Proračun potresnog djelovanja na armirano-betonske okvire, armirano-betonske okvire s ispunom i omeđeno ziđe

Morić, Nikola

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:238389

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHEKTURE I GEODEZIJE

DIPLOMSKI RAD

Nikola Morić

Split, 2018.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Nikola Morić

Proračun potresnog djelovanja na armirano – betonski okvir, armirano – betonski okvir s ispunom i omeđeno zide

Diplomski rad

Split, 2018.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

STUDIJ: DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

KANDIDAT: Nikola Morić

BROJ INDEKSA: 639

KATEDRA: Katedra za betonske konstrukcije i mostove

PREDMET: Zidane konstrukcije

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: Proračun potresnog djelovanja na armirano-betonske okvire, armirano-betonske okvire s ispunom i omeđeno ziđe.

Opis zadatka: Zadatak ovog rada je provesti seizmički proračun i usporediti dobivene rezultate na tri zgrade jednakih tlocrtnih i visinskih parametara, ali različitih nosivih konstruktivnih sustava. Tri konstruktivna sustava na kojim se promatra seizmičko djelovanje su armirano-betonski okvir, armirano-betonski okvir s ispunom od ziđa i sustav omeđenog ziđa.

U Splitu, 7. ožujka 2018

Voditelj Diplomskog rada:

prof. dr. sc. Boris Trogrlić

Predsjednik Povjerenstva
za završne i diplomske ispite:
Doc. dr. sc. Veljko Srzić

Proračun potresnog djelovanja na aarmirano – betonske okvire, armirano – betonske okvire s ispunom i omeđeno ziđe

Sažetak:

Tema ovoga rada je proračun i usporedba ponašanja sustava armirano – betonskih okvira, armirano – betonskih okvira s ispunom od ziđa i omeđenog ziđa na istovjetno potresno opterećenje. Proračun potresnog djelovanja proveo se na sva tri sustava linearnom statičkom metodom – metodom bočnih sila, kao i nelienarnom statičkom metodom – metodom naguravanja na sustavu omeđenog ziđa. Po završetku proračuna razmatrani su dobiveni rezultati te je dan zaključak kao završna misao ovoga rada.

Ključne riječi:

Armirano – betonski okviri, armirano – betonski okviri s ispunom od ziđa, omeđeno ziđe, potresno djelovanje, metoda bočnih sila, metoda naguravanja.

Calculation of seismic load on reinforced concrete frames, reinforced concrete frames with masonary infil and masonry buildings

Abstract:

The topic of this paper is the calculation and the comparison of the behavior of the systems with reinforced concrete frames, reinforced concrete frames with masonry infil and masonry upon identical seismic load. The calculation of the seismic load was conducted on all three systems through the linear static method – the equivalent lateral force, as well as through the non-linear static method – the push-over method upon the masonry system. Upon the completion of the calculation the results were analyzed and the conclusion of the analysis was produced as a closing argument of this paper.

Keywords:

Reinforced concrete frames, reinforced concrete frames with masonry infil, masonry, seismic load, equivalent lateral force, push-over method.

1. KONCEPT DIPLOMSKOG RADA 2
2. OPĆENITO O PREDMETNIM KONSTRUKTIVNIM SUSTAVIMA 2
2.1 ARMIRANO-BETONSKI OKVIRI 2
2.2 ARMIRANO-BETONSKI OKVIRI S ISPUNOM OD ZIĐA 3
2.3 OMEĐENO ZIĐE 3
3. METODOLOGIJA RADA 5
3.1 METODA BOČNIH SILA 5
3.2 METODA NAGURAVANJA (*PUSH OVER METHOD)* 8
4. METODA BOČNIH SILA 12
4.1 PRELIMINARNO ODREĐIVANJE GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA ELEMENATA NOSIVOG SUSTAVA 12
4.2 ARMIRANO-BETONSKI OKVIRI 14
4.3 ARMIRANO-BETONSKI OKVIR S ISPUNOM OD ZIĐA 16
4.4 OMEĐENO ZIĐE 21
5. METODA NAGURAVANJA 23
5.1 Rzultati proračuna smjer-x 25
5.2 Rezultati proračuna smjer – y 28
6. USPOREDBA REZULTATA PRORAČUNA 31
6.1 Sustav armirano-betonskih okvira sa ispunom i bez 31
6.1.1 Potresna sila 31
6.1.2 Horizontalni pomak konstrukcije 32
6.2 Sustav omeđenog ziđa 34
7. ZAKLJUČAK 36
8. PRILOZI 38
8.1 TLOCRT A-B OKVIR 38
8.2 KARAKTERISTIČAN PRESJEK A-B OKVIR 38
8.3 TLOCRT A-B OKVIR S ISPUNOM 38
8.4 KARAKTERISTIČAN PRESJEK A-B OKVIR S ISPUNOM 38
8.5 TLOCRT OMEĐENO ZIĐE 38
8.6 KARAKTERISTIČAN PRESJEK OMEĐENO ZIĐE 38
9. LITERATURA 38

1. KONCEPT DIPLOMSKOG RADA

Predmet razmatranja ovog rada je ponašanje armirano-betonskih okvira sa i bez ispune od ziđa, u odnosu na konstrukcijski sustav omeđenog ziđa pri djelovanju potresnog opterećenja. Rezultati potresnog opterećenja promatrali su se na tri modela zgrade koja se sastoji od sedam etaža i koja je visinski pravilna.

Metode proračuna na potresno djelovanje koje su se koristile pri izradi ovog rada su metoda bočnih sila (*equivalent lateral force*) i metoda naguravanja (*push over method*).

Nakon provedenih proračuna na potresna djelovanja prethodno spomenutim metodama, promatrali su se dobiveni rezultati proračuna. U završnom djelu rada dana su saznanja i zaključci koji su proizašli iz usporedbe dobivenih rezultata kao i same izrade ovoga rada.

2. OPĆENITO O PREDMETNIM KONSTRUKTIVNIM SUSTAVIMA

2.1 ARMIRANO-BETONSKI OKVIRI

Okvirni sustav predstavlja svaku konstrukciju koja se sastoji od jedne ili više greda, te dvaju ili više stupova koji su međusobno najčešće kruto spojeni. Armirano-betonski okviri kao takvi u današnjem vremenu imaju široku primjenu. Bilo kao nosivi konstruktivni sustavi prizemnih objekata kao što su sportske arene, shopping centri, ili višeetažnih stambeno-poslovnih objekata. Široku primjenu armirano-betonski okviri mogu zahvaliti svojoj sposobnosti da preuzmu velika savojna naprezanja u polju, odnosno na sposobnost preuzimanja značajnih gravitacijskih opterećenja. Međutim, nosivi konstruktivni sustav armirano-betonskih okvira ima nedostatke u vidu nosivosti na potresna opterećenja. Zbog toga se često, a posebno u trusnim područjima, armirano-betonski okvir dodatno ojačava ispunom.



Slika 1 Westgate Split, primjer armirano-betonske okvirne konstrukcije s armirano-betonskom krutom jezgrom[1]

2.2 ARMIRANO-BETONSKI OKVIRI S ISPUNOM OD ZIĐA

Armirano betonski-okviri s ispunom od ziđa predstavljaju kompozitne konstrukcije koje u graditeljstvu imaju široku primjenu. Ispuna od ziđa se ugrađuje u konstrukciju tek nakon što armirano-betonski okvir postigne zadovoljavajuću čvrstoću. Zbog nehomogenosti sustava i nepoznatog ponašanja komponentnog sustava numeričko modeliranje istoga predstavlja značajan problem, te se zbog toga pri projektiranju takvog sustava utjecaj ispune najčešće zanemari. Međutim, iskustvena saznanja su pokazala da zidane ispune armirano-betonskih okvira imaju značajan utjecaj na potresnu otpornost same konstrukcije te da se utjecaj zidane ispune nikako ne smije zanemariti pri projektiranju takvih konstrukcija.

2.3 OMEĐENO ZIĐE

Omeđeno ziđe je vrsta konstruktivnog sustava koje se sastoji od zidnih elemenata (blokova) međusobno povezanih mortom, a koji su omeđeni horizontalnim i vertikalnim armirano betonskim serklažima. Razlika između armirano-betonsnkih okvira s ispunom je u

[1] Izvor: http://www.makarska-post.com/index.php/hrvatski-projekt-westgate-split-dobitnik-prestizne-nagrade-the-2017-18-international-property-awards/

načinu izvođenja. Omeđeno ziđe se izvodi na način da se prvo zidaju zidovi sa zidnim elementima i mortom ostavljajući prazan prostor na mjestima vertikalnih serklaža. Nakon

što su zidovi gotovi betoniraju se vertikalni i horizontalni serklaži na način da se oplata izvodi samo sa vanjske i unutarnje strane zida, a bočne strane krajeva zida služe kao izgubljena oplata. Horizontalni serklaž se također izvodi nakon završetka zida gdje mu gornji završetak zida služi kao izgubljena oplata. Još jedna razlika omeđenog ziđa i armirano-betonskog okvira s ispunom je ta da horizontalni serklaž nikad neće imati klasično ponašanje grede koja je značajno savojno opterećena. Razlog tomu je taj što je serklaž čitavom svojom dužinom kontinuirano pridržan, od izvođenja pa kroz svo vrijeme svoje ekspolatacije.



Slika 2 Omeđeno ziđe[2]

[2] Izvor: Građevinsko-arhitektonski fakultet univerziteta u Nišu, Osnovni principi projektovanja zidanih zgrada, predavanje 6

3. METODOLOGIJA RADA

Koncept izvođenja ovoga rada osmišljen je na način da se prvo provede proračun na potresno djelovanje metodom bočnih sila (ELF-*equivalent lateral force*). Ovaj proračun proveo se uz pomoć softwarea SCIA engineer 17.1 u kojem su napravljena tri modela:

- Sustav armirano betonskih okvira
- Sustav armirano betonskih okvira s ispunom od ziđa
- Sustav omeđenog ziđa

Sljedeći korak pri izradi ovog rada je proračun potresnog djelovanja metodom naguravanja (*push over method*). Proračun se proveo na modelu sustava omeđenog ziđa, ali u drugome softwareu-AMQUAKE koji služi za dimenzioniranje zidanih konstrukcija.

Po završetku proračuna na potresno djelovanje svih modela pristupilo se obradi dobivenih rezultata. Nakon obrade i međusobne usporedbe rezultata dan je zaključak kao finalni dio ovog diplomskog rada.

3.1 METODA BOČNIH SILA

Metoda bočnih sila je linearna statička metoda proračuna na potres u kojoj se dinamičko potresno djelovanje aproksimira sa statičkom silom čija vrijednost raste linearno od baze objekta gdje joj je iznos 0, do konačne vrijednosti u vrhu objekta koja je različita od 0.

Korištenje metode bočnih sila definirano je s normom EN 1998 koja određuje pravila proračuna konstrukcija opterećenih potresnim djelovanjem. Prema toj normi metoda bočnih sila može se koristi u slučaju ako su ispunjeni sljedeći uvjeti:

- $T_1 \leq \begin{cases} 4 \cdot T_c \\ 2\ s \end{cases}$

  T_1 – period prve forme konstrukcije, fundamentalni period
- visinska pravilnost objekta

Metoda bočnih sila definira horizontalnu silu u bazi objekta prema sljedećem izrazu:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda$$

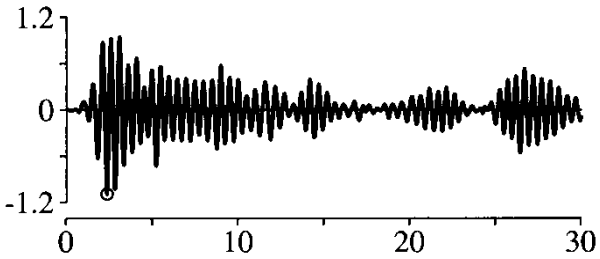
-$S_d(T_1)$- spektralno ubrzanje sustava

-T_1-osnovni period oscilacija sustava

-m-ukupna masa objekta

- λ-korekcijski faktor koji ovisi o periodu i broju katova sustava

Spektralno ubrzanje sustava se očita iz dijagrama spektra odgovora. Pod pojmom spektra odgovora se podrazumijevaju spektri pomaka, brzine i ubrzanja. U praksi se najviše rabi spektar ubrzanja iz kojeg se i očita spektralno ubrzanje sustava prethodno navedene jednadžbe. Ulazni podatak za proračun spektra odgovora jest akcelerogram nekog potresa, odnosno zapis postignutog ubrzanja potresa u vremenu.



Slika 3 Akcelerogram potresa[3]

Akcelerogram nekog potresa nanosimo kao opterećenje na sustav s jednim stupnjem slobode sa unaprijed definiranim prigušenjem ξ. U slučaju da se ne rade spektri za više različitih prigušenja najčešće se uzima vrijednost prigušenja ξ = 5%. Krutost sustava s jednim stupnjem slobode biramo na način da postignemo željeni iznos perioda T. Zatim se provodi linearna dinamička analiza za određeni vremenski interval t, koji najčešće odgovara vremenskom trajanju zapisa potresa. Drugim riječima pristupa se rješavanju jednadžbe:

$$m \cdot \ddot{u} + c \cdot \dot{u} + k \cdot u = -m \cdot a_g$$

[3] Izvor: Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Zidane zgrade – projektiranje i proračun, prof. dr. sc. Boris Trogrlić

m - masa sustava

$\ddot{u}$ - ubrzanje sustava

$\dot{u}$ - brzina sustava

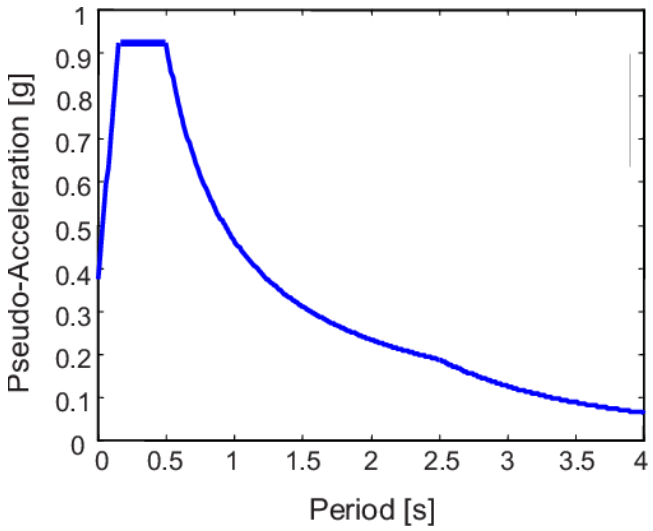
c – prigušenje sustava

k – krutost sustava

u – pomak sustava

Koraci proračuna spektra odgovora su sljedeći

- akcelerogram potresa
- sustav s jednim stupnjem slobode s odabranim prigušenjem
- odredi se period osciliranja sustava
- linearna dinamička analiza sustava s jednim stupnjem slobode u vremenu trajanja potresa t
- izdvaja se apsolutna vrijednost maksimalnog odgovora
- dobivena vrijednost se nanosi u dijagram spektra odaziva
- postupak ponavljamo za određen broj različitih perioda T_i, prigušenja ξ ili za određen broj različitih akcelerograma potresa sa jednakim periodom i prigušenjem sustava.



