

NAPREDNI INŽENJERSKI PRISTUP NA PRIMERU SANACIJE I REKONSTRUKCIJE ČELIČNE KONSTRUKCIJE POSLOVNOG OBJEKTA / ADVANCED ENGINEERING APPROACH TO THE EXAMPLE OF REPAIR AND RECONSTRUCTION OF THE STEEL STRUCTURE OF A BUSINESS FACILITY

Ivan Milojević¹, Mirsad Tarić¹, Veis Serifi², Lidija Babić¹

¹ University of Pristina, Faculty of Technical Sciences, Architecture, Kosovska Mitrovica,

² IUT, Fakultet politehničkih nauka Travnik, Aleja Konzula – Meljanac bb, 72270 Travnik, BiH
e-mail: ivan.milojevic@pr.ac.rs, mirsad.taric@pr.ac.rs, lidija.babic@pr.ac.rs,
serifiveis@gmail.com

Stručni članak

<https://www.doi.org/10.58952/zr20251401273>

UDK / UDC 624.014.2:725.4[624.131]

Sažetak

Objekat se sastoji od prizemlja i dva sprata, osnove širine 15940 mm, dužine 39490 mm sa visinskim kotama prizemlja $\pm 0,00$, spratova +5,00 m, +11,60 m i kosim krovom u dvostranom padu. Promena namene objekta uslovlila je potrebu za promenom rastera stubova iznad kote +5,00 m. Posledica uklanjanja reda stubova iznad kote +5,00 m, dovodi do promene statičkog sistema povećanjem raspona rešetkastog podnog nosača na koti +11,60 m, sa dva raspona 9,0+11,04 m na 21,04 m. Uklanjanje reda stubova bez prethodne globalne analize nostivosti i stabilnosti konstrukcije dovelo je do prekomernog ugiba međuspratne konstrukcije na koti +11,60 m i deformacija ramova u podužnom pravcu. Rekonstrukcijom je predviđeno uklanjanje armirano betonske ploče u nivou +11,60 m, i dodavanjem novih elemenata podnim nosačima formirani su krovni tropojasni rešetkasti nosači. Ovom rekonstrukcijom objektu je promenjena spratnost i prelazi u objekat sa prizemljem i jednim spratom. Sanacijom postojeće konstrukcije predviđeno je ojačanje stubova zavarivanjem U profila, ojačanje donjih pojaseva podnih nosača u nivou +5,00 m, ugradnja dodatnih vertikalnih spregova u podužnom i poprečnom pravcu. Prostorni računski model je urađen u softveru Auto desk Robot 2019.

Ključne reči: rešetkasti nosači, ojačanje stubova, podni nosači

JEL klasifikacija: R31, L74

Abstract

The building consists of a ground floor and two floors, the base is 15940 mm wide, 39490 mm long, with ground floor elevations of ± 0.00 , floors +5.00 m, +11.60 m and a sloping roof with a double slope. The change in the purpose of the building caused the need to change the grid of the columns above the elevation of +5.00 m. The consequence of removing the row of columns above the elevation +5.00 m, leads to a change in the static system by increasing the span of the lattice floor support at the elevation +11.60 m, from two spans 9.0+11.04 m to 21.04 m. The removal of the row of columns without a previous global analysis of the load-bearing capacity and stability of the structure led to excessive deflection of the inter-story structure at an elevation of +11.60 m and deformation of the frames in the longitudinal direction. The reconstruction provided for the removal of the reinforced concrete slab at the +11.60 m level, and by adding new elements to the floor supports, three-band roof trusses were formed. With this reconstruction, the number of floors of the building was changed and it becomes a building with a ground floor and one floor. Renovation of the existing structure envisages strengthening of columns by welding U-profiles, strengthening of the lower belts of floor supports at the level of +5.00 m, installation of additional vertical couplings in the longitudinal and transverse directions. The spatial calculation model was made in Auto desk Robot 2019 software.

Key words: lattice supports, column reinforcement, floor support

JEL classification: R31, L74

UVOD

Objekat se sastoji od prizemlja i dva sprata, sa kosim krovom u dvostranom padu.

Dimenzije objekta su širine 15,94 m, dužine 39,49 m osovinski, sa kotama prizemlja $\pm 0,00$, kota prvog sprata $+5,00$ m i kota drugog sprata $+11,60$ m.

Konstrukcija prizemlja studija se sastoji od tri reda u poprečnom i šest redova stubova u podužnom pravcu i aneksom sa dva reda poprečnom i četiri reda stubova u podužnom pravcu, slika 1.

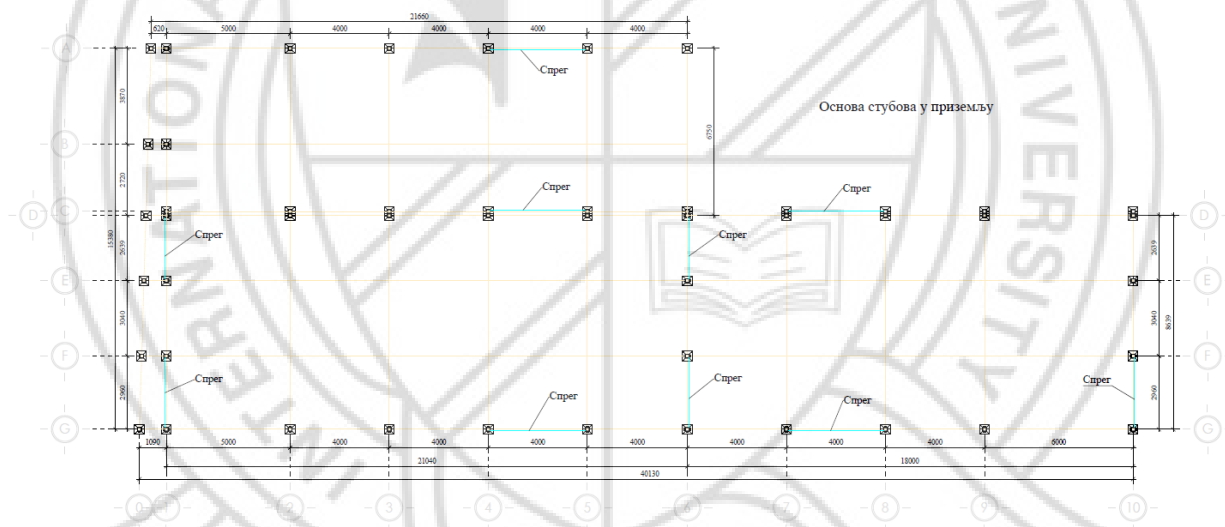
Međuspratna konstrukcija iznad prizemlja se sastoji od rešetkastih čeličnih nosača u poprečnom pravcu i armirano betonske ploče na rebrastom limu bez sprežanja sa rešetkastim nosačima.

