

doi: 10.67563/ASESCONF2026001T

Faris Trešnja¹, Salko Kulukčija², Esad Žuškić², Mustafa Humo³, Enida Mališević⁴

RESEARCH AND CONSERVATION WORKS AT THE OLD TOWN OF BJELAJ

Summary: The Old Town of Bjelaj (Bilaj), located near Bosanski Petrovac, represents a complex fortification system characterized by layered traces of prehistoric, medieval, and Ottoman built heritage. This paper focuses on the assessment of the current condition and the proposed conservation measures for the ramparts and the tower of the medieval part, which have been significantly degraded due to erosion processes and biological colonization. The planned interventions include the partial reconstruction of the eastern rampart, replacement of missing stone elements, rehabilitation of wall crowns, and systematic removal of invasive vegetation. The use of traditional materials, namely hydraulic and hydrated lime and locally sourced stone, is envisaged, along with temporary stabilization measures to ensure structural safety during the intervention process. The final phase involves recognizable additions aimed at providing controlled access while preserving the authentic historical values of the site.

Keywords: rehabilitation, restoration, conservation interventions, biological degradation

ISTRAŽIVAČKI I KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKI RADOVI NA STAROM GRADU BJELAJ

Rezime: Stari grad Bjelaj (Bilaj), smješten u blizini Bosanskog Petrovca, predstavlja kompleksan fortifikacijski sklop sa slojevima prahistorijskog, srednjovjekovnog i osmanskog graditeljskog nasljeđa. Prema postojećim podacima, bedemi su građeni od lomljenog kamena zidanog u krečnom malteru, pri čemu su danas vidljiva značajna oštećenja nastala djelovanjem erozije i bioloških naslaga. Rad se bavi analizom postojećeg stanja te prijedlogom mjera sanacije bedema i kule srednjovjekovnog dijela. Planirane intervencije obuhvataju djelimičnu rekonstrukciju istočnog bedema, obnovu nedostajućih kamenih elemenata, sanaciju kruna bedema te sistematsko uklanjanje invazivne vegetacije. Predviđena je primjena tradicionalnih materijala, hidrauličnog i hidratisanog kreča te lokalnog kamena, uz privremene mjere stabilizacije. Završna faza uključuje prepoznatljive dodatke u cilju osiguranja kontrolisanog pristupa i očuvanja autentičnih historijskih vrijednosti lokaliteta.

Ključne reči: sanacija, restauracija, konzervatorski radovi, biološka degradacija

¹ Društvo za projektovanje, savjetovanje i istraživanje u građevinarstvu Interprojekt Mostar, 88000 Mostar, Bosna i Hercegovina, faris@interprojekt.ba

² Društvo za projektovanje, savjetovanje i istraživanje u građevinarstvu Interprojekt Mostar, 88000 Mostar, Bosna i Hercegovina

³ Član međunarodnog komiteta ISCARSAH, 88000 Mostar, Bosna i Hercegovina

⁴ Zavod za izgradnju Kantona Sarajevo, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

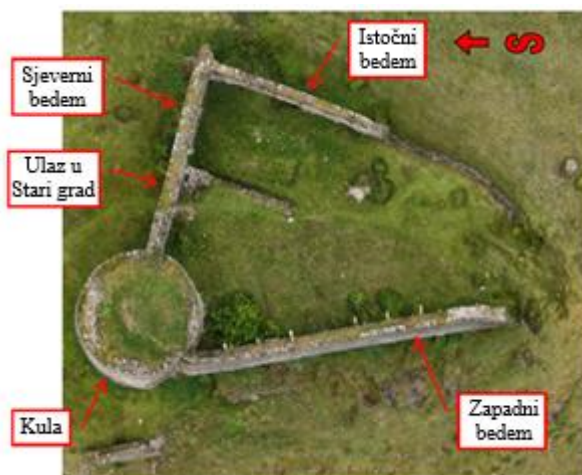
1. UVOD

Stari grad Bjelaj, u literaturi često označen i kao Bilaj, predstavlja složenu stratigrafsku i funkcionalnu cjelinu čiji razvoj obuhvata tri jasno diferencirana historijska perioda: prahistorijsko razdoblje, srednji vijek i period Osmanskog carstva. Prostorna organizacija lokaliteta odražava njegovu višeslojnu historijsku strukturu i kontinuitet naseljavanja. Zbog svoje historijske i kulturne vrijednosti, Stari grad Bjelaj proglašen je nacionalnim spomenikom Bosne i Hercegovine, u skladu s odlukom Komisije za očuvanje nacionalnih spomenika Bosne i Hercegovine [1] čime je potvrđen njegov značaj u kontekstu zaštite i valorizacije kulturno-historijskog naslijeđa.

