštećenje i kao mera od posebnog značaja treba da se uvrstiti u spisak aktivnosti prilikom održavanja objekat hrama u eksploraciji.



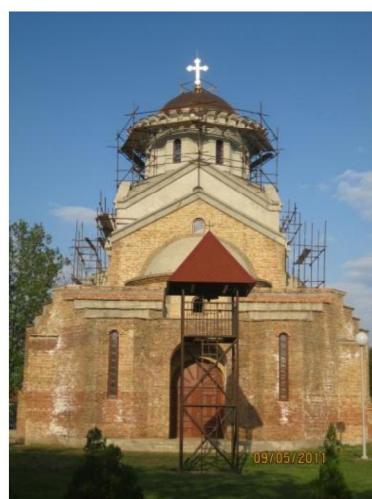
*Slika 1. – Istočna fasada – glavni projekat*



*Slika 2. – Istočna fasada – izvedeno stanje (31.03.2010.)*



*Slika 3. – Spoljašnje površinsko oštećenje zidova hrama sa zapadne strane (31.03.2010.)*



*Slika 4. – Spoljašnje površinsko oštećenje zidova hrama sa zapadne strane (09.05.2011.)*

### 3. „IN SITU“ ISPITIVANJE I DIJAGNOSTIKA BELOG PRAHA NA POVРŠINAMA ZIDOVA OD OPEKE

„In situ“ je ustanovljeno postojanje na površinama zidova (unutra i spolja) produkta hemijske reakcije sa kontinualnim i povremenim isticanjem produkta te reakcije u vidu praha bele boje. Kako se može vizuelno ustanoviti ovaj produkt se pojavljuje na različitim mestima i na različitim površinama nepravilnog oblika (sl. 3, 4, 5 i 6). Sumnja u postojanje hemijske reakcije je iznesena na temelju sporadičnog pojavljivanja na površinama zidova i na površinama gde god da postoji ugrađena opeka supstance u vidu kristala belog praha (sl. 7, 8, 9 i 10), koji je konstatovan dodirom i skidanjem prstima ruke (na terenu). Ove površine sa belom bojom se povremenog pojavljaju i nestaju, pri čemu tom prilikom nisu u potpunosti isčezle. Na osnovu vizuelnih opservacija i uzimanja uzorka ove supstance pristupa se „in situ“ kontroli rastvorljivosti ovog praha u vodi i merenjem „pH“ vrednosti te novonastale tečnosti. Na taj način se terenski pristupa dijagnostikovanju okakve materije.

Kao prvo, na osnovu svega do sada iznetog i stečenih saznanja iz literature, izvora nauke i prakse autoru ovog izveštaja se nameće jedini mogući zaključak da se radi o ovoj supstanci – soli, poznate pod nazivom „šalitra“. Tvrđnja se donosi i na osnovu iskustva stečenog do sada koji upućuje da je najčešći vid pojavljivanja ovakvog praha bele boje na ovim elementima – opeki kako na prostorima Vojvodine<sup>2</sup> tako i šire, kako na stariim korišćenim objektima tako i novoizgrađenim. S tim da je kod korišćenih objekata – objektima u eksploataciji dominantan razlog bilo podizanje kapilarne vlage u temeljnim zidovima izvedeni bez hidroizolacije. Tako je pojava „šalitre“ dijagnostikovana sa veoma velikom sigurnošću, i sanirana na odgovarajući način upravo da eliminišu ovu anomaliju i propadanje završnih površina zidova.



Slika 5. – Spoljašnja površina zida sa istočne strane hrama

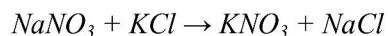


Slika 6. – Unutrašnja površina zidova sa severne strane hrama

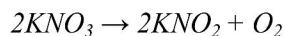
Kalijum nitrat (šalitra) je so čija je molekulska formula  $\text{KNO}_3$ . Rastvorljiva je u vodi (na  $t=20^\circ\text{C}$  oko  $31.6\text{g}/100\text{ cm}^3$ ; odnosno na  $t=100^\circ\text{C}$  oko  $246\text{g}/100\text{ cm}^3$ ). Kalijum nitrat se javlja u prirodi u malim količinama u obliku minerala nitrokalita u krajevima sa suvom i

<sup>2</sup> Prostor koji je bio definisan ciljem istraživanja Autora ovog rada.