Slika 4 Elastični spektar odaziva[4]

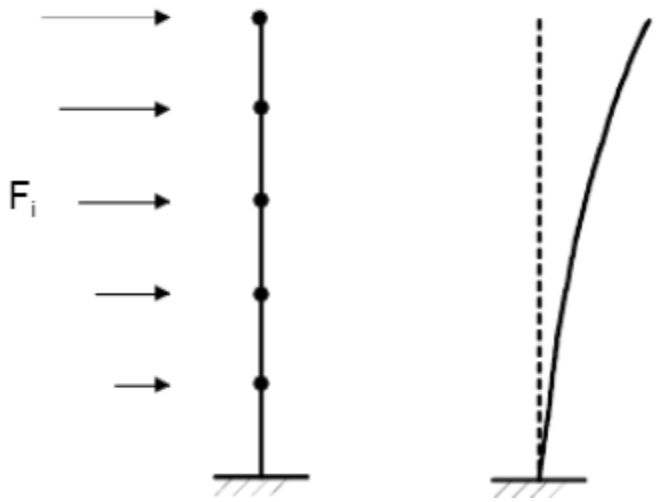
Nakon određenog spektralnog ubrzanja sustava dobivena sila u bazi objekta se distribuira po visini uz linearan rast od nule u bazi do svog punog iznosa u vrhu konstrukcije. Takva distribucija sile u bazi po visini objekta predstavlja statičku aproksimaciju dinamičkog potresnog opterećenja.

[4] Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Elastic-pseudo-acceleration-response-spectrum-of-the-Italian-seismic-Standards-OPCM-3431_fig4_249873343

Pozitivna strana ove metode je njezina jednostavnost, međutim nedostatak je taj što metoda bočnih sila u obzir uzima samo period prvog moda ponašanja konstrukcije i u tome što je ograničena samo za visinski pravilne konstrukcije.

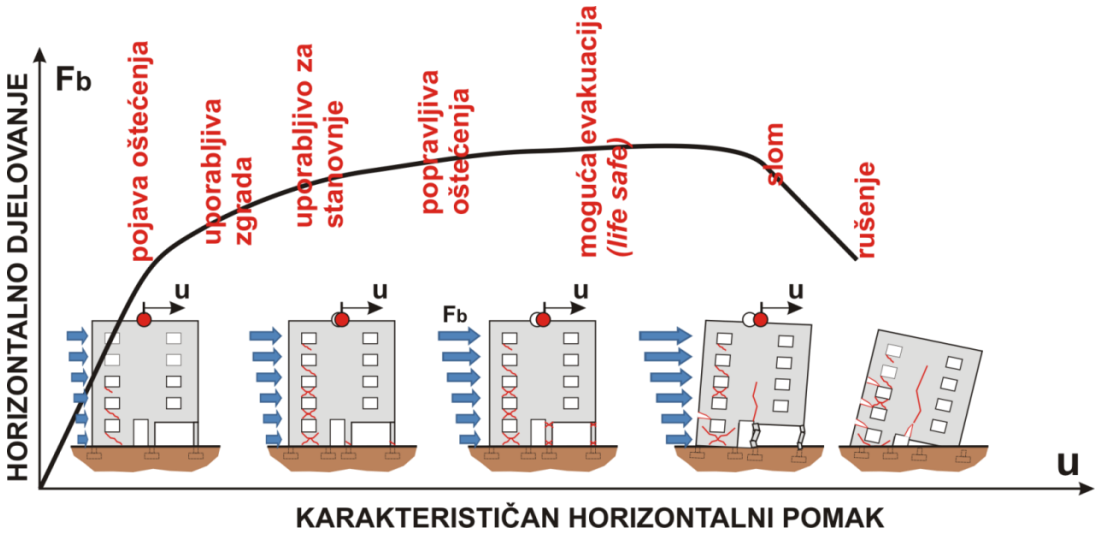
3.2 METODA NAGURAVANJA (*PUSH OVER METHOD)*

Metoda naguravanja je nelinearna metoda proračuna na potres, odnosno metoda koja u obzir uzima geometrijsko i materijalno nelinearno ponašanje konstrukcije. Metoda se izvodi na način da se sustav optereti realnim vertikalnim opterećenjem i nizom horizontalnih sila u visini etaža. Raspodjela sila po visini objekta bira se tako da odgovara prvoj vlastitoj formi konstrukcije, prvom vlastitom modu.



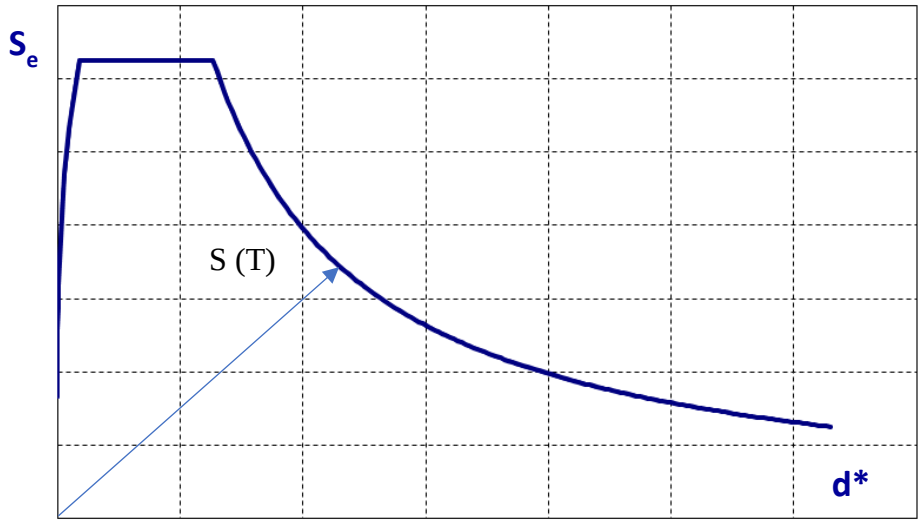
Slika 5 Raspodjela horizontalnih sila po visini objekta

Veličina sile se postupno povećava i prati se odgovor konstrukcije, uglavnom se kao odgovor konstrukcije promatra horizontalni pomak najvišeg kata. Dobiveni rezultati ovoga postupka se nanose na F-u dijagram koji se naziva krivulja kapaciteta. Postupak može trajati sve dok ne dođe do potpune degradacije sustava, ili dok se ne dosegne prethodno utvrđeni pomak.



Slika 6 Krivulja kapaciteta nosivosti[5]

U slučaju sustava s više stupnjeva slobode potrebno je provesti transformaciju tako da se višestupnjevni sustav svede na sustav s jednim stupnjem slobode. Transformacija se provodi kako bi se odredio pomak konstrukcije iz dijagrama koji je u ovisnosti o spektralnom ubrazanju-S(T), pomaku-u i periodu konstrukcije-T jednostupnjevnog sustava.



Slika 7 Spektralno ubrzanje u ovisnosti o pomaku

[5] Izvor: Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Zidane zgrade – projektiranje i proračun, prof. dr. sc. Boris Trogrlić

Dobiveni pomak pomnožen s faktorom transformacije predstavlja vrijednost ciljanog pomaka promatranog višestupnjevnog sustava. Ciljani pomak višestupnjevnog sustava odogvara pomaku koji se javlja pri ciljanom ubrzanju , odnosno pri najmanjem ubrzanju baze objekta pri kojem se javlja krajnje granično stanje sustava.

$$d_t = \Gamma \cdot d^*$$

d_t-ciljani pomak višestupnjevnog sustava

Γ-faktor transformacije

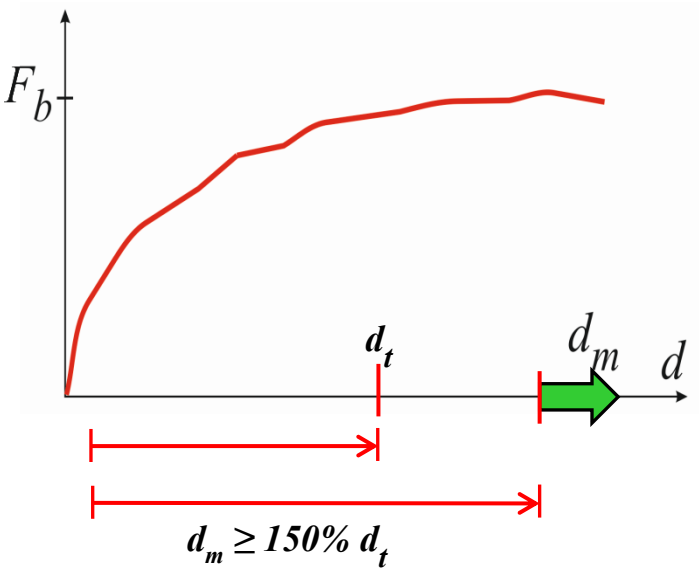
d^*-pomak jednostupnjevnog sustava

Prema graničnom stanju nosivosti (ULS) mora se zadovoljiti sljedeći uvjet:

$$d_t^{ULS} \leq 1{,}5 \cdot d_m^{ULS}$$

d_t^{ULS}-pomak vrha konstrukcije višestupnjevnog sustava koji se očekuje za zadani potres i svojstva modela konstrukcije

d_m^{ULS}-pomak vrha konstrukcije pred otkazivanje konstrukcije, ili pomak kad ukupna potresna sila dosegne 80% svoje konačne vrijednosti.



Slika 8 Krajnje granično stanje nosivosti (ULS)[6]

[6] Izvor: Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Zidane zgrade – projektiranje i proračun, prof. dr. sc. Boris Trogrlić

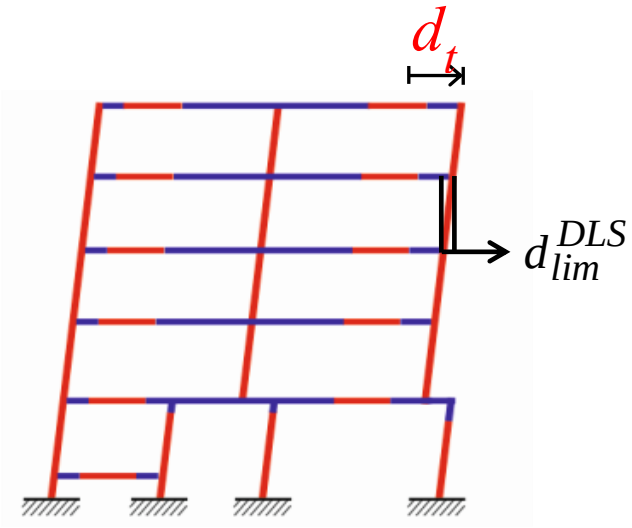
Prema graničnom stanju uporabljivosti (GSU) mora se zadovoljiti sljedeći uvjet:

$$\frac{\Delta u}{h} \leq d_{lim}^{DLS}$$

Δu – međukatni pomak

h - visina kata

d_{lim}^{DLS} – granični međukatni pomak



Slika 9 Krajnje granično stanje uporabljivosti [7]

[7] Izvor: Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Zidane zgrade – projektiranje i proračun, prof. dr. sc. Boris Trogrlić

Prema normi EN 1998-1 pri upotrebi metode naguravanja moraju biti zadovoljene sljedeće pretpostavke:

- vrijednost savojne i uzdužne krutosti armiranog betona i ziđa se uzima 50% stvarne vrijednosti kako bi se simulirala raspucalost, odnosno popuštanje presjeka
- potrebno je koristiti najmanje bi-linearni odnos sila-deformacija na razini elementa
- nulta krutost se može pretpostaviti nakon granice popuštanja
- za svojstva materijala se koriste srednje vrijednosti
- uzdužne sile izazvane gravitacijskim opterećenjem moraju se uzeti u obzir prilikom proračuna

- za zgrade nepravilnog oblika potrebno je modelirati dva prostorna modela, te prilikom pojedinog proračuna za jedan smjer nije potrebno uzimati horizontalna opterećenja iz smjera koji je ortogonalan promatranom.

4. METODA BOČNIH SILA

Proračun na potresno djelovanje linearnom metodom, metodom bočnih sila proveo se u računalnom softwareu SCIA engineer 17.1 na tri modela. Tri modela su istog tlocrtnog i visinskog rasporeda, ali različitog nosivog konstruktivnog sustava.

4.1 PRELIMINARNO ODREĐIVANJE GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA ELEMENATA NOSIVOG SUSTAVA

Dimenzije poprečnog presjeka stupova konstrukcije odredile su se iz uvjeta da tlačno naprezanje u stupu u prizemlju ne smije biti veće od 45% tlačne čvrstoće betona:

$$G = A_{ef} \cdot g_{bet} \cdot n$$

A_{ef}-efektivna površina koju betonske ploče koju nosi stup

g_{bet}-specifična težina betona

n-broj etaža

$$G = 8{,}55\ m^2 \cdot 25\ kN/m^3 \cdot 7 = 1496{,}25\ kN$$

$$\frac{G}{A_{stupa}} \leq 0{,}45 \cdot f_{ck}$$

$$a^2 \geq \frac{G}{0{,}45 \cdot f_{ck}}$$

$$a \geq \sqrt{\frac{1496{,}25}{0{,}45 \cdot 25 \cdot 10^3}} = 0{,}36\ (m) \longrightarrow usvojeno\ 40\ (cm)$$

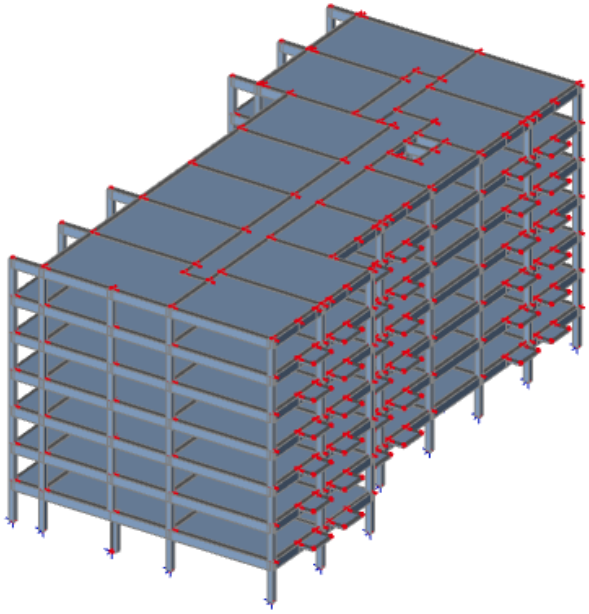
Visina grede je određena na načina da se najveći raspon podjelio sa 12:

$$h_{grede} = \frac{l}{12} = \frac{820}{12} = 68{,}3 \rightarrow usvojeno\ 70\ (cm)$$

Debljina ploče je određena na način da se najveći mjerodavni raspon u nosivom smjeru podjelio sa 35:

$$d_{ploče} = \frac{l}{35} = \frac{820}{35} = 23{,}4\ (cm) \rightarrow usvojeno\ 25\ (cm)$$

4.2 ARMIRANO-BETONSKI OKVIRI



Slika 3 Prikaz prostornog modela

Pri izradi modela vodilo se računa o krutostima konstrukcije. Tako su savojne krutosti greda i ploče povećane za 100 puta od stvarnih vrijednosti, kako bi se dobilo što realnije ponašanje sustava.

Kao stalno opterećenje na konstrukciju uzeta je samo vlastita težina koja je pri proračunu automatski uključena u softwareu SCIA Engineer 17.1. Uz stalno opterećenje sustav je opterećen i sa potresnim opterećenjem. Točnije, sa dvije ortogonalne komponente potresnog opterećenja koje su međusobno nezavisne i definirane sa istim elastičnim spektrom odaziva.