Smješten iznad doline, na uzvišenom platou dužine približno 850 m, Stari grad Bjelaj zauzimao je istaknutu stratešku poziciju, što se odrazilo na njegov značaj u vojno-političkom kontekstu šire regije. Najraniji pisani izvori o ovom lokalitetu potiču iz 1495. godine [2], kada se navodi kao posjed Gašpara Perušića **Error! Reference source not found.** U narednim decenijama, razvoj događaja bio je obilježen širenjem Osmanskog carstva, u okviru kojeg je Bjelaj tokom 1530-ih godina uključen u novi upravno-teritorijalni sistem. Već 1540. godine u izvorima se bilježi postojanje nahije Bjelaj-Blagaj [3], što potvrđuje njegov administrativni značaj u ranom periodu osmanske uprave. Uprkos ranijem značaju, lokalitet je napušten 1838. godine [4], čime je okončana njegova aktivna funkcija u regionalnom prostoru.

Dugotrajna zapuštenost rezultirala je značajnim oštećenjima i narušenom stabilnošću objekta, što ukazuje na potrebu za hitnim intervencijama. Uočeni oblici degradacije uključuju gubitak kohezije zidnog tkiva, lokalna urušavanja te progresivno propadanje materijala uslijed atmosferskih i bioloških utjecaja. Projekt je usmjeren na očuvanje srednjovjekovnog dijela utvrde primjenom savremenih pristupa konzervaciji i restauraciji, u skladu s principima zaštite kulturno-historijskog naslijeđa. Planirane mjere obuhvataju sanaciju bedema, konstruktivnu stabilizaciju oštećenih zona, uklanjanje bioloških naslaga te obnovu fuga i degradiranih elemenata, s ciljem očuvanja autentičnosti i osiguranja dugoročne stabilnosti.

Za potrebe izrade projektne dokumentacije provedeno je lasersko skeniranje i fotogrametrijsko snimanje objekta (Slika 1). Ove metode omogućile su visoku prostornu preciznost prikupljenih podataka, koji su korišteni za generisanje ortofoto prikaza fasada i trodimenzionalnog modela u formi oblaka tačaka. Dobijeni digitalni model predstavlja pouzdanu osnovu za analizu postojećeg stanja i izradu preciznih tehničkih rješenja u okviru planiranih intervencija.



Slika 1: Stari grad Bjelaj, srednjovjekovni dio (pogled odozgo) [5]

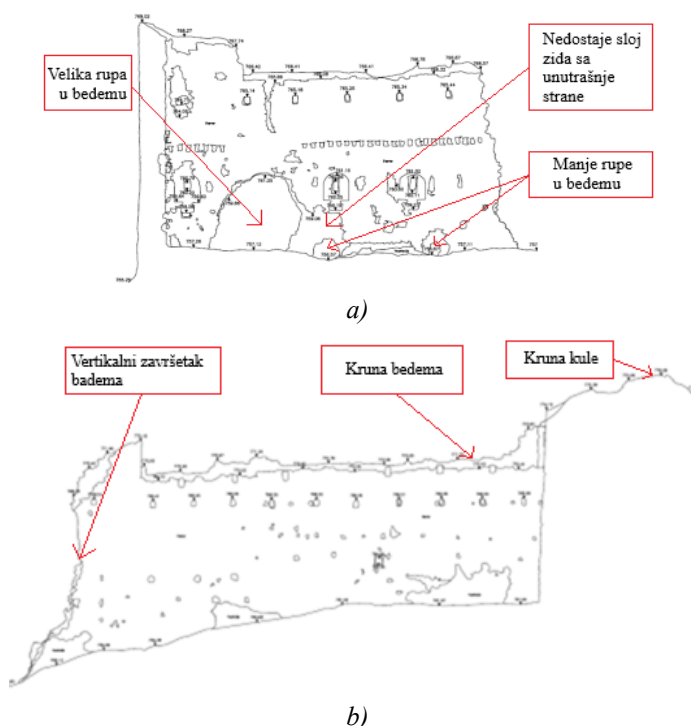
2. ISTRAŽIVAČKI I KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKI RADOVI

