

# SANACIJA I ZAŠTITA BETONSKIH KONSTRUKCIJA POMOĆU REPARATURNIH MALTERA

Anja Terzić<sup>1</sup>, Dragica Jevtić<sup>2</sup>, Zagorka Radojević<sup>3</sup>, Velimir Antanasković<sup>1</sup>

UDK:691.55

**Rezime:** U radu su dati rezultati istraživanja uticaja količine i vrste aditiva na svojstva reparaturnih maltera, koji služe za sanaciju oštećenja. Opseg oštećenja armirano betonskih konstrukcija je veoma veliki, ali se može podeliti u dve kategorije: problemi trajnosti i konstrukcijska oštećenja. Ono što prvo treba uraditi jeste utvrditi uzrok oštećenja, pa tek se onda upustiti u analizu i izbor metode saniranja njegovog simptoma. Pravilno projektovana sanacija i precizni tehnički uslovi za njenu realizaciju mogu se obezbediti samo ako je uspostavljena tačna dijagnoza i ako se problem rešava eliminisanjem uzroka nastalih oštećenja.

**Ključne reči:** reparaturni malter, sanacija, aditiv, silikatna prašina

## 1. UVOD

Utvrđivanje uzroka nastalih oštećenja i ocena stvarnog stanja konstrukcije građevinskog objekata, predstavlja složen proces koji obuhvata čitav niz aktivnosti. Opšta metodologija se može primeniti pri pregledu različitih vrsta objekata (mostova, zgrada, industrijskih hala, silosa), a sastoji se iz sledećih faza: analiza postojeće projektno-tehničke dokumentacije; makroskopski pregled konstrukcije; detaljan vizuelni pregleda konstrukcije - snimanje stanja konstrukcije; nedestruktivna i destruktivna *in situ* ispitivanja konstrukcije; laboratorijska ispitivanja materijala izvađenih iz konstrukcije objekta; kontrolnog proračuna konstrukcija, čiji je cilj provera stanja napona i deformacije; ispitivanje konstrukcije pod probnim opterećenjem; analiza registrovanih oštećenja; izrada Elaborata o ocenama stanja konstrukcije sa predlogom sanacionih mera. U zavisnosti od vrste i stepena oštećenja betonske podloge vrši se izbor odgovarajućeg postupka, odnosno alata i opreme. Sve se to radi u cilju dobijanja "zdrave" betonske podloge na koju se potom nanosi reparaturni malter.

---

<sup>1</sup>Anja M. Terzić, dipl inž građevine, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Franše d'Eperea 86, tel: 3691-722, e-mail: [a.terzic@itnms.ac.yu](mailto:a.terzic@itnms.ac.yu)

<sup>2</sup>Građevinski fakultet, Beograd

<sup>3</sup>Institut za ispitivanje materijala, Beograd

## 2. MATERIJAL I METODE

Osnovni cilj eksperimentalnih istraživanja u ovom radu je da se: variranjem sastava reparaturnih maltera i variranjem količina i vrsta aditiva, utvrdi zavisnost između ovih parametara i osnovnih tehnoloških i fizičko-mehaničkih svojstava reparaturnih maltera koja su bitna za njihovu primenu; i da, ukoliko je to moguće, rezultati ovog istraživanja omoguće nove zaključke u cilju poboljšanja svojstava reparaturnih maltera u odnosu na one koji su trenutno dostupni na našem tržištu.

Za izradu reparaturnih maltera upotrebljene su sledeće polazne komponente: portland cement CEM I 42.5 R, kvarcni pesak Vlaško Polje, Mladenovac, superplastifikator MAC s.p.a Treviso, Italija i silikatna prašina. Cement: uzorak je ispitivan metodom rendgenske difrakcije. Mineralni sastav uzorka je sledeći: alit ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ), belit ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ), celit ( $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ), braunmillerit, volastonit, gips, periklas, kalcit, slobodni CaO. Najdominantnija faza u uzorku je alit; Kvarcni pesak: osnovni mineral je kvarc, a prateći minerali su feldspat, zastupljen kao ortoklas, a ređe kao plagioklas. Postoji i malo učešće liskuna – muskovita i turmalina. Modul finoće je 4.01, zapreminska masa u rastresitom stanju je:  $1720\text{kg/m}^3$ , a u zbijenom stanju je:  $1970\text{kg/m}^3$ ; Superplastifikator: radi smanjenja količine vode u svežoj malterskoj mešavini dodat je superplastifikator pod tržišnim imenom Glenijum 51 (organsko kompleksno jedinjenje koje se sastoji iz karboksilnih eter polimera sa dugim bočnim lancima).