Mode	mega [rad/s	Period [s]
1	8.73205	0,72

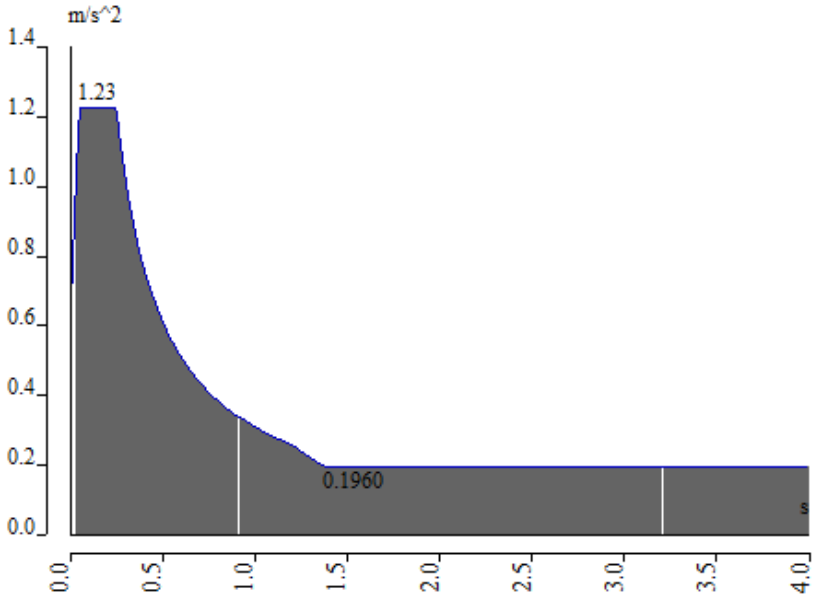
$T_1 = 0{,}72$ s, $T_c = 0{,}25$ s

$T_1 \leq 4 \cdot 0{,}25 = 1{,}0$

$T_1 \leq 2$ s

Uvjet za korištenje metode bočnih sila zadovoljen.

Ulazni podaci kojima je definiran elastični spektar odaziva su tip tla A, faktor ponašanja okvirnih konstrukcija q = 2, ubrzanje tla a_g = 0,98 m/s^2. Faktor ponašanja je koeficijent, kojeg definira EN 1998-1, s kojim se u obzir uzima moć konstrukcije za disipaciju potresne energije. Ovisi o vrsti nosivog konstruktivnog sustava samog objekta. Faktor ponašanja se koristi u proračunu na način da se vrijednosti spektra odaziva podijele sa faktorom ponašanja, što za rezultat ima manje spektralno ubrzanje, odnosno manju potresnu silu koja djeluje na konstrukciju.

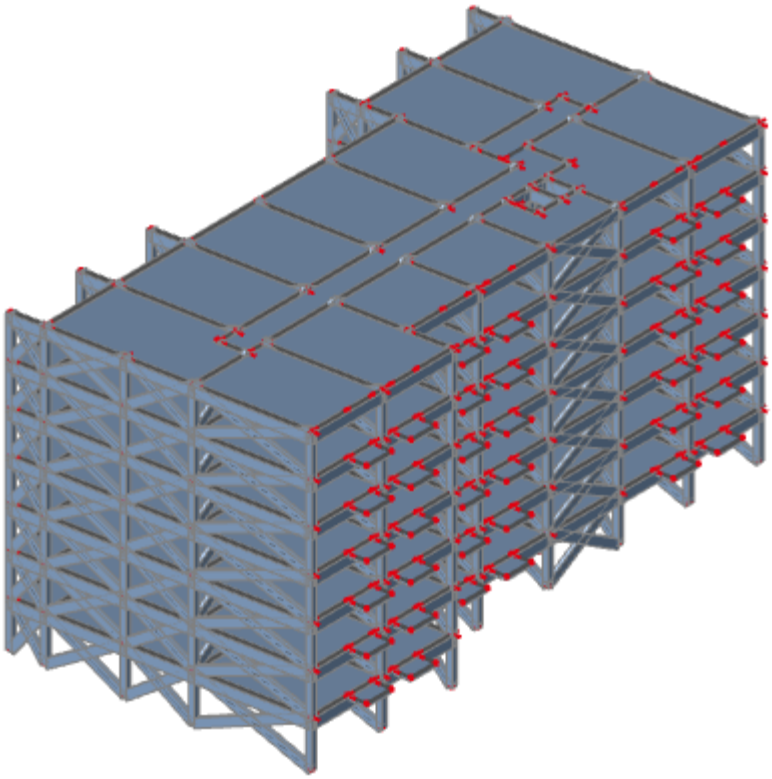


Slika 4 Računski spektar odaziva za okvirni model

	Fx	Fy	Ux	Uy
PRIZEMLJE	8253,79 (kN)	8253,79 (kN)	0 (mm)	0 (mm)
1. KAT	7926,93 (kN)	7926,93 (kN)	7,7 (mm)	7,6 (mm)
2. KAT	7306,86 (kN)	7306,86 (kN)	13,3(mm)	13,4 (mm)
3. KAT	6392,70 (kN)	6392,70 (kN)	18,6 (mm)	18,8 (mm)
4. KAT	5183,99 (kN)	5183,99 (kN)	23,3 (mm)	23,6 (mm)
5. KAT	3680,72 (kN)	3680,72 (kN)	27,2 (mm)	27,6 (mm)
6.KAT	1882,88 (kN)	1882,88 (kN)	30,1 (mm)	30,4 (mm)
7.KAT	0 (kN)	0 (kN)	31,8 (mm)	31,9 (mm)

Tablica 1 Rezultati proračuna

4.3 ARMIRANO-BETONSKI OKVIR S ISPUNOM OD ZIĐA



Slika 5 Prikaz prostornog modela

Pri izvedbi prostornog modela okvira s ispunom bilo je potrebno voditi računa o geometrijskim i materijalnim karakteristikama dijagonalne ispune. Materijal ispune je definiran kao zidani element koji može preuzeti samo uzdužne sile. Poprečni presjek ispune je definiran na način da je širina ispune jednaka širini zida, dok je visina ispune određena prema sljedećem izrazu:

$$b_w = 0{,}175 \cdot (\lambda \cdot h_c)^{-0{,}4} \cdot d_w$$

h_c-visina stupa
b_w-visina dijagonalne ispune
d_w-debljina dijagonalne ispune

$$\lambda = \left[\frac{E_w \cdot t_w \cdot sin2\theta}{4 \cdot E_c \cdot I_c \cdot h_w}\right]^{0{,}25}$$

E_w-modul elastičnosti ziđa
t_w-debljina ziđa
θ-kut nagiba dijagonale
E_c-modul elastičnosti betonskog stupa
h_w-visina ziđa
I_c-moment tromosti stupa

E_w = 3900 (MPa)

E_c= 32000 (MPa)

t_w= 25 (cm)

h_w= 250 (cm)

d_w= 870 (cm)

h_c = 320 (cm)

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{40 \cdot 40^3}{12} = 213\,333\ (cm^4)$$

$$\lambda = \left[\frac{E_w \cdot t_w \cdot sin2\theta}{4 \cdot E_c \cdot I_c \cdot h_w}\right]^{0,25} = \left[\frac{3900 \cdot 25 \cdot \sin(2 \cdot 21,6)}{4 \cdot 32000 \cdot 213333 \cdot 250}\right]^{0,25} = 9,9 \cdot 10^{-3}(\frac{1}{cm})$$

$$b_w = 0,175 \cdot (\lambda \cdot h_c)^{-0,4} \cdot d_w = 0,175 \cdot (9,9 \cdot 10^{-3} \cdot 320)^{-0,4} \cdot 870 = 96\ (cm)$$

Isto kao pri izvedbi prostornog modela sustava armirano-betonskog sustava, savojne krutosti greda i ploča su povećane za 100 puta kako bi se što realnije simuliralo stvarno ponašanje sustava.

Kao stalno opterećenje prostornog modela uzeta je vlastita težina same konstrukcije koja je automatski uključena u softwareu SCIA Engineer 17.1. Uz vlastitu težinu kao stalno opterećenje zadana je i težina zidova koja se nanijela kao linijsko opterećenje na mjestima dijagonalnih ispuna, odnosno na mjestima zidovima.

Kao ispuna armirano betonskog okvira uzet je blok proizvođača Wienerberger model Porotherm 30 S Plus. Blok ima sljedeće karakteristike:

Tehnički podaci

Tlačna čvrstoća (N/mm2)	10,0
Dimenzije (cm)	25/30/23,8
Debljina (cm)	30
Masa (kg/kom)	12,50
NF (kom)	9,15
Potrošnja opeke (kom/m3)	53,3
Potrošnja opeke (kom/m2)	16
Utrošak morta (l/m2)	38,0
Koef. toplinske vodljivosti $\lambda_{design,\ mas}{}^{*}$ (W/mK)	0,146

Tablica 2 Karakteristike bloka ispune armirano-betonskog okvira

Mode	mega [rad/s	Period [s]
1	14.3853	0,44
2	15.7549	0,40

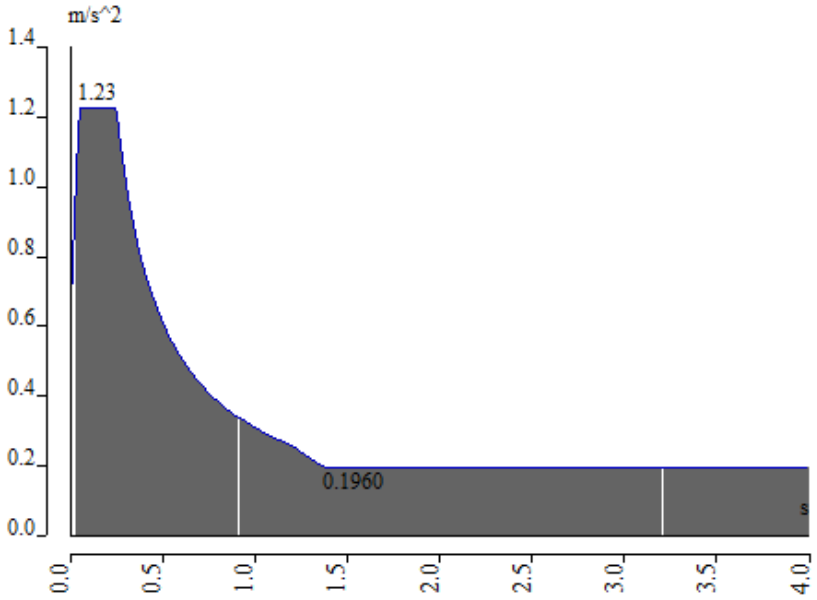
$T_1 = 0{,}44 = 0{,}40$ s, $T_c = 0{,}25$ s

$T_1 \leq 4 \cdot 0{,}25 = 1{,}0$

$T_1 \leq 2$ s

Uvjet za korištenje metode bočnih sila zadovoljen.

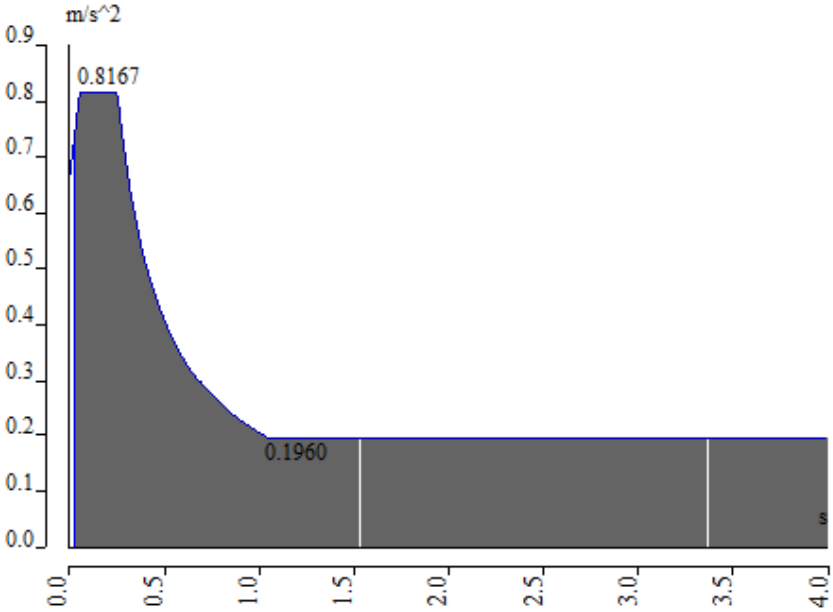
Za potresno opterećenje definirana su dva elastična spektra odaziva; jedan koji ne zima u obzir utjecaj ziđa pri potresnom djelovanju i drugi koji taj utjecaj uzima u obzir. Ulazni podaci kojima su definirani elastični spektri odaziva su tip tla A, faktor ponašanja okvirnih konstrukcija q = 2 koji ne uzima u obzir utjecaj ispune od ziđa, odnosno disipaciju potresne energije, faktor ponašanja q = 3 koji uzima u obzir disipaciju potresne energije uzrokovanu ispunom od ziđa i ubrzanje tla a_g = 0,98 m/s^2. Faktor ponašanja je koeficijent, kojeg definira EN 1998-1, s kojim se u obzir uzima moć konstrukcije za disipaciju potresne energije. Ovisi o vrsti nosivog konstruktivnog sustava samog objekta. Faktor ponašanja se koristi u proračunu na način da se vrijednosti spektra odaziva podijele sa faktorom ponašanja, što za rezultat ima manje spektralno ubrzanje, odnosno manju potresnu silu koja djeluje na konstrukciju.



Slika 10 Računski spektar odaziva za okvirni model s ispunom od ziđa q=2

	Fx	Fy	Ux	Uy
PRIZEMLJE	8771,84 (kN)	8771,84 (kN)	0 (mm)	0 (mm)
1. KAT	8422,31 (kN)	8422,31 (kN)	2,0 (mm)	2,6 (mm)
2. KAT	7759,35 (kN)	7759,35 (kN)	3,9 (mm)	4,8 (mm)
3. KAT	6781,91 (kN)	6781,91 (kN)	5,8 (mm)	6,9 (mm)
4. KAT	5489,52 (kN)	5489,52 (kN)	7,7 (mm)	8,9 (mm)
5. KAT	3882,12 (kN)	3882,12 (kN)	9,3 (mm)	10,5 (mm)
6.KAT	1959,88 (kN)	1959,88 (kN)	10,7 (mm)	11,7 (mm)
7.KAT	0 (kN)	0 (kN)	11,6 (mm)	12,4 (mm)

Tablica 3 Rezultati proračuna bez utjecaja ispune od ziđa na disipaciju potresne energije

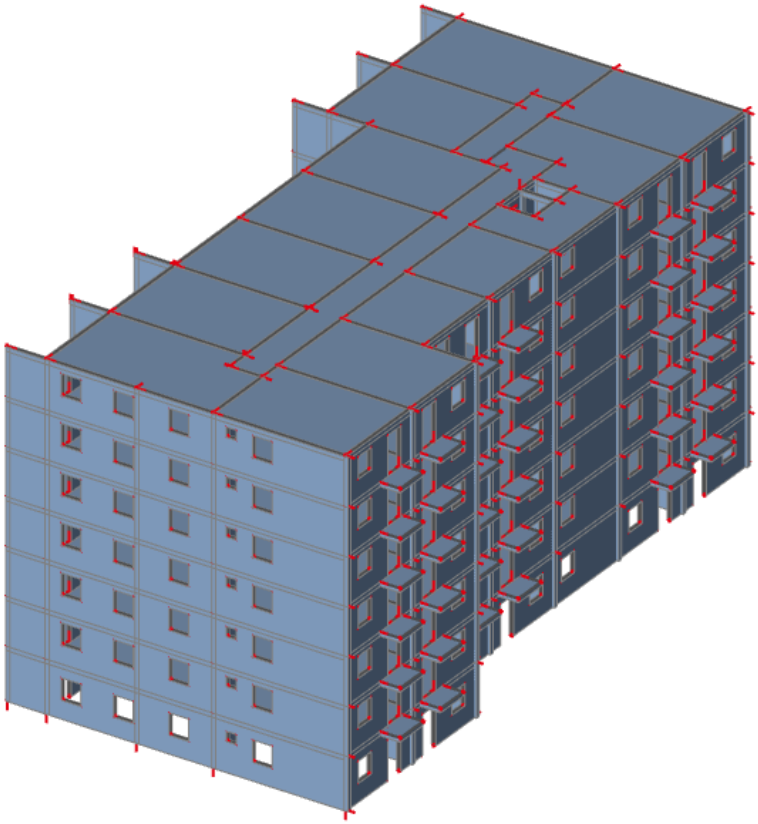


Slika 11 Računski spektar odaziva za okvirni model s ispunom od ziđa

	Fx	Fy	Ux	Uy
PRIZEMLJE	5847,89 (kN)	5847,89 (kN)	0 (mm)	0 (mm)
1. KAT	5614,88 (kN)	5614,88 (kN)	1,3 (mm)	1,7 (mm)
2. KAT	5172,90 (kN)	5172,90 (kN)	2,6(mm)	3,2 (mm)
3. KAT	4521,27 (kN)	4521,27 (kN)	3,9 (mm)	4,6 (mm)
4. KAT	3659,68 (kN)	3659,68 (kN)	5,2 (mm)	5,9 (mm)
5. KAT	2588,12 (kN)	2588,12 (kN)	6,3 (mm)	7 (mm)
6.KAT	1306,59 (kN)	1306,59 (kN)	7,2 (mm)	7,8 (mm)
7.KAT	0 (kN)	0 (kN)	7,9 (mm)	8,3 (mm)