2.1. OPIS POSTOJEĆEG STANJA

Analiza postojećeg stanja bedema i kule ukazuje na značajne probleme u vidu oštećenja usljed dugotrajne zapuštenosti i neodržavanja. Uočene su pukotine i lokalna oštećenja usljed gubitka materijala, uz izraženu degradaciju maltera i prisutnost bioloških naslaga. Veći dio bedema na južnoj strani, potpuno je srušen, sa djelimično vidljivim ostacima. Prema postojećim podacima, bedemi su građeni od lomljenog kamena i krečnog maltera [5].

2.1.1. Strukturna oštećenja i nestabilnosti

Na istočnom bedemu evidentirano je značajno oštećenje u vidu otvora dimenzija približno 3,5 × 3,9 m. Pored ove rupe, na istom bedemu uočeno je nekoliko manjih oštećenja i pukotina (Slika 2a). Nedostaci su vidljivi i na drugim dijelovima zidova, gdje nedostaje jedan ili više kamenih blokova, posebno na vanjskim i unutrašnjim površinama istočnog i zapadnog bedema, kao i na vanjskoj strani kule. Na gornjim dijelovima i krunama zidova i kule prisutno je rastinje, a nedostaju i kameni blokovi, te malter u fugama (Slika 2b).



Slika 2: a) Istočni bedem (unutrašnja strana); b) Zapadni bedem (unutrašnja strana), prikaz kruna i vertikalnog završetka [5]

2.1.2. Stanje fuga

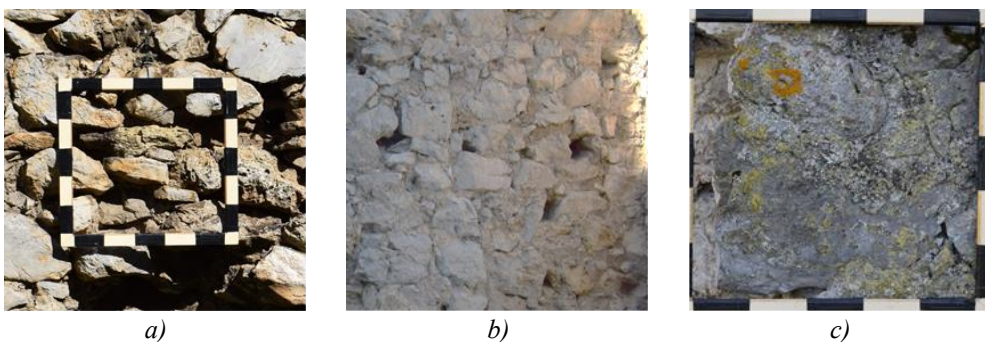
Fuge pokazuju različit stepen očuvanosti. Klasifikovane su u tri tipa:

Tip 1: Izrazito isprane fuge, koje ukazuju na ozbiljan stepen erozije (slika 3a);

Tip 2: Djelimično isprane fuge (slika 3b);

Tip 3: Dobro očuvane fuge koje ne zahtijevaju sanaciju (slika 3c).

