

Projekt revitalizacije, konzervacije, restauracije i pojačanja konstrukcije stambene građevine pogođene potresom

Pintarić, Filip

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:601937>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-30**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



DIPLOMSKI RAD br. 65/GRD/2022

**PROJEKT REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE,
RESTAURACIJE I POJAČANJA KONSTRUKCIJE
STAMBENE GRAĐEVINE POGOĐENE POTRESOM**

Filip Pintarić

Varaždin, listopad 2022. godine

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo



DIPLOMSKI RAD br. 65/GRD/2022

**PROJEKT REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE,
RESTAURACIJE I POJAČANJA KONSTRUKCIJE
STAMBENE GRAĐEVINE POGOĐENE POTRESOM**

Student:
Filip Pintarić, 0160137219

Mentor:
doc. dr. sc. Matija Orešković

Varaždin, listopad 2022. godine

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za graditeljstvo		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo		
PRISTUPNIK	Filip Pintarić	MATIČNI BROJ	1227/336D
DATUM	15.07.2022.	KOLEGIJ	Revitalizacije, konzervacije i restauracije građevina
NASLOV RADA	Projekt revitalizacije, konzervacije, restauracije i pojačanja konstrukcije stambene građevine pogođene potresom		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Revitalization, conservation, restoration and reinforcement structural design of residential building affected by the earthquake		
MENTOR	Matija OREŠKOVIĆ	ZVANJE	Docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof.dr.sc. Božo SOLDO 2. doc.dr.sc. Matija OREŠKOVIĆ 3. doc.dr.sc. Aleksej ANISKIN 4. doc.dr.sc. Danko MARKOVINOVIĆ 5.		

Zadatak diplomskog rada

BROJ	65/GRD/2022
OPIS	

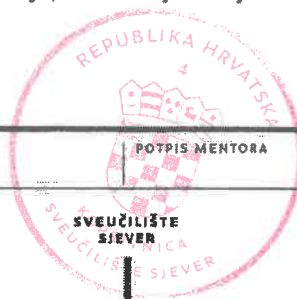
Diplomskim radom potrebno je prikazati način projektne obnove stambene zgrade koja je oštećena potresom. Rad se sastoji od:

- Uvod (potresi)
- Predmetna građevina
- Opis stanja zgrade
- Statički proračun i dimenzioniranje (model konstrukcije)
- Pojačanja armiranobetonskih konstrukcija proizvodima od FRP-a
- Sanacija zgrade
- Zaključak

Rad treba sadržavati vlastite priloge, detalje, nacрте koji trebaju biti tekstualno potkrijepljeni.

ZADATAK URUČEN

21.09.2022



POTPIS MENTORA

[Handwritten signature]

Sažetak

Revitalizacije, konzervacije i restauracije građevina ili jednom riječju obnova, predstavljaju sve aktivnosti i mjere koje se vrše nad konkretnom građevinskom objektu radi (pr)ocjene trenutnog stanja, klasifikacije uzroka oštećenja, davanja prognoze ponašanja u određenom vremenskom periodu te sanacijski zahvat. Pri tome se koriste sva raspoloživa pravila i modeli radi određivanja stanja, s ciljem pravovremenog predviđanja pojave neispravnosti ili uklanjanja istog. Na taj način se povećava pouzdanost, stabilnost, trajnost, sigurnost, raspoloživost i efektivnost građevinskog objekta.

Ključne riječi: građevina, obnova, oštećenja, sanacijski zahvat, ocjena trenutnog stanja, klasifikacije uzroka, aktivnosti, mjere, stabilnost

Summary

Revitalization, conservation and restoration of buildings or in one word renovation, represent all the activities and measures that are carried out on a specific construction object in order to estimate the current state, classify the cause of damage, provide a forecast of behavior in a certain period of time and remedial intervention. In doing so, all available rules and models are used to determine the condition, with the aim of timely predicting the occurrence of malfunctions or removing them. In this way the reliability, stability, durability, safety, availability and effectiveness of the building object are increased.

Key words: building, renovation, damage, remedial intervention, evaluation of the current state, classification of causes, activities, measures, stability

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Popis normi i primijenjenih propisa	2
3. Opis stanja zgrade	8
3.1. Opis oblika i lokacija zgrade	8
3.2. Opis zatečenog stanja i namjena zgrade	9
3.3. Opis tehničkog stanja zgrade.....	11
3.4. Analiza ispunjavanja temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti.....	22
3.5. Elaborirana ocjena postojećeg stanja građevinske konstrukcije.....	27
4. Pojačanja armiranobetonskih konstrukcija proizvodima od FRP-a	28
4.1. Proračun AB elemenata pojačanih s FRP-om	30
4.1.1. Pojačanje pravokutnog poprečnog presjeka na savijanje	30
4.1.2. Provjera naprezanja pravokutnog poprečnog presjeka prilikom pojačanja	33
4.2. Analiza ponašanja pri graničnim stanjima uporabljivosti	36
5. Sanacija zgrade	38
5.1. Pojačanje zidova FRP mrežama	42
6. Zaključak	47
7. Literatura	49
8. Popis slika	50
9. Proračunski i grafički prilozi	52
9.1. Statički proračun i dimenzioniranje (model konstrukcije)	52
9.2. Grafički prilozi	94

1. Uvod

Zgradu je dana 22.03.2020. pogodio snažni potres magnitude 5,5 stupnja po Richteru u epicentru kod Markuševca. Intenzitet potresa slabi s udaljenosti od epicentra. Procjena kategorije oštećenja se određuje prema europskoj skali EMS 98 i to prema stvarnim oštećenjima na toj zgradi. Skala ima XII stupnjeva. Ova zgrada spada u tip s omeđenim zidom klasa D. Ova zgrada spada u stupanj - *VII Oštećujući potres (Damaging)*. Nastaje rušenje dijelova namještaja, padaju stvari s polica. Oštećuje se mali broj kuća od omeđenog zida (klasa D), manje pukotine na nosivim zidovima, mnogo pukotina na ne nosivim zidovima. Crjepovi se lome i kližu sa krova, ruše se mnogi dimnjaci, lokalno opadanje žbuke.

Cilj seizmičke obnove, a koja obavezno uključuje popravak konstrukcije kojim se ista vraća u stanje prije potresa te poboljšanje (pojačanje) konstrukcije, mora započeti sa otklanjanjem oštećenih i/ili urušenih dijelova tih konstrukcija, odnosno prvo treba konstrukcijske elemente i sklopove građevine međusobno povezati.

Potrebno je izvršiti detaljni vizualni pregled zgrade i ustanoviti nosivi sistem konstrukcije i procijeniti oštećenja na zgradi i izraditi stručno mišljenje koliko ta oštećenja utječu na daljnju nosivost i stabilnost zgrade na vertikalna opterećenja, te horizontalna opterećenja od potresa.

Ovim projektom vrši se poboljšanje samo temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti konstrukcije. Drugi temeljni zahtjevi nisu analizirani niti poboljšavani. Izvršit će se popravci u smislu očuvanja temeljnih zahtjeva za građevinu. Izvršit će se i potrebna pojačanja (poboljšanje temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti) na nosivoj konstrukciji na seizmička djelovanja.

Građevina nije pojedinačno kulturno dobro već je zaštićena u vidu zaštite gradske cjeline (zone). Predviđenim tehničkim rješenjima poboljšanja konstrukcije zadire se i u konzervatorske elemente točnije pročelja, vanjski izgled, koji se nalaze u grafičkim priložima (sheme razvijenog pročelja, ograde i stolarije), odnosno elemente u smislu zaštite kulturne baštine, a ujedno se ne mijenja tehničko rješenje gradnje unutarnje konstrukcije niti se mijenja funkcija ili razmještaj organizacije prostora.

2. Popis normi i primijenjenih propisa

Projekt revitalizacije, konzervacije, restauracije i pojačanja konstrukcije će se izraditi na temelju sljedeće regulative :

- Zakon o prostornom uređenju (NN. br. 153/13, 65/17, 114/18, 39/19)
- Zakon o gradnji (NN. br. 153/13 , 20/17, 39/19)
- Zakon o poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji (NN 78/15, 118/18, 110/19)
- Pravilnik o održavanju (NN 122/14, 98/19)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17)
- Tehnički propis o izmjeni i dopunama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br. 75/20)
- Zakon o obnovi zgrada oštećenih potresom na području grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije (narodne novine, br. 102/2020. 15. rujna 2020.)

Zakon o obnovi zgrada oštećenih potresom na području grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije (narodne novine, br. 102/2020. 15. rujna 2020.)

Ovim Zakonom uređuje se način i postupak obnove odnosno uklanjanja zgrada oštećenih odnosno uništenih u prirodnoj nepogodi proglašenoj na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije koje je pogođeno potresom 22. ožujka 2020. Zakonom se nadalje propisuje:

- smanjenje i pojednostavnjenje dokumentacije potrebne za obnovu, smanjenje troškova i skraćivanje vremena njihove izrade, uz sufinanciranje Republike Hrvatske i Grada Zagreba odnosno Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije
- osnivanje Fonda za obnovu Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije (u daljnjem tekstu: Fond za obnovu)
- organizacija i provedba obnove oštećenih zgrada popravkom konstrukcije, pojačanjem konstrukcije, cjelovitom obnovom konstrukcije, cjelovitom obnovom zgrade i/ili popravkom

nekonstrukcijskih elemenata odnosno uklanjanje uništenih zgrada, uz sufinanciranje Republike Hrvatske i Grada Zagreba odnosno Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije

- gradnja zamjenskih obiteljskih kuća sredstvima Republike Hrvatske, Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije odnosno novčana pomoć za njihovu gradnju
- novčana pomoć za nužnu privremenu zaštitu zgrada od utjecaja atmosferilija te uklanjanja i pridržanja opasnih dijelova zgrada koji su mogli odnosno koji mogu ugroziti život ili zdravlje ljudi, za popravak ili zamjenu dimnjaka i zabatnog zida te popravak stubišta i dizala
- novčana pomoć za izvođenje radova na obnovi oštećenih zgrada za vlasnike i suvlasnike koji sami obnavljaju zgrade
- mogućnost za vlasnike i suvlasnike da o svom trošku izvode pojačanje konstrukcije iznad razine obnove iz Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (Narodne novine, br. 17/2017. i 75/2020.) (u daljnjem tekstu: Tehnički propis), kao i da provedu cjelovitu obnovu zgrade, uz plaćanje razlike troškova
- privremeno i trajno stambeno zbrinjavanje osoba pogođenih tom nepogodom davanjem stanova u najam odnosno u vlasništvo.

Popis normi za proračun konstrukcija

Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije:

- HRN EN 1990 - Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija
- HRN EN 1990/NA - Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1991-1-1 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-1: Opća djelovanja -- Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja zgrada
- HRN EN 1991-1-1/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-1: Opća djelovanja -- Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja za zgrade -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1991-1-2 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru
- HRN EN 1991-1-2/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1991-1-3 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-3: Opća djelovanja -- Opterećenja snijegom
- HRN EN 1991-1-3/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-3: Opća djelovanja -- Opterećenja snijegom -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1991-1-4 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-4: Opća djelovanja -- Djelovanja vjetra
- HRN EN 1991-1-4/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-4: Opća djelovanja -- Djelovanja vjetra -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1991-1-5 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-5: Opća djelovanja -- Toplinska djelovanja
- HRN EN 1991-1-5/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-5: Opća djelovanja -- Toplinska djelovanja -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1991-1-6 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-6: Opća djelovanja -- Djelovanja tijekom izvedbe
- HRN EN 1991-1-6/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-6: Opća djelovanja -- Djelovanja tijekom izvedbe -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1991-1-7 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-7: Opća djelovanja -- Izvanredna djelovanja
- HRN EN 1991-1-7/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-7: Opća djelovanja --

Izvanredna djelovanja -- Nacionalni dodatak

HRN EN 1991-2 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- 2. dio: Prometna opterećenja mostova

-HRN EN 1991-2/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- 2. dio: Prometna opterećenja mostova -- Nacionalni dodatak

-HRN EN 1991-3 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- 3. dio: Djelovanja prouzročena kranovima i strojevima

-HRN EN 1991-3/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- 3. dio: Djelovanja prouzročena kranovima i strojevima -- Nacionalni dodatak

-HRN EN 1991-4 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- 4. dio: Silosi i spremnici tekućina

-HRN EN 1991-4/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- 4. dio: Silosi i spremnici tekućina -- Nacionalni dodatak

Betonske konstrukcije:

-HRN EN 1992-1-1 - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade

-HRN EN 1992-1-1 /NA - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade -- Nacionalni dodatak

-HRN EN 1992-1-2 - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Proračun konstrukcija na djelovanje požara

-HRN EN 1992-1-2/NA - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila - Proračun konstrukcija na djelovanje požara -- Nacionalni dodatak

-HRN EN 1992-2 - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- 2. dio: Betonski mostovi -- Proračun i pravila razrade detalja

-HRN EN 1992-2/NA - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- 2. dio: Betonski mostovi -- Proračun i pravila razrade detalja -- Nacionalni dodatak

-HRN EN 1992-3 - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- 3. dio: Spremnici tekućina i sipkih tvari

-HRN EN 1992-3/NA - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- 3. dio: Spremnici tekućina i sipkih tvari -- Nacionalni dodatak

-HRN EN 1504-9 - Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 9. dio: Opća načela za uporabu proizvoda i sustava

Zidane konstrukcije:

- HRN EN 1996-1-1 - Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila za armirane i nearmirane zidane konstrukcije
- HRN EN 1996-1-1/NA - Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila za armirane i nearmirane zidane konstrukcije -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1996-1-2 - Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Proračun konstrukcija na djelovanje požara
- HRN EN 1996-1-2/NA - Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Proračun konstrukcija na djelovanje požara -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1996-2 - Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- 2. dio: Konstruiranje, odabir materijala i izvedba ziđa
- HRN EN 1996-2/NA - Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- 2. dio: Konstruiranje, odabir materijala i izvedba ziđa -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1996-3 - Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- 3. dio: Pojednostavnjene proračunske metode za nearmirane zidane konstrukcije
- HRN EN 1996-3/NA - Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- 3. dio: Pojednostavnjene proračunske metode za nearmirane zidane konstrukcije -- Nacionalni dodatak

Potresna otpornost (Eurokod 8):

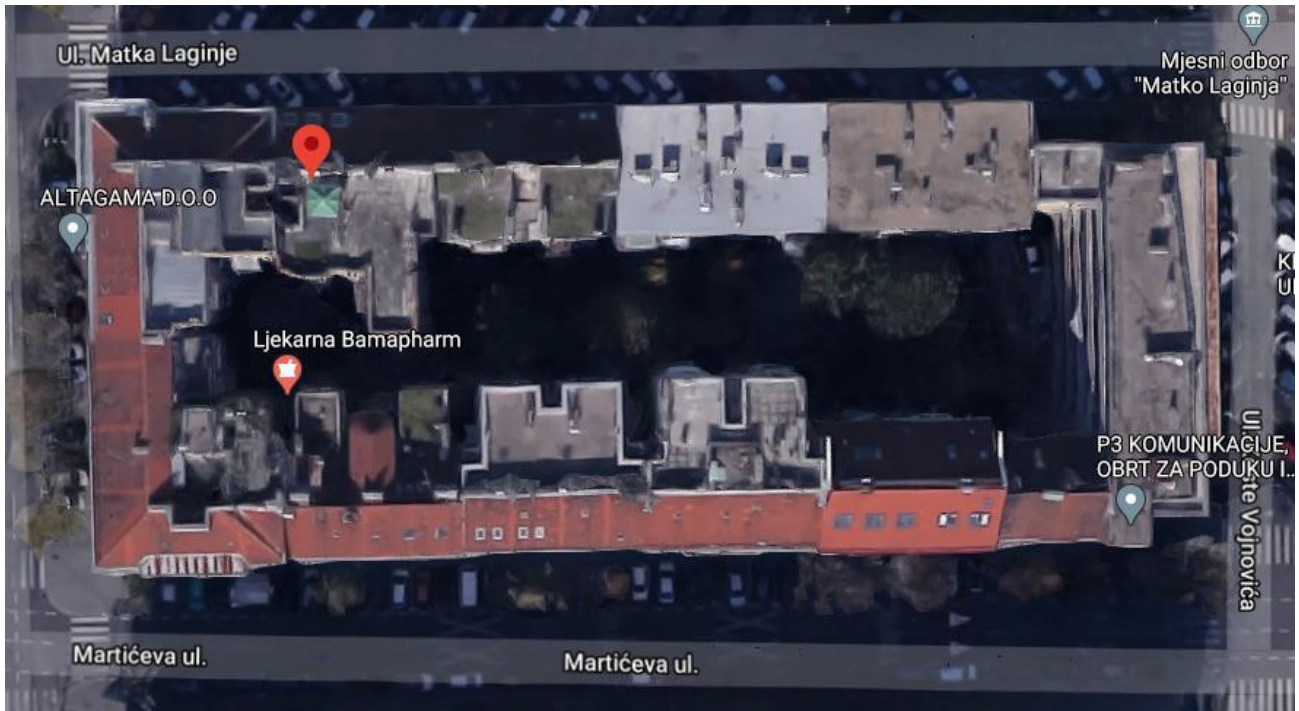
- HRN EN 1998-1 - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade
- HRN EN 1998-1/NA - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1998-2 - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 2. dio: Mostovi
- HRN EN 1998-2/NA - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 2. dio: Mostovi -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1998-3 - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 3. dio: Ocjenjivanje i obnova zgrada
- HRN EN 1998-3/NA - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 3. dio: Ocjenjivanje i obnova zgrada -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1998-4 - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 4. dio: Silosi, spremnici i cjevovodi

- HRN EN 1998-4/NA - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 4. dio: Silosi, spremnici i cjevovodi -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1998-5 - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja
- HRN EN 1998-5/NA - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1998-6 - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 6. dio: Tornjevi, jarboli i dimnjaci
- HRN EN 1998-6/NA - Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 6. dio: Tornjevi, jarboli i dimnjaci -- Nacionalni dodatak

3. Opis stanja zgrade

3.1. Opis oblika i lokacija zgrade

Promatrana, odnosno predmet projekta je stambena zgrada, koja je izgrađena u Zagrebu, na adresi; Ulica Matka Laginje 4, 10 000 Zagreb, na broju katastarske čestice; 6228, katastarske općine; Centar.



Slika 3.1. snimak zaslona stambene zgrade sa googlemaps-a

Stambena zgrada je građena 1920. godine kao miješana konstrukcija.

Broj etaža iznad zemlje: 4+stambeno potkrovlje

Broj etaža ispod zemlje: 1 (podrum + suteran)

Tlocrtna površina: 262 m²

Tip konstrukcije: miješana konstrukcija

Tip međukatne konstrukcije: drveni grednici, armiranobetonske ploče i grede

Tip stropne konstrukcije podruma: armirano betonske grede i ploče

Tip krovišta: dio drvena konstrukcija - jednostrešna visulja, a dio ravni krov.

Tip pokrova: crijep + ravni krov (bitumen+kamene ploče)



Slika 3.2. snimak zaslona stambene zgrade sa prikazom broja katastarske čestice

Oblik i veličina građevne čestice

- **Građevna čestica:** 6228, k.o. Centar
- **Oblik građevne čestice:** pravilni
- **Površina građevne čestice:** 330,55 m²
- **Nagib terena građevne čestice:** teren je pretežito ravan, sa manjim neravninama.
- **Vrsta građevina po ugrađenosti:** samostojeće

3.2. Opis zatečenog stanja i namjena zgrade

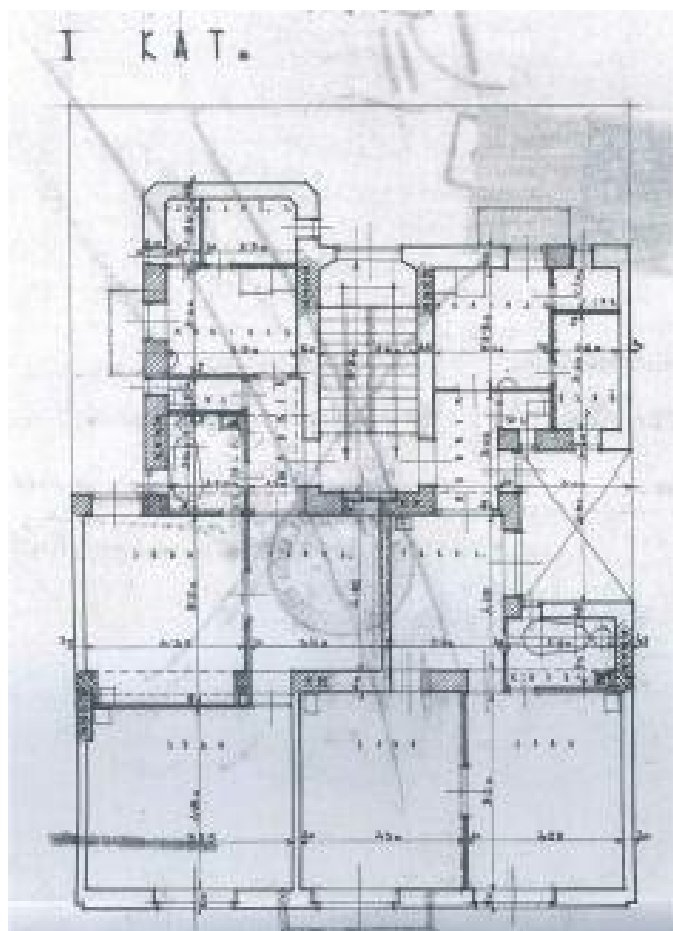
Zgrada je stambene namjene, imao sam na uvid nacрте zgrade koji nisu u potpunosti usklađeni s izvedenim stanjem. Konstrukcijske karakteristike ove zgrade je malo teže ustanoviti. Postoji dokumentacija od podruma do trećeg kata koja nije važeća, jer nema štambilj Gradskog građevinskog odsjeka i važeća dokumentacija za tavan i presjek zgrade. Vidi se da su gabariti zgrade nešto veći po važećoj dokumentaciji. Po ne važećoj dokumentaciji u dvorišnom dijelu, gdje su nusprostorije, svi pregradni zidovi leže na čeličnim nosačima (oznaka točka-crta-točka) u važećoj dokumentaciji nema toga, ali zato postoje horizontalni armirano betonski serklaži po cijelom obodu dvorišnog dijela i armiranobetonski nadvoji. Pretpostavljamo da su na tom dijelu izvedene armiranobetonske ploče kao stropovi.



Slika 3.3. sjeverno pročelje zgrade

Nosiva konstrukcija

U podrumu su zidovi i temelji betonski, strop podruma je armiranobetonska ploča s gredama. Osnovnu nosivu konstrukciju čine zidovi od cigle i vertikalni betonski serklaži. Dva središnja zida u smjeru istok zapad su u stvari betonski okviri koji se sastoje od armiranobetonskih stupova u prizemlju i 1. katu i betonskih stupova u 3. i 4. katu i jakih armiranobetonskih greda preko njih. Ostali zidovi unutar stanova zidani su od cigle. Nosivi zid od 30 cm koji dijeli dva stana u uličnom dijelu leži na dvije čelične grede u svakoj etaži. Zabatni zidovi na dijelu tavana pod kosim krovom su debljine 15 cm. Na slici 3.4. koso šrafirano je beton, a križno šrafirano je armirani beton, dok točka-crta-točka znači čelični nosač I profil.



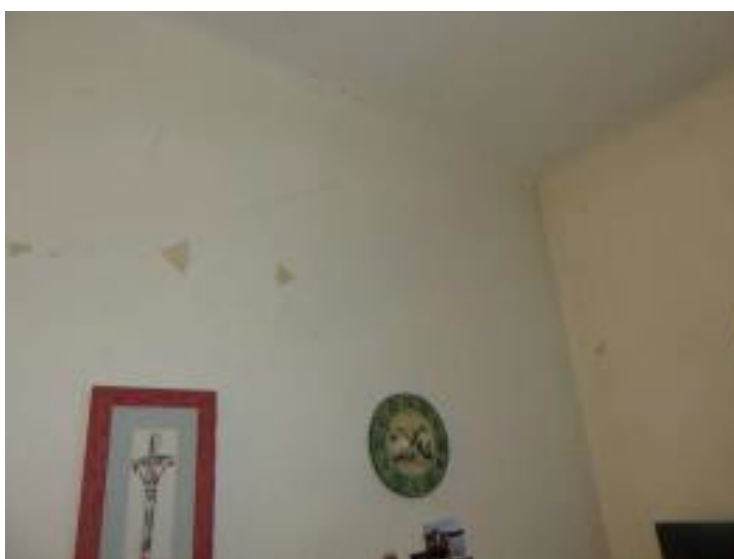
Slika 3.4. tlocrt 1. kata

3.3. Opis tehničkog stanja zgrade

Stanje zidova i oštećenja na njima

Na nosivim zidovima nisu primjetne veće i značajnije konstruktivne pukotine. Vidljive pukotine:

- dijagonalne pukotine na nekim od nosivih zidova ($\delta=30$ cm). Pukotine klasificiramo kao blage



Slika 3.5. stanje zidova 1

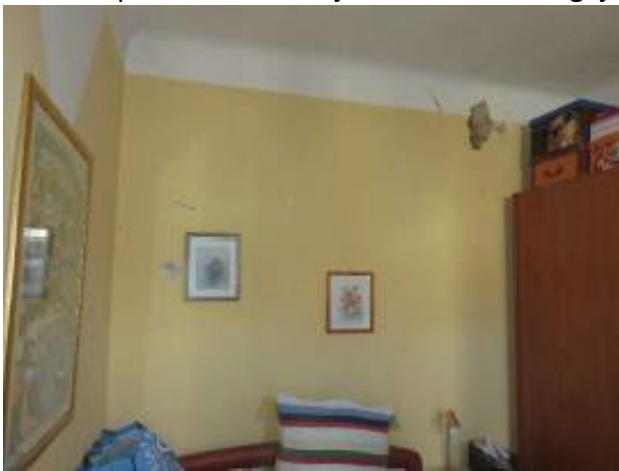


Slika 3.6. stanje zidova 2



Slika 3.7. stanje zidova 3

- Blaže pukotine u srednjem nosivom zidu gdje prolaze dimnjaci (potkrovlje)

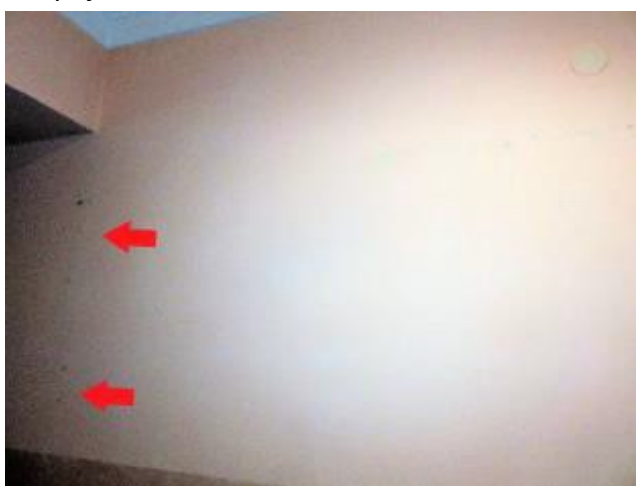


Slika 3.8. stanje zidova 4

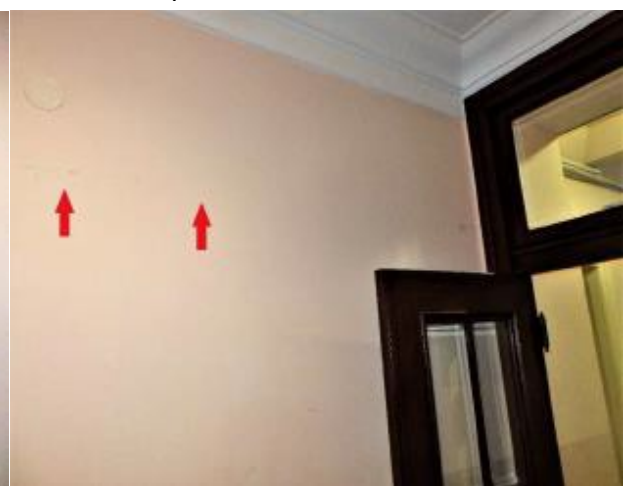


Slika 3.9. stanje zidova 5

- Ulazni stubišni hodnik zid debljine 30 cm – blaže horizontalne i vertikalne pukotine na spojevima različitih konstruktivnih elemenata, betonski stup - zid



Slika 3.10. stanje zidova 6



Slika 3.11. stanje zidova 7

- Kat istok zid prema drugom stanu $d = 30$ cm, pukotina spada u dijagonalnu potresnu pukotinu, ali ju kvalificiramo kao blagu



Slika 3.12. stanje zidova 8

- Na zabatnom zidu u stanu u potkrovlju primjetne su dijagonalne i horizontalne pukotine. Prema dostupnim nacrtima zid je debljine 30 cm. Vidljivo je da horizontalne pukotine, a tako i dijagonalne, se pojavljuju na mjestima prolaska instalacija.



Slika 3.13. stanje zidova 9



Slika 3.14. stanje zidova 10

Nadvoji

Na nosivim nadvojima su uočene površinske konstruktivne pukotine.



Slika 3.15. stanje nadvoja 1



Slika 3.16. stanje nadvoja 2



Slika 3.17. stanje nadvoja 3



Slika 3.18. stanje nadvoja 4

Pregradni - nekonstruktivni zidovi

Pregradni zidovi imaju uobičajene pukotine: horizontalne na spoju stropa i zida, vertikalne na spoju pregradnog zida i nosivog zida (stupa), te na mjestima prolaza instalacija. Te pukotine nastaju kada se kod potresa sudara slabiji pregradni zid u jači nosivi zid, pa žbuka popuca. Ako nije došlo do razdvajanja ta dva zida onda je to samo šteta na žbuci, a ne konstruktivno oštećenje. Te pukotine ne utječu na nosivost zgrade, već samo predstavljaju materijalnu štetu koju je potrebno sanirati.



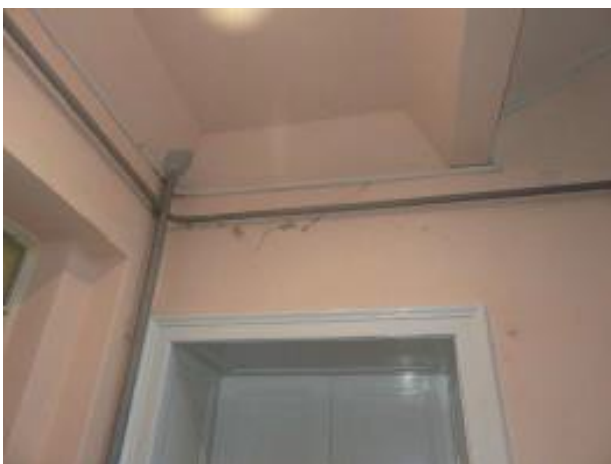
Slika 3.19. stanje pregradnih zidova 1



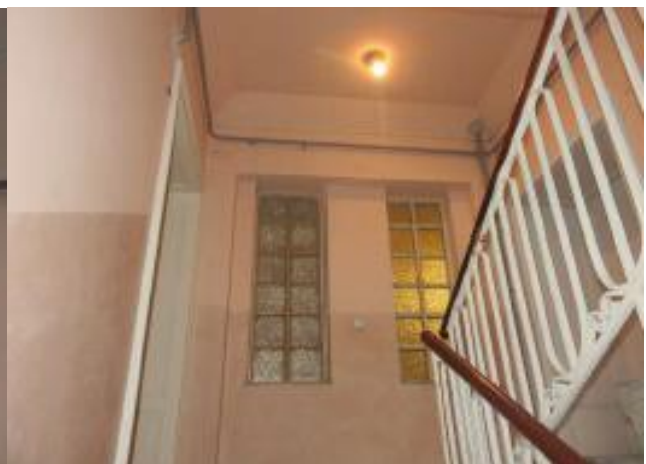
Slika 3.20. stanje pregradnih zidova 2

Stubište

Stube su većinom ravne, a dijelom i zavojite. Nosivi sustav stubišta čine podesti na armirano betonskim gredama. Nosive tetive stubišta su čelične traverze, a same stube su kamene usađene u zid i oslonjene na čeličnu traverzu. Na stubištu su vidljiva razna oštećenja, i to na djelu nosivih zidova, nadvoja, parapeta i podgleda stuba. Najveća oštećenja primjetna su na polukružnom dijelu stubišta.



Slika 3.21. stanje stubišta 1



Slika 3.22. stanje stubišta 2



Slika 3.23. stanje stubišta 3



Slika 3.24. stanje stubišta 4



Slika 3.25. stanje stubišta 5



Slika 3.26. stanje stubišta 6

Podrum (suteran)

Najniža etaža je dijelom podrum, a dijelom suteran. U dijelu suterana postoje dva stana. Ostali dio je klasičan podrumski prostor. Zidovi su u dobrom stanju bez značajnijih konstruktivnih pukotina. Obodni zidovi podruma su i ujedno potporni zidovi. Ti zidovi su armiranobetonski i leže na trakastim betonskim temeljima. Dio podrumskih zidova su od opeke. Strop podruma je armiranobetonska ploča i grede. Zidovi suteranskog dijela su zidani zidovi.



Slika 3.27. stanje podruma 1



Slika 3.28. stanje podruma 2

Stanje stropova i oštećenje na njima

Na konstrukciji su uočena oštećenja popucale žbuke na spoju stropa i zida.



Slika 3.29. stanje stropova 1



Slika 3.30. stanje stropova 2

Stanje krovišta i oštećenja na njemu

Postoji manji dio klasičnog tavanskog prostora, dok ostali dio na zadnjem katu zauzimaju dva stana i ravni dio krova. Na vidljivim dijelovima drvene konstrukcije nisu primjetne značajne pukotine, progibi ili pomaci. Crijepovi su djelomično vidljivi s krovnog prozora u tavanskom stanu. Crijepovi su u dobrom stanju i na njima nisu primjetne nikakve štete. Na krovnoj terasi primjetne su biljke i raslinje. To je nepovoljno jer korijen biljaka može uništiti krovnu hidroizolaciju. Na južnom dijelu terase došlo je do većeg urušavanja zidane ograde. Također na ne urušenim dijelovima primjetne su pukotine i loše stanje ziđa u smislu destabilizirane strukture. Savjetuje se potpuno uklanjanje zidane ograde. Ukoliko se ograda ostavlja, nužno ju je kvalitetno zidarski obraditi i ojačati strukturu ziđa jednom od metoda sanacije.



Slika 3.31. stanje krovšta 1



Slika 3.32. stanje krovšta 2

Dimnjaci

Dimnjaci su zidani i ožbukani. Na svim dimnjacima su primjetne pukotine, te kao takvi više nisu upotrebljivi. Potrebno je izvršiti provjeru dimnjaka od strane ovlaštenog dimnjačara, te ih ukloniti ili temeljito sanirati.



Slika 3.33. stanje dimnjaka 1



Slika 3.34. stanje dimnjaka 2



Slika 3.35. stanje dimnjaka 3



Slika 3.36. stanje dimnjaka 4



Slika 3.37. stanje dimnjaka 5



Slika 3.38. stanje dimnjaka 6

Fasada

Ulična fasada je u solidnom stanju, te nisu primjetne konstruktivne pukotine. Primjetno je dilatacijsko odvajanje između dvije zgrade. Pomak je uobičajen za zgrade u nizu kao posljedica različitih gibanja u potresu. Navedeno ne predstavlja konstrukcijsku štetu.



Slika 3.39. stanje fasade 1

Dvorišna fasada je u lošem stanju. Na dvorišnom djelu fasade nisu uočene značajnije konstruktivne pukotine. Na određenim dijelovima vidljivo je da žbuka uopće ne postoji, dok na određenim dijelovima postoje dijelovi koji se odlamaju. Na višim katovima primjetan je

nedostatak veziva između opeka. Potrebno je sve nestabilne dijelove hitno ukloniti kako svojim padom ne bi prouzročili nesreću ili štetu. Fasada pokazuje znakove starosti i neodržavanja. Istočni dio fasade je u najlošijem stanju. Fasadna žbuka ni ne postoji. Vidi se da je opeka već dosta porozna. U fugama fali veziva (morta). Vidljivo je malo odvajanje zgrade od susjedne zgrade. Očito je žbuka koja je bila ugrađena u rešku ispala van.



Slika 3.40. stanje fasade 2

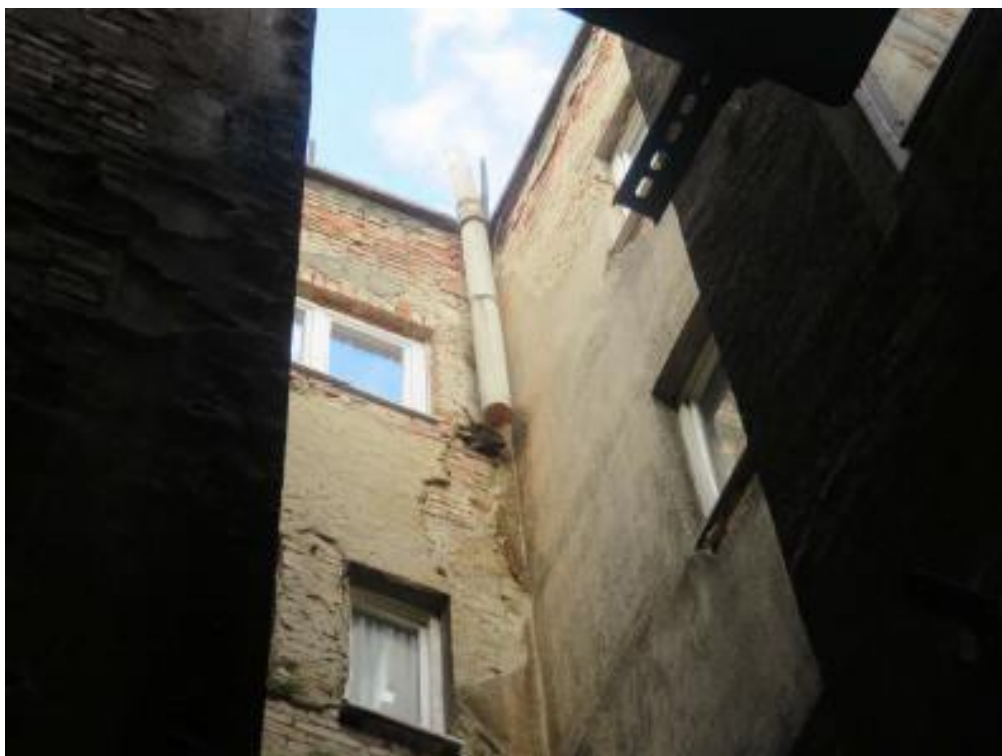


Slika 3.41. stanje fasade 3

Fasada predstavlja značajan dio konstrukcije jer štiti osnovnu nosivu konstrukciju od propadanja, te se savjetuje njena temeljita obnova. Na balkonima je primjetna erozija betona i zaštitne žbuke. Navedeno uzrokuje brže propadanje čeličnih dijelova nosive konstrukcije te se savjetuje sanacija.



Slika 3.42. stanje fasade 4



Slika 3.43. stanje fasade 5

3.4. Analiza ispunjavanja temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti

Na zgradi nisu uočene značajnije konstruktivne pukotine. Najveće pukotine primjetne su u dijelu stubišta. Na fasadi se primjećuje da osnovna struktura nosivog zida oslabljuje protekom vremena zbog neodržavane fasade.

Stabilnost za osnovna opterećenja su stalno i korisno opterećenje. Pregledom zgrade pokazuje se da je nosivi sistem zgrade uz postojeća oštećenja stabilan za osnovna opterećenja. Stabilnost za seizmička opterećenja pregledom zgrade pokazuje se da je nosivi sistem zgrade stabilan za seizmičko opterećenje kakvo je bilo kod ovog potresa. Procjena kategorije oštećenja se određuje prema europskoj skali EMS 98 i to prema stvarnim oštećenjima na toj zgradi. Skala ima XII stupnjeva. Ova zgrada spada u tip s omeđenim zidom klasa D. Ova zgrada spada u stupanj - VII *Oštećujući potres (Damaging)* kao što je već i spomenuto u uvodu. Kod nekog hipotetskog budućeg potresa prognoziranog za Zagreb, zgrada bi i dalje bila stabilna. Potrebno je pristupiti jačem održavanju zgrade, te sanaciji nekonstruktivnih dijelova (fasada, dimnjaci i sl.). Zgrada ima oštećenja u stanovima na žbuci zidova i stropova, pa zatim na žbuci na spojevima međusobno okomitih zidova, koja ne utječu na nosivost zgrade. Ta oštećenja se mogu postepeno sanirati u toku eksploatacije.

Hitne mjere koje je potrebno napraviti su da se provjere dimnjaci od strane ovlaštenog dimnjačara, sanirati dimnjake te ukoliko je potrebno ukloniti ih, ukloniti nestabilne dijelove fasade i potpuno uklanjanje zidane ograde. Ukoliko se ograda ostavlja, nužno ju je kvalitetno zidarski obraditi i ojačati strukturu zida jednom od metoda sanacije.

