



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BANJA LUKA

АРХИТЕКТОНСКО-ГРАЂЕВИНСКО-ГЕОДЕТСКИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY



**POREĐENJE GREDNIH I BEZGREDNIH SISTEMA
NA PRIMJERU SPO U TREBINJU**
MASTER RAD

Mentor:

prof. dr Gordana Broćeta, d. i. g.

Kandidat:

Žarko Dabić, d. i. g.

Komentor:

doc. dr Anđelko Cumbo, d. i. g.

Banja Luka, oktobar 2025. godine



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BANJA LUKA

АРХИТЕКТОНСКО-ГРАЂЕВИНСКО-ГЕОДЕТСКИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY



COMPARISON OF BEAMED AND BEAMLESS SYSTEMS IN THE CASE OF A RESIDENTIAL-COMMERCIAL BUILDING IN TREBINJE

MASTER'S THESIS

Mentor:

DR. Gordana Broćeta, BSc CE, Assoc. Prof.

Co-Mentor:

DR. Anđelko Cumbo, BSc CE, Ass. Prof.

Author:

Žarko Dabić, BSc CE

Banja Luka, October 2025

Informacije o mentoru/komentoru i master radu

Mentor: dr Gordana Broćeta, dipl. inž. građ., vanredni profesor, Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet

Komentor: dr Anđelko Cumbo, dipl. inž. građ., docent, Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet

Naslov master rada: Poređenje grednih i bezgrednih sistema na primjeru SPO u Trebinju

Rezime: Ovaj master rad bavi se poređenjem grednih i bezgrednih sistema na primjeru stambeno-poslovnog objekta u Trebinju. Cilj istraživanja bio je da se utvrde prednosti i nedostaci oba konstrukcijska sistema u pogledu statičkog i seizmičkog ponašanja, uz razmatranje ekonomske opravdanosti izvođenja.

U radu su izvršeni detaljni statički i seizmički proračuni karakterističnih konstrukcijskih elemenata – ploča, vertikalnih elemenata, u skladu sa zahtjevima Evrokoda. Formirana su tri modela objekta: bezgredni sistem (bez pune simetrije), poboljšan bezgredni sistem i gredni sistem.

Rezultati istraživanja pokazali su da se za gredni sistem ostvaruju značajne prednosti u odnosu na bezgredne sisteme. Uvođenjem greda smanjena su horizontalna pomjeranja objekta, ugibi i pojava prslina u pločama, a i seizmička analiza je pokazala povoljnije ponašanje konstrukcije.

Iako je sa stanovišta izvođenja izvođačima, zbog jednostavnijeg formiranja oplata, praktičnije da primjenjuju bezgredne sisteme, što je posljednjih godina postalo uobičajena praksa, ekonomska analiza pokazala je da je u ovom slučaju objekta primjena grednog sistema povoljnija za 10,95%. Sličan stepen ekonomske efikasnosti grednih sistema može se očekivati i kod drugih višespratnih objekata. Na osnovu toga zaključeno je da gredni sistemi predstavljaju racionalnije rješenje, kako sa konstrukcijskog, tako i sa ekonomskog aspekta.

Stoga se preporučuje njihova primjena u projektovanju armiranobetonskih zgrada, naročito u područjima visokog seizmičkog rizika (posebno na prostoru Trebinja i Banjaluke kada je riječ o BiH), i to za objekte slične spratnosti, uz istovremenu optimizaciju rasporeda armiranobetonskih elemenata radi postizanja maksimalne efikasnosti i sigurnosti konstrukcije.

Ključne riječi: poređenje, gredni sistemi, bezgredni sistemi, statička analiza, seizmička analiza, ekonomska opravdanost

Naučna oblast: Inženjerstvo i tehnologija

Uža naučna oblast: Građevinski materijali i konstrukcije

Naučno polje: Građevinarstvo

Klasifikaciona oznaka prema CERIF šifrniku: T220

Tip odabrane licence Kreativne zajednice: CC BY-NC

Information on the Mentor/Co-Mentor and Master's Thesis

Mentor: DR. Gordana Broćeta, Associate Professor, University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy

Co-Mentor: DR. Anđelko Cumbo, Assistant Professor, University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy

Title of master thesis: Comparison of beamed and beamless systems in the case of a residential-commercial building in Trebinje

Abstract: This master's thesis deals with the comparison of beam and flat slab systems on the example of a residential-commercial building in Trebinje. The aim of the research was to determine the advantages and disadvantages of both structural systems in terms of static and seismic behavior, while also considering the economic feasibility of construction.

The thesis includes detailed static and seismic analyses of characteristic structural elements – slabs, vertical elements – in accordance with Eurocode requirements. Three models of the building were created: a flat slab system (without full symmetry), an improved flat slab system, and a beam system.

The research results showed that beam systems achieve significant advantages compared to flat slab systems. The introduction of beams reduced horizontal displacements of the structure, slab deflections, and cracking, while seismic analysis also indicated more favorable structural behavior.

Although from the construction standpoint contractors find flat slab systems more practical to apply due to simpler formwork, which in recent years has become common practice, the economic analysis showed that in this particular case the beam system proved to be 10.95% more cost-effective. A similar level of economic efficiency of beam systems can be expected in other multi-story buildings. Based on this, it was concluded that beam systems represent a more rational solution, both from a structural and an economic perspective.

Therefore, their use is recommended in the design of reinforced concrete buildings, especially in areas of high seismic risk (notably in Trebinje and Banja Luka in the context of Bosnia and Herzegovina), particularly for buildings of similar height, with simultaneous optimization of the layout of reinforced concrete elements in order to achieve maximum structural efficiency and safety.

Key words: Comparison, Beam Systems, Flat Slab Systems, Static Analysis, Seismic Analysis, Economic Feasibility

Scientific field: Engineering and Technology

Narrow Scientific field: Construction Materials and Structures

Scientific area: Civil Engineering

Classification code: T220

Type of the selected Creative Commons license: CC BY-NC

Zahvaljujem se prof. dr Gordani Broćeta i doc. dr Anđelku Cumbi na nesebičnoj podršci, stručnoj pomoći i spremnosti da uvijek odgovore na moja pitanja i nedoumice. Njihovo mentorstvo i stručne sugestije imali su izuzetnu važnost, ne samo za izradu ovog rada, već i za moje akademsko usavršavanje u širem smislu.

Zahvalnost dugujem i svojim prijateljima i kolegama na pruženoj podršci, savjetima i ohrabrenju.

Posebno želim istaći doprinos svoje porodice, čije su strpljenje, razumijevanje i nepokolebljiva vjera u mene bili ključni tokom čitavog procesa izrade ovog rada.

Kompanija "Sirovina Komerc" d.o.o. Trebinje, koju zastupa direktor Srđan Radović,
Kompanija „Seeco“ d.o.o. Banja Luka, koju zastupa direktor Miroslav Popović,
Kompanija „Routing“ d.o.o. Banja Luka, koju zastupa direktor Vuk Subotić, daju

SAGLASNOST ZA UPOTREBU TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

Ovim izjavljujemo da smo saglasni, da se tehnička dokumentacija pod nazivom „Glavni projekat za izgradnju višeporodičnih stambenih objekata“, izrađena od strane „Seeco“ d.o.o. Banja Luka i „Routing“ d.o.o. Banja Luka, juna 2024. godine može koristiti za potrebe izrade Master rada, pod nazivom:

POREĐENJE GREDNIH I BEZGREDNIH KONSTRUKCIJSKIH SISTEMA NA PRIMJERU STAMBENO – POSLOVNOG OBJEKTA U TREBINJU

koga radi student Žarko Dabić MGRK 03/21.

Objekat koji je predmet ove tehničke dokumentacije smješten je na zemljištu označenom kao k.č.br. 1843/2 i 1849 (n.p.) K.O. Police 1, Trebinje. Navedena dokumentacija vodi se pod brojem 73.200/2024 u preduzeću „Routing“ d.o.o. Banja Luka.

Banja Luka, 06.12.2024.

Izjavu dali:

Investitor:

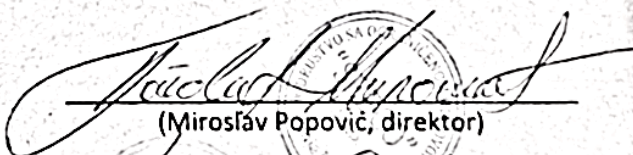
„Sirovina Komerc“ d.o.o. Trebinje



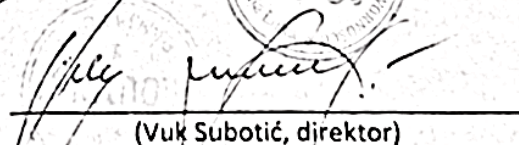
(Srđan Radović, direktor)

Nosioci izrade tehničke dokumentacije:

„Seeco“ d.o.o. Banja Luka


(Miroslav Popović, direktor)

„Routing“ d.o.o. Banja Luka


(Vuk Subotić, direktor)

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEHNIČKI OPIS	3
2.1. Uvod	3
2.2. Seizmološke karakteristike terena	3
2.3. Inženjersko-geološke karakteristike terena i uslovi za temeljenje	3
2.4. Opis konstrukcije objekta	10
2.4.1. Temeljna konstrukcija	12
2.4.2. Međuspratna konstrukcija	13
2.4.2.1. Ploče	13
2.4.2.2. Grede	13
2.4.3. Vertikalni elementi	14
2.4.3.1. Stubovi	14
2.4.3.2. Zidovi AB platna	14
2.4.4. Stepenište	14
3. RAČUNSKI DIO	15
3.1. Usvojeni parametri za proračun	15
3.2. Analiza opterećenja	15
3.2.1. Stalno opterećenje	16
3.2.2. Korisno opterećenje	18
3.2.2.1. Korisno opterećenje za krovove	18
3.2.2.2. Snijeg	22
3.2.2.3. Seizmičko opterećenje	24
3.3. Principi proračuna prema graničnim stanjima	26
3.4. Granično stanje nosivosti (GSN) (ULS)	27
3.5. Granično stanje upotrebljivosti (GSU) (SLS)	28
3.5.1. Kontrola ugiba	29
3.5.2. Kontrola prslina	30
3.5.3. Kontrola napona	31
4. STATIČKI PRORAČUN	33
4.1. Osnovni podaci o objektu – uslovi trajnosti i pouzdanosti	33
4.1.1. Uvod	33
4.1.2. Proračunski eksploatacioni vijek	33
4.1.3. Pouzdanost konstrukcije	34
4.1.4. Pouzdanost konstrukcije	34
4.1.5. Zaštitni sloj betona	36
4.1.6. Materijali	39
4.1.7. Položaj armature u poprečnom presjeku	40
4.1.7.1. Minimalni dozvoljeni razmak između šipki u poprečnom presjeku	40