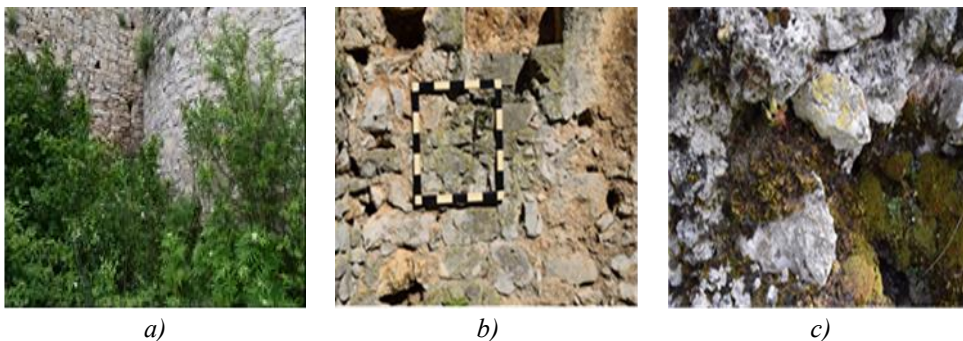
Često se različiti tipovi fuga pojavljuju zajedno na istim površinama što zahtijeva pažljiv pristup u sanaciji.



Slika 3: Tipovi fuga [5]

2.1.3. Biološke naslage i njihovi uticaji

Na zidovima bedema i kule, te u parteru kompleksa, prisutne su biološke naslage koje dodatno doprinose degradaciji kamena (Slika 4a). Uočene su kolonije lišajeva (Slika 4b), od žutih do narandžasto-crvenih nijansi, kao i mahovina (Slika 4c) i razne vrste vaskularnih biljaka. Ovo rastinje dodatno ugrožava stabilnost zidova, jer svojim korijenjem prodire u pukotine i ubrzava propadanje materijala.



Slika 4: a) Veliki grmovi u parteru; b) Mahovine; c) Lišajevi [5]

2.1.4. Pukotine

Iako nisu uočene brojne pukotine na bedemima i kuli, prisutne pukotine jasno su dokumentovane (Slika 5) i zahtijevaju konzervatorsku obradu.



Slika 5: Pukotine u zidovima kule

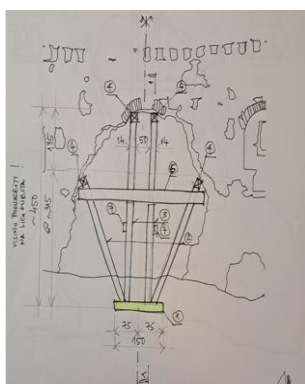
2.2. TEHNIČKI OPIS INTERVENCIJA

Projektom su predviđene sljedeće intervencije [5]:

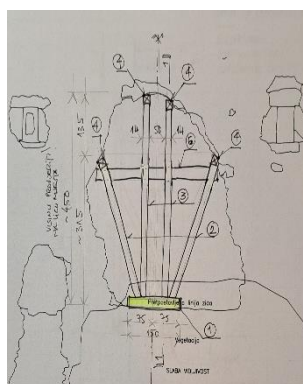
- Djelimično zazidivanje velike rupe na istočnom bedemu uz prethodnu privremenu stabilizaciju,
- Zazidivanje pojedinačnih rupa i udubljenja,
- Sanacija kruna bedema i kule,
- Obnavljanje fuga,
- Sanacija pukotina,
- Tretman bioloških naslaga,
- Izrada novog metalnog stepeništa za ulaz u kulu.

2.2.1. Djelimično zazidivanje velike rupe na istočnom bedemu uz prethodnu privremenu stabilizaciju

U sklopu hitnih (privremenih) mjera predviđeno je postavljanje drvene potporne konstrukcije u području velike rupe na istočnom bedemu kako bi se spriječilo daljnje propadanje i nestabilnost zida (Slika 6).



a)



b)

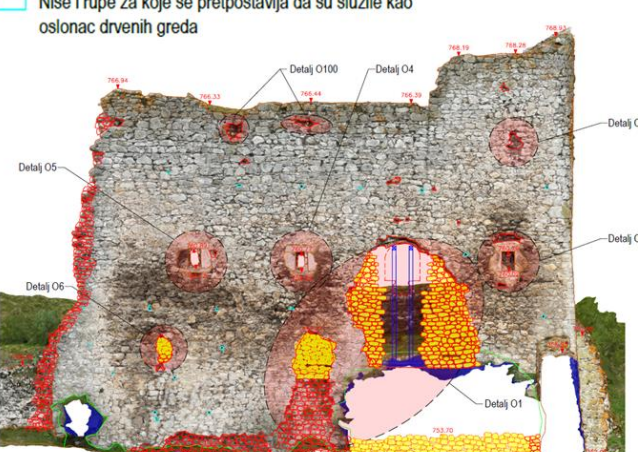
Slika 6: Hitne mjere podupiranja - istočni bedem: a) unutra; b) vani