Tablica 4 Rezultati proračuna s utjecajem ispune od ziđa na disipaciju potresne energije

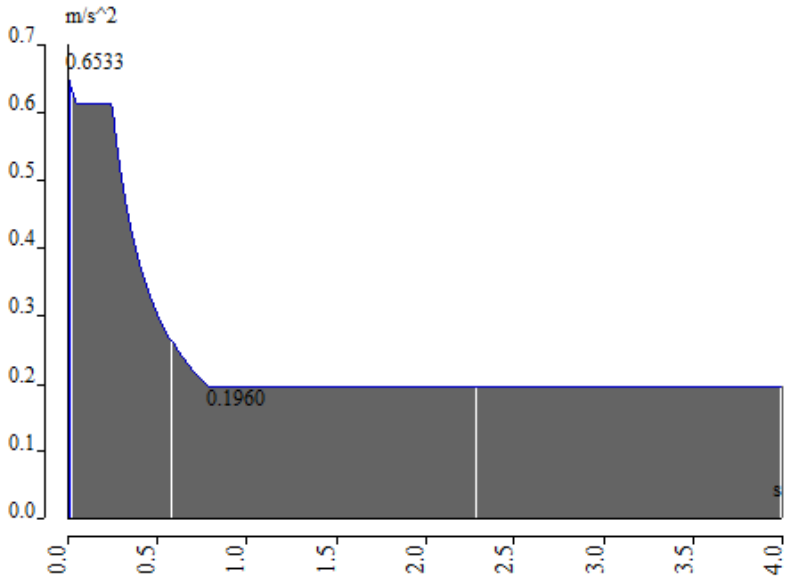
4.4 OMEĐENO ZIĐE



Slika 11 Prikaz prostornog modela

Prostorni model omeđenog ziđa modeliran je na način da su presjeci armirano-betonskih elemenata stupova i greda reducirani u odnosu na modele sustava armirano-betonskih okvira. Presjek armirano-betonskog stupa i grede u modelu omeđenog ziđa sveden je na debljinu zida, odnosno na dimenzije 25(cm)x25(cm). Time je presjek stupa smanjen za 60 %, a presjek grede za 80%. Kao opterećenje uzeta je vlastita težina konstrukcije i potresno opterećenje. Potresno djelovanje je naneseno sa dvije ortogonalne komponente međusobno nezavisne i definirane istim spektrom odaziva.

Ulazni podaci kojima je definiran elastični spektar odaziva su tip tla A, faktor ponašanja okvirnih konstrukcija q = 4, ubrzanje tla a_g = 0,98 m/s^2. Faktor ponašanja je koeficijent, kojeg definira EN 1998-1, s kojim se u obzir uzima moć konstrukcije za disipaciju potresne energije. Ovisi o vrsti nosivog konstruktivnog sustava samog objekta. Faktor ponašanja se koristi u proračunu na način da se vrijednosti spektra odaziva podijele sa faktorom ponašanja, što za rezultat ima manje spektralno ubrzanje, odnosno manju potresnu silu koja djeluje na konstrukciju.



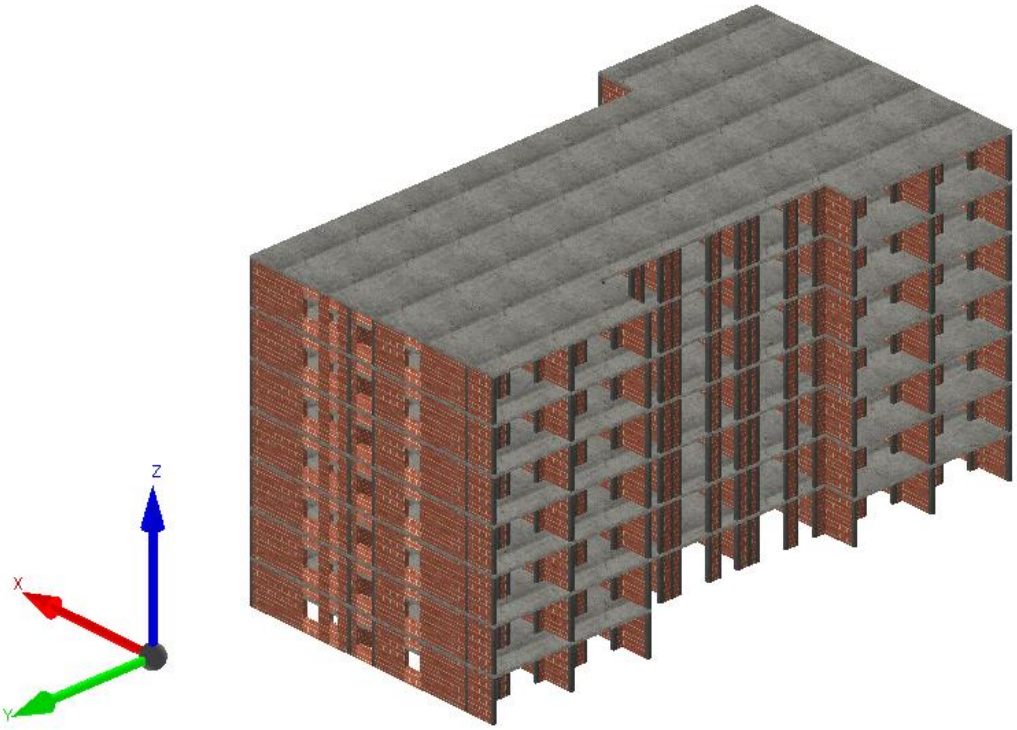
Slika 12 Računski spektar odaziva za model omeđenog zida

	Fx	Fy	Ux	Uy
PRIZEMLJE	2796,01 (kN)	2811,14 (kN)	0 (mm)	0 (mm)
1. KAT	2662,44 (kN)	2723,30 (kN)	0,3 (mm)	0,4 (mm)
2. KAT	2448,51 (kN)	2509,22 (kN)	0,7 (mm)	0,8 (mm)
3. KAT	2134,49 (kN)	2188,49 (kN)	0,9 (mm)	1,2 (mm)
4. KAT	1720,09 (kN)	1763,49 (kN)	1,3 (mm)	1,6 (mm)
5. KAT	1205,18 (kN)	1234,49 (kN)	1,6 (mm)	1,9 (mm)
6.KAT	548 (kN)	560,72 (kN)	1,9 (mm)	2,2 (mm)
7.KAT	0 (kN)	0 (kN)	2,2 (mm)	2,6 (mm)

Tablica 4 Rezultati proračuna

5. METODA NAGURAVANJA

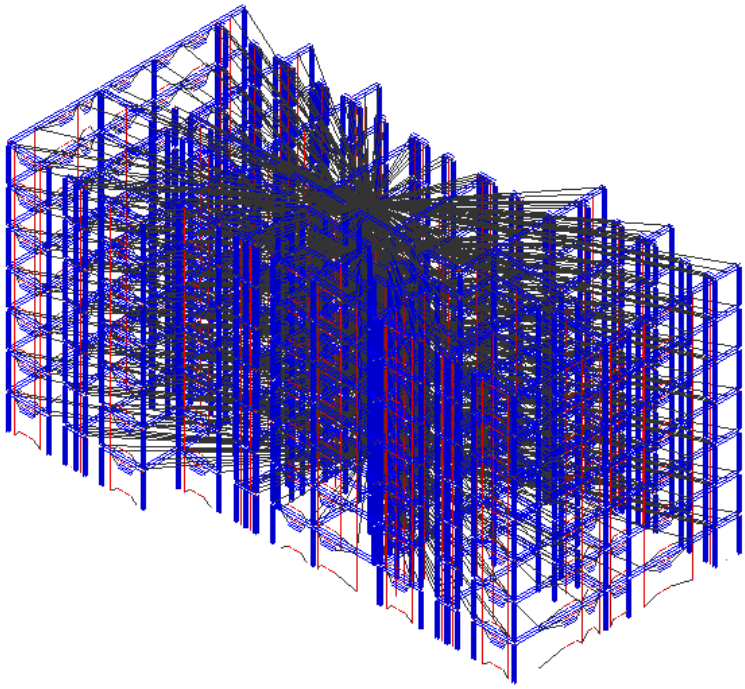
Proračun na potresno djelovanje metodom naguravanja (*eng. push-over method*) proveo se u softwareu AMQUAKE. Proračun se proveo na modelu sustava omeđenog ziđa materijalnih i geometrijskih karakteristika istih kao na modelu sustava omeđenog ziđa na kojem se vršio proračun metodom bočnih sila u softwareu SCIA Engineer 17.1.



Slika 13 Prikaz prostornog modela

Za opterećenje prostornog modela, uz potresno opterećenje, uzeto je dodatno stalno opterećenje na svim etažama od 6,2 kN/m^2 koje predstavlja vlastitu težinu ploče.

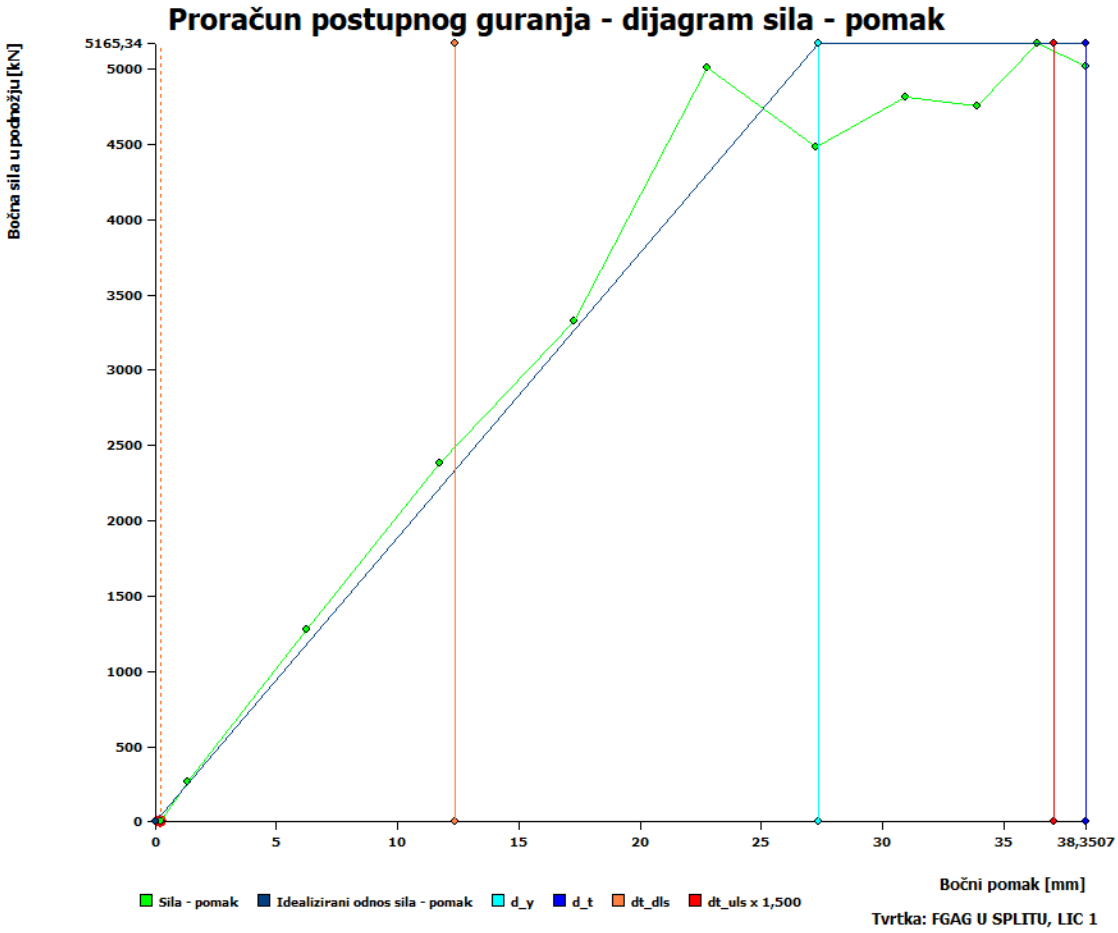
Na rezultate proračuna utječu postavke vezane za mrežu konačnih elemenata, pa je zato potrebno s posebnom pozornosti odabrati pojedine opcije u programu. Osnovna ideja leži u modeliranju svih nosivih elemenata 1D grednim elementima. To se odnosi na vertikalne i horizontalne elemente poput zidova, vertikalnih serklaža, horizontalnih serklaža, nadvoja nad vratima i sl. Iduća pretpostavka odnosi se na međukatnu konstrukciju, koja je u svojoj ravnini beskonačno kruta, dok je izvan te ravnine njena krutost zanemariva. Provedba navedenog modela i nelinearnog proračuna zahtijeva upotrebu kvalitetne mreže KE, te prikladno modeliranje krutih veza između grednih elemenata.



Slika 14 Prikaz mreže konačnih elemenata za računski model

Nakon provedenog proračuna dobiveni su rezultati za smjer-x i smjer-y u vidu dijagrama u ovisnosti sila-pomak, spektra odziva referentnog sustava s jednim stupnjem slobode i grafički prikaz stupnja oštećenja objekta.

5.1 Rzultati proračuna smjer-x

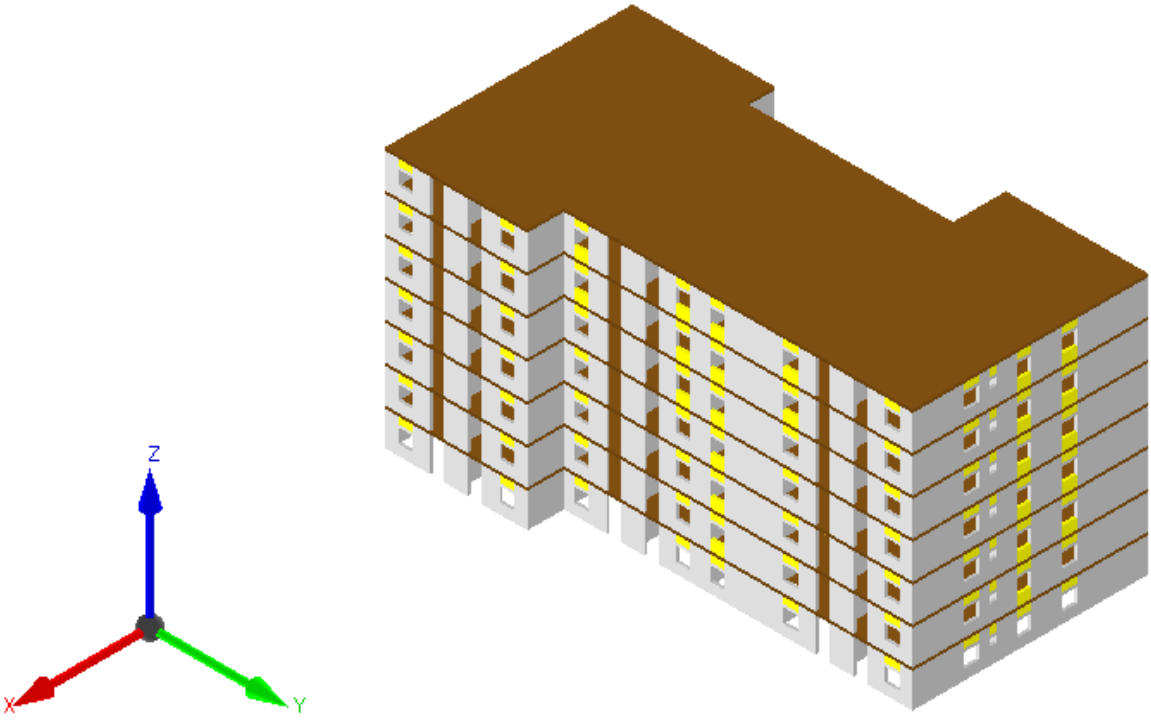


Slika 15 Dijagram sila-pomak

(2) X+, exc. pos, tri	
Ciljani pomak za GSU [mm]:	12,360
Kapacitet za GSU [mm]:	38,351
Granično stanje uporabljivosti	Ispravno
Ciljani pomak za GSN x 1,50	37,080
Kapacitet za GSN [mm]:	38,351
Granično stanje nosivosti:	Ispravno

Slika 16 Rezultati graničnih stanja

Iz dobivenih rezultata se vidi da ciljani pomak za granično stanje uporabljivosti (GSU) iznosi 12,36 mm, dok kapacitet za GSU iznosi 38,351 mm, što znači da proračunska konstrukcija zadovoljava granično stanje uporabljivosti. Ciljani pomak pomnožen s faktorom 1,50 za granično stanje nosivosti (GSN) iznosi 37,08 mm, dok kapacitet za GSN iznosi 38,351 mm što znači da proračunska konstrukcija zadovoljava i granično stanje nosivosti.