4.1.7.2. Dopusćeni prećnici valjaka za savijanje šipki	40
4.1.7.3. Sidrenje podužne armature.....	41
4.1.7.4. Nastavljanje armature preklapanjem.....	44
4.1.7.5. Minimalna površina armature u elementima	44
4.2. Proraćun konstrukcije.....	47
4.2.1. Seizmićka analiza.....	48
4.2.1.1. Uvod.....	48
4.2.1.2. Klasifikacija lokalnog tla	48
4.2.1.3. Elastićni spektri odgovora.....	49
4.2.1.3.1. Horizontalni elastićni spektar odgovora	49
4.2.1.3.2. Vertikalni elastićni spektar odgovora	51
4.2.1.3.3. Projektni spektar odgovora za elastićnu analizu	52
4.2.1.4. Analiza konstrukcije.....	53
4.2.1.4.1. Krutost elemenata	53
4.2.1.5. Dokaz regularnosti konstrukcije	53
4.2.1.5.1. Regularnost u osnovi.....	53
4.2.1.5.2. Regularnost po visini	55
4.2.1.5.3. Koeficijent kombinacije za stalna i promjenljiva dejstva	57
4.2.1.6. Klasifikacija konstrukcijskog sistema, faktor ponašanja i projektni spektar odgovora	57
4.2.1.6.1. Tip konstrukcijskog sistema.....	57
4.2.1.6.2. Faktor ponašanja	58
4.2.2. Statićki proraćun	58
4.2.2.1. Kontrola ugiba.....	58
4.2.2.1.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)	61
4.2.2.1.2. Model 2 – poboljšan bezgredni sistem.....	65
4.2.2.1.3. Model 3 – gredni sistem.....	69
4.2.2.2. Statićki proraćun i dimenzionisanje karakteristićnih elemenata konstrukcije	73
4.2.2.2.1. Statićki proraćun – ulazni podaci.....	74
4.2.2.2.1.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)	74
4.2.2.2.1.2. Model 2 – poboljšan bezgredni sistem.....	79
4.2.2.2.1.3. Model 3 – gredni sistem.....	84
4.2.2.2.2. AB ploće.....	89
4.2.2.2.2.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)	89
4.2.2.2.2.2. Model 2 – poboljšan bezgredni sistem.....	100
4.2.2.2.2.3. Model 3 – gredni sistem.....	111
4.2.2.2.3. AB grede	122

4.2.2.2.3.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)	122
4.2.2.2.3.2. Model 2 – poboljšani bezgredni sistem.....	129
4.2.2.2.3.3. Model 3 – gredni sistem.....	136
4.2.3. Seizmički proračun	143
4.2.3.1. Multimodalna spektralna analiza	143
4.2.3.1.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)	144
4.2.3.1.2. Model 2 – poboljšani bezgredni sistem.....	149
4.2.3.1.3. Model 3 – gredni sistem.....	155
4.2.3.2. Slučajni torzioni efekti	162
4.2.3.3. Kombinovanje seizmičke sile u različitim pravcima	162
4.2.3.4. Izvod iz softvera za proračun – seizmički proračun	163
4.2.3.4.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)	163
4.2.3.4.2. Model 2 – poboljšani bezgredni sistem.....	173
4.2.3.4.3. Model 3 – gredni sistem.....	184
4.2.3.5. Provera relativnog spratnog pomjeranja	195
4.2.3.5.1. Provera efekata drugog reda (GSN).....	195
4.2.3.5.1.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)	195
4.2.3.5.1.2. Model 2 – poboljšani bezgredni sistem.....	196
4.2.3.5.1.3. Model 3 – gredni sistem.....	198
4.2.3.5.2. Provera relativnog spratnog pomjeranja sa aspekta ograničenja oštećenja	200
4.2.3.5.3. Izvod proračuna kontrole relativnog spratnog pomjeranja	200
4.2.3.6. Određivanje primarnih i sekundarnih seizmičkih elemenata	204
4.2.3.7. Provera normalizovane sile prema EN 1998 član 5.4.3.2.1. (3)P.....	206
4.2.3.7.1. Stubovi	206
4.2.3.7.2. Zidovi	211
4.2.3.7.3. Integralni presjeci.....	216
4.2.3.8. Izvod iz softvera za proračun vertikalnih elemenata konstrukcije.....	221
4.2.3.8.1. Stubovi	221
4.2.3.8.2. Zidovi	226
4.2.3.8.3. Integralni presjeci.....	231
4.2.3.9. Proračun duktilnosti vertikalnih elemenata konstrukcije.....	235
4.2.3.9.1. Stubovi	235
4.2.3.9.2. Zidovi	239
4.2.3.9.3. Integralni presjeci.....	244
5. POREĐENJE GREDNIH I BEZGREDNIH SISTEMA	245
5.1. Debljina tipske ploče	246

5.2. Potrebna površina armature u tipskoj ploči	246
5.3. Potrebna površina armature tipskih greda	248
5.4. Pomjeranje ploča	250
5.5. Ugibi tipske grede	252
5.6. Ugibi tipske ploče.....	253
5.7. Normalizovana sila – primarni stubovi	256
5.8. Normalizovana sila – sekundarni stubovi	257
5.9. Normalizovana sila – zidovi.....	259
5.10. Normalizovana sila – integralni presjeci	261
5.11. Potrebna površina armature u vertikalnim elementima.....	262
5.12. Seizmički uticaji	265
5.13. Ekonomska analiza troškova konstrukcije	269
5.14. Poređenje sopstvenih rezultata sa rezultatima drugih autora	290
6. ZAKLJUČAK	292
7. LITERATURA	294
SPISAK SLIKA	296
SPISAK TABELA	298
PRILOZI	300
KRATKA BIOGRAFIJA AUTORA	301

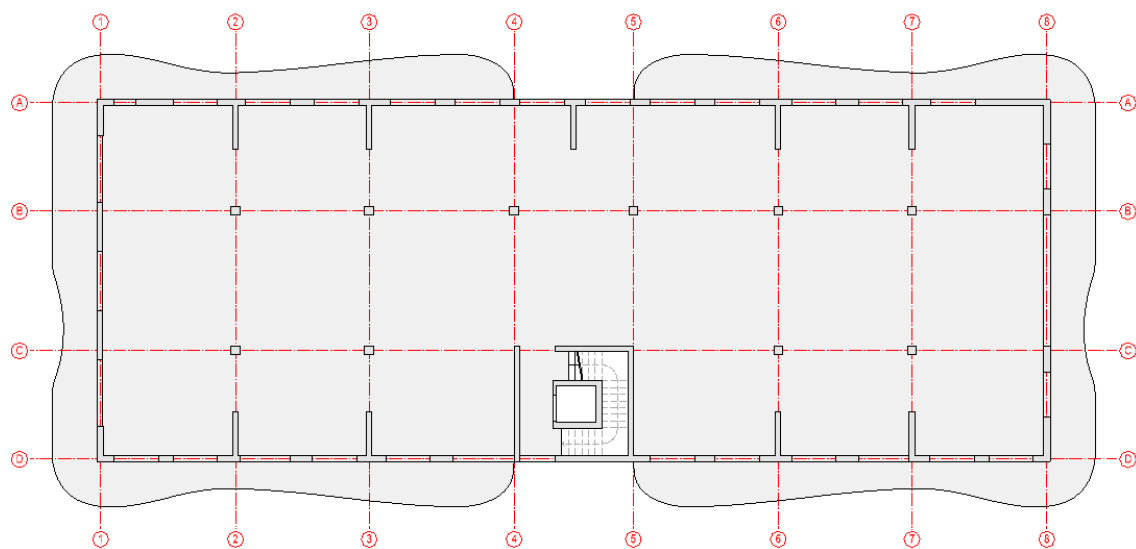
1. UVOD

Razvoj građevinskih konstrukcija neprekidno je usmjeren ka unapređenju statičke sigurnosti, racionalizaciji upotrebe materijala i optimizaciji troškova izvođenja. Poseban izazov u projektovanju armiranobetonskih objekata predstavlja izbor optimalnog konstrukcijskog sistema, koji u isto vrijeme treba da zadovolji zahtjeve nosivosti, upotrebljivosti i sigurnosti u seizmičkim uslovima, ali i da bude ekonomski opravdan. Među najčešće primjenjivanim sistemima u praksi izdvajaju se gredni i bezgredni sistemi, čije karakteristike u velikoj mjeri utiču na ponašanje konstrukcije i cijenu objekta. Predmet ovog istraživanja jeste poređenje grednih i bezgrednih sistema na primjeru stambeno-poslovnog objekta u Trebinju. Navedeni objekat projektovan je od strane firme *Seeco* d. o. o., u saradnji sa firmom *Routing* d. o. o., a autor je bio član projektantskog tima, konkretno, odgovorni projektant konstruktivne faze projekta. Za korišćenje tehničke dokumentacije (Modela 1, što je detaljnije obrazloženo u tekstu dolje) data je saglasnost, koja je priložena. U okviru rada prikazan je statički proračun za karakteristične konstrukcijske elemente – ploče i vertikalni elementi, a zatim i ukupna cijena koštanja betonskih i armiračkih radova. U okviru ovog procesa primjenjuju se smjernice i kriterijumi definisani Evrokod standardima, uzimajući u obzir granično stanje nosivosti i granično stanje upotrebljivosti.

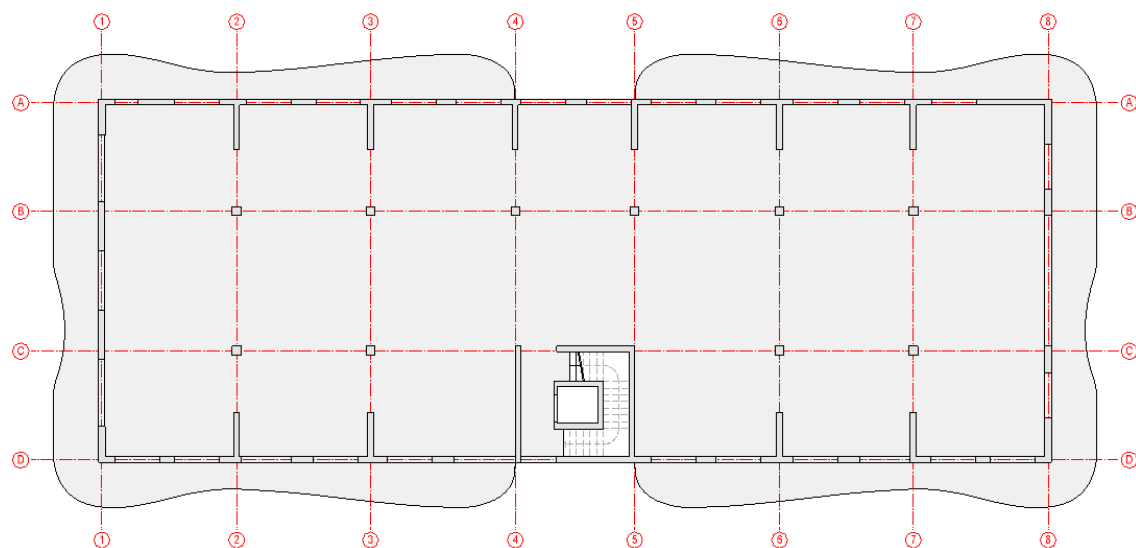
Poseban segment istraživanja obuhvatao je seizmičku analizu oba sistema, s obzirom na to da seizmička otpornost predstavlja ključni faktor u projektovanju konstrukcija u seizmički aktivnim područjima. U tom cilju formirana su tri modela objekta: bezgredni sistem (bez pune simetrije), poboljšan bezgredni sistem i gredni sistem, a što je prikazano u nastavku, na slikama 1–3. Na osnovu dobijenih rezultata izvršeno je upoređivanje statičkog i dinamičkog ponašanja, kao i ekonomske opravdanosti analiziranih sistema.

Cilj ovog rada jeste da se, kroz detaljnu analizu i poređenje, utvrde prednosti i nedostaci grednih i bezgrednih sistema, te da se ukaže na značaj racionalnog izbora konstrukcijskog rješenja u zavisnosti od uslova projektovanja i izvođenja. Analiza dobijenih rezultata pokazala je da gredni sistemi ostvaruju efikasnije ponašanje u pogledu statičkog i dinamičkog ponašanja, dok je neočekivano utvrđeno da istovremeno pokazuju povoljnije rezultate i u ekonomskoj analizi.