Analiza opterećenja na nosivu konstrukciju

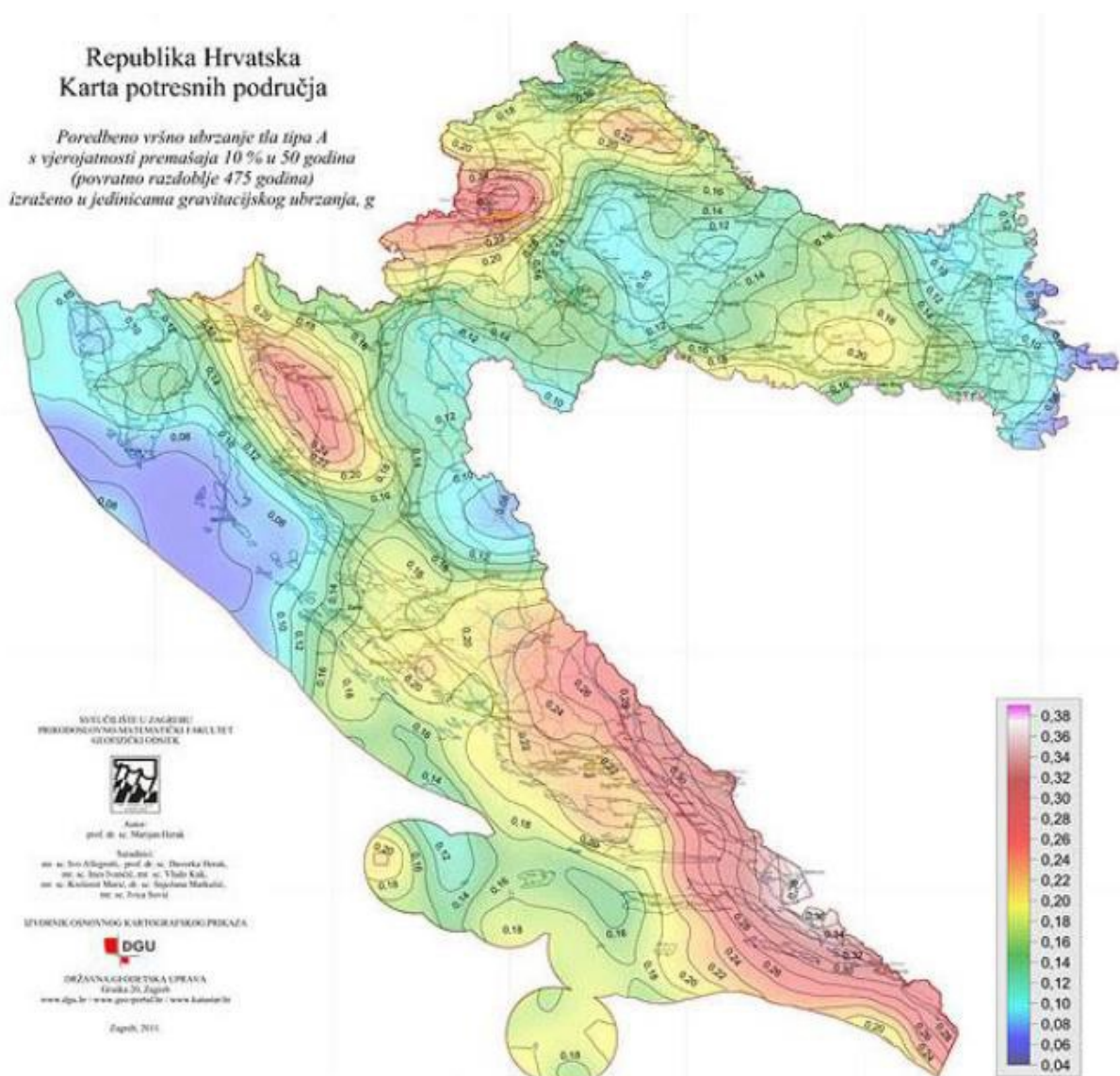
Težine slojeva konstrukcije se uzima u skladu sa snimkom postojećeg stanja te u skladu s normom HRN EN 1991-1-1:2012 – Eurocode 1. Korisno opterećenje se uzima u skladu s normom HRN EN 1991-1-1:2012 te u skladu s nacionalnim dodatkom navedenoj normi gdje se definiraju opterećenja ovisno o namjeni konkretnog prostora. Budući da se u ovom slučaju radi o stambenom prostoru, proračun će se provesti s opterećenjem od 2.0 kN/m².

U ovom projektu se opterećenja vjetrom i snijegom neće analizirati. Predmet zahvata je seizmičko pojačanje konstrukcije. U seizmičkoj proračunskoj situaciji opterećenje potresom se ne kombinira s opterećenjem snijegom i vjetrom. Radi se 95 godišnjem potresu za granično stanje

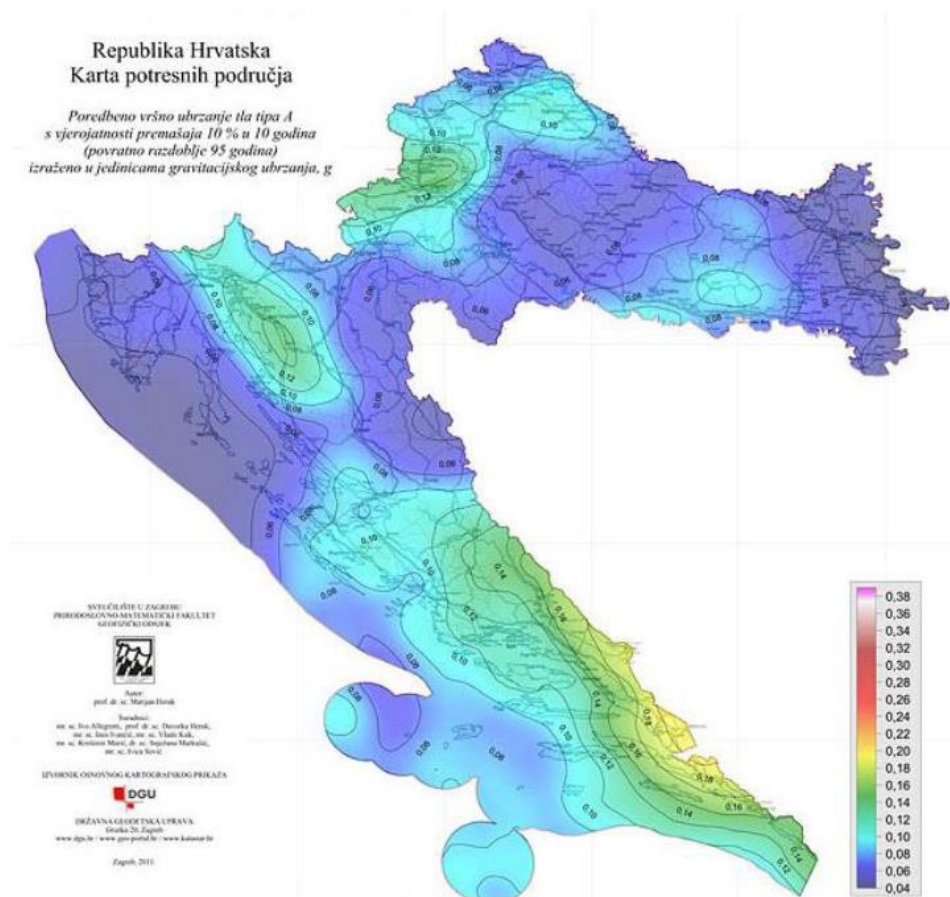
nosivosti odnosno o ciljanoj traženoj otpornosti konstrukcije koja iznosi polovicu (50%) one koja se traži za suvremene konstrukcije.

Ulazni podatak, koji se koristi za proračun, je ubrzanje tla za konkretnu lokaciju, odnosno putem seizmičke karte koja je dostupna online na stranici seizmološkog zavoda pod pojmom *Karta potresnih područja RH.*

Na slikama 3.44. i 3.45. prikazana je karta potresnih područja za 475 godišnji potres i za 95 godišnji potres. Ubrzanje tla je za 95 godišnji potres u pravilu 50% vrijednosti u odnosu na 475 godišnji potres.



Slika 3.44. Karta potresnih područja RH – povratni period 475 godina



Slika 3.45. Karta potresnih područja RH – povratni period 95 godina



Slika 3.46. Ubrzanje tla a_g za konkretnu lokaciju

SEIZMIČKI PARAMETRI OPTEREĆENJA PREMA HRN EN 1998-1

- Ubrzanje tla za konkretnu lokaciju (475 godišnji povratni period): $a_{475} = 0.25 \text{ g}$
- Ubrzanje tla za konkretnu lokaciju (95 godišnji povratni period): $a_{95} = 0.13 \text{ g}$
- Faktor važnosti građevine: $\gamma_I = 1.0$ – Razred važnosti II – $\gamma_{II} = 1.0$
- Temeljno tlo: Tlo kategorije C: $S=1.15$, $T_B = 0.2 \text{ s}$, $T_C = 0.6 \text{ s}$, $T_D = 2.0 \text{ s}$
- Faktor ponašanja: $q = 1.50$ – neomeđeno ziđe
- Faktor opterećenja za proračun masa: $k_g = 0.15$

Analiza opterećenja na stropove:

- Završni pod parket $h=12 \text{ cm}$	0.125 kN/m ²
- Daščana oplata	0.125 kN/m ²
- Šuta ($h=14 \text{ cm}$)	1.70 kN/m ²
- Daščana oplata	0.125 kN/m ²
- Grednici	0.20 kN/m ²
- <u>Pregradni zidovi</u>	<u>1.00 kN/m²</u>
	$\Delta g_k = 3.275 \text{ kN/m}^2$

Na pozicijama gdje nema pregradnih zidova dodatno stalno iznosi $\Delta g_k = 2.30 \text{ kN/m}^2$. Korisno opterećenje će se uzeti u iznosu od 2.0 kN/m^2 .

Provedba okvirne grube analize seizmičke otpornosti

Provest će se analiza prosječnog naprezanja na zidove u prizemlju. Masa građevine: tlocrtna površina etaže iznosi 262 m^2 , uzet će se okvirna težina po stropnoj konstrukciji $q_{ed} = 15 \text{ kN/m}^2$, ukupno sa 4 i pol etaže s punom masom.

$$M = 4,5 \times 262 \times 15 = 17,685 \text{ kN}$$

Seizmička sila za svaki smjer iznosi po masi građevine:

$$S_{d,x,smjer(T)} = 0,25 \times 1,15 \times 2,5 \times 1 / 1,5 \times 17,685 = 4378 \text{ kN}$$

$$S_{d,y,smjer(T)} = 0,25 \times 1,15 \times 2,5 \times 1 / 1,5 \times 17,685 = 4378 \text{ kN}$$

Izračun ploštine zidova prizemlja za svaki smjer iznosi:

$$A_{zid,x} = 0,6 (1,7+2,45+2,35+1,7) + 0,6 (3,2+3,2+2) + 0,6 (1,1+1,05+1,2) \times 2 + 0,9 \times 0,4 \times 2 + 0,6 \times 1,5 \times 2 = 4,926 + 5,04 + 4,02 + 0,72 + 1,8 = 16,48 \text{ m}^2$$

Ploština zidova / ploština etaže u x smjeru: $\Psi_{x,smjer} = 16,48/262 = 6,29\%$

$$A_{zid,y} = 0,35 \times 7,45 \times 2 + 0,55 \times 5,2 + 0,55 \times 4,8 + 0,45 \times 5,95 \times 2 + 4,5 \times 0,3 \times 2 = 5,22 + 2,86 + 2,64 + 5,36 + 2,7 = 18,78 \text{ m}^2$$

Ploština zidova / ploština etaže u y smjeru: $\Psi_{y,smjer} = 18,78/262 = 7,17\%$

Po ploštini ziđa je vidljivo da je krutost i masa ziđa izjednačena za oba smjera, što je seizmički iznimno povoljno. Prosječno naprezanje ziđa za svaki smjer izraženo je u mjerljivim kN/cm^2 .

$$\sigma_{x,smjer} = 4378 / 16,48 \times 100 \times 100 = 0,027 \text{ kN/cm}^2 \text{ (0,27 Mpa)}$$

$$\sigma_{y,smjer} = 4378 / 18,78 \times 100 \times 100 = 0,023 \text{ kN/cm}^2 \text{ (0,23 Mpa)}$$

Računska otpornost ziđa:

$$F_{v,d} = f_{vk,0} + 0,4 \times \sigma_d$$

$$f_{vk,0} = 0,01 \text{ kN/cm}^2 \text{ (0,1 Mpa)}$$

$$\sigma_d = 0,04 \text{ kN/cm}^2$$

$$\gamma_m = 1,5$$

$$F_{v,d} = 0,01 + 0,4 \times 0,04 = 0,026 / 1,5 = 0,0173 \text{ kN/cm}^2$$

Omjer zatečene otpornosti / $\sigma_{x,smjer}$: $0,017 / 0,027 = 0,6296$ (62,96%)

Omjer zatečene otpornosti / $\sigma_{y,smjer}$: $0,017 / 0,027 = 0,7391$ (73,91%)

Analiza otpornosti prema gruboj analizi po ploštini ziđa prizemlja:

X-smjer = 62,96%

Y-smjer = 73,91 %

Nakon provedene grube analize, kao što je vidljivo iz proračuna, u x-smjeru je dosegnuta otpornost konstrukcije koja iznosi cca 63%, dok u y-smjeru cca 74%. Grubom analizom otpornosti, na jednostavniji je način moguće odrediti minimalno potreban broj zidova za ojačanje. Daljnji postupak analize bi bio napraviti i proračun na prostornom modelu konstrukcije jer su rezultati mjerodavniji. Uzimaju se stvarne sile u obzir i unesene nadvoje tj. tretira se ziđe kao zidove s otvorima što je puno povoljnija situacija od grube analize. Na osnovi provedene grube analize potrebni radovi na popravku i pojačanju konstrukcije su pojačanje FRP mrežama (FRCM).

3.5. Elaborirana ocjena postojećeg stanja građevinske konstrukcije

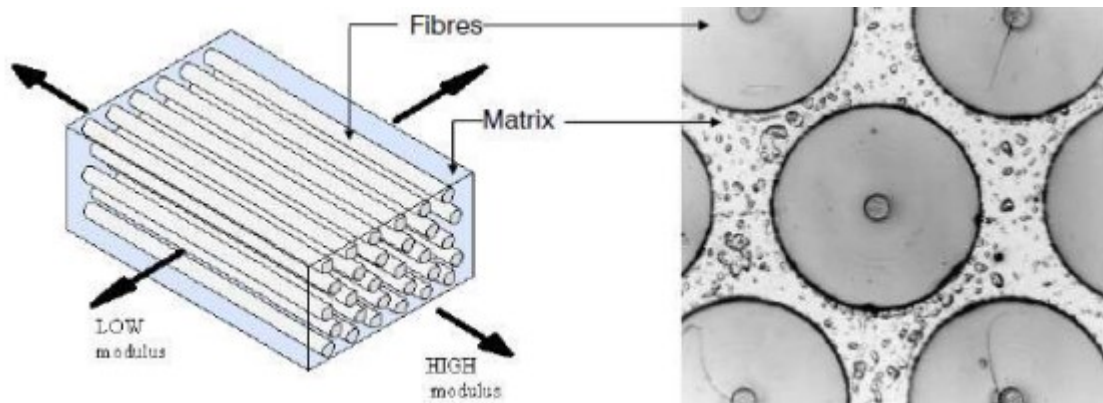
	Opis težine oštećenja				
	Nepoznato	Nema	Blago	Srednje teško	Teško
Opća ugroza	N/A	1	2	3	4
1. Urušavanje ili djelomično urušavanje		XXXXXX			
2. Naginjanje objekta i/ili kata		XXXXXX			
3. Neka druga ugroza		XXXXXX			
<i>Drugo: Nespecificirano</i>					
KONSTRUKTIVNI DIJELOVI	N/A	1	2	3	4
4. Temelji		XXXXXX			
5. Vertikalna nosiva konstrukcija		XXXXXX			
6. Horizontalna nosiva konstrukcija			XXXXXX		
7. Krovna konstrukcija			XXXXXX		
8. Stubišta			XXXXXX	XXXXXX	
9. Ispune, pregrade			XXXXXX	XXXXXX	
<i>Drugo: Nespecificirano</i>					
NEKONSTRUKTIVNI DIJELOVI	N/A	1	2	3	4
10. Parapeti, vijenci, ornamenti, fasada			XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX
11. Crijep, krovni prozori, oluci		XXXXXX			
12. Obloga stropova, žbuka, gipskarton			XXXXXX		
13. Pregradni zidovi			XXXXXX		
14. Vodovod, kanalizacija grijanje	XXXXXX				
15. Dimnjaci					XXXXXX
16. Drugi nekonstruktivni elementi građevine		XXXXXX			
17. Elektro i plinska mreža	XXXXXX				

Slika 3.47. Tabelarni prikaz uočenih šteta

Pojmovnik: **1 = Nema** 1. Nema znakova opasnosti. 2. Lasaste pukotine u pregradnim zidovima. **2 = Blago** 1. Male pukotine u pregradnim zidovima vidljive s obje strane ($d < \sim 3$ mm). 2. Male pukotine u nosivim zidovima koje većinom počinju u uglovima nekih otvora ($d < \sim 3$ mm). 3. Dijelovi otpale žbuke na stropovima i zidovima. 4. Poremećaj, djelomično klizanje i ispadanje nešto krovnih crijeptova ili pokrivača. **3 = Srednje - teško** 1. Znatne pukotine u pregradnim zidovima ($d > \sim 3.0$ mm). 2. Dijagonalne pukotine u nosivim zidovima ($d < \sim 5.0$ mm), ali ne toliko opsežne da bi sačinjavale slom. 3. Pomak, odvajanje ili lokalni slom nosača krova i stropova. 4. Premještanje i/ili djelomični slom dimnjaka, parapeta ili krova. 5. Lokalno teže oštećenje nekog dijela zgrade. **4 = Teške - Total** 1. Nosivi zidovi sa širokim pukotinama ($d > \sim 5.0$ mm), vidljivi s obje strane. 2. Djelomični ili totalni slom nosivih zidova, stropova i/ili krova. 3. Zidovi izvan vertikale. 4. Slom u području ležajeva podova ili krova i pomak u stranu.

4. Pojačanja armiranobetonskih konstrukcija proizvodima od FRP-a

FRP – Fibre-Reinforced Polymer (Plastic) ili vlaknima armirani polimer je vlaknasti kompozitni materijal gdje su određena vlakna u funkciji armature ugrađena u polimernu matricu koja omogućuje finalni oblik koji se radi od polimerne matrice od epoksida, poliesterska ili vinilesterska koja je pojačana (armirana) vlaknima. Vlakna su uglavnom: ugljik, staklo, aramid i basalt. [6]



Slika 4.1. FRP – Fibre-Reinforced Polymer (Plastic) [7]

FRP nije novi material jer sa razvojem plastike sredinom 19. stoljeća, a tek 20-tih godina prošlog stoljeća počinje intenzivniji razvoj plastike odnosno polimera, te primjena različitih polimernih vlakana gdje su u tom razdoblju napravljeni i prvi proizvodi od FRP-a na bazi tkanina od staklenih vlakana i polyester smole. [8]

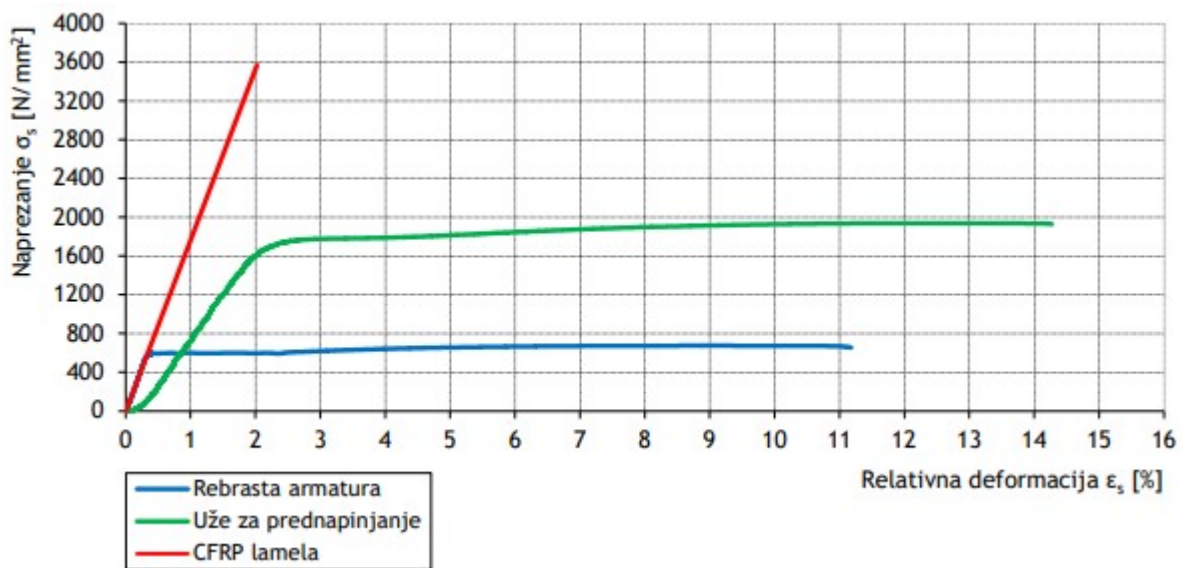
FRP se u građevini počinje intenzivnije istraživati zadnjih 30-tak godina, mada se u građevini koristi i primjenjuje u relativno kratkom periodu, te još uvijek u ograničenom području primjene jer kao i svaki novi materijal kojemu je funkcija zamjena postojećeg materijala potrebno je istražiti različite modele proračuna, statičkih sustava i načina primjene. Međutim trenutna primarna zadaća primjene FRP-a u građevinarstvu je zamjena čelika i čelične armature. [8]

Proizvodi od FRP-a koji se primjenjuju u građevinarstvu su:

- Šipke i mreže za armiranje
- Profili
- Trake i lamele za pojačanje

Najvažnije karakteristike FRP-a u usporedbi s čelikom:

- velika vlačna čvrstoća
- ne koridira
- mala vlastita težina
- elastično ponašanje do sloma bez duktilnog popuštanja
- viša cijena u odnosu na čeličnu armaturu
- ne provodi struju
- koeficijent toplinskog širenja je manji od betona
- neotporan na visoku temperaturu



Slika 4.2. karakteristike FRP-a u usporedbi s čelikom [7]

Upravo zbog ovih karakteristika FRP-a u usporedbi s čelikom, totalna zamjena je trenutno limitirana kod primjera:

1. Armiranja AB elemenata kod kojih nije nužna duktilnost, a koji su izloženi negativnim utjecajima koji rezultiraju korozijom
2. Zatege, kabeli i lamele za vanjsko prednapinjanje
3. Sanacija i pojačanje AB konstrukcija zamjenjujući čelične šipke, lamele i omče s istim FRP proizvodima

Trenutačno kod sanacija, revitalizacija, konzervacija, restauracija i pojačanja AB konstrukcija pogođenih potresom ovo je ujedno i najveće područje primjene FRP proizvoda u građevinarstvu. Ponajviše razlog tome što je glavni problem čelika njegova težina npr. kod same primjene, postavljanja, transporta itd. i korozija kada se radi o vanjskim agresivnim uvjetima, jer upravo su to glavna pozitivna svojstva FRP-a u usporedbi s čelikom; mala vlastita težina, neosjetljivost na koroziju, velika vlačna čvrstoća u smjeru vlakana, te jednostavnost primjene. [8]

4.1. Proračun AB elemenata pojačanih s FRP-om

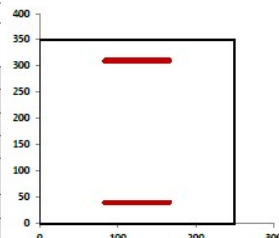
Spособnost betona da podnese veće relativne deformacije omogućuje presjeku veću konačnu zakrivljenost pa time i trošenje više energije u slučaju seizmičkih djelovanja zbog čega se povećava sigurnost elementa s takvim poprečnim presjekom. Ne može se zanemariti i da ovijeni beton ima još i veću konačnu čvrstoću.


U nastavku ćemo proračunati učinak ovijanja AB elemenata pojačanih s FRP-om pomoću programa MAPEI odnosno tablica u *.xls formatu (EXCEL datoteke).

4.1.1. Pojačanje pravokutnog poprečnog presjeka na savijanje

Prvo je potrebno unijeti podatke o geometriji poprečnog presjeka, vrsti materijala (beton i čelična armatura)

Ulazni podaci		
Geometrija poprečnog presjeka		
Visina (H)	350	mm
Širina (B)	250	mm
Ploština vlačne armature A_s	1160	mm ²
Ploština tlačne armature A'_s	157	mm ²
Udaljenost težišta armature od bližeg ruba ($d_1=d_2$)	40	mm
Statička visina (d)	310	mm
Ploština lamele A_f	560	mm ²

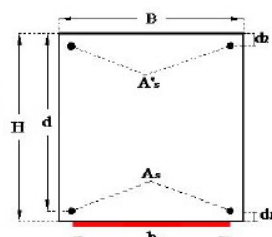





MAPEI
 GRADEVINSKA LJEPILO - SISTEMI ZA BRITVLJENJE
 KEMIJSKI PROIZVODI ZA GRADITELJSTVO
 Tehnička podrška - Konstrukcijska pojačanja

Projektant: Filip Pintarić
 Tvrtka:
 Br. projekta:

Materijali		Proračunska čvrstoća (MPa)	Modul elastičnosti (MPa)
Razred betona	C25/30	$\gamma_c = 1.5$ 14.17	30200
Vrsta čelika	B500A/C	$\gamma_s = 1.15$ 434.8	210000
$E_{s,el}$	0,00207	Relativna deformacija čelika kod popuštanja	





D.I.S.T.
 Dipartimento di Ingegneria Strutturale
 Università di Napoli "Federico II"

Karakteristike betona i armature odabiru se pomoću padajućih izbornika. Kad se beton odabire

pomoću padajućih izbornika, prikazani su razredi betona odnosno karakteristične tlačne čvrstoće betona f_{ck} . Proračunska čvrstoća betona dana je izrazom:

$$f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

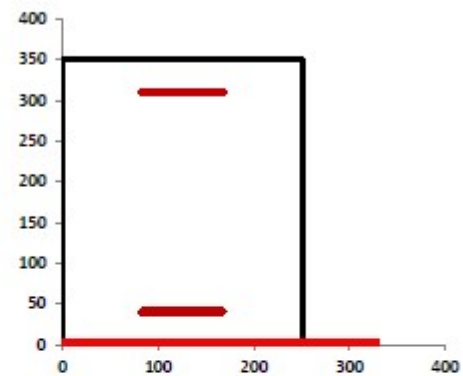
Koeficijenti sigurnosti za beton i čelik su 1,5 odnosno 1,15 i takvi su zadani programom za proračun.

Nakon unosa geometrijskih podataka i podataka o betonu i armaturi, unose se podaci o vrsti (tipu) pojačanja poprečnog presjeka i uvjetima izloženosti konstrukcijskog elementa.

Za pojačanje odabiremo material *Carboplate E 200* koji je izveden tkaninom od jednosmjernih ugljičnih vlakana s visokom izdržljivošću te debljine od 1.400 mm i širine (b_f) od 400 mm.

Materijali	Vrsta primjene	Vrsta vlakna	Izloženost
Carboplate E 200	Certificirani sustav pojačavanja	ugljična	vanjski okoliš

SVOJSTVA FRP-a	
Karakteristična vlačna čvrstoća, f_{fk}	3300 MPa
Karakt. rel. deformacija pri slomu, ϵ_{fk}	0,017
Modul elastičnosti	200000 MPa
Debljina	1,400 mm
Parc. koef. sig. za prijanjanje FRP-a ($\gamma_{f,d}$)	1,20
Parc. koef. sig. za slom FRP-a (γ_f)	1,10
Koeficijent utjecaja okoliša (η_a)	0,85
Proračunska čvrstoća FRP-a, f_{fd}	2338 MPa
Širina lamele (b_f)	400 mm
Broj slojeva	1



k_{cr}	3
k_b	1,000
$f_{rod,2}$	524 MPa
$\epsilon_{r,d,d}$	0,002620
f_{ck}	25,00 MPa
f_{ctm}	2,56 MPa
b_f/b	1,600
ϵ relativna deformacija, $\epsilon_{FRP,ud}$:	0,00262

Početni moment koji djeluje u presjeku prije pojačavanja (M_o)	39,83	kNm
--	-------	-----

Pomoću padajućih izbornika odabire se:

- tip FRP materijala
- tip okoliša u kojem se element nalazi (agresivni, vanjski ili unutarnji)

Ovisno o ovim podacima program automatski proračunava niz parametara vezanih uz čvrstoću materijala pojačanja. Potrebno je unijeti i:

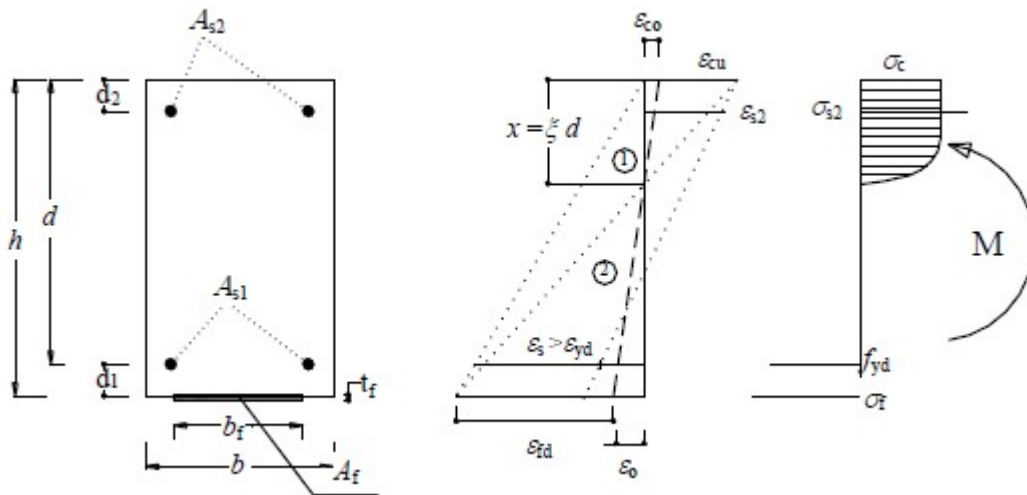
- širinu lamele, b_f
- broj slojeva lamele

U presjecima koji su pojačani vlaknima koriste se dvije jednačbe ravnoteže za rješavanje problema, jednačba ravnoteže horizontalnih sila duž uzdužne osi grede te jednačba ravnoteže momenata savijanja oko osi paralelne koja prolazi vlačnom armaturom, a paralelna je s neutralnom osi poprečnog presjeka.

$$\psi \cdot b \cdot \chi f_{cd} + A_{s2} \cdot \varepsilon_{s2} \cdot E_s - A_{s1} \cdot \varepsilon_{s1} \cdot E_s - A_f \cdot \varepsilon_f \cdot E_f = 0$$

$$M_u = \psi \cdot b \cdot \chi f_{cd} \cdot (d - \lambda \cdot \chi) + A_{s2} \cdot \varepsilon_{s2} \cdot E_s \cdot (d - d_2) + A_f \cdot \varepsilon_f \cdot E_f \cdot d_1$$

Lom se može pojaviti zbog dostizanja maksimalne relativne deformacije pojačanja FRP-om (zona 1) ili maksimalne tlačne relativne deformacije betona (zona 2) kao što je prikazano na sljedećoj slici.



Slika 4.3. Način sloma presjeka betona pojačanog izvana sa lamelom od FRP [6]

Budući da se ojačanje FRP-om ponaša elastično do sloma, njegovo se naprezanje proračunava kao umnožak relativne deformacije i normalnog modula elastičnosti FRP-a (u smjeru osi grede).

Kako bi se izbjeglo da u GSN vlačna armatura bude u elastičnom području, bezdimenzionalni

koeficijent $\xi = x/d$ ne smije preći graničnu vrijednost ξ_{lim} danu sljedećim izrazom:

$$\xi_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}}$$

Kako bi se mogla proračunati nosivost pojačanog presjeka potrebno je upisati i moment savijanja M_0 pri kojem se element pojačava. Taj moment je potreban za proračun početnih relativnih deformacija elementa. [6]

Rezultat proračuna dobiva se pritiskom na naredbu „Proračunaj“ kojom se pokreće iterativni postupak proračuna nosivosti pojačanog poprečnog presjeka na savijanje.

Kao rezultat proračuna dobije se proračunska nosivost poprečnog presjeka na savijanje, za nepojačani i pojačani presjek te sve relativne deformacije i ostale veličine vezane uz promatrani poprečni presjek.

Izlaz: Proračun položaja neutralne osi pri slomu i granični moment (y_c, M_{Rd})									
Iterativni postupak u kojem se pretpostavlja vrijednost za y_c i provjerava podudara li se sa $N_u=0$ (slom kod savijanja bez uzdužne sile)									
y_o mm	područje	ψ ad.	λ ad.	σ'_c MPa	σ_c MPa	σ_r MPa	Proračunaj	Suma horiz. sila	M_{Rd} kNm
207,01	3	0,80	0,416	434,78	365,68	411,76			0,00
Nepojačani presjek								ε_{beton}	0,00350
y_o mm	σ'_c MPa	σ_c MPa	M_{Rd} kNm				$\varepsilon_{sacna\ armatura}$		0,00282
148	536,7	434,8	127,07				$\varepsilon_{vlakna\ armatura}$		0,00174
								ε_{FRP}	0,00206

Relativna deformacija i naprezanje tkanine od ugljika iznose:

$$\varepsilon_{FRP} = 0,00206 \text{ i } \sigma_{FRP} = 411,76 \text{ Mpa}$$

Za nepojačani presjek, za slom preko betona i $\varepsilon_{cu} = 0.0035$ (3.5%), u jednadžbi ravnoteže u kojoj se ne uzima u obzir doprinos pojačanja, dobiva se $y_c = 207,01$ mm i $M_u = 127,07$ kNm, dok se kod pojačanja FRP vlaknima dobiva rezultat sume momenata savijanja $M_u = 158,97$ kNm.

4.1.2. Provjera naprezanja pravokutnog poprečnog presjeka prilikom pojačanja

U ovom programu moguće je provjeriti sva naprezanja pravokutnog poprečnog presjeka pojačanog s FRP-om u svim fazama pojačavanja presjeka.

Moguće je proračunati:

- položaj neutralne osi i momenta inercije presjeka

- naprezanje u betonu i čeliku AB presjeka od momenta savijanja koji djeluje prije pojačavanja
- naprezanje u betonu, čeliku i FRP-u od momenta savijanja koji djeluje nakon pojačavanja
- naprezanje u materijalima koja proizlaze iz superpozicije stanja naprezanja prije i nakon pojačavanja

Ulazni podaci

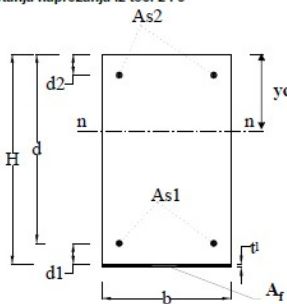
Na prvoj stranici potrebno je unijeti podatke o geometriji poprečnog presjeka, vrsti materijala (beton i čelična armatura).

Provjera naprezanja armiranobetonskog pravokutnog presjeka pojačanog s FRP-om u svim fazama pojačavanja presjeka

Postupak omogućava proračun:

1. Položaja neutralne osi i momenta inercije presjeka AB+FRP
2. Naprezanja u betonu i čeliku AB presjeka od momenta savijanja koji djeluje prije pojačavanja
3. Naprezanja u betonu, čeliku i FRP-u od momenta savijanja koji djeluje nakon pojačavanja
4. Naprezanja u materijalima dobivenih superpozicijom stanja naprezanja iz toč. 2 i 3

Ulazni podaci	
Geometrija poprečnog presjeka	
Širina (b)	250 mm
Visina (h)	350 mm
Udaljenost težišta armature od bližeg ruba (d ₁ =d ₂)	40 mm
Statička visina (d)	310 mm
Ploščina vlačne armature As ₁	1160 mm ²
Ploščina tlačne armature As ₂	157 mm ²
Ploščina pojačanja FRP-om	560 mm ²
Broj slojeva (FRP-a)	1




D.I.ST.
Dipartimento di Ingegneria Strutturale
Università di Napoli "Federico II"

Materijali	Proračunske čvrstoće	Moduli elastičnosti	
Razred betona C25/30	14,17 MPa	30200	MPa
Vrsta čelika B500B/C	435 MPa	210000	MPa
Omjer modula elastičnosti čelika i betona $n_s = E_s / E_c$	15		

Podaci koji se ručno unose

Moduli elastičnosti

Za trenutni modul elastičnosti betona se predviđa sekantni modul elastičnosti (linija koja siječe proračunski dijagram betona između 0 i 0,4 f_{cm}), određen na temelju niza provjera, koji se izvodi prema normama HRN EN 1992-1-1. U stvarnosti se može uzeti vrijednost:

$$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{2.3} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Tlačna čvrstoća

U stvarnosti se odnosi na karakterističnu tlačnu čvrstoću kocke R_{ck}. S čvrstoće kocka se prelazi na čvrstoću valjka koji se koriste za provjere, pomoću izraza: f_{cd} = 0,83 R_{ck}. S obzirom na proračune u projektu moguće je prijeći sa karakteristične vrijednosti na srednju čvrstoću valjka pomoću izraza: f_{cm} = f_{ck} + 8 (N/mm²)

Kod unosa geometrijskih karakteristika poprečnog presjeka unose se i sve ploščine armature (čelične – tlačna i vlačna) te broj slojeva pojačanja FRP-om. Kad se beton odabire pomoću padajućih izbornika, prikazane su karakteristične tlačne čvrstoće betona f_{ck}. Proračunska čvrstoća betona dana je izrazom:

$$f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

Koeficijenti sigurnosti za beton i čelik su 1,5 odnosno 1,15 i takvi su zadani programom za proračun.

Nakon unosa geometrijskih podataka i podataka o betonu i armaturi unose se podaci o vrsti pojačanja poprečnog presjeka. Pomoću padajućih izbornika odabire se:

- tip FRP materijala

- vrsta opterećenja: stalno ili cikličko (umor)

Ovisno o ovim podacima program automatski proračunava niz parametara vezanih uz čvrstoću materijala pojačanja. Ovisno o vrsti pojačanja potrebno je unijeti i širinu FRP lamele, b_{lamela}

Materijali	Vrsta vlakana	Vrsta opterećenja
Carboplate E 200	ugljična	stalno

SVOJSTVA FRP	
Karakteristična vlačna čvrstoća, f_{fk}	3300 MPa
Modul elastičnosti	200000 MPa
Debljina	1,400 mm
Širina lamele, b_{lamela}	400 mm
Omjer modula elastičnosti FRP-a i betona $n_r = 2E_f / E_c$	13
Koeficijent dugotrajnih učinaka, η_l	0,8
Naprezanje u kompozitu ojačanom vlaknima, σ_f	2640 MPa

1. Proračun položaja neutralne osi i momenata tromosti			
1) položaj neutralne osi ($S_n = 0$):			
	$y_c =$	155,03	mm
2) Moment inercije presjeka u odnosu na neutralnu os:			
	$I =$	2045107963	mm ⁴

2. Proračun stanja naprezanja u AB presjeku zbog opterećenja koja djeluju u presjeku prije pojačavanja			
Unijeti vrijednost momenta koji djeluje u presjeku		Vrsta opterećenja	
Primjenjeni moment, $M_1 =$	39,83	kN m	rjetko

Provjera naprezanja u materijalu								
$\sigma_{beton} =$	3,3	MPa	mora biti manje od:	14,9	MPa	0,60 f_{ck}	HRN EN 1992-1-1 Točka 7.2	Zadovoljava
$\sigma_{ceлик} =$	-57,4	MPa	mora biti manje od:	-300	MPa	0,80 f_{yk}		Zadovoljava

3. Proračun stanja naprezanja u betonu, čeliku i FRP-u od momenta savijanja koji djeluje nakon pojačavanja					
Unijeti vrijednost momenta u presjeku od opterećenja koja djeluju nakon pojačavanja					
Primjenjeni moment, $M_2 =$	119,14	kN m			
Primjerice, ako sveukupni moment, koji djeluje u presjeku, iznosi 150 kNm, od kojeg 50 kNm postoji i prije primjene pojačanja (vlastita težina elementa) tada je 100 kNm od opterećenja koji djeluju na element nakon pojačavanja. $M_2 = 100$ kNm i $M_1 = 50$ kNm					
Provjera naprezanja materijala zbog utjecaja pojačanja					
$\sigma_{beton} =$	9,0	MPa	mora biti manje od:	12,5	MPa
$\sigma_{ceлик} =$	-135,4	MPa	mora biti manje od:	-400,0	MPa
$\sigma_{FRP} =$	-150,4	MPa	mora biti manje od:	-2640,0	MPa

4. Provjera sveukupnog stanja naprezanja uslijed opterećenja iz koraka 2 i 3								
$\sigma_{beton} =$	12,3	MPa	mora biti manje od:	12,5	MPa	0,60 f_{ck}	HRN EN 1992-1-1 Točka 7.2	Zadovoljava
$\sigma_{ceлик} =$	-192,8	MPa	mora biti manje od:	-400,0	MPa	0,80 f_{yk}		Zadovoljava
$\sigma_{FRP} =$	-150,4	MPa	mora biti manje od:	-2640,0	MPa	0,8 f_{fk}	Smjernice 24/07/2009 Točka 3.2.3.2	Zadovoljava

Rezultat proračuna

Kao rezultat proračuna dobiju se slijedeće veličine:

- položaj neutralne osi i moment tromosti pojačanog poprečnog presjeka
- naprezanja u betonu i čeliku prije pojačavanja presjeka

4.2. Analiza ponašanja pri graničnim stanjima uporabljivosti

kod graničnih stanja uporabljivosti (GSU), naprezanja u kompozitu ojačanom vlaknima (FRP), proračunate za opterećenja, moraju zadovoljiti ograničenje:

$$\sigma_f \leq \eta \cdot f_{fk}$$

gdje je f_{fk} karakteristična vlačna čvrstoća FRP-a pri slomu, a η je faktor promjene.