Slika 17 Oštećenje konstrukcije od ukupne slomne sile u smjeru-x



SD – slom uslijed posmika

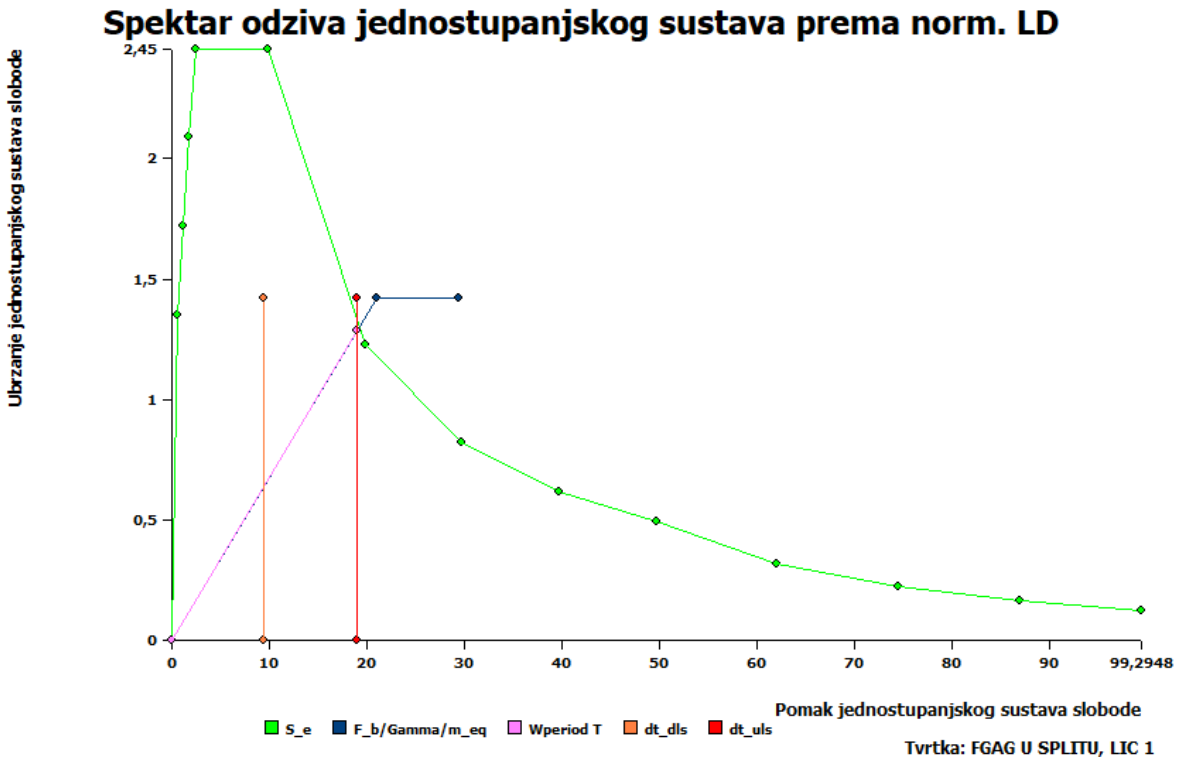
FD – slom savijanjem

MV – plastifikacija uslijed momenta i poprečne sile

V – dosegunuta nosivost na poprečnu silu

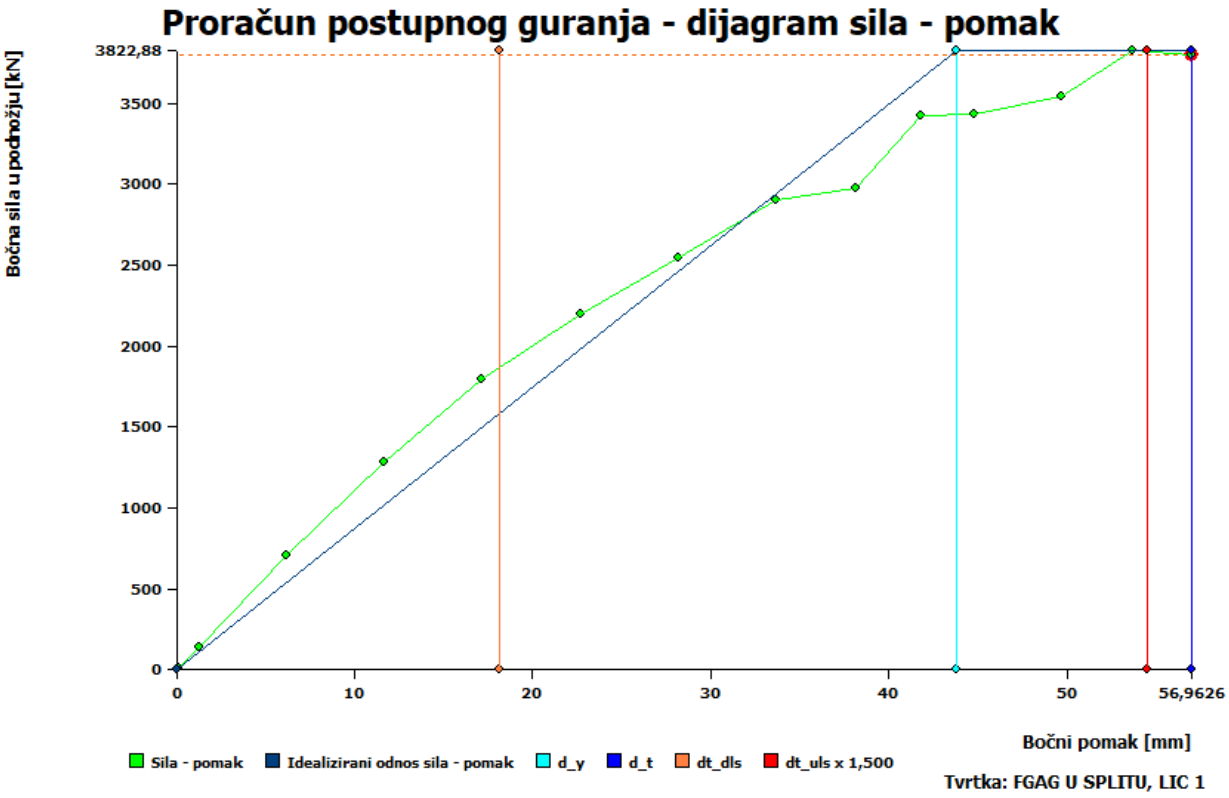
M – dosegnuta nosivost na moment savijanja

Iz grafičkog prikaza ponašanja konstrukcije pri djelovanju ukupne sile u smjeru – x vidljivo je da su otvori najkritičnije točke ponašanja konstrukcije. Do otkaziivanja je došlo uslijed dosezanja graničnog momenta savijanja u svim nadvojima i nekim nadozidima otvora konstrukcije, kako u smjeru – x tako i u smjeru y.



Slika 18 Spektar odziva ekvivalentnog sustava s jednim stupnjem slobode smjer-x

5.2 Rezultati proračuna smjer – y

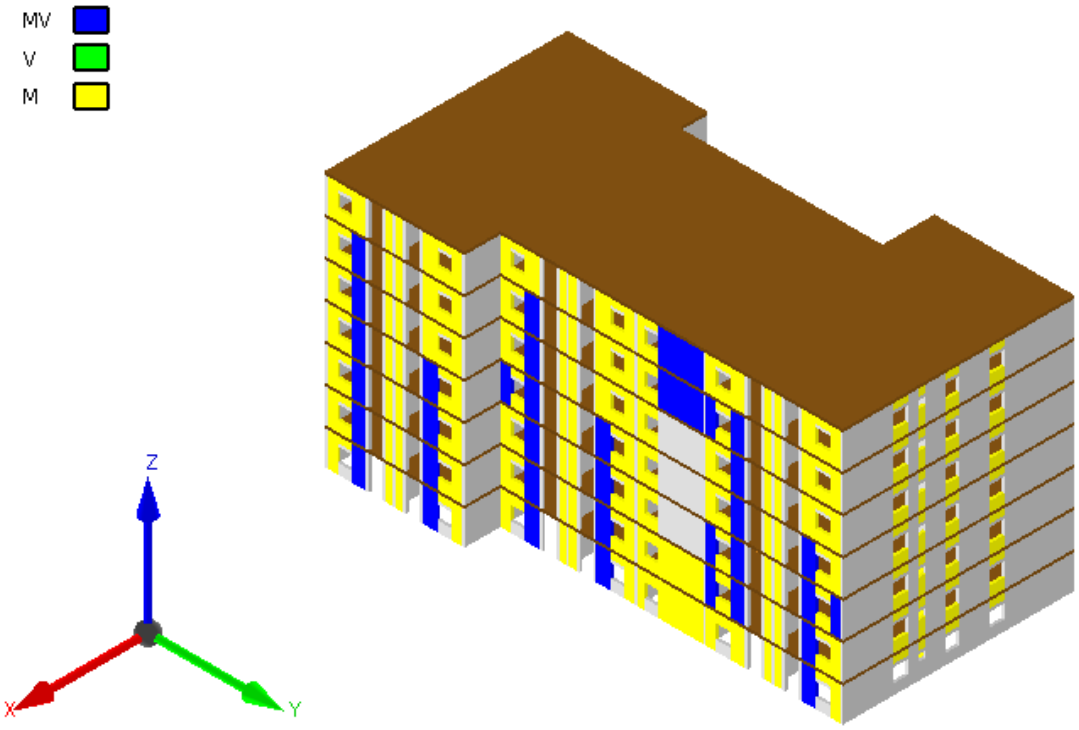


Slika 19 Dijagram sila-pomak smjer-y

(10) Y+, exc. pos, tri	
Ciljani pomak za GSU [mm]:	18,180
Kapacitet za GSU [mm]:	56,963
Granično stanje uporabljivosti	Ispravno
Ciljani pomak za GSN x 1,50	54,541
Kapacitet za GSN [mm]:	56,963
Granično stanje nosivosti:	Ispravno

Slika 20 Rezultati graničnih stanja smjer-y

Iz dobivenih rezultata se vidi da ciljani pomak za granično stanje uporabljivosti (GSU) iznosi 18,18 mm, dok kapacitet za GSU iznosi 56,96 mm što znači da proračunska konstrukcija zadovoljava granično stanje uporabljivosti. Ciljani pomak pomnožen s faktorom 1,50 za granično stanje nosivosti (GSN) iznosi 54,54 mm, dok kapacitet za GSN iznosi 56,96 mm što znači da proračunska konstrukcija zadovoljava i granično stanje nosivosti.



Slika 21 Oštećenje konstrukcije od ukupne slomne sile u smjeru-x



SD – slom uslijed posmika

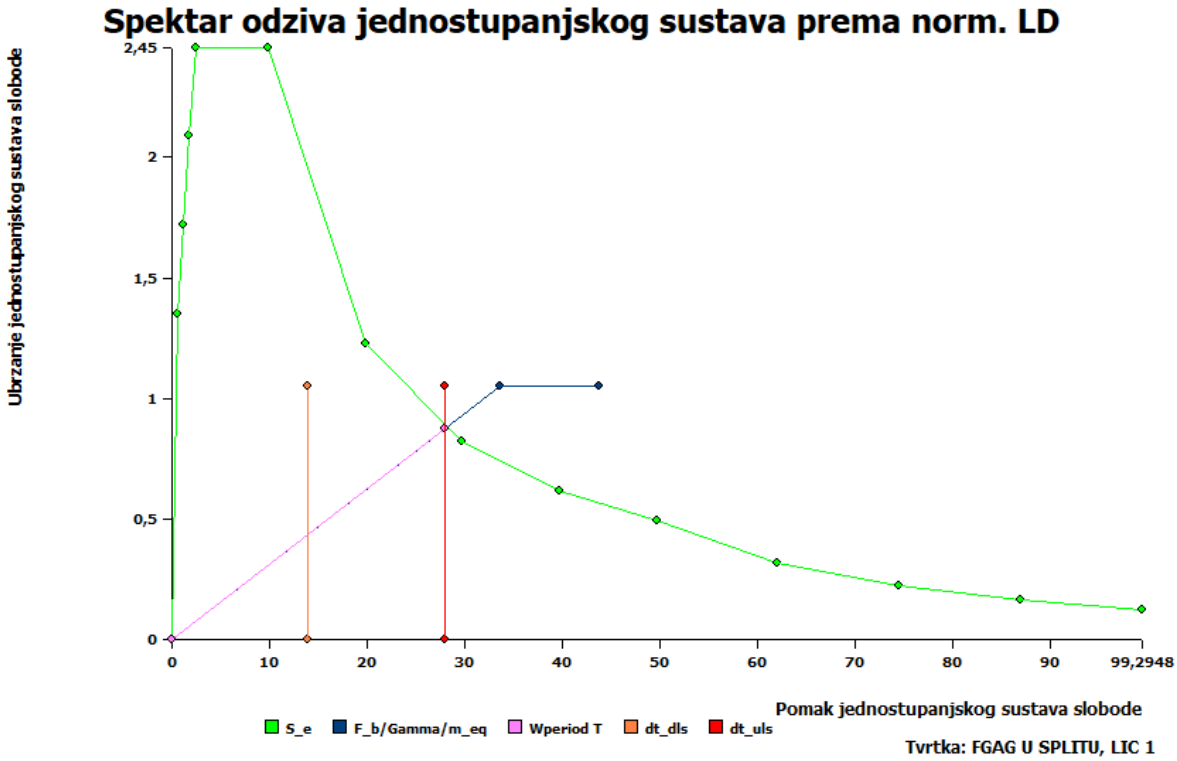
FD – slom savijanjem

MV – plastifikacija uslijed momenta i poprečne sile

V – dosegunuta nosivost na poprečnu silu

M – dosegnuta nosivost na moment savijanja

Iz grafičkog prikaza ponašanja konstrukcije pri djelovanju ukupne sile u smjeru – y vidljivo je da je do otkazivanja došlo uslijed dosezanja graničnog momenta savijanja u gotovo svim zidovima, nadvojima i nadozidima u smjeru – y. Također je vidljivo da je u nekim zidovima došlo do otkazivanja uslijed zajedničkog djelovanja momenta i poprečne sile. U smjeru – x je došlo do otkazivanja uslijed dosezanja nosivosti na moment savijanja elemenata uz otvore, nadozida i nadvoja.



