



SANACIJA TEMELJNE KONSTRUKCIJE SAMOSTANSKE CRKVE U KRALJEVOJ SUTJESCI

Dragan Martinović, dipl. ing. građ.

Sažetak: Samostanska crkva sv. Ivana Krstitelja u Kraljevoj Sutjesci izgrađena je u periodu od 1906. do 1909. godine. Teren na lokaciji izgradnje samostana, pa tako i crkve, je uvjetno stabilan, odnosno, nisu utvrđeni pokreti zemljanih masa koji bi asocirali na pojavu klizanja. To su pokazale i vrijednosti očitavanja na trostrukom stijenskom ekstenzometru ugrađenom u zapadni zvonik crkve. Da bi se sagledala cjelokupna problematika u smislu iznalaženja pouzdanog i kvalitetnog rješenja sanacije oštećene konstrukcije objekta crkve bilo je potrebno određeno vrijeme praćenja i mjerenja pomaka koji se odvijaju. U tu svrhu je uspostavljen određeni sustav monitoringa. Glavno stajalište projekatnata je da se prije mjera sanacije na degradiranom objektu mora zaustaviti proces slijeganja temeljne konstrukcije.

Ključne riječi: crkva, slijeganje, sanacija

REHABILITATION OF THE FOUNDATION STRUCTURE OF THE MONASTERY CHURCH IN KRALJEVA SUTJESKA

Abstract: The monastery church of St. John the Baptist in Kraljeva Sutjeska was built in the period from 1906 to 1909. The terrain on the construction site of the monastery, including the church, is conditionally stable, i.e., movements of earth masses that would be reminiscent of the occurrence of sliding have not been established. That was also shown by the reading values on a triple rock extensometer installed in the western bell tower of the church. Consideration of the entire problem in terms of finding a reliable and high-quality solution for rehabilitation of the damaged structure of the church building required some time of monitoring and measuring the displacements taking place. A certain monitoring system was established for that purpose. The main position of the designer is that, before rehabilitation measures on the degraded structure, the settlement process of the foundation structure must be stopped.

Key words: church, settlement, rehabilitation

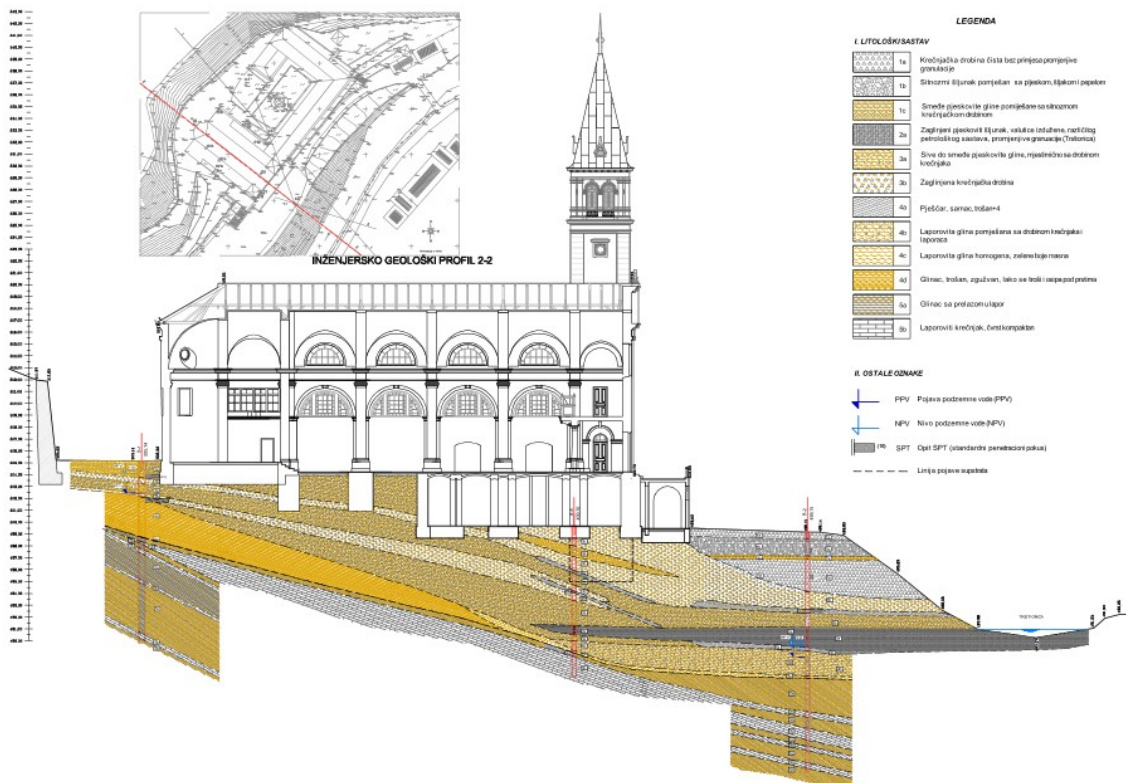
1. UVOD

Oštećenja koja su utvrđena na objektu crkve u vidu razvijene mreže konstruktivnih pukotina nisu nastala kao rezultat klizanja tla već isključivo kao posljedica nejednolikog slijeganja temeljnog tla pod opterećenjem od vlastite težine objekta.