Rupa širine 3,50 m i visine 3,90 m će se djelimično zazidati, uz prethodno postavljanje privremene drvene podgrade (Slika 7), kao i zaštitne skele. Predviđena je veza između novog i

2.2.2. Zazidivanje ostalih rupa i obnova slojeva zida

LEGENDA:

oznaka	opis		
	Saniranje zidanjem po cijeloj debljini bedema		
	Saniranje zidanjem samo vanjskog sloja bedema		Niše i rupe za koje se pretpostavlja da su služile kao oslonac drvenih greda
	Niše i rupe za koje se pretpostavlja da su služile kao oslonac drvenih greda		



The plan shows a stone wall with several circular and rectangular features. Labels include: Detalj O100, Detalj O4, Detalj O3, Detalj O2, Detalj O5, Detalj O6, and Detalj O1. Elevation points are marked with numbers like 796.19, 796.17, 796.44, 796.10, 796.39, 796.38, 796.37, 793.02, and 793.03. The wall is composed of rough-hewn stones, and the repair zones are color-coded according to the legend.

Slika 7: Primjer nacрта sa mjerama sanacije i konzervacije

2.2.3. Lokalna sanacija kruna i vertikalnih završetaka bedema i kule

LEGENDA:

oznaka opis

 Sanacija i konzervacija krune zidova i kule

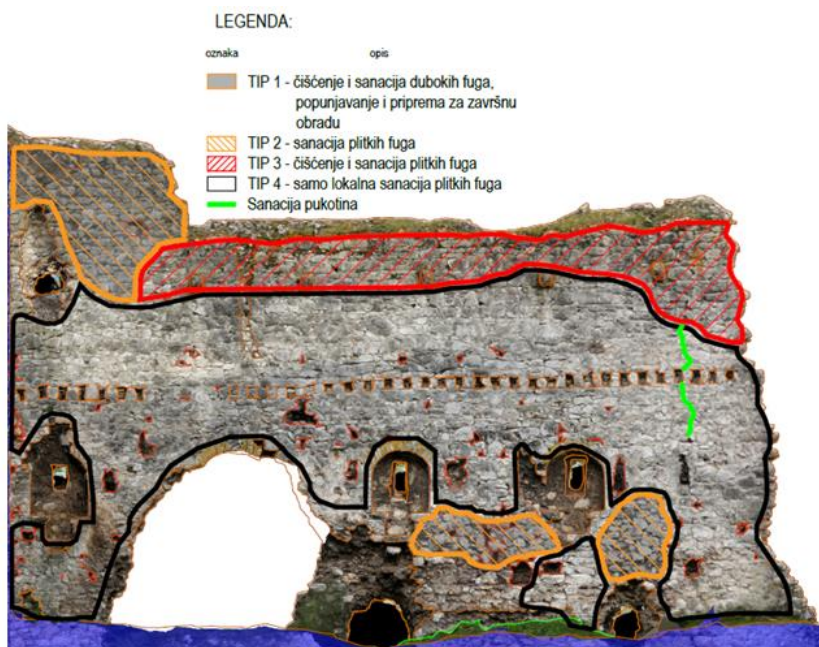
Slika 8: Primjer nacрта sa mjerama sanacije i konzervacije

2.2.4. Obnavljanje i sanacija fuga

Uočena su tri tipa stanja fuga: izrazito isprane, djelimično isprane i dobro očuvane. U zavisnosti od oštećenja, fuge će se čistiti ručnim alatima i obnavljati malterom na bazi hidrauličnog i gašenog hidratisanog kreča (Slika 9).

Duboke fuge obnoviti malterom na bazi prirodnog hidrauličnog kreča NHL 3.5 u omjeru kreč:pijesak=1:3. Duboke fuge obnoviti do dubine 2 cm od lica kamena.