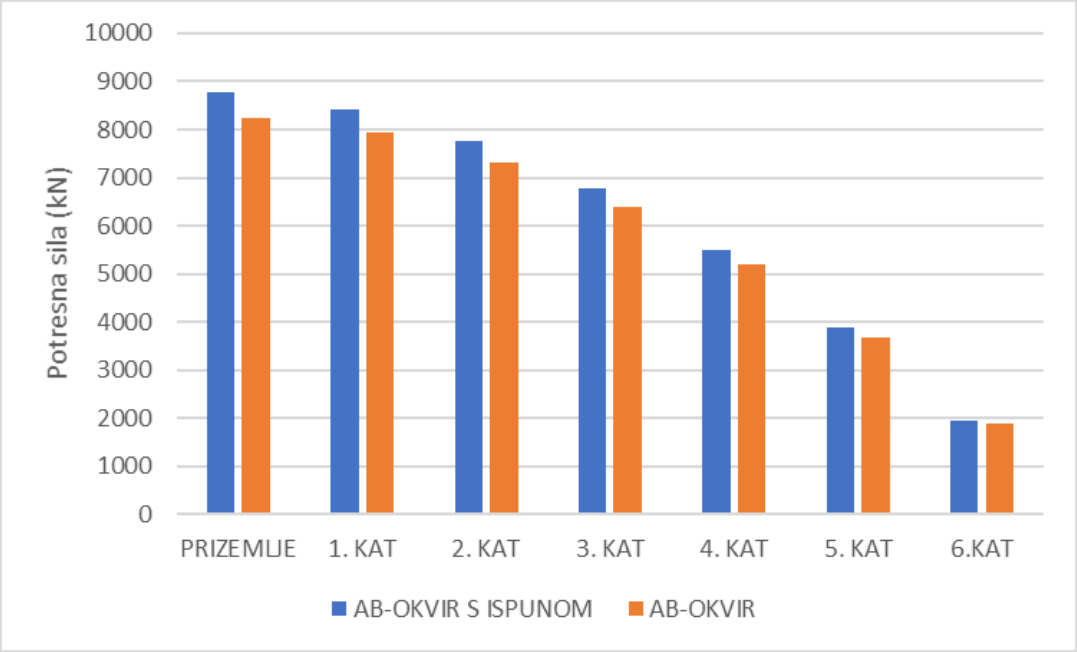
Slika 22 Spektar odziva ekvivalentnog sustava s jednim stupnjem slobode smjer-y

6. USPOREDBA REZULTATA PRORAČUNA

Nakon provedenog proračuna na potresno djelovanje prostornih modela različitog nosivog konstruktivnog sustava i metoda proračuna koje uzimaju, odnosno ne uzimaju nelinearne karakteristike ponašanja materijala, napravit će se usporedba dobivenih rezultata. Zanimljivo je provesti usporedbu rezultata nosivog sustava armirano-betonskih okvira sa i bez ispune, kao i rezultate potresnog djelovanja dobivene metodom bočnih sila i metodom naguravanja na konstrukcijskom sustavu omeđenog zida.

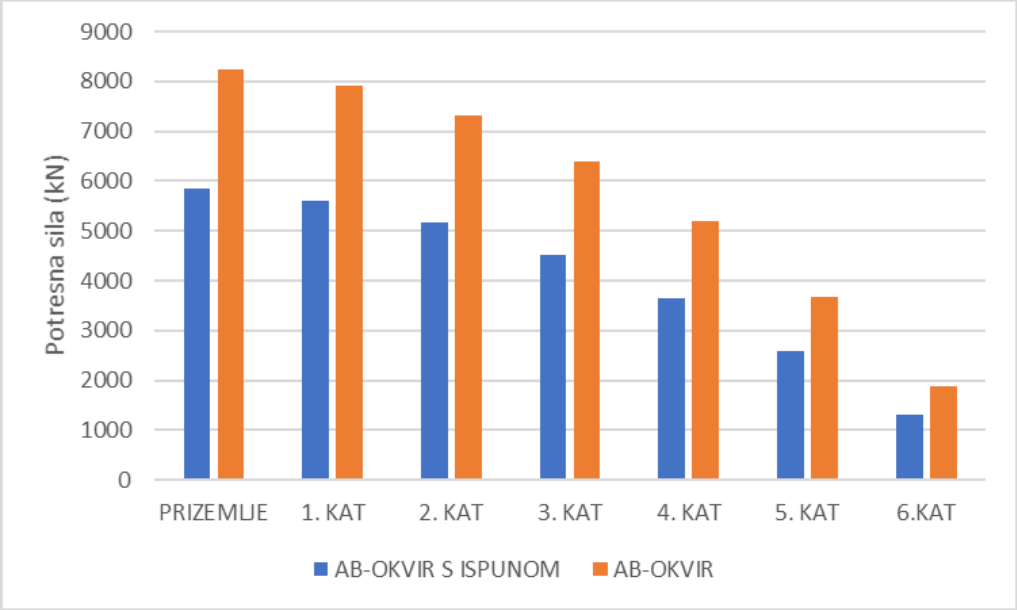
6.1 Sustav armirano-betonskih okvira sa ispunom i bez

6.1.1 Potresna sila



Tablica 5 Usporedba horizontalnog odgovora konstrukcije uslijed potresnog djelovanja za isti faktor ponašanja

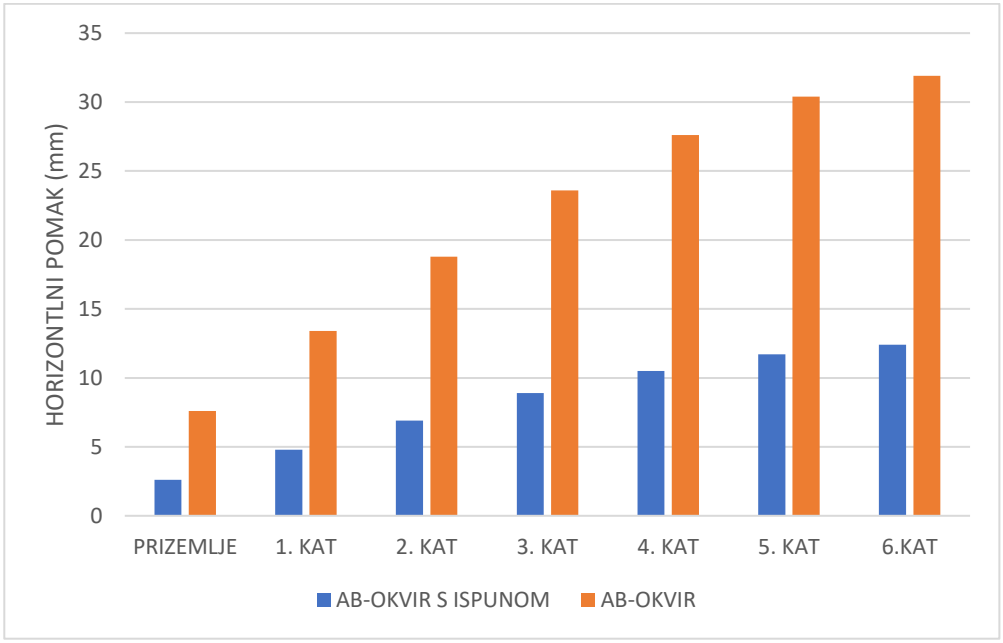
Iz grafičkog prikaza u tablici 5 vidljivo je da pri jednakom faktoru ponašanja, odnosno jednakom potresnom opterećenju, armirano – betonski okvir s ispunom generira veće potresne sile u odnosu na armirano – betonski okvir bez ispune. Razlog takvog ponašanja leži u povećanju mase konstrukcije i ne uzimanju u obzir svojstvo disipacije potresne energije koje ispuna od zida posjeduje.



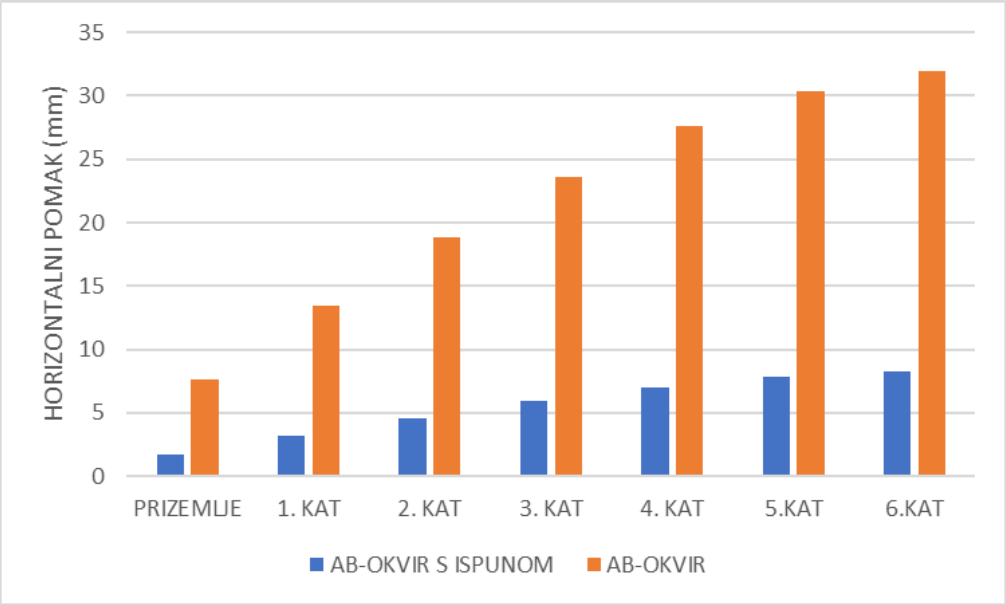
Tablica 6 Usporedba horizontalnog odgovora konstrukcije uslijed potresnog djelovanja pri različitom faktoru ponašanja

Prikaz rezultata u tablici 6 pokazuje ponašanje konstrukcije u slučaju kada se u obzir uzme utjecaj ispune od ziđa pri djelovanju potresnog opterećenja. Svojstvo disipacije energije simulirano je povećanjem faktora ponašanja s q = 2 na q = 3 što za rezultat ima smanjenje potresnih sila koje djeluju na konstrukcija za gotovo 30%

6.1.2 Horizontalni pomak konstrukcije



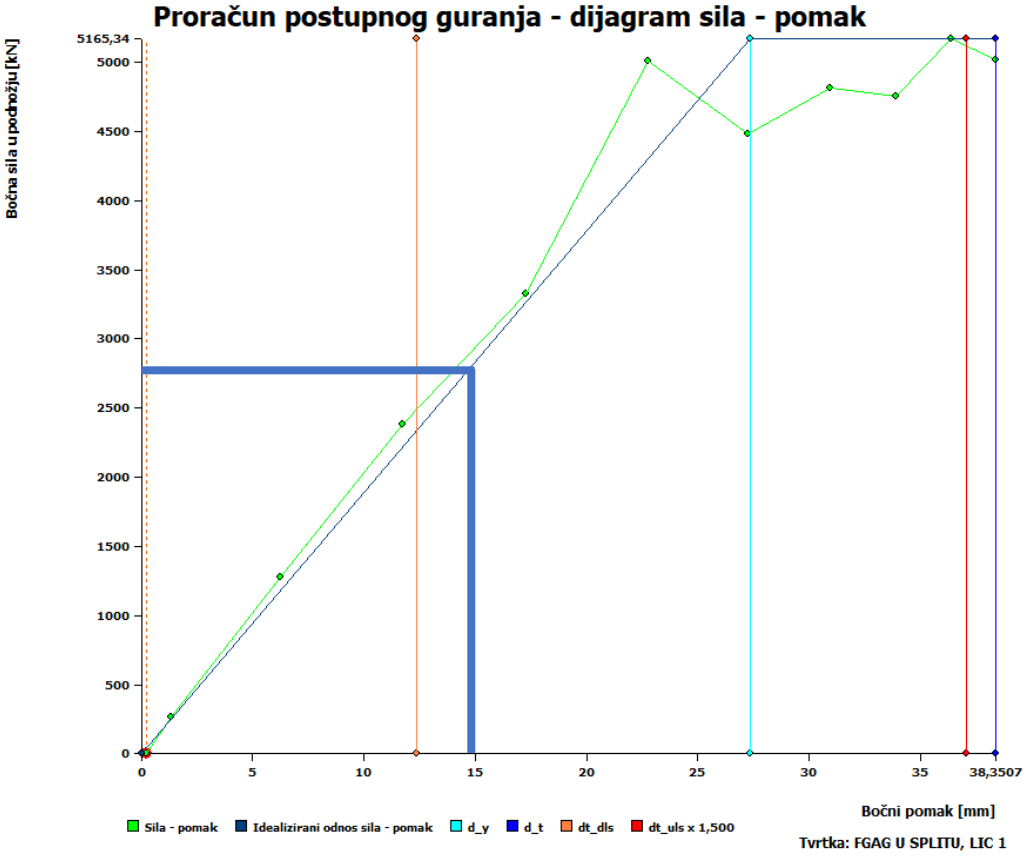
Tablica 6 Usporedba horizontalnog pomaka konstrukcije na potresno djelovanje pri jednakom faktoru ponašanja



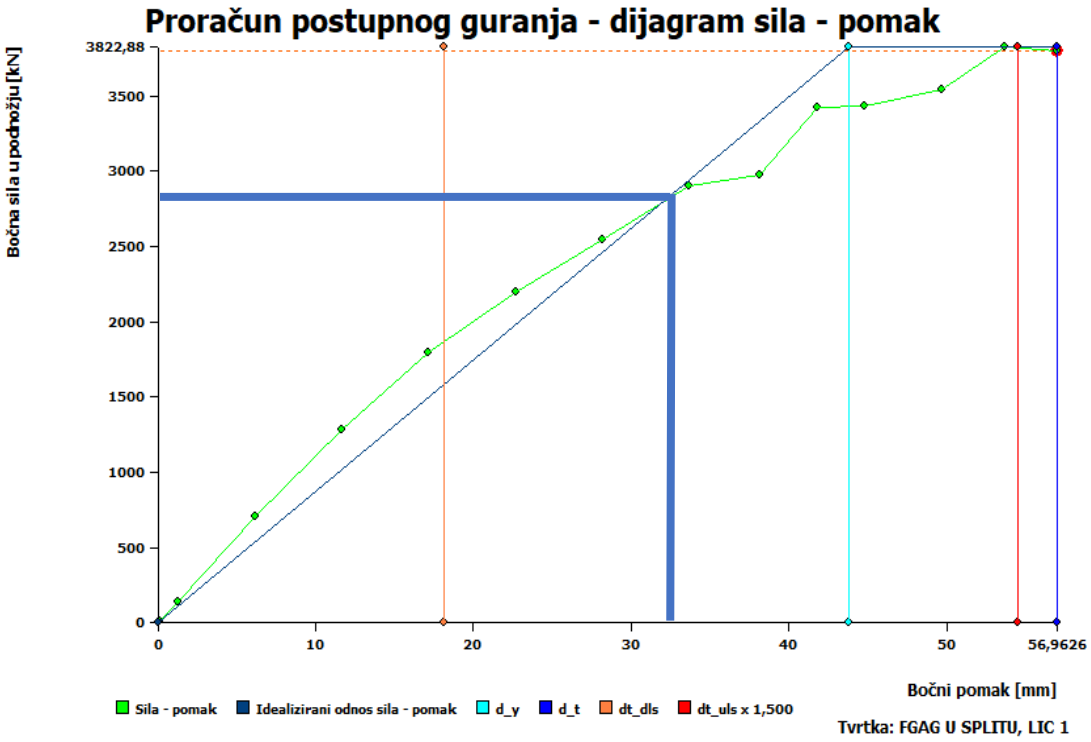
Tablica 6 Usporedba horizontalnog pomaka konstrukcije na potresno djelovanje pri različitom faktoru ponašanja

Usporedba horizontalnog pomaka konstrukcije uslijed potresnog opterećenja konstrukcijskog sustava armirano-betonskih okvira sa i bez ispune daje na uvid razliku u pomacima promatrana dva konstruktivna sustava. Iz prikaza je vidljivo da konstruktivni sustav armirano-betonskih okvira s ispunom značajno krući u odnosu na sustav armirano - betonskih okvira bez ispune što za rezultat ima skoro 80% manje horizontalne pomake. Također je vidljivo da povećanjem faktora ponašanja sa q = 2 na q = 3 armirano – betonski okvir generira gotovo 30 % manje pomake, ali kako su ti pomaci i onako mali taj utjecaj je gotovo zanemariv.

