



UNIVERZITET U NIŠU
GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET
Aleksandra Medvedeva 14, 18104 Niš, Srbija
CENTAR ZA GRAĐEVINARSTVO I ARHITEKTURU

www.gaf.ni.ac.rs e-mail: gaf@ni.ac.rs
Tel. centrala: +381 (0)18 588200
Dekanat: telefon / faks 588202
Centar: tel. 588181, faks 588208
Žiro račun: 840-1746666-70 UJP Niš
Mat. broj 07174721 šifra delatno. 80322
PIB 100666542 PEPDV 145210662

06 br. 24/66
05.12.2025. god.

EKSPERTSKI IZVEŠTAJ

Ocena stanja tavanjača u zapadnom krilu zgrade Gimnazije „Bora Stanković“ u Nišu

NARUČILAC:

Gimnazija „Bora Stanković“
ul. Vožda Karađorđa br. 27, 18000 Niš, Republika Srbija

IZVRŠIOCI:

Doc. dr Predrag Petronijević, dipl. inž. građ.
Doc. dr Andrija Zorić, mast. inž. građ.

DIREKTOR CENTRA ZA GRAĐEVINARSTVO I ARHITEKTURU:

Prof. dr Miomir Vasov, dipl. inž. arh.

Decembar, 2025. god.



SADRŽAJ

Uz tehničku dokumentaciju:

EKSPERTSKI IZVEŠTAJ

Ocena stanja tavanjača u zapadnom krilu zgrade Gimnazije „Bora Stanković“ u Nišu

Čiji je naručilac:

Gimnazija „Bora Stanković“

ul. Vožda Karađorđa br. 27, 18000 Niš, Republika Srbija

SADRŽAJ EKSPERTSKOG IZVEŠTAJA

1. OPŠTA DOKUMENTACIJA
 - 1.1. REGISTRACIJA FAKULTETA
 - 1.2. REŠENJE O ODREĐIVANJU IZVRŠILACA EKSPERTSKOG IZVEŠTAJA
 - 1.3. LICENCA IZVRŠIOCA
2. UVOD
3. TEHNIČKI OPIS PREDMETNE KONSTRUKCIJE
4. OPIS POSTOJEĆEG STANJA PREDMETNE KONSTRUKCIJE
5. STATIČKI PRORAČUN KARAKTERISTIČNIH KONSTRUKCIJSKIH ELEMENATA
 - 5.1. STATIČKI PRORAČUN MEĐUSPRATNE DRVENE GREDE STATIČKOG SISTEMA KONTINUALNA GREDA NA DVA POLJA
 - 5.2. STATIČKI PRORAČUN MEĐUSPRATNE DRVENE GREDE STATIČKOG SISTEMA KONTINUALNA GREDA NA DVA POLJA SA OŠTEĆENJEM U KRAĆEM POLJU
 - 5.3. STATIČKI PRORAČUN TAVANSKE DRVENE GREDE STATIČKOG SISTEMA PROSTA GREDA
 - 5.4. STATIČKI PRORAČUN TAVANSKE DRVENE GREDE STATIČKOG SISTEMA PROSTA GREDA - PREDLOG RASTEREĆENJA
6. PREDLOG NEOPHODNIH MERA REKONSTRUKCIJE I SANACIJE PREDMETNE KONSTRUKCIJE
7. ZAKLJUČAK
8. GRAFIČKI PRILOZI
9. PRILOG
 - 9.1. EKSPERIMENTALNO ODREĐIVANJE MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA DRVETA
 - 9.2. IZOVD IZ BAZE PODATAKA KATASTRA NEPOKRETNOSTI



SPISAK ILUSTRACIJA

Slika 1. Aerofotometrijski snimak objekata Gimnazije „Bora Stanković“ i Prve niške gimnazije „Stevan Sremac“ u Nišu.....	2
Slika 2. Južna fasada i centralni ulaz u objekat (levo), zapadno krilo pogled iz dvorišta (desno).....	3
Slika 3. Drvena međuspratna tavanica sprata - karatavan.....	4
Slika 4. Drvena krovna konstrukcija: jednostruka krovna vešaljka	5
Slika 5. Dispozicija tavanice sprata	6
Slika 6. Izgled tavanice i plafonske konstrukcije gledao sa gornje strane	7
Slika 7. Karakteristično oštećenje oslonačke zone tavanjače na mestima procurivanja kišnice, kritična tavanjača 1 i 2.....	8
Slika 8. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 7, kritična tačka 3	8
Slika 9. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 7, kritična tačka 4	9
Slika 10. Karakteristično oštećenje oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 7, kritična tačka 5.....	9
Slika 11. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 7, kritična tačka 6.....	10
Slika 12. Varijantna rešenja ojačanja postojeće drvenene tavanice sprata udvajanjem greda ili dodavanjem obraznih nosača ...	10
Slika 13. Izostanak veksiranja prekinute tavanjače na mestu oslanjanja na dimnjak u osi 4	10
Slika 14. Karakteristično oštećenje oslonačke zone tavanjače na mestima procurivanja kišnice u ispitnom traktu br. 9, kritična tačka 9.....	11
Slika 15. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 8, kritična tačka 10	11
Slika 16. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 8, kritična tačka 10	11
Slika 17. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 1, kritična tačka 12	12
Slika 18. Detalj oslanjanja tavanjača preko drvenog jastuka $b/d=10/10\text{cm}$	12
Slika 19. Veza metalnih klanfi i drvenih tavanjača (sala 27).....	13
Slika 20. Dimenzije karakteristične tavanjače iznad sale 26 i 27, statičkog sistema proste grede.....	12
Slika 21. Varijanta 1, rasterećenje drvene tavanice sala 26 i 27 uklanjanjem sloja blata	13
Slika 22. Varijanta 2, ojačanje drvene tavanice sala 26 i 27 dodavanjem „sestrinskih“ greda.....	14
Slika 23. Varijanta 3, Varijanta 1, rasterećenje drvene tavanice sala 26 i 27 uklanjanjem sloja blata+spušteni plafon	14
Slika 24. Varijanta 4, mogućeg ojačanja postojeće drvenene tavanice sprata sprežanjem sa AB pločom preko TR lima	15
Slika 25. Varijanta 5, sveobuhvatno rešenje ojačanja postojeće drvenene tavanice sprata sprežanjem sa AB pločom preko TR lima + zamena plafonske konstrukcije	15
Slika 26. Izostanak sidrenja vrhova klanfi (levo), degradiran slog atike u zoni oslonca krovnog vezača, neophodnost sanacije (desno).....	15
Slika 27. Zavisnost sila-pomeranje ispitnih uzoraka	Prilog 9.1

SPISAK TABELA

Tabela 1. Dimenzije ispitnih uzoraka	Prilog 9.1
Tabela 2. Statistička obrada rezultata eksperimentalnog ispitivanja mehaničkih karakteristika drveta	Prilog 9.1



1. OPŠTA DOKUMENTACIJA



1.1. Registracija Fakulteta



Firma i sedište subjekta		Građevinski fakultet u Nišu, sa potpunom odgovornošću Niš, Beogradska 14		Prilog uz rešenje broj	3
Broj registarskog uloga registarskog suda i njegovo sedište		1-58-00 Okrugni privredni sud u Nišu			
Datum upisa	Oznaka i broj rešenja	Broj upisa	Naziv suda		
23.10.91.	Fi.1872/91	1	OPS-NIS		
Na osnovu rešenja registarskog suda izvršen je upis u sudski registar					
Promena celokupnosti u skladu sa sledećim podacima:					
1. Delatnost, odnosno poslovi subjekta upisa čija je firma navedena u prilogu uz propis rešenja broj 1.					
U okviru delatnosti 120142 i 120202 Fakultet: organizuje i sprovodi osnovne studije za sticanje visokog obrazovanja i stručnog naziva: 1. diplomirani inženjer građevinarstva-smer visokogradnja, 2. diplomirani inženjer građevinarstva-smer saobraćajno konstruktorski, 3. diplomirani inženjer građevinarstva-smer hidrotehničko konstruktorski, 4. diplomirani inženjer građevinarstva-smer konstrukcije, -ostvaruje planove i programe postdiplomskih studija radi sticanja akademskog naziva magistra nauka i stručnog naziva specijaliste, -organizuje sticanje naučnog stepena doktora nauka za oblasti za koje je Fakultet matičan, - ostvaruje naučna istraživanja, - stara se o podizanju nastavnog i naučnog podmlatka u oblasti građevinskih nauka, - vrši fundamentalna primenjena i razvojna naučna istraživanja, organizuje i unapređjuje naučno istraživački rad u oblasti građevinarstva, arhitekture, vodoprivrede, urbanizma, geotehnike i geodezije, a posebno proučava, usavršava i unapređjuje sisteme metode i elemente planiranja, projektovanja i izvodjenja građevinskih objekata kao standardnih elemenata i normativa, samostalno ili u saradnji sa drugim organizacijama i u tom cilju organizuje odgovarajuće oblike aktivnosti nastavnog osoblja, studenata i inženjera iz organizacije udruženog rada i primenu rezultata naučnih saznanja u nastavi i praksi. Izradjuje studije, ekspertize, analize i projekte u oblasti građevinarstva, arhitekture, urbanizma, vodoprivrede, geodezije, geotehnike i geologije, računarske tehnike i informatike, - radi na podizanju u daljem usavršavanju nastavnog, naučnog i stručnog kadra u oblasti građevinarstva i svojim radom i saradnjom sa					
Sledi nastavak broj:				4. Prilog uz propis rešenja	

Ovlašćeno lice potpisuje samo prilog uz prijavu, a sudija prilog uz rešenje i registarski list.

OBRAZAC: Prilog uz rešenje broj *3



Firma i sedište subjekta	Gradjevinski fakultet u Nišu, na potpunom odgovornošću Niš, Bеоградска 14	Nastavak priloga uz rešenje broj
--------------------------	--	----------------------------------

Broj registarskog ulaska registarskog suda i njegovo sedište	1-58-00 Okružni privredni sud u Nišu
--	---

Naslovak	1.
----------	----

naučnim organizacijama u zemlji i inostranstvu unapredjuje nastavu i nauku.

U okviru delatnosti 120311 Fakultet:

- vrši izdavanje udžbenika, skriptata i drugih publikacija iz svoje nastavno-naučne i stručne delatnosti u skladu sa Zakonom,
- vrši ispitivanje konstrukcija, ispitivanje materijala, geomehanička ispitivanja i ispitivanja asfaltnih mešavina i kolovoza i izdaje odgovarajuće ateste,
- vrši tehničku kontrolu tehničke dokumentacije za sve vrste objekata i tehnički prijem objekata i vrši ekspertize i veštačenja iz svih oblasti navedenih u predhodnom stavu ovog člana,
- vrši i ostale poslove iz svog delokruga koje zatraži osnivač i radno organizacije u oblasti privrede, uz obezbedjenje potrebnih sredstava za ostvarenje traženog zadatka



Yasarov

Sledi nastavak broj:

4. Nastavak priloga uz prethodno rešenje

Ustavno ili se potpisuje samo prilog uz prijavu, a sudija prilog uz rešenje i registarski list.

BRAZO: Nastavak priloga uz rešenje



GRADJEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET NIŠ		Прилог уз пријаву број	3
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште			
1. Делатности, односно послови и послови спољнотрговинског промета субјекта уписа			
80322	-	Технички факултети	
72200	-	Пружања савета и израда компјутерских програма	
72300	-	Обрада података	
72400	-	Изградња база података	
72600	-	Остале активности у вези с компјутерима	
73102	-	Истраживање и експериментални развој у техничко-технолошких наукама	
74112	-	Остали правни послови	
74140	-	Консалтинг и менаџмент послови	
74150	-	Холдинг послови	
74201	-	Просторно планирање	
74202	-	Пројектовање грађевинских и других објеката	
74203	-	Инџенјеринг	
74204	-	Остале архitektonске и инџенјерске активности и технички савети	
74300	-	Техничко испитивање и анализа	
74830	-	Секретарске и преводилачке активности	
45120	-	Испитивање терена бушењем и сондирањем	
92511	-	Делатност библиотека	
Следи наставак број:		5. Копија прилога уз пријаву за странку	



Име и потпис овлашћеног лица.

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз извршник решења и регистарски лист.
ОБРАЗАЦ: Прилог уз пријаву број 3



1.2. Rešenje o određivanju izvršilaca Ekspertskog izveštaja

UNIVERZITET U NIŠU
GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET
Aleksandra Medvedeva 14, 18104 Niš, Srbija
CENTAR ZA GRAĐEVINARSTVO I ARHITEKTURU
06 br. 35/56
25.11.2025. god.

Na osnovu datih mi ovlašćenja, a u vezi ugovorenih obaveza zaključenih sa Gimnazijom „Bora Stanković“ u Nišu, a saglasno stručnoj spremi i drugim uslovima koje moraju ispunjavati radnici koji rade na izradi dokumentacije, kao direktor donosim sledeće:

REŠENJE

o određivanju izvršilaca za izradu:

EKSPERTSKI IZVEŠTAJ

Ocena stanja tavanjača u zapadnom krilu zgrade Gimnazije „Bora Stanković“ u Nišu

Čiji je naručilac:

Gimnazija „Bora Stanković“

ul. Vožda Karađorđa br. 27, 18000 Niš, Republika Srbija

Izvršioci:

Doc. dr Predrag Petronijević, dipl. inž. građ.

Doc. dr Andrija Zorić, mast. inž. građ, licenca br. 341 I136 21

Navedeni izvršioci imaju odgovarajuću stručnu spremu, radno iskustvo i odgovarajuće stručne rezultate. Imenovani su dužni da izrade stručno mišljenje u skladu sa propisima, standardima, normativima i pravilima struke.

Direktor Centra za građevinarstvo i arhitekturu:

Prof. dr Miomir Vasov, dipl. inž. arh.



1.3. Licenca izvršioca



Република Србија
МИНИСТАРСТВО ГРАЂЕВИНАРСТВА, САОБРАЋАЈА И ИНФРАСТРУКТУРЕ

ЛИЦЕНЦА

ЛИЦЕНЦА ЗА ИНЖЕЊЕРА

На основу члана 162. Закона о планирању и изградњи

МИНИСТАРСТВО ГРАЂЕВИНАРСТВА, САОБРАЋАЈА И ИНФРАСТРУКТУРЕ

утврђује да је

Андрија З. Зорић
мастер инжењер грађевинарства

лиценцирани инжењер
за обављање стручних послова израде техничке документације из

СТРУЧНЕ ОБЛАСТИ
грађевинско инжењерство

УЖЕ СТРУЧНЕ ОБЛАСТИ
грађевинске конструкције

Број лиценце

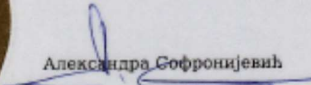
341И13621

издата решењем број 154-01-00907/2021-07 од 06.05.2021. године



У Београду,
25.06.2025. године

МИНИСТАР


Александра Софронијевић



2. UVOD

Na osnovu Poziva za podnošenje ponuda br. 01-45/1 od 31.10.2025, Ponude 06 br. 31/211 od 5.11.2025. godine koja je prihvaćena od strane Naručioca, kao i na osnovu Ugovora, broj Naraučioca 01-45/9 od 20.11.2025. broj Izvršioca 01 br. 56/36 od 4.12.2025. godine, Centar za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu je uradio *Ekspertski izveštaj - Ocena stanja tavanjača u zapadnom krilu zgrade Gimnazije „Bora Stanković“ u Nišu*. Predmetni objekat se nalaze na k.p. br. 2067 KO Niš „Ćele Kula“.

Pregled stanja tavanjača u zapadnom krilu objekta je urađen vizuelnim opažanjima na licu mesta dana 26.11.2025. godine. Prethodno je naručilac angažovao stručno osoblje na uklanjanju završnih slojeva obloge i dasaka preko glavnih nosećih drvenih greda tavanaške međuspratne konstrukcije, čime je bilo moguće vizuelnim putem utvrditi stanje drvenih greda (tavanjača).

U toku pregleda tavanaške konstrukcije urađena je foto dokumentacija, čiji je deo prikazan u ovom Ekspertskom izveštaju. U okviru *Ekspertskog izveštaja – Glavni pregled sa ocenom stanja građevinske konstrukcije objekta Gimnazija „Bora Stanković“ i Gimnazija „Stevan Sremac“ u Nišu* 06 br. 24/14 od 14.7.2025. godine koji je izradio Centar za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu, sprovedeno je eksperimentalno određivanje mehaničkih karakteristika drveta na osnovu uzoraka napravljenih od konstrukcijskog elementa krovne konstrukcije, pri čemu je, na osnovu karakteristične čvrstoće drveta na savijanje i srednje vrednosti modula elastičnosti paralelno vlaknima, drvo svrstano u klasu C22. Ovo predstavlja ulazni podatak u proračunskim analizama graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja upotrebljivosti karakterističnih tavanjača zapadnog krila zgrade Gimnazije „Bora Stanković“ u Nišu.

Cilj pregleda je bio sagledavanje i evidencija oštećenja konstrukcijskih elemenata tavanaške međuspratne konstrukcije zapadnog krila objekta, kao i opšta procena stanja tavanjača na osnovu vizuelnog pregleda i proračunskih analiza, sa preporukama u vezi nosivosti i upotrebljivosti predmetnih tavanjača.

Prilikom izrade ovog *Ekspertskog izveštaja - Ocena stanja tavanjača u zapadnom krilu zgrade Gimnazije „Bora Stanković“ u Nišu* nije bila dostupna projektno-tehnička dokumentacija u skladu sa kojom je izveden objekat.



3. TEHNIČKI OPIS PREDMETNE KONSTRUKCIJE

Objekti Gimnazije „Bora Stanković“ i Prve niške gimnazije „Stevan Sremac“ u Nišu su slobodno stojeći na parceli (*Slika 1*), pri čemu je parcela sa južne i istočne strane omeđena gradskim saobraćajnicama, dok se na zapadnoj i severnoj strani graniči sa susednim parcelama. Osnovni objekat za obrazovanje i fiskulturna sala predstavljaju konstruktivno nezavisne, ali funkcionalno povezane celine, u osnovi nepravilnog oblika. Spratnost objekta za obrazovanje je Su+P+1, dok je fiskulturna sala prizemne spratnosti. Objekat je građen u periodu od 1912. do 1922. godine.