Plitke fuge koje uključuju završno fugiranje dubokih fuga raditi malterom na bazi gašenog hidratisanog kreča, vlakana od kudelje i pijeska, u omjeru kreč:pijesak=1:3. Može se koristiti i manji udio pijeska u cilju bolje ugradljivosti, što treba ispitati na probnom polju. Plitke fuge završno ostaviti upuštene u odnosu na lice kamena, rubovi kamena ostaju čisti od maltera i jasno vidljivi.

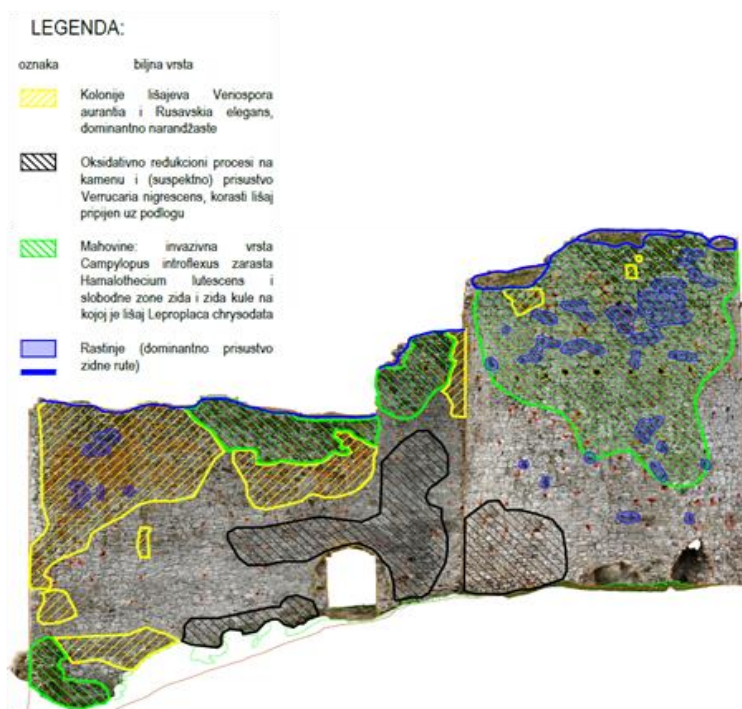


Slika 9: Primjer nacrtu sa mjerama sanacije fuga i pukotina

Pukotine će se sanirati vađenjem oštećenih blokova i njihovom zamjenom zdravim blokovima. Fuge će biti sanirane prema prethodno opisanoj metodi.

2.2.5. Tretman bioloških naslaga

Predviđeno je zadržavanje određenih lišajeva na gornjim dijelovima bedema, dok će ostale biološke naslage biti uklonjene biocidima (Slika 10). Izbor biocida će biti prilagođen specifičnim naslagama, u skladu s preporukama proizvođača. Na narednim stranicama, tabelarno (Tabela 1) su dati opisi bioloških naslaga sa položajem na objektu, odgovarajućim tretmanom i dodatnim napomenama [5].



Slika 10: Primjer nacрта sa mjerama sanacije bioloških naslaga

Tabela 1: Tabelarni prikaz tretmana bioloških naslaga

Biljna vrsta	Mjesto na objektu	Tretman	Napomena
Lišajevi (<i>Variospora aurantia</i> , <i>Rusavskia elegans</i>)	Vertikalne površine kule i bedema	Zadržati osim na površini fuga koje se obnavljaju	Spori rast; mala štetnost; doprinos naslijeđu i estetici
Oksidativne promjene i lišaj (<i>Verrucaria nigrescens</i>)	Vertikalne površine kule i bedema	Mehaničko čišćenje (bez vode) + biocid	Ponavljati do zadovoljavajućeg efekta
Mahovine (<i>Campylopus introflexus</i> , <i>Homalothecium lutescens</i>)	Vertikalne površine	Pažljivo mehaničko uklanjanje + biocid	Zbog prisustva lišajeva i algi
Rastinje (zeljaste biljke, niski grmovi)	Vertikalne i horizontalne površine	Ručno uklanjanje iz korijena	Izvoditi u povoljnim vremenskim uslovima
Rastinje (<i>Micromeria</i> sp., <i>Taraxacum officinale</i> , itd.)	Krov kule	Zadržati	Privremeno sprječava prodor vode

Za sve intervencije predviđa se izrada probnog polja 2x1 m, na osnovu kojeg se po odobrenju nadzora, mogu nastaviti radovi.