toplom klimom između ostalog i u Kikindi. Uglavnom dobija se hemijskom reakcijom natrijum nitrata i kalijum hlorida:



Kalijum nitrat je bezbojna ili bela kristalna supstancija. Njena temperatura topljenja iznosi  $334^{\circ}\text{C}$ . Pri zagrevanju do  $400^{\circ}\text{C}$  razlaže se na kalijum nitrit (oksidans) i kiseonik:



Pojedini nitrat kristali mogu postati tečni onda kada se ukloni voda iz vlage u vazduhu, taj proces poznat je pod nazivom – deliquescence. Šalitra nije hidroskopna, ali je veoma rastvorljiva u vodi. Određene fizičke osobine „šalitre“ su:

- Boja je bela ili siva, takođe zatamnjena žuto ili braon od nečistoća.
- Prelom je staklast.
- Kristali su providni.
- Oblik kristala je romboidna, igličast i šestostrani.
- Cepljivost je u oba pravca (prizmatičan).
- Prelom je neujednačen.
- Tvrdoće je 2.
- Specifična težina je oko 2.1 (i ispod proseka).
- Lako rastvorljiv u vodi, daje plamen u ljubičasto boji.



Slika 7.



Slika 8.



Slika 9.



Slika 10.

Kristali soli uzoraka praha bele boje (šalitre) starosti 21 mesec.

### 3.1. Utvrđivanje "pH" vrednosti rastvora tečnosti

pH je mera koliko je neka supstanca kisela ili alkalna. "pH" vrednosti se kreću od 0 (jaka kiselina) do 14 (jaka baza). Merenje pH vrednosti u vodi vrši se pomoću indikatora koji je u obliku listića. Poznato je da ako želimo da budemo sigurni u tačnost merenja pH vrednosti, moramo to učiniti nekoliko puta u toku dana jer pH vrednost hoće da varira. Vrlo je bitno da znamo da na pH vrednost utiču neke supstance kojih ima u vodi. Soli koje mogu da utiču na tvrdoću vode (povećanje tvrdoće), menjaju alkalnost vode dok mekša voda u sebi ima razblažene karbonske kiseline i takva voda ima kiselu pH vrednost. Ako se neutralnim solima smatraju soli koje se sastoje isključivo od katjona metala i anjona kiselinskog ostatka tj. nekisele ili bazne soli, onda one mogu u rastvoru imati pH vrednost različitu od 7. Manju vrednost od 7 imaju ako potiču od jake kiseline i slabe baze. Veću vrednost od 7, imaju ako potiču od jake baze i slabe kiseline.

### 3.2. Eksperiment

Za testiranje pH vrednosti izabrano je 5 uzoraka sa po tri čitanja, i to:

1. Šalitra (sa istočne strane objekta hrama).
2. Šalitra (sa južne strane objekta hrama).
3. Šalitra (sa severne strane objekta hrama).
4. Pijača voda (prečišćena sa česme ispred hrama).
5. Sirće (za domaću upotrebu).



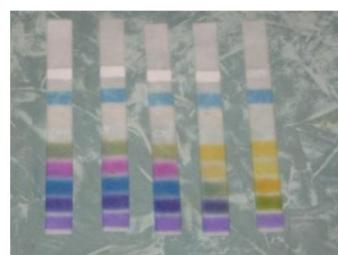
Slika 11. – Uzorci za merenje pH vrednosti



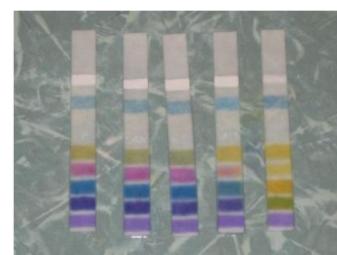
Slika 12. – Indikatori pH vrednosti u obliku papira



Slika 13. – Prvo čitanje



Slika 14. – Drugo čitanje



Slika 15. – Treće čitanje

*Tabela 1. – Rezultati kontrole pH vrednosti uzorka*

Broj čitanja	UZORAK				
	1	2	3	4	5
I	8.0	8.5	8.5	6.5	1.5
II	8.5	8.5	8.5	6.5	1.5
III	8.0	8.5	8.5	6.5	1.5

#### 4. ZAKLJUČAK

Rastvorne soli (uzorak 1, 2 i 3) koje su sastrugane sa ugrađenih opeka u zidovima, u cilju precizne hemijske analize neophodno je podvrgnuti rentgenskoj analizi u cilju utvrđivanja njihovog procentualnog sastava, što je bila i jedna od preporuka u [1]. Količina rastvorenih soli koja se određuje u neugrađenim opekama kontroliše se odredbama standarda SRPS B.D1.014, (JUS B.D1.014) tačka 5.6.1., dok kontrola rastvorenih soli ugrađene opeke ostala je nepoznata – nije propisana.