6.2 Sustav omeđenog zida



Slika 23 Određivanje graničnog pomaka konstrukcije na krivulji kapaciteta uzrokovanog silom koja je ekvivalentna reakciji dobivenoj linearnom metodom bočnih sila, x-smjer



Slika 24 Određivanje graničnog pomaka konstrukcije na krivulji kapaciteta uzrokovanog silom koja je ekvivalentna reakciji dobivenoj linearnom metodom bočnih sila, y-smjer

Iz nelinearne metode proračuna na potres, metode naguravanja, proizlazi krivulja kapaciteta konstrukcije koja je definirana postupnim povećanjem horizontalnog opterećenja pomacima koje to isto opterećenje generira. Na grafičkom prikazu krivulja kapaciteta za smjer x i y prikazane su maksimalne reakcije dobivene linearnom metodom proračuna na potres za koje su iz dijagrama očitani horizontalni pomaci konstrukcije. Maksimalni pomak za smjer – x iznosi 15 (mm), dok za smjer-y iznosi 33 (mm). Iz dobivenih rezultata vidljivo je da su pomaci kod kojih dolazi do otkazivanja sustava za reakcije dobivene linearnom metodom značajno veći od pomaka dobivenih linearnom metodom koji za smjer – x iznose 2,2 (mm), a za smjer – y 2,6 (mm), odnosno da nelinearnost ponašanja materijala koju u obzir uzima metoda naguravanja ima značajan utjecaj na horizontalne pomake konstrukcije koji se javljaju pri potresnom opterećenju.

7. ZAKLJUČAK

Nakon provedenog proračuna i dobivenih rezultata na prostornim modelima pri djelovanju potresnog opterećenja mogu se izvući sljedeći zaključci.

Tradicionalan proračun armirano-betonskih okvira s ispunom od ziđa, kako je navedeno u uvodnom dijelu ovog rada, je takav da se zbog nehomogenosti i nepoznavanja ponašanja kompozitnog sustava pri modeliranju sustava utjecaj ispune zanemari. Međutim, iskustvene procjene na izvedenim realnim konstrukcijama, kao i proračun napravljen pri izradi ovog rada, pokazuju da takav pristup nije racionalan, jer ispuna od ziđa igra značajnu ulogu na potresnu otpornost sustava armirano- betonskih okvira s ispunom od ziđa. Takav sustav modeliran bez utjecaja ispune posjeduje značajne rezerve u pogledu otpornosti na potresno djelovanje, a samim time i rezerve u pogledu financijske slike izrade takve konstrukcije, što predstavlja glavnu stavku pri rješavanju inženjerskih zadataka u realnom sektoru.

Proračun modela omeđenog ziđa je interesantan zbog toga što se uz linearnu metodu proračuna na potresno djelovanje, metodu bočnih sila, provela i metoda proračuna koja u obzir uzima i nelinearno ponašanje sustava, metoda naguravanja. Metoda naguravanja je jedna od novijih metoda proračuna na potresno djelovanje koja sve veću zastupljenost u primjeni pri rješavanju inženjerskih zadataka može zahvaliti svojoj jednostavnosti. Metoda naguravanja, za razliku od metode bočnih sila koja nam daje pomake i sile konstrukcije za zadano potresno opterećenje, nam daje granične, odnosno ciljane vrijednosti pomaka i sila za zadane potresne parametre koje konstrukcija može podnijeti prije nego dođe do otkazivanja nosivosti konstrukcije kao cjeline. Ova karakteristika metode je značajna zato što iz nje možemo vidjeti rezervu nosivosti konstrukcije, ako ona postoji, pri potresnom djelovanju. Rezerva u nosivosti konstrukcije pri rješavanju inženjerskih zadataka je jako bitna, jer kako je ranije spomenuto, u rezervi konstrukcije leže uštede na financijskoj strani izvedbe same konstrukcije, a što je ujedno uz nosivost i stabilnost konstrukcije glavna stavka pri dimenzioniranju, odnosno projektiranju realnog konstruktivnog sustava.

Ovim radom je pokazano da pri dimenzioniranju konstrukcije na potresno djelovanje ne smijemo zanemarivati konstruktivne elemente koji imaju utjecaj na potresnu otpornost same konstrukcije. Također je pokazano kako linearne metode proračuna na potresno djelovanje u odnosu na nelinearne metode proračuna daju dosta konzervativne rezultate u pogledu pomaka konstrukcije. Stoga kao završnu misao ovog rada treba reći da pri proračunu na potresno opterećenje postoji dosta parametara koji utječu na rezultate potresne otpornosti konstrukcije, a na nama koji se bavimo s takvim proračunima je odabrati one parametre i onu vrstu proračuna koji će dati najracionalnije rezultate uz uvjet da su zadovoljeni svi uvjeti nosivosti i stabilnosti.

8. PRILOZI

8.1 **TLOCRT ..... A-B OKVIR**

8.2 **KARAKTERISTIČAN PRESJEK ..... A-B OKVIR**

8.3 **TLOCRT ..... A-B OKVIR S ISPUNOM**

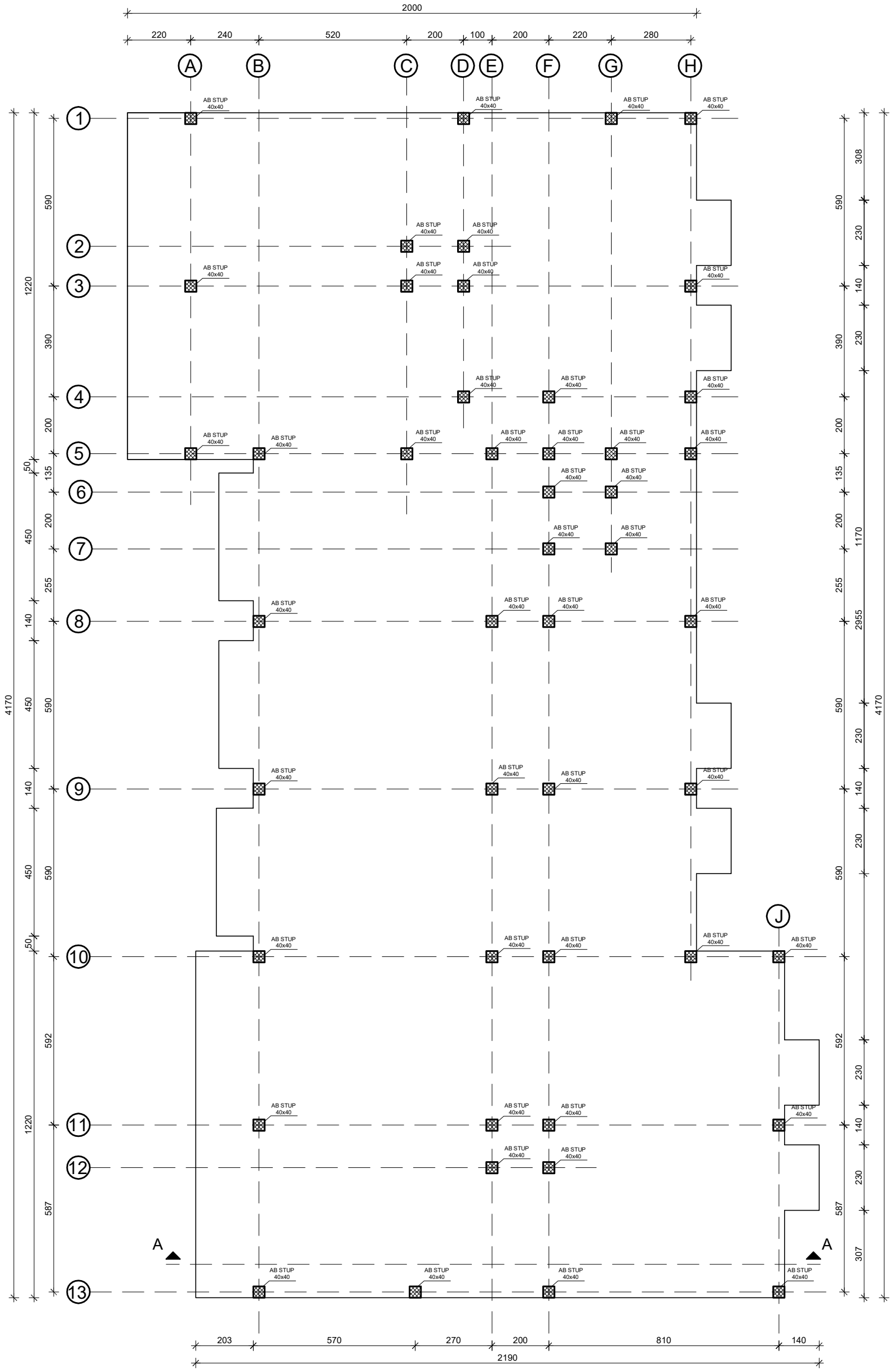
8.4 **KARAKTERISTIČAN PRESJEK ..... A-B OKVIR S ISPUNOM**

8.5 **TLOCRT ..... OMEĐENO ZIĐE**

8.6 **KARAKTERISTIČAN PRESJEK ..... OMEĐENO ZIĐE**

9. LITERATURA

- M. Hrasnica., Spektri odgovora za seizmičku procjenu zgrada, časopis Građevinar 2002
- J. Zovkić., Ponašanje armirano-betonskih okvira s ispunom pri djelovanju potresa, doktorski rad Sveučilište J.J Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, 2013
- Boris Trogrlić., Zidane zgrade - projektiranje i proračun, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, 2013
- V. Sigmund., Proračun armirano – betonskih okvira ispunjenih ziđem s otvorima, Sveučilište J.J Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, 2013
- http://www.insysme.eu/
- Europska norma EN 1992, 2004
- Europska norma EN 1996, 2004
- Europska norma EN 1998, 2004



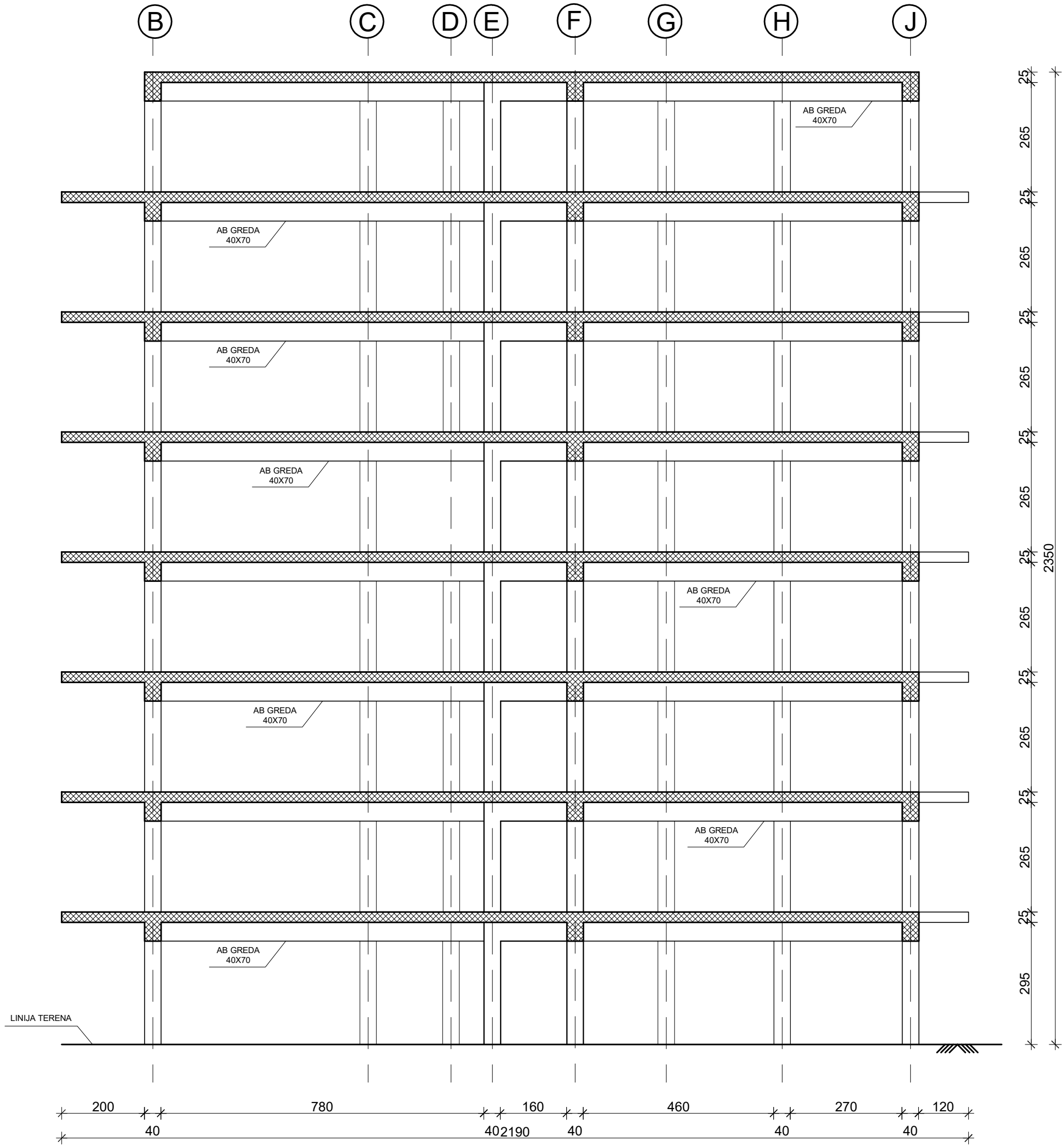
SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI RAD

PRORČUN POTRESNOG DJELOVANJA NA AB OKVIR, AB OKVIR S ISPUNOM I OMEĐENO ZIĐE

STUDENT:	Nikola Morić	MENTOR:	Prof. dr. sc. Boris Trogrlić
SADRŽAJ	TLOCRT	MJERILO	1:100
DATUM	lipanj 2018.	PRILOG	8.1