*Slika 1. Aerofotometrijski snimak objekata
Gimnazije „Bora Stanković“ i Prve niške gimnazije „Stevan Sremac“ u Nišu*

Osnovni objekat za obrazovanje sadrži centralni ulazni hol kome se pristupa preko glavnog ulaza sa ulice Vožd Karađorđe (*Slika 2*). U centralnom holu su pozicionirane prostorije portirnice, administrativno-finansijske službe, server sale, kao i centralno stepenište koje povezuje prizemlje i sprat. Ispod centralnog stepeništa se nalaze pomoćne prostorije. U odnosu na centralni hol se levo i desno pružaju dva trakta škole u kojima se nalaze učionice. Pored učionica, u levom traktu su i kancelarija direktora i nastavnička kancelarija Gimnazije „Bora Stanković“, dok su u desnom traktu iste prostorije Prve niške gimnazije „Stevan Sremac“. Na krajevima levog i desnog trakta se nalaze sekundarni ulazi u objekat, kao i sekundarno stepenište.

U jednom delu iznad centralnog hola se na spratu nalazi svečana sala, dok je oko centralnog stepeništa galerija. Ostatak prostora na spratu osnovnog objekta je namenjen učionicama i hodničkim koridorima. U suterenu objekta se nalaze kabineti za informatiku, biblioteka, radionica, toplotna podstanica, kao i hodnički prostor za komunikaciju.

Objekat sadrži ukupno 27 učionica. Svetla visina učionica prizemlja i sprata je cca. 4,00 m, dok je svetla visina u svečanoj sali cca. 6,00 m. Završna obrada podova u učionicama je kucani parket, dok je u hodničkim prostorijama i mokrim čvorovima od keramičkih pločica. Izuzetak su kabineti u podrumu u kojima je završna obrada podova od pločica i toplotna podstanica u kojoj nije izvedena završna obrada poda. Završna obrada zidova je izvedena od krečnog maltera sa završnim slojem od poludisperzije, dok je završna obrada plafona od krečnog maltera i trske. U pojedinim prostorijama je naknadno izveden spuštenu plafon od gips-kartonskih (GK) ploča na drvenoj ili metalnoj potkonstrukciji.



Slika 2. Južna fasada i centralni ulaz u objekat (levo), zapadno krilo pogled iz dvorišta (desno)

Završna obrada fasadnih zidova je od krečnog maltera i završne boje. Na fasadama postoji veliki broj ukrasnih elemenata različite profilacije, izvedeni u kombinaciji od krečnog maltera i gipsa. Fasadni ukrasni elementi su najzastupljeniji u nivou podne ploče, međuspratne konstrukcije, venca i atike krova. Sokleni zidovi su delimično završno obrađeni kamenim pločama. Krovni pokrivač je izveden od glinenih crepova Mladost kontinental. Na krovu su izvedene olučne horizontale i vertikale za prikupljanje i odvođenje atmosferskih voda sa krova.

Glavna noseća konstrukcija osnovnog objekta za obrazovanje je urađena u masivnom sistemu gradnje. Noseći zidani zidovi i fasadni zidovi su od pune opeke starog formata u krečnom malteru debljine 45 cm. Imajući u vidu period izgradnje objekta, noseći zidani zidovi su izvedeni bez horizontalnih i vertikalnih serklaža. Noseći zidani zidovi prihvataju i prenose opterećenje sa međuspratnih konstrukcija i sa krovne konstrukcije.

U suterenskom delu objekta je međuspratna konstrukcija izvedena od svodova zidanih ciglom koji se oslanjaju ili direktno na noseće zidane zidove ili indirektno preko čeličnih nosača.

Međuspratna konstrukcija iznad učionica prizemlja je izvedena kao drvena tavanica sa običnim jednostrukim grednikom i gornjom oplatom na gredama. Drvene grede-tavanjače su masivne od tesane/rezane građe četinarara. Drvene grede su sistema proste grede i oslanjaju se na noseće zidane zidove i čelične noseće grede koje dalje prenose opterećenje na noseće zidane zidove. Osovinski razmak međuspratnih drvenih greda je neujednačen (84 do 94 cm) i prilagođen je rasporedu i dimenzijama prostorija. Dimenzije poprečnog preseka međuspratnih greda su različite i kreću se od 17x24 do 18x23 cm. Preko međuspratnih greda je izveden patos od colove daske četinarara, preko koga je urađen sloj šljunka debljine cca. 27 cm sa drvenim gredama sa podašćanjem za postavljanje kucanog parketa. Sa donje strane (plafonska konstrukcija) izvedeno je podašćanje sa kontra-letvama na koje se pričvršćuje plafon od trske i maltera. U delu hodničkih prostorija i pomoćnih prostorija iza centralnog hola međuspratna konstrukcija iznad prizemlja je izvedena od svodova zidanih opekom. Svodovi se ili direktno oslanjaju na zidane zidove ili indirektno preko čeličnih nosača.

Međuspratna konstrukcija iznad sprata je izvedena kao kara-tavan, ali različitog konstrukcijskog sklopa. Drvene grede-tavanjače su masivne od tesane/rezane građe četinarara (*Slika 3*). Drvene grede-tavanjače od tesane/rezane građe četinarara su sistema kontinualne grede na dva polja, pri čemu se oslanjaju na fasadne noseće zidane zidove, kao i na zidani noseći zid koji razdvaja prostor učionica i hodnika. Osovinski razmak je takođe neujednačen i kreće se u rasponu od 85 cm do 90 cm. Dimenzije poprečnog preseka tavanjača su različite i kreću se od 17x23 do 18x25 cm. Iznad sala 26 i 27 u zapadnom krilu drvene tavanjače su sistema proste grede svetlog raspona $\approx 7.0\text{m}$, a dimenzije tavanjača su cca. 18x25 cm. Sve tavanjače se na zidane zidove oslanjaju preko drvenih podložnih greda dimenzija 10x10cm. Preko tavanjača je izveden patos od colove daske četinarara, preko koga je urađen sloj zemlje debljine cca. 10 cm. Plafonska konstrukcija je izvedena kao u slučaju međuspratne konstrukcije iznad prizemlja.



Slika 3. Drvena međuspratna tavanica sprata - karatavan

Krov je složen viševodan i posledica je geometrije objekta u osovi. Krovna konstrukcija je inicijalno predviđena kao klasična drvena jednostruka vešaljka (*Slika 4*), izuzev iznad centralnog hola gde je predviđena nepotpuna drvena dvostruka vešaljka. Uvidom na licu mesta je utvrđeno da su tokom eksploatacije izvođeni radovi na sanaciji krovne konstrukcije, ali projektno-tehnička dokumentacija za pomenute radove nije dostupna. Na osnovu arhiva Zavoda za zaštitu spomenika kulture Niš, u toku izvođenja radova došlo je do požara. Uvidom na licu mesta je konstatovano da je nakon požara došlo do izmene u krovnoj konstrukciji. Dimenzije poprečnih preseka pojedinih konstrukcijskih elemenata krova su utvrđene merenjima na licu mesta. Imajući u vidu da dimenzije konstrukcijskih elemenata značajno variraju između pojedinih vezača, detaljno snimanje geometrije krovne konstrukcije (dimenzije poprečnog preseka konstrukcijskih elemenata, razmak vezača i sl) nije sprovedeno u okviru pregleda stanja konstrukcije.

Uvidom na licu mesta nije bilo moguće utvrditi tačan način fundiranja objekta na celokupnom objektu, već samo na jednom manjem delu. Imajući u vidu konstrukcijski sistem, gabarite i spratnost objekta, kao i period izgradnje objekta, pretpostavlja se da je objekat fundiran na trakastim temeljima zidanim od kamena ili opeke nepoznate dubine fundiranja. U prilog ovoj tezi ide izmerena geometrija temeljnih traka u toplotnoj podstanici gde su kotlovi za grejanje upušteni ispod nivoa poda suterena.

Izmerena širina temeljnih traka je za 50-55cm veća sa unutrašnje strane u odnosu na temeljne zidove. Temeljni zidovi su od pune opeke starog formata širine cca. 90cm (slog og četiri opeke), što ukazuje da je širina temeljnih traka oko 2.0m u desnom krilu objekta. Levo krilo objekta i centralni deo nemaju suterensku etažu, a dubina fundiranja nije poznata. Na pojedinim temeljnim zidovima je evidentirana i upotreba klesanog kamena za zidanje temeljnih zidova.



Slika 4. Drvena krovna konstrukcija: jednostruka krovna vešaljka

Iz centralnog hola se pristupa pretprostoru fiskulturne sale sa svlačionicama i pomoćnim prostorijama, kao i samoj fiskulturnoj sali. Krovni pokrivač na fiskulturnoj sali je u centralnom delu izveden od falcovanog lima, a na ostalom delu od glinenih crepova. U delu pretprostora izveden je ravan neprohodan krov. Na krovu su izvedeni olučne horizontale i vertikale za prikupljanje i odvođenje atmosferskih voda sa krova. Glavnu noseću konstrukciju fiskulturne sale čine armiranobetonski ramovi sistema luk na tri zgloba (sa pendel stubovima u osi 11). Glavne noseće grede su pravougaonog poprečnog preseka dimenzija 30x100 cm. Glavni noseći ramovi su ukruženi poprečnim sekundarnim gredama pozicioniranim približno u trećinama raspona. Preko glavne noseće konstrukcije je izvedena krovna ploča najverovatnije od montažnih prefabrikovanih ploča imajući u vidu da ova pozicija nije bila dostupna prilikom pregleda objekta. Iznad krovne ploče je najverovatnije izvedena krovna drvena konstrukcija na koju je montiran krovni pokrivač.

Pretprostor fiskulturne sale je izveden u armiranobetonskom ramovskom sistemu, a zidana ispunjena je ozidana glinenim blokovima. Krovna ploča nije bila dostupna pregledu konstrukcije sprovedenom u ovom Ekspertskom izveštaju, pa se pretpostavlja da je izvedena puna armiranobetonska krovna ploča. Uvidom na licu mesta nije bilo moguće utvrditi tačan način fundiranja fiskulturne sale. Imajući u vidu konstrukcijski sistem, gabarite i spratnost objekta, kao i period izgradnje pretpostavlja se da je fiskulturna sala fundiran na armiranobetonskim temeljima samcima povezanim temeljnim veznim gredama, a da je pretprostor fundiran na armiranobetonskim trakastim temeljima nepoznate dubine fundiranja.

U nastavku Ekspertskog izveštaja prikazani su opisi sa ocenom postojećeg stanja tavanjača u zapadnom krilu zgrade Gimnazije „Bora Stanković“.

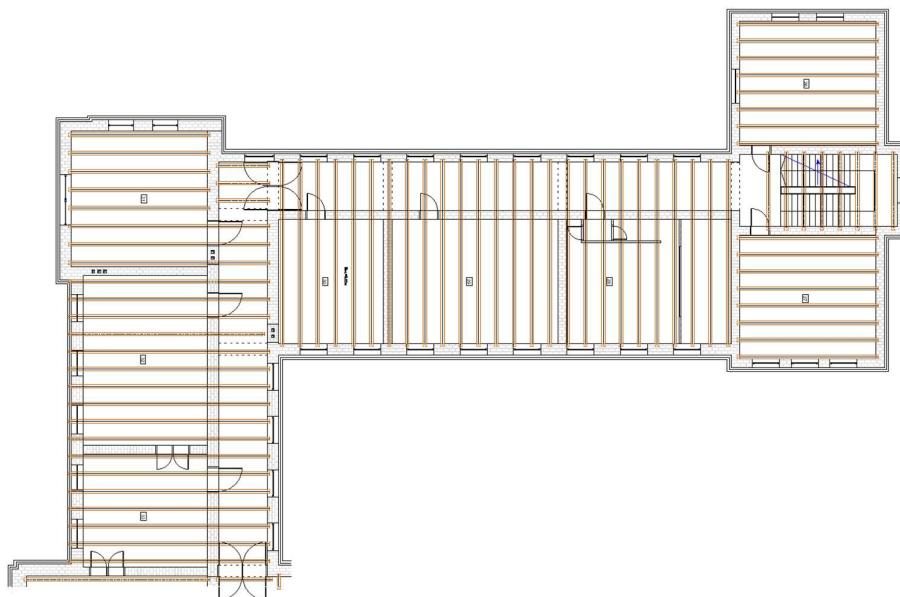


4. OPIS POSTOJEĆEG STANJA PREDMETNE KONSTRUKCIJE

Prilikom sprovođenja pregleda konstrukcije drvene tavanice sprata zapadnog krila objekata Gimnazije „Bora Stanković“ u Nišu izvršen je detaljan vizuelan pregled predmetne konstrukcije sa gornje strane tj. iz tavanskog prostora. Pre sprovođenja pregleda izvršeni su pripremni radovi u vidu uklanjanja sloja blata i drvenog podašćanja u širini od 80cm u tavanskom prostoru čime su otvoreni inspekcioni traktovi. Inspekcioni traktovi su pozicionirani uz fasadne zidove po celom obimu zapadnog krila objekta i na mestima uvala krovnih ravni. Ove pozicije su izabrane prema smernicama i zaključcima iz Glavnog pregleda sa ocenom stanja građevinske konstrukcije objekta Gimnazija „Bora Stanković“ i Gimnazija „Stevan Sremac“ u Nišu“ sa ciljem detaljne kontrole kritičnih mesta. Relevantne dimenzije objekta, geometrija karakterističnih konstrukcijskih elemenata, slojevi građevinske fizike, rezultati laboratorijskog ispitivanje materijalnih karakteristika drvenih elemenata preuzeti su iz „Glavnog pregleda sa ocenom stanja građevinske konstrukcije objekta“. Preostale dimenzije koje su od značaja za izvođenje zaključaka uzete su na licu mesta. Cilj pregleda i istražnih radova je bio sagledavanje stanja drvene tavanice zapadnog krila glavnog objekta i evidencija oštećenja.

Škola i pored relativno lošeg opšteg stanja, je nakon nedavno izvedenih inicijalnih radova na sanaciji krovnog pokrivača i krovne konstrukcije u funkciji u većem svom delu. U školi se nastava odvija u prizemlju i istočnom krilu, dok su centralni hol, svečana sala, zapadno krilo i sala 42 zatvoreni.

Pregled tavanice sprata je otpočeo od polja iznad sale 26 krećući se po obodu objekta do svečane sale i natrag do sale 27 (*Slika 5 i Prilog 8*). Pregledane su sve tavanjače pojedinačno sa posebnim akcentom na oslonačke zone uz fasadne zidove. Središnji oslonci greda nisu kontrolisani s obzirom da na tim mestima nije bilo prokišanjavanja u ranijem periodu. Iz razloga preglednije evidencije i sistematizacije oštećenja izvršeno je numerisanje ispitnih traktova, njihova evidencija i pozicioniranje kritičnih tavanjača na grafičkim priložima (*Prilog 8*). U numeričkom delu ovog Ekspertskog izveštaja analizirani su: izabrani tipski drveni nosač sistema kontinualne grede na dva polja $L_1+L_2 = 2.83+6.83\text{m}$, i nosač sistema proste grede $L_3 = 7.30\text{m}$ iznad sala br. 26 i 27.



Slika 5. Dispozicija tavanice sprata

Tipska tavanica sprata iznad učionica i komunikacionih traktova je izvedena kao klasičan kara-tavan. Grednik je jednostruk, a podašćanje je kontinualno izvedeno preko greda (*Slika 6*). Tavanjače su masivne od rezane građe četinarara, sistema kontinualne grede na dva polja. Tavanjače se oslanjaju na fasadne noseće zidane zidove i na zidani noseći zid koji razdvaja prostor učionica i hodnika. Osovinski razmak tavanjača je neujednačen i kreće se u rasponu od 85 cm do 90 cm. Izmerene dimenzije poprečnog preseka tavanjača su različite i kreću se od 17x23 do 18x25 cm. Iznad sala 26 i 27 u zapadnom krilu drvene tavanjače su sistema proste grede svetlog raspona $\approx 7.0\text{m}$, a dimenzije tavanjača su cca. 18x25 cm. U grafičkoj dokumentaciji (Prilog 8) je data principijelna dispozicija tavanjača, pri čemu je stvarni osovinski razmak neujednačen i prilagođen je rasporedu i dimenzijama prostorija. Preko tavanjača je izveden patos od colove daske četinarara, preko koga je urađen sloj blata debljine cca. 10 cm. Sa donje strane (plafonska konstrukcija) izvedeno je letvanje sa kontra-letvama na koje je pričvršćen plafon od trske. Plafonska konstrukcija je izvedena kao malterska preko sloja trske.



Slika 6. Izgled tavanice i plafonske konstrukcije gledano sa gornje strane

Kontrolnim statičkim proračunom karakteristične tavanske drvene grede statičkog sistema kontinulani nosač na dva polja (Tačka 5.1) potvrđeno je da tavanica sa „zdravim“ tavanjačama datih dimenzija poprečnog preseka zadovoljava granično stanje nosivosti uz značajno iskorišćenje naponskog stanja od 97.4%. Proračun je sproveden za slučaj da je tavan prostor koji se ne koristi. Usvojeno proračunsko korisno opterećenje je svega 0.4 kN/m^2 .

Drvene tavanjače sprata ne zadovoljavaju granično stanje upotrebljivosti. Trenutni računski ugib je prekoračen za 16%, a konačni računski ugib je prekoračen za 21%. Nedovoljna krutost tavanice se lako može primetiti tokom hodanja jer je vibriranje tavanice značajno. Ovo implicira da je u budućnosti poželjno izvršiti ojačanje tavanice sprežanjem sa AB pločom čime bi se dobili benefiti u vidu povećanja nosivosti i krutosti tavanice, zadovoljenje graničnog stanja upotrebljivosti i ponašanje tavanice kao krute dijafragme čime bi se značajno popravilo aseizmičko ponašanje objekta. S obzirom da izrada spregnute tavanice iziskuje značajna materijalna sredstva i širok obim radova moguće je izvesti ojačanje tavanjača i dodavanjem novih drvenih greda uz postojeće.

Kontrolnim statičkim proračunom „oštećene“ drvene tavanke grede statičkog sistema kontinualni nosač na dva polja (Tačka 5.2) potvrđeno je da tavanica ne zadovoljava ni granično stanje nosivosti, tako da se one moraju sanirati. Oštećene grede su označene u grafičkoj dokumentaciji i nalaze se na kritičnim mestima ranijeg procurivanja krova. Na navedenim mestima evidentirana je trulež drvenih greda (*Slika 7-11*), redukcija poprečnog preseka, povećane deformacije i neadekvatno oslanjanje greda na zidane zidove. Ovakvo stanje iziskuje urgentnu sanaciju, njihovu zamenu ili ojačanje pojedinih drvenih greda.