Za tretman (suspektivno) korastog lišaja biocidom koristiti Platinum Micro Masonry Biocid, biocid širokog spektra primjene ili odgovarajući proizvod. Za tretman mahovina biocidom

koristiti SoluGuard Multi-Surface Biocide ili odgovarajući proizvod. Bilo koji odabrani proizvod mora biti odgovarajući za tretiranu biljnu naslagu i njenu podlogu.

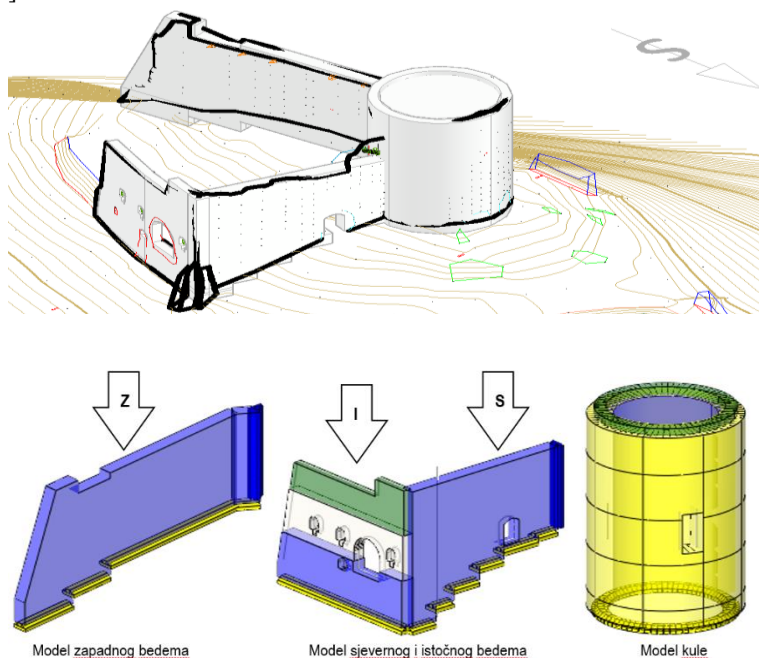
2.2.6. Novo metalno stepenište za ulaz u kulu

Biće instalirano dvokrako metalno stepenište s gazištima i ogradom od galvaniziranog čelika. Konstrukcija uključuje stubove HOP 200x6.3 i navojne anker šipke Ø16 mm, uz upotrebu poliesterskog ljepila za kamen. Na ulazu u kulu planirana su jednokrakla vrata s rešetkastom ispunom. Nova metalna konstrukcija je jasno vidljiv dodatak i može biti uklonjena ukoliko se u budućnosti predvidi neko drugo rješenje [5].

2.3. STATIČKI PRORAČUN

U sklopu projekta urađen je i statički proračun (Slika 11) na djelovanje vlastite težine, snijega, vjetra i seizmičkog opterećenja (ekvivalentno statičko opterećenje). Zapreminska težina i čvrstoća kamena na pritisak dobijeni su iz laboratorijskih ispitivanja. Hemijskom ispitivanjem utvrđeno je da je malter gotovo u cjelosti karbonatno vezivo bez hidrauličnih svojstava. Mehničko ispitivanje maltera nije provedeno zbog nemogućnosti uzimanja dovoljno velikog broja uzoraka, pa je čvrstoća maltera na pritisak preuzeta iz dostupne literature i relevantnih propisa. Za proračun su korištene sljedeće vrijednosti: zapreminska težina kamena $\gamma_b=25 \text{ kN/m}^3$, karakteristična čvrstoća kamena na pritisak $f_b=30 \text{ MPa}$, karakteristična čvrstoća maltera na pritisak $f_m=1 \text{ MPa}$ i modul elastičnosti zida $E=4870 \text{ MPa}$. Provedeni su dokazi nosivosti na pritisak, smicanje i stabilnost, te dokaz upotrebljivosti (horizontalno pomjeranje krune bedema). Svi pomenuti dokazi su zadovoljili.