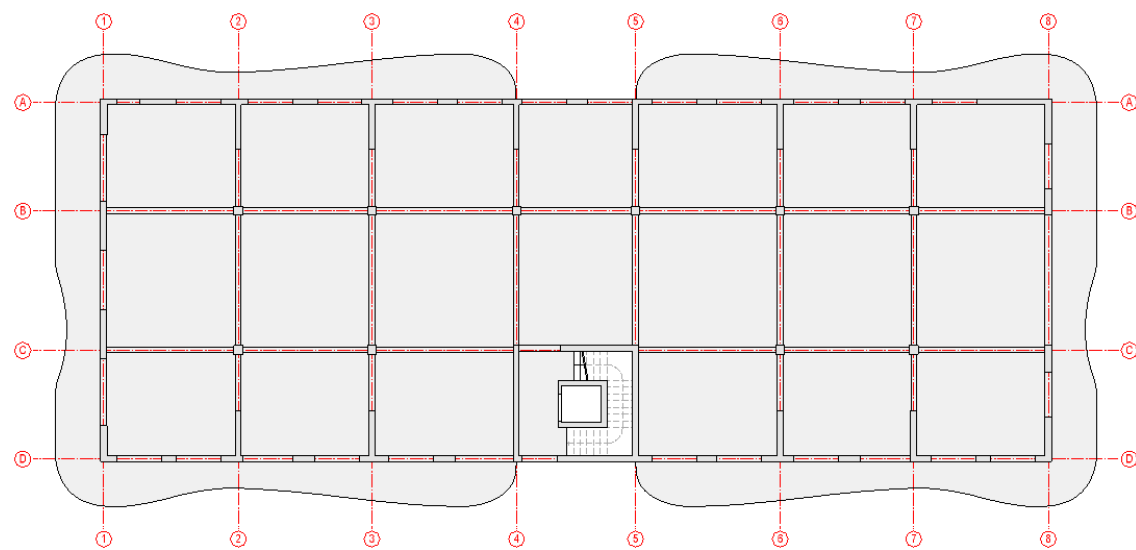
Rad je organizovan na sljedeći način: u drugom poglavlju predstavljen je tehnički opis konstrukcije. Treće i četvrto poglavlje obuhvataju računski dio, odnosno statičku i dinamičku analizu, dok su rezultati i poređenje prikazani u petom poglavlju. U zaključnom dijelu predstavljeni su rezultati istraživanja, uz isticanje mogućnosti njihove primjene i davanje preporuka za buduća istraživanja u ovoj oblasti.



Slika 1. Dispozicija - Model 1



Slika 2. Dispozicija - Model 2



Slika 3. Dispozicija - Model 3

2. TEHNIČKI OPIS

2.1. Uvod

Predmet ovog dijela projekta je objekat spratnosti Po+P+7, koji je smješten u Trebinju, na zemljištu označenom kao k. č. br. 1843/2 i k. č. br. 1849 KO Police 1, Trebinje (n. p.)

Projekat konstrukcije sadrži statički proračun konstrukcije zajedno sa tehničkim crtežima potrebnim za izvođenje konstrukcije armiranobetonskog objekta, kao i specifikacijama materijala.

Kao podloga za izradu projekta poslužili su:

- projektni zadatak,
- geodetska podloga,
- urbanističko-tehnički uslovi,
- lokacijski uslovi,
- glavni arhitektonski projekat,
- elaborat o inženjersko-geološkim i geomehaničkim ispitivanjima tla.

2.2. Seizmološke karakteristike terena

Prema seizmološkoj karti za povratni period od 500 godina [13] Trebinje se nalazi u IX zoni seizmičkog djelovanja prema MSC.

Vrijednost referentnog maksimalnog ubrzanja tla tipa A, a_{gR} za povratni period od 475 godina, za datu lokaciju iznosi $a_{gr} = 0,35 \cdot g$ ($3,43 \text{ m/s}^2$), što znači da je potrebna primjena odredbi Evrokoda 8, jer se radi o području visoke seizmičnosti.

Odabrani faktor značaja γ_1 se usvaja sa vrijednosti 1, jer se ne radi o značajnijem objektu i spada u Klasu značaja II, prema EN 1998-1, član 4.2.5 (1)P.

2.3. Inženjersko-geološke karakteristike terena i uslovi za temeljenje

Geotehničke istražne radove i geomehanički elaborat je uradila firma IBIS – inženjering d. o. o. Banja Luka u oktobru 2024. godine. Izvršena su terenska i laboratorijska istraživanja, koja su obuhvatila sljedeće:

- inženjerskogeološka prospekcija terena,
- izvođenje istražnog bušenja – 3 istražne bušotine ukupne dubine bušenja od 44 m,
- kartiranje nabušenog jezgra,

- ispitivanje fizičko-mehaničkih parametara tla SPT opitom,
- inženjerskogeološko profilisanje terena,
- uzimanje uzoraka za laboratorijska ispitivanja – 8 komada,
- opažanje pojave i nivoa podzemne vode,
- elaboracija prikupljenih podataka i dobijenih rezultata.

U pogledu inženjerskogeološkog sastava i svojstava, izdvojeno je šest osnovnih sredina koje odražavaju geološku građu i to:

- geotehnička sredina I: nasip
- geotehnička sredina II: glina, prašinasto-pjeskovita CL
- geotehnička sredina III: pjeskoviti šljunak, lokalno zaglinjen GP
- geotehnička sredina IV: glina, prašinasta CL
- geotehnička sredina V: intenzivno izmijenjeni krečnjaci
- geotehnička sredina VI: krečnjak – osnovna stijena

Geotehnička sredina I – nasip je sačinjen od zaglinjenog prašinasto pjeskovitog tucanika i šljunka, neujednačenog granulometrijskog sastava. Debljina nasipa je neujednačena i iznosi preko 2,0 m u svim bušotinama.

Geotehnička sredina II – glina, prašinasto pjeskovita CL je smeđe boje. U plićim zonama je tamnije boje, teško gnječiva, tvrđa i manje stišljiva, dok je po dubini, a bliže kontaktu sa aluvijalnim pjeskovima i šljunkovima važnija, mekše konzistencije i plastičnija.

Prirodna zapreminska masa: $\gamma_z = 1,800\text{--}1,860 \text{ mg/m}^3$

Suva zapreminska masa: $\gamma_d = 1,400\text{--}1,426 \text{ mg/m}^3$

Parametri čvrstoće na smicanje:

kohezija: $c = 10,0\text{--}15,0 \text{ kN/m}^2$

ugao smičuće otpornosti: $\phi = 21\text{--}24$

Parametar deformabilnosti:

modul stišljivosti: $M_v = 4,5\text{--}6,5 \text{ MPa}$

Geotehnička sredina III: pjeskoviti šljunak, lokalno zaglinjen GP

Ispod gline nabušeni su aluvijalni šljunkovi i pjeskovi. Njihovo smjenjivanje je neritmično, pa se tako u profilu terena izdvajaju zone sa više pjeskovite i više šljunkovite komponente. U dubljim zonama se izdvajaju zaglinjeni intervali. Debljina ove sredine je od 2,0 do 4,0 m u istražnim radovima i lokalno može varirati.

Parametri čvrstoće na smicanje:

kohezija: $c = 0 \text{ kN/m}^2$

ugao smičuće otpornosti: $\phi = 30\text{--}34$

Parametar deformabilnosti:

modul stišljivosti: $M_v = 4,5\text{--}6,5 \text{ MPa}$

Geotehnička sredina IV: glina, prašinasta CL

Ovo glinovito tlo izdvojeno je samo u zoni između kontakta aluvijalnih sedimenata i podinskih krečnjačkih stijena. Ona suštinski predstavlja produkt intenzivnog raspadanja krečnjačkih stijena i gotovo uvijek se nalazi u njihovim prirodnim diskontinuitetima kao ispuna. Odlikuje se niskom plastičnošću, mrvljiva je i slabije vezana.

Parametri čvrstoće na smicanje:

kohezija: $c = 10,0\text{--}12,0 \text{ kN/m}^2$

ugao smičuće otpornosti: $\phi = 22\text{--}24$

Parametar deformabilnosti:

modul stišljivosti: $M_v = 5,5\text{--}6,5 \text{ MPa}$

Geotehnička sredina V: intenzivno izmijenjeni krečnjaci

U ovoj sredini dominiraju intenzivno alterisani i oštećeni krečnjaci, bijele boje, sa izraženom intenzivnom karstifikacijom, stijena je izdijeljena subvertikalnim i na njih upravnim prslinama i pukotinama na fragmente centimetarske krupnoće. Zdrobljeni fragmenti su oštih ivica. Same pukotine su undulirajuće i stepeničaste, orijentacija u svim pravcima, površine loma lokalno glatke, hrapave do veoma hrapave, jako alterisane i lokalno zamaskirane crvenkasto – smeđom glinom. U nekim intervalima stijena je potpuno grupisana na nivo drobine i pjeskovite drobine sa reliktima osnovne strukture i tekture.

Zapreminska masa: $\gamma_z = 2,60\text{--}2,80 \text{ mg/m}^3$

Kohezija: $c = 100,0\text{--}150,0 \text{ kN/m}^2$

Ugao smičuće otpornosti: $\phi = 30\text{--}34$

Jednoaksijalna čvrstoća na pritisak: $\sigma_{ci} = 30\text{--}50 \text{ MPa}$

Poissonov koeficijent: $\nu = 0,25\text{--}0,30$

Geotehnička sredina VI: krečnjak – osnovna stijena

Krečnjak je mliječno bijele boje, pretežno jedar i kompaktan. Karakteristična je intenzivna do manje intenzivna karstifikacija duž nabušenih intervala krečnjaka. Zastupljene su otvorene subvertikalne i subhorizontalne pukotine, zijeva od par mm. Na površinama loma jasno se uočavaju trгови crvenice, dok se mikro defektima ona javlja kao ispuna. Terenski opitom čekićem krečnjaci su ocijenjeni kao veoma čvrsti.

Zapreminska masa:

$$\gamma_z = 2,60-2,80 \text{ mg/m}^3$$

Kohezija:

$$c = 300,0-400,0 \text{ kN/m}^2$$

Ugao smičuće otpornosti:

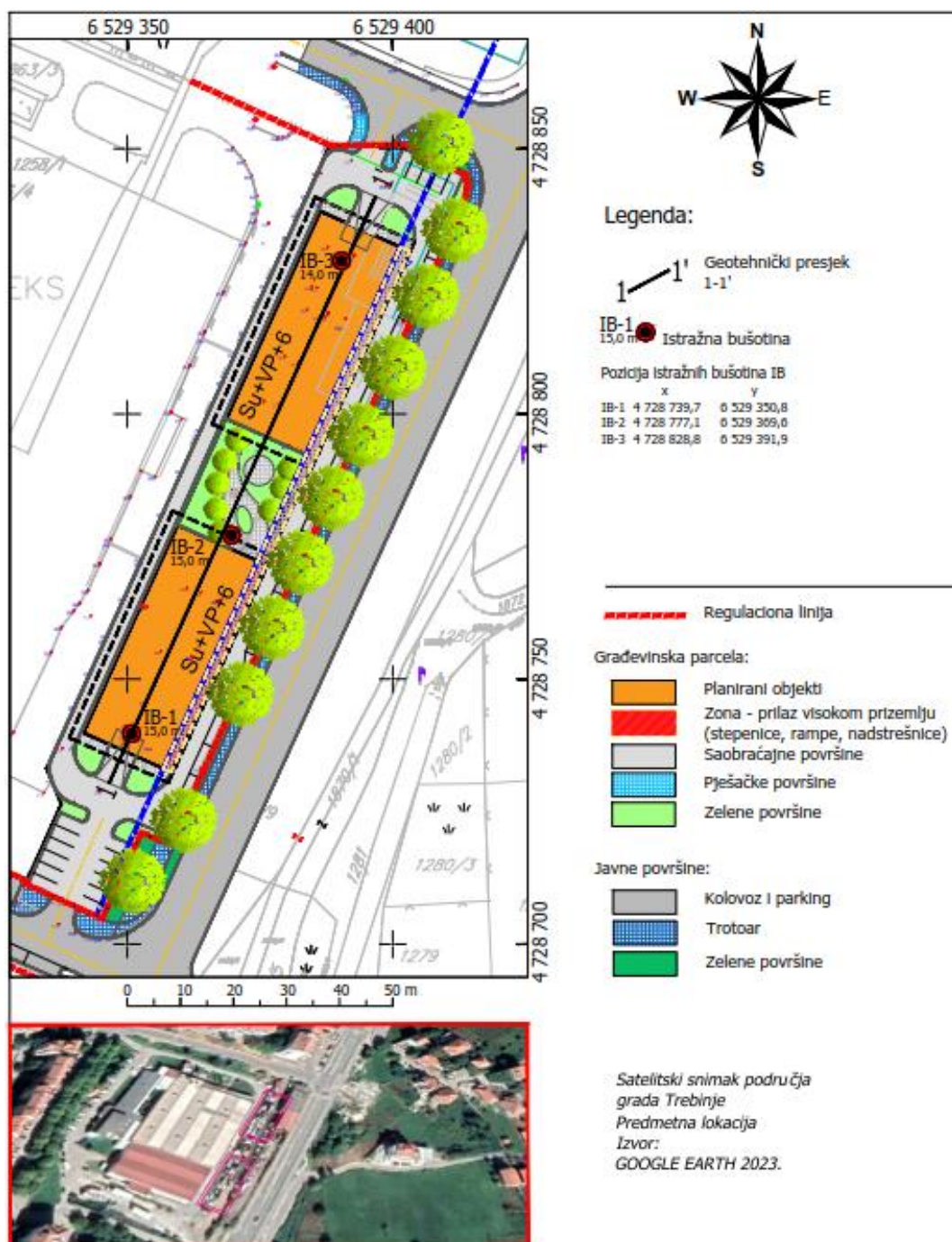
$$\phi = 40-45$$

Jednoaksijalna čvrstoća na pritisak:

$$\sigma_{ci} = 80-120 \text{ MPa}$$

Poissonov koeficijent:

$$\nu = 0,25-0,50$$

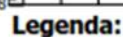


Slika 4. Situacija sa izvedenim istražnim radovima 1:1000

Kartirao:
Dragan Marjanović, mast. inž. geol.
Kartiranje verifikovao:
Branko Ivanković, dipl. inž. geol.

Početak bušenja:
14.09.2024.
Završetak bušenja:
16.09.2024.

x: 4728739,7
y: 6529330,8
z:



☐ Poremećen

Identifikaciono-klasifikacioni
opšti

2,00 m Nivo podzemne vode (septembar 2024.)

2, 2, 3
(15, 15, 15 cm) SPT

Napomena:

**Za klasifikaciju tla korišćena
Unified Soil Classification System
- USCS**

7

Radilište:
Ulica Republike Srpske,
Grad Trebinje

Kartirao:
Dragan Marjanović, mast. inž. geol.

Kartiranje verifikovao:
Branko Ivanković, dipl. inž. geol.

Istražna bušotina IB-2, 1:100

Početak bušenja:
17.09.2024.

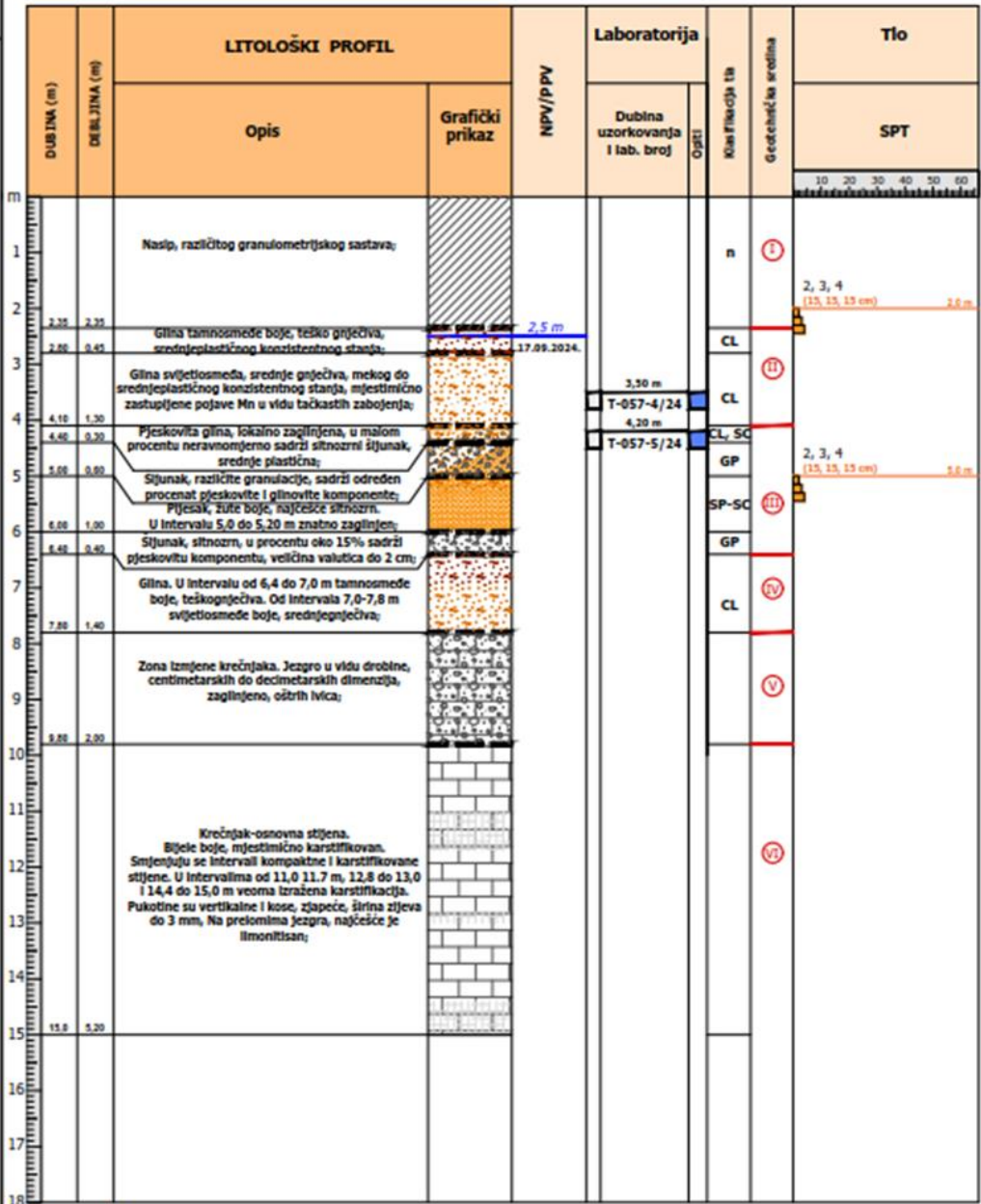
Završetak bušenja:
17.09.2024.

Koordinate istražne bušotine:

X: 4728777,1

Y: 6529309,0

Z:



Legenda:

Uzorak

□ Poremećen

Opit

■ Identifikaciono-klasifikacioni opiti tla

2.00 m Nivo podzemne vode (septembar 2024.)

2, 2, 3 (15, 15, 15 cm) SPT

Napomena:
Za klasifikaciju tla korišćena
Unified Soil Classification System
- USCS

Slika 6. Istražna bušotina IB-2

Radilište:
Ulica Republike Srpske,
Grad Trebinje

Kartirao:
 Dragan Marjanović, mast. inž. geol.

Kartiranje verifikovao:
 Branko Ivanković, dipl. inž. geol.

Istražna bušotina IB-3, 1:100

Početak bušenja:

18.09.2024.

Završetak bušenja:

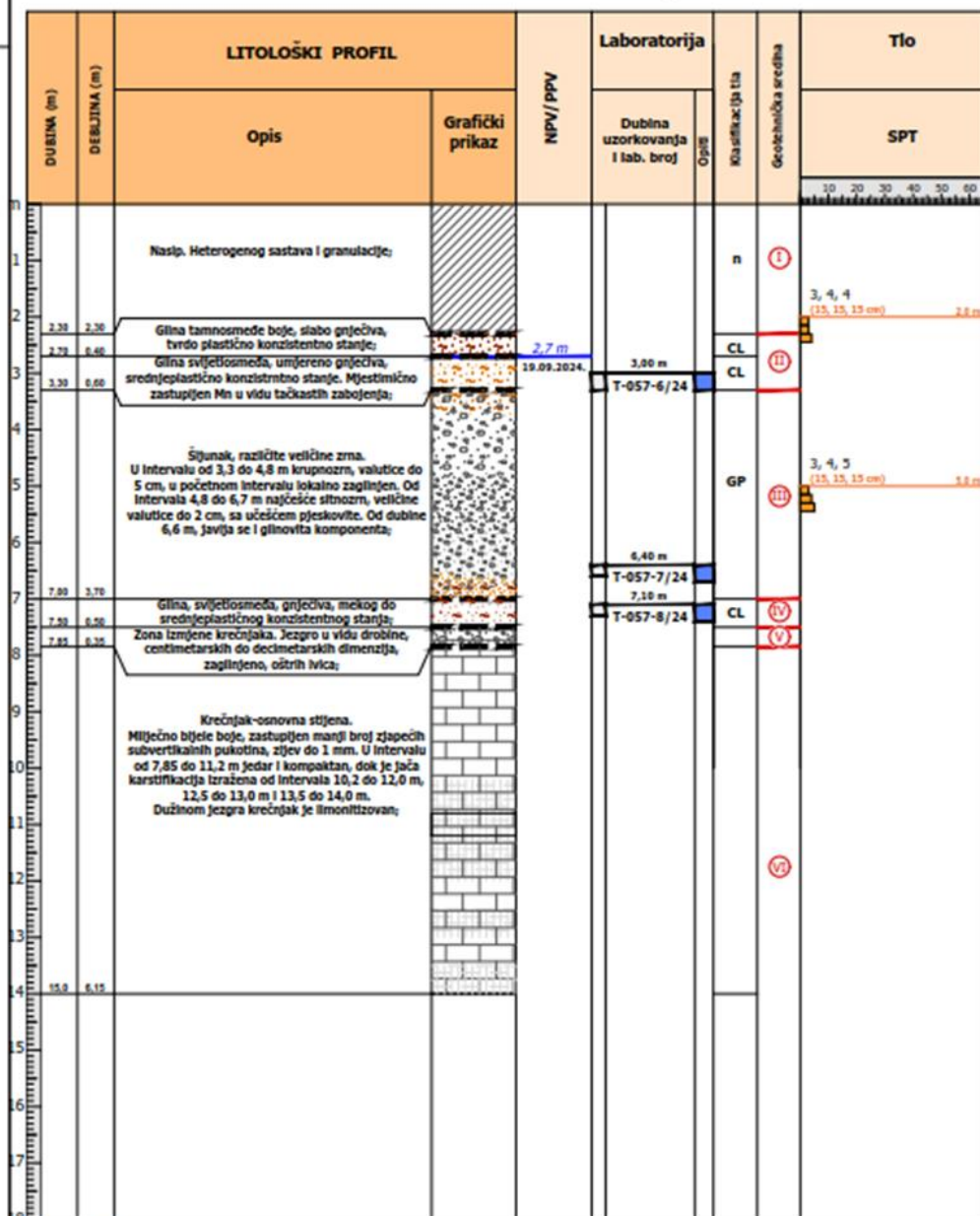
19.09.2024.