Prema tome, na osnovu registrovanih vrednosti pH tretiranih rastvora konstatuje se da uzorci 1, 2 i 3 pripadaju grupi koji povećavaju tvrdoću vode i da su u pitanju rastvori soli (baznog karaktera).

#### LITERATURA

- [1] Miličić, M.I.: Izveštaj o pregledu hrama sv. Kozme i Damjana u Kikindi sa stručnim mišljenjem, TMTK – 001/10, april **2010**.
- [2] Priručnik za primenu pravilnika BAB 87 o tehničkim normativima za beton i armirani beton, Simpozijum SDGKJ, Dubrovnik 25 – 27 april, Beograd, **1989**.
- [3] Bešević, M.: Sanacija i rekonstrukcija nadzemnog dela objekta Univerzitetske biblioteke "Svetozar Marković" u Beogradu, Simpozijum, SDGKJ, Dubrovnik 89: **1989**, str. 71 – 75, UDK: knjiga T.
- [4] Bešević, M., Mijušković, M.: Sanacija i rekonstrukcija objekata Šahtnih peći u Čalijama , IX Kongres SDGKJ 1991, Cavtat, **1991**.
- [5] Muravljov, M.: Građevinski materijali, Građevinska knjiga, Beograd, **1998**.
- [6] Folić, R.: Neki konstrukcijski i geotehnički aspekti zaštite od vlage, Zbornik Metode utvrđivanja i otklanjanja posledica dejstva vlage na kulturna dobra, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Društvo konzervatora Srbije i FTN – IG, Novi Sad, 21 – 22 oktobar **2004**, str. 298 – 314.
- [7] Vasić, R., Radojević, Z.: Koroziono dejstvo rastvornih soli u zidovima od opeke, Zaštita materijala 46, 4, Beograd, **2005**, str. 39 – 42.
- [8] Radonjanin, V., Malešev, M.: Karakteristična oštećenja zidanih konstrukcija, Izgradnja 59, 7 – 9, Beograd, **2005**, str. 214 – 220.
- [9] Folić, R., Malešev, M.: Održavanje i sanacija konstrukcija, Matrijali i konstrukcije 48, 4, Beograd, **2005**, str. 62 – 80.
- [10] Stevanović, B.: Zidane konstrukcije, Materijali i konstrukcije 48, 4, Beograd, **2005**, str. 50 – 56.

- [11] EC – 6: Design of masonry structures, part 1.3: General rules for building: Detailed rules on lateral loading, DD ENV 1996 – 1 – 3, **2001**.
- [12] EC – 6: Design of masonry structures, part 2: Design, selection of materials and execution of masonry, DD ENV 1996 – 2, **2001**.
- [13] EC – 6: Design of masonry structures, part 3: Simplified calculation methods and simple rules for masonry, DD ENV 1996 – 3, **2001**.
- [14] Pravilnik o tehničkim normativima za zidane zidove, Beograd, **1991**.
- [15] Standard SRPS B.D1.014 (JUS B.D1.014).

## **REVIEW, TESTING AND DIAGNOSIS OF DAMAGE WALLS ORTHODOX CHURCH UNDER CONSTRUCTION „KOZMA & DAMJAN“ IN KIKINDA**

**Summary:** This paper applies the procedures for the control of the construction works with a single methodological approach, review – testing – diagnosis. The applied procedure for in – situ measurement of pH was dissolved substances in water. Based on the examinations and tests given the diagnosis in – situ chemical reaction product observed on the surfaces of the brick walls of normal size. That is diagnosed superficial damage walls formed as a product of chemical reactions (salt) known as "šalitra".

**Key words:** Review, testing, diagnosis, wall, brick, pH value, „šalitra“.