Slika 7. Karakteristično oštećenje oslonačke zone tavanjače na mestima procurivanja kišnice, kritična tavanjača 1 i 2



Slika 8. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 7, kritična tačka 3

Neophodni sanacioni radovi se pre svega odnose na: komunikacioni trakt zapadnog krila objekta između osa 3 i 4, krajnje oslonce na fasadnom zidu u osi B, kao i tavanice iznad učionica 31, 32 i 33. Urgentni sanacioni radovi bi obuhvatali: uklanjanje sloja zemlje, uklanjanje podaščanja, ojačanje oštećenih tavanjača dodavanjem obraznih nosača u zonama procurivanja vode sa krova (oštećenja postojećih tavanica). Sanacija tavanjača restauraciom, tj. zamenom oštećenih delova greda novim „zdravim“ delovima i njihovo lepljenje mialinskim ili epoksidnim lepokom je neracionalna. S obzirom da je grednik jednostruk potpuna zamena oštećenih tavanjača iziskuje delimičnu ili potpunu zamenu plafonske konstrukcije što je takođe neracionalno. Najjednostavniji način za ojačanje postojećih oštećenih tavanjača je dodavanje novih obraznih nosača tj. „sestrinskih greda“ ili udvajanje oštećene grede novom gredom neposrdno pored (*Slika 12*). Ovakvim pristupom nije neophodno istovremeno i menjanje plafonske konstrukcije, već se ona može naknadno zameniti savremenijim materijalima kada se budu obezbedila materijalna sredstva.



Slika 9. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 7, kritična tačka 4

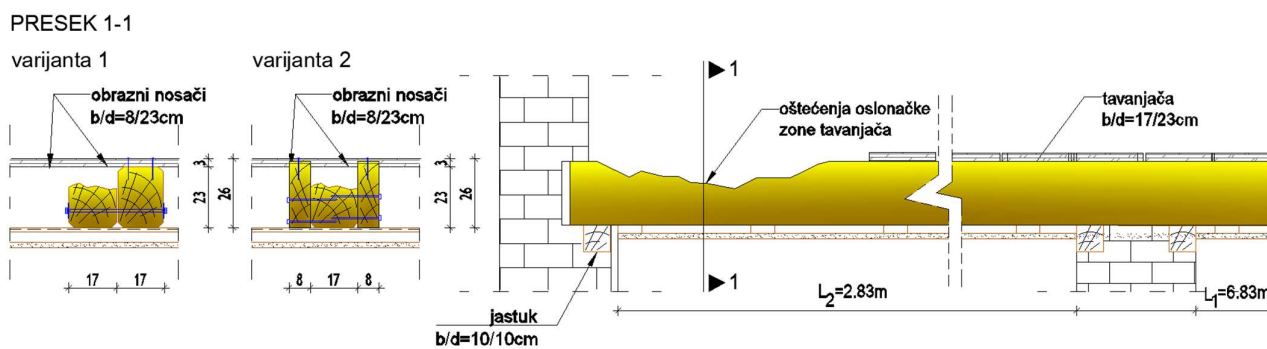
Na oštećenim tavanjačama mogu se izdvojiti tipski obrasci pojave oštećenja na mestima oslanjanja na zidove. Čisto formalno gledano u svim ovim slučajevima moguće je i parcijalno ojačanje greda obezbeđenjem dovoljne smičuće nosivosti u zoni oslonca novoprojektovanim gredama ali to zahteva intenzivniju primenu spojnih sredstava za nastavak „staro“-„novo“. Imajući u vidu da su oštećenja pojedinih greda duboko zašla u polje uticaji merodavni za dimenzionisanje spojnih sredstava za nastavak greda su značajni. Pojedine grede su ivične i nisu pogodne za obostrani pristup ručnog alata što dodatno komplikuje nastavljjanje. Eventualno neadekvano izvedeni montažni nastavci izazvali bi preraspodelu statičkih uticaja unutar kontinualnog nosača i povećanje deformacija čije granično stanje i sada nije zadovoljeno. S obzirom da broj oštećenih greda nije veliki racionalnije je ići na udvajanje tavanjača po celoj dužini jer je tada međusobno sprezanje greda značajno jednostavnije izvesti, pogotovu na mestima gde su preseki greda značajno smanjeni ili u potpunosti dezintegrirani.



Slika 10. Karakteristično oštećenje oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 7, kritična tačka 5



Slika 11. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 7, kritična tačka 6



Slika 12. Varijantna rešenja ojačanja postojeće drvenene tavanice sprata udvajanjem greda ili dodavanjem obraznih nosača

Na kritičnom mestu br. 7 neophodno je dodati gredu menjačicu tj. na mestu dimnjaka izvesti vekslanje kratke tavanjače na susedne dve tavanjače (Slika 13).



Slika 13. Izostanak vekslanja prekinute tavanjače na mestu oslanjanja na dimnjak u osi 4

Ispitni traktovi 7, 8 i 9 su otvoreni uz zidove u osama 3 i 4 kako bi se proverili uslovi oslanjanja drvenih tavanica na mestu zida sa intenzivnim vlaženjem sa krova (Slike 14-16).



Slika 14. Karakteristično oštećenje oslonačke zone tavanjače na mestima procurivanja kišnice u ispitnom traktu br. 6, kritična tačka 8

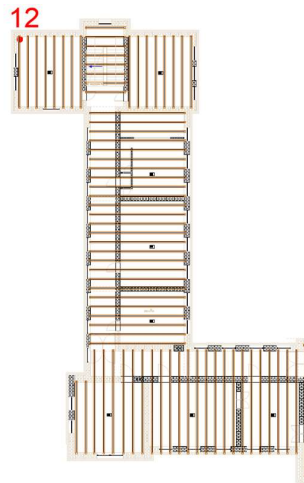


Slika 15. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 8, kritična tačka 10

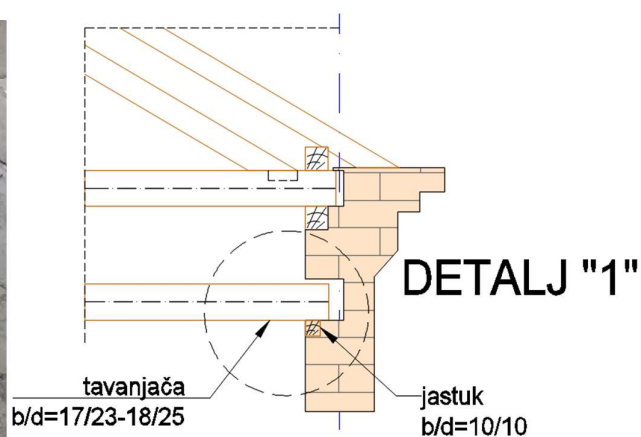


Slika 16. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 8, kritična tačka 10 (levo), kritična tačka 9 u ispitnom traktu 9 (desno)

Trulež usled prokišnjavanja je konstatovana i u oslonačkim zonama pojedinih tavanjača iznad učionice br. 26 (Slika 17). Na pojedinim mestima su oslonci tavanjača potpuno oslobođeni, pa je bilo moguće utvrditi da se tavanjače oslanjaju na fasadne zidane zidove preko drvenih greda (Slika 18).



Slika 17. Trulež oslonačke zone tavanjače u ispitnom traktu br. 1, kritična tačka 12



Slika 18. Detalj oslanjanja tavanjača preko drvenog jastuka b/d=10/10cm

Kontrolnim statičkim proračunom karakteristične tavanjske drvene grede iznad sala 26 i 27 (Tačka 5.3) (Slika 19) potvrđeno je da tavanjače datih dimenzija b/d=18/25cm (Slika 20) poprečnog preseka ne zadovoljavaju granično stanje nosivosti uz značajno iskorišćenje naponskog stanja od 119%. Proračun je sproveden za slučaj da je tavan prostor koji se ne koristi. Usvojeno proračunsko korisno opterećenje je svega 0.4 kN/m².



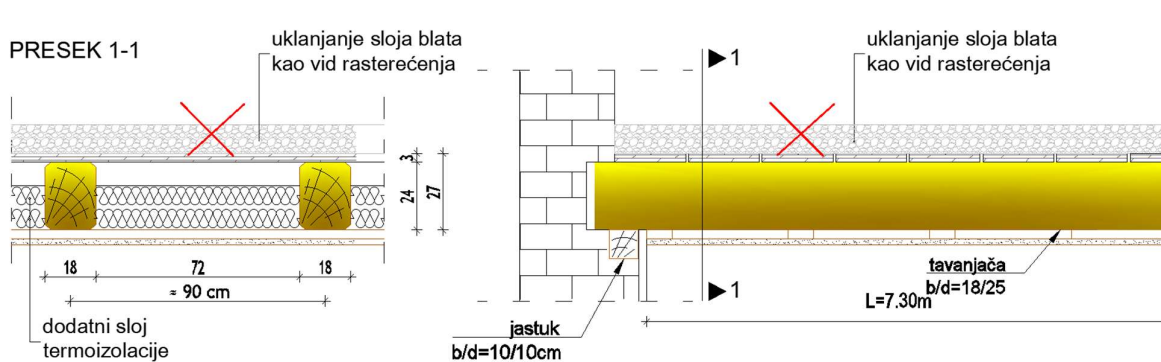
Slika 19. Veza metalnih klanfi i drvenih tavanjača (sala 27)



Slika 20. Dimenzije karakteristične tavanjače iznad sale 26 i 27, statičkog sistema proste grede

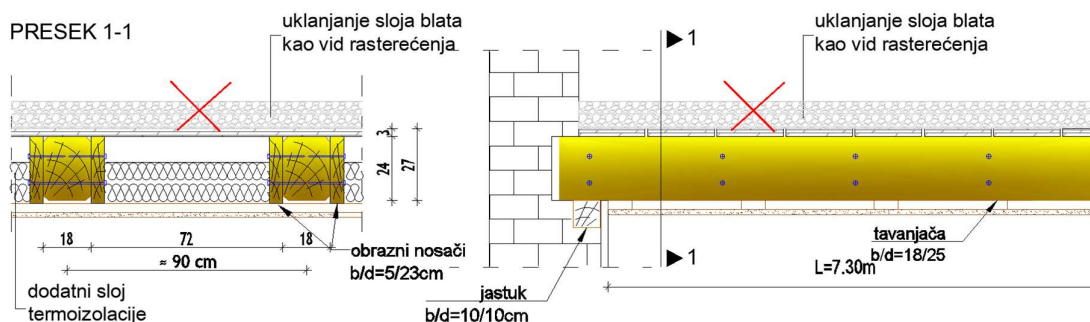
Drvene tavanjače iznad sala 26 i 27 ne zadovoljavaju ni granično stanje upotrebljivosti. Trenutni računski ugib je prekoračen za 90%, a konačni računski ugib je prekoračen za 98%. Nedovoljna krutost tavanice se lako može primetiti tokom hodanja jer je vibriranje tavanice značajno. Ovo implicira da je neophodno izvršiti ojačanje tavanica sala 26 i 27. S obzirom da je predmetna tavanica poslednja, pristup tavanjačama je jednostavan i ojačanje se može izvesti: uklanjanjem sloja blata (Slika 21), uklanjanjem podašćanja, dodavanjem jednog ili dva obrazna nosača od drveta postojećim gredama tj. udvajanjem greda (Slika 22). Zamena plafonske konstrukcije bila bi opcionalna, tj. nije neophodna, ali se preporučuje njena zamena imajući u vidu da je grednik jednostruk i da bi tokom radova na ojačanju postojeći krečni malter na trsci i letvama ispucao.

Minimalna intervencija na tavanicama iznad sala 26 i 27 bila bi uklanjanje sloja blata, čišćenje, ponovno podašćanje i zamena postojećeg plafona spušenim plafonom od GK ploča (Slika 21). Ovim bi se tavanice rasteretile i zadovoljavale bi granično stanje nosivosti, ali ne bi zadovoljavale granično stanje upotrebljivosti. Sale 26 i 27 bi mogle da se koriste, ali bi pristup i upotreba tavana bile zabranjeni. Javio bi se i problem termičke izolovanosti plafona, ali to bi bilo lako rešiti dodavanjem potrebnih slojeva mineralne vune između tavanjača.

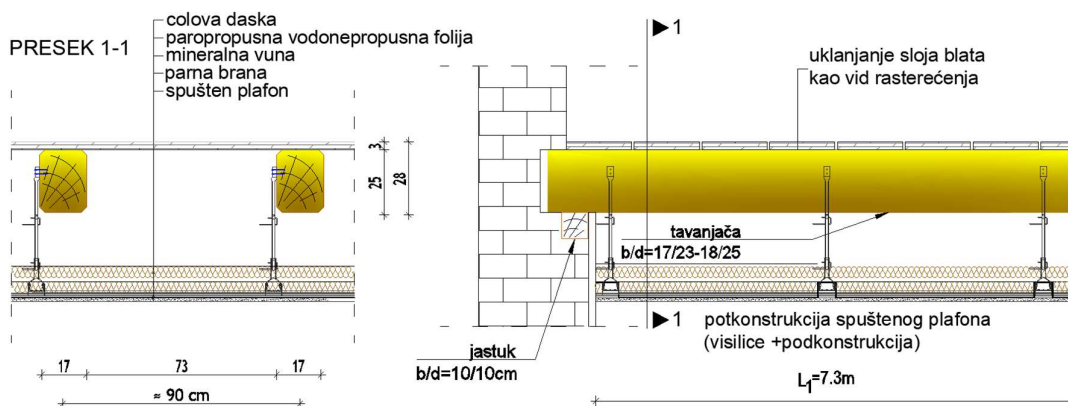


Slika 19. Varijanta 1, rasterećenje drvene tavanice sala 26 i 27 uklanjanjem sloja blata

Radovi na rekonstrukciji tavanice su prilika da se ujedno reše i pitanja: protivpožarne otpornosti konstrukcije, zamene elektroinstalacija, ugradnje aktivne parne brane iznad plafona, dodavanja slojeva termoizolacije u debljini prema trenutno važećim zahtevima energetske efikasnosti, zatvaranje celokupnog sklopa građevinskom folijom odgovarajućeg Sd faktora (paropropusna vodonepropusna), ponovno podašćanje kako bi tavanski prostor nastavio da bude prohodan. Takođe, preporučljivo je i uklanjanje postojećeg plafona i izrada spušenog plafona od GK ploča (Slika 23) (Tačka 5.4).

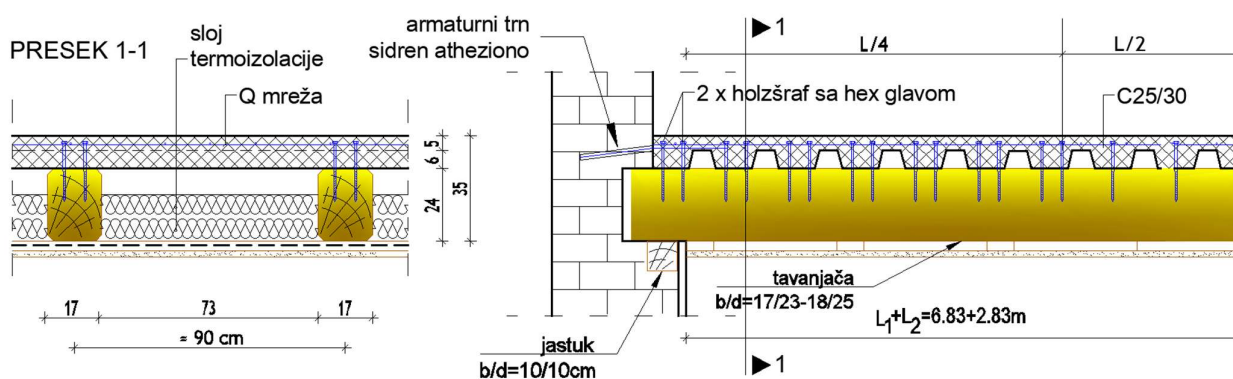


Slika 20. Varijanta 2, ojačanje drvene tavanice sala 26 i 27 dodavanjem „sestrinskih“ greda

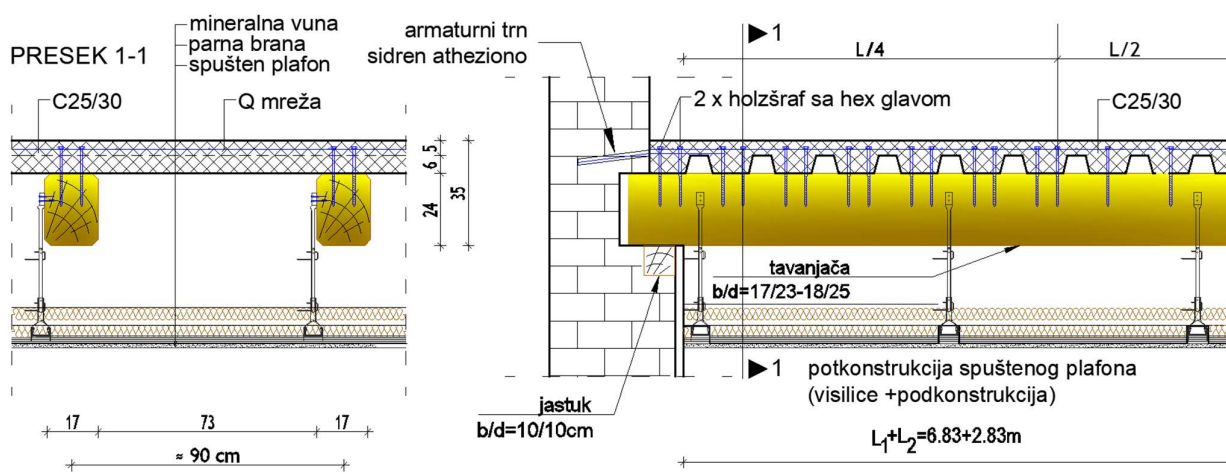


Slika 21. Varijanta 3, Varijanta 1, rasterećenje drvene tavanice sala 26 i 27 uklanjanjem sloja blata+spušteni plafon

Najkvalitetnije rešenja ojačanja tavanice bilo bi sprezanje tavanjača sa AB pločom sa ili bez TR lima kao izgubljene oplata (Slike 24 i 25). Iz uslova tehnološke izvodljivosti optimalna debljina dodatnog sloja betona bi bila 6 cm. Armiranje spregnute ploče je jednostruko u sredini visine zavarenim armaturnim mrežama. Sprezanje AB ploče sa drvenim tavanjačama treba izvesti uobičajenim postupkom štapastim spojnim sredstvima. Spoju dodatnog sloja armiranog betona i zidova treba obezbediti adekvatnu smičuću nosivost sidrenjem armaturnih trnova u obodne zidove. Po obodu objekta i iznad unutrašnjih zidova treba izvesti prstene od armiranobetonskih serklaža. Ovim bi se pobojšale aseizmičke performanse tavanice, onemogućilo bi se dalje razmicanje fasadnih zidova, sprečila propagacija pukotina u lukovima komunikacionog trakta, stvorila bi se osnova za ojačanje nadzidaka venca čime bi se integralno rešio problem trajne sanacije oslonaca krovnih vezača. Smanjila bi se ugroženost tavanice od eventualnog prodora kišnice sa krova. Dobila bi se veća trajnost konstrukcije. Plafonsku konstrukciju treba uraditi od gips karton ploča uz zadovoljenje protivpožarnih uslova. Izvesti adekvatan elektroenergetski razvod za potrebe osvetljenja. Ugraditi potrebnu debljinu termoizolacionog sloja prema trenutno važećem pravilniku o energetske efikasnosti. Ovakav vid konstrukcije može se smatrati savremenim tehničkim rešenjem. Izrada spregnute tavanice iziskuje značajna materijalna sredstva, širok obim radova i vremenski je zahtevnije, ali pruža značajno povećanje nosivosti čime se otvara mogućnost prenamene tavana u potkrovlje.