Obnavljanjem fuga, doziđivanjem nedostajućih dijelova i lokalnom sanacijom, kako je predviđeno projektom, očekuje se postizanje stanja “zdravog zida”, što je polazna pretpostavka proračuna [5].



Slika 11: 3D model objekta za potrebe statičkog/seizmičkog proračuna

2.4. REDOSLIJED IZVOĐENJA RADOVA

Predložen je sljedeći redoslijed izvođenja radova:

- a) Zaštita gradilišta,
- b) Definisanje područja za privremeno skladištenje materijala,
- c) Prethodna ispitivanje materijala,
- d) Izrada probnih polja za tretman bioloških naslaga i sanaciju fuga,
- e) Podgrađivanje tzv. „dimnjaka“ u zoni glavnog ulaza, sa unutrašnje strane,
- f) Doziđivanje dijelova istočnog bedema,
- g) Postavljanje skela u skladu sa planiranom dinamikom radova,
- h) Sanacija vertikalnih dijelova bedema,
- i) Mehaničko uklanjanje biljnih naslaga i tretman odgovarajućim biocidom,
- j) Mehaničko uklanjanje korastih lišajeva i tretman odgovarajućim biocidom,
- k) Mehaničko uklanjanje rastinja i sanacija kruna bedema,
- l) Produbljivanje i obnova fuga (prvo sanirati duboke, a zatim plitke fuge),
- m) Mehaničko uklanjanje rastinja sa područja partera unutar bedema,
- n) Završno čišćenje gradilišta.

Ovaj redoslijed omogućava sigurnost i efikasnost izvođenja radova u skladu sa principima zaštite nacionalnog spomenika [5].

3. ZAKLJUČAK

Projekat sanacije i konzervacije Starog grada Bjelaja predstavlja značajan doprinos očuvanju kulturno-historijskog naslijeđa Bosne i Hercegovine. Kroz pažljivo osmišljene i stručno vođene intervencije, obezbijedit će se stabilnost i trajnost ove historijske građevine. Upotrebom tradicionalnih materijala, kao što su kreč i lokalni kamen, dodatno se naglašava poštovanje kriterija tradicionalne tehnike gradnje i kompatibilnosti materijala. Uklanjanjem invazivnih biljnih vrsta, obnavljanjem strukturalnih elemenata i postavljanjem diskretne iluminacije, ovaj lokalitet će postati primjer uspješnog balansiranja između očuvanja naslijeđa i potrebe za promocijom kulturno-historijskog naslijeđa.

Ovaj rad potvrđuje značaj multidisciplinarnog pristupa u konzervaciji i restauraciji historijskih objekata, ukazujući na neophodnost kontinuiranog praćenja, održavanja i istraživanja kako bi se osigurala njihova trajna zaštita i očuvanje za buduće generacije. Stari grad Bjelaj, uz pravilnu implementaciju predloženih mjera, može ponovo postati simbol bogate historije i kulturne baštine regije.

LITERATURA

- [1] Odluka Komisije za očuvanje nacionalnih spomenika BiH, br. 05.2-.2-39/07-2 od 7.3.2007. godine
- [2] Mujadžić, M. i Maslak, N. Stari gradovi Unsko-sanskog kantona, JU Zavod za zaštitu kulturnog naslijeđa Bihać (2009), str. 80-83.
- [3] Cozzolino, A., Adamo, P., Bonanomi, G. i Motti, R. The Role of Lichens, Mosses, and Vascular Plants in the Biodeterioration of Historic Buildings: A Review. *Plants*, 11(24), 3429 (2022). <https://doi.org/10.3390/plants111243429>
- [4] Redžić, H. Srednjevjekovni gradovi u Bosni i Hercegovini. II izdanje, Sarajevo Publishing (2018), str. 54-57.
- [5] Interprojekt d.o.o. Mostar: Projekat tekućeg održavanja Starog grada Bjelaj – Istraživački i konzervatorsko restauratorski radovi na održavanju Historijske cijeline –Starog grada Bjelaj, Mostar 2024.