Naprezanje materijala u poprečnom presjeku zbog opterećenja prije i nakon pojačanja FRP-om i naknadne provjere nametnute trenutnim normama, pomoću izraza:

$$\sigma_c = \frac{M}{I_n} y_c < \begin{cases} 0,60 f_{ck} & \text{za karakteristična opterećenja} \\ 0,45 f_{ck} & \text{za stalna opterećenja} \end{cases}$$
$$\sigma_s = n_s \frac{M}{I_n} (d - y_c) < 0,80 f_{yk}$$
$$\sigma_f = n_f \frac{M}{I_n} (H - y_c) \leq \eta \cdot f_{fk}$$

Promatran poprečni presjek 25/35 cm srednje čvrstoće betona $f_{cm} = 14,17$ MPa armiran u središtu s $2\phi 10 + 5 \phi 16$ (11.6 cm²) pri dnu i $2 \phi 10$ (1.57 cm²) pri vrhu te sa zaštitnim slojem od 40 mm. Pojačan je na savijanje sa svoje donje strane (vlačni rub) primjenom FRP lamele material *Carboplate E 200* koji je izveden tkaninom od jednosmjernih ugljičnih vlakana s visokom izdržljivošću te debljine od 1.400 mm i širine (bf) od 400 mm, čija su svojstva:

- debljina: $t_f = 1,4$ mm
- broj slojeva: $n_f = 1$
- širina lamele: $bf = 400$ mm
- karakteristična čvrstoća FRP-a: $f_{fk} = 3300$ MPa
- modul elastičnosti FRP lamele: $E_f = 200000$ MPa

Provjera naprezanja materijala u betonu, čeliku i u FRP-u zbog utjecaja opterećenja iznose:

$$\sigma_c = \frac{M}{I_n} y_c = 9,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = n_s \frac{M}{I_n} (d - y_c) = 135,40 \text{ MPa}$$

$$\sigma_f = n_f \frac{M}{I_n} (H - y_c) = 150,40 \text{ MPa}$$

Uzima se u obzir i da se provjera naprezanja na granična stanja uporabljivosti provodi za stalno opterećenje i naprezanja u materijalima pojačanog poprečnog presjeka moraju zadovoljiti ograničenja iz normi:

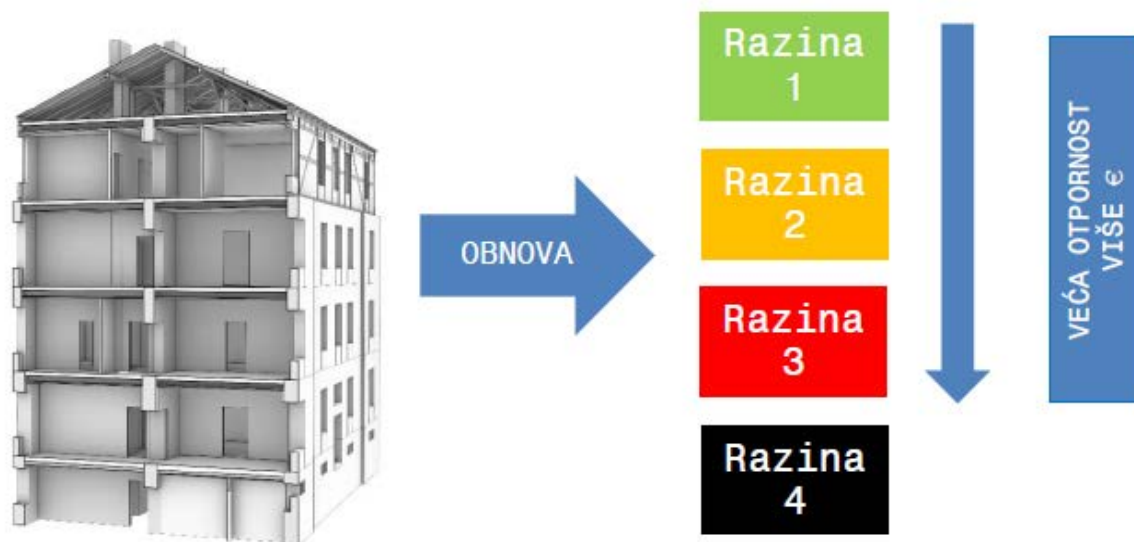
$$\sigma_c = 3,3 + 9,0 = \mathbf{12,30 \text{ MPa}} < 0,60f_{ck} = 12,50 \text{ MPa} \text{ (zadovoljava)}$$

$$\sigma_s = 57,4 + 135,40 = \mathbf{192,80 \text{ MPa}} < 0,80f_{yk} = 400 \text{ MPa} \text{ (zadovoljava)}$$

$$\sigma_f = \mathbf{150,40 \text{ MPa}} < 0,80f_{fk} = 2640 \text{ MPa} \text{ (zadovoljava)}$$

5. Sanacija zgrade

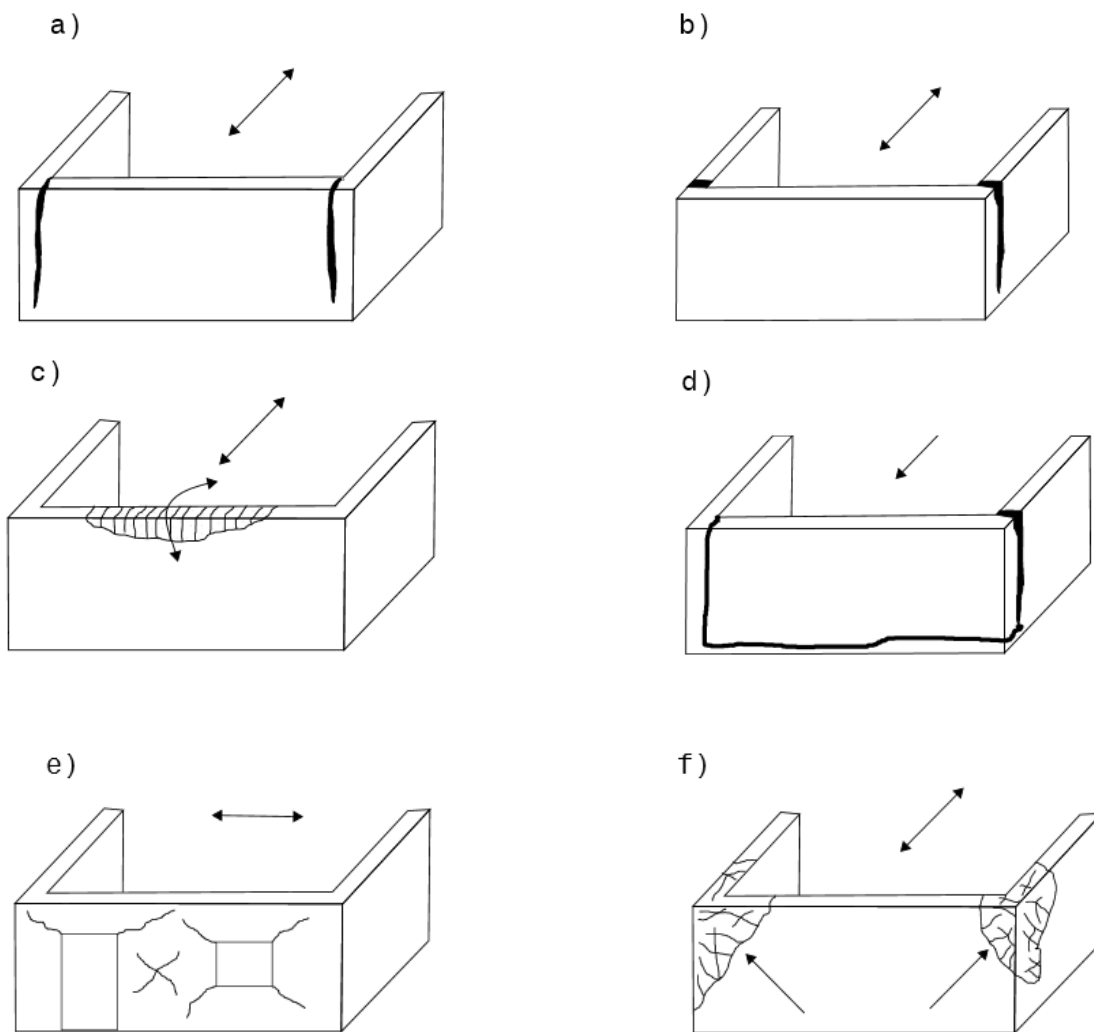
Koncept obnove mora započeti sa hitnim mjerama popravka elemenata konstrukcije ili sekundarnih elemenata koji utječu na rizike za život i zdravlje ljudi (na primjeru zagrebačkog potresa to su dimnjaci i zabati) te popravkom nastalih oštećenja. Navedene mjere predstavljaju četiri opće prihvaćene razine. Obnove su prikazane na slici 5.1., naravno razine su u linearnom odnosu s troškovima obnove. [2]



Slika 5.1. Opće prihvaćene razine obnove

Nakon popravka oštećenja, slijede postupci zahvata koji uključuju povezanost elemenata konstrukcije kojima se isti dovode u jednu cjelinu. U sklopu tih zahvata provodi se po potrebi i pojačanje konstrukcije. Navedeni radovi spadaju u razinu 2.

Tek kada su ispunjeni uvjeti povezanosti konstrukcije (globalni koncept) tek onda je moguće pojačanje njenih pojedinačnih elemenata (vrlo malim dijelom razina 2 te u pravilu razina 3). Razina 4 se od razine 3 razlikuje neznatno u tehničkom zahtjevu te se razlikuju uglavnom po namjeni (Razina 4 - bolnice, vatrogasni domovi, zgrade televizije i informiranja, upravljačke zgrade energetske i komunalne infrastrukture itd.). Ujedno razina 4 predstavlja potpuno ispunjenje seizmičkih zahtjeva prema HRN EN 1998-1 (Eurocode 8). Na slici 5.2. su prikazani tipični primjeri otkazivanja nosivosti i stabilnosti konstrukcija. [2]

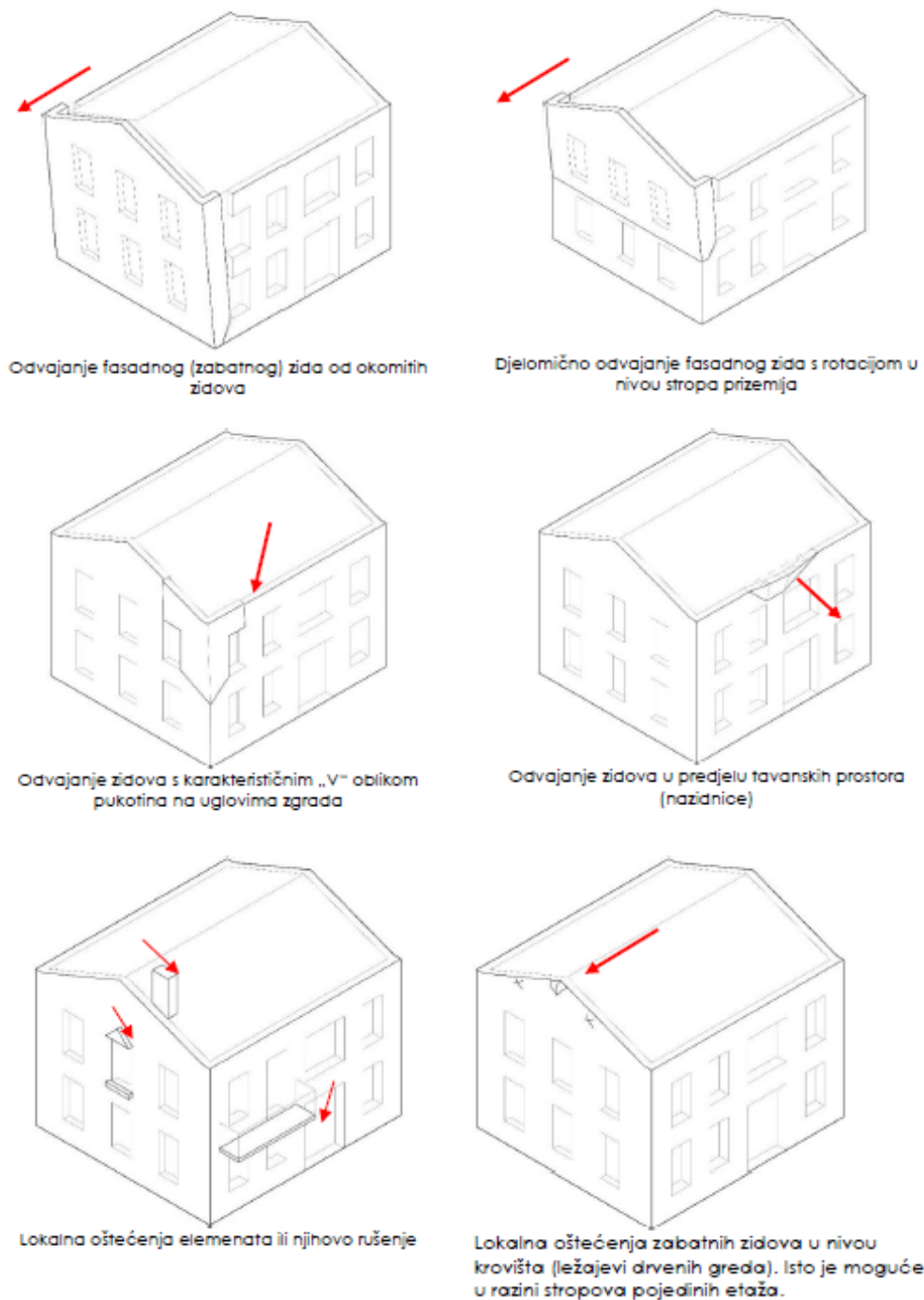


Slika 5.2. Tipični mehanizmi otkazivanja zidanih konstrukcija

Tipični mehanizmi otkazivanja zidanih konstrukcija:

- a) posmični slom zida i vertikalna pukotina u uglu;
- b) vlačni slom zida i vertikalna pukotina u uglu;
- c) horizontalna pukotina, otkazivanje dugih zidova van ravnine;
- d) globalno otkazivanje zidnog panela;
- e) dijagonalna pukotina uslijed djelovanja sile u ravnini zida;
- f) otkazivanje van ravnine uglova zida.

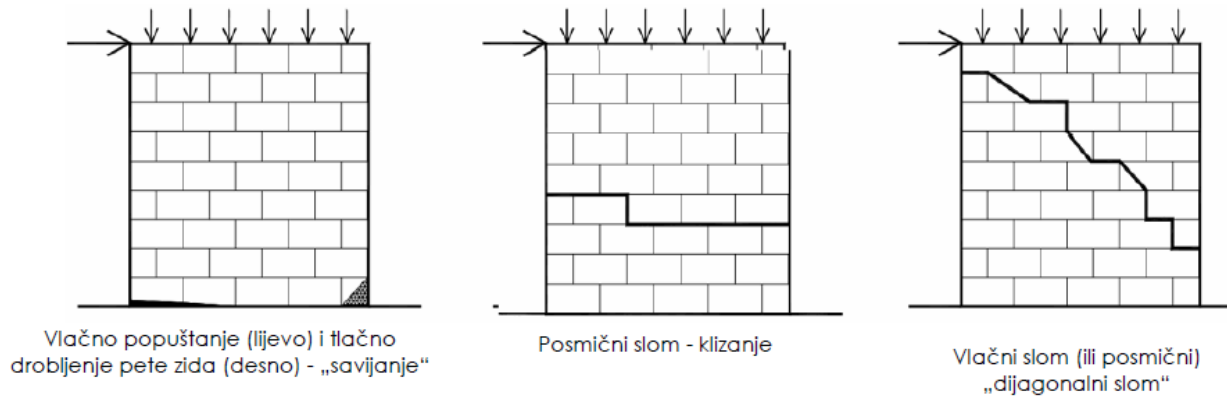
Na slici 5.3. su prikazani zasebno svi mogući mehanizmi otkazivanja nosivosti i stabilnosti nosivih vertikalnih elemenata izvan njihovih ravnina.



Slika 5.3. Načini otkazivanja nosivosti zida van ravnine

Na slici 5.4. su prikazana tri načina otkazivanja nosivosti zida u ravnini. Radi o zidu koji je opterećen na ekscentrični tlak. U zidanim konstrukcijama u potresnoj proračunskoj situaciji nastaje kombinacija djelovanja koja uključuje moment savijanja, tlačnu silu uslijed težine te horizontalnu posmičnu seizmičku silu. Radi se o zidu opterećenom u ravnini na ekscentrični tlak. Tri su mehanizma otkazivanja nosivosti koja su u direktnoj korelaciji s iznosom proračunskih sila (moment savijanja vertikalna i horizontalna sila). Prvi oblik sloma je vlačno popuštanje lijeve

strane i tlačno drobljenje desne. Taj oblik sloma u smislu ekscentričnog tlaka u pravilu nastaje kombinacijom relativno velike vrijednosti momenta savijanja i tlačne sile ili velike vrijednosti tlačne sile i momenta savijanja. Drugi oblik otkazivanja nosivosti je čisti posmični slom koji nastaje u pravilu kod manjih vrijednosti vertikalne tlačne sile. Treći oblik sloma je vlačni ili posmični dijagonalni slom. Ovaj treći je najučestaliji oblik sloma u vrlo velikom broju slučajeva. [2]

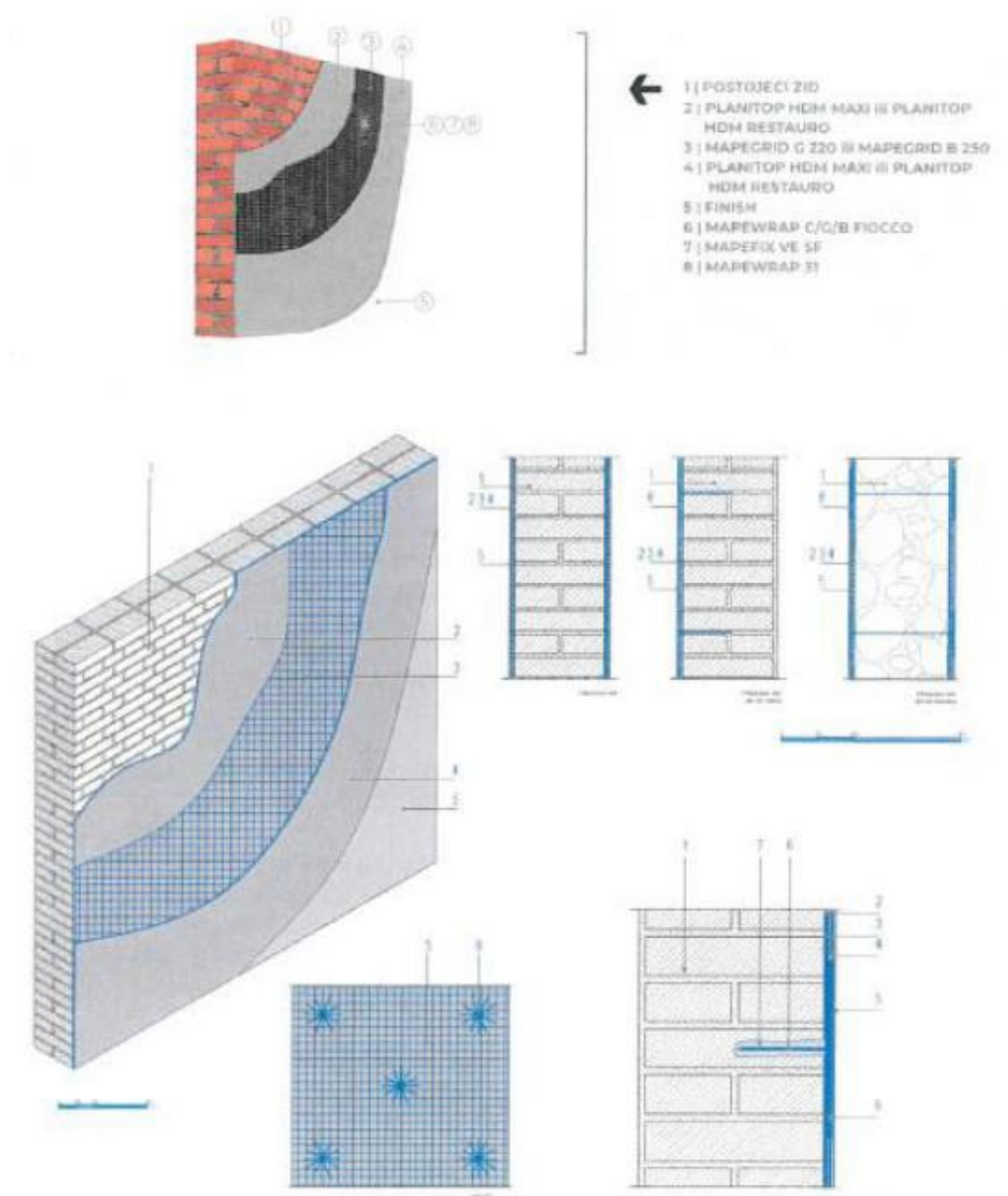


Slika 5.4. Načini otkazivanja nosivosti u ravnini zida

Za osiguranje pouzdanosti odnosno vraćanja stanja konstrukcije u početno stanje potrebno je sva oštećena sanirati. Sanacija oštećenja s obzirom da se uglavnom radi o manjim pukotinama u zidu je najprimjerenija tako da se u zoni pukotina ukloni žbuka, očiste sljubnice, iste ponovno zapune i injektiraju. [2]

5.1. Pojačanje zidova FRP mrežama

Predviđa se i pojačanje zidova u svrhu postizanja otpornosti zida. Izvest će se pojačanje FRM mrežama i to unutarnjih zidova – ovijanjem te jednostrano zidova stubišta sa strane zajedničkih prostorija. Ovijanje će se provesti sa sustavom kao što je Mapei Grid 220. U jednostranom sustavu potrebno je izvesti i sidrenje pomoću specijalnih užadi.

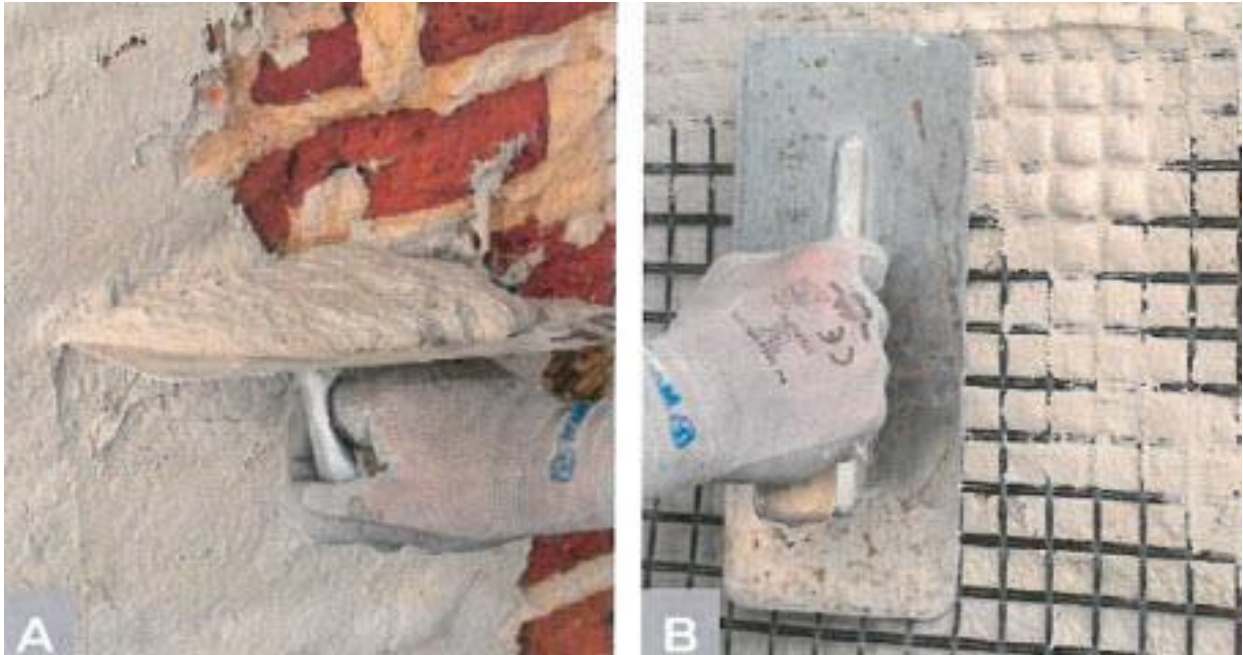


Slika 5.5. Sustav pojačanja FRCM mrežama

Za izvedbu pojačanja FRP mrežama, potrebno je u potpunosti ukloniti žbuku sa zidova. Sustav pojačanja se sastoji od izravnavajućeg sloja (PLANINTROP HDM RESTAURO) u debljini od 5-6

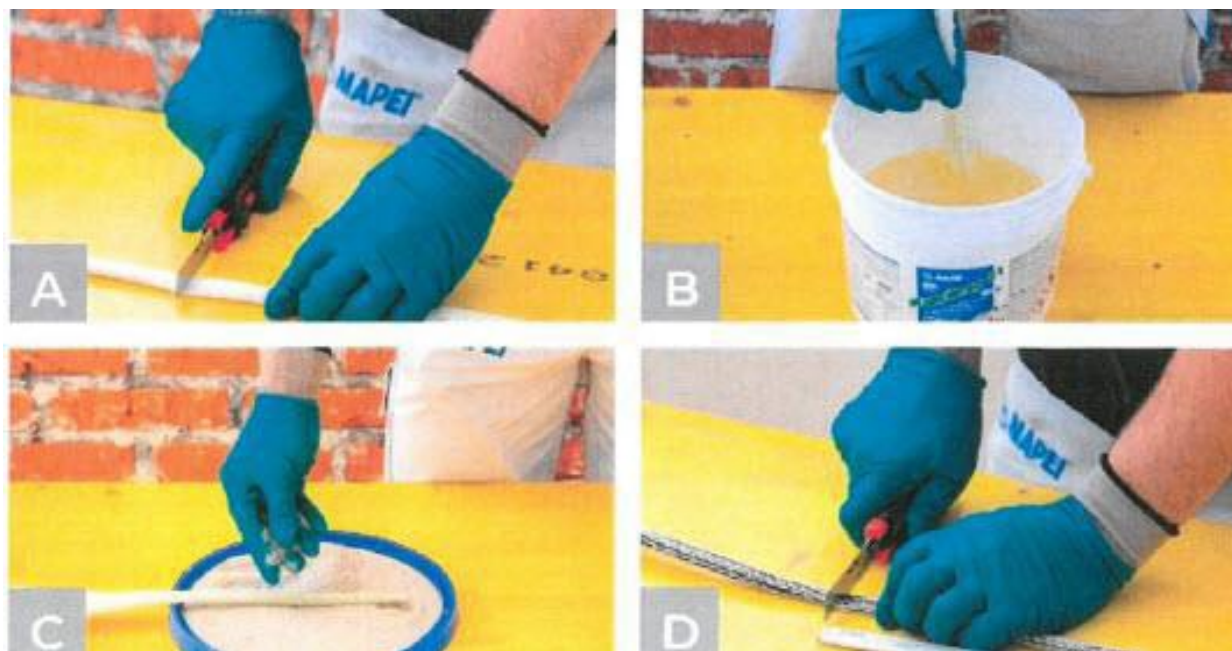
mm. Mrežica od staklenih vlakana (MAPEGRID 220) se postavlja u mort, koji je još svjež. Preklop mrežica mora biti minimalno 20 cm.

Nakon toga se nanosi drugi sloj morta (PLANINTROP HDM RESTAURO) u debljini 5-6 mm, preko mrežice dok je prvi sloj još svjež. Sve navedeno podrazumijeva početnu ravnu plohu nakon otucanja žbuke. Ako površina nije ravna potrebno je predvidjeti sloj za izravnanje. Isti treba biti posebni sanacijski mort za namjenu izravnanja.



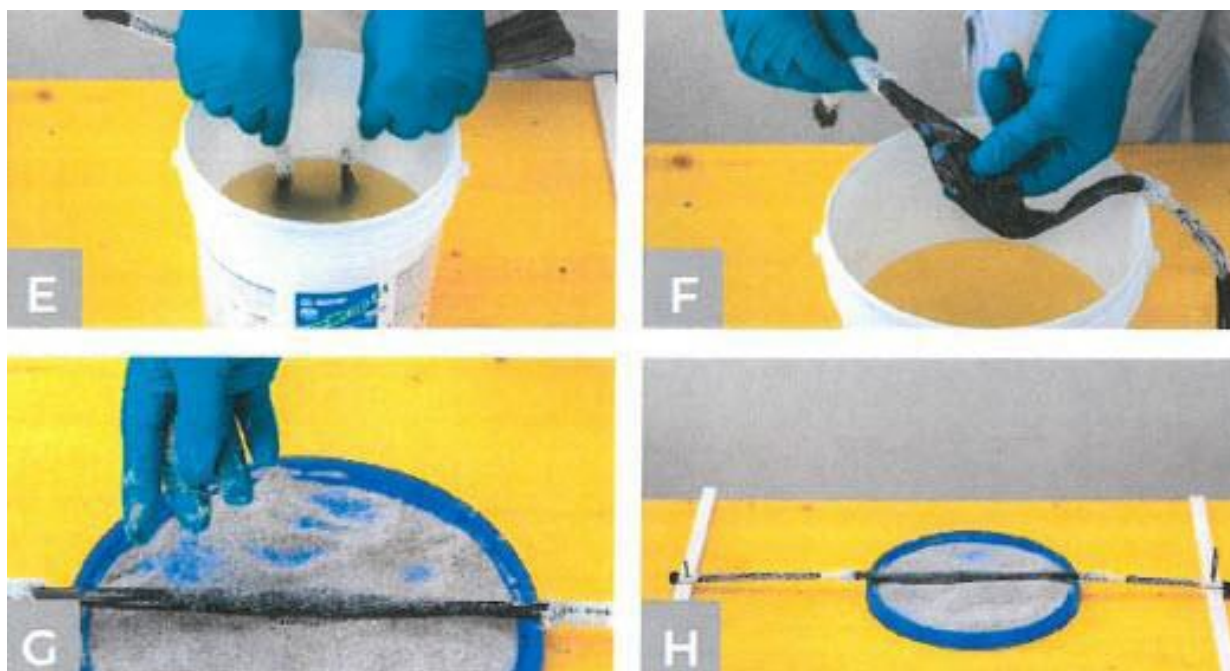
Slika 5.6. Shema izvedbe pojačanja FRCM sustavom

Kod izvedbe jednostranog pojačanja, potrebno je izvesti karbonsku sidrenu užad tipa Mapewrap fiocco. Užad je potrebno izrezati na duljinu koja je jednaka zbroju debljine zida i dvostruke duljine krajnjih dijelova koji će se rasplesiti na površini obje strane zida. Dio užeta, koji treba umetnuti u zid, je potrebno impregnirati tekućom epoksidnom smolom (MAPEWRAP 21). Dio užeta koji je pokriven smolom se posipa suhim pijeskom, te se pričekava oko 24 sata kako bi se smola stvrdnula. Nakon toga je uže spremno za postavljanje.



Slika 5.7. Sidrena užad Mapewrap Fiocco- postupak A-D

Uže se postavlja nakon što je mort za sustav, koji se spaja, očvrstnuo. U rupu se postavlja epoksidno kemijsko sredstvo za sidrenje (MAPEFIX EP 470 SEISMIC). Kruti dio se postavlja u rupu, a krajevi užeta se učvrste kitom (MAPEWRAP 12) te se posipaju kvarcnim pijeskom.



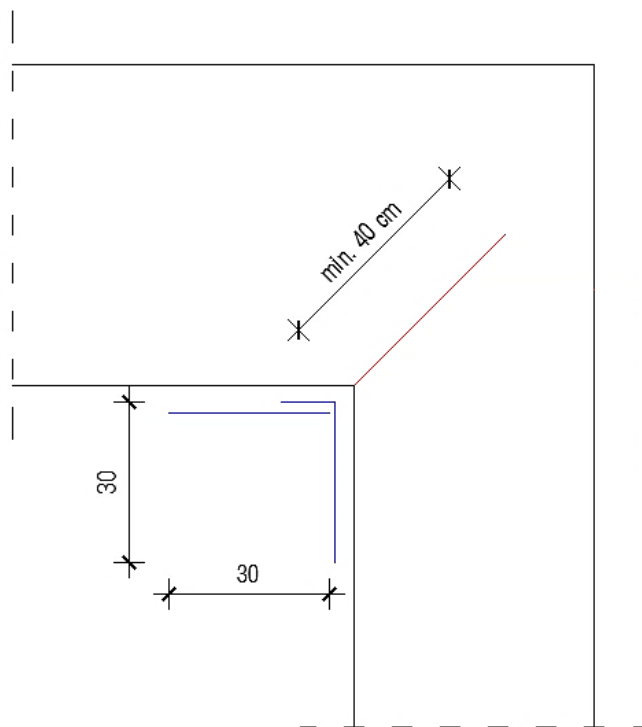
Slika 5.8. Sidrena užad Mapewrap Fiocco- postupak E-H



Slika 5.9. Sidrena užad Mapewrap Fiocco- postupak I-L

Povezivanje okomitih zidova

U svrhu osiguranja povezanosti i kompaktnosti konstrukcije, potrebno je osigurati povezivanje nosivih okomitih zidova. Princip povezivanja identičan je postavi jednostranog pojačanja FRCM sustavom. Povezivanje je potrebno izvesti u svim nadzemnim etažama.



Slika 5.10. Detalj povezivanja zidova na primjeru etaže prizemlja

6. Zaključak

Potres koji se dogodio 22. ožujka 2020. godine pogodio je Zagreb, Krapinsko-zagorsku i Zagrebačku županiju razorne snage 5,5 po Richteru. Potres je uzrokovao štetu na nekoliko desetaka tisuća zgrada i prouzročio ogromnu štetu koja je procijenjena na nekoliko desetaka milijardi kuna. Međutim, prije početka samih radova na sanaciji dimnjaka i zidova, stručnjaci moraju pregledati svaku pojedinačnu zgradu i utvrditi njezinu štetu. Najprije je potreban brzi pregled oštećenja zgrade kojemu je cilj utvrđivanje stupnja oštećenja građevina u odnosu na zaštitu života i imovine. Preglede obavljaju građevinski stručnjaci te su to isključivo preporuke za postupanje vezane za sigurnost koje se ne odnose na procjenu šteta, osiguranja i slično, nego se dodjeljuju određene naljepnice koje upućuju na uporabljivost u trenutku obavljanja brzog pregleda. Postoje tri vrste; prva je zelena naljepnica na osnovu koje je proveden brzi pregled te koja je uporabljiva s preporukom i bez ograničenja, druga je žuta naljepnica i naznačuje privremeno uporabljivo kod koje je potreban detaljan pregled i potrebne mjere hitne intervencije i treća je crvena naljepnica koja označuje da je građevina neuporabljiva zbog oštećenja i vanjskih utjecaja. Daljnji korak je izrada procjene, elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije uz provedbu detaljnog pregleda te stručni pregled nosive konstrukcije zgrade u pogledu mehaničke otpornosti i stabilnosti o šteti nastale od potresa i preporuke za daljnje postupanje. Pomoću elaborata i stručnog mišljenja dobiva se cjelovita uvodna tehnička slika na osnovu koje se može izraditi glavni projekt, projekt sanacije građevine ili nekih njezinih dijelova.

Na osnovi pregleda oštećenja zgrade i provedenog statičkog proračuna i dimenzioniranja betona (modela konstrukcije) kao mjera ojačanja i sanacije konstrukcije uvodi se pojačanje armiranobetonskih konstrukcija proizvodima od frp-a koji pokazuju dobra svojstva u ulozi sanacije građevina naspram čelika kao što su mala vlastita težina, neosjetljivost na koroziju, velika vlačna čvrstoća u smjeru vlakana, te jednostavnost primjene. Proračun se provodi na učinak ovijanja AB elemenata greda i nadvoja pojačanih s FRP-om pomoću programa MAPEI. Na osnovi proračuna pojačanja pravokutnog poprečnog presjeka na savijanje i provjere naprezanja pravokutnog poprečnog presjeka prilikom pojačanja, radi se analiza ponašanja pri graničnim stanjima uporabljivosti te se dobivaju rezultati da za nepojačani presjek, za slom preko betona i $\varepsilon_{cu} = 0.0035$ (3.5‰), u jednadžbi ravnoteže u kojoj se ne uzima u obzir doprinos pojačanja, dobiva se $y_c = 207,01$ mm i $M_u = 127,07$ kNm, dok se kod pojačanja FRP vlaknima dobiva rezultat sume momenata savijanja $M_u = 158,97$ kNm. Provjerom naprezanja na granična stanja uporabljivosti

materijala u betonu, čeliku i u FRP-u zbog utjecaja opterećenja dobivaju se rezultati da zadovoljavaju ograničenja iz normi

$$\sigma_c = 3,3 + 9,0 = \mathbf{12,30 MPa} < 0,60f_{ck} = 12,50 MPa \text{ (zadovoljava)}$$

$$\sigma_s = 57,4 + 135,40 = \mathbf{192,80 MPa} < 0,80f_{yk} = 400 MPa \text{ (zadovoljava)}$$

$$\sigma_f = \mathbf{150,40 MPa} < 0,80f_{fk} = 2640 MPa \text{ (zadovoljava)}$$

AB elementi su pojačani na savijanje sa svoje donje strane (vlačni rub) primjenom FRP lamele materiala *Carboplate E 200* koji je izveden tkaninom od jednosmjernih ugljičnih vlakana s visokom izdržljivošću te debljine od 1.400 mm i širine (*bf*) od 400 mm, čija su svojstva:

- debljina: $t_f = 1,4$ mm
- broj slojeva: $n_f = 1$
- širina lamele: $b_f = 400$ mm
- karakteristična čvrstoća FRP-a: $f_{fk} = 3300$ MPa
- modul elastičnosti FRP lamele: $E_f = 200000$ MPa

U sklopu sanacije građevine preporuča se i pojačanje zidova u svrhu postizanja otpornosti zida FRM mrežama kao što je Mapei Grid 220 i to unutarnjih zidova ovijanjem te jednostrano zidova stubišta sa strane zajedničkih prostorija.

7. Literatura

[1] Narodne novine 119/2020 - Odluka o donošenju Prvog programa mjera obnove zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije. Web: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_10_119_2309.html

[2] Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu – UPPO (2020) - Urgentni program potresne obnove Web: https://www.grad.unizg.hr/download/repository/UPPO_Prirucnik_GF_HKIG.pdf

[3] Narodne novine 24/96, 54/96, 87/96, 57/00, 38/09, 45/11, 51/13, 98/19 - Zakon o obnovi Web: <https://www.zakon.hr/z/461/Zakon-o-obnovi>

[4] Narodne novine 118/2019 - Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja - pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina Web: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_12_118_2354.html

[5] Središnji državni portal Republike Hrvatske - Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine - obnova zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije Web: <https://mgipu.gov.hr/o-ministarstvu-15/djelokrug/graditeljstvo-98/obnova-zgrada-ostecenih-potresom-na-podrucju-grada-zagreba-i-okolice/10668>

[6] CNR - Rome 2004 - Advisory Committee on Technical Recommendations for Construction - Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening existing structures

[7] HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA - Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva 2020. - Primjena FRP-a u pojačanju prednapetih rasponskih konstrukcija mostova Web: https://www.hkig.hr/docs/Opatija_2020/prezentacije/Mostovi/Primjena%20FRP-a%20u%20poja%20prednapetih%20rasponskih%20konstrukcija%20mostova.pdf

[8] Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (2013) - Sanacija postojećih građevina s polimerima armiranim vlaknima (FRP-om) Web: <https://www.statika.hr/downloads/Predavanje%20SU%20Zagreb%202013%20-%20Poja%C4%8Danje%20zidanih%20konstrukcija%20FRPom.pdf>

[9] Građevinar 10/2020 - Pojačanje ziđa na posmik pomoću FRP-a ili TRM-a Web: <https://hrcak.srce.hr/clanak/358517>

8. Popis slika

Slika 3.1. snimak zaslona stambene zgrade sa googlemaps-a.....	8
Slika 3.2. snimak zaslona stambene zgrade sa prikazom broja katastarske čestice.....	9
Slika 3.3. sjeverno pročelje zgrade.....	10
Slika 3.4. tlocrt 1. Kata.....	11
Slika 3.5. stanje zidova 1.....	11
Slika 3.6. stanje zidova 2.....	12
Slika 3.7. stanje zidova 3.....	12
Slika 3.8. stanje zidova 4.....	12
Slika 3.9. stanje zidova 5.....	12
Slika 3.10. stanje zidova 6.....	12
Slika 3.11. stanje zidova 7.....	12
Slika 3.12. stanje zidova 8.....	13
Slika 3.13. stanje zidova 9.....	13
Slika 3.14. stanje zidova 10.....	13
Slika 3.15. stanje nadvoja 1.....	14
Slika 3.16. stanje nadvoja 2.....	14
Slika 3.17. stanje nadvoja 3.....	14
Slika 3.18. stanje nadvoja 4.....	14
Slika 3.19. stanje pregradnih zidova 1.....	15
Slika 3.20. stanje pregradnih zidova 2.....	15
Slika 3.21. stanje stubišta 1.....	15
Slika 3.22. stanje stubišta 2.....	15
Slika 3.23. stanje stubišta 3.....	16
Slika 3.24. stanje stubišta 4.....	16
Slika 3.25. stanje stubišta 5.....	16
Slika 3.26. stanje stubišta 6.....	16
Slika 3.27. stanje podruma 1.....	17
Slika 3.28. stanje podruma 2.....	17
Slika 3.29. stanje stropova 1.....	17
Slika 3.30. stanje stropova 2.....	17
Slika 3.31. stanje krovništva 1.....	18
Slika 3.32. stanje krovništva 2.....	18
Slika 3.33. stanje dimnjaka 1.....	18

Slika 3.34. stanje dimnjaka 2.....	18
Slika 3.35. stanje dimnjaka 3.....	18
Slika 3.36. stanje dimnjaka 4.....	18
Slika 3.37. stanje dimnjaka 5.....	19
Slika 3.38. stanje dimnjaka 6.....	19
Slika 3.39. stanje fasade 1.....	19
Slika 3.40. stanje fasade 2.....	20
Slika 3.41. stanje fasade 3.....	20
Slika 3.42. stanje fasade 4.....	21
Slika 3.43. stanje fasade 5.....	21
Slika 3.44. Karta potresnih područja RH – povratni period 475 godina.....	23
Slika 3.45. Karta potresnih područja RH – povratni period 95 godina.....	24
Slika 3.46. Ubrzanje tla ag za konkretnu lokaciju.....	24
Slika 3.47. Tabelarni prikaz uočenih šteta.....	27
Slika 4.1. FRP – Fibre-Reinforced Polymer (Plastic).....	28
Slika 4.2. karakteristike FRP-a u usporedbi s čelikom.....	29
Slika 4.3. Način sloma presjeka betona pojačanog izvana sa lamelom od FRP.....	32
Slika 5.1. Opće prihvaćene razine obnove.....	38
Slika 5.2. Tipični mehanizmi otkazivanja zidanih konstrukcija.....	39
Slika 5.3. Načini otkazivanja nosivosti ziđa van ravnine.....	40
Slika 5.4. Načini otkazivanja nosivosti u ravnini ziđa.....	41
Slika 5.5. Sustav pojačanja FRCM mrežama.....	42
Slika 5.6. Shema izvedbe pojačanja FRCM sustavom.....	43
Slika 5.7. Sidrena užad Mapewrap Fiocco- postupak A-D.....	44
Slika 5.8. Sidrena užad Mapewrap Fiocco- postupak E-H.....	45
Slika 5.9. Sidrena užad Mapewrap Fiocco- postupak I-L.....	45
Slika 5.10. Detalj povezivanja zidova na primjeru etaže prizemlja.....	46
Slika 9.1. tlocrt podruma.....	94
Slika 9.2. tlocrt prizemlja.....	95
Slika 9.3. tlocrt 1. kata.....	96
Slika 9.4. tlocrt 2. kata.....	97
Slika 9.5. tlocrt tavana.....	98
Slika 9.6. presjek.....	99

9. Proračunski i grafički prilozi

9.1. Statički proračun i dimenzioniranje (model konstrukcije)

Statički proračun - model konstrukcije koji je dio ovog rada je u cijelosti napravljen u statičkom programu Radimpex Tower. Prostorni model - seizmički proračun izrađen je na principu modalne analize: Preduvjet ispunjenje (valjanosti) ovog modela su nužni zahvati na konstrukciji građevine kojima se njeni elementi i sklopovi moraju međusobno povezati. Cilj je da se konstrukcija kolokvijalno rečeno " ne razleti " u potresu. Na taj način se granično stanje svodi na raspucavanje (problem naprezanja) odnosno drugi oblici sloma se anuliraju kao npr. gubici nosivosti u vidu izbočavanja, gubitka stabilnosti elemenata ili gubitak stabilnosti nosivih zidova van ravnine.