Slika 22. Varijanta 4, mogućeg ojačanja postojeće drvenene tavanice sprata sprezanjem sa AB pločom preko TR lima



Slika 23. Varijanta 5, sveobuhvatno rešenje ojačanja postojeće drvenene tavanice sprata sprezanjem sa AB pločom preko TR lima + zamena plafonske konstrukcije

Neophodno je prezidati i ojačati oslonac krovnog vezača br. 6 u osi B (Slika 26 desno). Radove izvesti po principu već izvedenih ojačanja krovnih vezača na istočnom krilu uz korekciju rešanja omogućavanjem sušenja kraja grede. Izbegnuti direktno betoniranje kraja grede bez srpečavanja vlaženja.



Slika 24. Izostanak sidrenja vrhova klanfi (levo), degradiran slog atike u zoni oslonca krovnog vezača, neophodnost sanacije (desno)



5. STATIČKI PRORAČUN KARAKTERISTIČNIH KONSTRUKCIJSKIH ELEMENATA



5.1. Statički proračun tavanke drvene grede statičkog sistema kontinualna greda na dva polja

Stalno opterećenje

Sopstvenu težinu konstrukcijskih elemenata obračunava softverski paket. Zapreminska težina materijala definisana je u skladu sa SRPS EN 1991-1-1:2012 i SRPS EN 1991-1-1/NA:2015. Slojevi ugrađenog materijala na tavanjskoj međuspratnoj konstrukciji su utvrđeni uvidom i merenjima na licu mesta, dok su zapreminske težine pojedinačnih slojeva procenjene, imajući u vidu da u okviru ovog ekspertskog izveštaja nisu urađena laboratorijska ispitivanja fizičkih karakteristika materijala ugrađenih slojeva. Bitno je napomenuti da su konstatovane različite debljine pojedinih slojeva na različitim mestima tavanice, pa je u proračunskoj analizi usvojena osrednjena vrednost merenih debljina pojedinih slojeva.

Sloj	Debljina [cm]	Zap. tež. [kN/m ³]	Težina [kN/m ²]
Sloj zemlje	10,0	18,0	1,80
Daska	2×2,5	5,0	0,25
Letve na razmaku od cca. 0 cm	2,5	5,0	0,125
Trska i malter	2,0	18,0	0,36
			2,535

Osovinski razmak glavnih drvenih greda je cca. $e = 90$ cm.

Stalno opterećenje svedeno na jednu drvenu međuspratnu gredu: $g = 2,535 \times 0,90 = 2,28$ kN/m.

Usvojeno **$g = 2,30$ kN/m.**

Korisno opterećenje

Intenzitet korisnog dejstva za kategoriju upotrebe H (krovovi koji se ne koriste, osim za uobičajeno održavanje), prema SRPS EN 1991-1-1:2012 i SRPS EN 1991-1-1/NA:2015, je $0,40$ kN/m².

Korisno opterećenje svedeno na jednu drvenu tavanjsku gredu: $q = 0,40 \times 0,90 = 0,36$ kN/m.

Usvojeno **$q = 0,40$ kN/m.**

Datoteka: Tavanjska greda.twp

Datum proračuna: 30.6.2025

Način proračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

☒ Teorija I-og reda ☐ Modalna analiza ☐ Stabilnost

☐ Teorija II-og reda ☐ Seizmički proračun ☐ Faze građenja

☐ Nelinearan proračun

Veličina modela

Broj čvorova: 49

Broj pločastih elemenata: 0

Broj grednih elemenata: 48

Broj graničnih elemenata: 7

Broj osnovnih slučajeva: 2

opterećenja:

Broj kombinacija: 6

opterećenja:

Jedinice mera

Dužina: m [cm,mm]

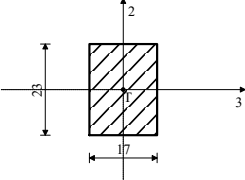
Sila: kN

Temperatura: Celsius



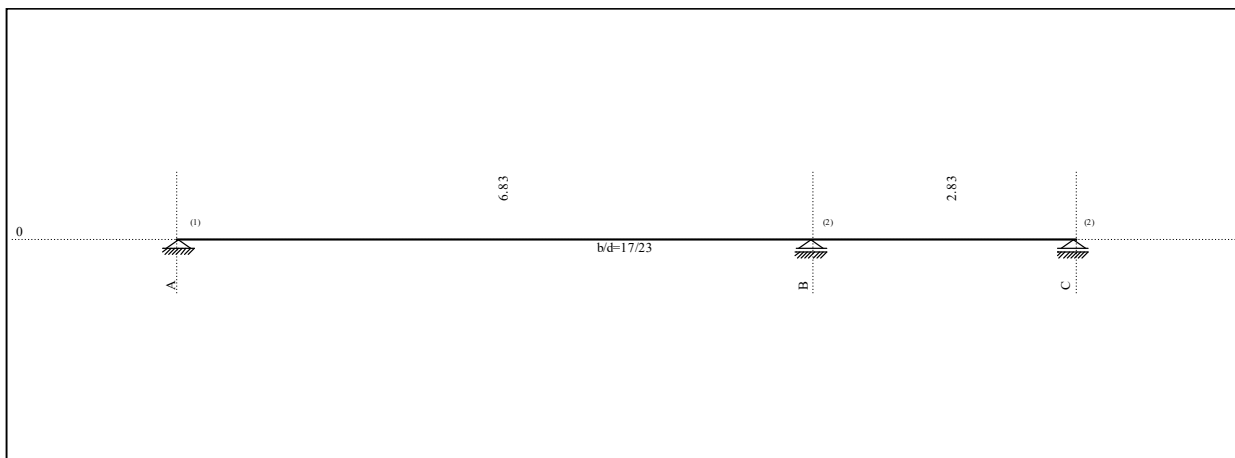
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Drvo - cetinari - masivno	1.000e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.000e+7	0.20

Napomena: Dimenzije poprečnog preseka grede su utvrđene merenjima na licu mesta.

Set: 1 Presek: b/d=17/23, Fiktivna ekscentričnost							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1 - Drvo - cetinar masivno	3.910e-2	3.258e-2	3.258e-2	2.056e-4	9.417e-5	1.724e-4

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2		1.000e+10	1.000e+10			

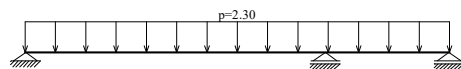
Napomena: Merenjem na licu mesta je utvrđeno da je rastojanje između nosećih zidanih zidova sprata (oslonci tavanjača) cca. 6,40 m i 2,40 m. Uvidom na licu mesta nije bilo moguće utvrditi tačan način oslanjanja drvene tavanke grede na fasadne zidane zidove (dužina oslanjanja), pa je u proračunskom modelu usvojeno da je tačka rotacije drvene tavanke grede 20 cm u dubini fasadnog zida, dok je tačka oslanjanja na središnji zid u polovini debljine zida (debljina unutrašnjeg zida 45 cm).



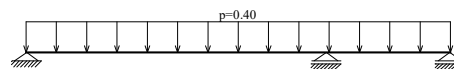
LC	Naziv
1	Stalno opterećenje (g)
2	Korisno opterećenje
3	Komb.: 1.35xI+1.5xII
4	Komb.: I+1.5xII
5	Komb.: 1.35xI
6	Komb.: I
7	Komb.: I+II
8	Komb.: I+0.6xII



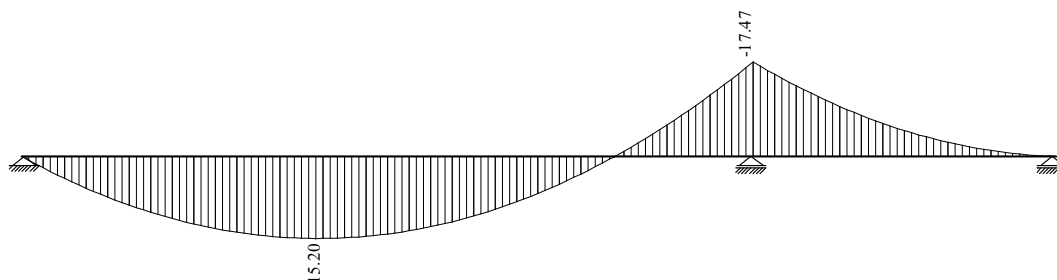
Opt. 1: Stalno opterećenje (g)



Opt. 2: Korisno opterećenje

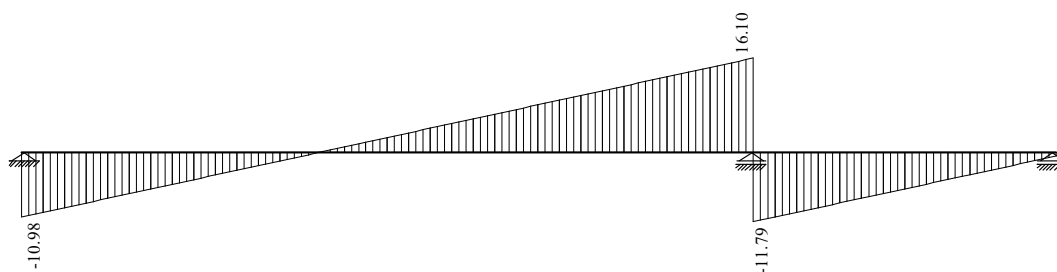


Opt. 9: [GSN] 3-6



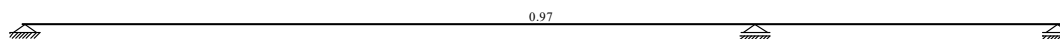
Uticaji u gredi: max $M_3 = 15.20$ / min $M_3 = -17.47$ kNm

Opt. 9: [GSN] 3-6



Uticaji u gredi: max $T_2 = 16.10$ / min $T_2 = -11.79$ kN

Napomena: Na osnovu preliminarne eksperimentalne analize mehaničkih karakteristika usvojeno je da je drvena konstrukcija izvedena od drveta klase čvrstoće C22 (*Ekspertski izveštaj – Glavni pregled sa ocenom stanja građevinske konstrukcije objekta Gimnazija „Bora Stanković“ i Gimnazija „Stevan Sremac“ u Nišu* 06 br. 24/14 od 14.7.2025. godine, Centar za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu).

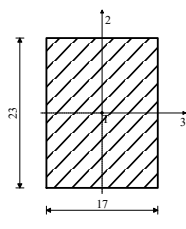


Kontrola stabilnosti



ŠTAP 1-49

Monolitno drvo četinari i meki listari - C22
Eksploataciona klasa 2
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

5. $\gamma=0.97$ 3. $\gamma=0.86$ 6. $\gamma=0.72$
4. $\gamma=0.67$

KONTROLA NORMALNIH I SMIČUĆIH NAPONA
(slučaj opterećenja 5, na 682.5 cm od početka štapa)

Transverzalna sila u pravcu ose 2 $V_{2ed} = 13.669$ kN
Momenat savijanja oko ose 3 $M_{3ed} = 14.828$ kNm

KONTROLA NAPONA - SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno
Korekcionni koeficijent $K_{mod} = 0.600$
Parcijalni koef. za karakteristike materijala $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 2

 $K_{h_2} = 1.000$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 3

 $K_{h_3} = 1.000$

Faktor oblika (za pravougaoni presek)

 $k_m = 0.700$

Karakteristična čvrstoća na savijanje

 $f_{m,k} = 22.000$ MPa

Računska čvrstoća na savijanje

 $f_{m,d} = 10.154$ MPa

Otporni moment

 $W_3 = 1498.8$ cm³

Normalni napon savijanja oko ose 3

 $\sigma_{m3,d} = 9.893$ MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,d} (9.893 \leq 10.154)$$

Iskorišćenje preseka je 97.4%

KONTROLA NAPONA - SMICANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcionni koeficijent

 $K_{mod} = 0.600$

Parcijalni koef. za karakteristike materijala

 $\gamma_m = 1.300$

Karakteristični napon smicanja

 $f_{v,k} = 3.800$ MPa

Računska čvrstoća smicanja

 $f_{v,d} = 1.754$ MPa

Površina poprečnog preseka

 $A = 391.00$ cm²

Korekcionni koeficijent neto/bruto preseka

 $K_n = 0.900$

Površina neto preseka

 $A_n = 351.90$ cm²

Stvarni napon smicanja(osa 2)

 $\tau_{2,d} = 0.583$ MPa

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} (0.583 \leq 1.754)$$

Iskorišćenje preseka je 33.2%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcionni koeficijent

 $K_{mod} = 0.600$

Parcijalni koef. za karakteristike materijala

 $\gamma_m = 1.300$

Razmak pridržajnih tačaka upravnih na pravac ose 2

 $l_{ef} = 662.50$ cm

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

 $E_{0.05} = 6700.0$ MPa

5% fraktil modula smicanja G

 $G_{0.05} = 420.00$ MPa

Torzioni moment inercije

 $I_{tor} = 20437$ cm⁴

Moment inercije

 $I_2 = 9416.6$ cm⁴

Otporni moment

 $W_3 = 1498.8$ cm³

Kritični napon izvijanja

 $\sigma_{m,crit} = 73.626$ MPa

Relativna vitkost za izvijanje

 $\lambda_{rel} = 0.547$

Koeficijent

 $k_{krit} = 1.000$

Normalni napon savijanja oko ose 3

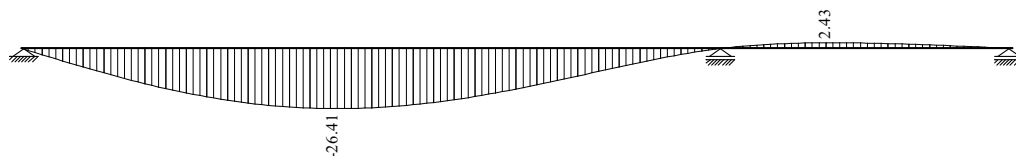
 $\sigma_{m3,d} = 9.893$ MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times f_{m3,d} (9.893 \leq 10.154)$$

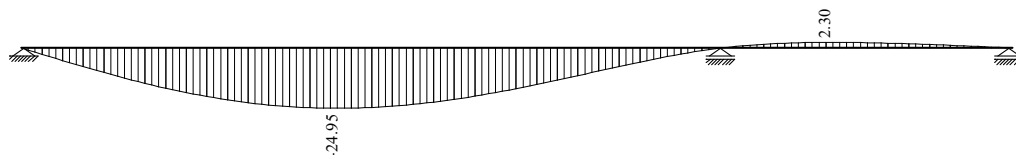
Iskorišćenje preseka je 97.4%

Uslov graničnog stanja nosivosti je zadovoljen.

Opt. 10: [Karakteristične kombinacije] 6,7

Uticaji u gredi: max $Z_p = 2.44$ / min $Z_p = -26.41$ m / 1000

Opt. 11: [Kvazi-stalne kombinacije] 6,8

Uticaji u gredi: max $Z_p = 2.30$ / min $Z_p = -24.95$ m / 1000

Trenutni ugib grede usled karakteristične kombinacije opterećenja:

 $w_{inst} = 26,41$ mm $>$ $w_{inst,lim} = L/300 = 6825/300 = 22,75$ mm (uslov nije zadovoljen).Konačni ugib grede (za monolitno drvo, eksploatacionu klasu 1 i korekcionni koeficijent $k_{def} = 0,60$): $w_{fin} = w_{inst} + k_{def} \cdot w_{qs} = 26,41 + 0,60 \cdot 24,95 = 41,38$ mm $>$ $w_{fin,lim} = L/200 = 6825/200 = 34,13$ mm (uslov nije zadovoljen).



5.2. Statički proračun tavana drvene grede statičkog sistema kontinualna greda na dva polja sa oštećenjem u kraćem polju

Stalno opterećenje

Sopstvenu težinu konstrukcijskih elemenata obračunava softverski paket. Zapreminska težina materijala definisana je u skladu sa SRPS EN 1991-1-1:2012 i SRPS EN 1991-1-1/NA:2015. Slojevi ugrađenog materijala na tavanjskoj međuspratnoj konstrukciji su utvrđeni uvidom i merenjem na licu mesta, dok su zapreminske težine pojedinačnih slojeva procenjene, imajući u vidu da u okviru ovog ekspertskog izveštaja nisu urađena laboratorijska ispitivanja fizičkih karakteristika materijala ugrađenih slojeva. Bitno je napomenuti da su konstatovane različite debljine pojedinih slojeva na različitim mestima tavanice, pa je u proračunskoj analizui usvojena osrednjena vrednost merenih debljina pojedinih slojeva.