Slika 1. Pogled na crkvu i samostan

Lokacija crkve, na strmoj padini, je zahtijevala zasijecanje prirodnog terena kako bi se pripremio plato za izgradnju objekta. To je uzrokom različitih uvjeta oslanjanja na pojedinim dijelovima temeljne konstrukcije crkve, obzirom na geološki sastav tla predmetne lokacije.

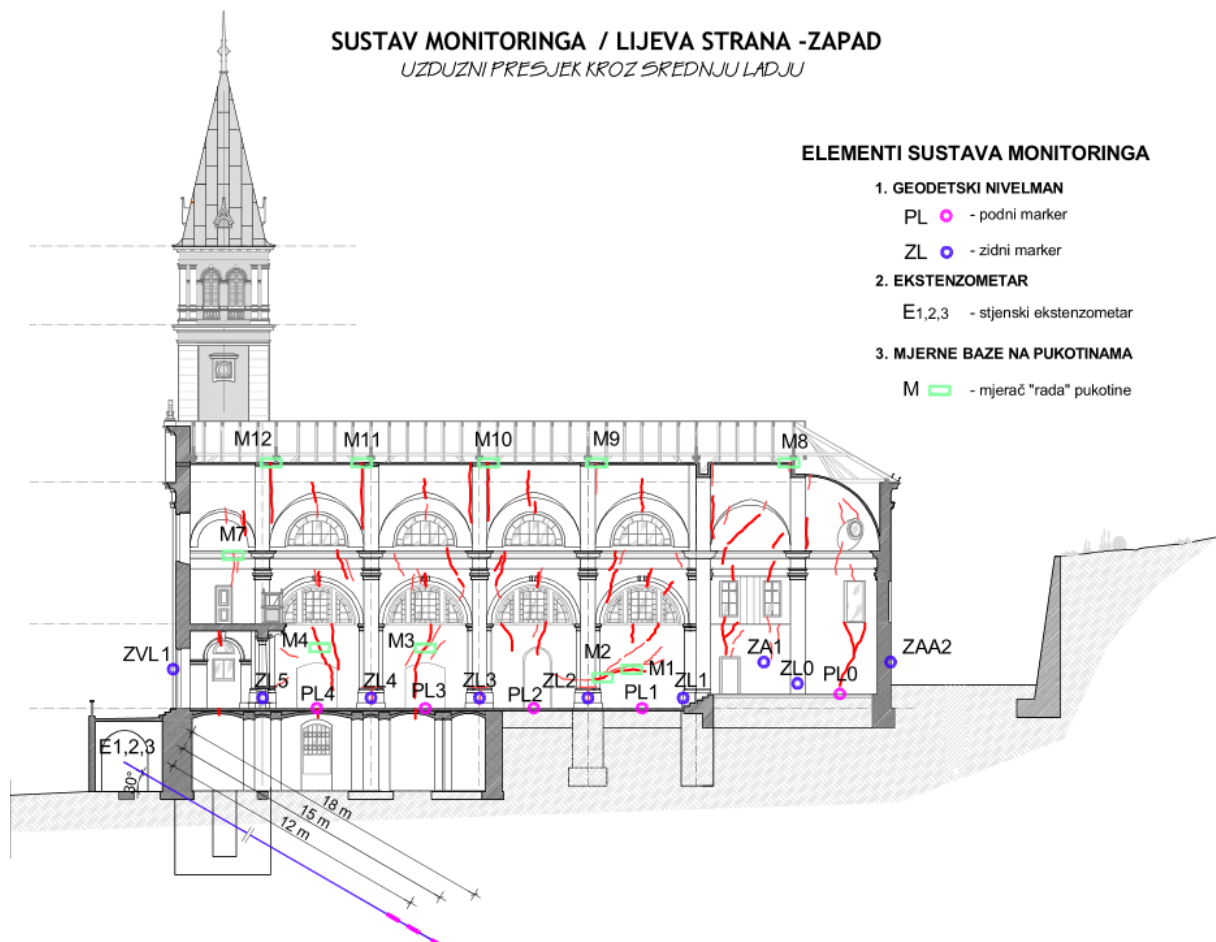


Slika 2. Inženjersko geološki profil 2-2

Dio crkve je temeljen na čvršćoj podlozi, a dio na glinovitim materijalima heterogenog sastava i vrlo neujednačenih i promjenjivih geomehaničkih svojstava. Temelji zvonika, makar su znatno dublje izvedeni, također su temeljeni u sloju gline. Kako su locirani na nizbrdnoj strani padine jasno je da su u stvari manje ukopani u prirodno tlo od, primjerice, sjevernog dijela objekta koji je u zasjeku. K tomu treba naglasiti dominantnu težinu zvonika, koji se nalaze lociranu na južnom dijelu objekta, tako da imamo izrazito neravnomjernu raspodjelu masa duž objekta crkve kao cjeline. Činjenica da se kripta nalazi samo ispod južne polovine objekta doprinosi usloženju ovog problema. (1)