Koordinate istražne bušotine:

X: 4728828,8

Y: 6529391,9

Z:



Legenda:

Uzorak

□ Poremećen

Opit

■ Identifikaciono-klasifikacioni opiti tla

2,00 m

Nivo podzemne vode (septembar 2024.)

2, 2, 3
(15, 15, 15 cm) SPT

Napomena:

Za klasifikaciju tla korišćena
 Unified Soil Classification System
 - USCS

Slika 7. Istražna bušotina IB-3

Oznaka bušotine	Dubina vršenja SPT (m)	Broj udaraca (N)
IB-1	2,00	15 cm... 2 udarca 15 cm... 3 udarca 15 cm... 4 udarca
	5,00	15 cm...2 udarca 15 cm... 3 udarca 15 cm... 4 udarca
IB-2	2,00	15 cm... 2 udarca 15 cm... 3 udarca 15 cm... 5 udarca
	5,00	15 cm...2 udarca 15 cm... 2 udarca 15 cm... 3 udarca
IB-4	2,00	15 cm... 3 udarca 15 cm... 4 udarca 15 cm... 4 udarca
	5,00	15 cm...3 udarca 15 cm...4 udarca 15 cm... 5 udarca

Slika 8. Rezultati izvođenja SPT opita u bušotinama

Dozvoljeno opterećenje temeljnog tla za temeljenje na temeljnoj ploči za osnovno i dopunsko opterećenje dobijeno ovim Elaboratom je $p_a = 240,0 \text{ kN/m}^2$.

Procijenjena veličina slijeganja temeljnog tla za analizirane uslove temeljenja je od $s_u = 10,0 \text{ cm} \pm 20\%$.

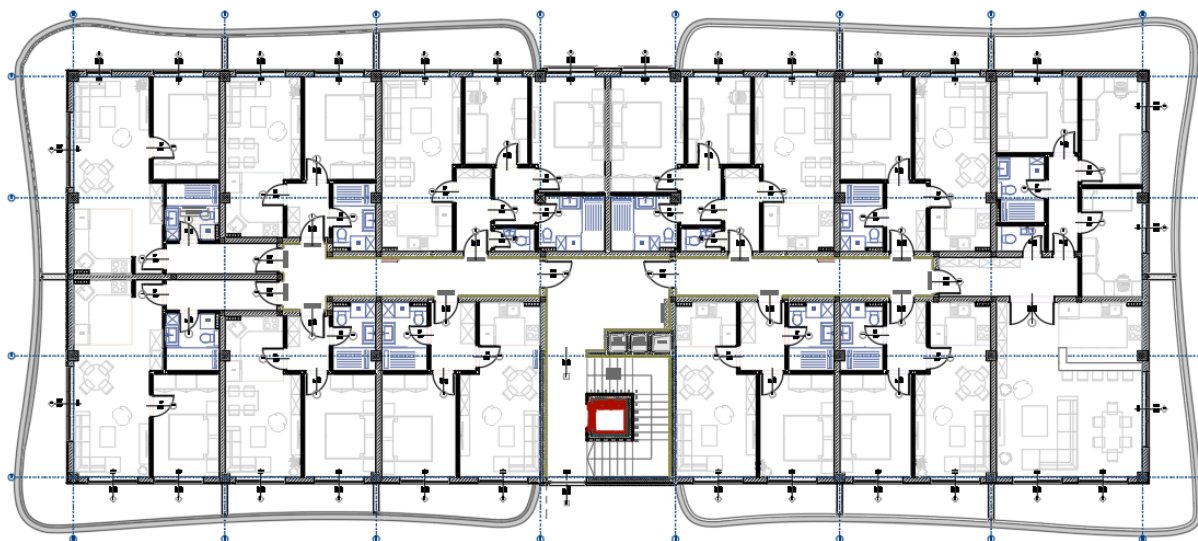
Prema **EN 1997-1-2017, Aneks H** granična vrijednost deformacije konstrukcije i pomjeranja temelja (4), za uobičajene konstrukcije sa temeljima, **ukupna slijeganja do 50 mm su uglavnom prihvatljiva**. Veća slijeganja mogu da se prihvate ukoliko relativne rotacije ostaju u prihvatljivim granicama, i ako ukupna slijeganja ne stvaraju probleme u instalacijama ili izazivaju naginjanje i sl.

Vrijednosti SPT opita u bušotinama ukazuju da je tlo rastresito/vrlo rastresito.

Slijeganja koja su dobijena elaboratom nisu prihvatljiva, te se pristupilo izradi temeljenja objekata na šipovima.

2.4. Opis konstrukcije objekta

Predmetni objekat projektovan je kao slobodnostojeća građevina, sastavljena od jedne konstrukcijske cjeline, izrađene u svemu od armiranog betona, čiji je sastav i kvalitet u svemu projektovan prema BAS EN 206+A2:2022 za beton i BAS EN 10080:2007 za čelik. Objekat je u osnovi pravougaonog oblika maksimalnih dimenzija u prizemlju cca 43,00 x 16,50 m. Krovna ploča je ravna, i neravnomjerno prepuštena sa svih strana, maksimalno 2,0 m.



Slika 9. Dispozicija objekta

Konstruktivski rasteri su pravilni, sa maksimalnim rastojanjima od 6,50 m u x pravcu, i 6,25 m u y pravcu. Ako se posmatraju kote gotove betonske ploče, spratna visina je 2,93 m. Ukupna visina objekta od kote dna temelja je cca 29,00 m.

Konstrukcija je u svemu projektovana prema seriji evropskih standarda EN 1990–EN 1998, uvažavajući nacionalne anekse, ali i dobru građevinsku praksu projektovanja konstrukcija ovih objekata.

Pošto se objekat nalazi u seizmički aktivnom području, to je uveliko uticalo na konceptualni izbor konstrukcijskog sistema. Prema karti seizmičkog hazarda za referentni povratni period od 475 godina (nacionalni dodatak standarda BAS EN 1998-1/NA:2018), vrijednost referentnog maksimalnog ubrzanja tla tipa A, a_{gR} za povratni period od 475 godina, za datu lokaciju Trebinja iznosi $a_{gr} = 0,35 \cdot g$ ($3,43 \text{ m/s}^2$), što znači da je potrebna primjena odredbi Evrokoda 8. Takođe, ova konstrukcija se projektuje za srednju klasu duktilnosti **DCM** što se smatra optimumom između sigurnosti i ekonomičnosti.

Konstrukcija (u aseizmičkom smislu) je projektovana kao:

- bezgredni sistem bez pune simetrije – Model 1,
- poboljšan bezgredni sistem – Model 2,
- gredni sistem – Model 3.

U pogledu sigurnosti, nosivosti i odgovarajuće usvojene duktilnosti konstrukcije, konstrukcija zadovoljava pravila aseizmičkog projektovanja prema Evrokodu 8, a istovremeno, u skladu je sa zahtjevima iz JUS „Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u

seizmičkim područjima“ iz 1981 godine. Konstrukcija je regularna u osnovi, tj. približno ima ravnomjieran i simetričan raspored vertikalnih elemenata (za prijem seizmičkih sila) u oba pravca, a što je osnova za dobro ponašanje konstrukcije tokom zemljotresa.

U nastavku se daju opisi svih elemenata konstrukcije objekta.

2.4.1. Temeljna konstrukcija

Debljina temeljne ploče je $d_{pl} = 60 \text{ cm}$. Šipovi su prečnika $D = 80 \text{ cm}$. Dužina šipova je $8,75 \text{ m}$. Dužina šipova je predodređena dubinom nosivog sloja tla, odnosno osnovne stijene. Šipovi moraju min. 3D biti ubušeni u stijensku masu, tj. geotehničku sredinu VI: osnovna stijena.

Izvođenje šipova se vrši specijalizovanim mašinskim garniturama za sprječavanje eventualnog obrušavanja materijala. Bušenje se izvodi pod zaštitnom čeličnih cijevi (kolona).

Kada se postigne dovoljna dubina šipova, postavlja se armaturni koš izrađen prema armaturnim detaljima, pri čemu se glavna armatura produžava iznad vrha šipa za potrebnu dužinu ankerisanja u AB temeljnu ploču. Nakon postizanja zahtijevane klase betona vrši se čišćenje armature koja se ankeriše u temeljnu ploču i vrši se obrada betona gornje površine šipova zbog njihove monolitizacije sa pločom. Zatim se vrši postavljanje oplata i armature za temeljnu ploču.

Hidroizolacija na mjestu šipova se izvodi tako što se na sloj podložnog betona postavlja hidroizolacijska TPO membrana, te zaštita hidroizolacije betonom. TPO membrana je vodonepropusni sistem čvrsto slijepljen sa vanjskom površinom betona, koji potpuno onemogućuje protok između konstrukcije i membrane. Spajanje krajeva se izvodi samoljepljivim preklopom. Debljina membrane je 1,2 mm. Na mjestima šipova TPO membrana se propušta što bliže armaturnim šipkama, potom se fiksira u konstrukciju, te se izlijeva sloj epoksidnog maltera na bazi epoksidne smole, visokih karakteristika, visoke preciznosti i otporan na vlagu. Na svaku armaturnu šipku se ugrađuje brtveni prsten koji u dodiru sa vodom bubri i stvara vodonepropusni sistem.

Temeljenje objekta je na stjenovitom tlu. Proračun dozvoljene nosivosti baze šipa u stijeni je urađen prema EN 1997-1:2017. Prema projektnom pristupu 2 mora se provjeriti da li će granično stanje loma ili prekomjernog deformisanja nastupiti sa sljedećom kombinacijom skupina parcijalnih koeficijenata: **$AI+MI+R2$**

Proračun temelja je izvršen u *Tower 8* za proračun graničnog stanja nosivosti (GSN - ULS).

Krutost temeljnog tla ispod temeljne ploče je zanemarena.

Za krutosti ispod baze šipa usvojena je apsolutna krutost:

Setovi tačkastih oslonaca						
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1,000e+10	1,000e+10	1,000e+10	1,000e+10	1,000e+10	1,000e+10

Bočne krutosti šipova kroz tlo je sračunata za svaki 1m i usvojene su sljedeće vrijednosti:

Setovi tačkastih oslonaca						
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1,000e+10	1,000e+10	1,000e+10	1,000e+10	1,000e+10	1,000e+10
2	4,550e+3	4,550e+3				
3	9,100e+3	9,100e+3				
4	1,365e+4	1,365e+4				
5	1,820e+4	1,820e+4				
6	2,275e+4	2,275e+4				
7	2,730e+4	2,730e+4				
8	6,370e+4	6,370e+4				
9	7,280e+4	7,280e+4				

Temeljna konstrukcija se izvodi u jednoj dilatacionoj cjelini. U temeljnoj ploči su prisutne denivelacije u liftovskom oknu.

Projektovani beton temeljne ploče je klase **C30/37** u uslovima izloženosti **XC2**, a šipova je **C30/37** u uslovima izloženosti **XC2** i **XA2** (prema EN 1992-1-1 i EN 206-1) dok je prema EN 10080, čelik za armiranje usvojen kao klasa **B500B** za armaturne šipke i **B500B** za armaturne mreže.

Debljina zaštitnog sloja betona do armature za temeljnu ploču je $c_{nom} = 40$ mm. Debljina zaštitnog sloja betona do armature za šipove je $c_{nom} = 90$ mm.

Ispod temeljne ploče potrebno je izvršiti zamjenu podtla u debljini od 30 cm sa drobinom uz potrebno nabijanje do $M_s = 60$ MPa. Na pripremljenom podtlu se izvodi sloj podložnog betona klase C12/15.