Sloj	Debljina [cm]	Zap. tež. [kN/m ³]	Težina [kN/m ²]
Sloj zemlje	10,0	18,0	1,80
Daska	2×2,5	5,0	0,25
Letve na razmaku od cca. 0 cm	2,5	5,0	0,125
Trska i malter	2,0	18,0	0,36
			2,535

Osovinski razmak glavnih drvenih greda je cca. $e = 95$ cm.

Stalno opterećenje svedeno na jednu drvenu međuspratnu gredu: $g = 2,535 \times 0,95 = 2,41$ kN/m.

Usvojeno **$g = 2,45$ kN/m.**

Korisno opterećenje

Intenzitet korisnog dejstva za kategoriju upotrebe H (krovovi koji se ne koriste, osim za uobičajeno održavanje), prema SRPS EN 1991-1-1:2012 i SRPS EN 1991-1-1/NA:2015, je $0,40$ kN/m².

Korisno opterećenje svedeno na jednu drvenu tavanjsku gredu: $q = 0,40 \times 0,95 = 0,38$ kN/m.

Usvojeno **$q = 0,40$ kN/m.**

Datoteka: Tavana greda - ostecena.twp

Datum proračuna: 3.12.2025

Način proračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

☒ Teorija I-og reda ☐ Modalna analiza ☐ Stabilnost

☐ Teorija II-og reda ☐ Seizmički proračun ☐ Faze građenja

☐ Nelinearan proračun

Veličina modela

Broj čvorova: 49

Broj pločastih elemenata: 0

Broj grednih elemenata: 48

Broj graničnih elemenata: 7

Broj osnovnih slučajeva

opterećenja: 2

Broj kombinacija

opterećenja: 6

Jedinice mera

Dužina: m [cm,mm]

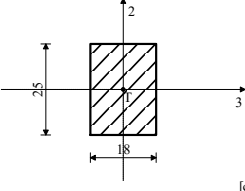
Sila: kN

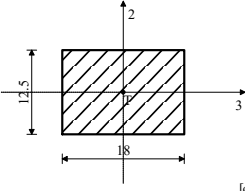
Temperatura: Celsius



No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Drvo - cetinari - masivno	1.000e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.000e+7	0.20

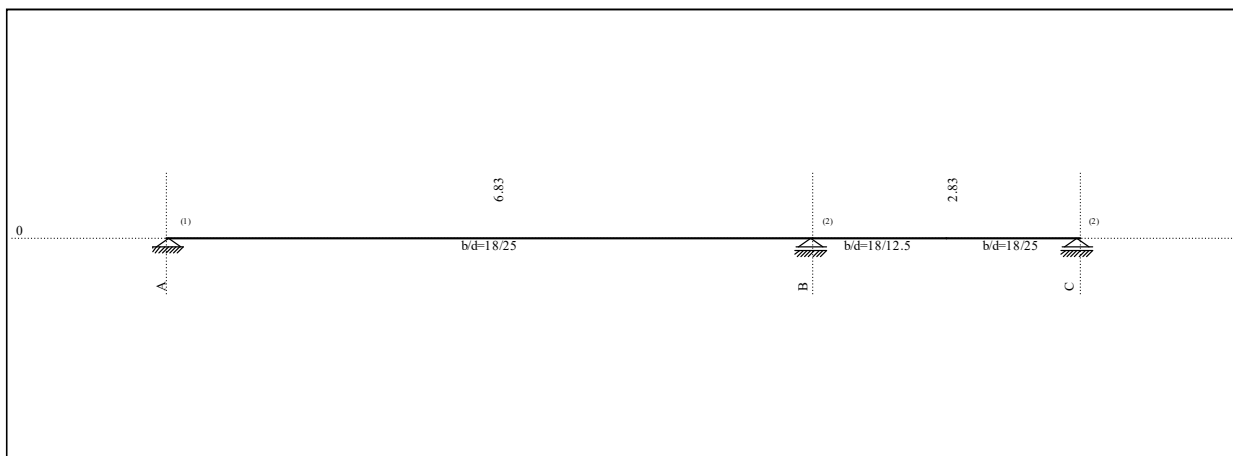
Napomena: Dimenzije poprečnog preseka grede su utvrđene merenjima na licu mesta.

Set: 1 Presek: b/d=18/25, Fiktivna ekscentričnost							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1 - Drvo - cetinar masivno	4.500e-2	3.750e-2	3.750e-2	2.705e-4	1.215e-4	2.344e-4

Set: 2 Presek: b/d=18/12.5, Fiktivna ekscentričnost							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1 - Drvo - cetinar masivno	2.250e-2	1.875e-2	1.875e-2	6.691e-5	6.075e-5	2.930e-5

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2		1.000e+10	1.000e+10			

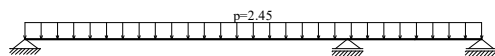
Napomena: Merenjima na licu mesta je utvrđeno da je rastojanje između nosećih zidanih zidova sprata (oslonci tavanjača) cca. 6,40 m i 2,40 m. Uvidom na licu mesta nije bilo moguće utvrditi tačan način oslanjanja drvene tavanke grede na fasadne zidane zidove (dužina oslanjanja), pa je u proračunskom modelu usvojeno da je tačka rotacije drvene tavanke grede 20 cm u dubini fasadnog zida, dok je tačka oslanjanja na središnji zid u polovini debljine zida (debljina unutrašnjeg zida 45 cm). Oštećenje grede u kraćem polju je konstatovano na dužini od cca. Polovine raspona kraćeg polja, pri čemu je izmerena redukcija visine poprečnog preseka koja odgovara polovini visine inicijalnog poprečnog preseka.



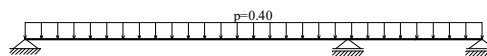


LC	Naziv
1	Stalno opterećenje (g)
2	Korisno opterećenje
3	Komb.: $1.35xI+1.5xII$
4	Komb.: $I+1.5xII$
5	Komb.: $1.35xI$
6	Komb.: I
7	Komb.: $I+II$
8	Komb.: $I+0.6xII$

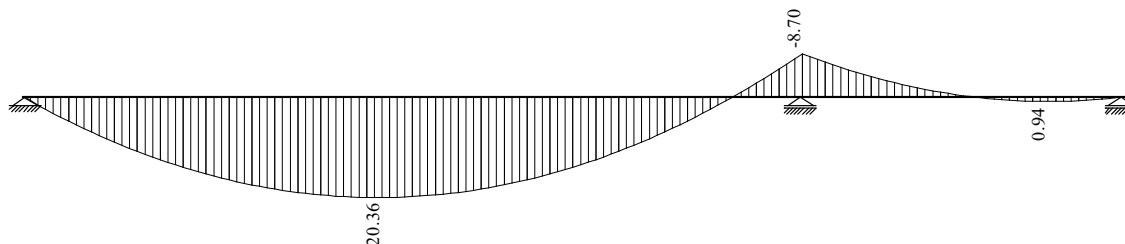
Opt. 1: Stalno opterećenje (g)



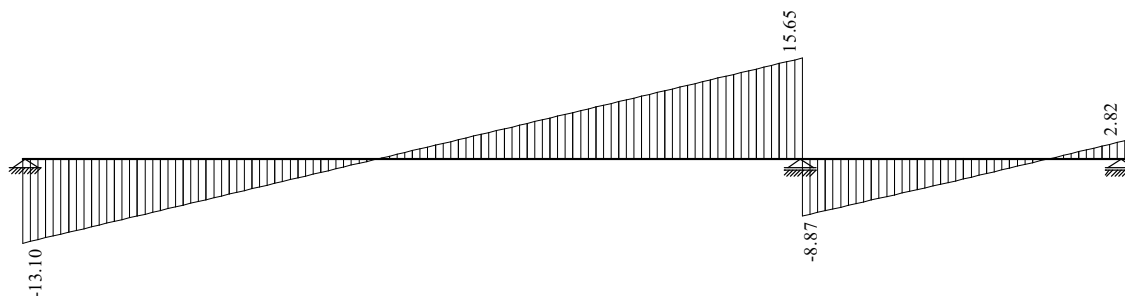
Opt. 2: Korisno opterećenje



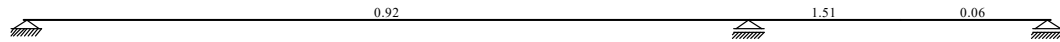
Opt. 9: [GSN] 3-6

Utjecaji u gredi: max $M_3 = 20.36$ / min $M_3 = -8.70$ kNm

Opt. 9: [GSN] 3-6

Utjecaji u gredi: max $T_2 = 15.65$ / min $T_2 = -13.10$ kN

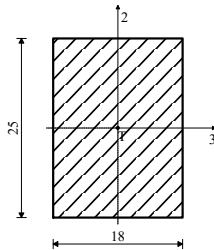
Napomena: Na osnovu preliminarne eksperimentalne analize mehaničkih karakteristika usvojeno je da je drvena konstrukcija izvedena od drveta klase čvrstoće C22 (*Ekspertski izveštaj – Glavni pregled sa ocenom stanja građevinske konstrukcije objekta Gimnazija „Bora Stanković“ i Gimnazija „Stevan Sremac“ u Nišu* 06 br. 24/14 od 14.7.2025. godine, Centar za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu).



Kontrola stabilnosti

ŠTAP 1-35

Monolitno drvo četinari i meki listari - C22
Eksploataciona klasa 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

5. $\gamma=0.92$ 3. $\gamma=0.80$ 6. $\gamma=0.68$
4. $\gamma=0.62$

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 5, na 301.1 cm od početka štapa)

Transverzalna sila u pravcu ose 2 $V_{2ed} = -0.358$ kN
Momenat savijanja oko ose 3 $M_{3ed} = -17.449$ kNm

KONTROLA NAPONA - SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcionni koeficijent

Parcijalni koef. za karakteristike

materijala

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 2

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 3

Faktor oblika (za pravougaoni presek)

Karakteristična čvrstoća na savijanje

Računska čvrstoća na savijanje

Otporni moment

Normalni napon savijanja oko ose 3

$K_{mod} = 0.600$
 $\gamma_m = 1.300$

 $K_{h,2} = 1.000$ $K_{h,3} = 1.000$ $k_m = 0.700$ $f_{m,k} = 22.000$ MPa $f_{m,d} = 10.154$ MPa $W_3 = 1875.0$ cm³ $\sigma_{m,3,d} = 9.306$ MPa $\sigma_{m,3,d} \leq f_{m,d} (9.306 \leq 10.154)$

Iskorišćenje preseka je 91.6%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcionni koeficijent

Parcijalni koef. za karakteristike

materijala

Razmak pridržajnih tačaka upravnih na pravac ose 2

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

5% fraktil modula smicanja G

Torzioni moment inercije

Moment inercije

Otporni moment

Kritični napon izvijanja

Relativna vitkost za izvijanje

Koeficijent

Normalni napon savijanja oko ose 3

$K_{mod} = 0.600$
 $\gamma_m = 1.300$

 $l_{ef} = 682.50$ cm $E_{0.05} = 6700.0$ MPa $G_{0.05} = 420.00$ MPa $I_{tor} = 26862$ cm⁴ $I_2 = 12150$ cm⁴ $W_3 = 1875.0$ cm³ $\sigma_{m,crit} = 74.398$ MPa $\lambda_{rel} = 0.544$ $k_{krit} = 1.000$ $\sigma_{m,3,d} = 9.306$ MPa $\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} (9.306 \leq 10.154)$

Iskorišćenje preseka je 91.6%

KONTROLA SMICUĆIH NAPONA

(slučaj opterećenja 5, kraj štapa)

Transverzalna sila u pravcu ose 2 $V_{2ed} = 13.415$ kN

KONTROLA NAPONA - SMICANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcionni koeficijent

 $K_{mod} = 0.600$

Parcijalni koef. za karakteristike

materijala

Karakteristični napon smicanja

Računska čvrstoća smicanja

Površina poprečnog preseka

Korekcionni koeficijent neto/bruto

preseka

Površina neto preseka

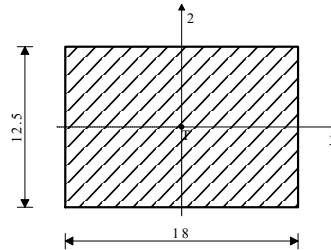
Stvarni napon smicanja(osa 2)

 $\gamma_m = 1.300$ $f_{v,k} = 3.800$ MPa $f_{v,d} = 1.754$ MPa $A = 450.00$ cm² $K_n = 0.900$ $A_n = 405.00$ cm² $\tau_{2,d} = 0.497$ MPa $\tau_{2,d} \leq f_{v,d} (0.497 \leq 1.754)$

Iskorišćenje preseka je 28.3%

ŠTAP 35-42

Monolitno drvo četinari i meki listari - C22
Eksploataciona klasa 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

5. $\gamma=1.51$ 3. $\gamma=1.32$ 6. $\gamma=1.12$
4. $\gamma=1.03$

KONTROLA NORMALNIH I SMICUĆIH NAPONA

(slučaj opterećenja 5, početak štapa)

Transverzalna sila u pravcu ose 2 $V_{2ed} = -7.578$ kN
Momenat savijanja oko ose 3 $M_{3ed} = 7.451$ kNm

KONTROLA NAPONA - SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcionni koeficijent

Parcijalni koef. za karakteristike

materijala

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 2

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 3

Faktor oblika (za pravougaoni presek)

Karakteristična čvrstoća na savijanje

Računska čvrstoća na savijanje - osa 2

Računska čvrstoća na savijanje - osa 3

Otporni moment

Normalni napon savijanja oko ose 3

$K_{mod} = 0.600$
 $\gamma_m = 1.300$

 $K_{h,2} = 1.000$ $K_{h,3} = 1.037$ $k_m = 0.700$ $f_{m,k} = 22.000$ MPa $f_{m,2,d} = 10.154$ MPa $f_{m,3,d} = 10.531$ MPa $W_3 = 468.75$ cm³ $\sigma_{m,3,d} = 15.895$ MPa $\sigma_{m,3,d} \leq f_{m,3,d} (15.895 \leq 10.531)$

Prekoračenje napona. Iskorišćenje preseka je 150.9%

KONTROLA NAPONA - SMICANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcionni koeficijent

Parcijalni koef. za karakteristike

materijala

Karakteristični napon smicanja

Računska čvrstoća smicanja

Površina poprečnog preseka

Korekcionni koeficijent neto/bruto

preseka

Površina neto preseka

Stvarni napon smicanja(osa 2)

$K_{mod} = 0.600$
 $\gamma_m = 1.300$

 $f_{v,k} = 3.800$ MPa $f_{v,d} = 1.754$ MPa $A = 225.00$ cm² $K_n = 0.900$ $A_n = 202.50$ cm² $\tau_{2,d} = 0.561$ MPa $\tau_{2,d} \leq f_{v,d} (0.561 \leq 1.754)$

Iskorišćenje preseka je 32.0%



DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcionni koeficijent

Parcijalni koef. za karakteristike

materijala

Razmak pridržajnih tačaka upravnih na pravac ose 2

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

5% fraktil modula smicanja G

Torzioni moment inercije

K_{mod} = 0.600
γ_m = 1.300l_{ef} = 282.50 cm
E_{0.05} = 6700.0 MPa
G_{0.05} = 420.00 MPa
I_{tor} = 6638.9 cm⁴

Moment inercije

Otporni moment

Kritični napon izvijanja

Relativna vitkost za izvijanje

Koeficijent

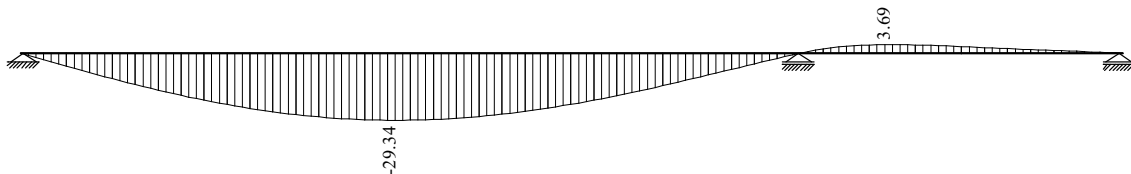
Normalni napon savijanja oko ose 3

I₂ = 6075.0 cm⁴W₃ = 468.75 cm³σ_{m,crit} = 252.74 MPaλ_{rel} = 0.295k_{krit} = 1.000σ_{m3,d} = 15.895 MPaσ_{m3,d} ≤ k_{krit} × f_{m3,d} (15.895 ≤ 10.531)

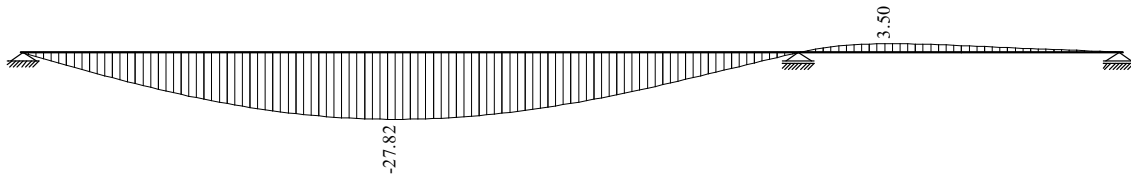
Prekoračenje napona. Iskorišćenje preseka je 150.9%

Uslov graničnog stanja nosivosti je zadovoljen na neoštećenom delu tavanjače, dok oštećeni deo tavanjače nema dovoljnu nosivost.

Opt. 10: [Karakteristične kombinacije] 6,7

Uticaji u gredi: max Z_p = 3.69 / min Z_p = -29.34 m / 1000

Opt. 11: [Kvazi-stalne kombinacije] 6,8

Uticaji u gredi: max Z_p = 3.50 / min Z_p = -27.82 m / 1000

Trenutni ugib grede usled karakteristične kombinacije opterećenja:

 $w_{inst} = 29,34 \text{ mm} > w_{inst,lim} = L/300 = 6825/300 = 22,75 \text{ mm}$ (uslov nije zadovoljen).Konačni ugib grede (za monolitno drvo, eksploatacionu klasu 1 i korekcionni koeficijent $k_{def} = 0,60$): $w_{fin} = w_{inst} + k_{def} \cdot w_{qs} = 29,34 + 0,60 \cdot 27,82 = 46,03 \text{ mm} > w_{fin,lim} = L/200 = 6825/200 = 34,13 \text{ mm}$ (uslov nije zadovoljen).