Pod utjecajem površinskih, a naročito podzemnih voda, koje su sa padinske strane dolazile u područje temeljne konstrukcije crkve, mijenjaju se fizičko mehaničke karakteristike temeljnog tla, što je rezultiralo stalnim dodatnim diferencijalnim slijeganjima pojedinih dijelova temelja objekta. Ovaj proces je bio stalan kroz čitavo vrijeme od izgradnje objekta tako da smo imali pukotine veličine otvora od 1 do 20 mm na pojedinim konstruktivnim elementima građevine. Može se slobodno reći da je konstrukcija objekta pukotinama bila izdijeljena u više dijelova.

Da bi se sagledala cjelokupna problematika, u smislu iznalaženja pouzdanog i kvalitetnog rješenja sanacije oštećene konstrukcije objekta crkve, pored geotehničkih istražnih radova, bilo je potrebno određeno vrijeme praćenja i mjerenja pomaka koji se odvijaju. U tu svrhu je na objektu uspostavljen sustav monitoringa. (2)

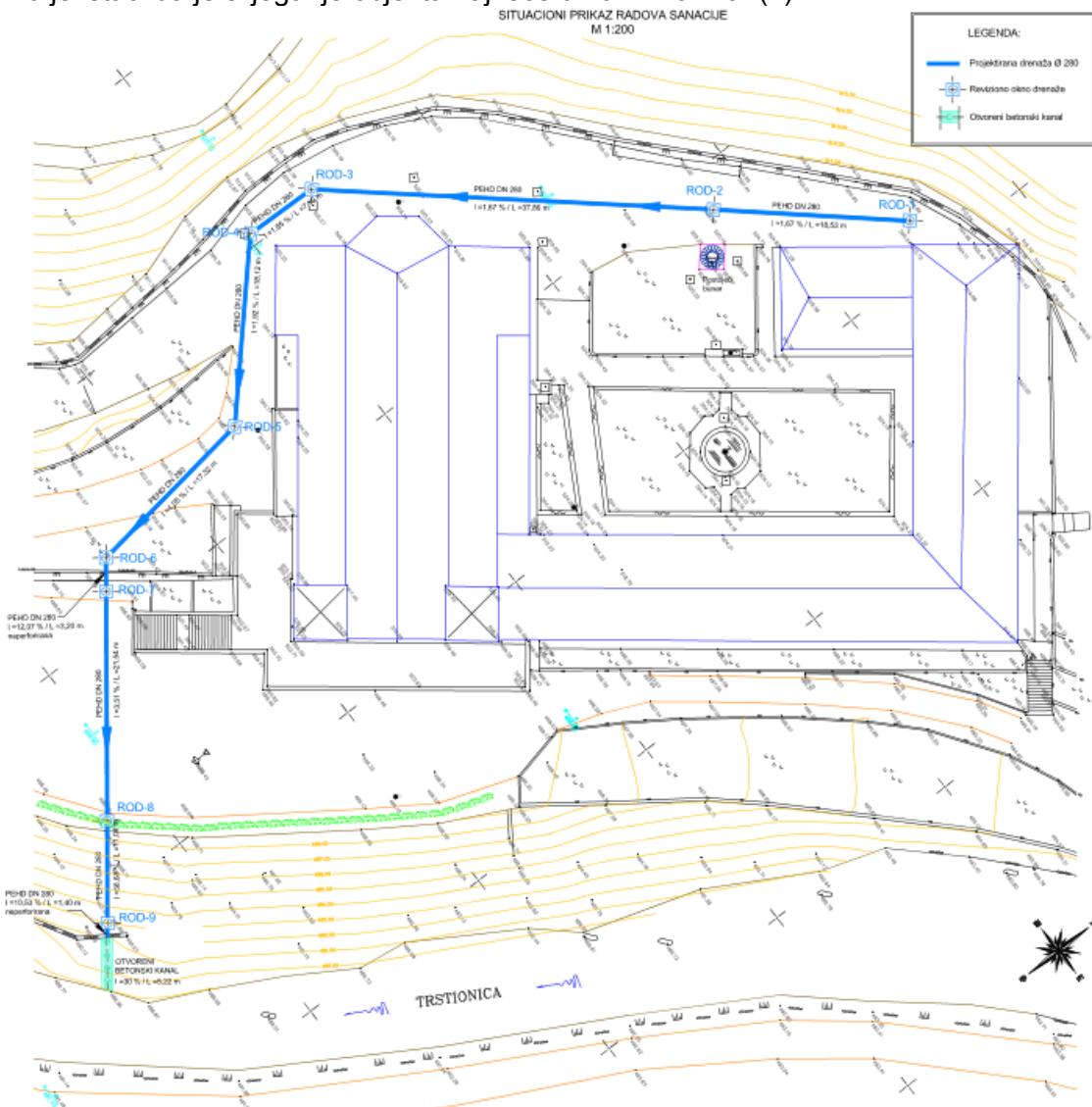


Slika 3. Shematski prikaz sustava monitoringa uspostavljenog na objektu crkve

2. FAZA I - IZRADA DRENAŽNE ZAVJESE OKO OBJEKTA CRKVE