Konstrukcija prvog sprata je prethodno imala raster stubova kao u prizemlju a naknadnom promenom izvršeno je uklanjanje srednjeg reda stubova prikazanom u osnovi na slici 2.

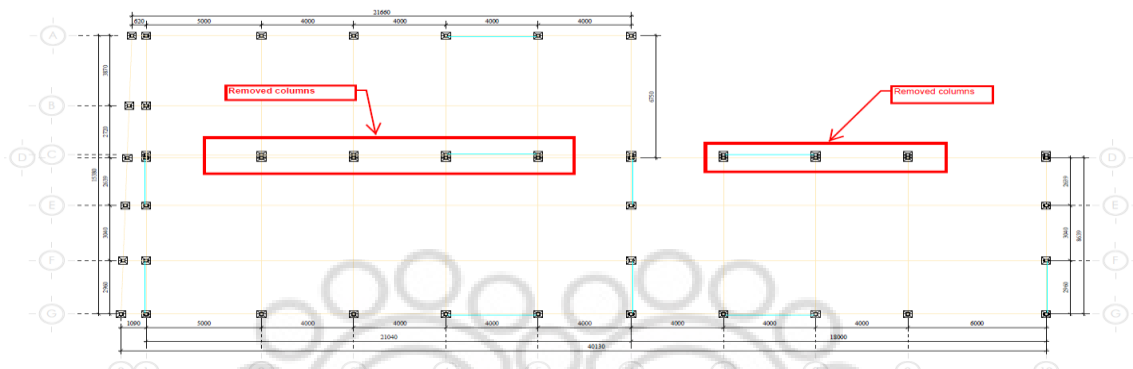
Međuspratna konstrukcija iznad prvog sprata se sastoji od rešetkastih nosača u ortogonalnom pravcu formirajući prostorni rešetkasti sistem i armirano betonske ploče na profilisanom limu bez sprežanja sa rešetkastim nosačima.

Konstrukcija drugog sprata se sastoji od dva reda stubova i krovnim rešetkastim nosačima u poprečnom pravcu.

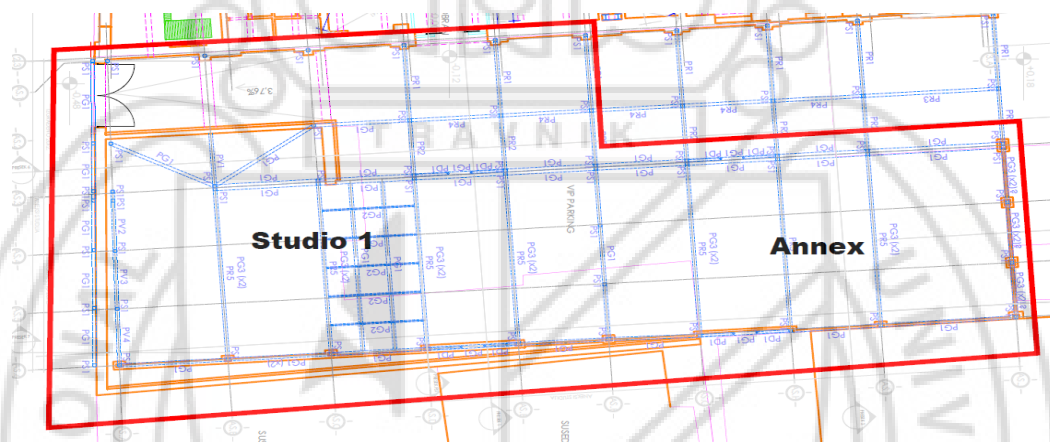
Povećanje rastera stubova prvog sprata, odnosno uklanjanje srednjeg reda stubova, izazvali je promenu statičkog sistema rešetkastih nosača međuspratne konstrukcije iznad prvog sprata. Ova promena je narušila granična stanja međuspratne konstrukcije drugog sprata kao i konstrukcije u celini. Dodatne negativne uticaje u konstrukciji izazvali su i loše izvedeni konstruktivi elementi i detalji.



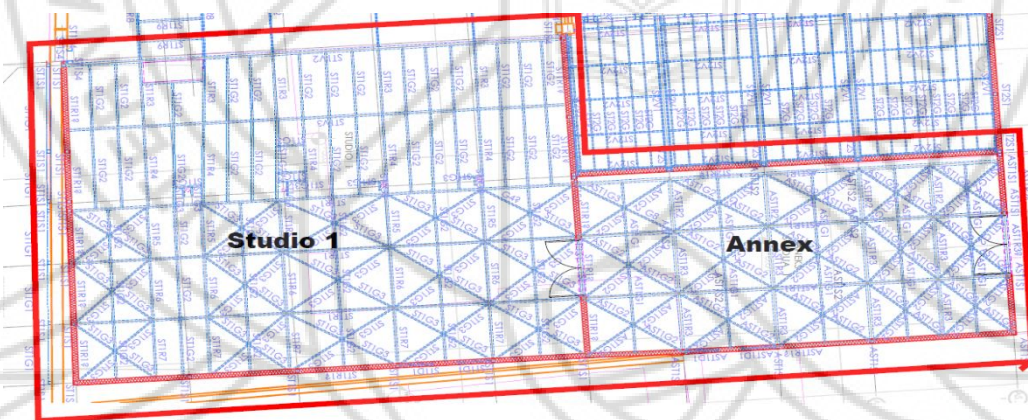
Slika 1. Osnova rastera stubova prizemlja