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Pripremljene su i ispitane dve eksperimentalne malterske (EM1 i EM2) sa i bez superplastifikatora, respektivno. Na eksperimentalnim reparaturnim malterima ispitivana su sledeća svojstva:

- Hemijski sastav eksperimentalnih maltera EM1 i EM2 (prikazan u tabeli 1)

Tabela 1. Hemijski sastav maltera EM1 i EM2

Uzorak	GŽ	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O
EM1	7.05	76.82	1.89	1.04	12.06	0.47	0.08
EM2	7.57	75.37	1.70	0.89	13.39	0.41	0.07

- Konzistencija eksperimentalnih maltera EM1 i EM2 (prikazana u tabeli 2)

Tabela 2. Promena konzistencije reparaturnih maltera u funkciji vremena

vreme (min)		0	30	60	90	120
Rasprostiranje (mm)	EM1	135	110	105	105	105
	EM2	140	120	115	115	115

Promena konzistencije najizraženija u prvih 30 min nakon spravljanja. Nakon toga, konzistencija, odnosno pokretljivost i ugradljivost malterske mešavine, menja se sporo.

- Zapreminska masa eksperimentalnih maltera EM1 i EM2

Zapreminske mase eksperimentalnih maltera u svežem stanju iznose: EM1:  $\gamma_{m,sv}=2145 \text{ kg/m}^3$  i EM2:  $\gamma_{m,sv}=2118 \text{ kg/m}^3$ . Zapreminske mase u očvrslom stanju maltera u funkciji vremena očvršćavanja date su tabelarno. Vrednost zapreminske mase oba tipa očvrstlih reparaturnih maltera opada u toku vremena, a stabilizuje se oko 28-og dana.

*Tabela 3. Zapreminska masa eksperimentalnih maltera u funkciji vremena očvršćavanja*

vreme (dani)	Zapreminska masa ( $\text{kg/m}^3$ )	
	EM1	EM2
<b>1</b>	2144.0	2114.8
<b>7</b>	2126.9	2097.8
<b>14</b>	2090.2	2069.5
<b>21</b>	2082.4	2064.9
<b>28</b>	2081.4	2061.3

- Upijanje vode eksperimentalnih maltera EM1 i EM2 (prikazano u tabeli 4)

*Tabela 4. Upijanje vode uzoraka reparaturnih maltera*

vreme (dani)	Upijanje vode (%)	
	EM1	EM2
<b>1</b>	12.5	11.2
<b>7</b>	4.1	2.0
<b>14</b>	3.8	1.8
<b>21</b>	2.2	1.3
<b>28</b>	2.1	1.3

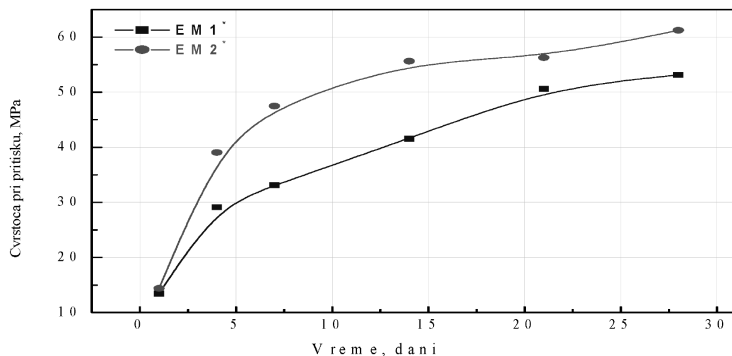
Na osnovu izmerenih vrednosti upijanja vode, zaključuje se da obe vrste maltera najveću vrednost upijanja pokazuju prvog dana, koja zatim opada u toku vremena. Superplastifikator utiče na smanjenje upijanja vode, tako da malter EM2 pokazuje niže vrednosti. Prosečne vrednosti upijanja vode pri atmosferskom pritisku iznose: EM1 - 5.07% i EM2 - 3.73%.

- Čvrstoća pri pritisku reparaturnih maltera EM1 i EM2 (prikazana u tabeli 5)

Analizom grafika (slika 1) i vrednosti čvrstoće pri pritisku u funkciji vremena, uočava se da je proces očvršćavanja maltera bez superplastifikatora sporiji u odnosu na malter koji ga sadrži, ali da su konačne čvrstoće vrednosti EM2 su veće.

Tabela 5. Čvrstoća pri pritisku reparaturnih maltera EM1 i EM2

vreme (dani)	Čvrstoća pri pritisku (MPa)	
	EM1	EM2
<b>1</b>	13.44	14.375
<b>7</b>	33.125	47.50
<b>14</b>	41.56	55.625
<b>21</b>	50.625	56.25
<b>28</b>	53.125	61.25



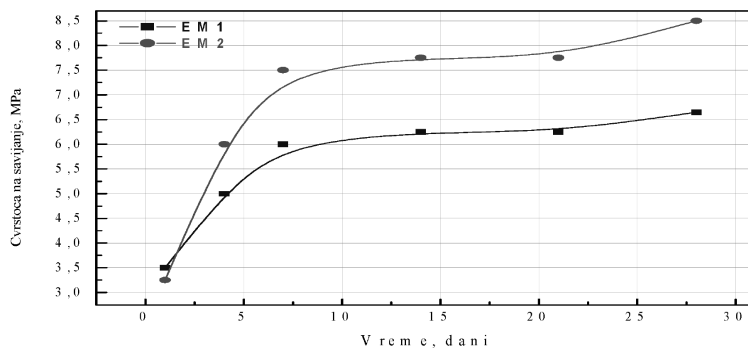
Slika 1. Promena čvrstoće pri pritisku maltera EM1 i EM2 u zavisnosti od vremena

- Čvrstoća na savijanje reparaturnih maltera EM1 i EM2 (data tabelarno u tabeli 6)

Analizom grafika (slika 2) i vrednosti čvrstoće na savijanje u funkciji vremena, uočava se da je proces očvršćavanja maltera bez superplastifikatora sporiji u odnosu na malter koji ga sadrži. Konačne vrednosti čvrstoće EM2 su veće.