Kao prvi korak u cilju zaustavljanja procesa slijeganja temeljne konstrukcije objekta crkve, nazvan I FAZA sanacije temeljne konstrukcije, izvedena je drenažna zavjesa oko objekta crkve i sanirana su oštećenja i nedostaci sustava odvodnje površinskih voda kako bi se u potpunosti uklonio ili pak značajno umanjio negativan utjecaj podzemnih i nadzemnih voda na promjene fizičko mehaničkih karakteristika temeljnog tla. Predmetni radovi su izvedeni u periodu od 13. X. 2005. do 10. XI. 2005. godine, a prema prethodno izrađenom projektu koji je temeljen na rezultatima provedenih istražnih radova. (3)

Kontinuiranim praćenjem, gore spomenutog, sustava monitoringa, kroz vremenski period od tri (3) godine, utvrđena je kinematika objekta. Mjerenjem slijeganja objekta crkve te rada pukotina na kojima su ugrađeni markeri, evidentiran je proces stalnog otvaranja određenog broja pukotina uzrokovan diferencijalnim slijeganjem južnog dijela objekta uz lagano naginjanje masivnih zvonika crkve ka Trstionici. Konačno je zaključeno da je na svim mjernim bazama i reperima ustanovljen stalan razvoj oštećenja u vidu proširenja i produljenja pukotina, lomova pojedinih jače napregnutih dijelova konstrukcije, te slijeganje objekta. Važno je istaći da je slijeganje objekta najveće u zoni zvonika. (2)





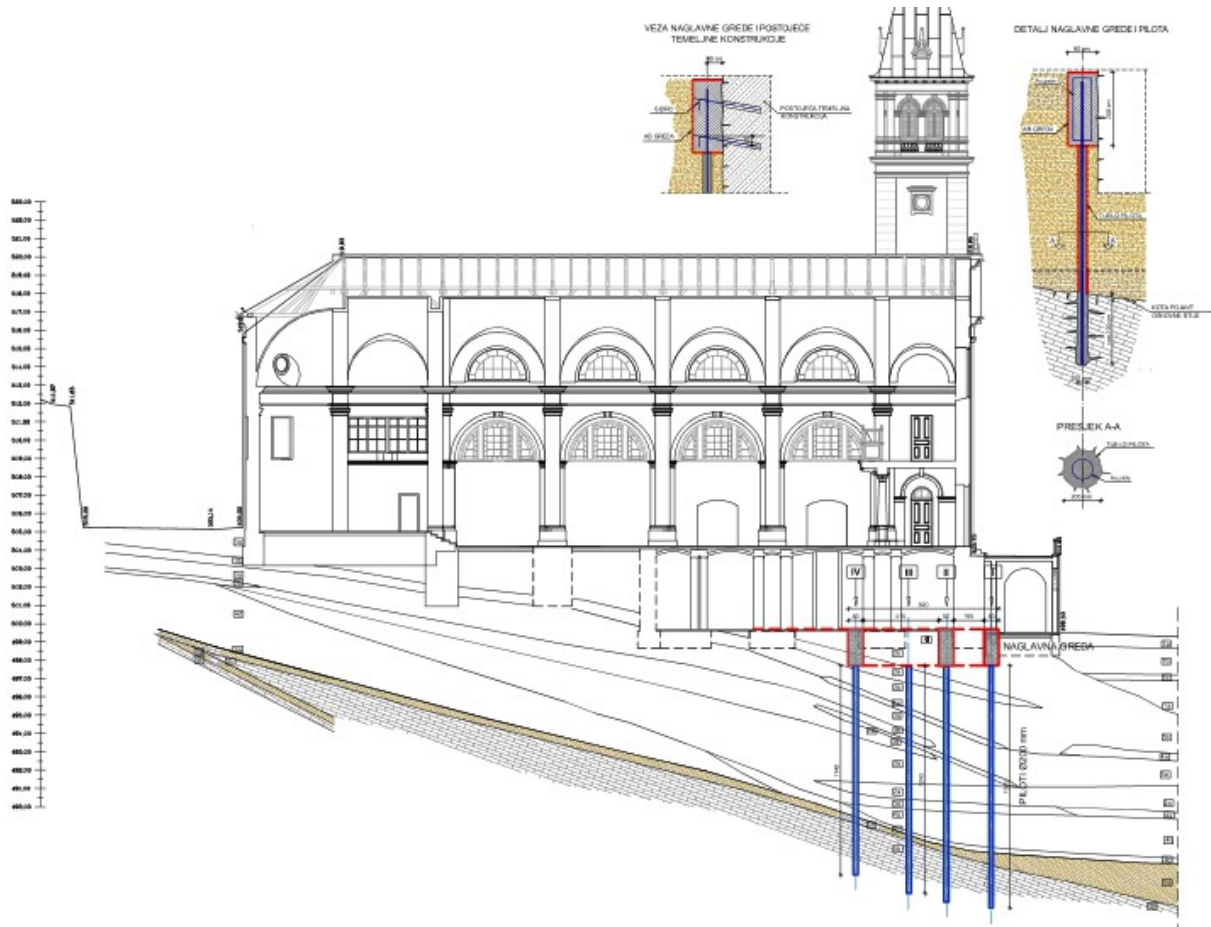
Slika 5. Drenažna zavjesa - Fotodokumentacija