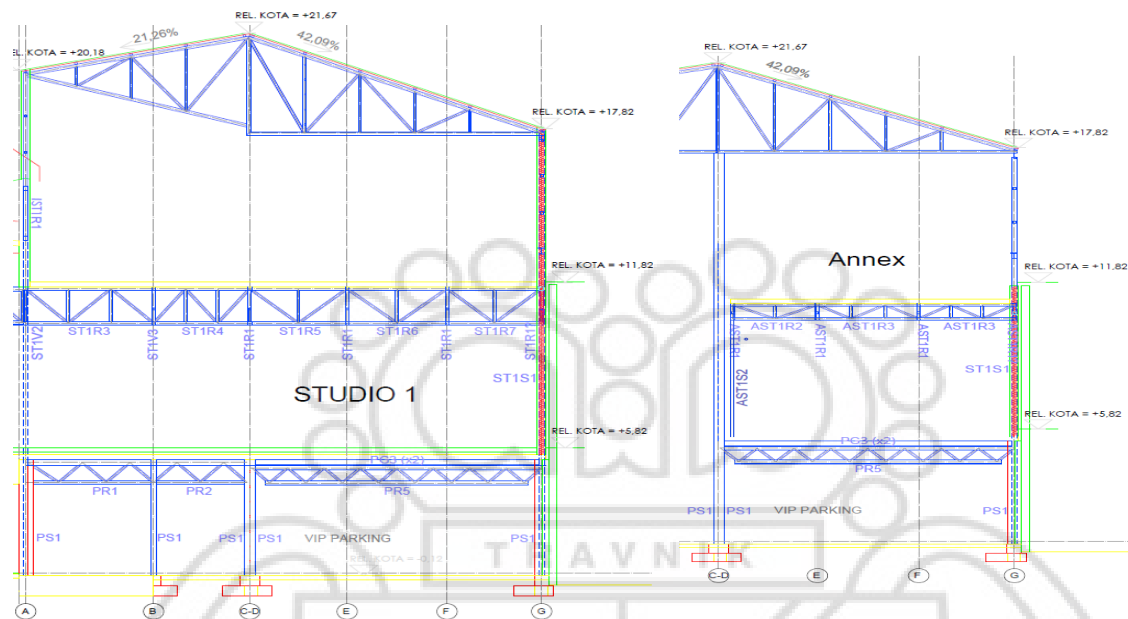
Slika 2. Raster stubova na spratu sa označenim uklonjenim stubovima



Slika 3. Osnova međuspratne konstrukcije iznad prizemlja



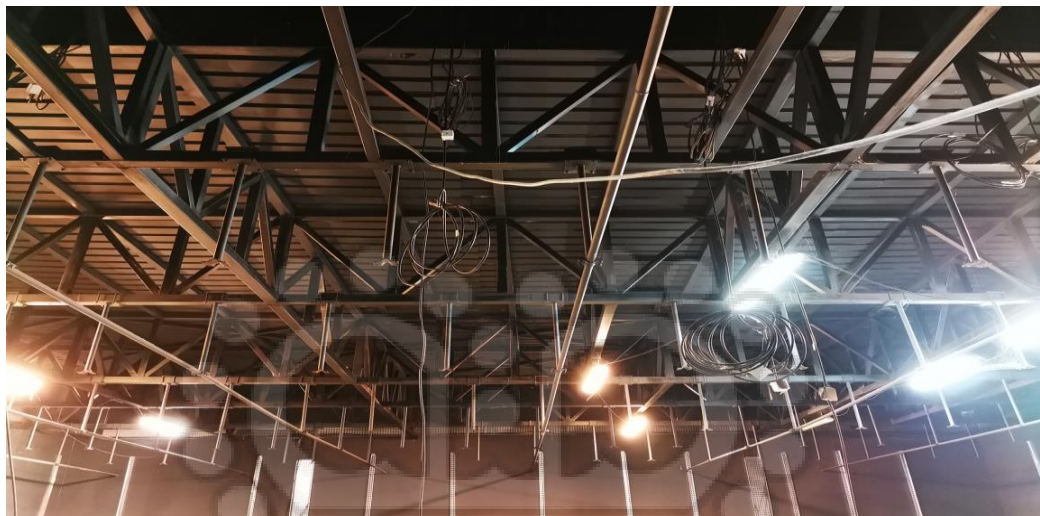
Slika 4. Osnova međuspratne konstrukcije iznad prvog sprata



Slika 5. Poprečni presezi studija i aneksa



Slika 6. Izgled konstrukcije prizemlja



Slika 7. Izgled konstrukcije iznad prvog sprata studija



Slika 8. Izgled krovne konstrukcije iznad drugog sprata



Slika 9. Konstrukcija iznad prvog sprata Aneksa

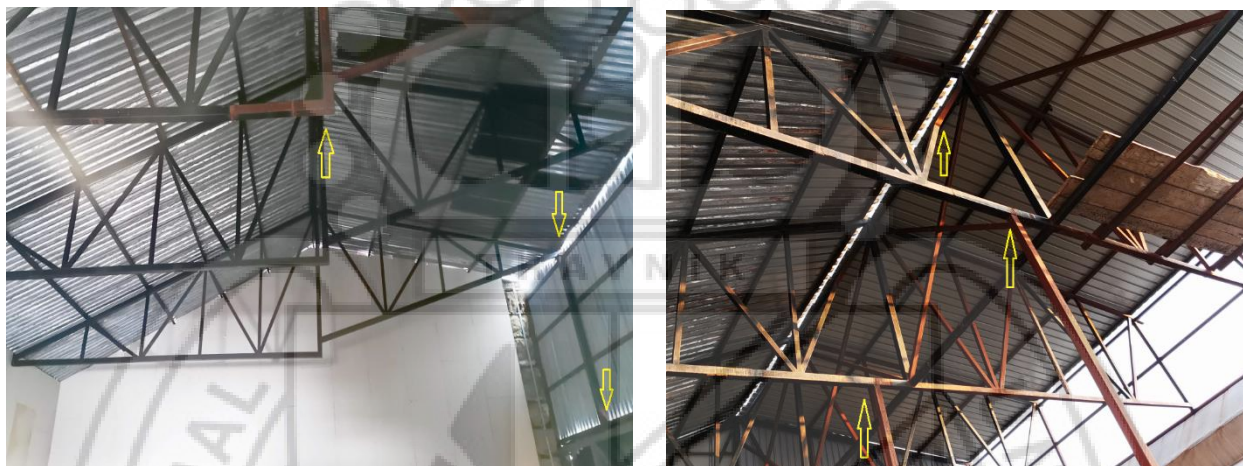


Slika 10. Izgled konstrukcije krova iznad aneksa

1. REKONSTRUKCIJA

Kao osnovni uslov za izvođenje predviđene sanacije i rekonstrukcije je provera kvaliteta postojećih varova, tačnost izmerenih geometrijskih karakteristika objekta, što podrazumeva vertikalnost postojećih stubova, raster, visine horizontalnih nosača i visine podova.

Analizom postojeće konstrukcije izradom projekta izvedenog stanja, počevši od krovne konstrukcije, utvrđeno je da neadekvatni konstruktivni elementi i loše izvedeni radionički detalji zahtevaju uklanjanje postojeće krovne konstrukcije iznad studija 1 i aneksa, slika 11.