2.4.2. Međuspratna konstrukcija

2.4.2.1. Ploče

Armiranobetonske ploče su oslonjene na AB grede i stubove konstrukcije i projektovane su tako da prime i prenesu vertikalno stalno i korisno opterećenje na njih. Takođe se proračunom smatraju krutim u svojoj ravni, pa na taj način ravnomjerno raspoređuju i prenose seizmičke uticaje na vertikalne elemente. Debljina ploča na objektu su: **krovnna ploča $d_{pl} = 20$ cm, međuspratna tavanica $d_{pl} = 20$ cm.**

AB ploče su projektovane od betona klase **C30/37** i **C25/30**, u uslovima izloženosti **XC1**, i armirane mrežama kvaliteta **B500B** i dodatnim šipkama kvaliteta **B500B**. Način armiranja prikazan je u grafičkim prilogima K-03 i K-04.

2.4.2.2. Grede

Armiranobetonske grede su dio ploče i služe za oslanjanje ploče i prenošenje vertikalnih dejstava. Dimenzije greda su **25/42 cm** i **25/75 cm**. AB grede su projektovane od betona klase **C25/30** i armirane rebrastom armaturom **B500B**. Način armiranja prikazan je u grafičkom prilogu K-02.

2.4.3. Vertikalni elementi

2.4.3.1. Stubovi

Armiranobetonski stubovi su dio sistema konstrukcije. Ovakav sistem je proizašao iz zahtjeva arhitekture, te su projektovani AB stubovi različitih dimenzija, vidljivih u planovima oplata. Svi AB stubovi na objektu su projektovani od betona različitih klasa, vidljivih u planovima oplata i armirani rebrastom armaturom **B500B**. Način armiranja prikazan je u grafičkom prilogu K-05.

2.4.3.2. Zidovi AB platna

Armiranobetonski zidovi su na objektu projektovani u dva ortogonalna pravca. Dimenzije zidova **$d = 30\text{ cm}$ i $d = 25\text{ cm}$** , različitih dužina. Dimenzionisani su kao seizmički zidovi i primaju na sebe i sprovode na temelje uticaje seizmičkog opterećenja. Svi AB zidovi na objektu su projektovani od betona klase **C40/50** i **C30/37** (do 1. sprata uključujući i 1. sprat), **C25/30** (od 1. sprata) i armirani mrežama kvaliteta **B500B** i šipkama kvaliteta **B500B**. Način armiranja prikazan je u grafičkom prilogu K-06.

2.4.4. Stepenište

Na objektu je projektovano jedno armiranobetonsko trokrako stepenište – TIP 1. Stepenište se oslanja na AB zidove oko stepeništa te na međuspratnu konstrukciju. Debljina stepenišne ploče je **$d_{pl} = 15\text{ cm}$** . U konstrukciji zidova potrebno je predvidjeti ankere koji omogućavaju vezu stepeništa sa AB zidovima. Prilikom izvođenja treba voditi računa o geometriji šipki armature koje u svemu prate geometriju stepeništa. Betoniranje stepeništa izvodi se sa betoniranjem ploče više etaže (npr. betoniranje stepeništa između prizemlja i 1. sprata izvodi se prilikom betoniranja podne ploče 1. sprata). Stepenište je projektovano od betona klase **C30/37**, **C25/30** i armirano šipkama kvaliteta **B500B**.

3. RAČUNSKI DIO

3.1. Usvojeni parametri za proračun

Propisi:

- **Evrokod 0** – Osnove projektovanje konstrukcija (*EN 1990:2002/A1:2005/AC:2010 Eurocode – Basis of structural design*)
- **Evrokod 1** – Dejstva na konstrukcije – Dio 1-1: Opšta dejstva – Zapreminske težine, sopstvena težina, korisno opterećenje za zgrade (*EN 1991-1-1:2002/AC:2009 Eurocode 1 – Actions on structures – Part 1-1: General actions – Densities, self-weight and imposed loads for buildings*)
- **Nacionalni dodatak BAS EN 1991-1-3/NA:2018** – Dejstva na konstrukcije – Dio 1-3: Opšta dejstva – Opterećenja snijegom
- **Evrokod 2** – Projektovanje betonskih konstrukcija – Dio 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade, mostove i građevinske konstrukcije (*EN 1992-1-1:2023 Eurocode 2 – Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings, bridges and civil engineering structures*)
- **Evrokod 7** – Geotehničko projektovanje – Dio 1: Opšta pravila (*EN 1997-1:2004/A1:2013 Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 1: General rules*)
- **Evrokod 8** – Projektovanje seizmički otpornih konstrukcija – Dio 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade (*EN 1998-1:2004/A1:2013 Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings*)
- **Nacionalni dodatak BAS EN 1998-1/NA:2018** – Projektovanje seizmički otpornih konstrukcija – Dio 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak (*EN 1998-1:2004/A1:2013 Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings – National annex*)

3.2. Analiza opterećenja

Klasifikacija svih opterećenja na predmetnu konstrukciju je provedena u skladu sa EN 1990 član 4.1.1 (1)P, po čemu su dejstva (opterećenja) klasifikovana prema svojoj promjenjivosti u toku vremena. Dakle, opterećenja se dijele na:

- stalna opterećenja G
- promjenjiva opterećenja Q
- incidentna opterećenja A

Takođe, prema EN 1990 (4)P svako opterećenje je klasifikovano kao direktno ili indirektno, kao pokretno ili nepokretno i kao statičko ili dinamičko. U nastavku je dato određivanje karakterističnih vrijednosti svih dejstava koja djeluju na konstrukciju a koja su relevantna.

3.2.1. Stalno opterećenje

(Ref. EN 1991-1-1 Tabela A3)

Stalna djelovanja (*Permanent actions*) G , prema EN 1990, član 1.5.3.3, su djelovanja za koje je vjerovatno da djeluju u toku cijelog datog referentnog perioda i za koje je varijacija intenziteta tokom vremena zanemarljiva. Za takva opterećenja, karakteristične vrijednosti G_k su usvojene kao nominalne vrijednosti i to po specifičnim preporukama Evrokoda (EN 1990, član 4.1.2 (1)P i 2(P)) u zavisnosti od vrste stalnog djelovanja.

Sopstvena težina konstrukcijskih elemenata kao opterećenje je uračunata softverski na osnovu nominalnih dimenzija poprečnih presjeka elemenata i odgovarajuće zapreminske težine materijala od kojeg su napravljeni a kako to dozvoljava član EN 1990, član 4.1.2 (5). Geometrijska odstupanja (dimenzije poprečnih presjeka ali i geometrija čitave konstrukcije) za potrebe određivanja presječnih sila ili drugih efekata dejstava, mogu biti zanemarena budući da se ovdje ne provodi proračun drugog reda što je onda u skladu sa EN 1990, član 6.3.4 (1) i 2(P).

KROVNA PLOČA

Površinska opterećenja

1. Šljunak 10 cm.....	= 2,00 kN/m ²
2. Zaštitni sloj.....	= 0,10 kN/m ²
3. Beton za pad 10 cm.....	= 2,40 kN/m ²
4. Termoizolacija 14 cm.....	= 0,06 kN/m ²
5. Parna brana.....	= 0,10 kN/m ²
6. Malter produžni 2 cm.....	= 0,40 kN/m ²
7. Sopstvena težina konstrukcije	Uračunato u programu
$\Sigma g = 5,06 \text{ kN/m}^2$	

Linijska opterećenja

Atika 10/70 cm.....	= 2,00 kN/m

PLOČA IZNAD PRIZEMLJA i TIPSKE ETAŽE

Površinska opterećenja

1. Parket hrastovi 2 cm.....	= 0,14 kN/m ²
2. Cementni estrih 5 cm.....	= 1,00 kN/m ²
3. Termoizolacija.....	= 0,06 kN/m ²
4. Malter produžni 2 cm.....	= 0,40 kN/m ²

5. Pregradni zidovi..... = 0,40 kN/m²
6. Sopstvena težina konstrukcije Uračunato u programu
- $\Sigma g = 2,00 \text{ kN/m}^2$**

Linijska opterećenja

- Zid od blok opeke 20 cm, h = 2,73 m..... = 8,20 kN/m
- Stepenište TIP 1..... = 13,10 kN/m

PLOČA IZNAD PODRUMA

Površinska opterećenja

1. Keramičke pločice 2 cm..... = 0,48 kN/m²
2. Cementni estrih 5 cm..... = 1,00 kN/m²
3. Termoizolacija..... = 0,06 kN/m²
4. Malter produžni 2 cm..... = 0,40 kN/m²
5. Spušteni strop 36 cm..... = 0,30 kN/m²
6. Pregradni zidovi..... = 0,40 kN/m²
7. Sopstvena težina konstrukcije..... Uračunato u programu
- $\Sigma g = 2,64 \text{ kN/m}^2$**

Linijska opterećenja

- Zid od blok opeke 20 cm, h = 3,66 m..... = 11,00 kN/m
- Stepenište TIP 1..... = 13,10 kN/m

TEMELJNA PLOČA

Površinska opterećenja

1. Ferobeton 10 cm..... = 2,40 kN/m²
2. Hidroizolacija..... = 0,10 kN/m²
3. Sopstvena težina konstrukcije..... Uračunato u programu
- $\Sigma g = 2,50 \text{ kN/m}^2$**

Linijska opterećenja

- Zid od blok opeke 20 cm, h = 3,20 m..... = 9,60 kN/m
- Stepenište TIP 1..... = 13,10 kN/m

STEPENIŠTE

Površinska opterećenja

1. Keramičke pločice 2 cm..... = 0,48 kN/m²
 2. Malter produžni 2 cm..... = 0,40 kN/m²
 3. Stepenišni krak 16 cm..... = 1,92 kN/m²
 4. Sopstvena težina konstrukcije..... Uračunato u programu
- $\Sigma g = 2,80 \text{ kN/m}^2$

PODRUMSKI ZIDOVI

Površinska opterećenja

1. Pritisak tla h = 0,00 m..... = 2,50 kN/m²
2. Pritisak tla h = 3,03 m..... = 29,00 kN/m²

Prethodne vrijednosti su usvojene prema katalogu proizvođača za vezani proizvod. Takođe, ovo opterećenje je (prema EN 1990, član 4.1.1 (4)P) direktno, nepokretno i statičkog karaktera.

3.2.2. Korisno opterećenje

Prema EN 1990, član 1.5.3.4 pod promjenjivim opterećenjem (*Variable action*) Q se smatra ono opterećenje (dejstvo) za koje varijacija intenziteta tokom vremena, nije ni zanemarljiva ni monotona. Karakteristične vrijednosti promjenjivih dejstava su određeni tako da odgovaraju (EN 1990, član 4.12 7(P)):

- gornjoj vrijednosti, sa određenom vjerovatnoćom da ne bude prekoračena, ili donjoj vrijednosti, sa određenom vjerovatnoćom da bude dostignuta u toku usvojenog referentnog perioda ili, pak,
- nazivnoj vrijednosti koja može da bude propisana u slučajevima kada statistička raspodjela nije poznata.

3.2.2.1. Korisno opterećenje za krovove

(Ref. EN 1991-1-1:2002, član 6.3.1)

Tabela 1. Kategorizacija krovova

Kategorije opterećenih površina	Posebna namjena
H	Krovovi koji nisu pristupačni, osim za uobičajno održavanje i popravke
I	Krovovi pristupačni saglasno kategorijama A do G
K	Krovovi pristupačni za posebne namjene

Tabela 2. Karakteristične vrijednosti korisnih opterećenja na krovove kategorije H
(EN 1991-1-1/NA tab. 6.10 (BAS))

Krov	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Kategorija H	0,75	1,0
NAPOMENA: Pretpostavlja se da ravnomjerno raspoređeno opterećenje q_k , djeluje na površini $A = 10 \text{ m}^2$. Ovo opterećenje ne treba superponirati s opterećenjem od snijega.		