3. FAZA II – SANACIJA TEMELJA ZVONIKA I JUŽNOG PROČELJA CRKVE

Kao drugi korak u cilju zaustavljanja procesa slijeganja crkve, nazvan II FAZA sanacije temeljne konstrukcije, nametnula se izvedba dubokog temeljenja zvonika i južnog pročelja crkve kao najtežeg dijela objekta. Naknadnom izvedbom mikropilota oko temelja zvonika i u zoni južnog pročelja crkve pomaže se postojećoj temeljnoj konstrukciji da preuzme dana joj opterećenja bez neželjenih posljedica. Da bi se ostvarilo ovo tehničko rješenje bilo je potrebno izvesti novu temeljnu konstrukciju u **dva glavna koraka**. Prvo, izvesti niz ab stupova-pilota u tlu oko postojećih temelja zvonika i pouzdano ih „usaditi“ u osnovnu stijenu koja se nalazi ispod glinenih naslaga temeljnog tla. Drugo, međusobno povezati pilote u jednu cjelinu te povezati postojeće temelje zvonika sa novim stupovima-pilotima. To se postiglo izvedbom ab naglavne grede pilota koja je čvrsto obuhvatila tijelo zvonika i povezala ih sa novim stupovima. Na taj način nova i stara temeljna konstrukcija čine jednu cjelinu i težina zvonika će biti prenesena na osnovnu stijenu umjesto na „mekane“ glinovite materijale kao do sada. O kakvoj se zadaći radilo prezentirati će se kratkim opisima, u dva dijela, kako je i izvedena predmetna sanacija. Radovi su izvedeni prema projektu sanacije temeljne konstrukcije koji je izradila tvrtka Geotekhnika '94 d.o.o. iz Mostara. (4)

3.1. Faza II - Dio 1 - izvedba pilota

Početak radova bio je 15. listopada 2009. godine, a završetak 11. siječnja 2010. godine. Radove je izvela tvrtka Geokonsalting d.o.o. iz Sarajeva zajedno sa tvrtkom Karst d.o.o. iz Zagreba koja posjeduje potrebne strojeve i opremu te stručno osoblje i iskustvo za izvođenje ovakvih specifičnih geotehničkih zahvata.



Slika 6. Dispozicija pilota - Uzdužni presjek

Zadaća prvog dijela radova je bila izvedba 40 armiranobetonskih stupova-pilota, promjera min 200 mm, u tlu, sa pouzdanim ulaskom min 3 metra u osnovnu stijenu. Od toga je jedan pilot poslužio kao probni za ocjenu ispravnog izbora metodologije izvedbe svih ostalih pilota, odnosno: načina izrade bušotina, izbora vrste i konzistencije injekcijske smjese, te konačno kontrole kvalitete izvedenih pilota u pogledu njihove trajnosti i nosivosti.



Slika 7. Izrada probnog pilota i ispitivanje nosivosti pilota

Ugovoreni radovi sastojali su se od pripremnih radova, radova rušenja i demontaže, te izvođenja armiranobetonskih pilota i završnih radova. Po završetku ovih radova bio je osiguran pristup strojevima i opremi za bušenje na svim predviđenim pozicijama budućih pilota uz zaštitu objekta i njegovog sadržaja, kao zaštićenog spomenika kulturne baštine, od nepotrebno većih oštećivanja.