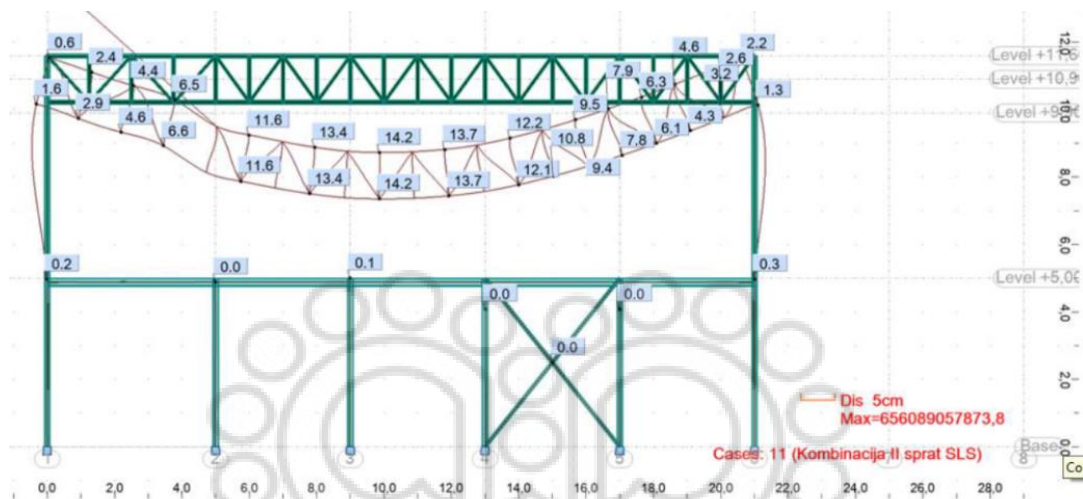


Slika 11. Greške u elementima i izvođenju krovne konstrukcije studija i aneksa

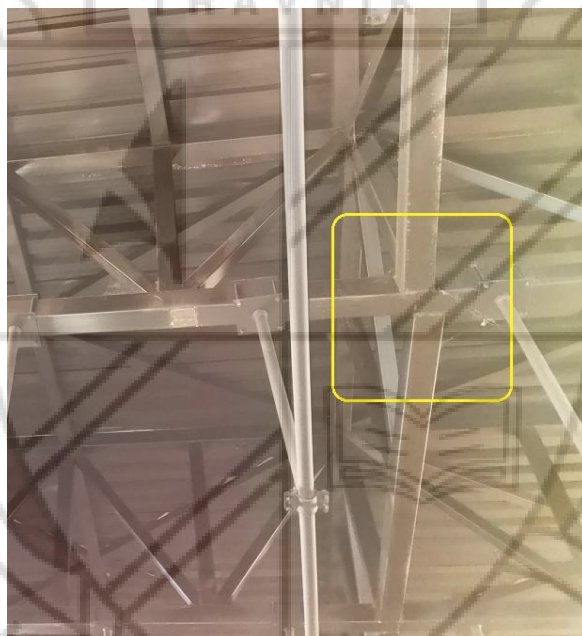
Fazno građenje predstavljenog objekta i kasnijeg objedinjavanja u jednu celinu, dovelo je do nefunkcionalnosti prostora i potrebom da se prikazani red stubova ukloni.

Uklanjanje reda stubova studija i aneksa u prvom spratu, dovodi međuspratnu konstrukciju drugog sprata izvan granične nosivosti i upotrebljivosti. Iz ovog razloga predviđeno je uklanjanje armirano betonske ploče debljine $d=20$ cm, čime bi se rasteretili rešetkasti nosači međuspratne konstrukcije. Prethodnim postupcima rekonstrukcije krovne konstrukcije i uklanjanje međuspratne armirano betonske ploče drugog sprata, izvršena je promena stabilnosti objekta. Nova konfiguracija objekta sadrži prizemlje i sprat sa fasadnom konstrukcijom venca krova. Proračunom izvedenog stanja karakterističnog rama u poprečnom pravcu, prikazanom na slici 12, vidi se deformacija ugiba rešetkastih nosača $u=142$ mm. Merena deformacija na konstrukciji je 180 mm, razlika ugiba je posledica idealizacije konstrukcije statičkog modela i uticaj kvaliteta izvedenih radova.

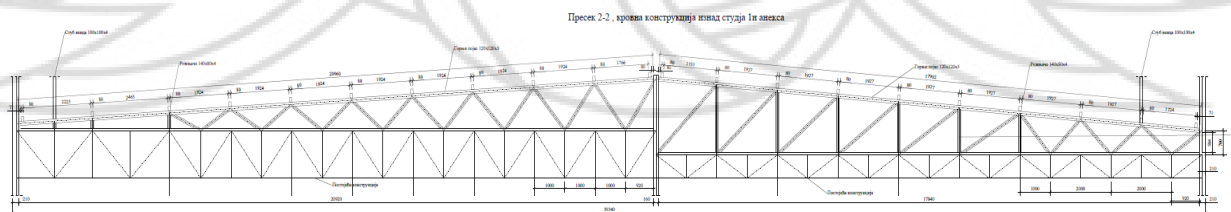
Rešenje nove konstrukcije krova je projektovano kao krov u dvostranom padu orijentisan u podužnom pravcu objekta, suprotno od prethodnog rešenja, iz razloga prostorne krutosti rama i povoljne orijentacije postojećih rešetkastih nosača. U prikazanom detalju na slici 13, vidi se diskontinuitet pojaseva rešetki i time orijentacija nove konstrukcije ka većem rasponu. Novi nosači su ropojasni rešetkasti nosači, formirani od postojećih rešetkastih nosača i pojasa za pad, prikazani na slici 14.