Tabela 3. Karakteristične vrijednosti korisnih opterećenja na međuspratnim konstrukcijama, balkonima i stepeništima zgrada (EN 1991-1-1/NA, tab. 6.1 (BAS))

Kat.		Specifična upotreba	Primjer	q _k [kN/m ²]	Q _k ^{b)} [kN]
A	A1	Tavanski prostor	Tavanski prostor koji nije prikladan za stanovanje, sa svijetlom vis. do 1,8 m	1,0	1,0
	A2	Stambene površine i domaćinstva (prostorije u stambenim zgradama i kućama; sobe s krevetima i odjeljenja u bolnicama; sobe s krevetima u hotelima i prenoćištima)	Jednoosne međuspratne konstrukcije	2,0	2,0
	A3		Dvoosne međuspratne konstrukcije	1,5	2,0
B	B1	Kancelarijske i radne površine, hodnici	Kancelarijske površine, medicinske ordinacije bez teške opreme, čekaonice i hodnici	2,0	2,0
	B2		Hodnici i kuhinje u bolnicama, hotelima, internatima i sl.; operacione sale bez teške opreme; podrumске prostorije u stambenim zgradama	3,0	3,0
	B3		Sve površine navedene u B1 i B2 ali sa teškom opremom	5,0	4,0 ^{c)}
C	C1	Površine na kojima je moguće okupljanje ljudi (s izuzetkom površina definisanih u kategorijama A, B i D)	Površine sa stolovima i sl., npr. površine u školama, kafeima, restoranima, blagovaonicama, čitaonicama, recepcijama	3,0	4,0
	C2		Površine s nepokretnim sjedištima, npr. površine u vjerskim objektima, pozorištima ili kinima, konferencijskim salama, učionicama, čekaonicama	4,0	4,0
	C3		Površine bez prepreka za kretanje ljudi, npr. površine u muzejima, izložbenim prostorijama i sl., kao i pristupne površine u javnim i administrativnim zgradama,	5,0	4,0

Kat.		Specifična upotreba	Primjer	q_k [kN/m ²]	$Q_k^{b)}$ [kN]
			hotelima, bolnicama, predvorjima željezničkih stanica, hodnici i stepeništa za kategorije površina od C1 do C3		
	C4		Površine s mogućim fizičkim aktivnostima, npr. plesne dvorane, gimnastičke sale, pozornice	5,0	7,0
	C5		Površine pogodne za veliko okupljanje ljudi, npr.: zgrade za javne događaje, kao što su koncertne dvorane, sportske dvorane, uključujući tribine, terase i pristupne površine, kao i željezničke platforme	5,0	4,5
	C6		Prostori za učestalo okupljanje mnogo ljudi, tribine bez nepomičnih sjedala	7,5	10,0
D	D1	Prodajne površine	Površine u maloprodajnim radnjama površine do 50 m ² u stambenim ili kancelarijskim objektima	2,0	2,0
	D2		Površine u maloprodajnim radnjama	5,0	4,0
	D3		Površine u robnim kućama	5,0	7,0
S ^{d)}	S1	Stepeništa	Stambene površine i domaćinstva, kancelarijske i radne površine bez teške opreme	3,0	2,0
	S2		Stepeništa koja se ne mogu svrstati u kategoriju S1 ili S3	5,0	2,0
	S3		Prilazi i stepeništa za tribine bez nepomičnih sjedala, koja služe za evakuaciju	7,5	3,0
P ^{d)}	P1	Pristupi, balkoni i sl.	Balkoni u stambenim površinama i domaćinstvima	3,0	2,0
	P2		Balkoni u ostalim objektima, koja nisu svrstani u kategoriju P1: krovne terase, lođe, balkoni, izlazni podesti i sl.	4,0	2,0

^{a)} Kod svođenja opterećenja s jednoosnih ploča na potkonstrukciju može se površinsko opterećenje umanjiti za 0,5 kN/m²

^{b)} U slučaju da je potrebno provođenje lokalnog dokaza nosivosti nekog elementa sa silom Q_k , tada je računski površina rasprostiranja sile kvadrat stranice 50 mm.

^{c)} Ovo su minimalne vrijednosti. Ako se u skladu sa 6.1(4) standarda EN 1991-1-1:2015 utvrde veće vrijednosti, tada su to mjerodavne vrijednosti opterećenja.

^{d)} Ove kategorije vrijede za sve vrste građevinskih objekata ili njihovih dijelova. Prilikom formiranja kombinacije uticaja uzeti u obzir odgovarajuću kategoriju objekta ili dijela objekta.

Tabela 4. Saobraćajne i parking površine u zgradama

Kategorije saobraćajnih površina	Specifična upotreba	Primjeri
F	Saobraćajne i parking površine za laka vozila (≤ 30 kN bruto težine vozila i ≤ 8 sjedišta, ne uključujući vozača)	garaže; parking površine; parking hale
G	Saobraćajne i parking površine za srednja vozila (> 30 kN, < 160 kN bruto težine vozila, na 2 osovine)	prilazne zone, dostavne zone; pristupne zone za vatrogasna vozila (< 160 kN bruto težine vozila)
NAPOMENA 1: Pristup površinama proračunatim za kategoriju F, treba da bude ograničen fizičkim barijerama ugrađenim u konstrukciju. NAPOMENA 2: Površine proračunate za kategoriju F i G, treba da budu obezbijeđene sa odgovarajućim saobraćajnim znacima upozorenja.		

Tabela 5. Korisna opterećenja od vozila u garažama i na saobraćajnim površinama

Kategorije saobraćajnih površina	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Kategorija F Bruto težina vozila ≤ 30 kN	q_k	Q_k
Kategorija G $30 \text{ kN} \leq \text{bruto težina vozila} \leq 160 \text{ kN}$	5,0	Q_k
NAPOMENA 1: Za kategoriju F, opterećenje q_k može da bude izabrano unutar područja 1,5 do 2,5 kN/m², a Q_k može da bude izabrano unutar područja 10 do 20 kN. NAPOMENA 2: Za kategoriju G, opterećenje Q_k može da bude izabrano unutar područja 40 do 90 kN. NAPOMENA 3: Kada je dato područje sa graničnim vrijednostima napomenama 1 i 2, vrijednost može da bude određena u nacionalnom aneksu. Preporučene vrijednosti su podvučene.		

Površinska opterećenja

Krovna konstrukcija

Kategorija H, podovi (EN 1991-1-1:2002, član 6.3.1), ... = 0,75 kN/m²

Ploča iznad tipske etaže

Kategorija A2, podovi (EN 1991-1-1:2002, član 6.3.1), ... = 2,00 kN/m²

Kategorija P1, podovi (EN 1991-1-1:2002, član 6.3.1), ... = 3,00 kN/m²

Ploča iznad prizemlja

Kategorija A2, podovi (EN 1991-1-1:2002, član 6.3.1), ... = 2,00 kN/m²

Kategorija P1, podovi (EN 1991-1-1:2002, član 6.3.1), ... = 3,00 kN/m²

Ploča iznad podruma

Kategorija A2, podovi (EN 1991-1-1:2002, član 6.3.1), ... = 2,00 kN/m²

Temeljna ploča

Kategorija F, podovi (EN 1991-1-1:2002, član 6.3.1), ... = 2,50 kN/m²

Kategorija B2, podovi (EN 1991-1-1:2002, član 6.3.1), ... = 2,50 kN/m²

Stepenište

Kategorija S1, podovi (EN 1991-1-1:2002, član 6.3.1), ... = 3,00 kN/m²

Linijaska opterećenja

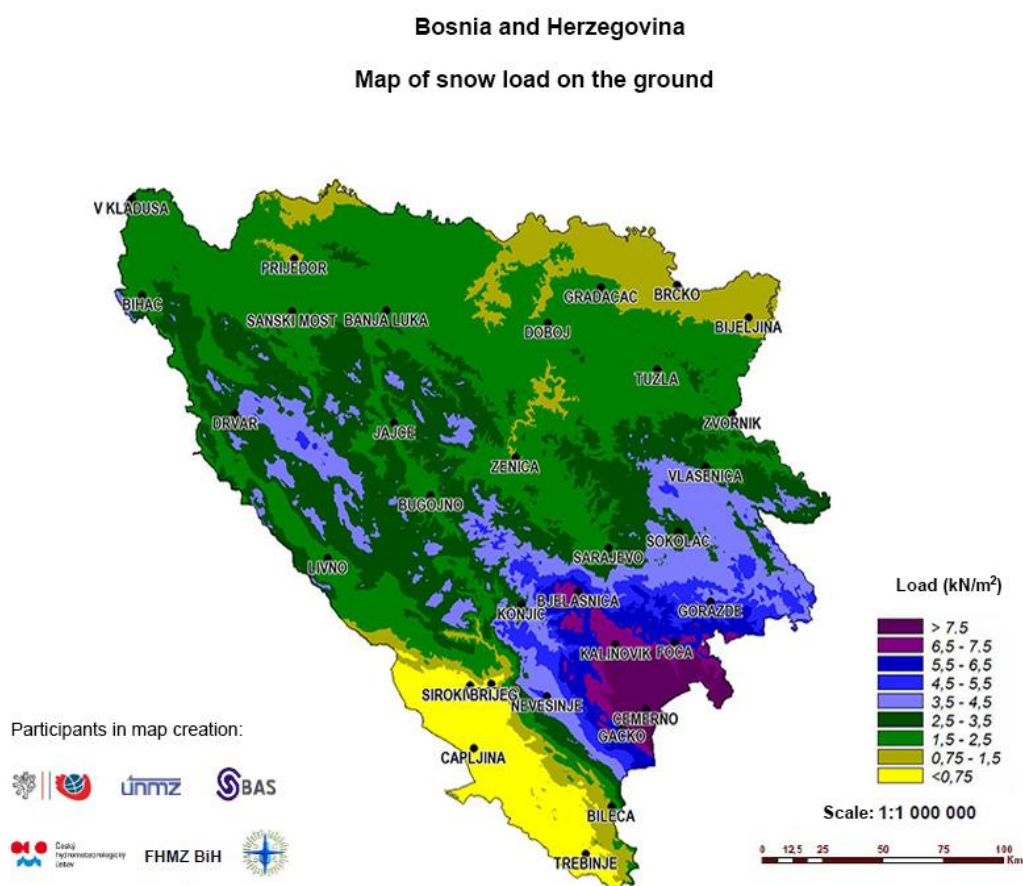
Stepenište TIP 1..... = 6,30 kN/m

3.2.2.2. Snijeg

(Ref. EN 1991-1-3)

Opterećenje snijegom je proračunato u skladu sa vrijednostima preuzetim iz nacionalnog dodatka standardu BAS EN 1991-1-3/NA:2018.

Podatak o veličini karakterističnoj vrijednosti opterećenja od snijega na tlo s_k , koja predstavlja opterećenje od snijega na tlo, koje je bazirano na godišnjoj vjerovatnoći prekoračenja od 0,02, izuzimajući izuzetna opterećenja od snijega.