Karakteristično za ove radove je to da su se izvodili u gotovo potpuno zatvorenom prostoru, ograničene radne visine i manevarskih mogućnosti. Pored problema prilagodbe bušače opreme konkretnoj poziciji uvjeti rada za rukovaoce/bušače su bili izuzetno zahtjevni. Usprkos tomu piloti su izvedeni, uz neznatna odstupanja, točno na projektiranim pozicijama. Kvaliteta izvedenih pilota odgovara tehničkim zahtjevima što je potvrđeno provedbom programa kontrole i osiguranja kvalitete, a ispitivanjem probnog pilota od strane IMK-Građevinski fakultet iz Sarajeva je potvrđena njegova tražena nosivost.



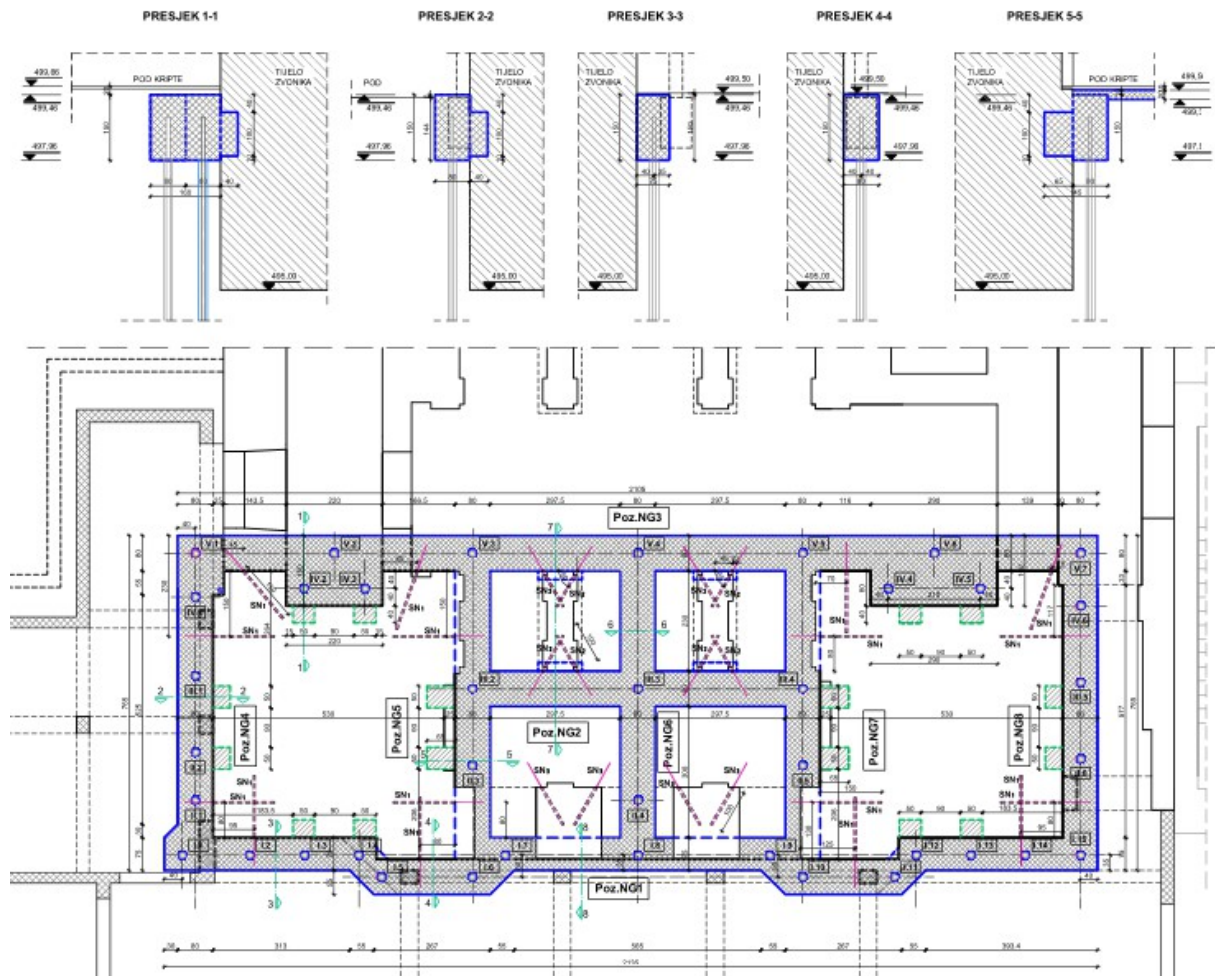
Slika 8. Izrada pilota - Fotodokumentacija

Zbog spomenutih uvjeta rada, često je dolazilo do manjih i većih kvarova na strojevima i opremi za bušenje te uz činjenicu da je prosinac/siječanj bio izuzetno hladan period, sa obilnim snježnim padavinama, predmetni radovi su izvedeni za četiri mjeseca umjesto planirana tri mjeseca.