5.3. Statički proračun tavanke drvene grede statičkog sistema prosta greda

Stalno opterećenje

Sopstvenu težinu konstrukcijskih elemenata obračunava softverski paket. Zapreminska težina materijala definisana je u skladu sa SRPS EN 1991-1-1:2012 i SRPS EN 1991-1-1/NA:2015. Slojevi ugrađenog materijala na tavanjskoj međuspratnoj konstrukciji su utvrđeni uvidom i merenjima na licu mesta, dok su zapreminske težine pojedinačnih slojeva procenjene, imajući u vidu da u okviru ovog ekspertskog izveštaja nisu urađena laboratorijska ispitivanja fizičkih karakteristika materijala ugrađenih slojeva. Bitno je napomenuti da su konstatovane različite debljine pojedinih slojeva na različitim mestima tavanice, pa je u proračunskoj analizi usvojena osrednjena vrednost merenih debljina pojedinih slojeva.

Sloj	Debljina [cm]	Zap. tež. [kN/m ³]	Težina [kN/m ²]
Sloj zemlje	10,0	18,0	1,80
Daska	2×2,5	5,0	0,25
Letve na razmaku od cca. 0 cm	2,5	5,0	0,125
Trska i malter	2,0	18,0	0,36
			2,535

Osovinski razmak glavnih drvenih greda je cca. $e = 90$ cm.

Stalno opterećenje svedeno na jednu drvenu međuspratnu gredu: $g = 2,535 \times 0,90 = 2,28$ kN/m.

Usvojeno **$g = 2,30$ kN/m.**

Korisno opterećenje

Intenzitet korisnog dejstva za kategoriju upotrebe H (krovovi koji se ne koriste, osim za uobičajeno održavanje), prema SRPS EN 1991-1-1:2012 i SRPS EN 1991-1-1/NA:2015, je $0,40$ kN/m².

Korisno opterećenje svedeno na jednu drvenu tavanjsku gredu: $q = 0,40 \times 0,90 = 0,36$ kN/m.

Usvojeno **$q = 0,40$ kN/m.**

Datoteka: Tavanjska greda - prosta greda.twp

Datum proračuna: 3.12.2025

Način proračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

☒ Teorija I-og reda ☐ Modalna analiza ☐ Stabilnost

☐ Teorija II-og reda ☐ Seizmički proračun ☐ Faze građenja

☐ Nelinearan proračun

Veličina modela

Broj čvorova: 37

Broj pločastih elemenata: 0

Broj grednih elemenata: 36

Broj graničnih elemenata: 5

Broj osnovnih slučajeva: 2

opterećenja:

Broj kombinacija: 6

opterećenja:

Jedinice mera

Dužina: m [cm,mm]

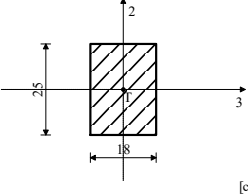
Sila: kN

Temperatura: Celsius



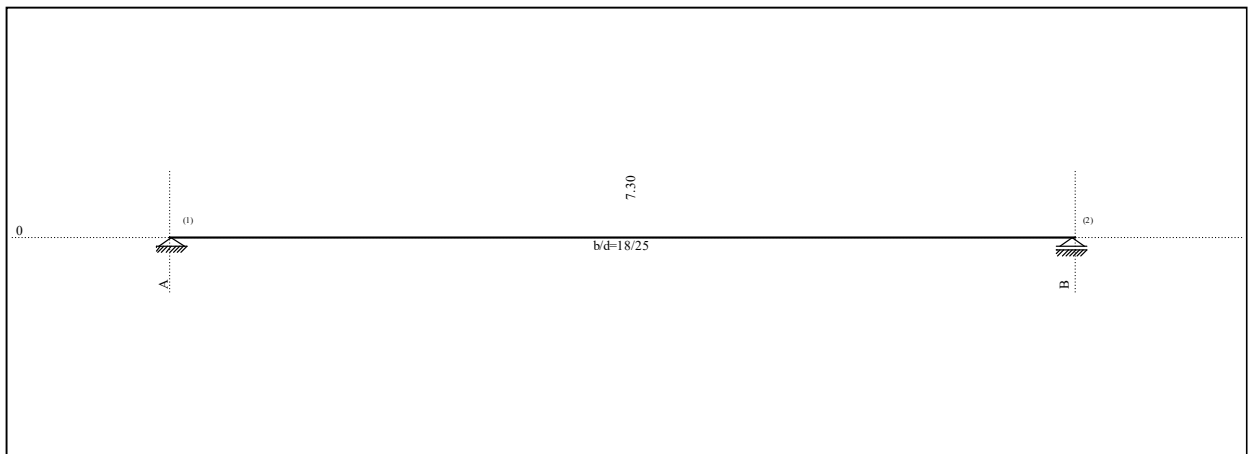
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Drvo - cetinari - masivno	1.000e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.000e+7	0.20

Napomena: Dimenzije poprečnog preseka grede su utvrđene merenjima na licu mesta.

Set: 1 Presek: b/d=18/25, Fiktivna ekscentričnost							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1 - Drvo - cetinar masivno	4.500e-2	3.750e-2	3.750e-2	2.705e-4	1.215e-4	2.344e-4

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2		1.000e+10	1.000e+10			

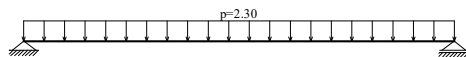
Napomena: Merenjem na licu mesta je utvrđena približna vrednost raspona grede imajući u vidu da oslonci nisu u potpunosti bili dostupni.



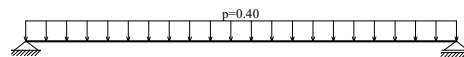
LC	Naziv
1	Stalno opterećenje (g)
2	Korisno opterećenje
3	Komb.: 1.35xI+1.5xII
4	Komb.: I+1.5xII
5	Komb.: 1.35xI
6	Komb.: I
7	Komb.: I+II
8	Komb.: I+0.6xII



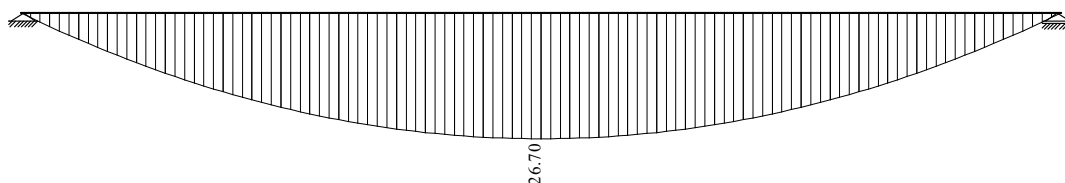
Opt. 1: Stalno opterećenje (g)



Opt. 2: Korisno opterećenje

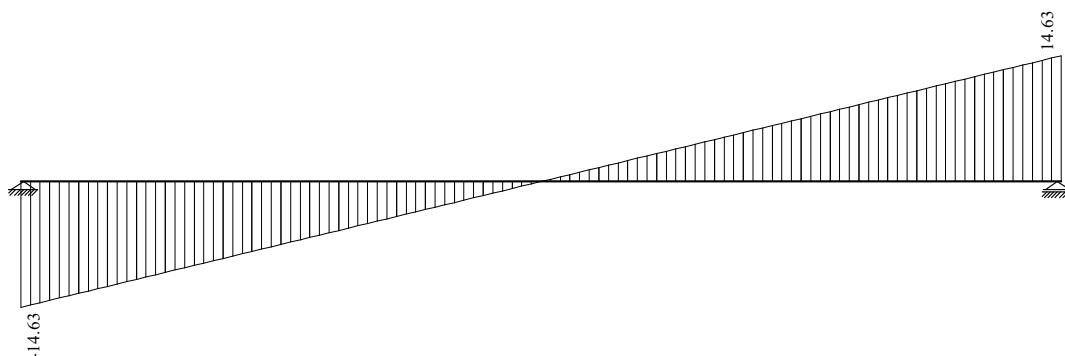


Opt. 9: [GSN] 3-6



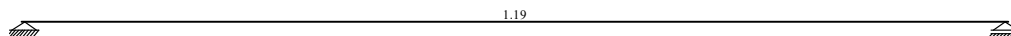
Uticaji u gredi: max $M_3 = 26.70$ / min $M_3 = -0.00$ kNm

Opt. 9: [GSN] 3-6



Uticaji u gredi: max $T_2 = 14.63$ / min $T_2 = -14.63$ kN

Napomena: Na osnovu preliminarne eksperimentalne analize mehaničkih karakteristika usvojeno je da je drvena konstrukcija izvedena od drveta klase čvrstoće C22 (*Ekspertski izveštaj – Glavni pregled sa ocenom stanja građevinske konstrukcije objekta Gimnazija „Bora Stanković“ i Gimnazija „Stevan Sremac“ u Nišu* 06 br. 24/14 od 14.7.2025. godine, Centar za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu).

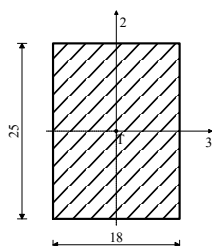


Kontrola stabilnosti



ŠTAP 1-37

Monolitno drvo četinari i meki listari - C22
Eksploataciona klasa 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

5. $\gamma=1.19$ 3. $\gamma=1.05$ 6. $\gamma=0.88$
4. $\gamma=0.82$

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 5, na 365.0 cm od početka štapa)

Momenat savijanja oko ose 3 $M_{3ed} = -22.707 \text{ kNm}$

KONTROLA NAPONA - SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcionni koeficijent

Parcijalni koef. za karakteristike materijala

 $K_{mod} = 0.600$
 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 2

 $Kh_2 = 1.000$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 3

 $Kh_3 = 1.000$

Faktor oblika (za pravougaoni presek)

 $km = 0.700$

Karakteristična čvrstoća na savijanje

 $f_{m,k} = 22.000 \text{ MPa}$

Računska čvrstoća na savijanje

 $f_{m,d} = 10.154 \text{ MPa}$

Otporni moment

 $W_3 = 1875.0 \text{ cm}^3$

Normalni napon savijanja oko ose 3

 $\sigma_{m3,d} = 12.110 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,d} (12.110 \leq 10.154)$$

Prekoračenje napona. Iskorišćenje preseka je 119.3%

KONTROLA SMIČUĆIH NAPONA

(slučaj opterećenja 5, početak štapa)

Transverzalna sila u pravcu ose 2

 $V_{2ed} = -12.442 \text{ kN}$

KONTROLA NAPONA - SMICANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcionni koeficijent

 $K_{mod} = 0.600$

Parcijalni koef. za karakteristike materijala

 $\gamma_m = 1.300$

Karakteristični napon smicanja

 $f_{v,k} = 3.800 \text{ MPa}$

Računska čvrstoća smicanja

 $f_{v,d} = 1.754 \text{ MPa}$

Površina poprečnog preseka

 $A = 450.00 \text{ cm}^2$

Korekcionni koeficijent neto/bruto preseka

 $K_n = 0.900$

Površina neto preseka

 $A_n = 405.00 \text{ cm}^2$

Stvarni napon smicanja(osa 2)

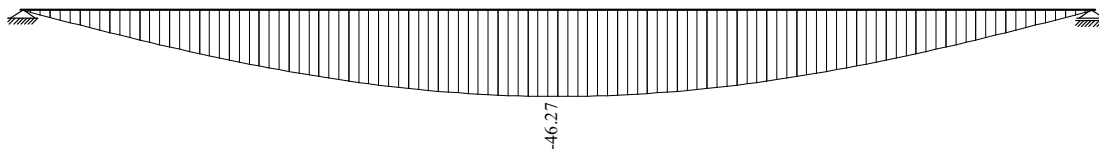
 $\tau_{2,d} = 0.461 \text{ MPa}$

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} (0.461 \leq 1.754)$$

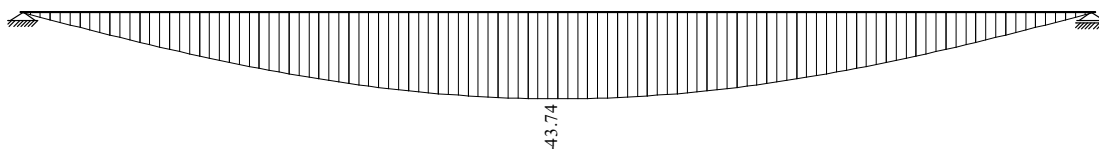
Iskorišćenje preseka je 26.3%

Uslov graničnog stanja nosivosti nije zadovoljen.

Opt. 10: [Karakteristične kombinacije] 6,7

Uticaji u gredi: max $Z_p = -0.00$ / min $Z_p = -46.27 \text{ m} / 1000$

Opt. 11: [Kvazi-stalne kombinacije] 6,8

Uticaji u gredi: max $Z_p = -0.00$ / min $Z_p = -43.74 \text{ m} / 1000$

Trenutni ugib grede usled karakteristične kombinacije opterećenja:

 $w_{inst} = 46,27 \text{ mm} > w_{inst,lim} = L/300 = 7300/300 = 24,33 \text{ mm}$ (uslov nije zadovoljen).Konačni ugib grede (za monolitno drvo, eksploatacionu klasu 1 i korekcionni koeficijent $k_{def} = 0,60$): $w_{fin} = w_{inst} + k_{def} \cdot w_{qs} = 46,27 + 0,60 \cdot 43,74 = 72,51 \text{ mm} > w_{fin,lim} = L/200 = 7300/200 = 36,50 \text{ mm}$ (uslov nije zadovoljen).



5.4. Statički proračun tavana drvene grede statičkog sistema prosta greda – Predlog rasterećenja

Stalno opterećenje

Sopstvenu težinu konstrukcijskih elemenata obračunava softverski paket. Zapreminska težina materijala definisana je u skladu sa SRPS EN 1991-1-1:2012 i SRPS EN 1991-1-1/NA:2015. Slojevi ugrađenog materijala na tavanjskoj međuspratnoj konstrukciji su pretpostavljeni za slučaj uklanjanja postojeće plafonske obrade i slojeva poda u tavanjskom prostoru na ovom delu i izrade novih savremenih završnih obrada koje bi bile predmet posebnog projekta (spušten plafon od gips-karton ploča na metalnoj potkonstrukciji i termoizolacija iznad nosača sa završnim podom).

Sloj	Debljina [cm]	Zap. tež. [kN/m ³]	Težina [kN/m ²]
Termoizolacija sa završnim podašćanjem	/	/	0,50
Spušten plafon (GK ploče na met. pot.) i instalacije	/	/	0,50
			1,00

Osovinski razmak glavnih drvenih greda je cca. $e = 90$ cm.

Stalno opterećenje svedeno na jednu drvenu međuspratnu gredu: $g = 1,00 \times 0,90 = 0,90$ kN/m.

Usvojeno **$g = 1,00$ kN/m.**

Korisno opterećenje

Intenzitet korisnog dejstva za kategoriju upotrebe H (krovovi koji se ne koriste, osim za uobičajeno održavanje), prema SRPS EN 1991-1-1:2012 i SRPS EN 1991-1-1/NA:2015, je $0,40$ kN/m².

Korisno opterećenje svedeno na jednu drvenu tavanjsku gredu: $q = 0,40 \times 0,90 = 0,36$ kN/m.

Usvojeno **$q = 0,40$ kN/m.**

Datoteka: Tavana greda - prosta greda – redukovano opterećenje.twp

Datum proračuna: 16.12.2025

Način proračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

- ☒ Teorija I-og reda ☐ Modalna analiza ☐ Stabilitnost
☐ Teorija II-og reda ☐ Seizmički proračun ☐ Faze građenja
☐ Nelinearan proračun

Veličina modela

Broj čvorova: 37
Broj pločastih elemenata: 0
Broj grednih elemenata: 36
Broj graničnih elemenata: 5
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 2
Broj kombinacija opterećenja: 6

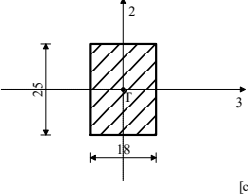
Jedinice mera

Dužina: m [cm,mm]
Sila: kN
Temperatura: Celsius



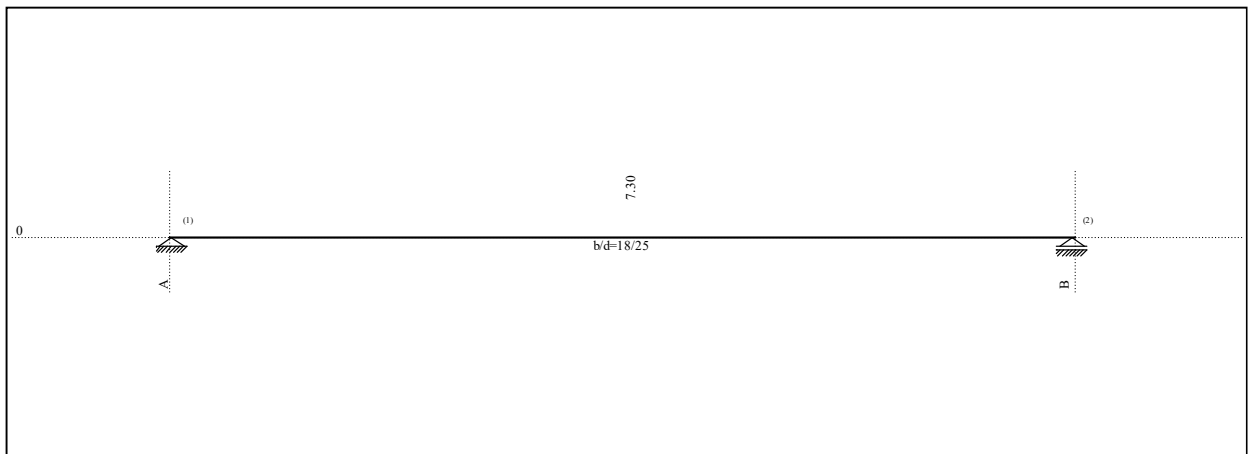
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Drvo - cetinari - masivno	1.000e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.000e+7	0.20

Napomena: Dimenzije poprečnog preseka grede su utvrđene merenjima na licu mesta.

Set: 1 Presek: b/d=18/25, Fiktivna ekscentričnost							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1 - Drvo - cetinar masivno	4.500e-2	3.750e-2	3.750e-2	2.705e-4	1.215e-4	2.344e-4

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2		1.000e+10	1.000e+10			

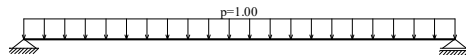
Napomena: Merenjem na licu mesta je utvrđena približna vrednost raspona grede imajući u vidu da oslonci nisu u potpunosti bili dostupni.