Slika 12. Proračun deformacija međuspratne konstrukcije drugog sprata

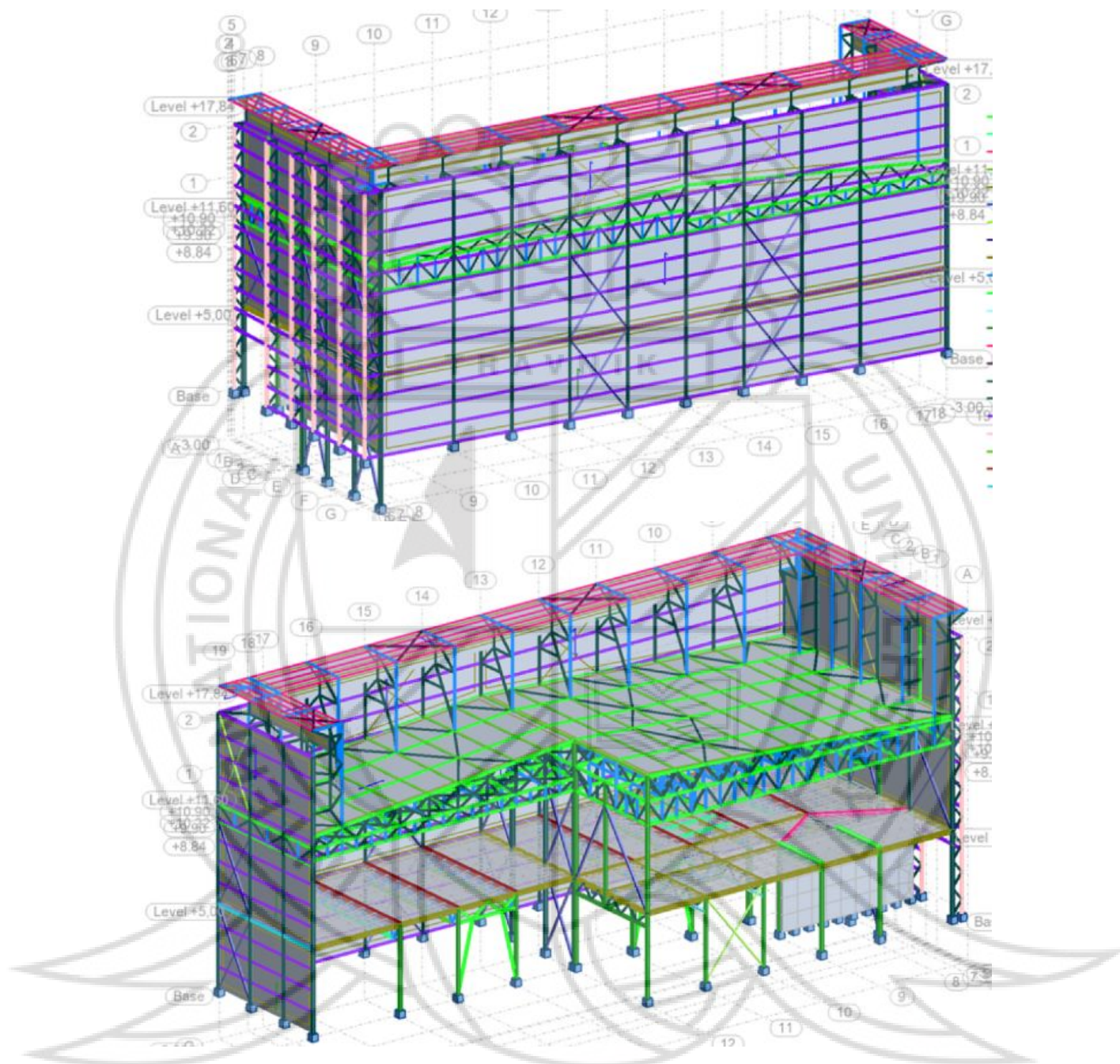


Slika 13. Detalj diskontinuiteta donjeg pojasa u poprečnom pravcu



Slika 14. Izgled novog krovnog nosača iznad studija i aneksa

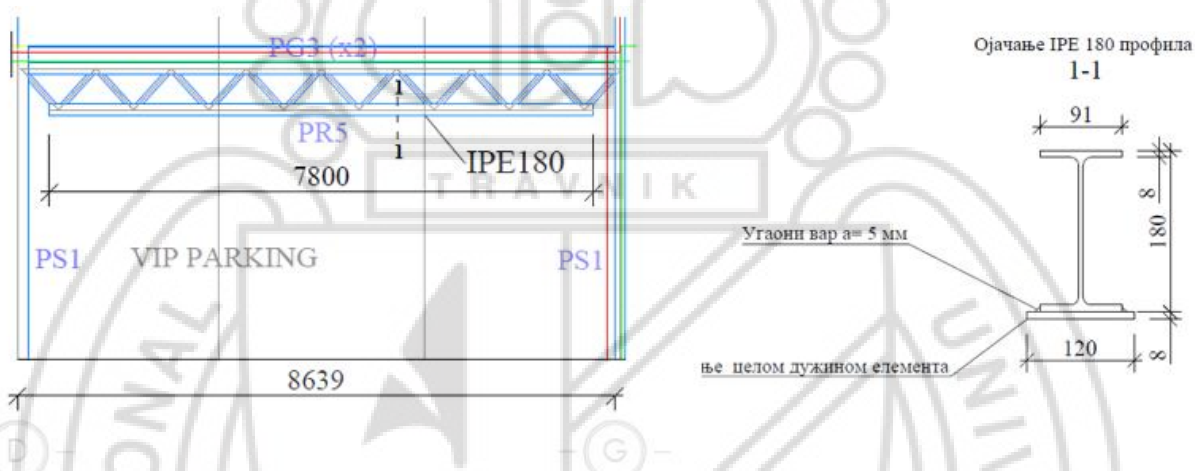
Predviđeno rešenje rekonstrukcije uklanjanjem krovne konstrukcije i međuspratne AB ploče, uslovljavaju skraćivanje stubova na visinu potrebnu za formiranje venca krova prema novom arhitektonskom rešenju. Prostorni izgled rešenja rekonstrukcije prikazan je na slici 15.



Slika 15. Prostorni prikaz rešenja rekonstrukcije objekta

Glavni stubovi su od SHS profila dimenzija 160x160x8 mm, ojačani sa dva UPE 80 profila. Predviđeno ojačanje stubova povećava nosivost i smanjuje vitkost u novo formiranim ramovima u podužnom pravcu. Ojačanja stubova sa UPE 80 profilima treba izvesti zavarivanjem ugaonim varovima na bočnim stranama stuba, sa nožicama profila okrenutim ka stubu. Uz napomenu, da je potrebno zatvoriti UPE 80 profil na krajevima zbog korozije, detalj ojačanja može se videti na slici 17.

Rešetkasti nosači su formirani od dva UPE 220 profila u gornjem pojasu dijagonala od SHS 80x80x5 i donjeg pojasa od IPE 180 profila. Sanacijom rešetkastih nosača iznad prizemlja predviđa se ojačanje donjih pojaseva dodavanjem pločastog lima na od vruće valjanih profila IPE 180, prikazano na slici 18.