Ulazni podaci - Konstrukcija

Tabela materijala

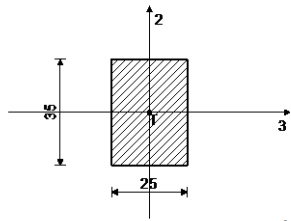
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Beton C25/30 (bez mase)	3.100e+7	0.20	0.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20
2	Beton C25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20
3	ZIDE	2.770e+6	0.20	15.00	1.000e-5	2.770e+6	0.20

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0.200	0.100	1	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	90.00
<2>	0.200	0.100	1	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00
<3>	0.200	0.100	2	Tanka ploča	Izotropna			
<4>	0.250	0.125	3	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=25/35, Fiktivna ekscentričnost



[cm]

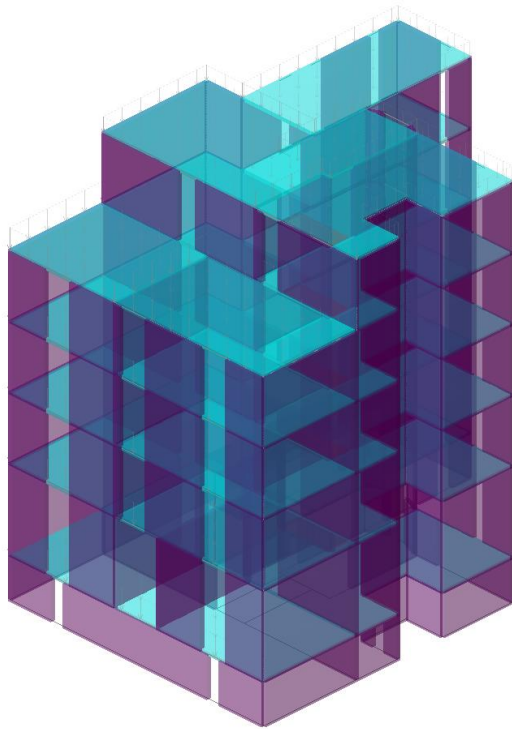
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Beton C25/30	8.750e-2	7.292e-2	7.292e-2	1.020e-3	4.557e-4	8.932e-4

Setovi linijskih ležajeva

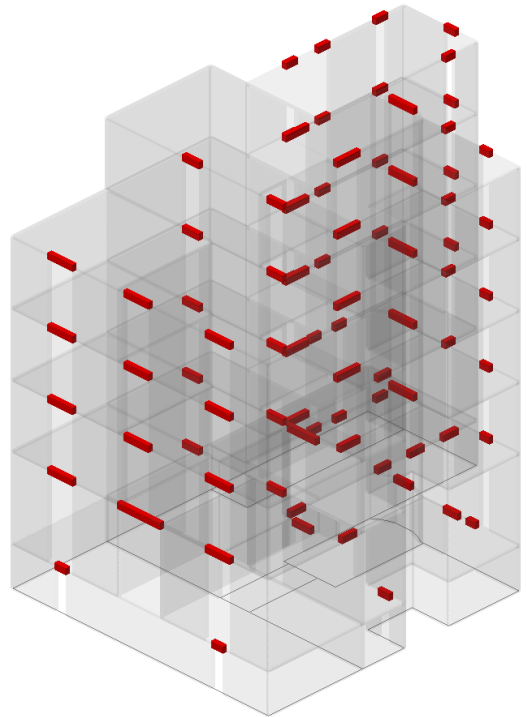
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.000e+4	1.000e+4	1.000e+4		1.000

Ploča / Zid	
1. d = 0.20 m	■
2. d = 0.20 m	■
3. d = 0.20 m	■
4. d = 0.25 m	■

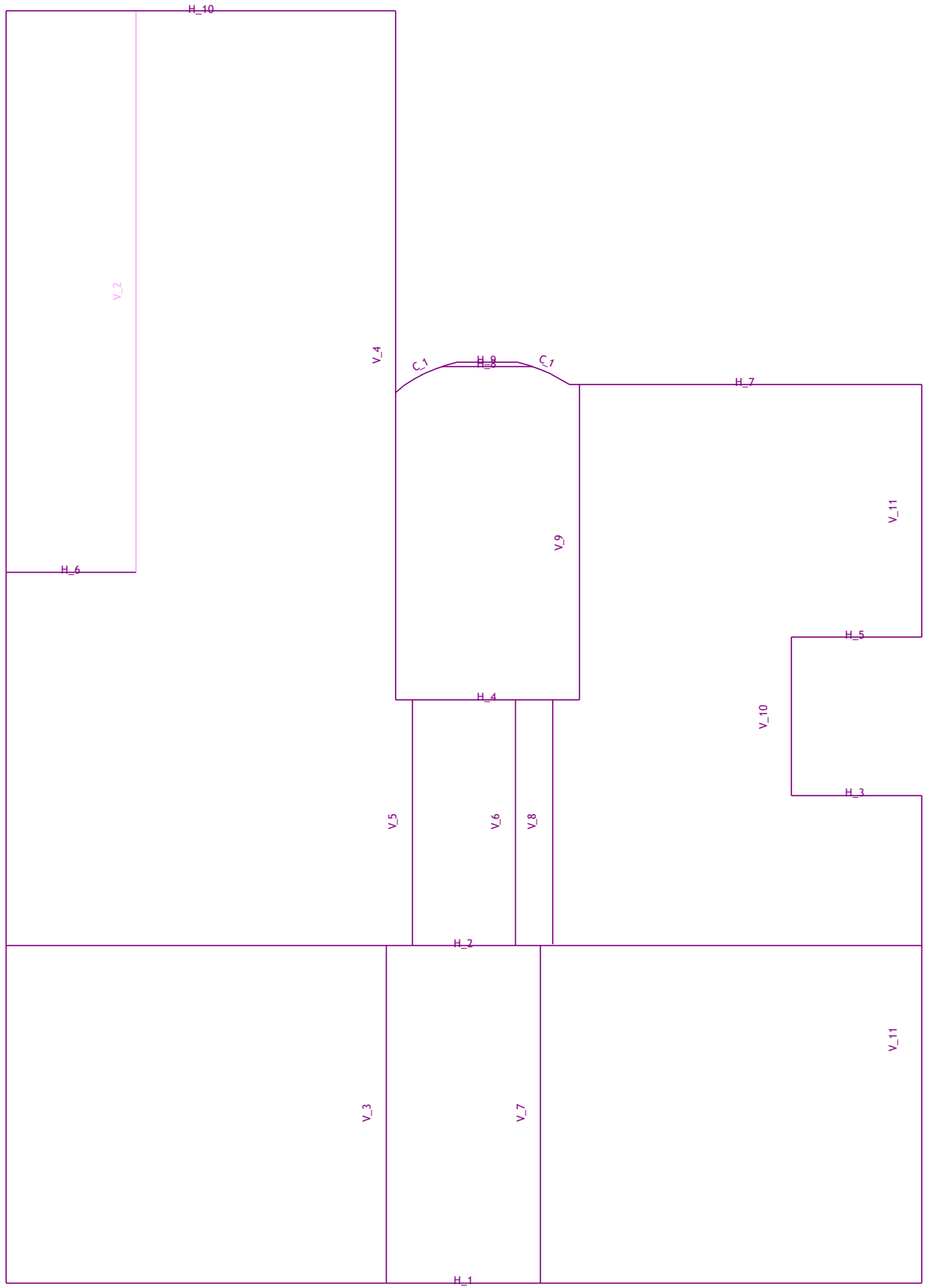
Greda	
1. b/d=25/35	■



Setovi numeričkih podataka
Ploča / Zid (1-4)



Setovi numeričkih podataka
Greda (1)



Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

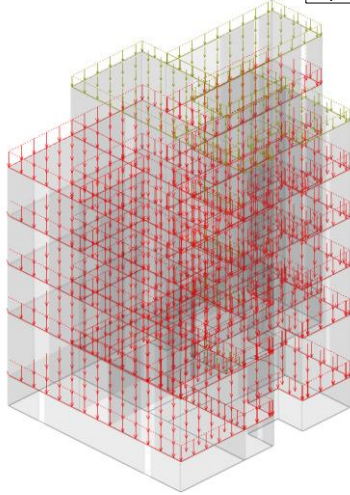
No	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Stalno (g)	0.00	0.00	-12154.24
2	Korisno	0.00	0.00	-2520.15
3	x smjer			
4	y smjer			
5	Komb.: 1.35xI+1.5xII	0.00	0.00	-20188.45
6	Komb.: I+0.3xII+III+0.3xIV			
7	Komb.: I+0.3xII+III-0.3xIV			

8	Komb.: I+0.3xII-1xIII+0.3xIV			
9	Komb.: I+0.3xII-1xIII-0.3xIV			
10	Komb.: I+0.3xII+0.3xIII+IV			
11	Komb.: I+0.3xII+0.3xIII-1xIV			
12	Komb.: I+0.3xII-0.3xIII+IV			
13	Komb.: I+0.3xII-0.3xIII-1xIV			

Opt. 1

Površinsko opterećenje

- 1. p = -3.27 kN/m² ■
- 4. p = -2.30 kN/m² ■
- 6. p = -2.30 kN/m² ■

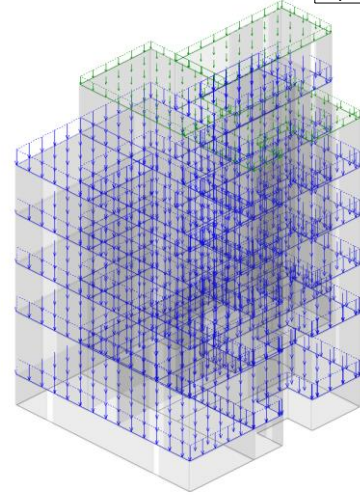


Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (1,4,6)

Opt. 2

Površinsko opterećenje

- 2. p = -2.00 kN/m² ■
- 3. p = -1.00 kN/m² ■
- 5. p = -2.00 kN/m² ■

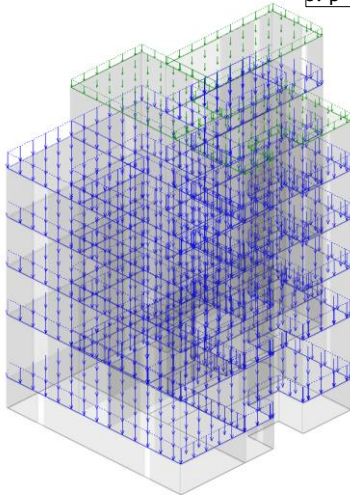


Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (2,3,5)

Opt. 2

Površinsko opterećenje

- 2. p = -2.00 kN/m² ■
- 3. p = -1.00 kN/m² ■
- 5. p = -2.00 kN/m² ■



Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (2,3,5)

Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Spriječeno osciliranje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	Stalno (g)	1.00
2	Korisno	0.30

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m2
Strop 4. kata	18.50	7.48	11.61	93.65	0.60
Strop 3. kata	15.00	7.50	9.09	212.95	0.92
Strop 2. kata	11.50	7.42	8.62	231.47	1.00
Strop 1. kata	8.00	7.40	8.71	231.46	1.00
Strop prizemlja	4.50	7.57	8.59	256.64	1.11
Strop podruma	0.00	7.20	9.02	243.10	0.97
Temelji	-2.20	6.66	9.71	47.21	
Ukupno:	7.97	7.40	9.03	1316.48	

Položaj centara krutosti po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
Strop 4. kata	18.50	6.07	8.23
Strop 3. kata	15.00	5.18	7.41
Strop 2. kata	11.50	4.88	6.74
Strop 1. kata	8.00	4.88	6.74

Strop prizemlja	4.50	4.87	7.95
Strop podruma	0.00	3.35	5.34
Temelji	-2.20	2.42	4.16

Ekscentricitet po visini objekta

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
Strop 4. kata	18.50	1.41	3.38
Strop 3. kata	15.00	2.32	1.67
Strop 2. kata	11.50	2.55	1.88
Strop 1. kata	8.00	2.52	1.97

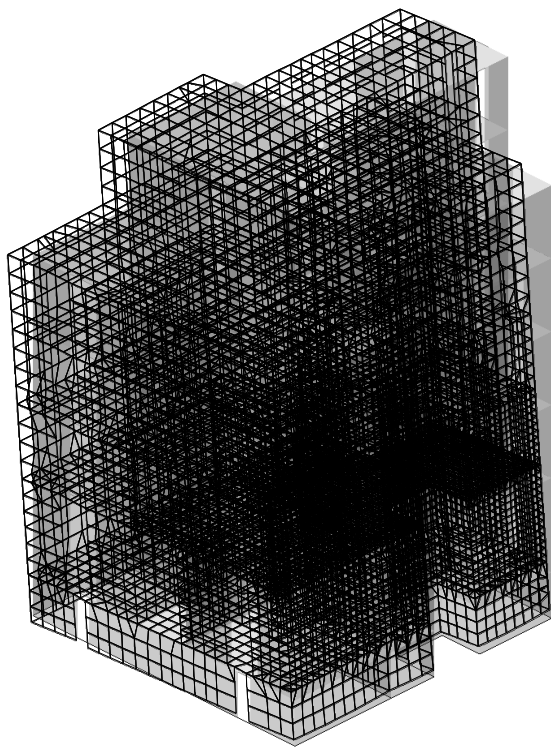
Strop prizemlja	4.50	2.70	0.63
Strop podruma	0.00	3.85	3.68
Temelji	-2.20	4.24	5.55

Periodi osciliranja konstrukcije

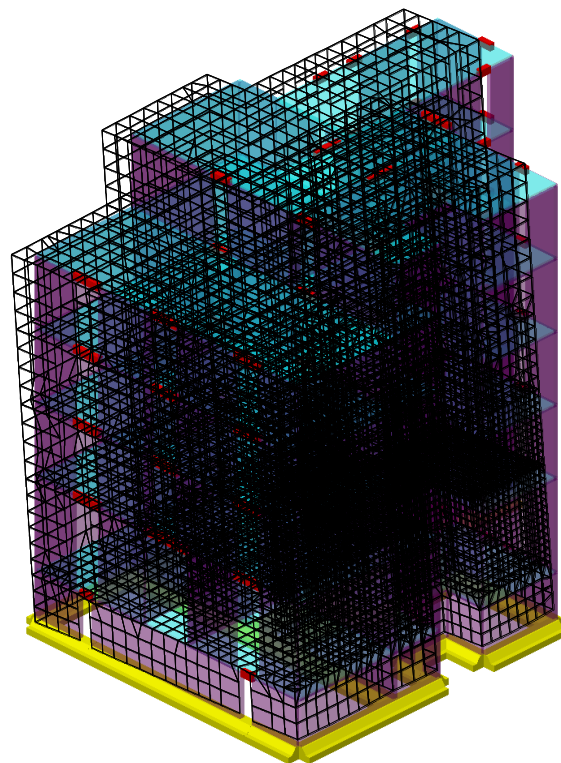
No	T [s]	f [Hz]
1	0.7388	1.3535
2	0.5308	1.8840
3	0.3741	2.6727
4	0.2276	4.3928
5	0.1760	5.6803
6	0.1573	6.3563
7	0.1528	6.5436

8	0.1357	7.3676
9	0.1203	8.3128
10	0.1145	8.7315
11	0.1126	8.8819
12	0.0947	10.5542
13	0.0915	10.9293
14	0.0817	12.2366

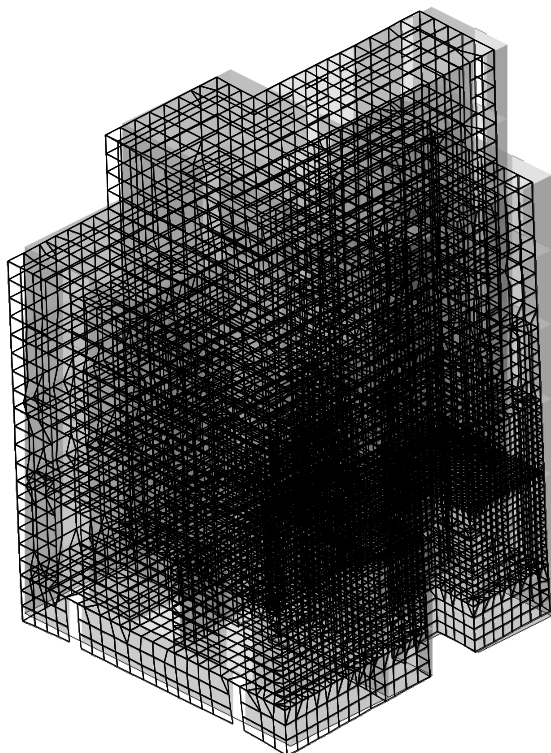
15	0.0750	13.3343
16	0.0716	13.9761
17	0.0656	15.2419
18	0.0632	15.8254
19	0.0630	15.8812
20	0.0625	16.0077



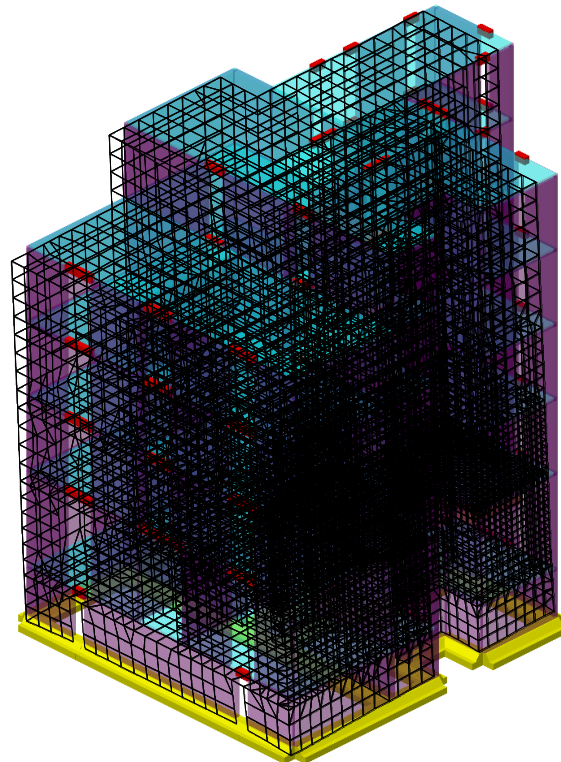
Izometrija
Forma osciliranja: 1/20 [T=0.7388sec / f=1.35Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 1/20 [T=0.7388sec / f=1.35Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 2/20 [T=0.5308sec / f=1.88Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 2/20 [T=0.5308sec / f=1.88Hz]

Seizmički proračun

Seizmički proračun: EC8 HR

Razred tla:	C
Razred važnosti:	III ($\gamma=1.0$)
Odnos ag/g :	0.13
Faktor ponašanja:	1.5
Koeficijent prigušenja	0.05
S:	1.15
Tb:	0.2
Tc:	0.6
Td:	2

Faktori pravca potresa:

Naziv	Kx	Ky	Kz
x smjer	1.000	0.000	0.000
y smjer	0.000	1.000	0.000

x smjer

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	314.73	41.76	-5.52	5.27	-37.57	2.55	-6.18	-6.01	0.41
Strop 3. kata	15.00	547.31	68.94	-3.31	6.98	-66.73	-1.38	7.11	-9.64	-0.46
Strop 2. kata	11.50	468.26	56.56	-0.76	6.03	-57.86	-2.70	9.22	-7.93	-0.62
Strop 1. kata	8.00	362.10	41.17	-0.63	5.12	-45.70	-2.42	6.43	-5.12	-0.67
Strop prizemlja	4.50	278.83	29.06	-5.21	4.08	-37.19	-3.15	5.30	-2.04	-0.72
Strop podruma	0.00	118.64	12.79	-1.21	2.08	-19.04	-1.92	1.01	-1.30	-0.28
Temelji	-2.20	9.37	1.04	0.73	0.24	-1.84	-0.14	0.14	-0.44	0.00
Σ=		2099.2	251.31	-15.91	29.80	-265.93	-9.15	23.03	-32.48	-2.34

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	-0.02	0.72	-0.01	-143.05	7.60	-4.32	0.03	0.07	-0.01
Strop 3. kata	15.00	-0.01	-0.27	0.07	-136.23	11.67	-4.38	-0.07	0.10	0.02
Strop 2. kata	11.50	0.02	-0.38	-0.02	28.37	3.02	-4.37	-0.05	-0.00	-0.01
Strop 1. kata	8.00	0.03	-0.39	-0.01	171.18	-6.40	-3.57	0.03	-0.07	-0.01
Strop prizemlja	4.50	0.03	-0.40	-0.02	285.62	-15.43	-0.06	0.10	-0.16	-0.01
Strop podruma	0.00	0.02	-0.29	-0.01	239.84	-11.24	-1.61	0.16	-0.16	-0.00
Temelji	-2.20	0.00	-0.04	-0.00	28.96	-0.83	-0.06	0.02	-0.02	0.00
Σ=		0.08	-1.05	0.01	474.69	-11.61	-18.40	0.22	-0.25	-0.01

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	-0.10	-2.21	0.15	-0.24	-7.10	1.04	0.12	0.13	-0.03
Strop 3. kata	15.00	-0.16	-0.44	-0.35	-0.38	-7.99	-0.25	-0.20	0.38	0.03
Strop 2. kata	11.50	0.01	0.67	-0.05	0.24	-0.18	-0.97	-0.11	0.08	0.05
Strop 1. kata	8.00	0.18	1.49	-0.07	0.60	7.45	-0.80	0.04	-0.28	0.05
Strop prizemlja	4.50	0.32	2.32	-0.07	0.87	15.35	-0.86	0.18	-0.55	0.05
Strop podruma	0.00	0.32	2.19	-0.03	0.96	15.98	-0.47	0.02	-0.62	0.02
Temelji	-2.20	0.04	0.31	-0.00	0.17	2.31	-0.05	-0.01	-0.12	-0.00
Σ=		0.62	4.33	-0.42	2.21	25.82	-2.36	0.04	-0.99	0.17

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	-0.02	-0.04	-0.01	0.00	0.01	0.00	-0.01	1.00	0.11
Strop 3. kata	15.00	0.03	0.03	-0.01	-0.01	-0.00	0.02	-0.03	-0.84	0.05
Strop 2. kata	11.50	0.02	0.03	-0.01	-0.01	-0.01	-0.00	0.03	-0.85	-0.03
Strop 1. kata	8.00	-0.00	0.01	-0.01	-0.00	-0.00	0.00	0.02	-0.22	-0.00
Strop prizemlja	4.50	-0.03	-0.02	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.58	-0.03
Strop podruma	0.00	-0.01	-0.03	-0.00	0.01	0.01	0.00	0.05	0.94	0.01
Temelji	-2.20	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.03	0.14	-0.01
Σ=		0.00	-0.02	-0.05	0.01	0.00	0.02	0.10	0.77	0.10

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	45.45	-4.43	2.59	1.27	0.83	-0.36	0.03	-0.07	0.00
Strop 3. kata	15.00	1.04	-0.06	2.29	1.94	-0.73	-0.27	-0.03	0.05	-0.00
Strop 2. kata	11.50	-56.90	4.20	1.38	-2.19	-0.75	-0.24	-0.02	0.04	-0.00
Strop 1. kata	8.00	-50.78	3.86	0.46	-3.84	-0.03	-0.38	-0.00	-0.00	-0.00
Strop prizemlja	4.50	19.55	-0.63	0.67	-0.18	0.37	-0.20	-0.04	-0.01	-0.01
Strop podruma	0.00	83.93	-5.20	0.38	4.66	0.27	-0.04	0.06	0.01	-0.00
Temelji	-2.20	11.93	-0.59	-0.07	0.50	-0.03	0.03	0.00	-0.00	-0.00
Σ=		54.22	-2.86	7.71	2.17	-0.06	-1.46	0.01	0.01	-0.02

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	0.70	1.07	0.14	-0.43	-0.35	0.14	-0.58	0.89	-0.07
Strop 3. kata	15.00	-0.79	-0.48	0.06	1.07	0.10	0.04	1.10	0.45	0.03
Strop 2. kata	11.50	-0.75	-0.80	0.02	0.51	0.40	0.04	0.65	-1.00	0.02
Strop 1. kata	8.00	0.21	-0.54	-0.02	-1.06	0.28	-0.02	-1.08	-1.59	-0.02
Strop prizemlja	4.50	0.29	0.03	-0.03	-1.31	-0.18	0.16	-1.44	0.22	0.05
Strop podruma	0.00	1.04	0.78	-0.06	1.76	-0.24	-0.21	1.73	1.11	-0.04
Temelji	-2.20	0.23	0.06	-0.00	0.29	0.00	-0.00	0.30	0.01	-0.00
Σ=		0.93	0.12	0.11	0.84	0.02	0.15	0.67	0.09	-0.04

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20			Svi tonovi		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	-1.87	0.96	0.08	-11.01	-2.26	-0.89	204.11	-5.02	-3.99
Strop 3. kata	15.00	2.72	0.18	0.34	12.23	-2.94	0.11	443.63	-8.24	-7.36
Strop 2. kata	11.50	2.16	-0.95	0.32	14.34	3.33	0.54	469.83	-2.37	-7.41
Strop 1. kata	8.00	-2.88	-1.12	0.45	-11.43	7.13	0.67	474.84	-0.08	-7.00
Strop prizemlja	4.50	-2.46	0.17	-0.30	-17.41	1.21	1.84	572.35	-7.30	-7.90
Strop podruma	0.00	2.95	0.82	0.60	17.33	-8.58	0.61	476.58	-11.81	-4.28
Temelji	-2.20	0.41	0.01	-0.01	3.42	-1.37	-0.00	56.04	-1.39	0.41
Σ=		1.04	0.08	1.47	7.47	-3.49	2.88	2697.4	-36.20	-37.54

y smjer

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	37.68	5.00	-0.66	-47.06	335.33	-22.75	8.71	8.48	-0.58
Strop 3. kata	15.00	65.52	8.25	-0.40	-62.32	595.52	12.30	-10.03	13.59	0.65
Strop 2. kata	11.50	56.06	6.77	-0.09	-53.77	516.37	24.12	-13.00	11.18	0.88
Strop 1. kata	8.00	43.35	4.93	-0.08	-45.68	407.88	21.56	-9.06	7.22	0.94

Strop prizemlja	4.50	33.38	3.48	-0.62	-36.45	331.91	28.09	-7.48	2.88	1.02
Strop podruma	0.00	14.20	1.53	-0.14	-18.52	169.91	17.17	-1.42	1.84	0.39
Temelji	-2.20	1.12	0.12	0.09	-2.13	16.38	1.22	-0.20	0.61	-0.00
	$\Sigma=$	251.31	30.09	-1.91	-265.93	2373.3	81.70	-32.48	45.79	3.30

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	0.31	-9.88	0.08	3.50	-0.19	0.11	-0.03	-0.07	0.01
Strop 3. kata	15.00	0.10	3.66	-0.92	3.33	-0.29	0.11	0.08	-0.11	-0.03
Strop 2. kata	11.50	-0.22	5.28	0.26	-0.69	-0.07	0.11	0.05	0.00	0.01
Strop 1. kata	8.00	-0.38	5.34	0.16	-4.19	0.16	0.09	-0.04	0.08	0.01
Strop prizemlja	4.50	-0.47	5.51	0.21	-6.99	0.38	0.00	-0.12	0.19	0.01
Strop podruma	0.00	-0.34	3.96	0.14	-5.87	0.27	0.04	-0.18	0.19	0.00
Temelji	-2.20	-0.04	0.49	0.01	-0.71	0.02	0.00	-0.02	0.02	-0.00
	$\Sigma=$	-1.05	14.36	-0.07	-11.61	0.28	0.45	-0.25	0.29	0.01

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	-0.73	-15.51	1.08	-2.78	-82.79	12.11	-2.95	-3.15	0.73
Strop 3. kata	15.00	-1.11	-3.13	-2.48	-4.39	-93.17	-2.95	4.80	-9.23	-0.68
Strop 2. kata	11.50	0.06	4.72	-0.33	2.75	-2.12	-11.25	2.65	-2.01	-1.25
Strop 1. kata	8.00	1.27	10.46	-0.51	6.96	86.85	-9.38	-0.89	6.91	-1.32
Strop prizemlja	4.50	2.28	16.29	-0.46	10.11	179.00	-10.07	-4.43	13.52	-1.26
Strop podruma	0.00	2.24	15.38	-0.24	11.18	186.30	-5.42	-0.38	15.22	-0.38
Temelji	-2.20	0.31	2.17	-0.03	1.98	26.88	-0.55	0.21	2.88	0.01
	$\Sigma=$	4.33	30.40	-2.96	25.82	300.95	-27.51	-0.99	24.13	-4.15

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	0.55	1.31	0.27	0.00	0.00	0.00	-0.04	7.31	0.82
Strop 3. kata	15.00	-0.92	-0.90	0.32	-0.00	-0.00	0.00	-0.22	-6.11	0.34
Strop 2. kata	11.50	-0.74	-0.95	0.22	-0.00	-0.00	-0.00	0.20	-6.18	-0.21
Strop 1. kata	8.00	0.15	-0.31	0.26	-0.00	-0.00	0.00	0.15	-1.59	-0.03
Strop prizemlja	4.50	0.82	0.48	0.31	0.00	0.00	0.00	0.11	4.26	-0.23
Strop podruma	0.00	0.17	1.02	0.11	0.00	0.00	0.00	0.37	6.84	0.08
Temelji	-2.20	-0.05	0.08	-0.02	0.00	0.00	-0.00	0.20	1.06	-0.04
	$\Sigma=$	-0.02	0.73	1.47	0.00	0.00	0.01	0.77	5.60	0.74

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	-2.40	0.23	-0.14	-0.04	-0.02	0.01	0.04	-0.08	0.00
Strop 3. kata	15.00	-0.05	0.00	-0.12	-0.06	0.02	0.01	-0.03	0.05	-0.00
Strop 2. kata	11.50	3.00	-0.22	-0.07	0.06	0.02	0.01	-0.02	0.04	-0.00
Strop 1. kata	8.00	2.68	-0.20	-0.02	0.11	0.00	0.01	-0.00	-0.00	-0.00
Strop prizemlja	4.50	-1.03	0.03	-0.04	0.01	-0.01	0.01	-0.04	-0.01	-0.01
Strop podruma	0.00	-4.43	0.27	-0.02	-0.14	-0.01	0.00	0.07	0.01	-0.01
Temelji	-2.20	-0.63	0.03	0.00	-0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
	$\Sigma=$	-2.86	0.15	-0.41	-0.06	0.00	0.04	0.01	0.01	-0.02

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	0.09	0.14	0.02	-0.01	-0.01	0.00	-0.08	0.12	-0.01
Strop 3. kata	15.00	-0.10	-0.06	0.01	0.03	0.00	0.00	0.14	0.06	0.00
Strop 2. kata	11.50	-0.10	-0.10	0.00	0.01	0.01	0.00	0.08	-0.13	0.00
Strop 1. kata	8.00	0.03	-0.07	-0.00	-0.03	0.01	-0.00	-0.14	-0.21	-0.00
Strop prizemlja	4.50	0.04	0.00	-0.00	-0.03	-0.00	0.00	-0.19	0.03	0.01
Strop podruma	0.00	0.14	0.10	-0.01	0.05	-0.01	-0.01	0.23	0.15	-0.01
Temelji	-2.20	0.03	0.01	-0.00	0.01	0.00	-0.00	0.04	0.00	-0.00
	$\Sigma=$	0.12	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.09	0.01	-0.01

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20			Svi tonovi		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Strop 4. kata	18.50	-0.14	0.07	0.01	5.15	1.06	0.42	-0.23	247.35	-8.47
Strop 3. kata	15.00	0.20	0.01	0.02	-5.72	1.38	-0.05	-10.75	509.56	6.14
Strop 2. kata	11.50	0.16	-0.07	0.02	-6.70	-1.56	-0.25	-10.16	530.98	12.16
Strop 1. kata	8.00	-0.21	-0.08	0.03	5.34	-3.33	-0.32	-0.57	524.04	11.41
Strop prizemlja	4.50	-0.18	0.01	-0.02	8.14	-0.57	-0.86	-2.51	557.39	16.09
Strop podruma	0.00	0.22	0.06	0.04	-8.10	4.01	-0.28	-10.51	407.05	11.46
Temelji	-2.20	0.03	0.00	-0.00	-1.60	0.64	0.00	-1.47	51.39	0.68
	$\Sigma=$	0.08	0.01	0.11	-3.49	1.63	-1.35	-36.20	2827.8	49.46

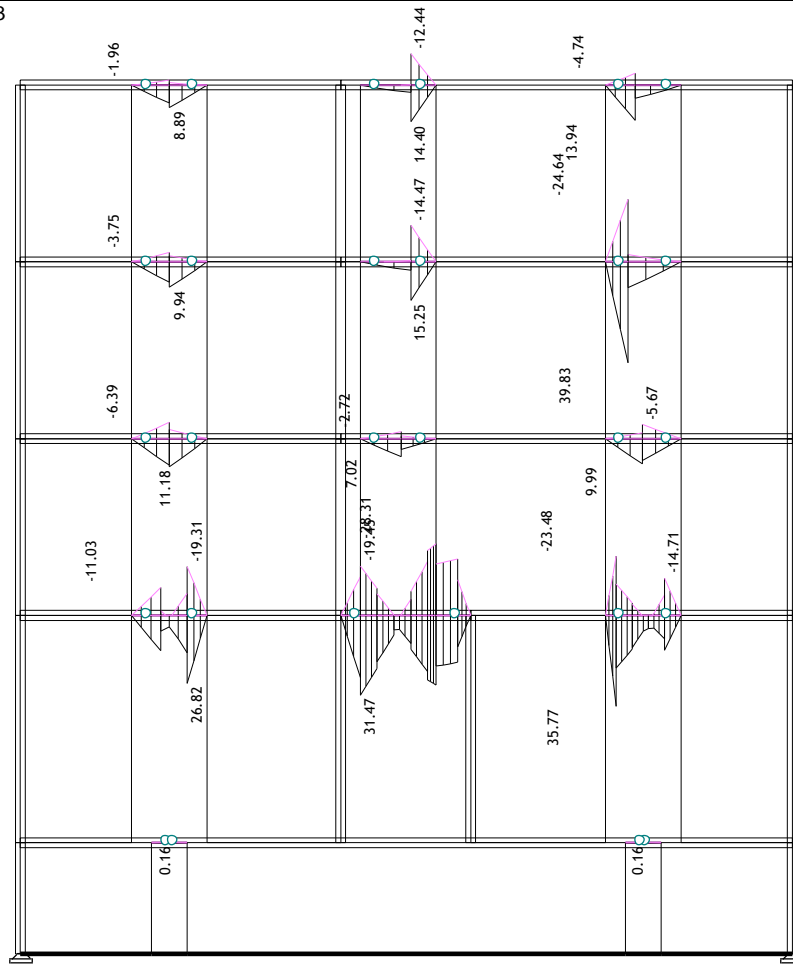
Faktori participacije - Relativno učešće

Ton \ Naziv	1. x smjer	2. y smjer
1	0.778	0.011
2	0.011	0.839
3	0.009	0.016
4	0.000	0.005
5	0.176	0.000
6	0.000	0.000
7	0.000	0.011
8	0.001	0.106
9	0.000	0.009
10	0.000	0.000
11	0.000	0.000
12	0.000	0.002
13	0.020	0.000
14	0.001	0.000
15	0.000	0.000
16	0.000	0.000
17	0.000	0.000
18	0.000	0.000
19	0.000	0.000
20	0.003	0.001

Faktori participacije - Sudjelujuće mase

Ton	UX (%)	UY (%)	UZ (%)	Σ UX (%)	Σ UY (%)	Σ UZ (%)
1	74.97	1.07	0.00	74.97	1.07	0.00
2	0.93	73.78	0.09	75.90	74.85	0.09
3	0.72	1.42	0.01	76.61	76.28	0.10
4	0.00	0.45	0.00	76.61	76.72	0.10
5	15.50	0.01	0.02	92.11	76.73	0.12
6	0.01	0.01	0.00	92.12	76.74	0.12
7	0.02	1.04	0.01	92.14	77.78	0.13

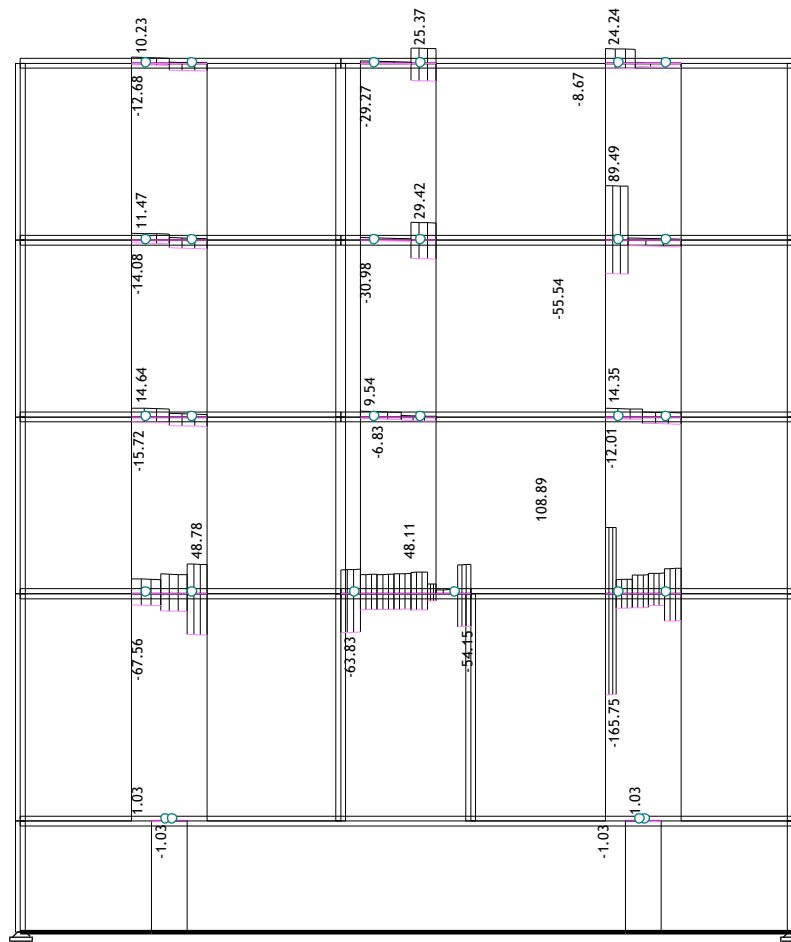
8	0.08	10.74	0.09	92.22	88.52	0.22
9	0.00	0.89	0.03	92.22	89.41	0.25
10	0.00	0.03	0.11	92.22	89.44	0.36
11	0.00	0.00	0.00	92.22	89.44	0.36
12	0.00	0.22	0.00	92.23	89.66	0.37
13	2.15	0.01	0.04	94.38	89.67	0.41
14	0.09	0.00	0.04	94.47	89.67	0.45
15	0.00	0.00	0.00	94.47	89.67	0.45
16	0.04	0.00	0.00	94.51	89.67	0.45
17	0.04	0.00	0.00	94.54	89.67	0.45
18	0.03	0.00	0.00	94.57	89.67	0.45
19	0.04	0.00	0.09	94.62	89.67	0.54
20	0.32	0.07	0.05	94.94	89.74	0.59



Okvir: H_1

Utjecaji u gredi: max M3= 39.83 / min M3= -28.31 kNm

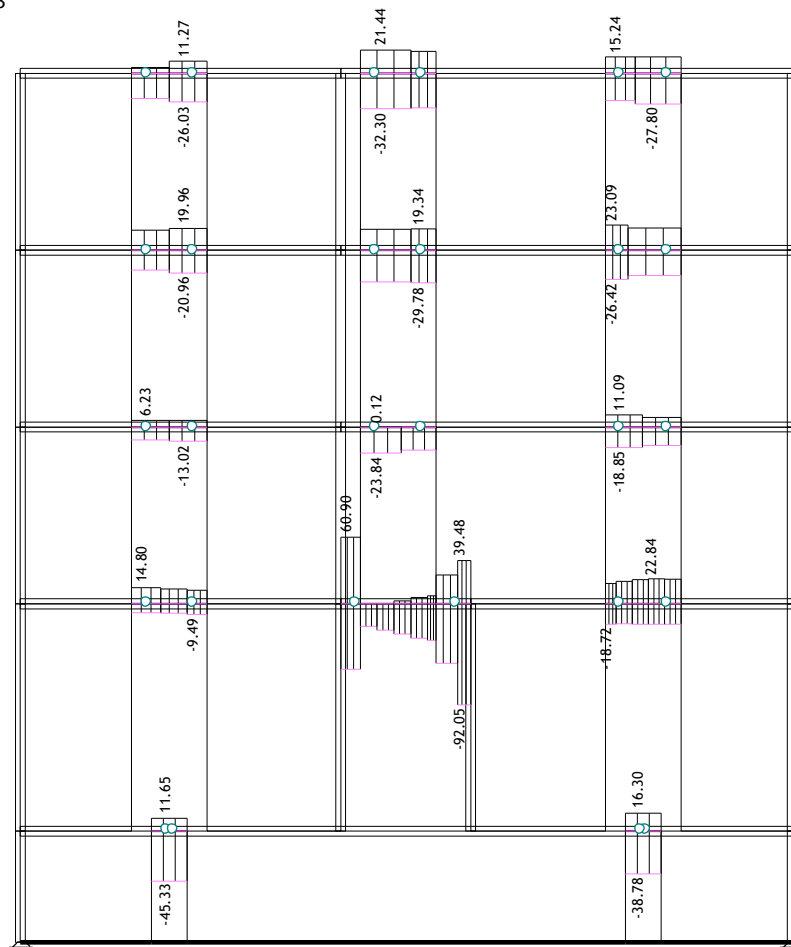
Opt. 14: [GSN+POTRES] 5-13



Okvir: H_1

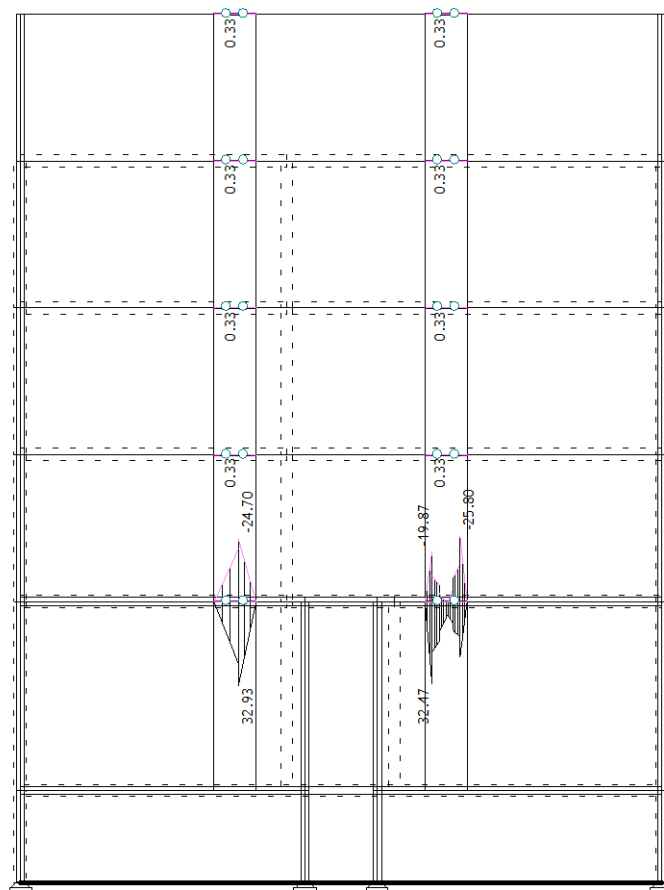
Utjecaji u gredi: max T2= 108.89 / min T2= -165.75 kN