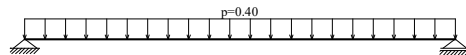
LC	Naziv
1	Stalno opterećenje (g)
2	Korisno opterećenje
3	Komb.: 1.35xI+1.5xII
4	Komb.: I+1.5xII
5	Komb.: 1.35xI
6	Komb.: I
7	Komb.: I+II
8	Komb.: I+0.6xII



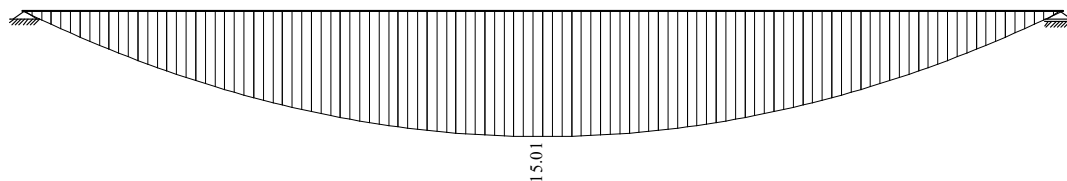
Opt. 1: Stalno opterećenje (g)



Opt. 2: Korisno opterećenje

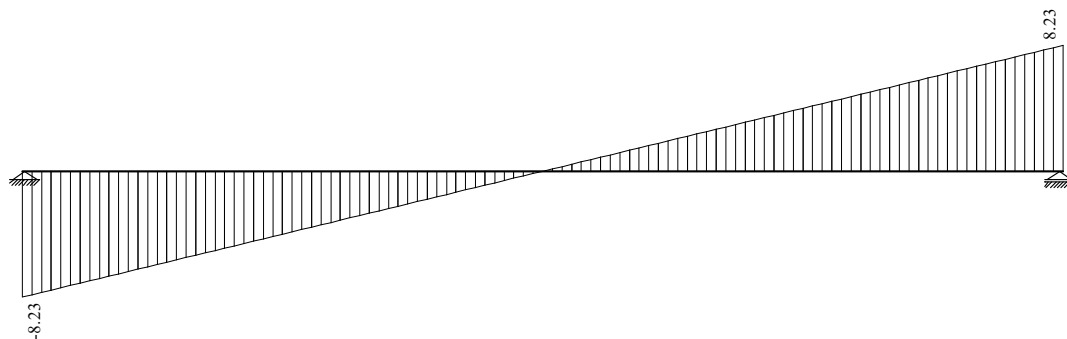


Opt. 9: [GSN] 3-6



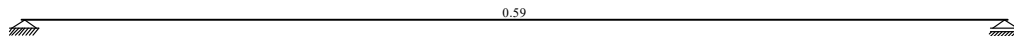
Uticaji u gredi: max $M_3 = 15.01$ / min $M_3 = -0.00$ kNm

Opt. 9: [GSN] 3-6



Uticaji u gredi: max $T_2 = 8.23$ / min $T_2 = -8.23$ kN

Napomena: Na osnovu preliminarne eksperimentalne analize mehaničkih karakteristika usvojeno je da je drvena konstrukcija izvedena od drveta klase čvrstoće C22 (*Ekspertski izveštaj – Glavni pregled sa ocenom stanja građevinske konstrukcije objekta Gimnazija „Bora Stanković“ i Gimnazija „Stevan Sremac“ u Nišu* 06 br. 24/14 od 14.7.2025. godine, Centar za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu).

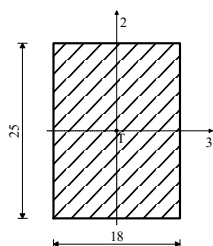


Kontrola stabilnosti



ŠTAP 1-37

Monolitno drvo četinari i meki listari - C22
Eksploataciona klasa 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

3. $\gamma=0.59$ 5. $\gamma=0.58$ 4. $\gamma=0.48$
6. $\gamma=0.43$

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 3, na 365.0 cm od početka štapa)

Momenat savijanja oko ose 3

 $M_{3ed} = -15.013 \text{ kNm}$

KONTROLA NAPONA - SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcionni koeficijent

Parcijalni koef. za karakteristike

materijala

 $K_{mod} = 0.800$ $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 2

 $Kh_2 = 1.000$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 3

 $Kh_3 = 1.000$

Faktor oblika (za pravougaoni presek)

 $km = 0.700$

Karakteristična čvrstoća na savijanje

 $f_{m,k} = 22.000 \text{ MPa}$

Računska čvrstoća na savijanje

 $f_{m,d} = 13.538 \text{ MPa}$

Otporni moment

 $W_3 = 1875.0 \text{ cm}^3$

Normalni napon savijanja oko ose 3

 $\sigma_{m3,d} = 8.007 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,d} (8.007 \leq 13.538)$$

Iskorišćenje preseka je 59.1%

KONTROLA SMIČUĆIH NAPONA

(slučaj opterećenja 3, početak štapa)

Transverzalna sila u pravcu ose 2

 $V_{2ed} = -8.226 \text{ kN}$

KONTROLA NAPONA - SMICANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcionni koeficijent

 $K_{mod} = 0.800$

Parcijalni koef. za karakteristike

 $\gamma_m = 1.300$

materijala

Karakteristični napon smicanja

 $f_{v,k} = 3.800 \text{ MPa}$

Računska čvrstoća smicanja

 $f_{v,d} = 2.338 \text{ MPa}$

Površina poprečnog preseka

 $A = 450.00 \text{ cm}^2$

Korekcionni koeficijent neto/bruto

 $K_n = 0.900$

preseka

Površina neto preseka

 $A_n = 405.00 \text{ cm}^2$

Stvarni napon smicanja(osa 2)

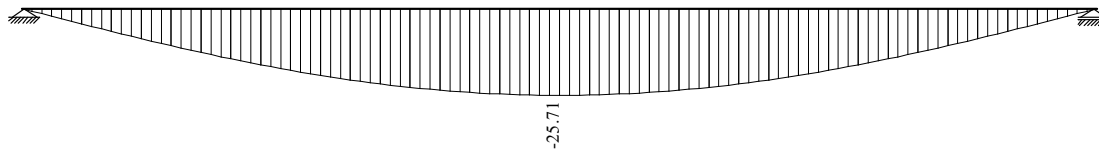
 $\tau_{2,d} = 0.305 \text{ MPa}$

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} (0.305 \leq 2.338)$$

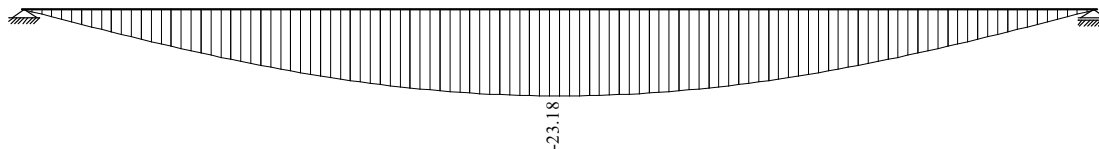
Iskorišćenje preseka je 13.0%

Uslov graničnog stanja nosivosti je zadovoljen.

Opt. 10: [Karakteristične kombinacije] 6,7

Uticaji u gredi: max $Z_p = -0.00$ / min $Z_p = -25.71 \text{ m} / 1000$

Opt. 11: [Kvazi-stalne kombinacije] 6,8

Uticaji u gredi: max $Z_p = -0.00$ / min $Z_p = -23.18 \text{ m} / 1000$

Trenutni ugib grede usled karakteristične kombinacije opterećenja:

 $w_{inst} = 25.71 \text{ mm} > w_{inst,lim} = L/300 = 7300/300 = 24.33 \text{ mm}$ (uslov nije zadovoljen).Konačni ugib grede (za monolitno drvo, eksploatacionu klasu 1 i korekcionni koeficijent $k_{def} = 0.60$): $w_{fin} = w_{inst} + k_{def} \cdot w_{qs} = 25.71 + 0.60 \cdot 23.18 = 39.62 \text{ mm} > w_{fin,lim} = L/200 = 7300/200 = 36.50 \text{ mm}$ (uslov nije zadovoljen).



6. PREDLOG NEOPHODNIH MERA REKONSTRUKCIJE I SANACIJE PREDMETNE KONSTRUKCIJE

Sanacioni radovi na tavanici sprata zapadnog krila objekta mogu se podeliti na:

Radovi I prioriteta

Tavanice iznad sala 26 i 27 su kompletno predviđene za ojačanje. Navedene tavanice nisu pretrpele značajnija oštećenja ali su izvorno izvedene sa dimenzijama greda koje za statički sistem proste grede i trenutno opterećenje ne zadovoljavaju granično stanje nosivosti i upotrebljivosti. S obzirom da je predmetna tavanica poslednja, pristup tavanjačama je jednostavan i ojačanje se može izvesti: uklanjanjem sloja blata, uklanjanjem podašćanja, dodavanjem jednog ili dva obrazna nosača od drveta postojećim gredama, tj. udvajanjem greda. Zamena plafonske konstrukcije bila bi opcionala, tj. nije neophodna ali se preporučuje njena zamena imajući u vidu da je grednik jednostruk i da bi tokom radova na ojačanju postojeći krečni malter na trsci i letvama ispucao. Radovi na rekonstrukciji tavanice su prilika da se ujedno reše i pitanja: protivpožarne otpornosti konstrukcije, zamene elektroinstalacija, ugradnje aktivne parne brane iznad plafona, dodavanja slojeva termoizolacije u debljini prema trenutno važećim zahtevima energetske efikasnosti, zatvaranje celokupnog sklopa građevinskom folijom odgovarajućeg Sd faktora (paropropusna vodonepropusna), ponovno podašćanje kako bi tavanski prostor nastavio da bude prohodan. Minimalna intervencija na tavanicama iznad sala 26 i 27 bila bi uklanjanje sloja blata, čišćenje, ponovno podašćanje i zamena postojećeg plafona spuštenim plafonom od GK ploča. Ovim bi se tavanice rasteretile i zadovoljavale bi granično stanje nosivosti ali ne bi zadovoljavale granično stanje upotrebljivosti. Sale 26 i 27 bi mogle da se koriste, ali bi pristup i upotreba tavana bile zabranjeni.

Po sličnom principu treba izvesti i ojačanje kritično oštećenih tavanjača u preostalom delu zapadnog krila. Potpuna zamena oštećenih tavanjača je nemoguća bez delimične ili potpune zamene plafonske konstrukcije, što je neracionalno. Zamenu pojedinačnih tavanjača razmatrati isključivo uz potpunu zamenu plafonske konstrukcije u datim salama. Sanacija oštećenih delova tavanjača postupkom reparacije tj. lepljenjem mijalinskim lepkom ili epoksidnim smolana zamenskih delova greda je neracionalna u ovom slučaju. Ojačanje trenutno oštećenih greda je najjednostavnije izvesti udvajanjem greda ili dodavanjem sestrinskih greda, tj. obraznih nosača sa obe strane uz zadržanje postojeće plafonske konstrukcije. Zamena plafonske konstrukcije u pojedinim salama savremenijim rešenjima je moguća nezavisno od ojačanja tavanice, može se izvesti naknadno kako se budu obezbeđivala materijalna sredstva, tj. kasnije u odnosu na trenutno urgentne radove na sanaciji i ojačanju oštećenih tavanjača. Sprezanje postojećih i novoprojektovanih greda izvesti štapastim spojnim sredstvima (navojnim šipkama, zavrtnjima, ekserima, ...). Nakon sanacije i ojačanja kritičnih tavanjača vratiti podašćanje, a zemljani nasip trajno ukloniti. S obzirom da postojeće tavanjače sistema kontinualnog nosača na dva polja ne zadovoljavaju granično stanje upotrebljivosti i nakon završetka sanacionih radova tavan se ne sme koristiti.

Neophodno je prezidati i ojačati oslonac krovnog vezača br. 6 u osi B.

Neophodno je izvesti veksiranje tavanjače dodavanjem grede menjačice na mestu grupe dimnjaka u osi 4 (kritična tačka br. 7)

Radovi II prioriteta

Konstrukciju tavanica sprata treba zameniti savremenijim tehničkim rešenjem. Najprikladniji vid ojačanja bila bi izrada spregnute tavanice drvo-armirani beton sa ili bez TR lima kao izgubljene oplata. Iz uslova tehnološke izvodljivosti optimalna debljina dodatnog sloja betona bi bila 6 cm. Armiranje spregnute ploče je jednostruko u sredini visine zavarenim armaturnim mrežama. Sprezanje AB ploče sa drvenim tavanjačama treba izvesti uobičajenim postupkom štapastim spojnim sredstvima. Spoju dodatnog sloja armiranog betona i zidova treba obezbediti adekvatnu smičuću nosivost sidrenjem armaturnih trnova u obodne zidove. Po obodu objekta i iznad unutrašnjih zidova treba izvesti prstene od armiranobetonskih serklaža. Ovim bi se pobojšale aseizmičke performanse tavanice, onemogućilo bi se dalje razmicanje fasadnih zidova, sprečila propagacija pukotina u lukovima komunikacionog trakta, stvorila bi se osnova za ojačanje nadzidaka venca čime bi se integralno rešio problem trajne sanacije oslonaca krovnih vezača. Smanjila bi se ugroženost tavanice od eventualnog prodora kišnice sa krova. Dobila bi se veća trajnost konstrukcije. Plafonsku konstrukciju uraditi od gips karton ploča uz zadovoljenje protivpožarnih uslova. Izvesti adekvatan elektroenergetski razvod za potrebe osvetljenja. Ugraditi potrebnu debljinu termoizolacionog sloja prema trenutno važećem pravilniku o energetskej efikasnosti.

Varijantno rešenje ojačanja tavanice sa izradom spregnute tavanice drvo-beton je složenije, vremenski i finansijski zahtevnije, ali pruža značajno povećanje nosivosti čime se otvara mogućnost prenamene tavana u potkrovlje.



7. ZAKLJUČAK



Na osnovu izrađenog Ekspertskog izveštaja – Ocena stanja tavanjača u zapadnom krilu zgrade Gimnazije „Bora Stanković“ u Nišu, ul. Vožda Karađorđa br. 27, 18000 Niš, na k.p. br. 2067 KO Niš „Ćele Kula“, mogu se izneti sledeći zaključci:

- Kontrolnim statičkim proračunom drvenih tavanjača iznad sala 26 i 27 potvrđeno je da ovako koncipirana tavanica sa elementima datih dimenzija poprečnog preseka ne zadovoljava granično stanje nosivosti i granično stanje upotrebljivosti;
- Pregledom konstrukcije drvene tavanice sprata zapažene su prekomerne deformacije;
- Tavanice iznad sala 26 i 27 se moraju ojačati. Do tada sale se ne smeju upotrebljavati;
- Kontrolnim pregledom drvenih tavanjača sprata ustanovljeno je da su one u opštem dobrom stanju, a da je prisustvo truleži i prisustvo crvotočina lokalno;
- Kontrolnim pregledom su ustanovljena oštećenja pojedinačnih greda koje su bile izložene vlaženju usled prokišnjavanja krova i njihov položaj je jasno naznačen u grafičkoj dokumentaciji;
- Kritično oštećene grede se moraju sanirati i ojačati prema napred navedenim preporukama;
- Sale sprata zapadnog krila mogu se koristiti tek nakon sanacije tavanice, s tim da tavanice treba pratiti i u skorijoj budućnosti zameniti savremenijim tipom konstrukcije;
- Tavanica sprata zadovoljava granično stanje nosivosti, ali ne ispunjava granična stanja upotrebljivosti. Tako da i nakon sanacije oštećenih tavanjača tavan se ne sme koristiti bez dodatnog ojačanja tavanice;
- Potrebna nosivost i eksploataciona sigurnost konstrukcije tavanice sprata može se postići predloženim merama konstrukcijske sanacije datim u Poglavlju 6;
- Do završetka neodložnih radova na sanaciji i rekonstrukciji tavanice sprata nalaže se dalje zadržavanje van upotrebe sprata zapadnog krila. Navedenim prostorijama zabraniti pristup đacima, nastavnom osoblju škole i trećim licima.

Pre izvođenja bilo kojih radova neophodno je uraditi projektno-tehničku dokumentaciju sanacije i rekonstrukcije objekta u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, važećim pravilnicima, standardima, propisima, normativima i pravilima struke. Sve aktivnosti u fazi projektovanja i izvođenja budućih radova detaljno usaglasiti sa Zavodom za zaštitu spomenika kulture Niš.

Niš, decembar 2025. godine

Sastavili:

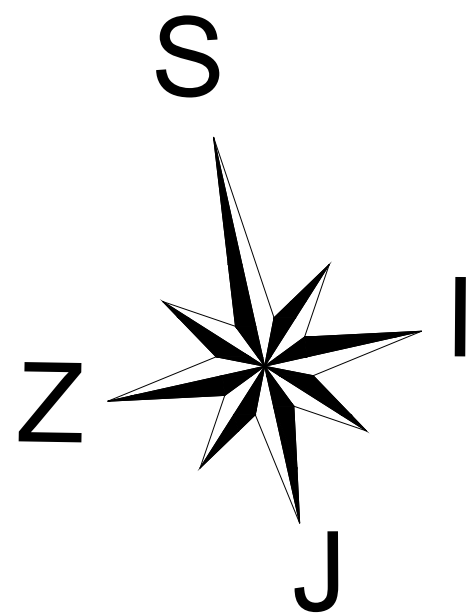
Doc. dr Predrag Petronijević, dipl. inž. građ.

Doc. dr Andrija Zorić, mast. inž. građ.