Slika 18. Detalj ojačanja donjeg pojasa rešetkastog nosača iznad prizemlja

Ojačanje rešetkastih nosača iznad prvog sprata predviđeno je u sklopu formiranja krovne konstrukcije iznad studija i aneksa. Postojeći rešetkasti nosači su formirani od pojasa SHS 120x120x4 profila i dijagonala i vertikalna od SHS 100x100x4 profila. Dodavanjem trećeg pojasa u padu od profila SHS 120x120x5 i dijagonala SHS 80x80x3 profila, formira se tropojasna rešetka krovnog nosača u podužnom pravcu, prikazan na slici 19.



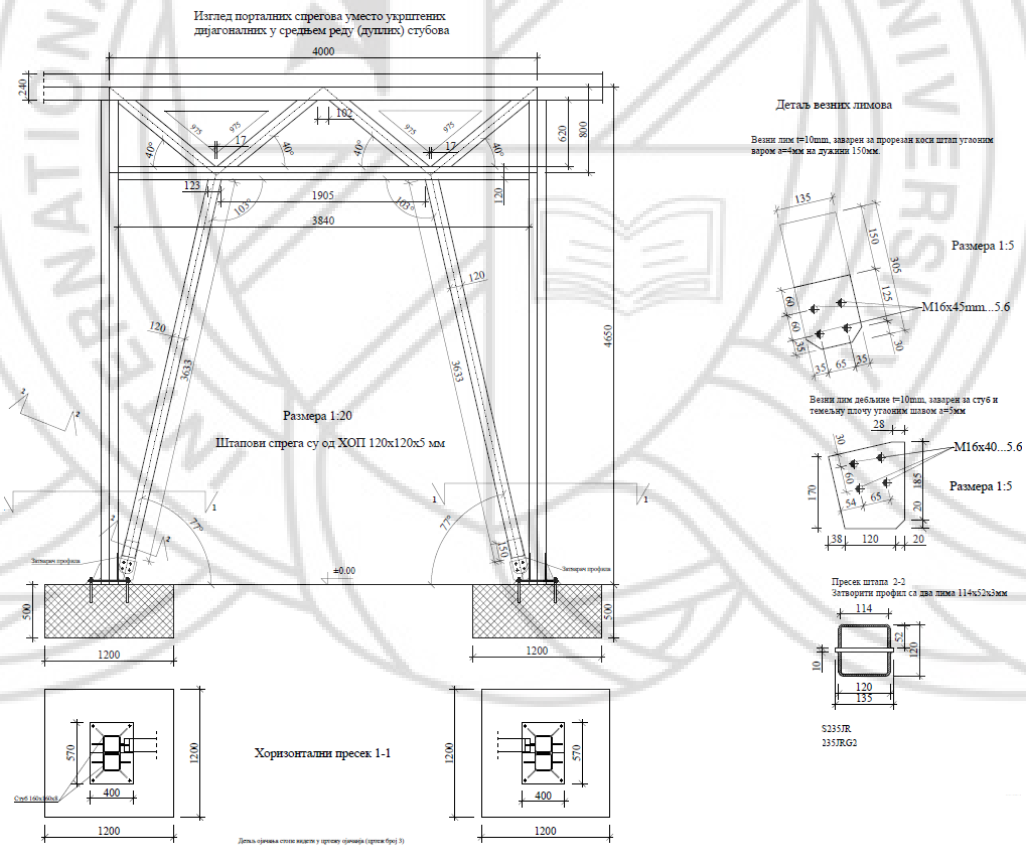
Slika 19. Rešetkasti tropojasni krovni nosač iznad studija i aneksa

Rešenje sanacije sprega od ukrštenih dijagonala u prizemlju, predviđena je zamena postojećih i izrada novih spregova u rešetkastoj izradi zbog bolje prohodnosti. Postojeći spreg je prikazan na slici 20, formiran između glavnih stubova i dijagonala od profila CHS 168, orijentisan u podužnom pravcu.

Novoformirani spreg je izrađen od profila SHS u svemu kao što je prikazano na slici 21.

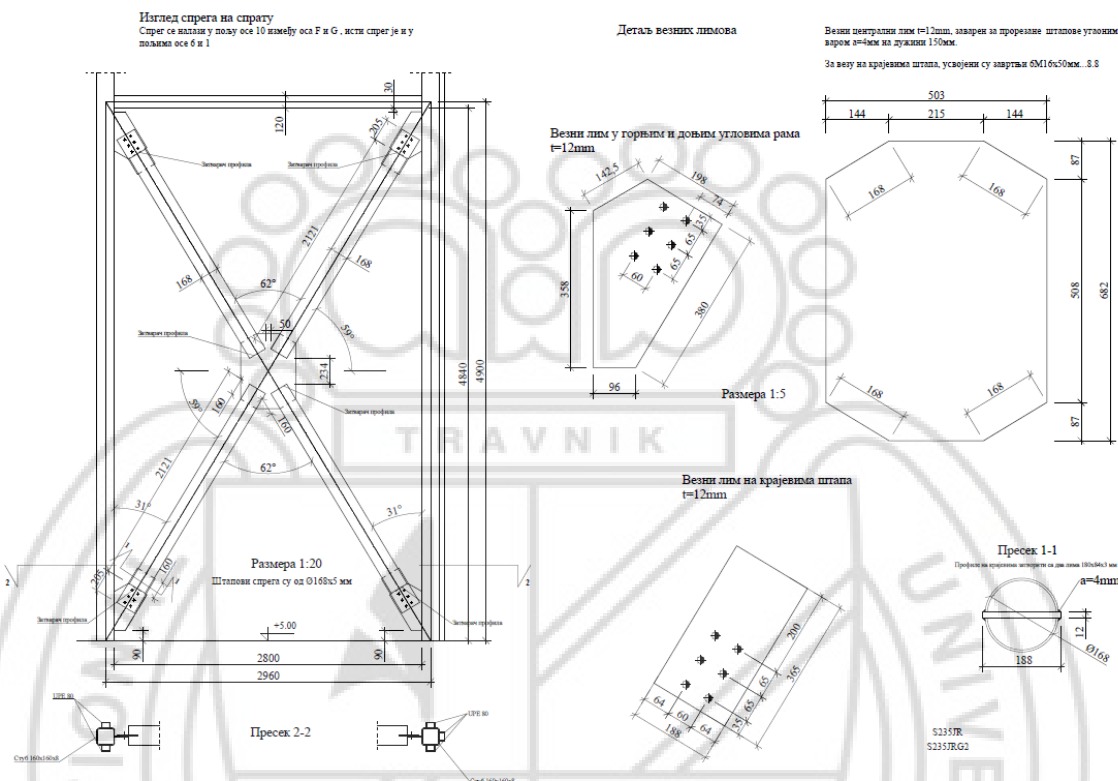


Slika 20. Postojeći spreg prizemlja u podužnom pravcu



Slika 21. Konstrukcija novog sprega u prizemlju

Novoformirani spregovi na spratu studija i aneksa, projektovani su u obliku ukrštenih dijagonala smešteni između glavnih stubova, pozicionirani u podužnom i poprečnom pravcu. Dijagonale spregova su projektovane od CHS 169 profila sa veznim limovima, kao na slici 22.