Opt. 14: [GSN+POTRES] 5-13



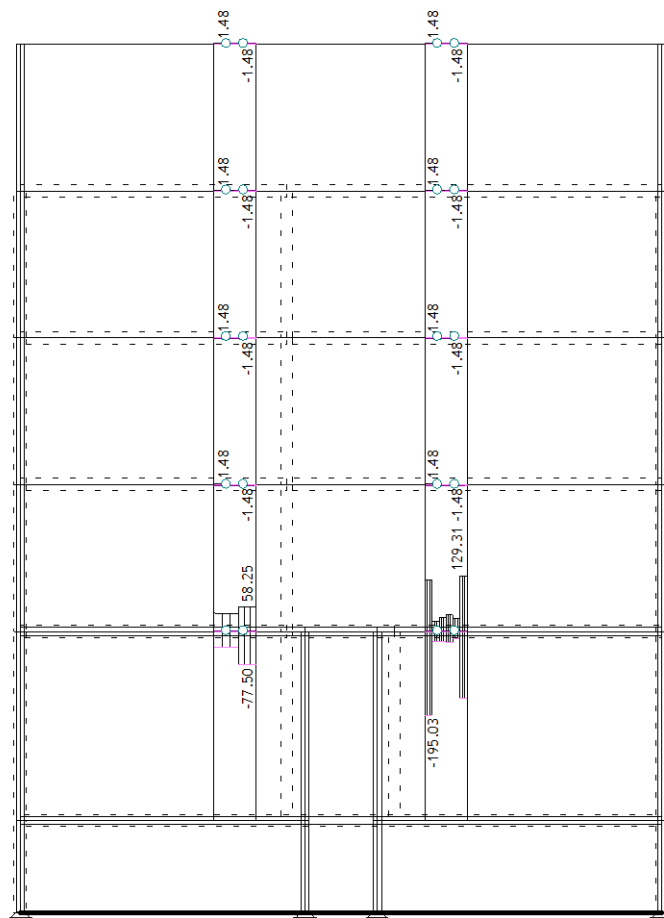
Okvir: H_1

Utjecaji u gredi: max N1= 60.90 / min N1= -92.05 kN



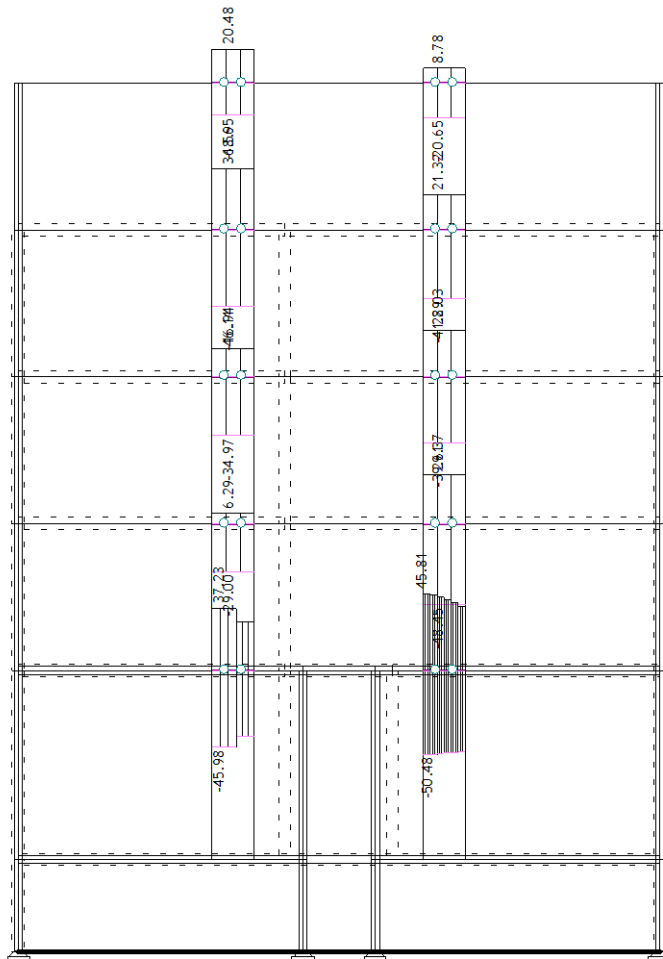
Okvir: H_2

Učecaji u gredi: max M3= 32.93 / min M3= -25.80 kNm



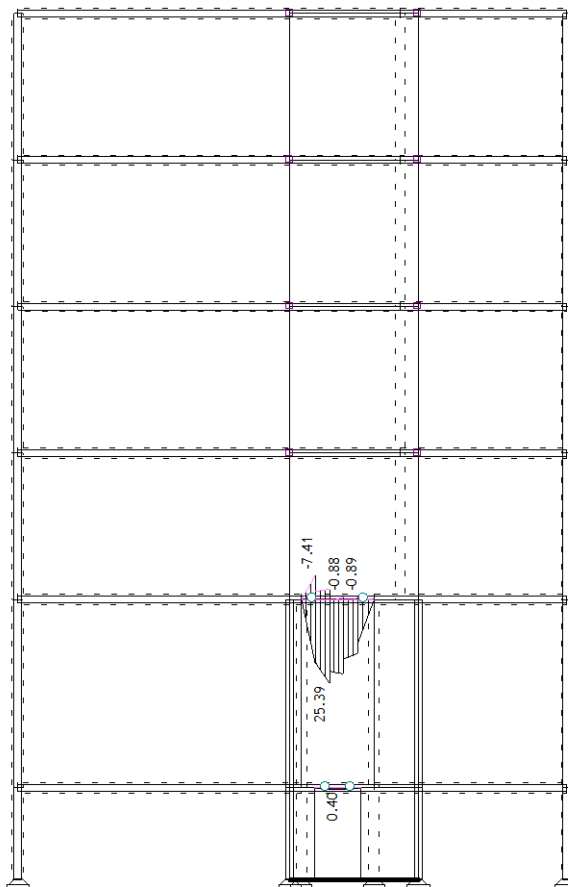
Okvir: H_2

Učecaji u gredi: max T2= 129.31 / min T2= -195.03 kN



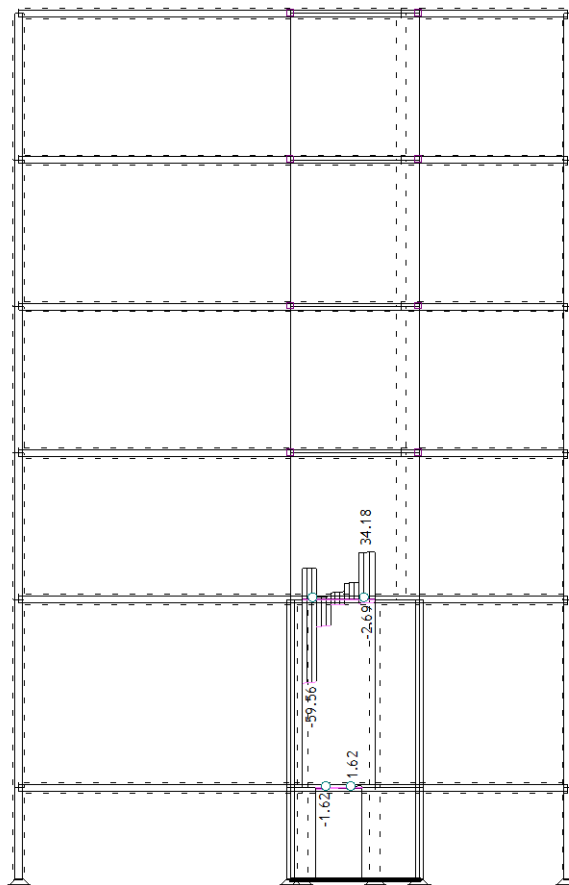
Okvir: H_2

Utjecaji u gredi: max N1= 45.81 / min N1= -50.48 kN



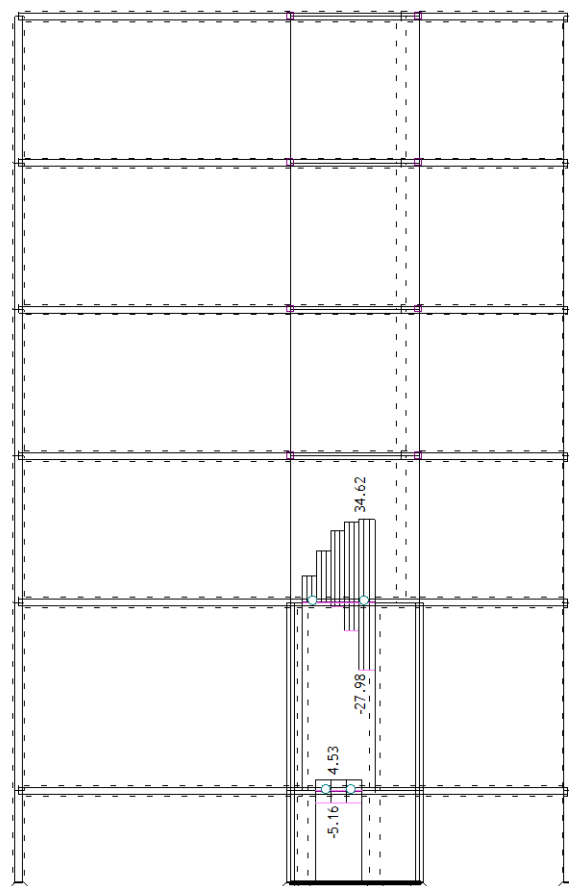
Okvir: H_4

Utjecaji u gredi: max M3= 25.39 / min M3= -7.41 kNm



Okvir: H_4

Učjecaji u gredi: max T2= 34.18 / min T2= -59.56 kN



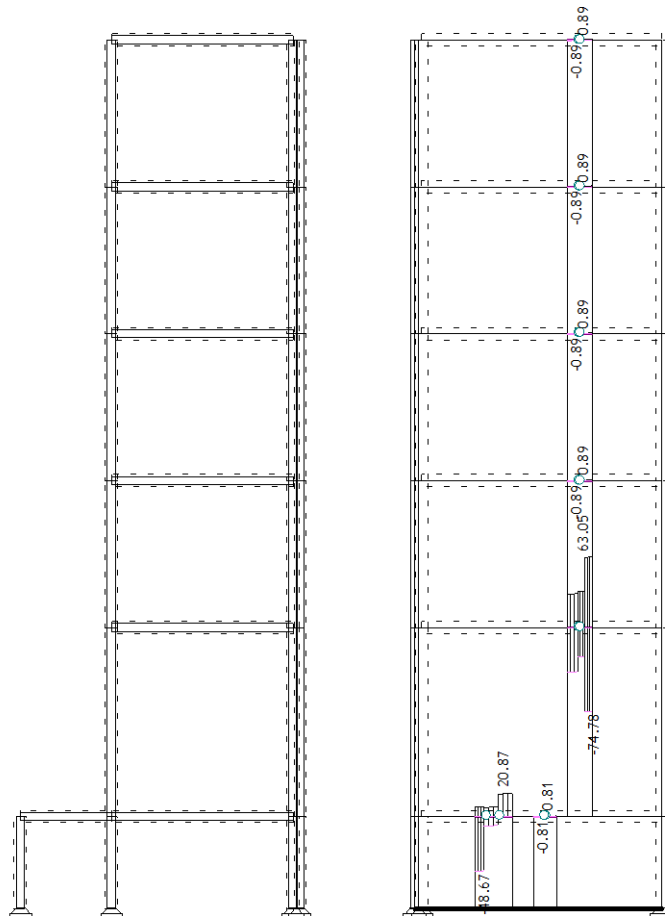
Okvir: H_4

Učjecaji u gredi: max N1= 34.62 / min N1= -27.98 kN



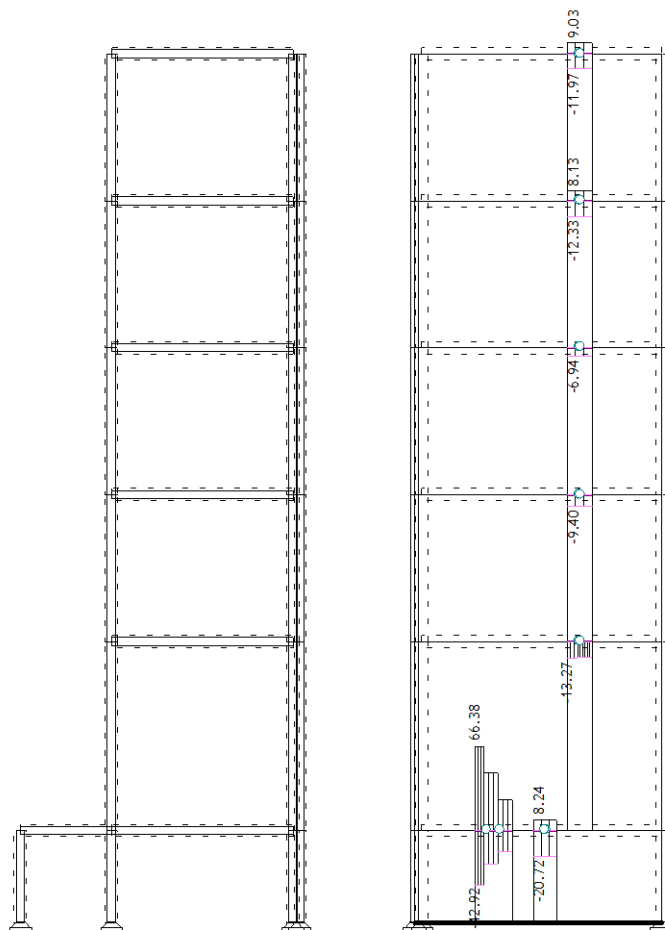
Okvir: H_7

Učecaji u gredi: max M3= 11.04 / min M3= -13.10 kNm



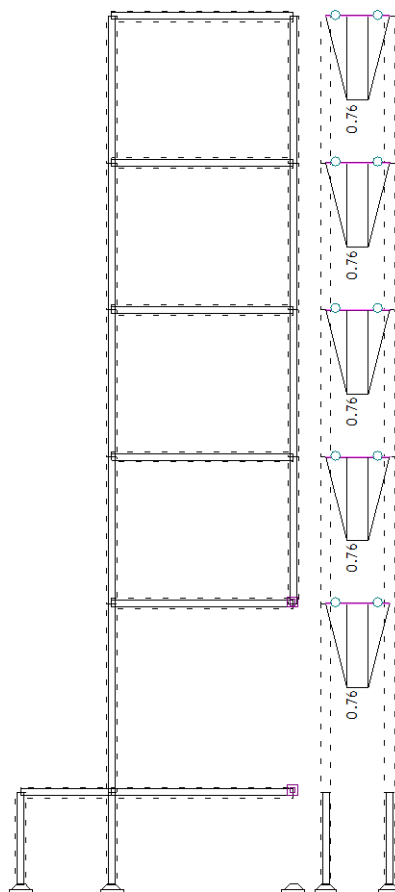
Okvir: H_7

Učecaji u gredi: max T2= 63.05 / min T2= -74.78 kN



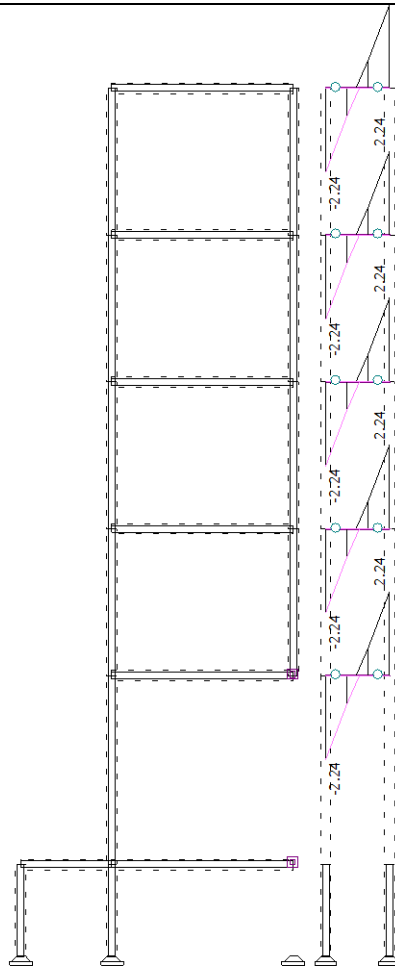
Okvir: H_7

Učjecaji u gredi: max N1= 66.38 / min N1= -42.92 kN



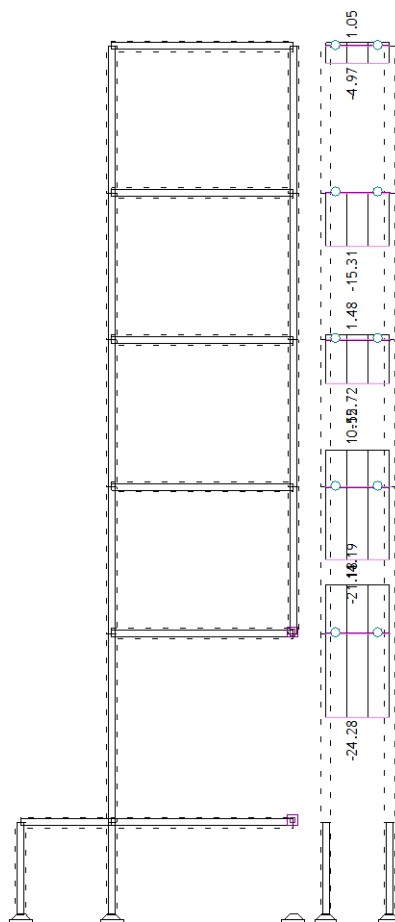
Okvir: H_8

Učjecaji u gredi: max M3= 0.76 / min M3= 0.00 kNm



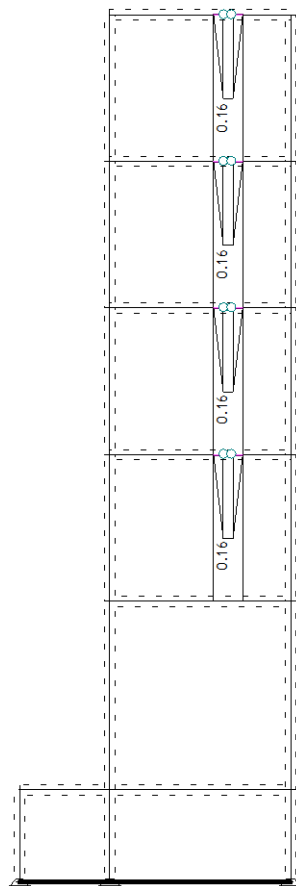
Okvir: H_8

Učjecaji u gredi: max T2= 2.24 / min T2= -2.24 kN



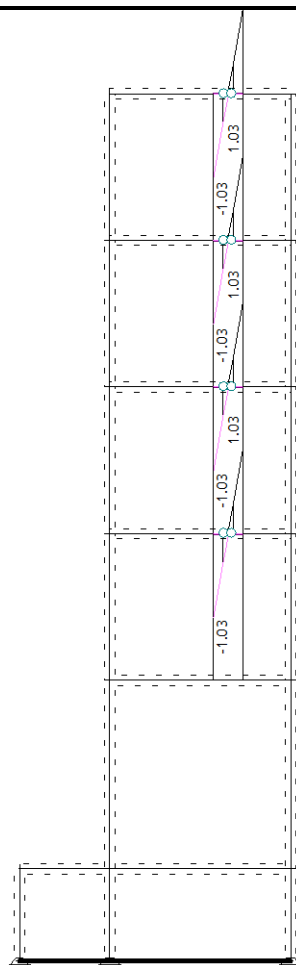
Okvir: H_8

Učjecaji u gredi: max N1= 14.19 / min N1= -24.28 kN



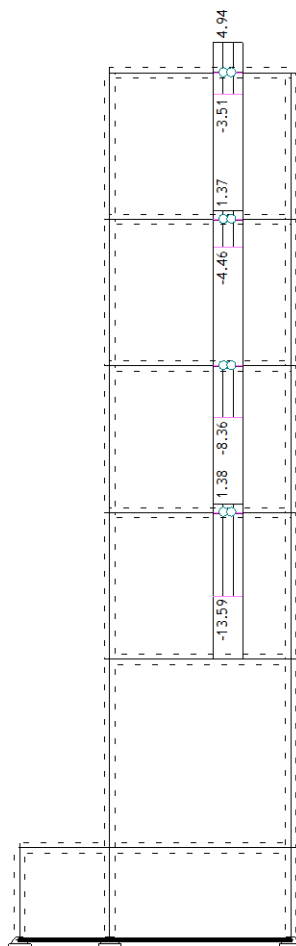
Okvir: H_10

Učjecaji u gredi: max M3= 0.16 / min M3= 0.00 kNm



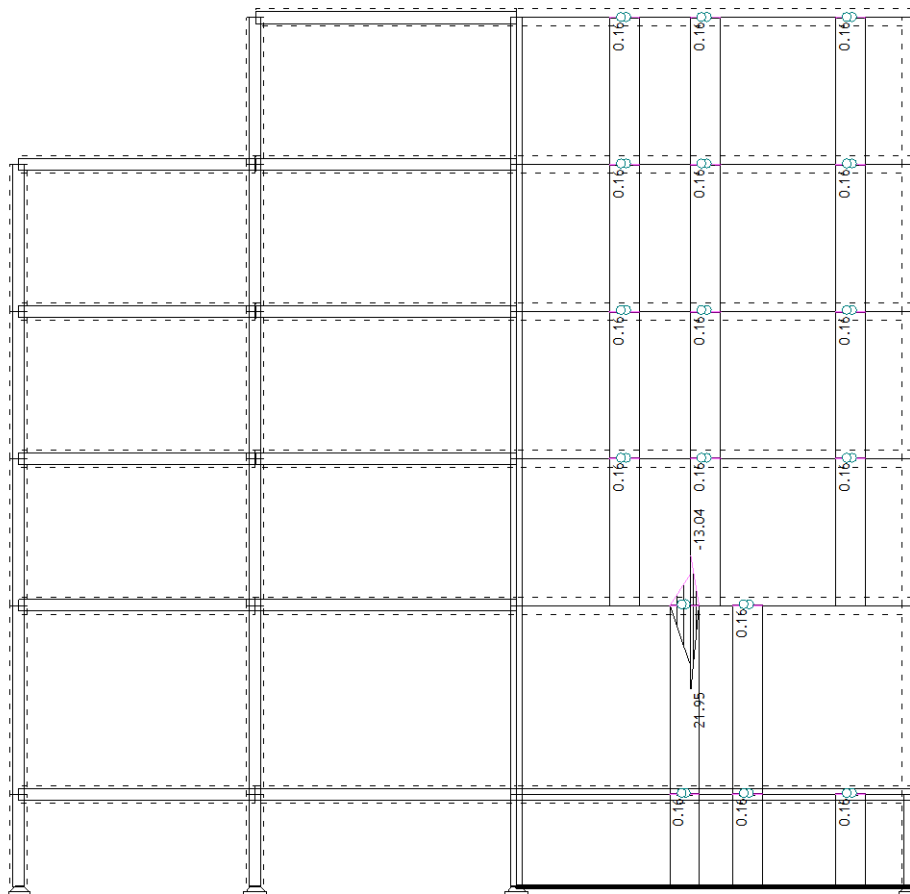
Okvir: H_10

Učjecaji u gredi: max T2= 1.03 / min T2= -1.03 kN



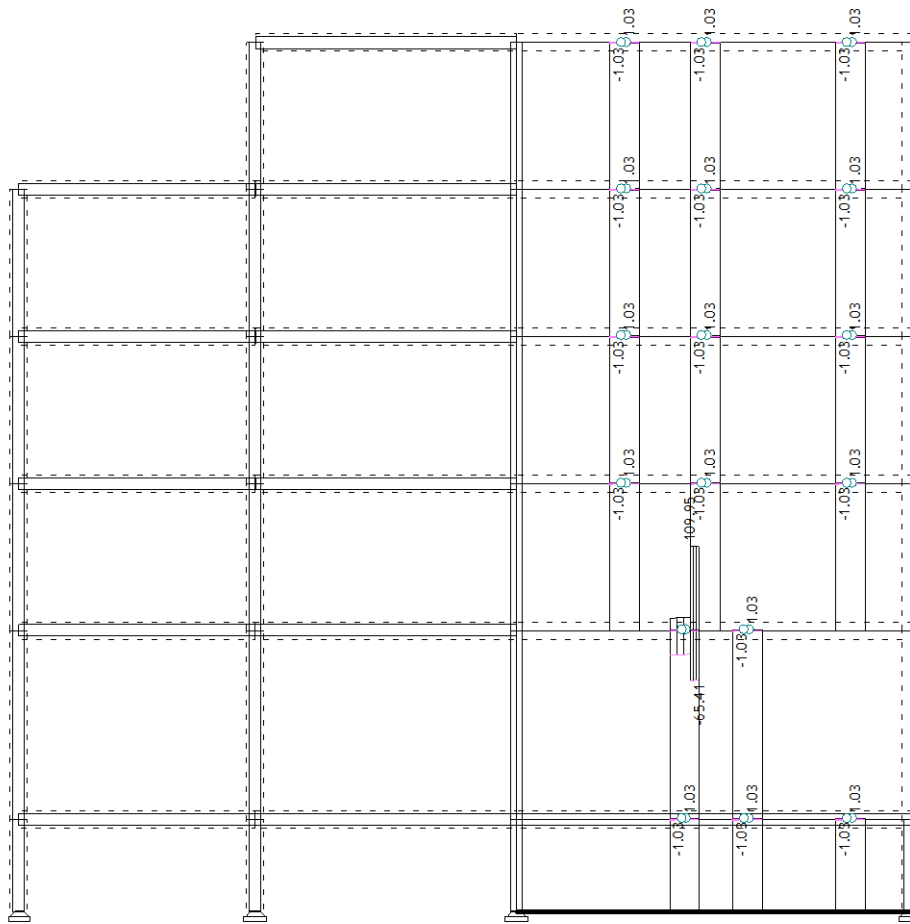
Okvir: H_10

Utjecaji u gredi: max N1= 4.94 / min N1= -13.59 kN



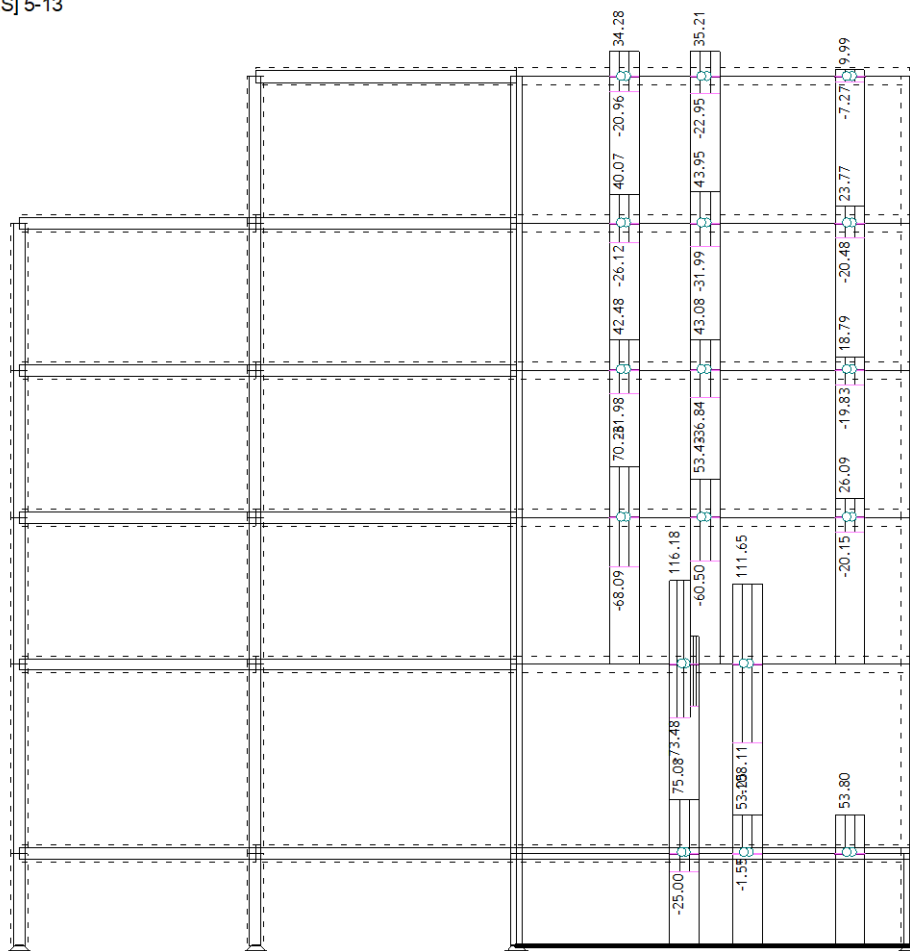
Okvir: V_2

Utjecaji u gredi: max M3= 21.95 / min M3= -13.04 kNm



Okvir: V_2

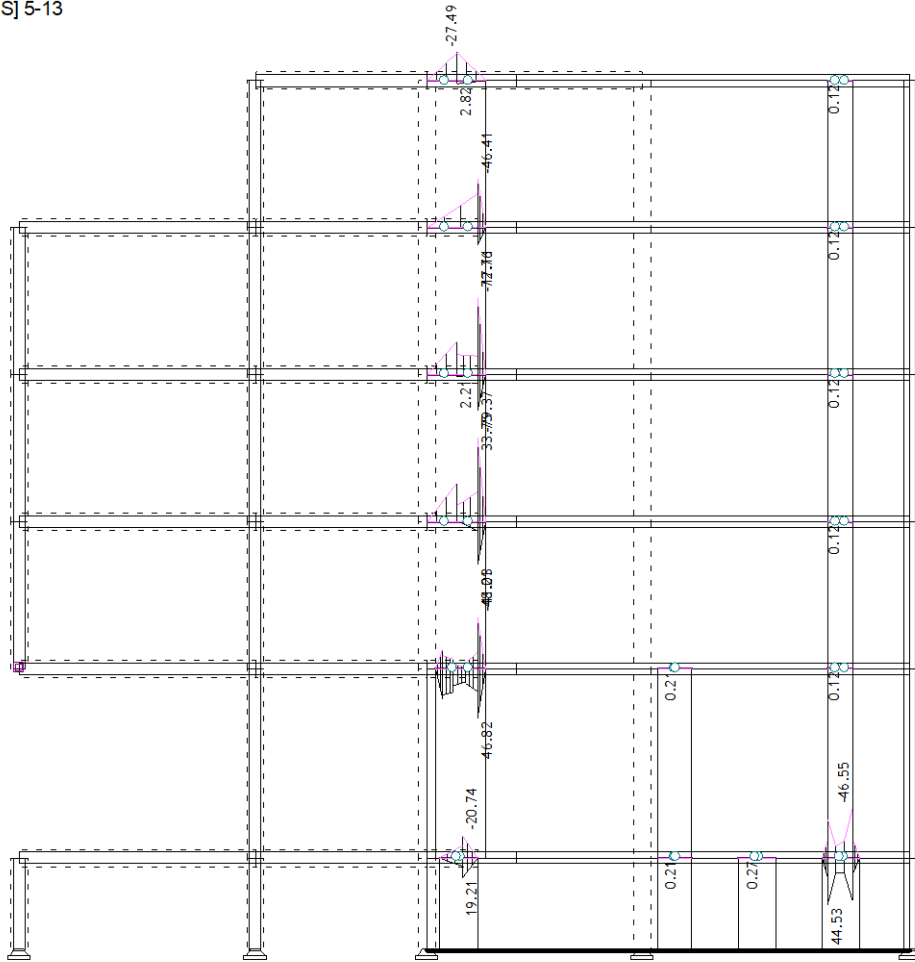
Utjecaji u gredi: max T2= 109.95 / min T2= -65.41 kN



Okvir: V_2

Utjecaji u gredi: max N1= 116.18 / min N1= -108.11 kN

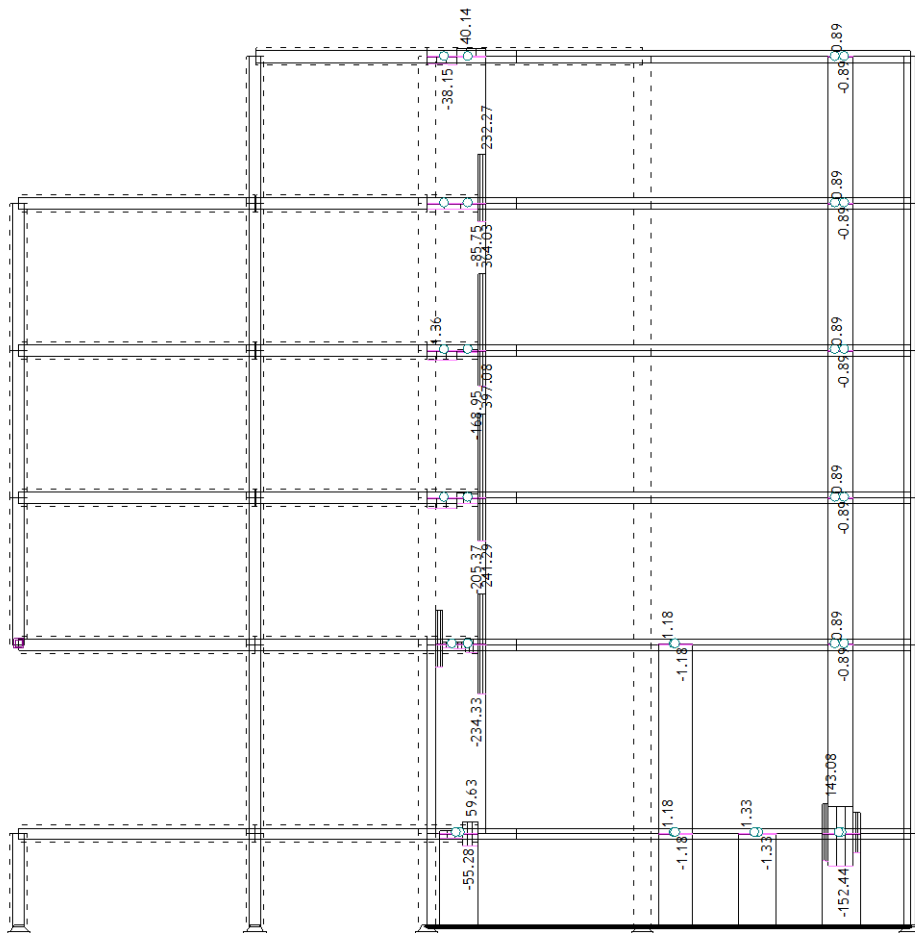
Opt. 14: [GSN+POTRES] 5-13



Okvir: V_4

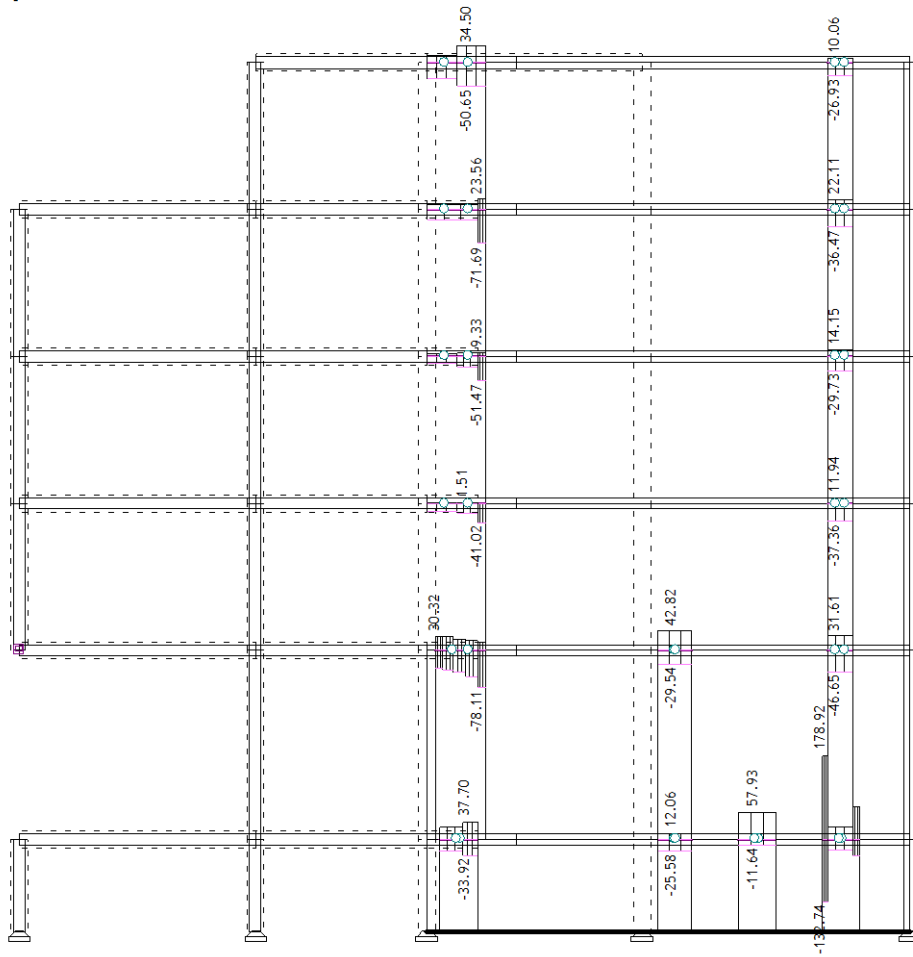
Utjecaji u gredi: max M3= 46.82 / min M3= -79.37 kNm