Licenca br. 341 I136 21



8. GRAFIČKI PRILOZI



Ispitni trakt br. 11, kritične tačke 1 i 2 uz zid u osi E



Ispitni trakt br. 7, kritična tačka 5 uz zid u osi E



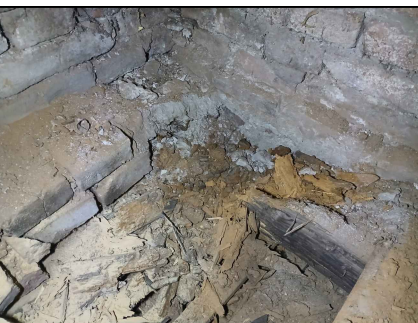
Ispitni trakt br. 7, tavanjača nije "vekslovana"



Oslonac krovnog vezača br. 6 u osi B



Ispitni trakt br. 7, kritična tačka 3 uz zid u osi E



Ispitni trakt br. 11, kritična tč. 6 kod zida C/D



Ispitni trakt br. 6, kritična tačka 8 uz zid u osi D



Ispitni trakt br. 1 dimenzije tavanjača sistema proste grede



Ispitni trakt br. 7, kritična tačka 4 uz zid u osi E



Ispitni trakt br. 9, kritična tačka br. 9 uz zid u osi A/B



Ispitni trakt br. 8, kritična tačka 10 uz zid u osi B



Ispitni trakt br. 1 dimenzije tavanjača sistema proste grede

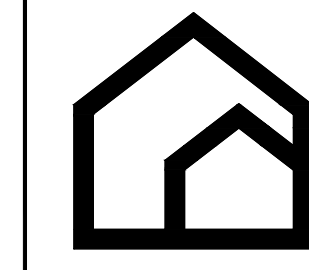


LEGENDA ŠRAFURA:

- Zid zidan opekom
- Traktovi i kaverne otvorene u tavanjskoj konstrukciji
- Tavanjače sa kritičnim oštećenjima

NAPOMENA:
Šematska dispozicija je urađena na osnovu: uvida konstrukcijskih elemenata na licu mesta na otvorenim ispitnim traktovima u širini od 80cm uz oslonce na fasadnim zidovima i uvalama, dostupnoj dokumentaciji Zavoda za zaštitu spomenika kulture Niš, dok je ostatak pretpostavljen i može odstupati od faktičkog stanja.

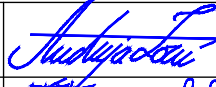
OSNOVA SPRATA - DISPOZICIJA TAVANICE POSTOJEĆE STANJE



UNIVERZITET
U NIŠU

GRADEVINSKO
ARHITEKTONSKI
FAKULTET

CENTAR ZA
GRADEVINARSTVO I
ARHITEKTURU
Aleksandra Medvedeva 14,
18104 Niš, Srbija

NARUČILAC POSLA	Gimnazija „Bora Stanković“ i Gimnazija „Stevan Sremac“, Vožda Karađorđa br. 27, 18000 Niš, Republika Srbija		
OBJEKAT	Objekat Gimnazija „Bora Stanković“ u Nišu		
PREDMET	OSNOVA SPRATA		
DEO ELABORATA	FAZA	RAZMERA	LIST BROJ
	K	R=1:100	01
VRSTA DOKUMENTACIJE	EI - EKSPERTSKI IZVEŠTAJ		
EKSPERTSKI IZVEŠTAJ SA OCENOM STANJA TAVANJAČA U ZAPADNOM KRILU OBJEKTA			
Izveštaj sastavio: Licenca broj: 341 II 36 21	Doc. dr A. Zorić, mast. ing. grad.		
Izveštaj sastavio:	Doc. dr P. Petronijević, dipl. ing. grad.		
DATUM	Decembar 2025.		



9. PRILOG



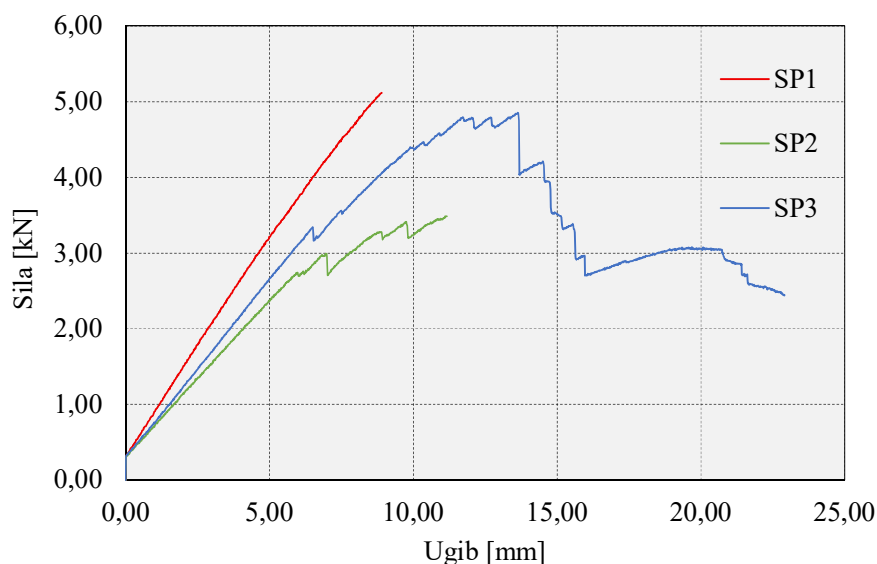
9.1. Eksperimentalno određivanje mehaničkih karakteristika drveta

Za potrebe kontrolnih proračuna tavanjača sprata realizovanih u okviru (tačke 5) preuzeti su rezultati eksperimentalnog ispitivanja mehaničkih karakteristika drveta, karakteristične čvrstoće na savijanje $f_{m,k}$ i srednje vrednosti modula elastičnosti paralelno vlaknima $E_{0,mean}$ iz *Ekspertskog izveštaja – Glavni pregled sa ocenom stanja građevinske konstrukcije objekta Gimnazija „Bora Stanković“ i Gimnazija „Stevan Sremac“ u Nišu* 06 br. 24/14 od 14.7.2025. godine koji je izradio Centar za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu.

Formirana su tri uzorka za ispitivanje prizmatičnog oblika dimenzija prikazanih u Tabeli 1. Ispitivanje je urađeno na hidrauličnoj presi sa automatskim priraštajem sile. Statički sistem ispitnih uzoraka je prosta greda raspona 745 mm, dok je sila aplicirana u polovini raspona. Hidraulična presa je povezana sa akvizicionim instrumentom, pri čemu je meren intenzitet sile i veličina hoda klipa prese (ugib uzorka) na svakih 0,1 sec. Na osnovu prikupljenih i obrađenih podataka ispitivanja definisane su funkcije zavisnosti sila-pomeranje sva tri uzorka (*Slika 27*). Uzorci su ispitivani do loma. Na osnovu rezultata se zaključuje da je kod uzorka SP1 došlo do progresivnog loma u zoni levog oslonca gde postoji defekt drveta (čvor), dok je kod uzoraka SP2 i SP3 nastupao delimični sukcesivni lom pojedinačnih vlakana drveta sve do konačnog otkaza uzoraka. Takođe, i kod ovih uzoraka je lom nastupio u zoni defekata drveta.

Tabela 1. Dimenzije ispitnih uzoraka

Uzorak	Širina poprečnog preseka [mm]	Visina poprečnog preseka [mm]	Dužina [mm]
SP1	53	56	800
SP2	49	51	
SP3	51	52	



Slika 25. Zavisnost sila-pomeranje ispitnih uzoraka

Na osnovu izmerenog maksimalnog intenziteta sile, na osnovu koga je preračunat maksimalni moment savijanja, kao i na osnovu sračunatih otpornih momenata preseka uzoraka, sračunate su vrednosti čvrstoća na savijanje drveta. Statističkom obradom podataka određene su aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata, a zatim je primenom korekcionog koeficijenta za broj uzoraka određena karakteristična čvrstoća drveta $f_{m,k}$ (*Tabela 2*).

Tabela 2. Statistička obrada rezultata eksperimentalnog ispitivanja mehaničkih karakteristika drveta

Uzorak	SP1	SP2	SP3
Maksimalna sila F [kN]	5.12	3.48	4.85
Raspon l [mm]	745		
Maksimalni moment savijanja F/4 [Nmm]	952692.03	648991.11	903549.60
Poprečni presek b/h [mm]	53/56	49/51	51/52
Otporni moment $W=bh^2/6$ [mm ³]	27701.33	21241.50	22984.00
Čvrstoća na savijanje f_m [N/mm ²]	34.39	30.55	39.31
Aritmetička sredina čvrstoće na savijanje $f_{m,s} = 1/n \sum f_m$ [N/mm ²]	3.54		
Standardna devijacija čvrstoće na savijanje $\sigma_m = \sqrt{1/(n-1) \sum (f_m - f_{m,s})^2}$ [N/mm ²]	0.13		
Korekcionni koeficijent koji zavisi od broja uzoraka k_s (SRPS EN 14358:2016)	3.15		
Karakteristična čvrstoća na savijanje $f_{m,k} = \exp(f_{m,s} - k_s \sigma_m)$ [N/mm ²]	23.24		
Krutost $k = F/v$ [kN/mm] (određeno na osnovu vrednosti ugiba usled sila 0,1F i 0,4F)	0.59	0.41	0.46
Konačna vrednost modula elastičnosti paralelno vlaknima $E_{0,mean,fin} = I^3 k / (48I)$ [kN/mm ²]	6.56	6.59	6.66
Srednja vrednost konačne vrednosti modula elastičnosti paralelno vlaknima $E_{0,mean,fin,s} = 1/n \sum E_{0,mean,fin}$ [kN/mm ²]	6.60		
Koeficijent za procenu deformacije usled tečenja k_{def} (za monolitno drvo i eksploatacionu klasu 2)	0.80		
Srednja vrednost modula elastičnosti paralelno vlaknima $E_{0,mean} = E_{0,mean,fin,s} (1 + k_{def})$ [kN/mm ²]	11.89		

Eksperimentalno određena karakteristična čvrstoća drveta na savijanje je $f_{m,k} = 23,24$ MPa, dok je srednja vrednost modula elastičnosti paralelno vlaknima $E_{0,mean} = 11,89$ kN/mm². U skladu sa ovim mehaničkim karakteristikama, u proračunskom modelu se može usvojiti, prema EN 338:2009, da je drvo klase čvrstoće C22 ($f_{m,k} = 22$ MPa, $E_{0,mean} = 10$ kN/mm²).



9.2. Izvod iz baze podataka katastra nepokretnosti



ИЗВОД ИЗ БАЗЕ ПОДАТАКА КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ

Подаци о непокретности	5479ea0c-8a6a-46ab-b67e-7c7086819017
Матични број општине:	71331
Општина:	МЕДИЈАНА
Матични број катастарске општине:	729809
Катастарска општина:	НИШ "ЂЕЛЕ КУЛА"
Датум ажурности:	20.06.2025. 16:06
Служба:	НИШ
1. Подаци о парцели - А лист	
Потес / Улица:	ВОЖДА КАРАЂОРЂА
Број парцеле:	2067
Површина m ² :	9252
Подаци о делу парцеле	
Број дела:	1
Врста земљишта:	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
Култура:	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ
Површина m ² :	2355
Имаоци права на парцели - Б лист	
Назив:	РЕПУБЛИКА СРБИЈА
Лице уписано са матичним бројем:	НЕ (више информација)
Врста права:	СВОЈИНА
Облик својине:	ЈАВНА СВОЈИНА
Удео:	1/1
Терети на парцели - Г лист	
*** Нема терета ***	
Забележба парцеле	
*** Нема забележбе ***	



ИЗВОД ИЗ БАЗЕ ПОДАТАКА КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ

Подаци о непокретности	18a2b4ab-3f46-4827-9f89-c8ef66c8b322
Матични број општине:	71331
Општина:	МЕДИЈАНА
Матични број катастарске општине:	729809
Катастарска општина:	НИШ "ЂЕЛЕ КУЛА"
Датум ажурности:	20.06.2025. 16:06
Служба:	НИШ
1. Подаци о парцели - А лист	
Потес / Улица:	ВОЖДА КАРАЂОРЂА
Број парцеле:	2067
Површина m²:	9252
Подаци о делу парцеле	
Број дела:	1
Врста земљишта:	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
Култура:	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ
Површина m²:	2355
Имаоци права на парцели - Б лист	
Назив:	РЕПУБЛИКА СРБИЈА
Лице уписано са матичним бројем:	НЕ (више информација)
Врста права:	СВОЈИНА
Облик својине:	ЈАВНА СВОЈИНА
Удео:	1/1
Терети на парцели - Г лист	
*** Нема терета ***	
Забележба парцеле	
*** Нема забележбе ***	
2. Подаци о зградама и другим грађевинским објектима - В1 лист	
Број објекта:	1
Назив улице:	ВОЖДА КАРАЂОРЂА 27
Кућни број:	
Кућни подброј:	
Површина m²:	2355
Корисна површина m²:	ПОВРШИНА НИЈЕ ЕВИДЕНТИРАНА
Грађевинска површина m²:	ПОВРШИНА НИЈЕ ЕВИДЕНТИРАНА
Начин коришћења и назив објекта:	ОБЈЕКАТ СРЕДЊЕГ ОБРАЗОВАЊА-ГИМНАЗИЈА СТЕВАН СРЕМАЦ
Правни статус објекта:	ОБЈЕКАТ ИЗГРАЂЕН ПРЕ ДОНОШЕЊА ПРОПИСА О ИЗГРАДЊИ ОБЈЕКТА
Број етажа под земљом:	
Број етажа приземље:	1
Број етажа над земљом:	
Број етажа поткровље:	

Имаоци права на објекту	
Назив:	ГИМНАЗИЈА "СТЕВАН СРЕМАЦ"
Лице уписано са матичним бројем:	ДА
Врста права:	КОРИСНИК
Облик својине:	
Удео:	1/1
Назив:	РЕПУБЛИКА СРБИЈА
Лице уписано са матичним бројем:	НЕ (више информација)
Врста права:	СВОЈИНА
Облик својине:	ДРЖАВНА РС
Удео:	1/1
Терети на објекту - Г лист	
Врста терета:	ЗАБЕЛЕЖБА СВОЈСТВА КУЛТУРНОГ ДОБРА
Датум уписа:	14.6.2005.
Трајање терета:	
Опис терета:	*
Забележка објекта	
*** Нема забележбе ***	



ИЗВОД ИЗ БАЗЕ ПОДАТАКА КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ

Подаци о непокретности	56ec33cd-19d8-415a-8c89-18c4d69e70c9
Матични број општине:	71331
Општина:	МЕДИЈАНА
Матични број катастарске општине:	729809
Катастарска општина:	НИШ "ЂЕЛЕ КУЛА"
Датум ажурности:	20.06.2025. 16:06
Служба:	НИШ
1. Подаци о парцели - А лист	
Потес / Улица:	ВОЖДА КАРАЂОРЂА
Број парцеле:	2067
Површина m ² :	9252
Подаци о делу парцеле	
Број дела:	2
Врста земљишта:	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
Култура:	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ
Површина m ² :	336
Имаоци права на парцели - Б лист	
Назив:	РЕПУБЛИКА СРБИЈА
Лице уписано са матичним бројем:	НЕ (више информација)
Врста права:	СВОЈИНА
Облик својине:	ЈАВНА СВОЈИНА
Удео:	1/1
Терети на парцели - Г лист	
*** Нема терета ***	
Забележба парцеле	
*** Нема забележбе ***	



ИЗВОД ИЗ БАЗЕ ПОДАТАКА КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ

Подаци о непокретности	b8a12627-a085-448b-a60a-b6c0d8da6daa
Матични број општине:	71331
Општина:	МЕДИЈАНА
Матични број катастарске општине:	729809
Катастарска општина:	НИШ "ЂЕЛЕ КУЛА"
Датум ажурности:	20.06.2025. 16:06
Служба:	НИШ
1. Подаци о парцели - А лист	
Потес / Улица:	ВОЖДА КАРАЂОРЂА
Број парцеле:	2067
Површина m ² :	9252
Подаци о делу парцеле	
Број дела:	2
Врста земљишта:	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
Култура:	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ
Површина m ² :	336
Имаоци права на парцели - Б лист	
Назив:	РЕПУБЛИКА СРБИЈА
Лице уписано са матичним бројем:	НЕ (више информација)
Врста права:	СВОЈИНА
Облик својине:	ЈАВНА СВОЈИНА
Удео:	1/1
Терети на парцели - Г лист	
*** Нема терета ***	
Забележка парцеле	
*** Нема забележбе ***	
2. Подаци о зградама и другим грађевинским објектима - В1 лист	
Број објекта:	2
Назив улице:	ВОЖДА КАРАЂОРЂА
Кућни број:	
Кућни подброј:	
Површина m ² :	336
Корисна површина m ² :	ПОВРШИНА НИЈЕ ЕВИДЕНТИРАНА
Грађевинска површина m ² :	ПОВРШИНА НИЈЕ ЕВИДЕНТИРАНА
Начин коришћења и назив објекта:	ПОМОЋНА ЗГРАДА
Правни статус објекта:	ОБЈЕКАТ ИЗГРАЂЕН ПРЕ ДОНОШЕЊА ПРОПИСА О ИЗГРАДЊИ ОБЈЕКТА
Број етажа под земљом:	
Број етажа приземље:	1
Број етажа над земљом:	
Број етажа поткровље:	

Имаоци права на објекту	
Назив:	ГИМНАЗИЈА "СТЕВАН СРЕМАЦ"
Лице уписано са матичним бројем:	ДА
Врста права:	КОРИСНИК
Облик својине:	
Удео:	1/1
Назив:	РЕПУБЛИКА СРБИЈА
Лице уписано са матичним бројем:	НЕ (више информација)
Врста права:	СВОЈИНА
Облик својине:	ДРЖАВНА РС
Удео:	1/1
Терети на објекту - Г лист	
*** Нема терета ***	
Забележба објекта	
*** Нема забележбе ***	



ИЗВОД ИЗ БАЗЕ ПОДАТАКА КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ

Подаци о непокретности	208d48f6-6f58-494a-8bdb-cdb38ecdd5b3
Матични број општине:	71331
Општина:	МЕДИЈАНА
Матични број катастарске општине:	729809
Катастарска општина:	НИШ "ЂЕЛЕ КУЛА"
Датум ажурности:	20.06.2025. 16:06
Служба:	НИШ
1. Подаци о парцели - А лист	
Потес / Улица:	ВОЖДА КАРАЂОРЂА
Број парцеле:	2067
Површина m ² :	9252
Подаци о делу парцеле	
Број дела:	3
Врста земљишта:	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
Култура:	ЗЕМЉИШТЕ УЗ ЗГРАДУ И ДРУГИ ОБЈЕКАТ
Површина m ² :	6561
Имаоци права на парцели - Б лист	
Назив:	РЕПУБЛИКА СРБИЈА
Лице уписано са матичним бројем:	НЕ (више информација)
Врста права:	СВОЈИНА
Облик својине:	ЈАВНА СВОЈИНА
Удео:	1/1
Терети на парцели - Г лист	
*** Нема терета ***	
Забележба парцеле	
*** Нема забележбе ***	