3.2. Faza II - Dio 2 - izvedba naglavne grede pilota

Početak radova bio je 12. siječnja 2010. godine, a završetak 21. svibnja 2010. godine. Radove je izvela tvrtka Miličević d.o.o. iz Kreševa zajedno sa tvrtkom Transportbeton d.o.o. iz Kiseljaka koja je isporučila sav potreban beton i osigurala iskusnog armirača za izradu složenog armaturnog koša u specifičnim uvjetima.

Zadaća drugog dijela radova je bila međusobno povezivanje "glava" pilota te povezivanje naglavne grede pilota sa postojećim temeljima kako bi se opterećenje sa starih temelja, posredno, preko pilota, prenijelo u čvrste materijale. Cilj je bio dobiti zatvorenu, homogenu, potpuno krutu armiranobetonsku strukturu u prednjem dijelu sa zvoncima kako bi se preuzeo dio opterećenja na dijelu objekta crkve gdje mu je najveća masa. Ugovoreni radovi sastojali su se od pripremnih radova, radova rušenja i demontaže, te izvođenja armiranobetonske naglavne grede pilota, kontrole kvalitete i završnih radova. Postignut je projektirani položaj i geometrija armiranobetonske naglavne grede pilota na svim pozicijama te čvrst i trajan spoj sa kamenim strukturama postojeće temeljne konstrukcije zvonika i južnog pročelja crkve.



Slika 9. Naglavna gređa pilota - Tlocrt i karakteristični presjeci

Karakteristično za ove radove je to da su se izvodili u potpuno stiješnjenom prostoru – u rovu za NG dubine 180 cm ispod poda kripte i širine svega 80 cm, pa čak i 75 cm, dijelom i potkopanim pod postojeće kamene zidane strukture i do 50 cm. Pored problema iskopa ovako zahtjevnog rova u skućenom prostoru postojala je i opasnost od obrušavanja kamenom zidanim strukturama.

Kako ne bi došlo do destabilizacije postojeće konstrukcije crkve, u zoni radova, radovi su izvođeni kampadno (cjelokupna NG je sačinjena od 11 kampada) uz osiguranje zone radova podupiranjem sa privremenim potpornim konstrukcijama. Naročito treba istaknuti da je ugradnja armaturnog koša u uvjetima skućenog prostora (u uskom, dubokom rovu) bila izuzetno zahtjevnja zadaća. Sve kampade (time i ukupna NG) naglavne gređe pilota su izvedene na projektiranim pozicijama, sa točno ugrađenim armaturnim koševima kako je planirano, bez destabilizacije kontaktnih zidanih struktura.



Slika 10. Iskop rova za NG pilota - Fotodokumentacija

Završetkom armiranobetonskih radova kompletirano je tehničko rješenje sanacije temeljne konstrukcije i omogućeno vraćanje ambijenta u prvobitno stanje. U okviru završnih radova trebalo je ukloniti oštećenja na postojećim strukturama objekta nastala tijekom izvođenja radova, a koja su bila neizbježna, te vratiti sve sadržaje u izvorni položaj.



Slika 11. Armiranje i betoniranje NG pilota - Fotodokumentacija

Vraćanjem prvotnih sadržaja (podne obloge, sarkofazi, spomen ploče i druga kamena plastika interijera i eksterijera kriptе) nije vidljiv niti jedan element nove temeljne konstrukcije. Time je ispunjen osnovni konzervatorski zahtjev na restauraciji i sanaciji ovog zaštićenog spomenika kulture da se ničim ne naruši njegov originalni izgled i sadržaj.

Kvaliteta izvedenih radova odgovara tehničkim zahtjevima što je potvrđeno provedbom programa kontrole i osiguranja kvalitete, a ispitivanjem čvrstoće betona na tlak, od strane IMK-Građevinski fakultet iz Sarajeva, je potvrđena njegova tražena kvaliteta.

Ugovoreni radovi su izvedeni planiranom dinamikom usprkos činjenici da je period siječanj/veljača obilovao temperaturama ispod ništice, čak i do -20°C .



Tijekom izvođenja uočen je problem neregulirane odvodnje podzemnih i oborinskih voda iz prostora kripte. Uzrok tomu je dugogodišnje nefunkcioniranje originalnog drenažnog sustava iz perioda izvorne gradnje objekta. Da bi se saniralo ovo stanje bilo je neophodno izraditi projekt sanacije te izvesti potpunu rekonstrukciju ovog drenažnog sustava kako bi u budućnosti mogao obavljati svoju funkciju.