Opt. 14: [GSN+POTRES] 5-13



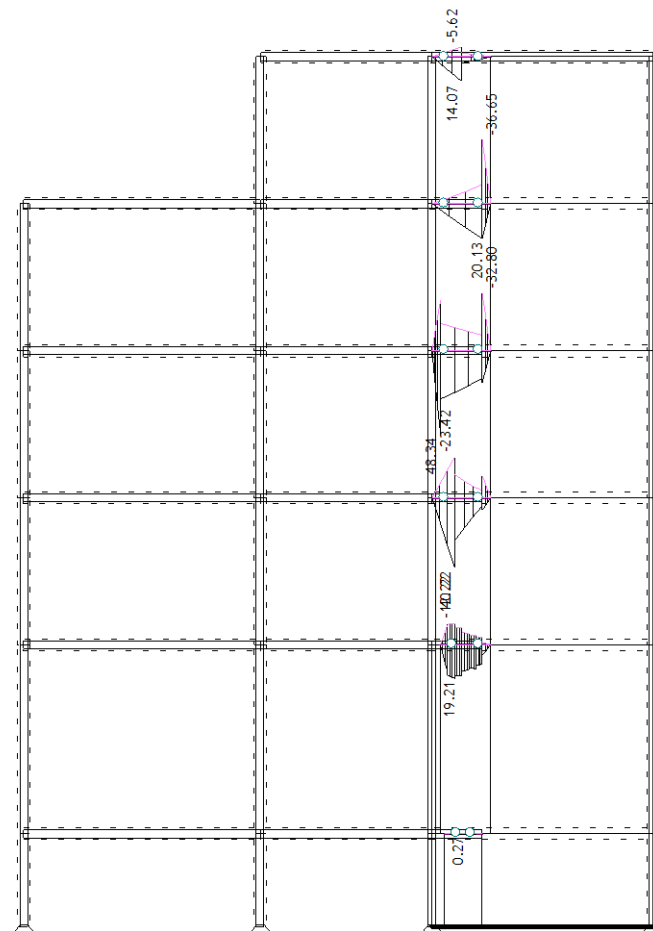
Okvir: V_4

Utjecaji u gredi: max T2= 397.08 / min T2= -234.33 kN



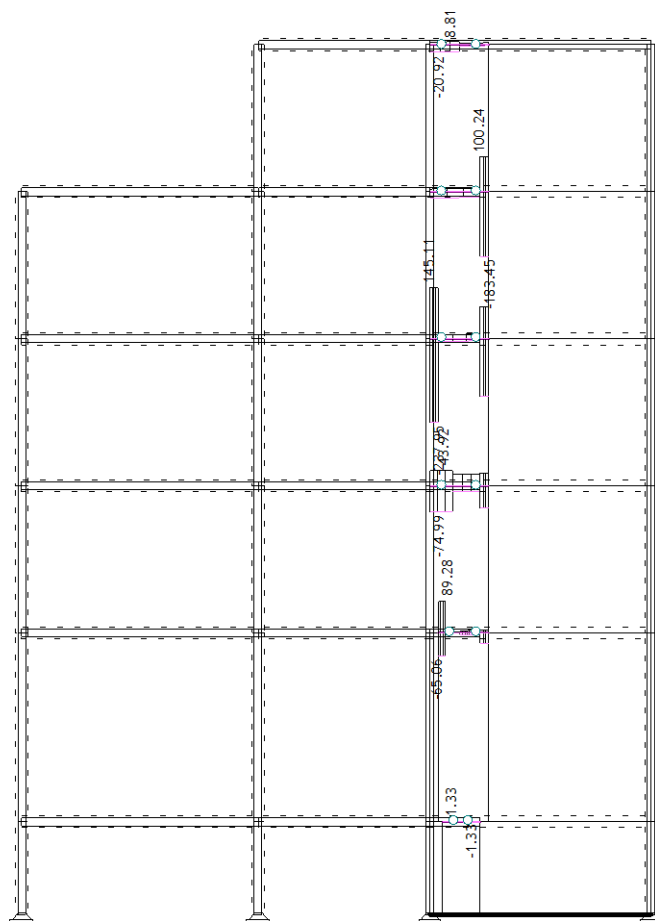
Okvir: V_4

Učjecaji u gredi: max N1= 178.92 / min N1= -132.74 kN



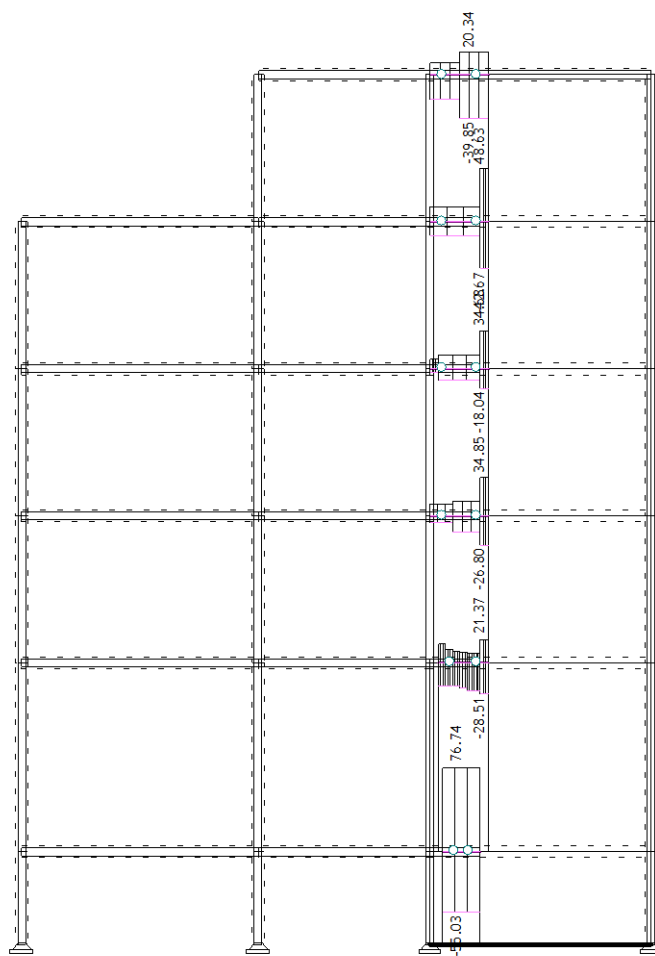
Okvir: V_9

Učjecaji u gredi: max M3= 48.34 / min M3= -36.65 kNm



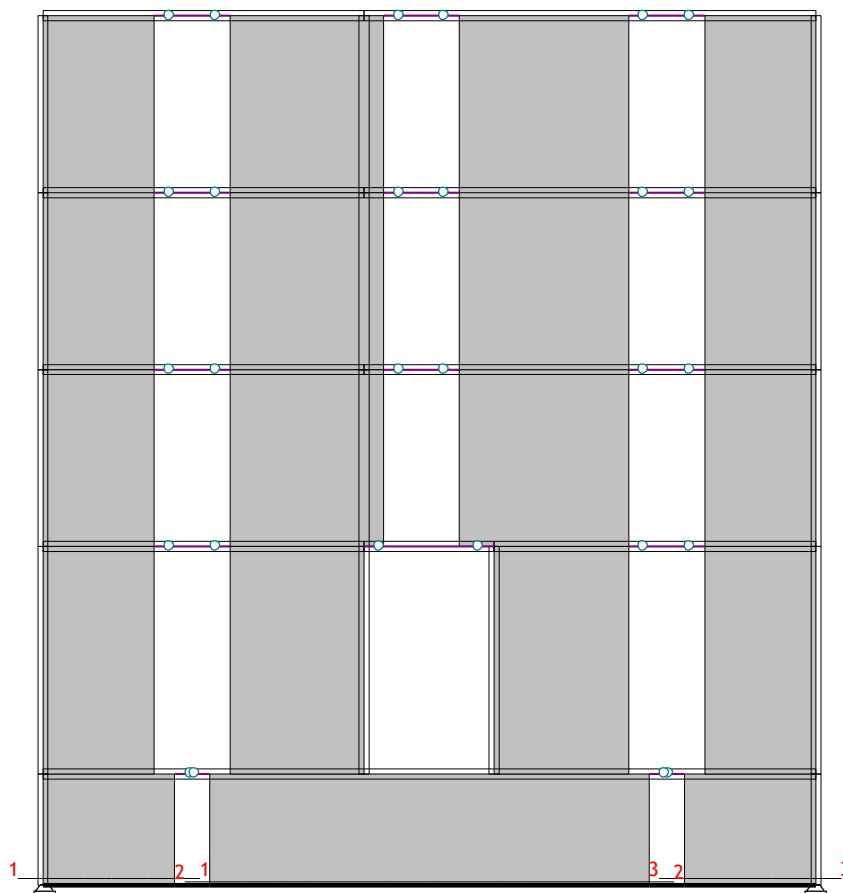
Okvir: V_9

Učjecaji u gredi: max T2= 145.11 / min T2= -237.95 kN



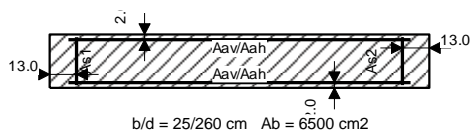
Okvir: V_9

Učjecaji u gredi: max N1= 76.74 / min N1= -55.03 kN



Okvir: H_1
Dispozicija presjeka

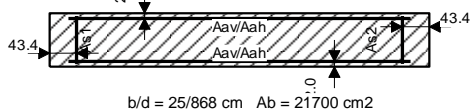
Presjek 1 - 1
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
I+0.30xII+0.30xIII+IV
Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV
Msd = 95.92 kNm
Nsd = -62.44 kN
Vsd = -88.60 kN

$eb/ea = -0.706/25.000 \text{ ‰}$
As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.06 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.43 cm²/m (min:±0.63)

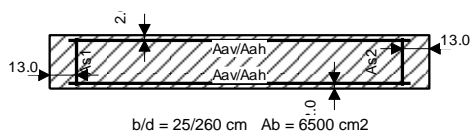
Presjek 2 - 2
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV
Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV
Msd = 1527.06 kNm
Nsd = -1645.93 kN
Vsd = -302.26 kN

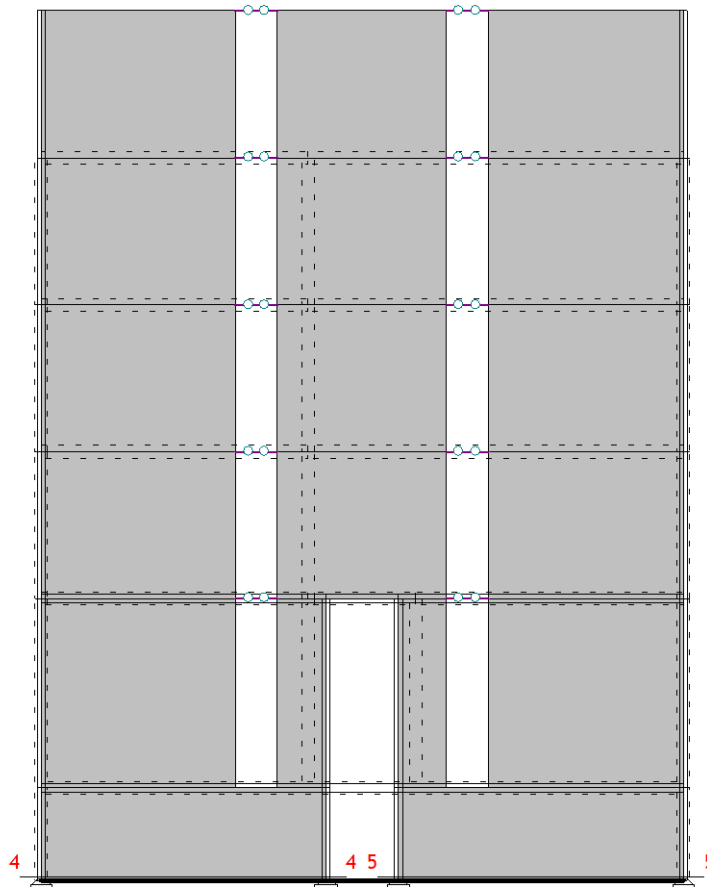
As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.44 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 3 - 3
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



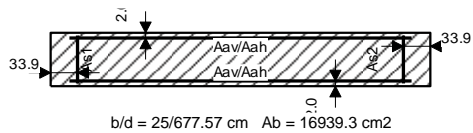
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
I+0.30xII+0.30xIII+IV
Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII+III+0.30xIV
Msd = -250.26 kNm
Nsd = -95.50 kN
Vsd = 81.61 kN

$eb/ea = -1.211/25.000 \text{ ‰}$
As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.51 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.40 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: H_2
Dispozicija presjeka

Presjek 4 - 4
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



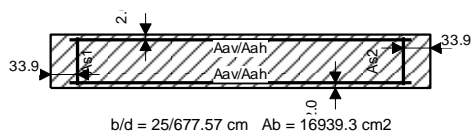
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII+III+0.30xIV

Msd = -483.13 kNm
Nsd = -1344.09 kN
Vsd = 388.55 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.73 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 5 - 5
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13

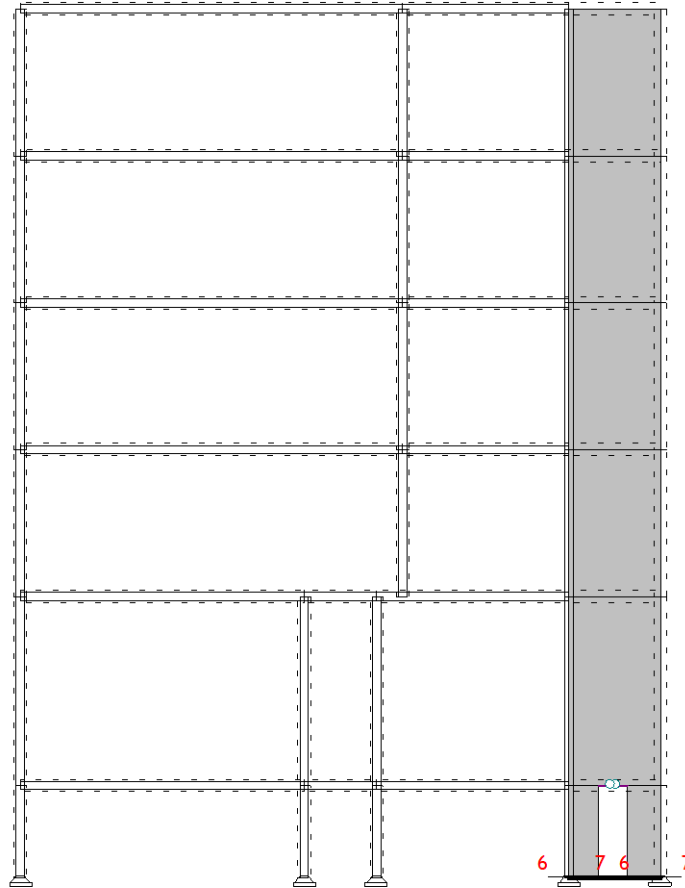


Mjerodavna kombinacija za savijanje:
I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV

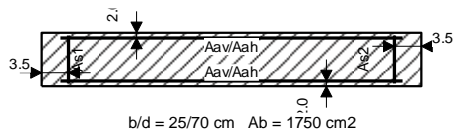
Msd = 492.79 kNm
Nsd = -1139.20 kN
Vsd = -382.90 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.71 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: H_3
Dispozicija presjeka

Presjek 6 - 6
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



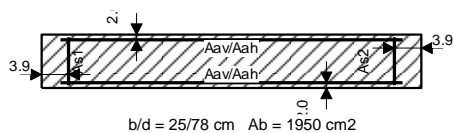
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV

Msd = -16.73 kNm
Nsd = -201.16 kN
Vsd = -36.42 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.66 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 7 - 7
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13

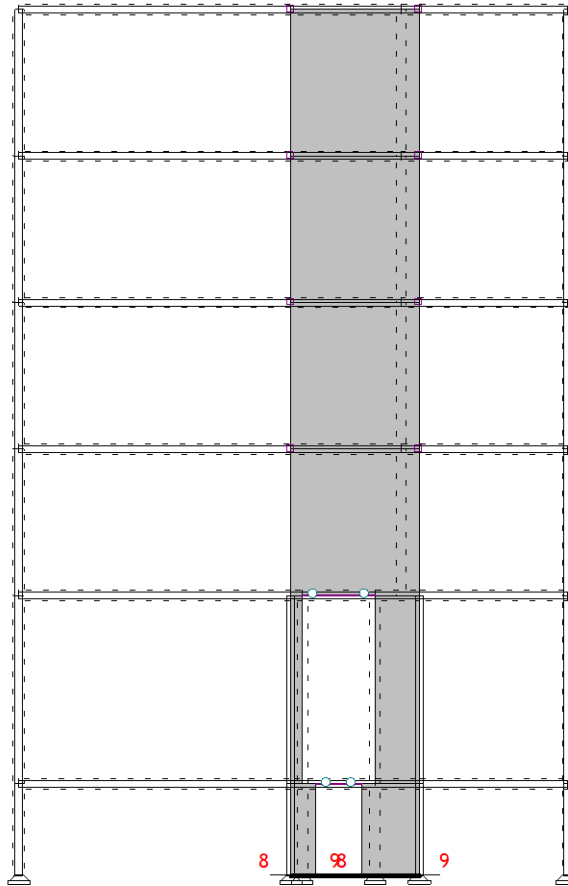


Mjerodavna kombinacija za savijanje:
I+0.30xII+III+0.30xIV

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII+III+0.30xIV

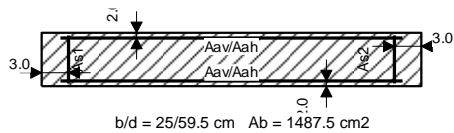
Msd = 22.33 kNm
Nsd = -52.09 kN
Vsd = 21.85 kN

$eb/\epsilon_a = -1.214/25.000 \text{ ‰}$
As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.12 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.35 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: H_4
Dispozicija presjeka

Presjek 8 - 8
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



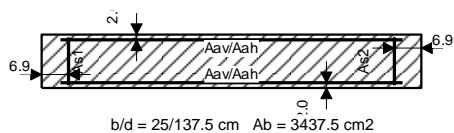
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV

Msd = 4.89 kNm
Nsd = -133.53 kN
Vsd = -35.46 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.75 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 9 - 9
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13

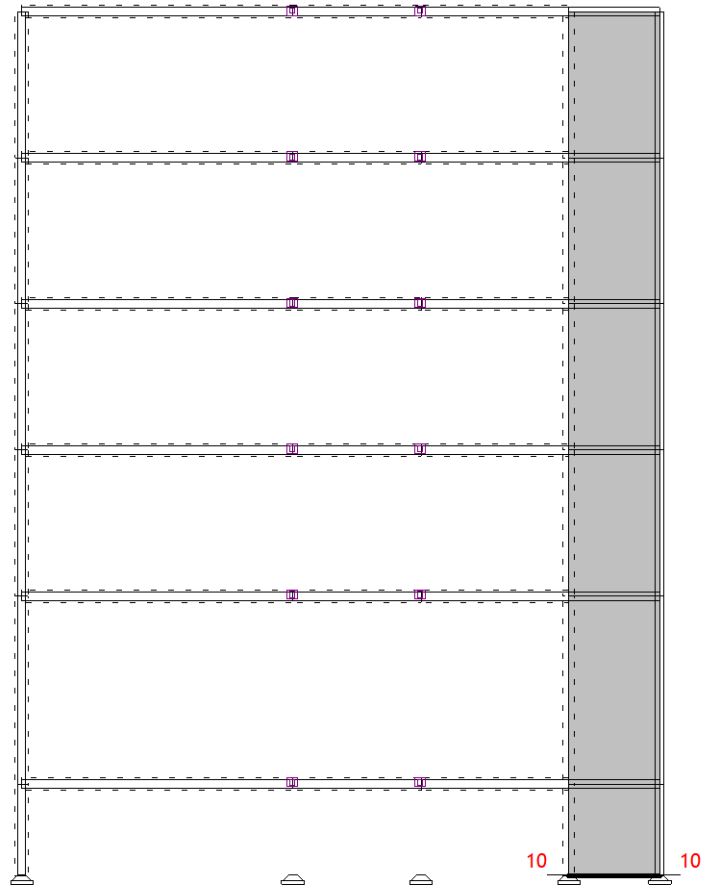


Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII+III+0.30xIV

Msd = -14.46 kNm
Nsd = -372.64 kN
Vsd = 78.23 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.72 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: H_5
 Dispozicija presjeka

Okvir: H_5

Presjek 10 - 10

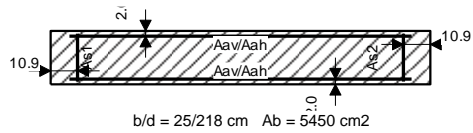
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)

C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)

Kutna armatura S500N

Uzdužna armatura S500N

Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV

Mjerodavna kombinacija za posmik:

I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV

Msd = 24.98 kNm

Nsd = -416.66 kN

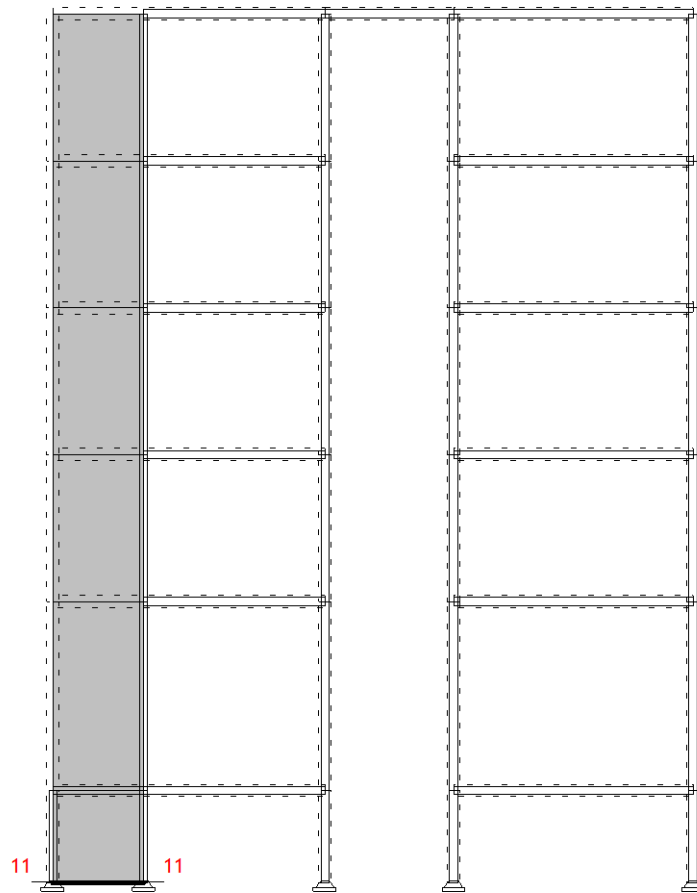
Vsd = -79.72 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)

Aah = ±0.46 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: H_6
Dispozicija presjeka

Okvir: H_6

Presjek 11 - 11

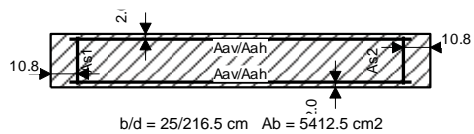
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)

C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)

Kutna armatura S500N

Uzdužna armatura S500N

Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII+III+0.30xIV

Msd = -44.84 kNm

Nsd = -365.25 kN

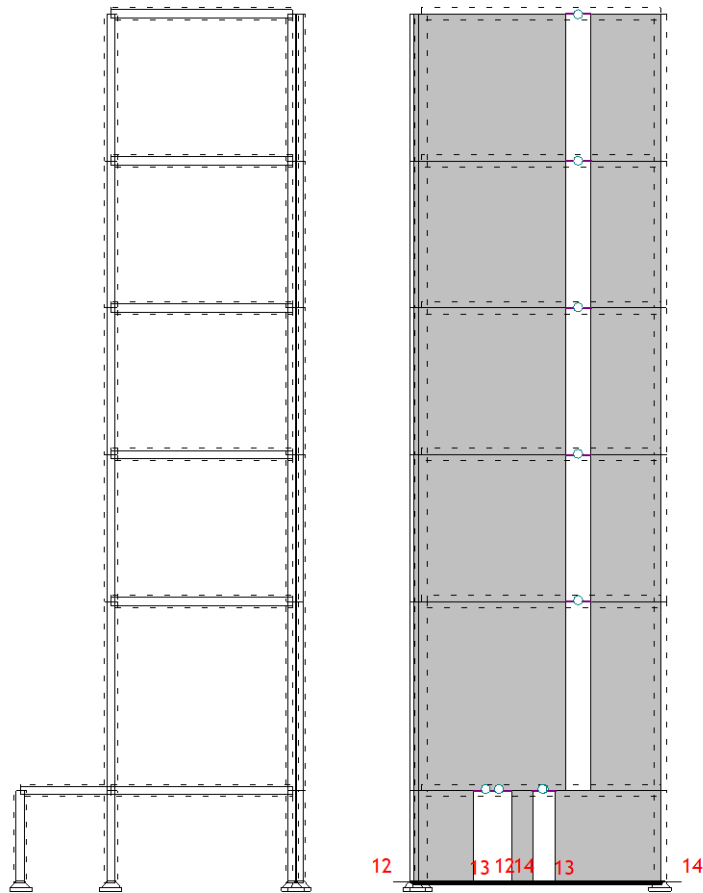
Vsd = 134.05 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

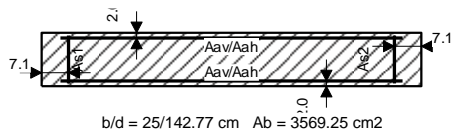
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)

Aah = ±0.78 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: H_7
Dispozicija presjeka

Presjek 12 - 12
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



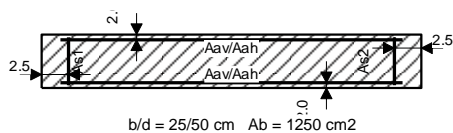
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV

Msd = 43.89 kNm
Nsd = -287.56 kN
Vsd = -103.05 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.91 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 13 - 13
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



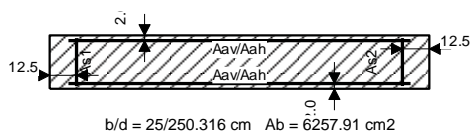
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII+III+0.30xIV

Msd = -1.62 kNm
Nsd = -180.14 kN
Vsd = 11.50 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.29 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 14 - 14
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13

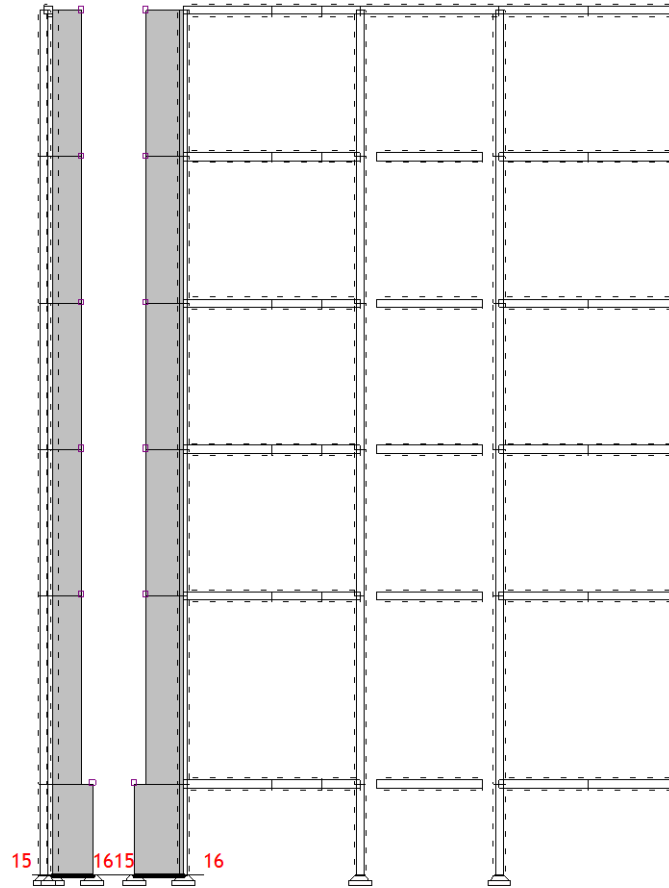


Mjerodavna kombinacija za savijanje:
I+0.30xII+III+0.30xIV

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV

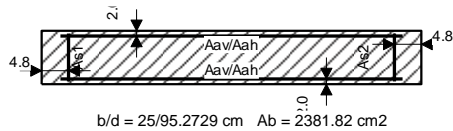
Msd = -68.70 kNm
Nsd = -32.21 kN
Vsd = -145.27 kN

eb/ea = -0.612/25.000 ‰
As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.12 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.73 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: C_1
Dispozicija presjeka

Presjek 15 - 15
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV

Mjerodavna kombinacija za posmik:

I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV

Msd = 0.00 kNm

Nsd = -244.28 kN

Vsd = -46.18 kN

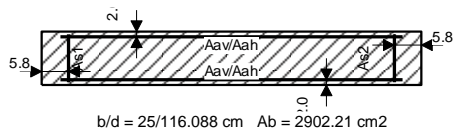
As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)

Aah = ±0.61 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 16 - 16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:

I+0.30xII+III+0.30xIV

Msd = 0.00 kNm

Nsd = -335.96 kN

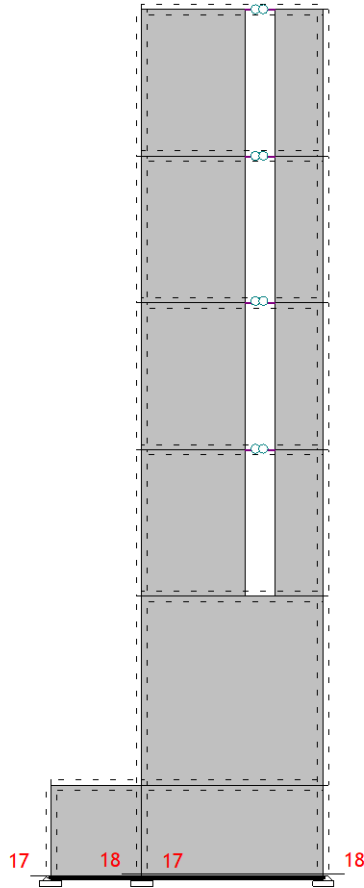
Vsd = 64.14 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

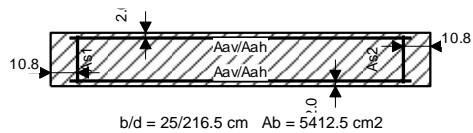
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)

Aah = ±0.70 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: H_10
Dispozicija presjeka

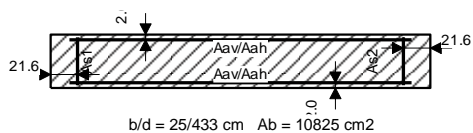
Presjek 17 - 17
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $I+0.30xII+0.30xIII+IV$
Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $I+0.30xII+III+0.30xIV$
Msd = -55.22 kNm
Nsd = 23.73 kN
Vsd = 247.71 kN

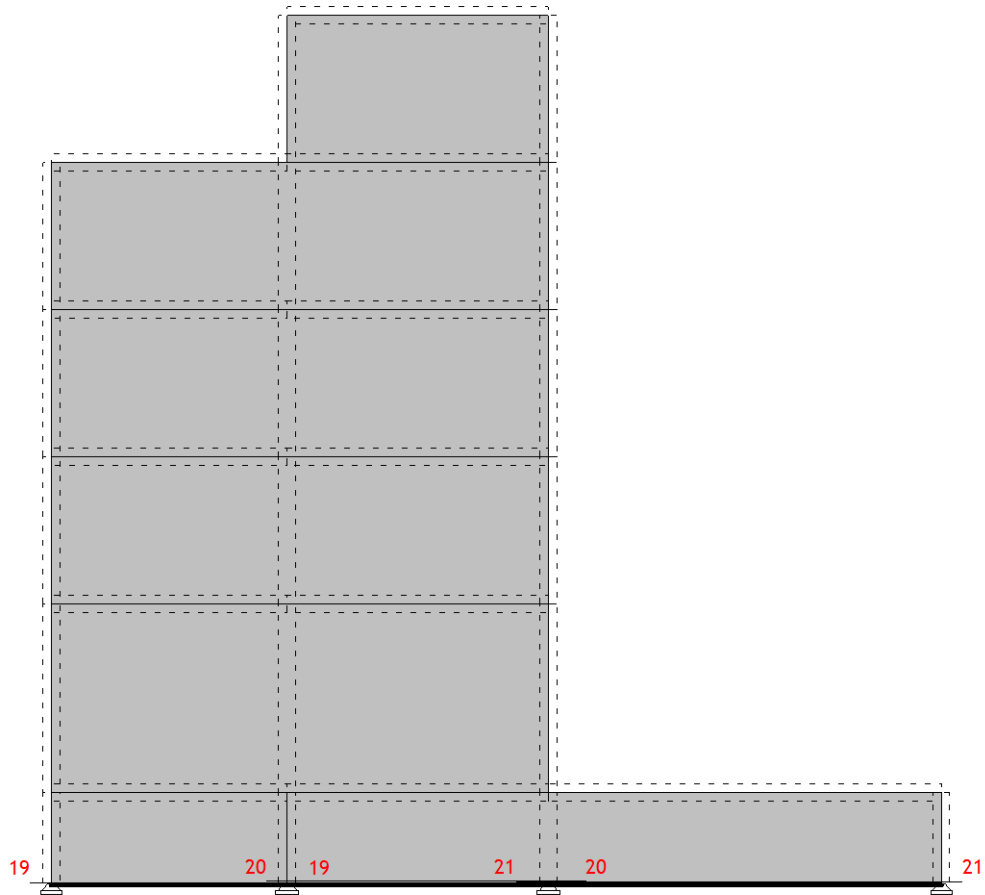
$eb/\epsilon_a = -0.630/25.000 \text{ ‰}$
As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = $\pm 0.45 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.63)
Aah = $\pm 1.45 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.63)

Presjek 18 - 18
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



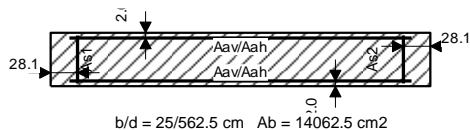
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $I+0.30xII+0.30xIII+IV$
Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV$
Msd = -209.87 kNm
Nsd = -33.50 kN
Vsd = -188.37 kN

$eb/\epsilon_a = -0.618/25.000 \text{ ‰}$
As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = $\pm 0.19 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.63)
Aah = $\pm 0.55 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.63)



Okvir: V_1
Dispozicija presjeka

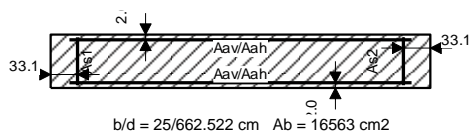
Presjek 19 - 19
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV
Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII+0.30xIII+IV
Msd = 91.08 kNm
Nsd = -1240.33 kN
Vsd = 162.56 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.37 cm²/m (min:±0.63)

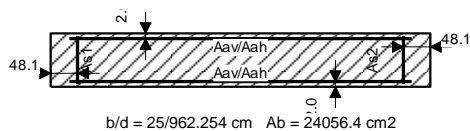
Presjek 20 - 20
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV
Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV
Msd = 342.88 kNm
Nsd = -1080.78 kN
Vsd = -199.78 kN

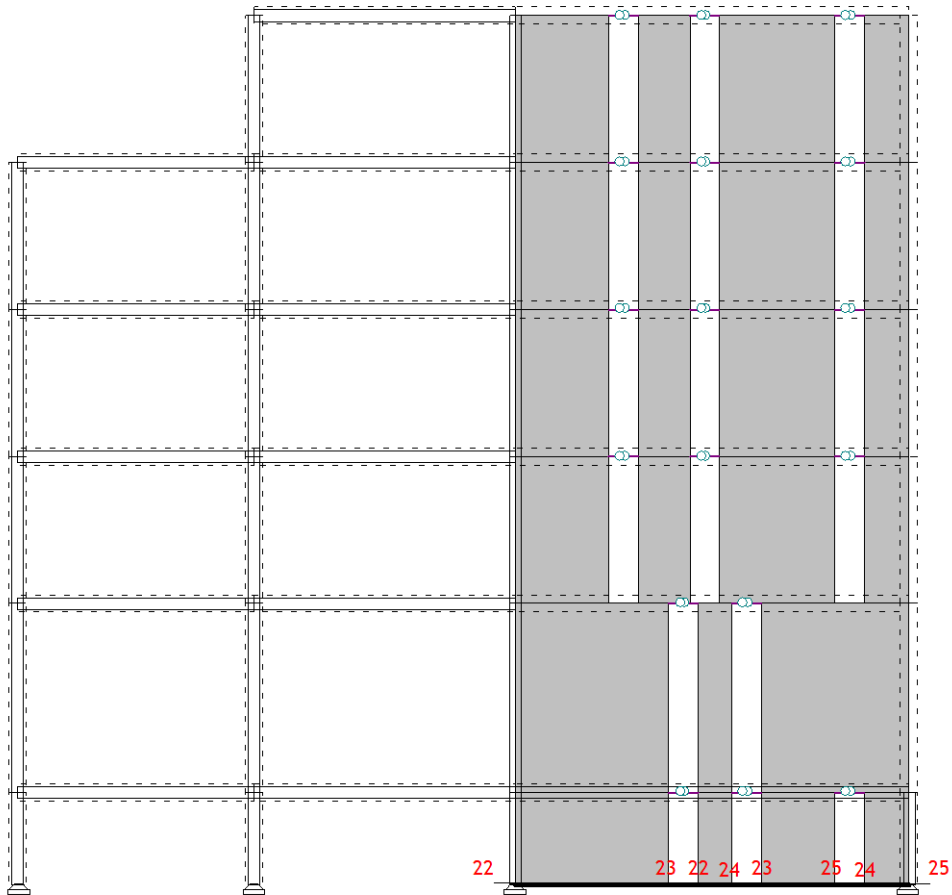
As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.38 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 21 - 21
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



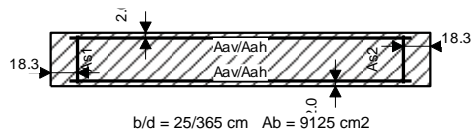
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV
Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV
Msd = 425.02 kNm
Nsd = -1142.89 kN
Vsd = -421.95 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.55 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: V_2
Dispozicija presjeka

Presjek 22 - 22
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



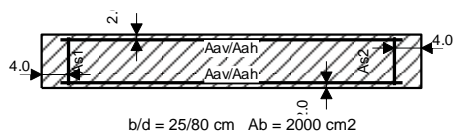
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV

Msd = 183.65 kNm
Nsd = -756.34 kN
Vsd = -118.96 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.41 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 23 - 23
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



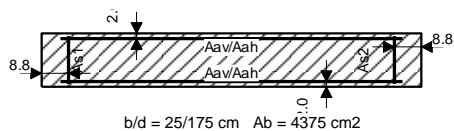
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV

Msd = -1.24 kNm
Nsd = -260.54 kN
Vsd = -28.06 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.44 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 24 - 24
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV

Msd = -7.00 kNm
Nsd = -440.03 kN
Vsd = -50.51 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.37 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 25 - 25

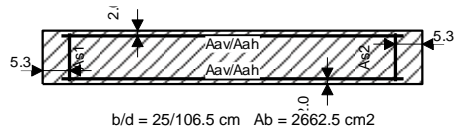
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)

C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)

Kutna armatura S500N

Uzdužna armatura S500N

Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

I+0.30xII+0.30xIII+IV

Mjerodavna kombinacija za posmik:

I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV

Msd = -37.40 kNm

Nsd = -23.78 kN

Vsd = -72.02 kN

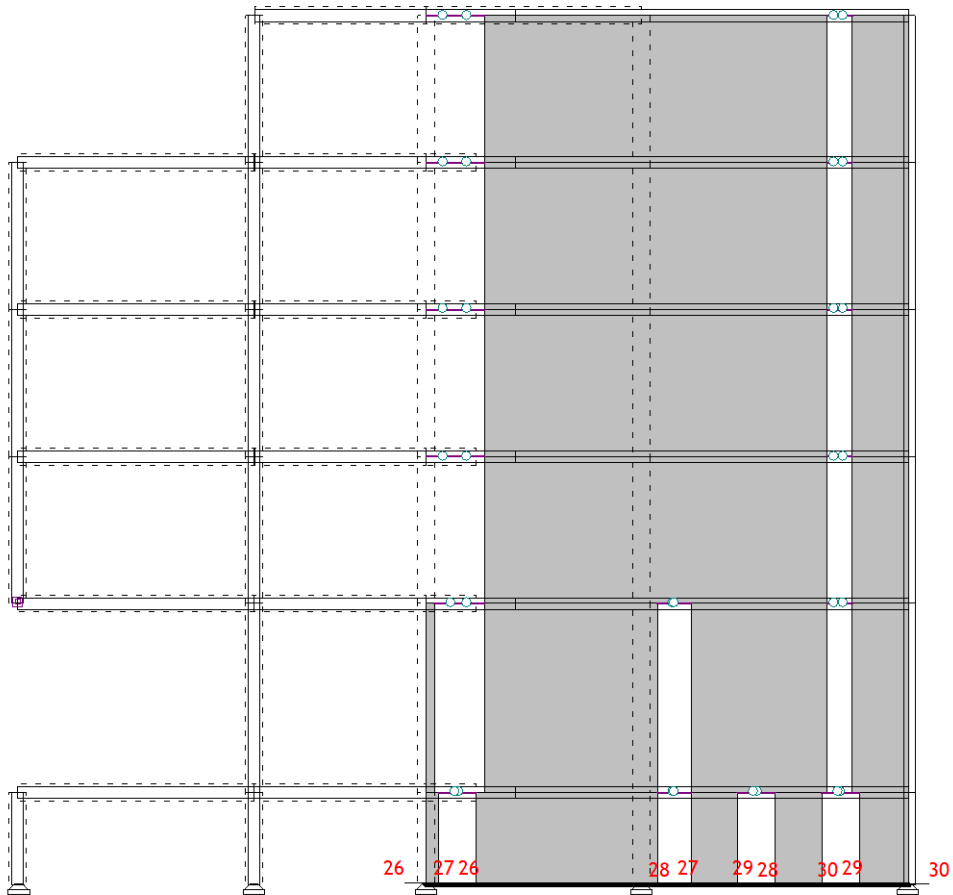
$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.128/25.000 \text{ ‰}$

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

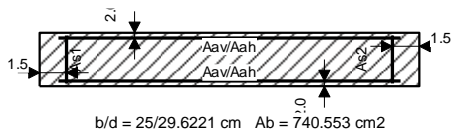
Aav = ±0.59 cm²/m (min:±0.63)

Aah = ±0.86 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: V_4
Dispozicija presjeka

Presjek 26 - 26
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13

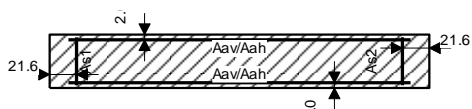


$$b/d = 25/29.6221 \text{ cm} \quad A_b = 740.553 \text{ cm}^2$$

Mjerodavna kombinacija za savijanje: 1.35xI+1.50xII
Mjerodavna kombinacija za posmik: 1.35xI+1.50xII
Msd = 4.24 kNm
Nsd = -96.41 kN
Vsd = -35.17 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±1.50 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 27 - 27
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13

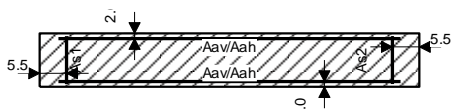


$$b/d = 25/431 \text{ cm} \quad A_b = 10775 \text{ cm}^2$$

Mjerodavna kombinacija za savijanje: 1.35xI+1.50xII
Mjerodavna kombinacija za posmik: I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV
Msd = -162.05 kNm
Nsd = -970.58 kN
Vsd = -189.21 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.56 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 28 - 28
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



$$b/d = 25/110.449 \text{ cm} \quad A_b = 2761.22 \text{ cm}^2$$

Mjerodavna kombinacija za savijanje: 1.35xI+1.50xII
Mjerodavna kombinacija za posmik: I+0.30xII+0.30xIII+IV
Msd = 3.01 kNm
Nsd = -529.07 kN
Vsd = 35.50 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.41 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 29 - 29

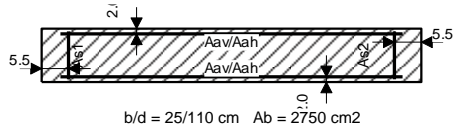
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)

C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)

Kutna armatura S500N

Uzdužna armatura S500N

Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV

Mjerodavna kombinacija za posmik:

I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV

Msd = 1.60 kNm

Nsd = -556.69 kN

Vsd = -45.21 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)

Aah = ±0.52 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 30 - 30

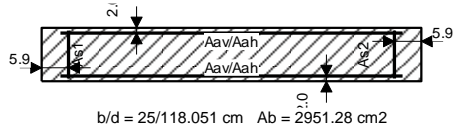
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)

C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)

Kutna armatura S500N

Uzdužna armatura S500N

Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

I+0.30xII+0.30xIII+IV

Mjerodavna kombinacija za posmik:

I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV

Msd = -45.48 kNm

Nsd = -62.01 kN

Vsd = -59.71 kN

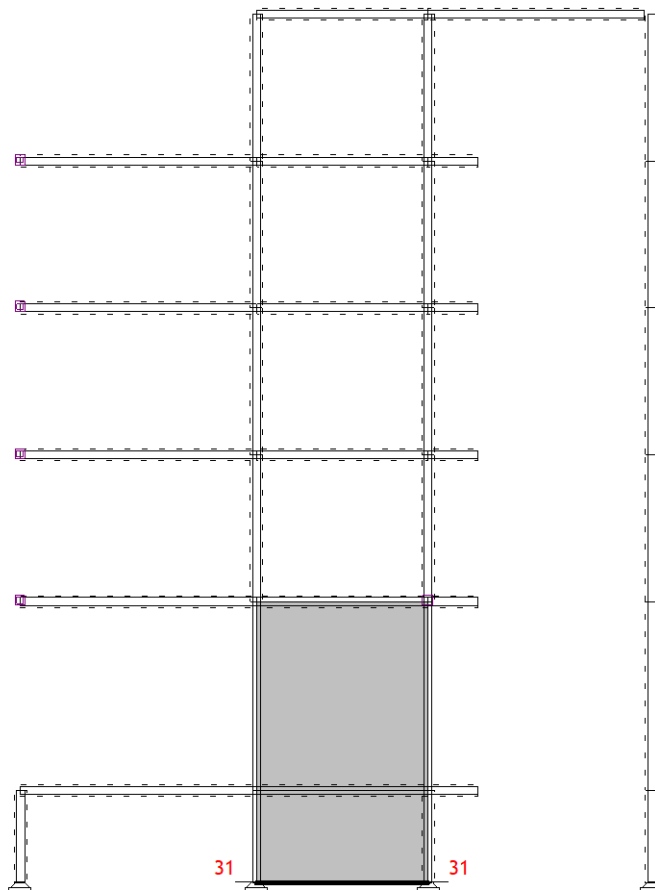
$eb/\epsilon_a = -1.130/25.000 \%$

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

Aav = ±0.19 cm²/m (min:±0.63)

Aah = ±0.64 cm²/m (min:±0.63)

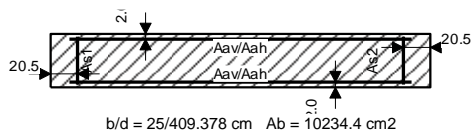


Okvir: V_5
 Dispozicija presjeka

Okvir: V_5

Presjek 31 - 31

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
 C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
 Kutna armatura S500N
 Uzdužna armatura S500N
 Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13

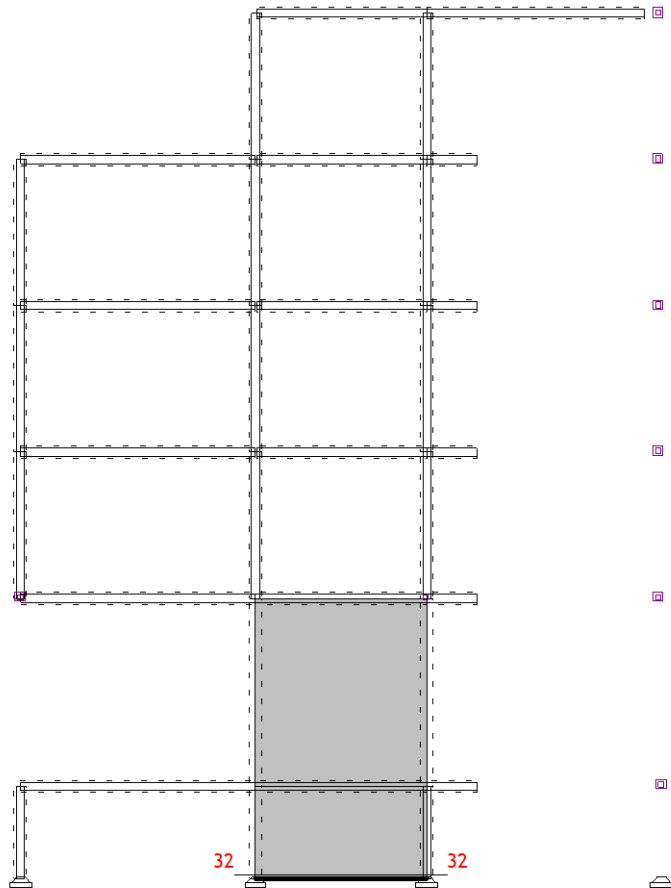


Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 I+0.30xII+0.30xIII+IV

Msd = -167.77 kNm
 Nsd = -803.00 kN
 Vsd = 212.43 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
 As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
 Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
 Aah = ±0.66 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: V_6
Dispozicija presjeka

Okvir: V_6

Presjek 32 - 32

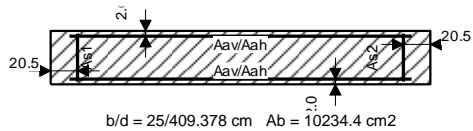
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)

C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)

Kutna armatura S500N

Uzdužna armatura S500N

Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII+0.30xIII+IV

Msd = -70.89 kNm

Nsd = -800.29 kN

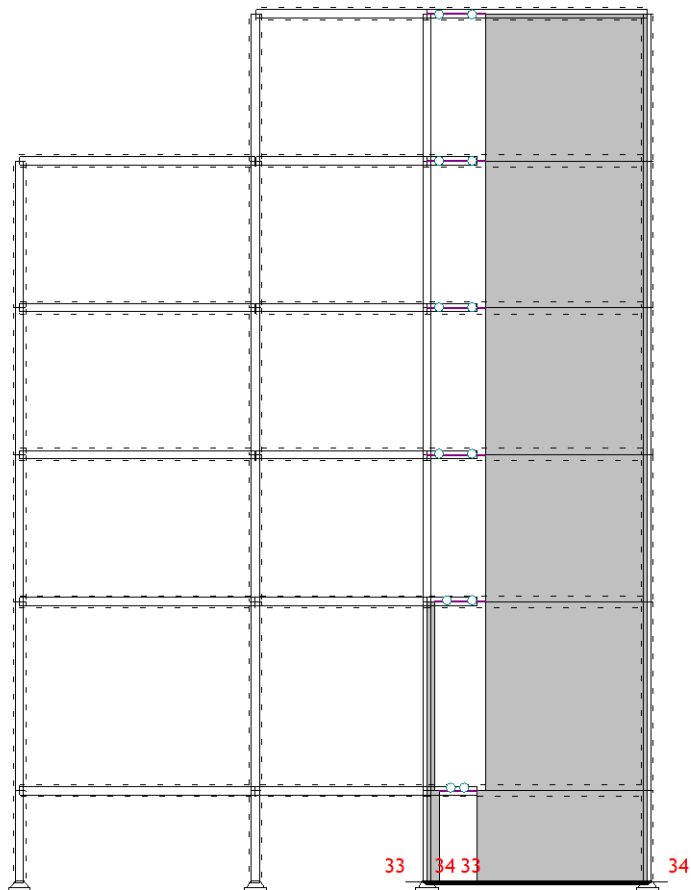
Vsd = 198.90 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

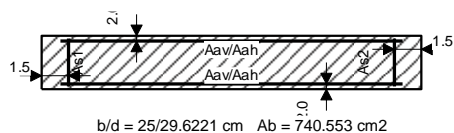
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)

Aah = ±0.61 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: V_9
Dispozicija presjeka

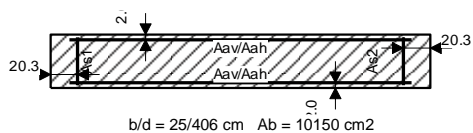
Presjek 33 - 33
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje: 1.35xI+1.50xII
Mjerodavna kombinacija za posmik: 1.35xI+1.50xII
Msd = 3.66 kNm
Nsd = -119.26 kN
Vsd = -27.07 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±1.16 cm²/m (min:±0.63)

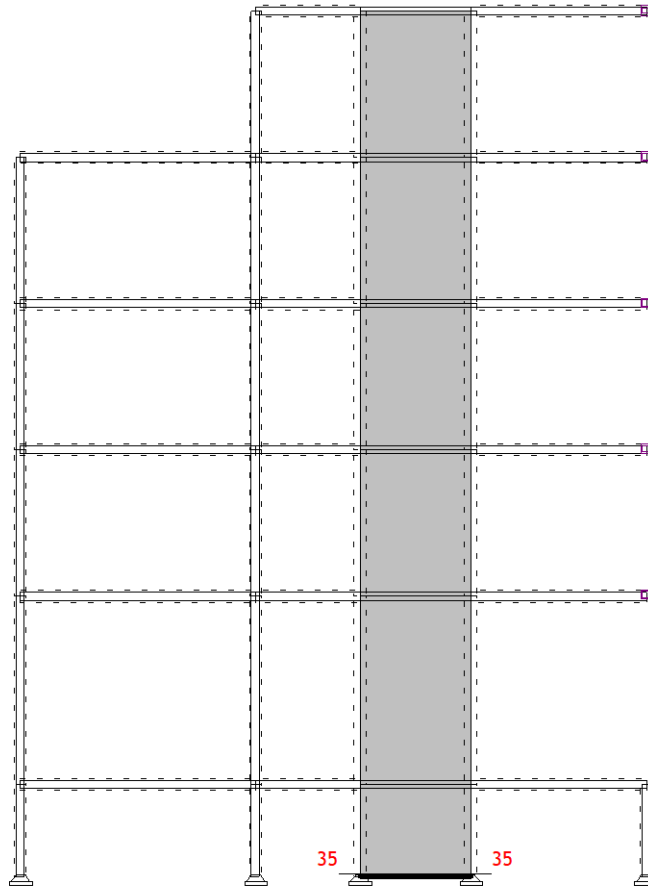
Presjek 34 - 34
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.50xII
Mjerodavna kombinacija za posmik:
I+0.30xII+0.30xIII+IV

Msd = -195.70 kNm
Nsd = -738.73 kN
Vsd = 156.00 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)
As2 = 0.00 cm² (min:0.00)
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)
Aah = ±0.49 cm²/m (min:±0.63)



Okvir: V_10
 Dispozicija presjeka

Okvir: V_10

Presjek 35 - 35

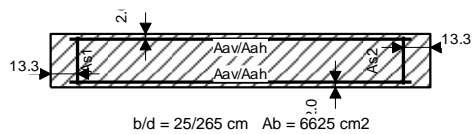
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)

C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)

Kutna armatura S500N

Uzdužna armatura S500N

Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 1.35xI+1.50xII

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 I+0.30xII+0.30xIII+IV

Msd = 10.93 kNm

Nsd = -475.01 kN

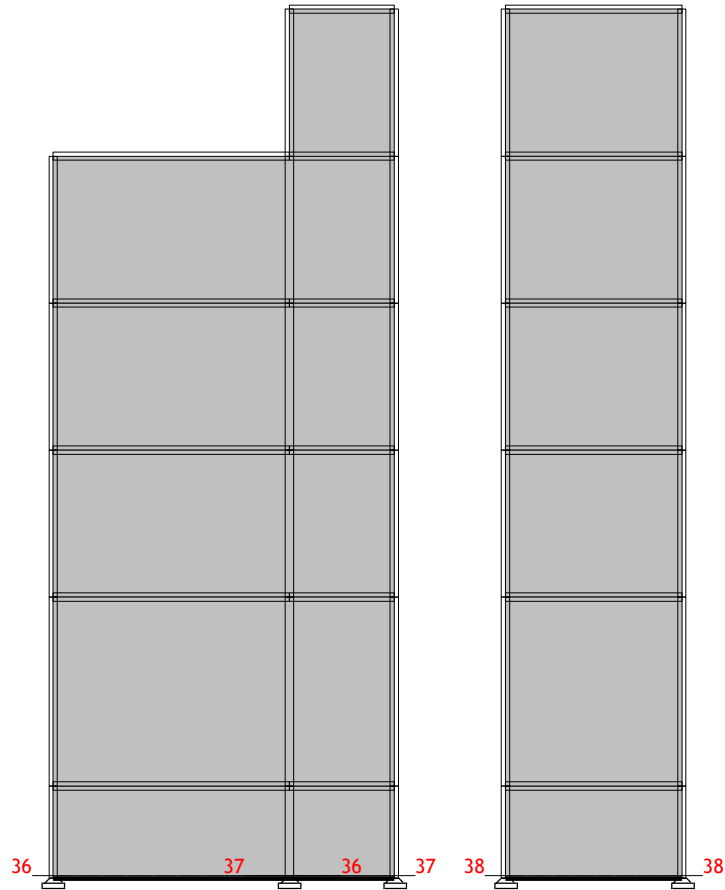
Vsd = 125.39 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)

Aah = ±0.60 cm²/m (min:±0.63)

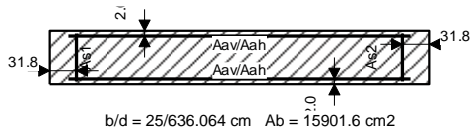


Okvir: V_11
Dispozicija presjeka

Presjek 36 - 36

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N

Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

I+0.30xII-0.30xIII-1.00xIV

Mjerodavna kombinacija za posmik:

I+0.30xII+0.30xIII+IV

Msd = 277.80 kNm

Nsd = -1290.94 kN

Vsd = 312.94 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

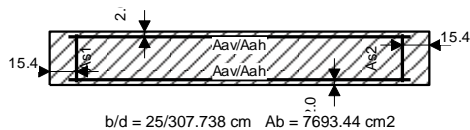
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)

Aah = ±0.62 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 37 - 37

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N

Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

I+0.30xII-1.00xIII-0.30xIV

Mjerodavna kombinacija za posmik:

I+0.30xII+0.30xIII+IV

Msd = 28.96 kNm

Nsd = -619.73 kN

Vsd = 174.72 kN

As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

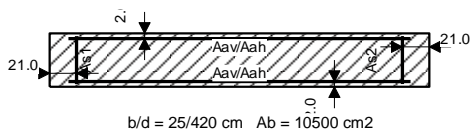
Aav = ±0.00 cm²/m (min:±0.63)

Aah = ±0.72 cm²/m (min:±0.63)

Presjek 38 - 38

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N

Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 5-13



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

I+0.30xII+III+0.30xIV

Mjerodavna kombinacija za posmik:

I+0.30xII+0.30xIII+IV

Msd = 67.17 kNm

Nsd = -28.00 kN

Vsd = 198.01 kN

eb/ea = -0.350/25.000 ‰

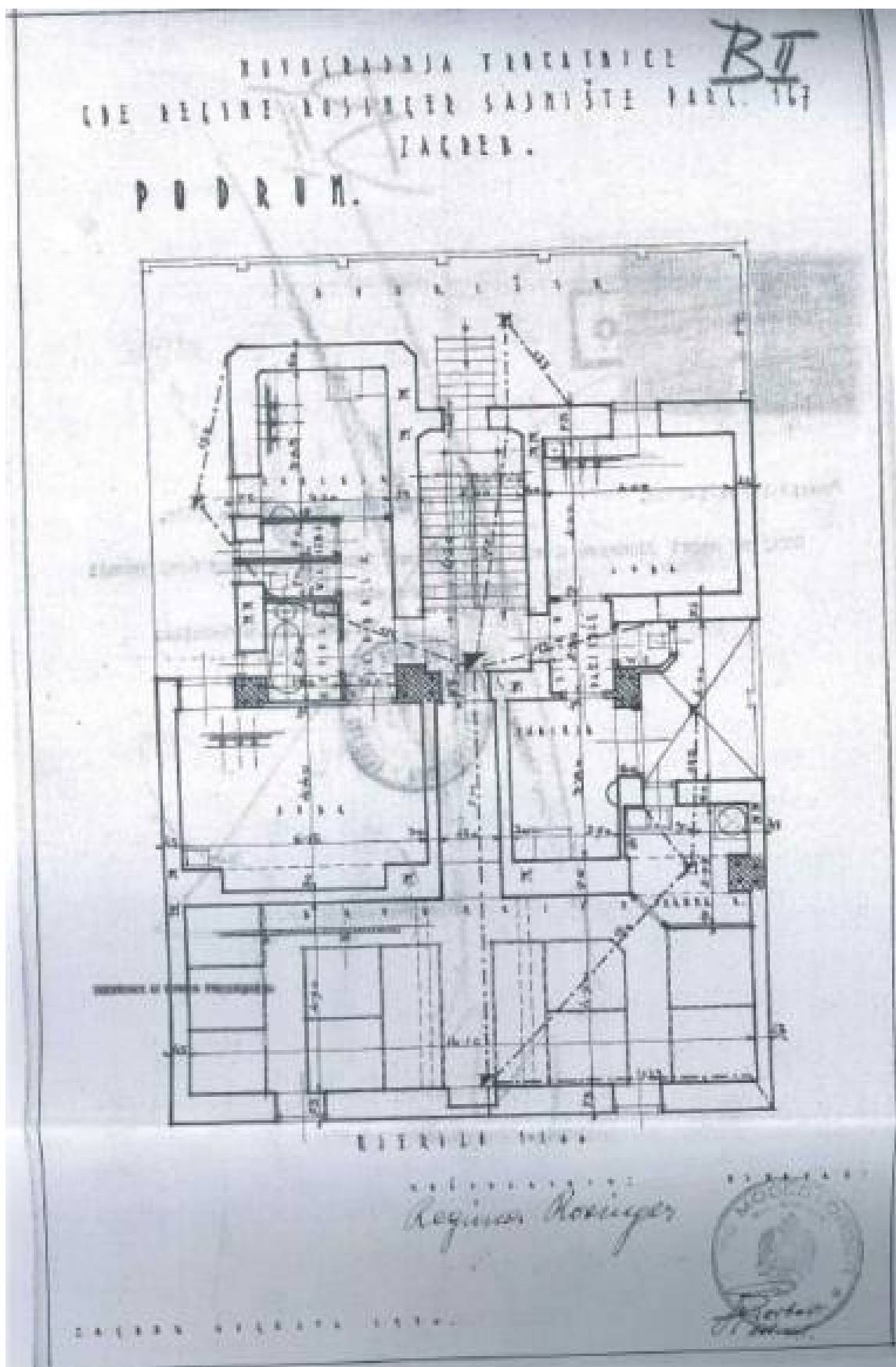
As1 = 0.00 cm² (min:0.00)

As2 = 0.00 cm² (min:0.00)

Aav = ±0.01 cm²/m (min:±0.63)

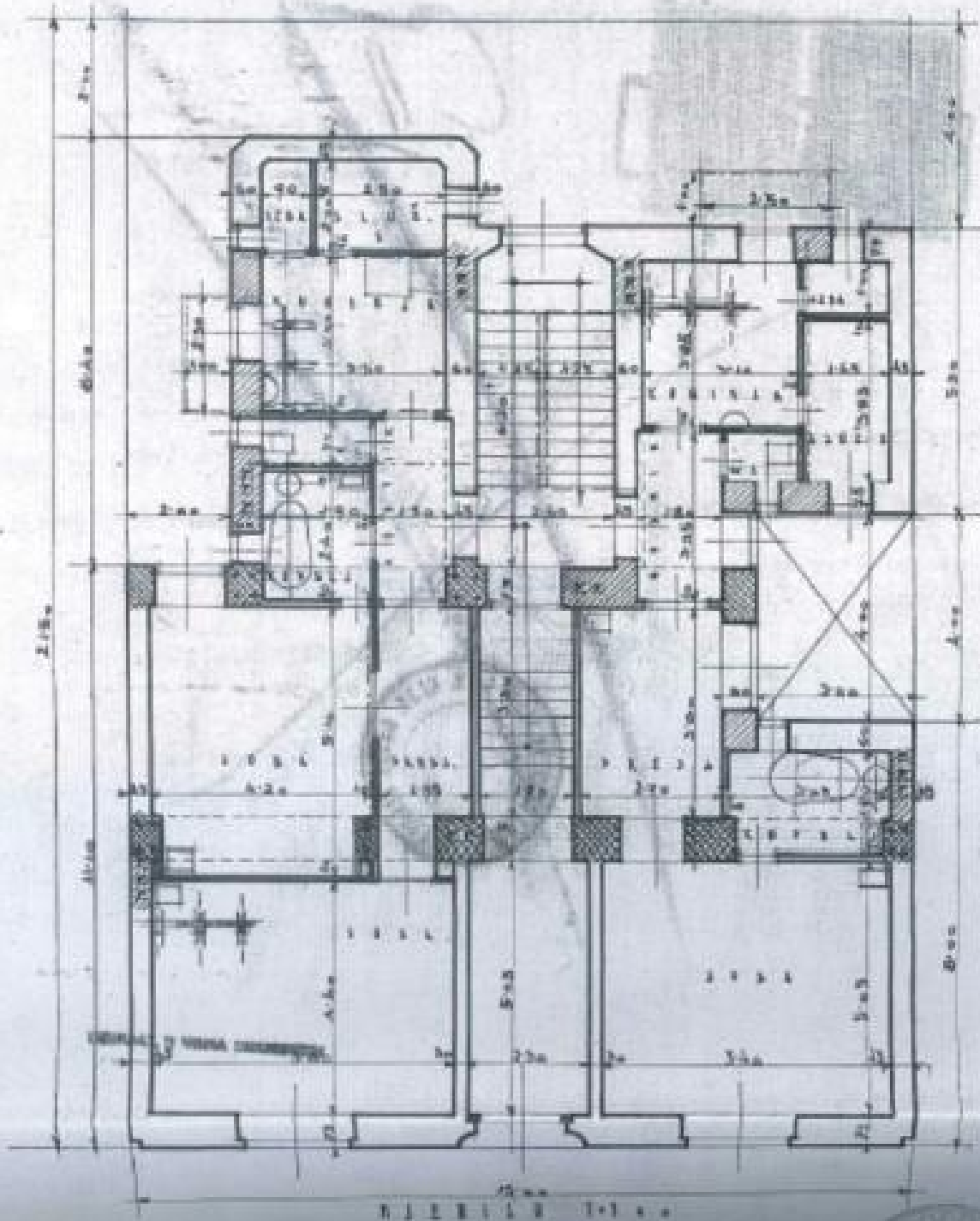
Aah = ±0.60 cm²/m (min:±0.63)

9.2. Grafički prilozi



Slika 9.1. tlocrt podruma

ФОТОГРАФИЈА ТРОКАТНИЦЕ
(ДЕ РЕГИОНЕ АСИМЕТРИЈЕ САНЈИШТЕ ПАРЦ. 167)
ЗАКРЕБ.
ПРИЗЕМЛЈЕ.



МЕРНИ ТИМ

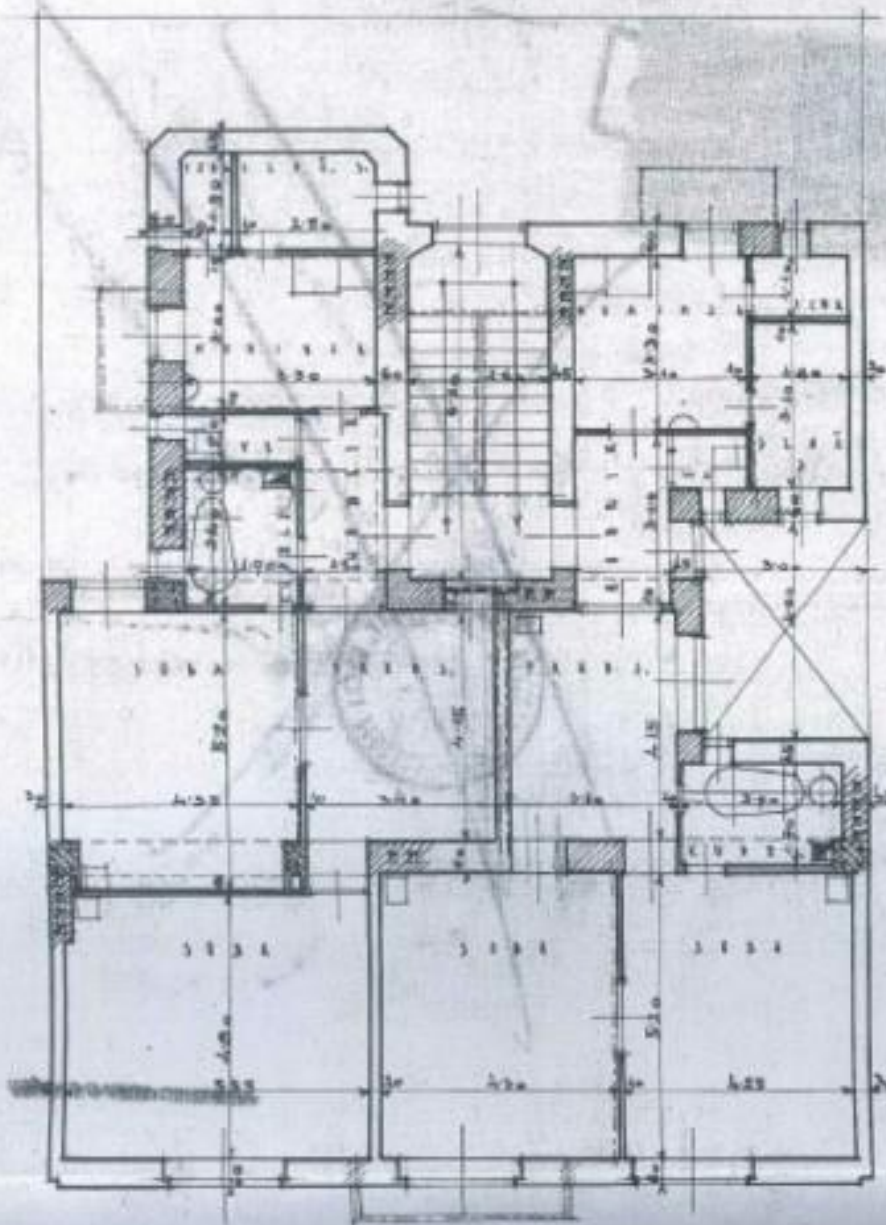
REGINA ROZINGE



Slika 9.2. tlocrt prizemlja

NOVOGRADSKA TRGATNICE
KDE REGINE ROSINGER SAJRIŠTE PARC. 167
ZAGREB.

I KAT.



IZMIR VIKO

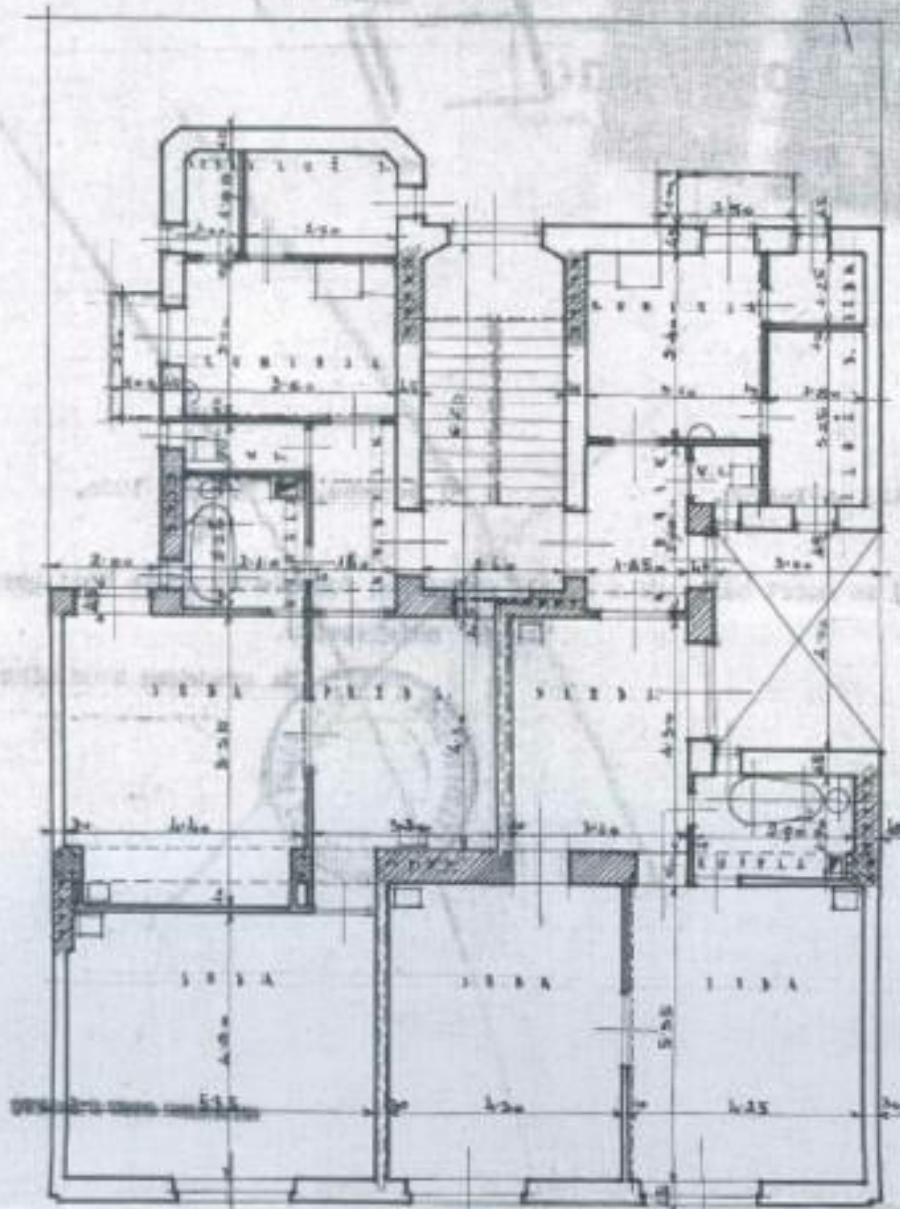
Regina Rosinger



Slika 9.3. tlocrt 1. kata

NOVOGRADNJA TRKATNICE
KDE REČIDE ROŠINČER SAJMIŠTE PARC. 167
ZAGREB.

III KAT.



KLASIFIKACIJA 1-100

ARHITEKT
Repin & Rosinje

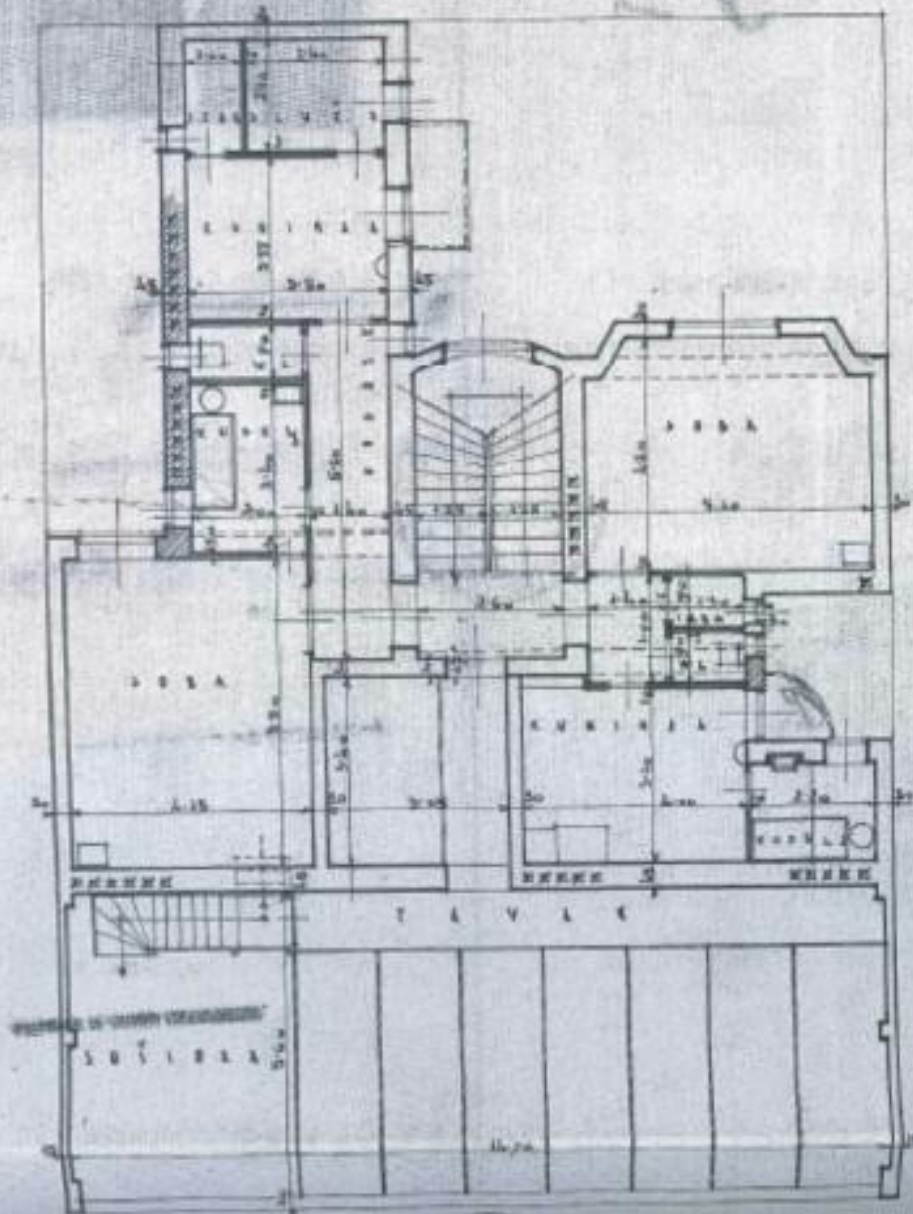
ZAGREB APOSTOL 1920



Slika 9.4. tlocrt 2. kata

PROJEKTI BACRT NOVOLADNE
TRUCATNICE (DE RECIPE ZOSIRIČER SAJMIŠTE
PARL. BR. 167 ZAGREB.

TAVAN.



Gr. št. 70 pos. br. 94195 70 70

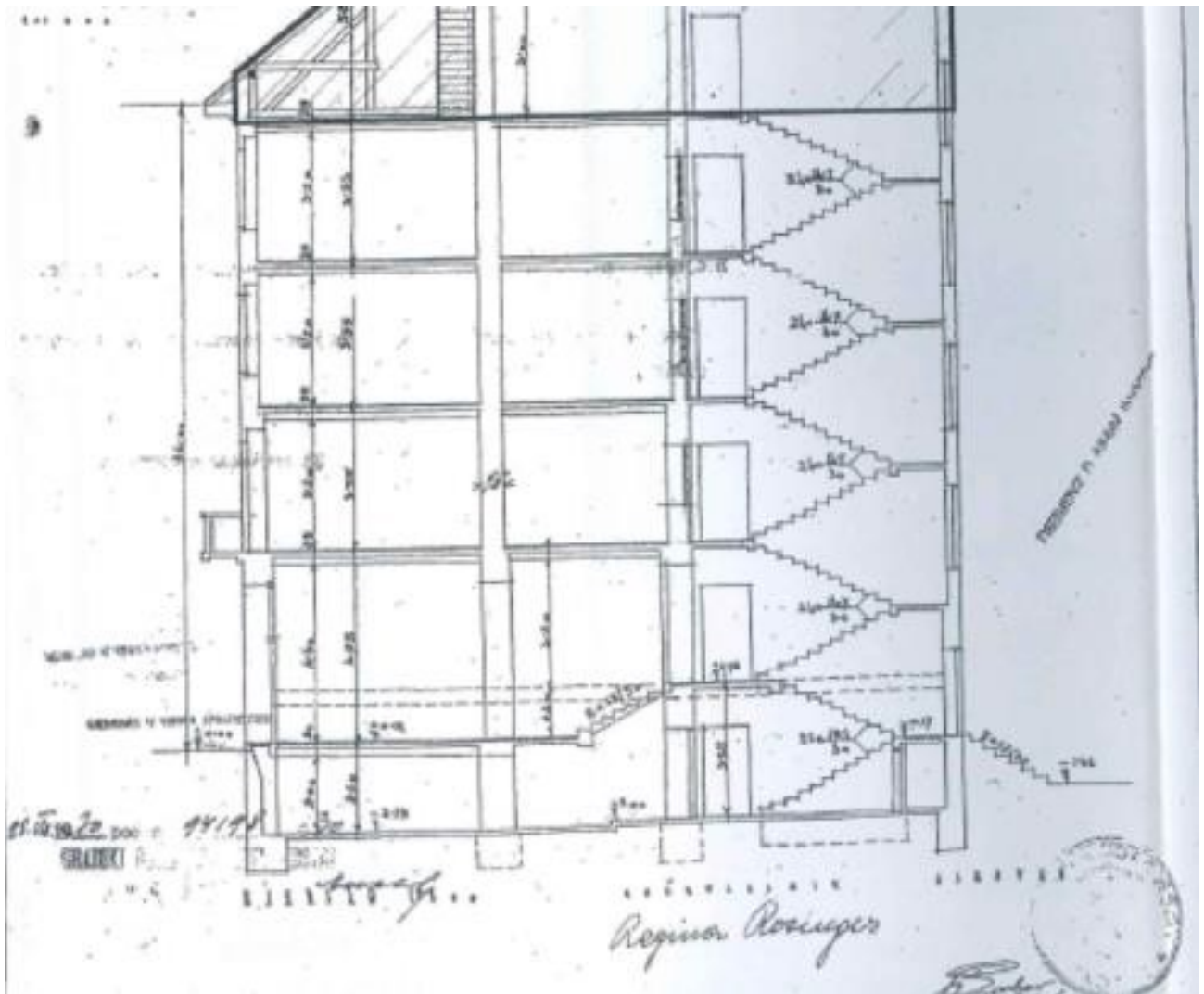
GRADSKI VEŠTAČKI CENTAR
ZAGREB



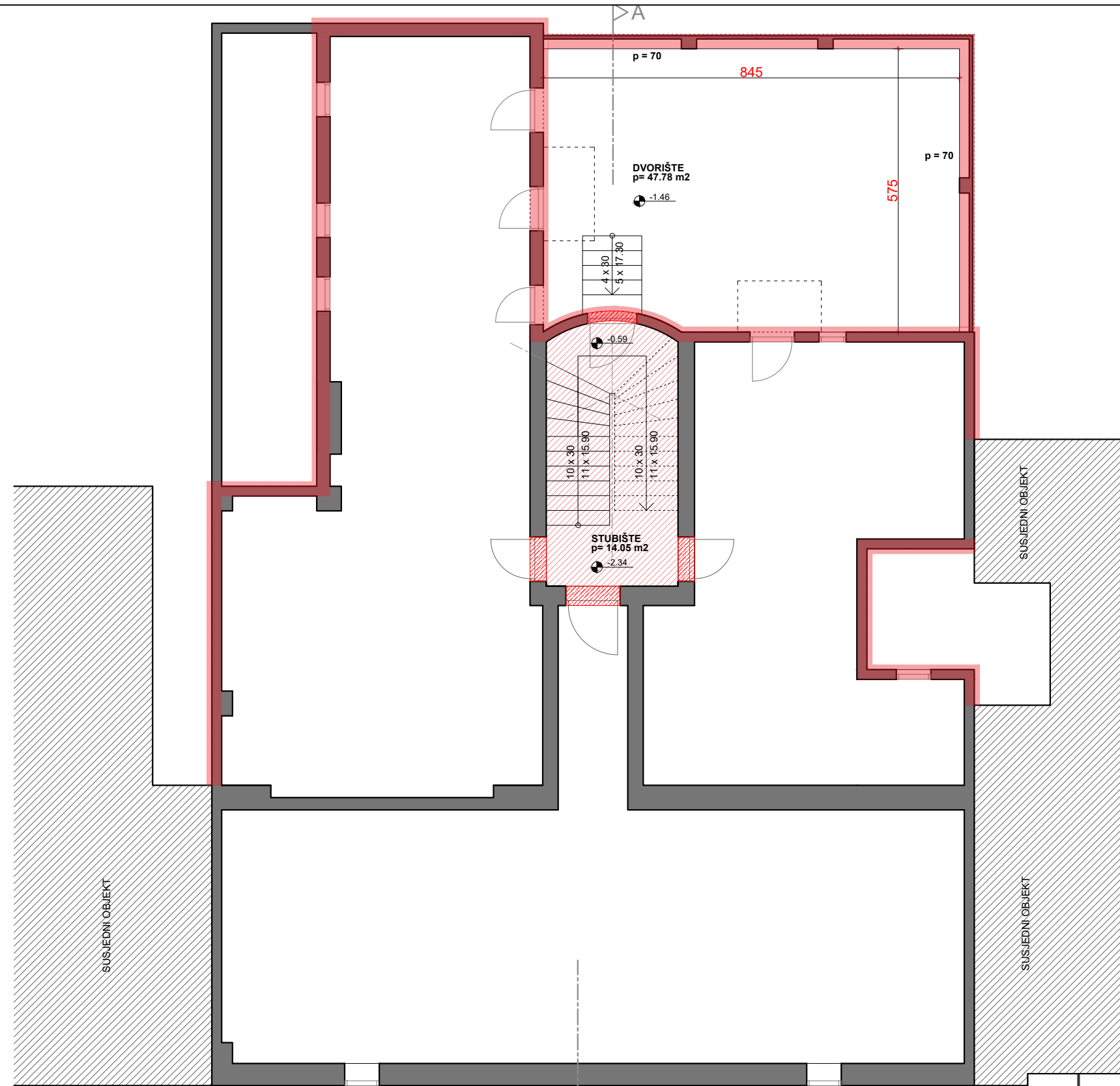
1938

Regina Rosing

Slika 9.5. tloct tavana




Slika 9.6. presjek



LEGENDA:

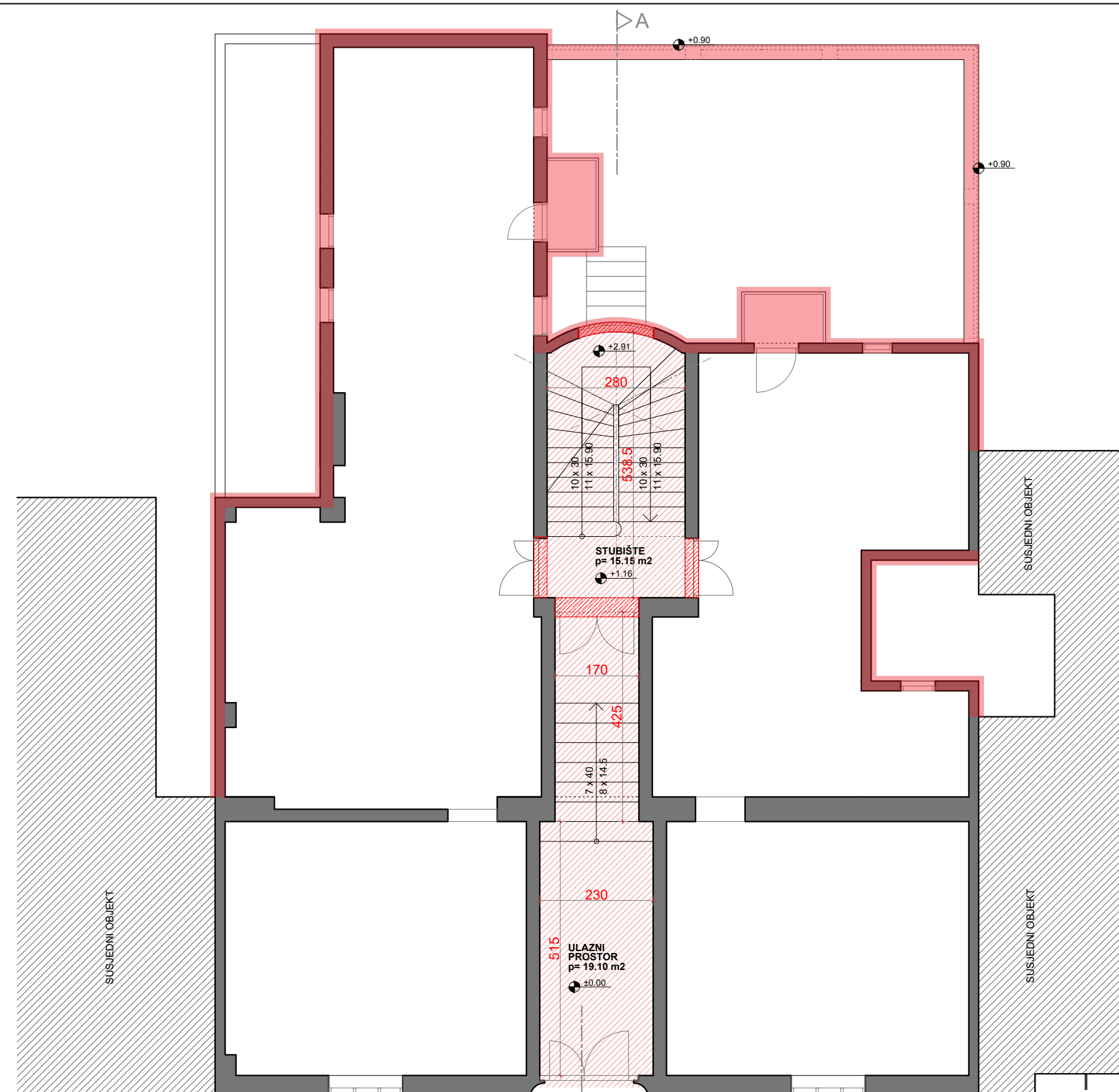
- Obnova pročelja
- Obuhvat obnove unutarnjih zidova FRPM mrežama
- Obuhvat obnove greda i nadvoja primjenom FRP lamela materiala Carboplate E 200




	<p>Sveučilište Sjever Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin</p>	<p>Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva</p>
KOLEGIJ: DIPLOMSKI RAD		FAZA PROJEKTA: DIPLOMSKI RAD
PROFESOR: dr. sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.		PROJEKTANT: FILIP PINTARIĆ bacc.ing.aedif.
LOKACIJA: Ulica Matka Laginje 4, Zagreb		
K.Č. BR. : k.č. 6228, k.o. Centar		
DATUM: 5.6.2021.	MJERILO: 1:100	AKADEMSKA GODINA: 2020/2021
NACRT BR: 01	SADRŽAJ: TLOCRT PODRUMA	Potpis:

LEGENDA:

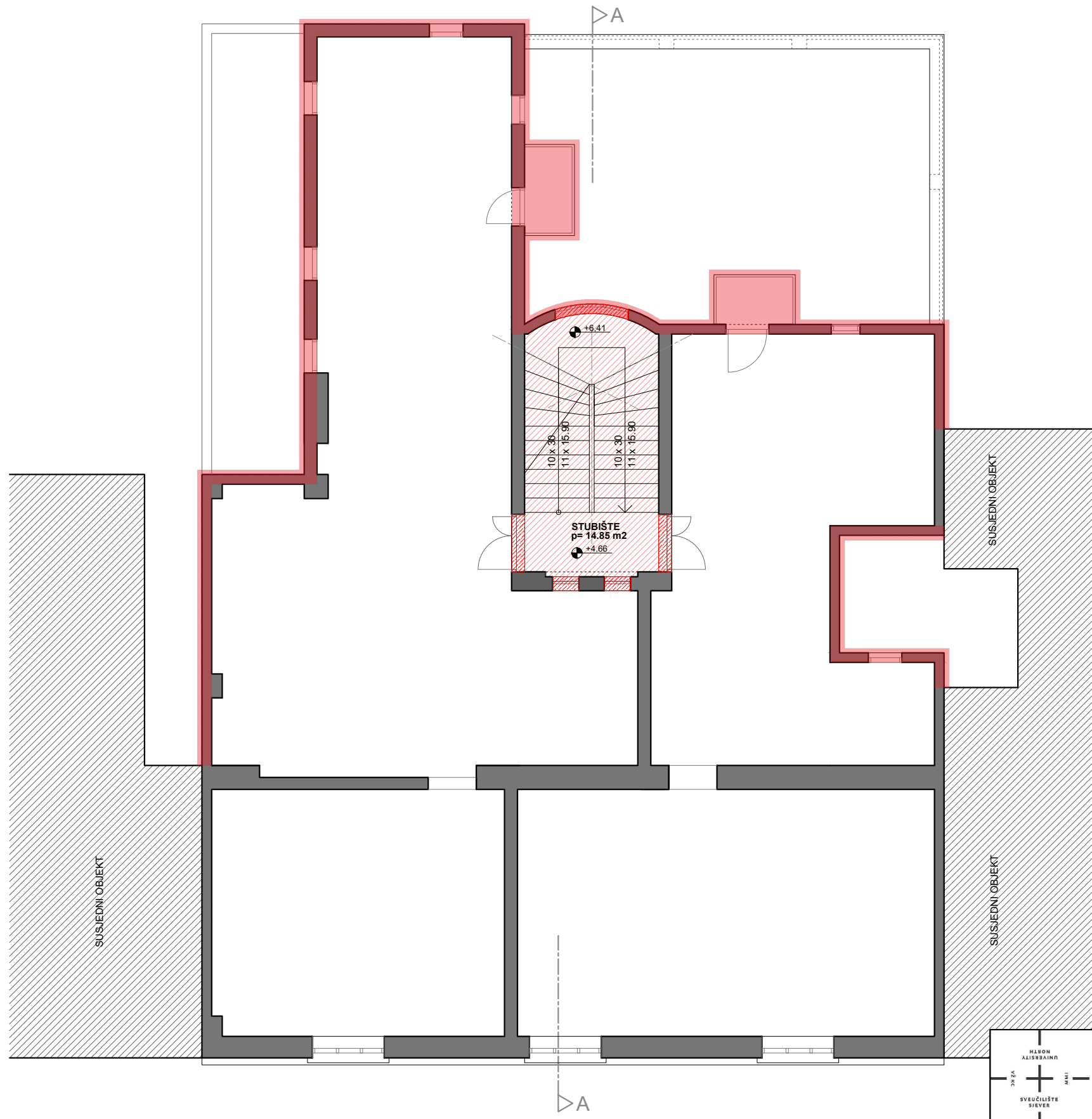
- Obnova pročelja
- Obuhvat obnove unutarnjih zidova FRPM mrežama
- Obuhvat obnove greda i nadvoja primjenom FRP lamela materiala Carboplate E 200




	<p>Sveučilište Sjever</p> <p>Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin</p>	<p>Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva</p>
KOLEGIJ: DIPLOMSKI RAD		FAZA PROJEKTA: DIPLOMSKI RAD
PROFESOR: dr. sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.		PROJEKTANT: FILIP PINTARIĆ bacc.ing.aedif.
LOKACIJA: Ulica Matka Laginje 4, Zagreb		
K.Č. BR. : k.č. 6228, k.o. Centar		
DATUM: 5.6.2021.	MJERILO: 1:100	AKADEMSKA GODINA: 2020/2021
NACRT BR: 02	SADRŽAJ: TLOCRT PRIZEMLJA	Potpis:

LEGENDA:

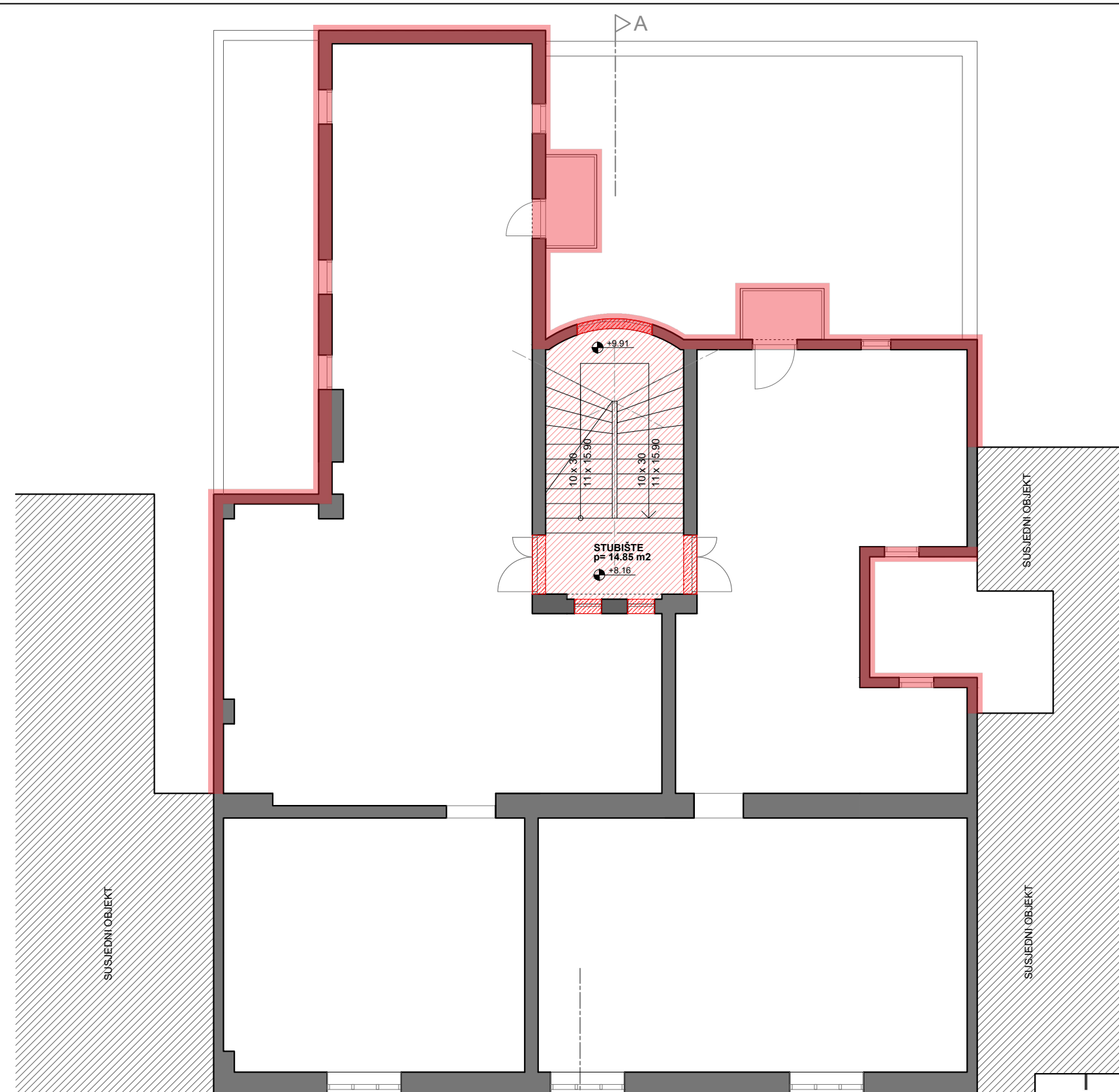
- Obnova pročelja
- Obuhvat obnove unutarnjih zidova FRPM mrežama
- Obuhvat obnove greda i nadvoja primjenom FRP lamela materiala Carboplate E 200




	<p>Sveučilište Sjever</p> <p>Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin</p>	<p>Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva</p>
KOLEGIJ: DIPLOMSKI RAD		FAZA PROJEKTA: DIPLOMSKI RAD
PROFESOR: dr. sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.		PROJEKTANT: FILIP PINTARIĆ bacc.ing.aedif.
LOKACIJA: Ulica Matka Laginje 4, Zagreb		
K.Č. BR. : k.č. 6228, k.o. Centar		
DATUM: 5.6.2021.	MJERILO: 1:100	AKADEMSKA GODINA: 2020/2021
NACRT BR: 03	SADRŽAJ: TLOCRT 1. KATA	Potpis:

LEGENDA:

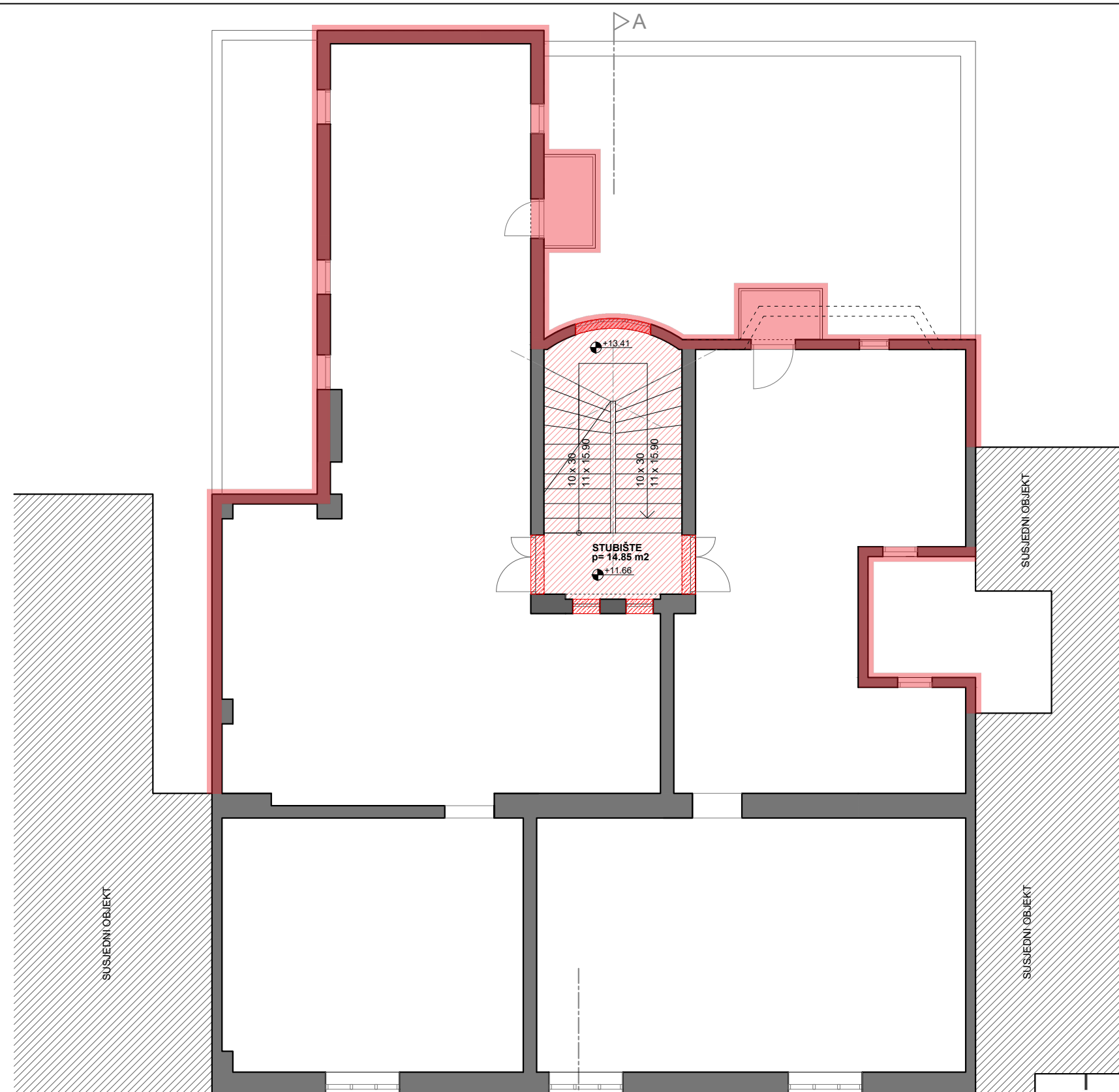
- Obnova pročelja
- Obuhvat obnove unutarnjih zidova FRPM mrežama
- Obuhvat obnove greda i nadvoja primjenom FRP lamela materiala Carboplate E 200




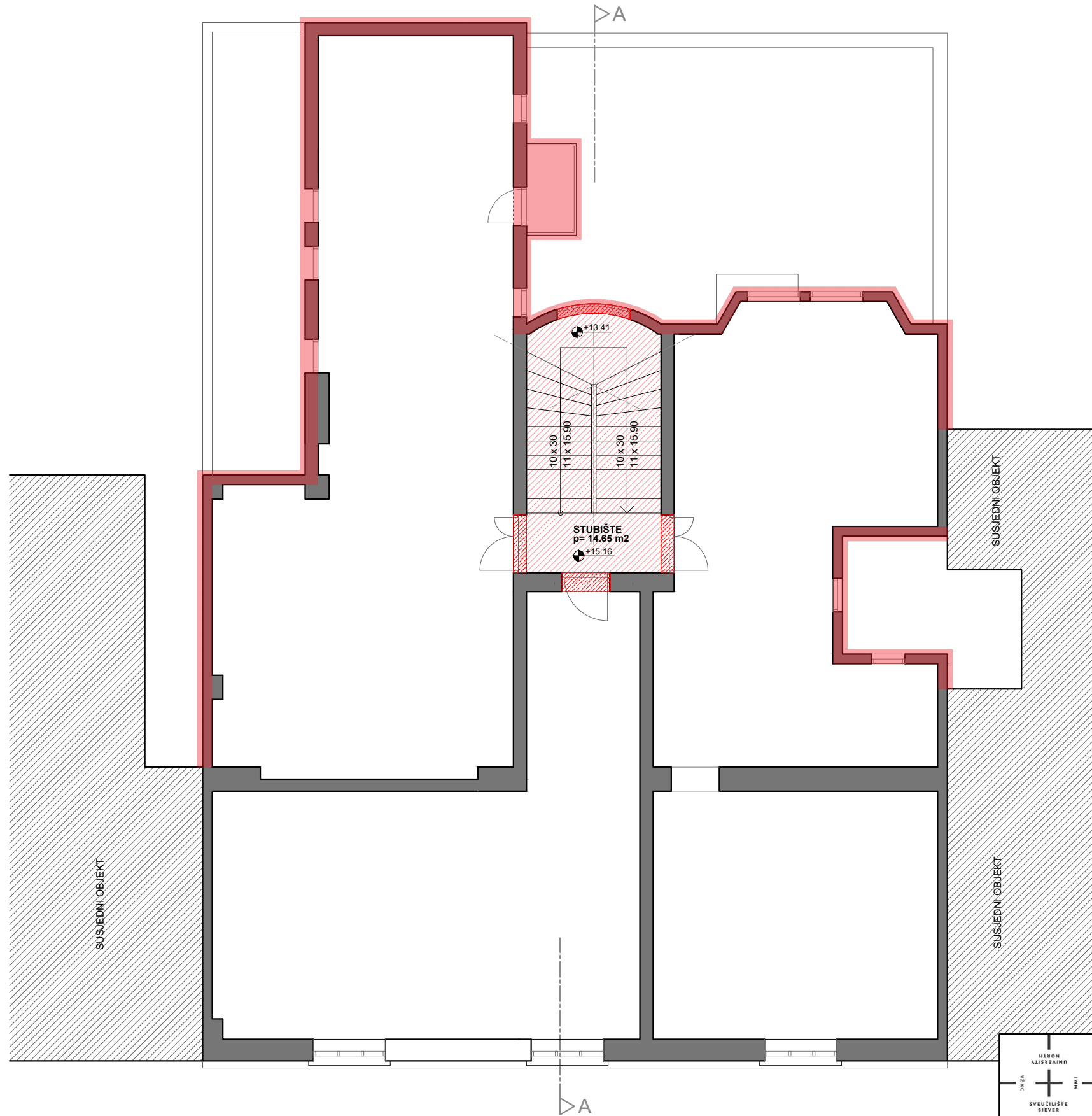
	<p>Sveučilište Sjever</p> <p>Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin</p>	<p>Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva</p>
KOLEGIJ: DIPLOMSKI RAD		FAZA PROJEKTA: DIPLOMSKI RAD
PROFESOR: dr. sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.		PROJEKTANT: FILIP PINTARIĆ bacc.ing.aedif.
LOKACIJA: Ulica Matka Laginje 4, Zagreb		
K.Č. BR. : k.č. 6228, k.o. Centar		
DATUM: 5.6.2021.	MJERILO: 1:100	AKADEMSKA GODINA: 2020/2021
NACRT BR: 04	SADRŽAJ: TLOCRT 2. KATA	Potpis:

LEGENDA:

- Obnova pročelja
- Obuhvat obnove unutarnjih zidova FRPM mrežama
- Obuhvat obnove greda i nadvoja primjenom FRP lamela materiala Carboplate E 200



	<p>Sveučilište Sjever</p> <p>Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin</p>	<p>Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva</p>
KOLEGIJ: DIPLOMSKI RAD		FAZA PROJEKTA: DIPLOMSKI RAD
PROFESOR: dr. sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.		PROJEKTANT: FILIP PINTARIĆ bacc.ing.aedif.
LOKACIJA: Ulica Matka Laginje 4, Zagreb		
K.Č. BR. : k.č. 6228, k.o. Centar		
DATUM: 5.6.2021.	MJERILO: 1:100	AKADEMSKA GODINA: 2020/2021
NACRT BR: 05	SADRŽAJ: TLOCRT 3. KATA	Potpis:

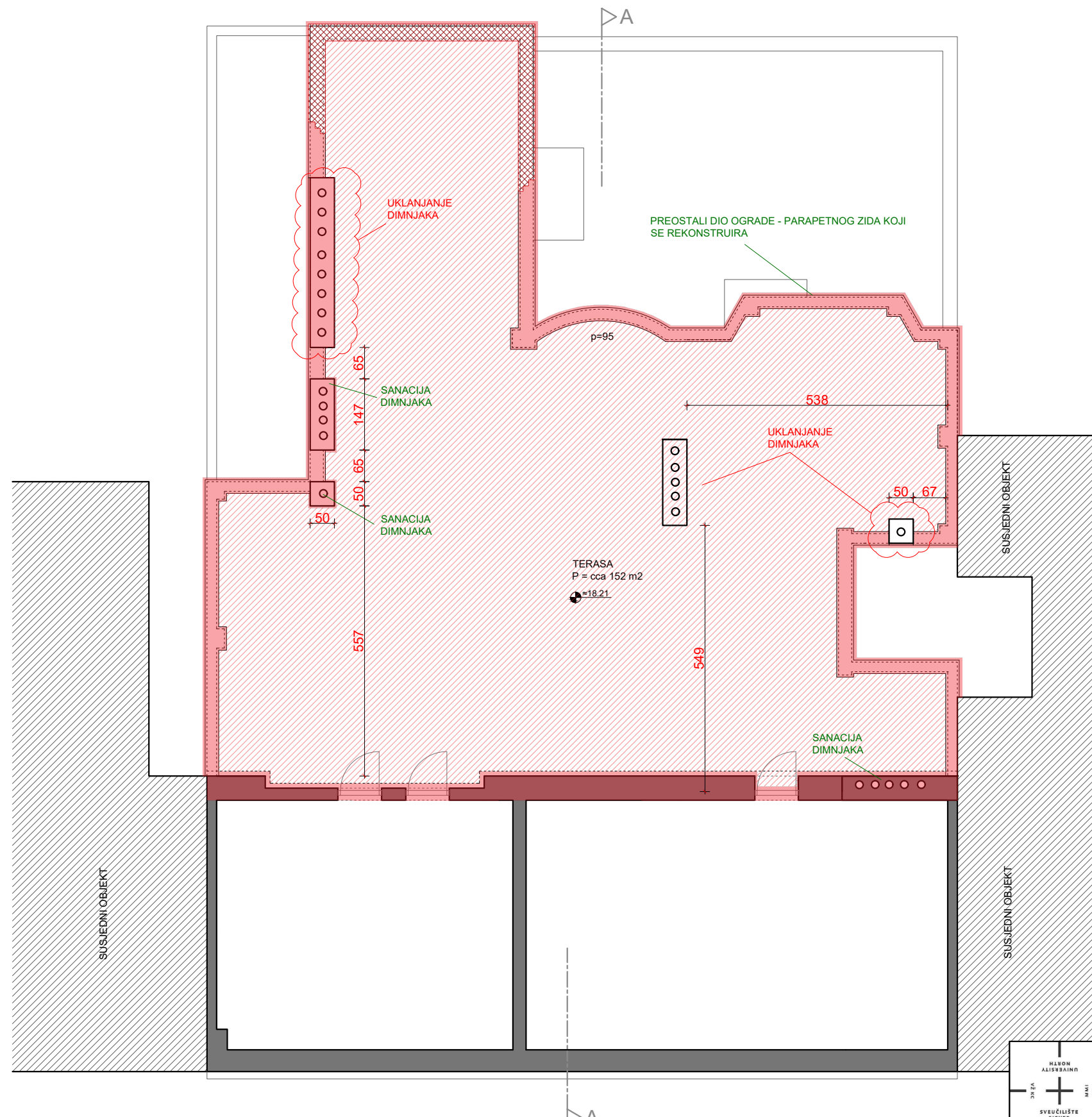


LEGENDA:

- Obnova pročelja
- Obuhvat obnove unutarnjih zidova FRPM mrežama
- Obuhvat obnove gređa i nadvoja primjenom FRP lamela materiala Carboplate E 200




	<p>Sveučilište Sjever</p> <p>Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin</p>	<p>Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva</p>
KOLEGIJ: DIPLOMSKI RAD		FAZA PROJEKTA: DIPLOMSKI RAD
PROFESOR: dr. sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.		PROJEKTANT: FILIP PINTARIĆ bacc.ing.aedif.
LOKACIJA: Ulica Matka Laginje 4, Zagreb		
K.Č. BR. : k.č. 6228, k.o. Centar		
DATUM: 5.6.2021.	MJERILO: 1:100	AKADEMSKA GODINA: 2020/2021
NACRT BR: 06	SADRŽAJ: TLOCRT 4. KATA	Potpis:



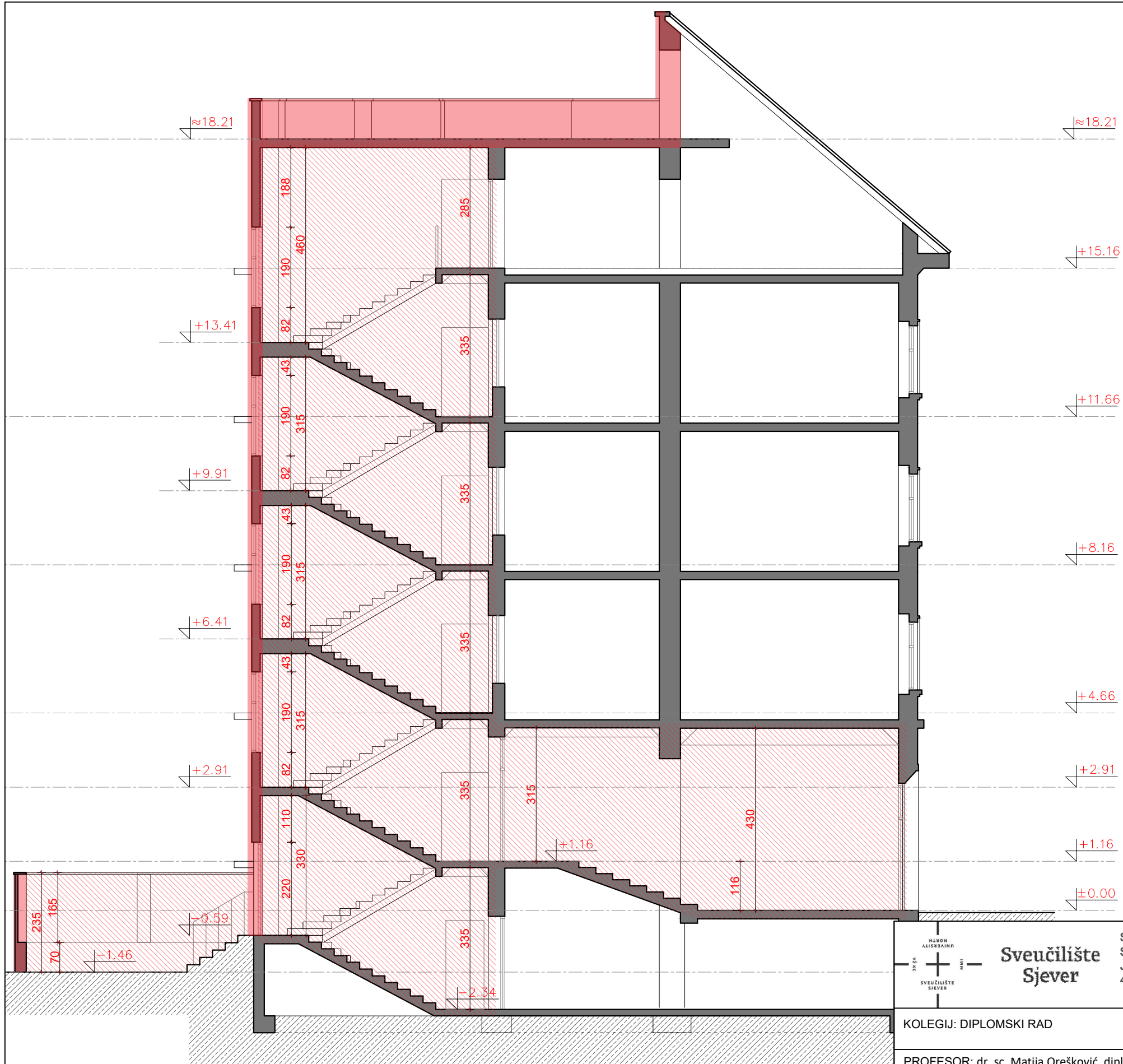
- LEGENDA:
- Obnova pročelja
 - Urušeno
 - Obuhvat obnove




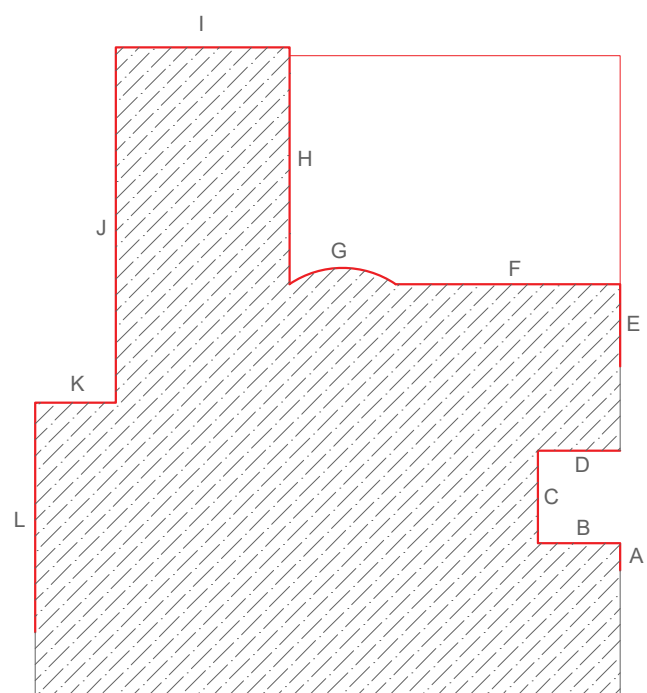
	Sveučilište Sjever Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin	Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva
KOLEGIJ: DIPLOMSKI RAD		FAZA PROJEKTA: DIPLOMSKI RAD
PROFESOR: dr. sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.		PROJEKTANT: FILIP PINTARIĆ bacc.ing.aedif.
LOKACIJA: Ulica Matka Laginje 4, Zagreb		
K.Č. BR. : k.č. 6228, k.o. Centar		
DATUM: 5.6.2021.	MJERILO: 1:100	AKADEMSKA GODINA: 2020/2021
NACRT BR: 07	SADRŽAJ: TLOCRT KROVNE TERASE/POTKROVLJE	Potpis:

LEGENDA:

- Obnova pročelja
- Obuhvat obnove



 <p>Sveučilište Sjever</p>	<p>Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin</p>	<p>Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva</p>
<p>KOLEGIJ: DIPLOMSKI RAD</p>		<p>FAZA PROJEKTA: DIPLOMSKI RAD</p>
<p>PROFESOR: dr. sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.</p>		<p>PROJEKTANT: FILIP PINTARIĆ bacc.ing.aedif.</p>
<p>LOKACIJA: Ulica Matka Laginje 4, Zagreb</p>		
<p>K.Č. BR. : k.č. 6228, k.o. Centar</p>		
<p>DATUM: 5.6.2021.</p>	<p>MJERILO: 1:100</p>	<p>AKADEMSKA GODINA: 2020/2021</p>
<p>NACRT BR: 08</p>	<p>SADRŽAJ: PRESJEK</p>	<p>Potpis:</p>

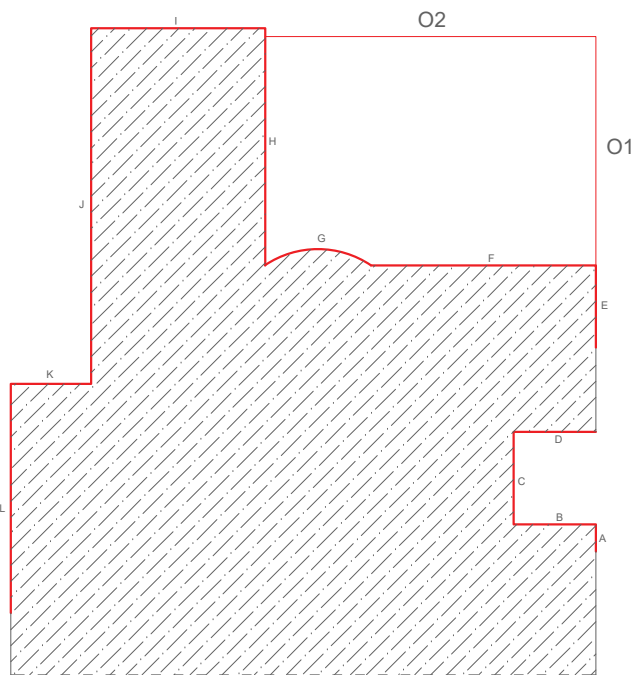
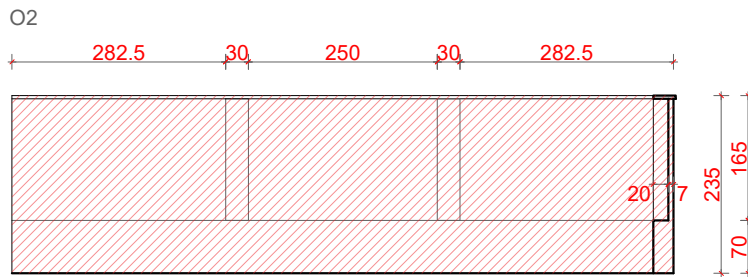
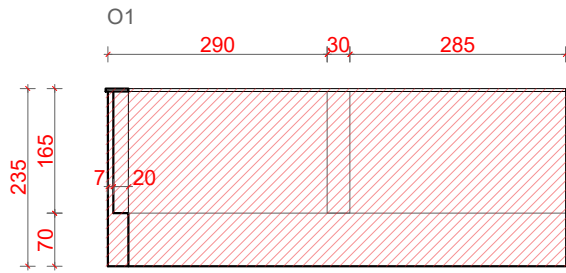


LEGENDA:


- Rekonstrukcija
- Obnova pročelja

Ploština pročelja predviđena za obnovu: cca 905 m²

<p>Sveučilište Sjever Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin</p>		<p>Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva</p>
KOLEGIJ: DIPLOMSKI RAD		FAZA PROJEKTA: DIPLOMSKI RAD
PROFESOR: dr. sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.		PROJEKTANT: FILIP PINTARIĆ bacc.ing.aedif.
LOKACIJA: Ulica Matka Laginje 4, Zagreb		
K.Č. BR. : k.č. 6228, k.o. Centar		AKADEMSKA GODINA: 2020/2021
DATUM: 5.6.2021.	MJERILO: 1:200	
NACRT BR: 09	SADRŽAJ: SHEMA RAZVIJENOG PROČELJA	Potpis:



LEGENDA:

 Obnova ogradnog zida



**Sveučilište
Sjever**

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
Jurja Križanića 31b
42000 Varaždin

Odjel, Studij, smjer:

Graditeljski odjel
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

KOLEGIJ: DIPLOMSKI RAD

FAZA PROJEKTA: DIPLOMSKI RAD

PROFESOR: dr. sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.

PROJEKTANT: FILIP PINTARIĆ bacc.ing.aedif.

LOKACIJA: Ulica Matka Laginje 4, Zagreb

K.Č. BR. : k.č. 6228, k.o. Centar

DATUM: 5.6.2021.

MJERILO: 1:100

AKADEMSKA GODINA: 2020/2021

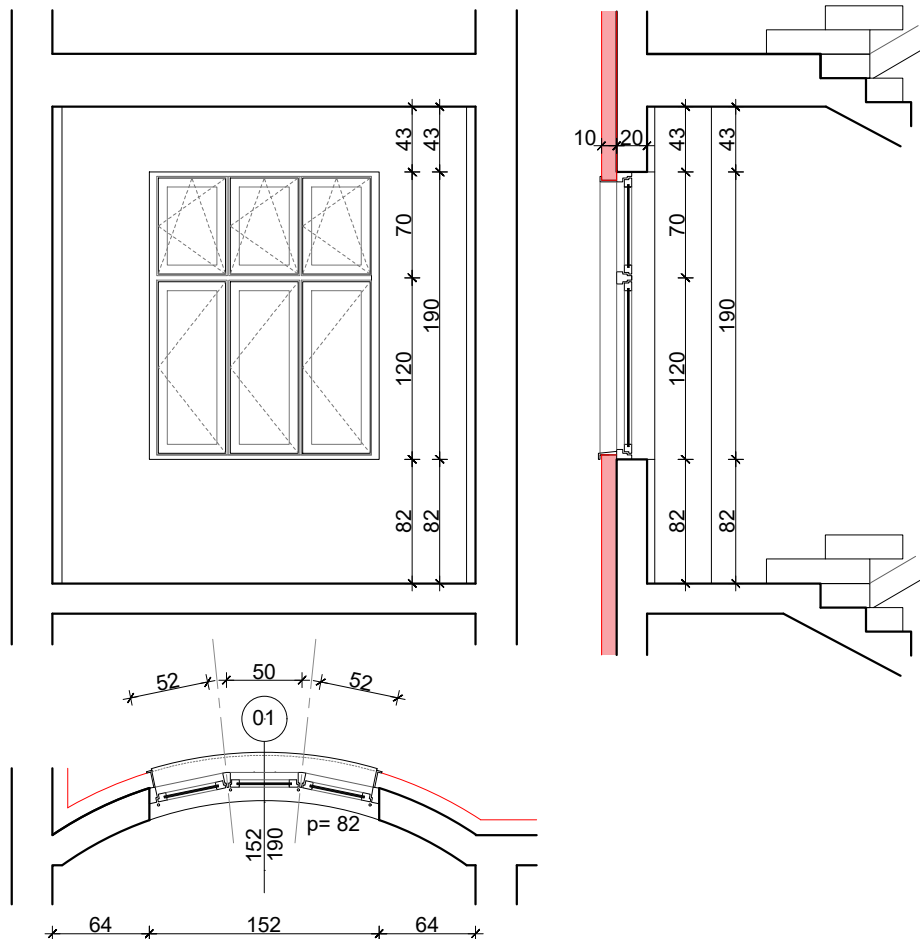
NACRT BR:
10

SADRŽAJ:
HEMA DVORIŠNOG ZIDA

Potpis:

VANJSKA STAKLENA STIJENA

01
GŠ152
GV190
p= 82



VIŠEDJELNA STAKLENA STIJENA SA ŠEST ZAOKRETNO - OTKLOPNIH PROZORA


Izrada, dobava i montaža PVC vanjskih, višedjelnih staklenih stijena sa šest zaokretno-otklopnim prozorima. Prozori su izvedeni iz PVC profila sa prekinutim termičkim mostom (toplinski izolirana) u tonu po izboru projektanta. Prozori su ostakljeni trostrukim IZO staklom sa dva međusloja plina (6+12+6+12+6). U cijenu stavke uključiti sav potreban materijal i rad. Uključiti u cijenu kvake, potrebnu nosivu konstrukciju i pričvršćenje prozorskih krila na nju. Ispod prozora sa vanjske strane montiraju se limeni opšavi s okapnicom. Okov je standardan. Spoj sa fasadom usuglasiti sa izvođačem fasade. Ugradnja je suha. Izvesti prema shemi vanjske stolarije, a mjere treba provjeriti na licu mjesta.

U stavku obavezno uključiti demontažu postojeće stolarije, transport i sigurno deponiranje.

Obavezna je provjera svih mjera na licu mjesta.

Min. $U_w = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
 zid.dim. 152/190 cm, visina od gotovog poda = 82 cm
 stavka - Pozicija 01

KOM: 4
DIM: 152/190

 <p>Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin</p>		<p>Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva</p>
KOLEGIJ: DIPLOMSKI RAD		FAZA PROJEKTA: DIPLOMSKI RAD
PROFESOR: dr. sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.		PROJEKTANT: FILIP PINTARIĆ bacc.ing.aedif.
LOKACIJA: Ulica Matka Laginje 4, Zagreb		
K.Č. BR. : k.č. 6228, k.o. Centar		
DATUM: 5.6.2021.	MJERILO: 1:50	AKADEMSKA GODINA: 2020/2021
NACRT BR: 11	SADRŽAJ: SHEMA VANJSKE STOLARIJE	Potpis:

Sveučilište Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU I SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Filip Pintarić pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor diplomskog rada pod naslovom PROJEKT REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE, RESTAURACIJE I POJAČANJA KONSTRUKCIJE STAMBENE GRAĐEVINE POGOĐENE POTRESOM te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student:

Filip Pintarić

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Filip Pintarić neopozivo izjavljujem da sam suglasan s javnom objavom diplomskog rada pod naslovom PROJEKT REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE, RESTAURACIJE I POJAČANJA KONSTRUKCIJE STAMBENE GRAĐEVINE POGOĐENE POTRESOM čiji sam autor.

Student:

Filip Pintarić