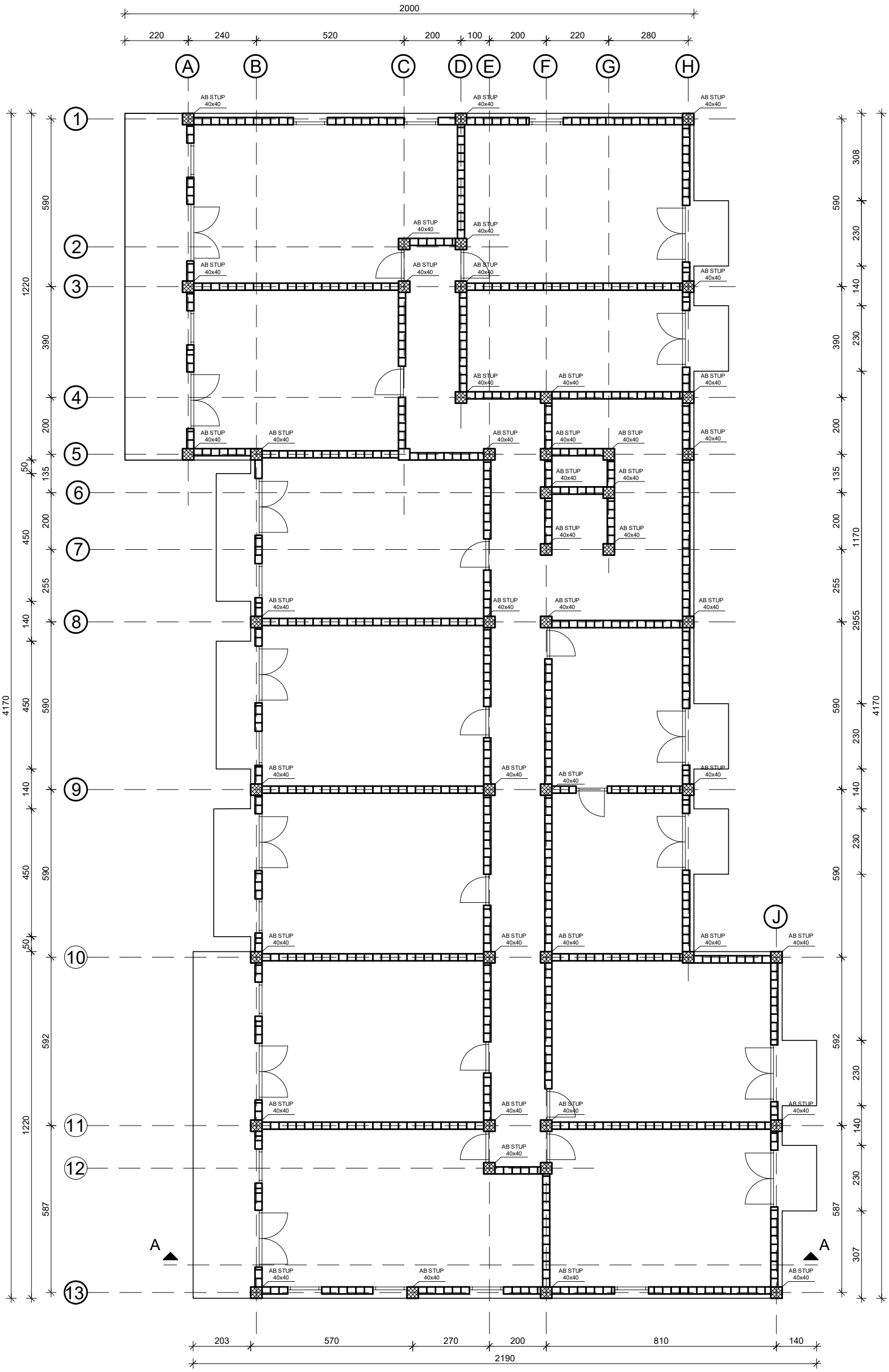
SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI RAD

PRORAČUNA POTRESNOG DJELOVANJA NA AB OKVIR, AB OKVIR S ISPUNOM I OMEĐENO ZIĐE

STUDENT: Nikola Morić		MENTOR:	Prof. dr. sc. Boris Trogrlić
SADRŽAJ	PRESJEK A-A	MJERILO	1:100
DATUM	lipanj 2018.	PRILOG	8.2



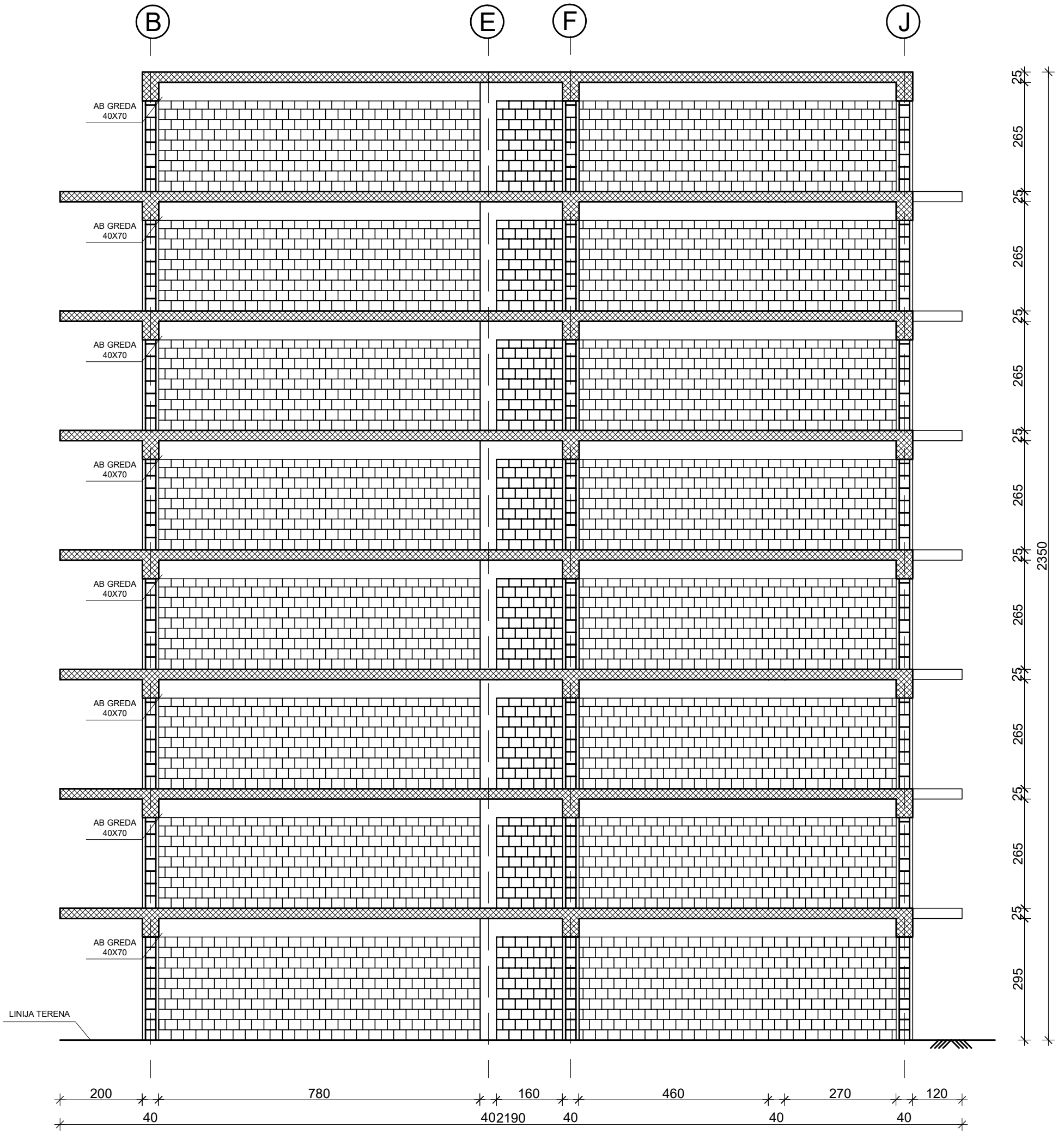
SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI RAD

PRORČUN POTRESNOG DJELOVANJA NA AB OKVIR, AB OKVIR S ISPUNOM I OMEĐENO ZIĐE

STUDENT:	Nikola Morić	MENTOR:	Prof. dr. sc. Boris Trogrlić
SADRŽAJ	TLOCRT	MJERILO	1:150
DATUM	lipanj 2018.	PRILOG	8.3



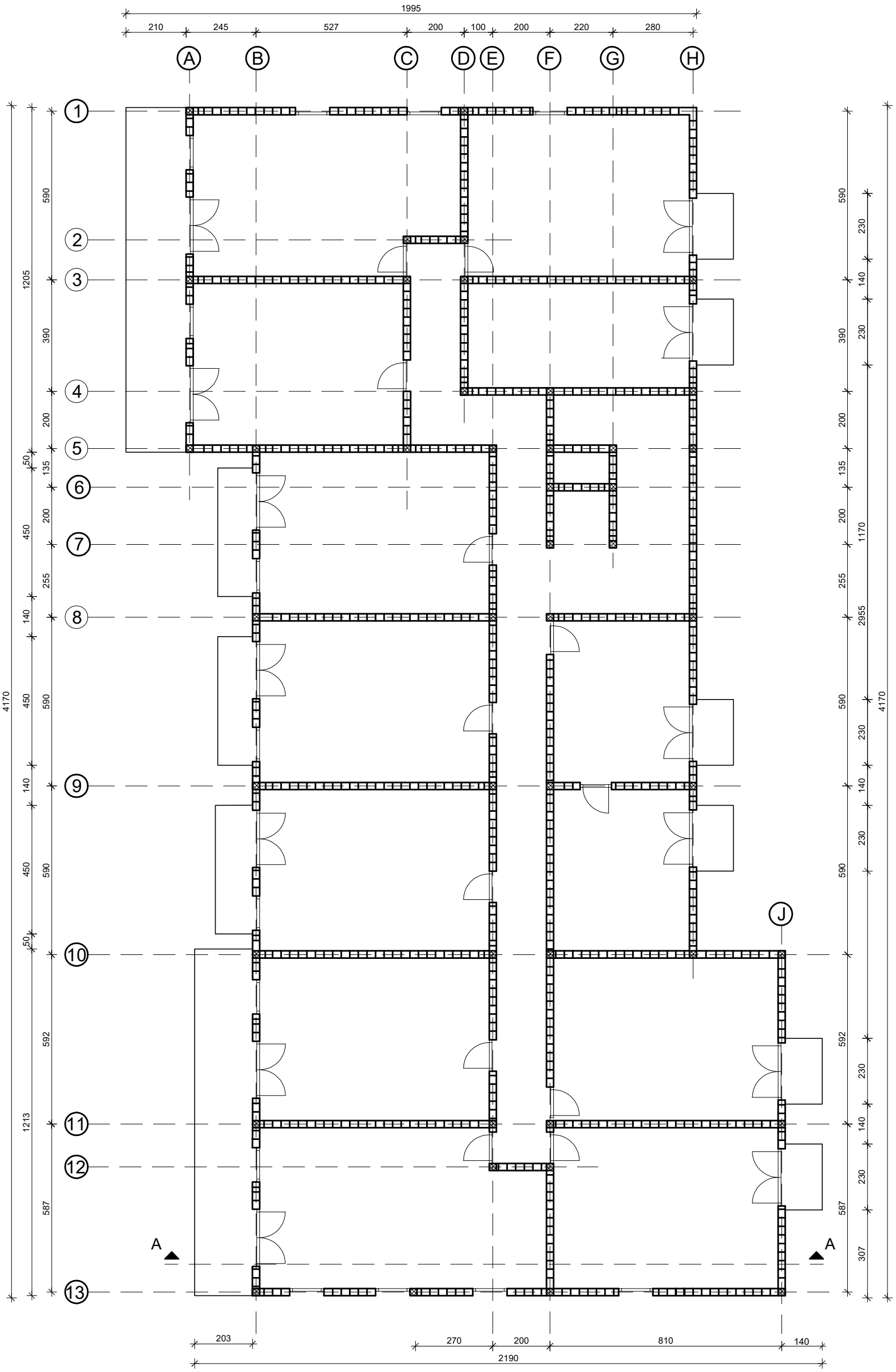
SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI RAD

PRORAČUNA POTRESNOG DJELOVANJA NA AB OKVIR, AB OKVIR S ISPUNOM I OMEĐENO ZIĐE

STUDENT: Nikola Morić		MENTOR:	Prof. dr. sc. Boris Trogrlić
SADRŽAJ	PRESJEK A-A	MJERILO	1:100
DATUM	lipanj 2018.	PRILOG	8.4



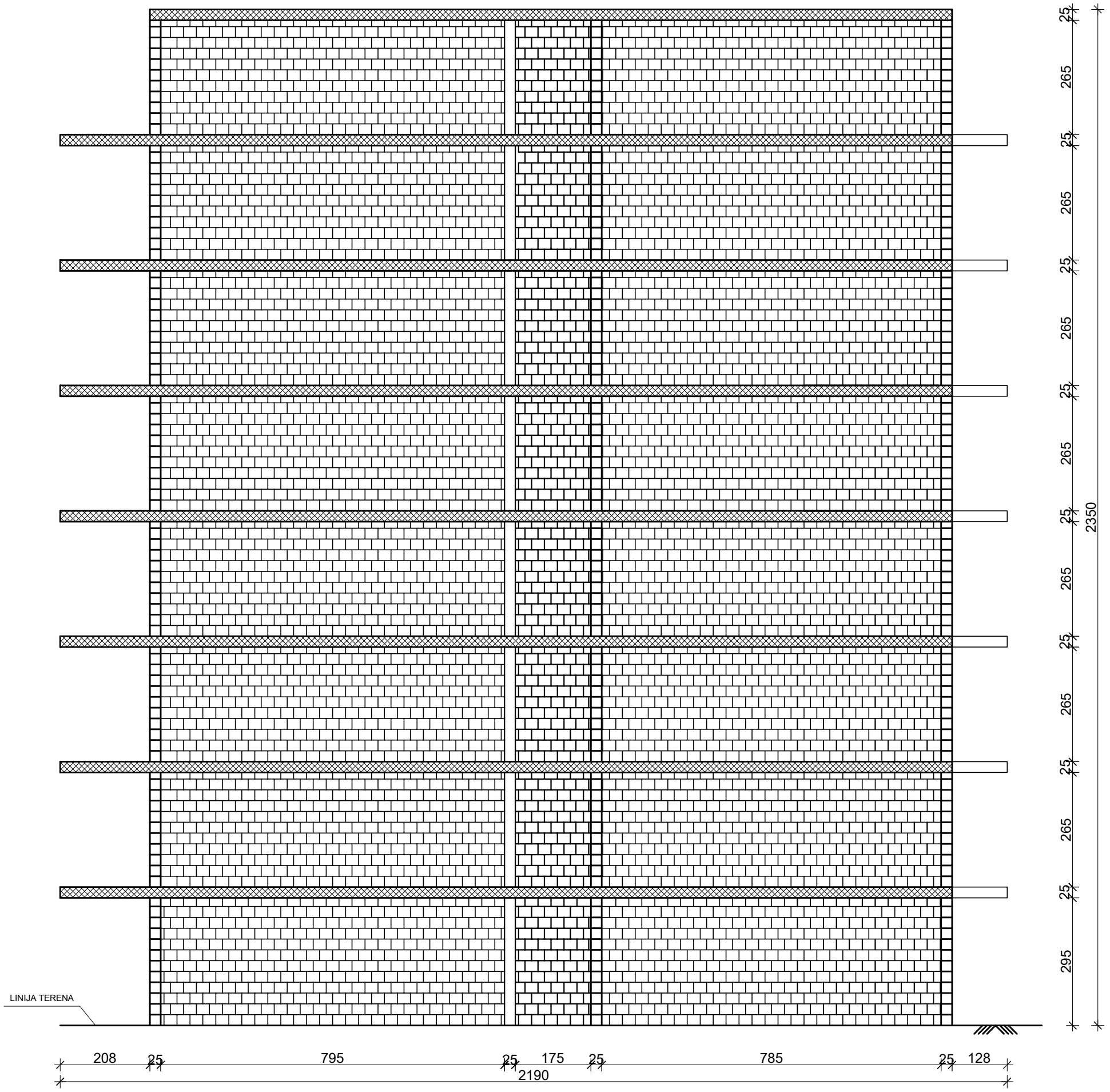
SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI RAD

PRORČUN POTRESNOG DJELOVANJA NA AB OKVIR, AB OKVIR S ISPUNOM I OMEĐENO ZIĐE

STUDENT: Nikola Morić		MENTOR:	Prof. dr. sc. Boris Trogrlić
SADRŽAJ	TLOCRT	MJERILO	1:100
DATUM	lipanj 2018.	PRILOG	8.5



SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI RAD

PRORAČUNA POTRESNOG DJELOVANJA NA AB OKVIR, AB OKVIR S ISPUNOM I OMEĐENO ZIĐE

STUDENT:	MENTOR:	
Nikola Morić		Prof. dr. sc. Boris Trogrlić
SADRŽAJ: PRESJEK A-A		MJERILO: 1:100
DATUM: lipanj 2018.		PRILOG: 8.6