Tabela67. Čvrstoća pri savijanju reparaturnih maltera EM1 i EM2

vreme (dani)	Čvrstoća pri pritisku (MPa)	
	EM1	EM2
<b>1</b>	3.5	3.25
<b>7</b>	6.0	7.50
<b>14</b>	6.25	7.75
<b>21</b>	6.25	7.75
<b>28</b>	6.65	8.5



Slika 2. Promena čvrstoće na savijanje reparaturnih maltera u zavisnosti od vremena

- Skupljanje reparaturnih maltera EM1 i EM2 (prikazno u tabeli 7)

Tabela 7. Dilatacija skupljanja reparaturnih maltera EM1 i EM2

vreme (dani)	Dilatacija skupljanja (mm/m)	
	EM1	EM2
2	0.063	0.031
9	0.125	0.094
16	0.360	0.344
21	0.437	0.406
28	0.437	0.406

Analizom dobijenih numeričkih vrednosti i krivih skupljanja zaključeno je da: u toku prvih 7 dana nisu registrovane značajnije promene u skupljanju; najintenzivniji priraštaj skupljanja primećen je u periodu od 7-og do 16-og dana; maksimalna izmerena vrednost odgovara periodu od 21 do 28 dana; veće konačno skupljanje je pokazao malter EM1.

#### 4. ZAKLJUČAK

Za sanaciju i zaštitu betonskih i armirano-betonskih konstrukcija svake godine potroše se ogromna finansijska sredstva. Zato je razumljivo da oblast sanacije i zaštite konstrukcija postaje jedan od najaktuelnijih segmenata građevinarstva. Na osnovu podataka o svojstvima reparaturnih maltera, može se izvršiti izbor najpogodnijeg materijala za sanaciju konkretnog objekta. Analizom dobijenih vrednosti zaključeno je:

- superplastifikator značajno smanjuje upijanje vode i to za čak 27%

- krućim konzistencijama, odnosno malterima spravljenim sa manjom količinom vode, odgovara manje skupljanje. EM2 sa superplastifikatorom ima manje skupljanje od EM1.
- prva merenja su dala male vrednosti čvrstoće na savijanje ~3MPa; ona dalje naglo raste u toku prvih 7 dana, a onda se taj rast usporava i ne menja se bitno do 28 dana; konačne vrednosti se nalaze u intervalu od 6.65MPa za EM1 do 8.5MPa za EM2. Zaključuje se da malteri sa superplastifikatorom (EM2) imaju brži proces očvršćavanja i veće konačne vrednosti čvrstoća, i zato su bolji za primenu u slučaju sanacionih radova, kada se zahteva da konstrukcija bude što pre opterećena
- početne čvrstoće na pritisak pokazuju male vrednosti od oko 15MPa. Malter EM2 pokazuje veću konačnu čvrstoću od 61.25MPa.
- malter ne sme favorizovati samo na osnovu velike čvrstoće na pritisak. Takvim izborom visoka mehanička svojstva se najverovatnije uopšte neće iskoristiti u toku eksploatacije, a krstost materijala se nepotrebno povećava.
- zaključak je da pri sanacionim radovima bolje karakteristike, generalno, pokazuju malteri sa dodatkom aditiva kao superplastifikatora, mada, činjenica je da dodatak silikatne prašine značajno poboljšava performanse oba tipa maltera.

## LITERATURA:

- [1] D.Jevtić, *Dodaci betonu, Građevinski kalendar*, Savez građevinskih inženjera, Beograd, 1983.
- [2] L.G.Vondran, R.Zellers, *Cement and Concretes*, 37 (20029, 145-155)
- [3] M.Muravljev, *Specijalni betoni i malteri*-Monografija, Građevinski fakultet, Beograd, 1999.

## SANATION OF CONCRETE STRUCTURES WITH USAGE OF REPARATION MORTARS

**Abstract:** *In this paper are presented results of the investigation of influence of quantity and type of additive on the characteristics of reparation mortars. Number of damages of concrete structures is huge, and damages are, also, various but, generally, they can be divided in two categories: problems of durability and damages of the constructions. First thing that should be done is discovering the source of damage and then follows the analysis and finally that choice of the method of sanation.*

**Key words:** *reparation mortars, sanation, additives, silica fume*