4. ZAKLJUČAK

Radovi sanacije temeljne konstrukcije samostanske crkve su izvedeni sukladno tehničkim rješenjima danim u projektu i nije bilo potrebe za izmjenama niti dopunama projektnih rješenja. Izvođači su, svaki u svome dijelu ugovora, korektno i uspješno izveli sve predviđene pozicije radova i nije došlo ni do kakvih incidentnih situacija niti po radnike i opremu niti po objekt koji je tretiran.

Realizacija tehničkog rješenja je iziskivala radikalni zahvat izvođen neposredno uz objekt crkve i postojala je realna opasnost od ugrožavanja stabilnosti postojećih temelja u zoni radova, pa i šire. No pažljivim radom i kampadnim izvođenjem svih predviđenih radova došlo je tek do manjeg proširenja i produljenja određenog broja već postojećih pukotina na zidovima, lukovima i svodovima nosive konstrukcije crkve.

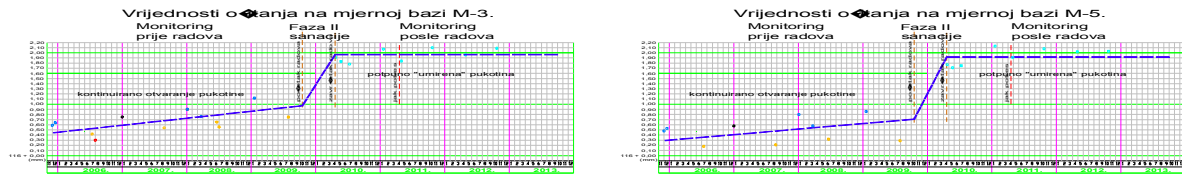
Došlo je do ponovnog otvaranja „starih“ i pojave manjeg broja novih pukotina na podu crkve te njihove propagacije i spajanja sa odgovarajućim pukotinama na zidu. Time je postala očitija činjenica da je objekt izdijeljen na više, gotovo neovisnih dijelova.

Najveća oštećenja na susjednim strukturama dogodila su se na spojnom hodniku između crkve i južnog samostanskog krila. To iz razloga što je radovima sanacije izazvano dodatno slijeganje crkve u odnosu na samostansko krilo koje miruje.

Mjerenjem preciznog geodetskog nivelmana u razini poda crkve, prije, tijekom i poslije izvođenja radova, utvrđeno je dodatno slijeganje od 13 mm u zoni zvonika crkve. Usporedimo li to sa računskim slijeganjem iz projekta, prema računskom 3D modelu, od 10 mm može se ustvrditi da su deformacije u razini očekivanih.

Treba naglasiti da izmjerene deformacije nisu bile konačne i da je bilo nužno da se dodatno odviju u periodu nalijeganja postojećeg objekta na novu temeljnu konstrukciju. Tek tada je nova temeljna konstrukcija aktivirana i vrši svoju zadaću. Također, veličina izmjerenog slijeganja u zoni zvonika izazvana predmetnim radovima već na samom početku izvođenja potvrđuje ispravnost zaključka da je postojeća temeljna konstrukcija zvonika bila na samoj granici stabilnosti i da je bilo neophodno izvođenje sanacije i ojačanja temeljne konstrukcije.

“Umirenje“ objekta crkve, odnosno zaustavljanje procesa diferencijalnog slijeganja prednjeg dijela objekta (koji se manifestirao kontinuiranim otvaranjem pukotina na konstrukciji) kao i efekti provedenih radova sanacije temeljne konstrukcije, najbolje se očituju uvidom u zbirne dijagrame glavnih pukotina sa mjernim bazama M-3 i M-5 koje pripadaju glavnoj vertikalnoj prijelomnoj ravni objekta.



Slika 12. Zbirni dijagram "rada" glavnih pukotina

Dakle, nakon procesa konsolidacije južnog pročelja i zvonika crkve (zona gdje su izvođeni radovi na sanaciji i ojačanju temeljne konstrukcije najtežeg dijela građevine) došlo je do stabilizacije objekta kao cjeline. Ovim je potvrđena uspješnost izvedenih radova.

LITERATURA

- (1) Kraljeva Sutjeska - Sanacija crkve - Glavni projekt - knjiga 2 i 2.A, *Geotehnički istražni radovi sa geološkim značajkama područja*, 2005. i 2008.;
- (2) Kraljeva Sutjeska - Sanacija crkve - Glavni projekt - knjiga 3, Sustav promatranja i praćenja rada konstrukcije, 2005./2009. i 2010./2013.;
- (3) Kraljeva Sutjeska - Sanacija crkve - Glavni projekt - knjiga 4, Sanacija temeljne konstrukcije - Faza I - Projekt drenažne zavjese oko objekta crkve, 2005;
- (4) Kraljeva Sutjeska - Sanacija crkve - Glavni projekt - knjiga 4.B, Sanacija temeljne konstrukcije - Faza II - Izvedbeni projekt sanacije temelja zvonika i južnog pročelja crkve, 2009;