Slika 22. Izgled novog sprega na spratu studija i aneksa

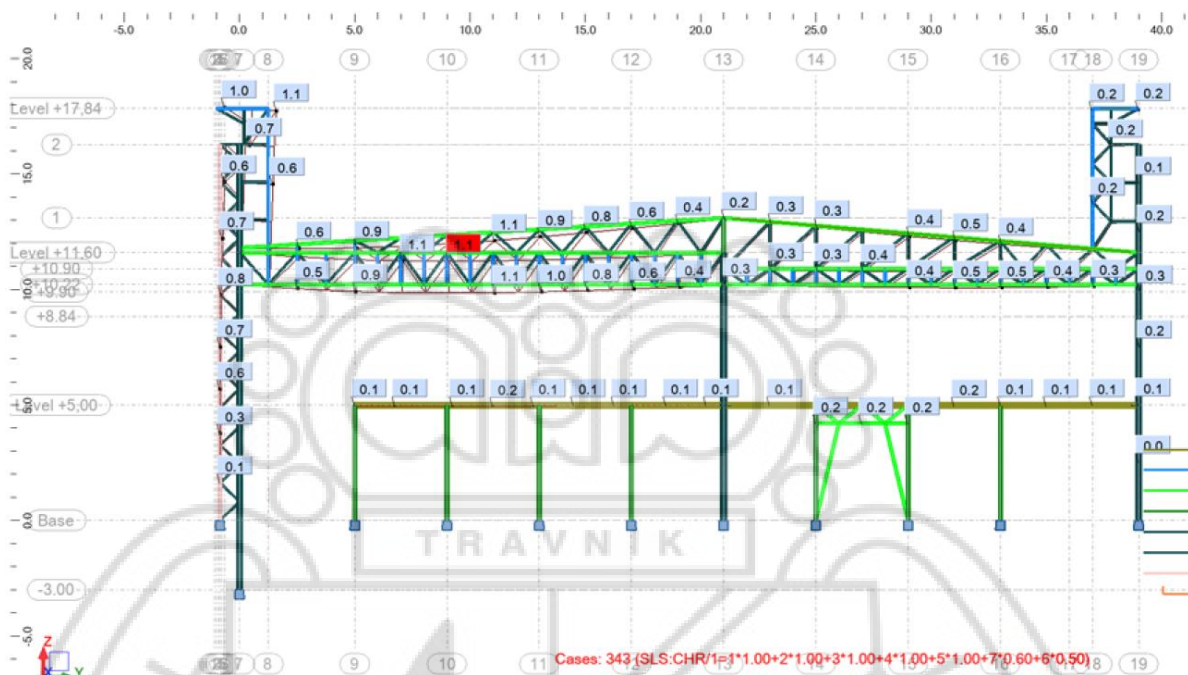
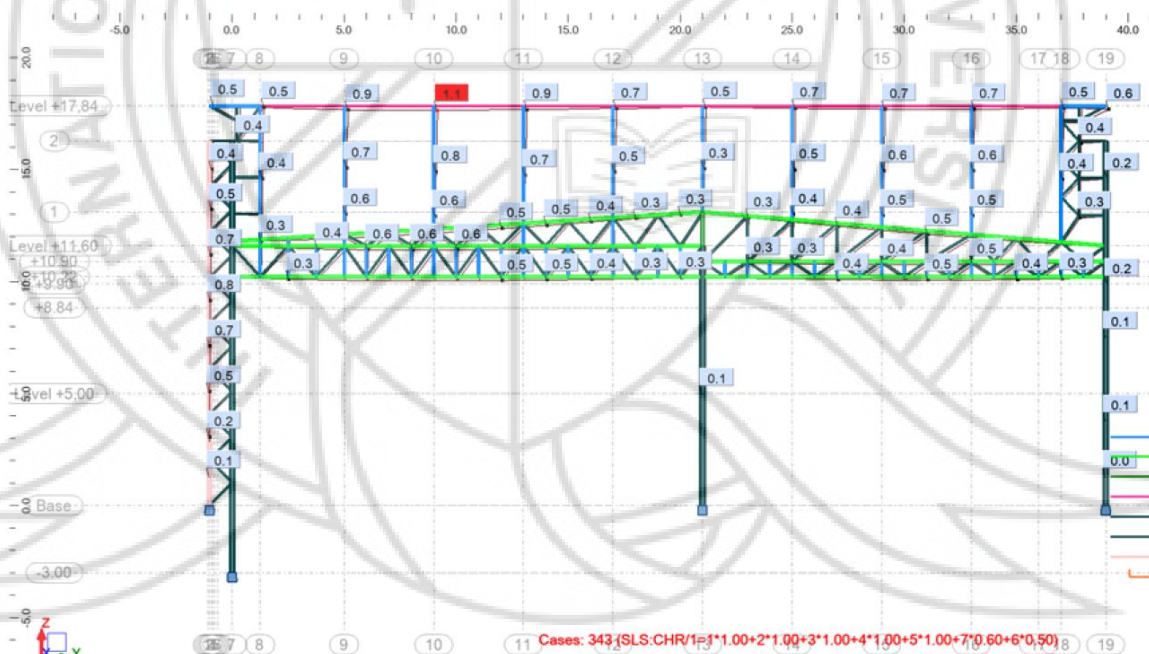
Prema predviđenom projektom sanacije i rekonstrukcije, u toku uklanjanja postojeće metalne konstrukcije i armirano betonske ploče, potrebno je obezbediti privremeno podupiranje konstrukcije. Oslanjanje skele na pod na koti +5,00 m, podrazumeva podupiranje i ovog dela konstrukcije. Dakle, podupiranje bi se izvelo od kote ±0,00 do kostrukcije prvog sprata i od kote +5,00m do konstrukcije drugog sprata. Podupiranje treba zadržati i dok traju zavarivački radovi nakon uklanjanja predviđenog dela konstrukcije.

Iz uslova izvođenja preporučena klasa kvaliteta je EXC2-kvalitet varova C.

ZAKLJUČAK

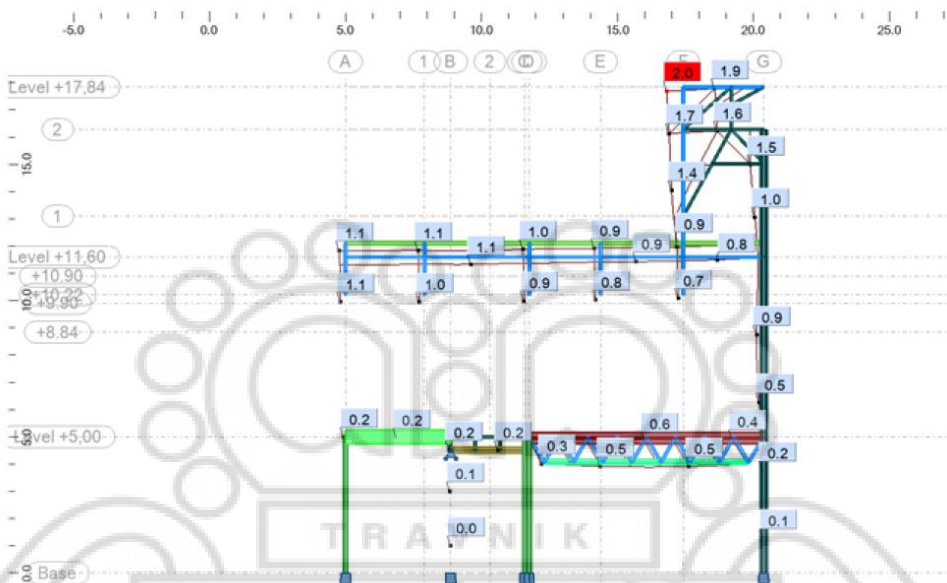
Opisani projekat sanacije i rekonstrukcije je proistekao iz statičkog proračuna koji je urađen u skladu sa važećim pravilima za projektovanje metalnih konstrukcija SRPS-EN 1991, SRPS-EN 1993 i SRPS-EN 1998. prostorni računski model je urađen u softverskom paketu Auto desk Robot 2019.

Rezultati proračuna projektovanih sananacija i rekonstrukcija prikazani su na sledećim slikama u karakterističnim ramovima. Iz dijagrama deformacija prikazanih ramova dobijeni ugibi su dosta manji od maksimalnih dozvoljenih, ta razlika predstavlja rezervu usled grešaka u izvođenju i zaostalih deformacija pre sanacije.

Deformacije u osi D-SLS**Deformacije u osi F-SLS**

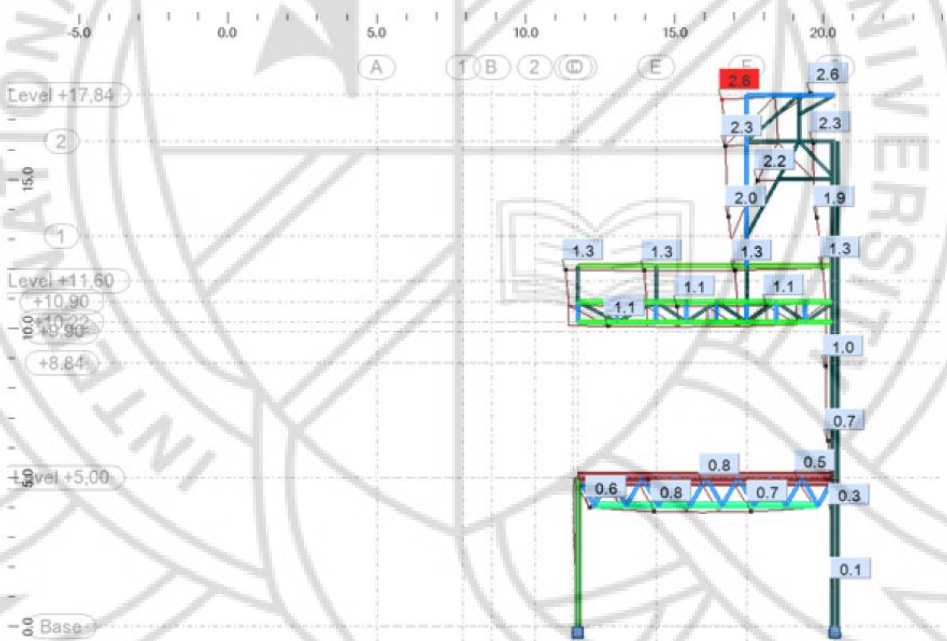
Slika 23. Deformacije projektovanih podužnih ramova u centimetrima

Deformacije u osi 2-SLS



Slika 24. Deformacije u poprečnom ramu studija 1

Deformacije u osi 9-SLS



Slika 25. Deformacije u poprečnom ramu aneksa

LITERATURA

1. SRPS EN 10027-1:2003: Sistem za označavanje čelika-Deo 1: Označavanje čelika, Osnovne oznake
2. SRPS EN 1990/NA; 2013: Osnove projektovanja konstrukcija – Nacionalni prilog
3. SRPS EN 1993-1-1/NA; 2013: Evrokod 3- Projektovanje čeličnih konstrukcija- Deo 1-1: Osnovna pravila i pravila za zgrade –Nacionalni prilog
4. SRPS EN 1993-1-10/NA ;2013: Evrokod 3-Projektovanje čeličnih konstrukcija- Deo 1-10: Izbor čelika u pogledu žilavosti i svojstva po debljini –Nacionalni prilog
5. SRPS EN 1993-1-3/NA; 2013: Projektovanje čeličnih konstrukcija- Deo 1-3: Opšta pravila –Dodatna pravila za hladno oblikovane tankozidne elemente i limove –Nacionalni prilog
6. SRPS EN 1993-1-5/NA; 2013: Evrokod 3- Projektovanje čeličnih konstrukcija- Deo 1-5: Puni limeni elementi-Nacionalni prilog
7. D.Buđevac, Z. Marković, D. Čukić, D.Tošić: Metalne konstrukcije, Građevinska knjiga 2007.
8. Zlatko Marković : Granična stanja čeličnih konstrukcija prema evrokodu, Akademska misao 2014.