Slika 10. Karta opterećenja snijega na tlo za BiH [3]

Prema BAS EN 1991-1-3 opterećenje od snijega se određuje izrazom:

$s = \mu_i C_e C_t s_k$, gdje je:

s_k – karakteristična vrijednost opterećenja od snijega na tlo [kN/m^2]

μ_i – koeficijent oblika opterećenja od snijega

C_e – koeficijent izloženosti (obično iznosi 1)

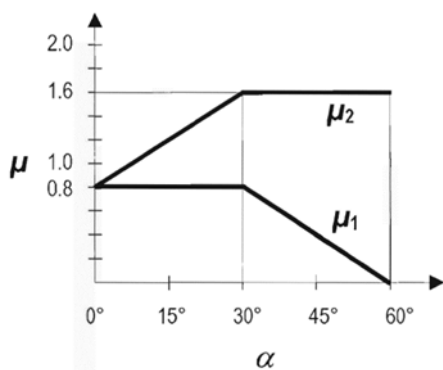
C_t – termički koeficijent (obično iznosi 1)

Karakteristično opterećenje od snijega na ovoj lokaciji iznosi:

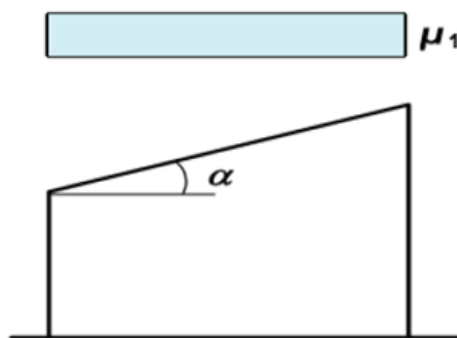
$$s_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

Tabela 6. Koeficijenti oblika opterećenja od snijega (Ref. EN 1991-1-3)

Ugao nagiba krova α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60-\alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	0,0



Slika 11. Koeficijent oblika krova



Slika 12. Koeficijent oblika krova - kos krov

Koeficijent oblika krova iznosi :

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\mu_1 = 0,8$$

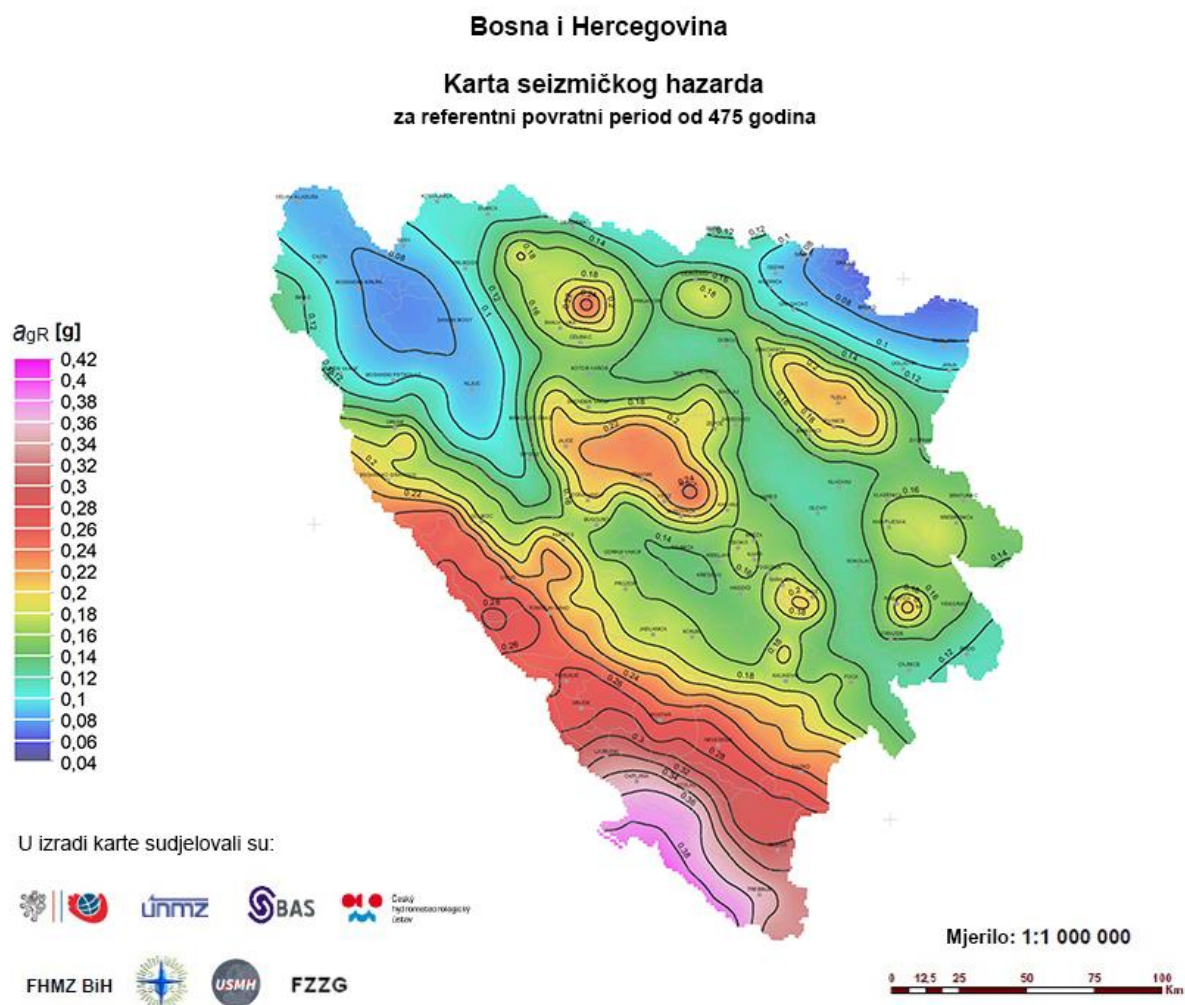
Ukupno opterećenje od snijega na krovu za stalnu/prolaznu proračunsku situaciju iznosi :

$$s = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,75 = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

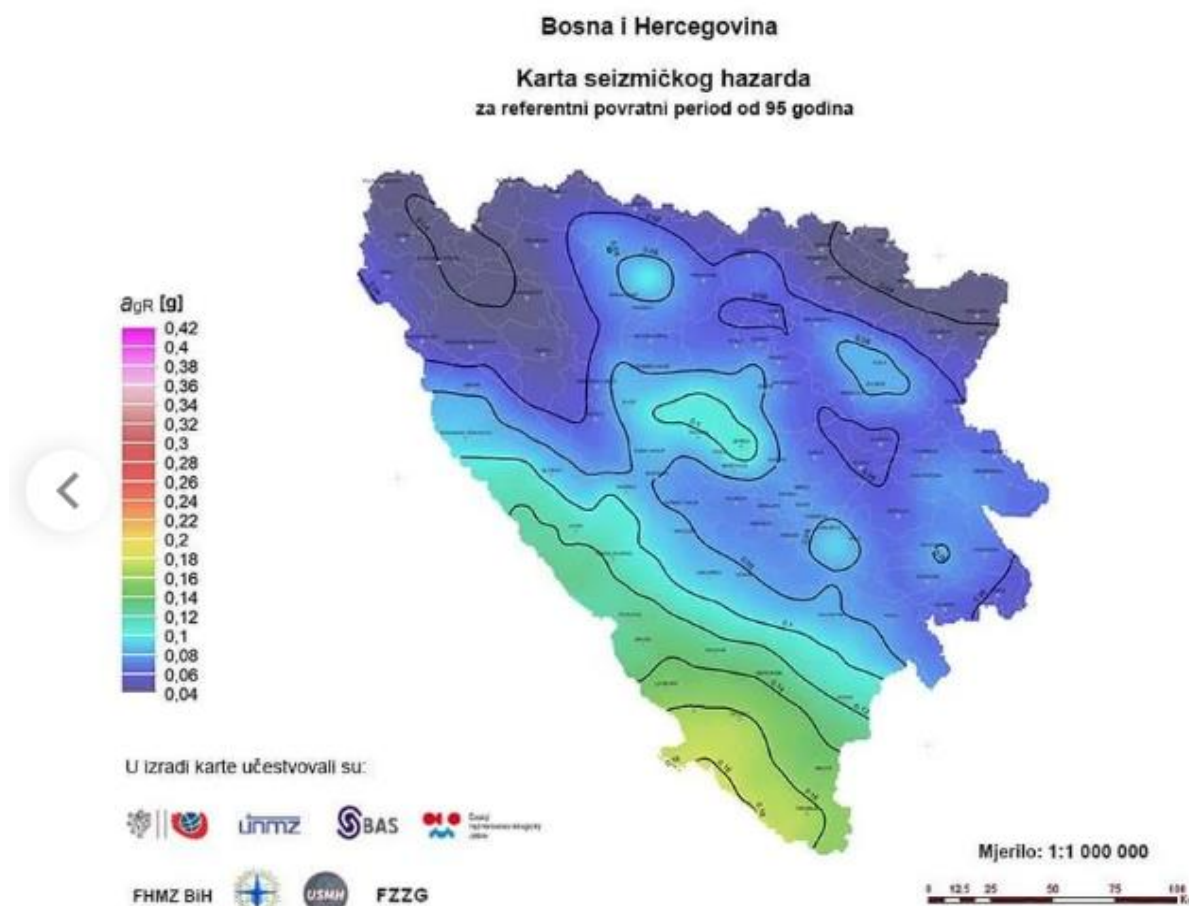
3.2.2.3. Seizmičko opterećenje

(Ref. EN 1991-8)

Primjena odredbi Evrokoda 8 (BAS EN 1998) je obavezna u svim slučajevima osim ako se objekat nalazi u zonama veoma niske seizmičnosti (prema članu 3.2.1 (5)P BAS EN 1998-1 i 2.2.1 (4)). Takođe, moguće je koristiti jednostavna pravila ako se objekat nalazi u zonama niske seizmičnosti (pravilo važi za zgrade, a prema BAS EN 1998-2 član 1.1.1 (5) i 2.3.7 (1)).



Slika 13. Karta seizmičkog hazarda za referentni povratni period od 475 godina [7]



Slika 14. Karta seizmičkog hazarda za referentni povratni period od 95 godina [7]

Vrijednost referentnog maksimalnog ubrzanja tla tipa A, a_{gR} za povratni period od 475 godina, za datu lokaciju iznosi $a_{gR} = 0,35 \cdot g$ ($3,43 \text{ m/s}^2$), što implicira da je potrebna primjena odredbi Evrokoda 8. Prema karti seizmičkog hazarda za referentni povratni period od 475 godina (BAS EN 1998-1/NA:2018), kao i prethodnim kartama iz SFRJ konstatuje se da je cijela teritorija BiH zona visokog stepena seizmičnosti. Detaljnija razrada seizmičke analize se može naći u poglavlju 4.2.1. i 4.2.3. Vrijednost referentnog maksimalnog ubrzanja tla tipa A, a_{gR} za povratni period od 95 godina, za datu lokaciju iznosi $a_{gR} = 0,17 \cdot g$ ($1,67 \text{ m/s}^2$).

Seizmički proračun je sproveden u programu *Tower 8*. Program ima mogućnost da automatski izračuna mase i seizmičke sile i rasporedi ih po etažama. Konstrukcija je proračunata multimodalnom analizom. Usvojeni ulazni parametri za daljnji proračun:

- u obzir su uzeti svi oblici svojstvenih slobodnih oscilacija koji značajno doprinose globalnom odgovoru zgrade tj. uzeti su svi tonovi sa efektivnim modalnim masama koje su veće od 5% od ukupne mase konstrukcije i čiji zbir iznosi najmanje 90% od ukupne mase konstrukcije,
- kombinovanje modalnih odgovora je izvršeno preko *SRSS* (*Square Root of Sum of Square*) kombinacije,

- slučajni torzioni efekti su uzeti u obzir automatski u seizmičkom proračunu prema $e_i = 0,05 \cdot L_i$.

3.3. Principi proračuna prema graničnim stanjima

(Ref. EN 1990)

Granična stanja se odnose na proračunske situacije, koje su relevantne za datu konstrukciju i prema **EN 1990 (2)P** su klasifikovane na:

- **stalne proračunske situacije** – odnosi se na uslove normalne eksploatacije
- **prolazne proračunske situacije** – odnosi se na privremene uslove, primjenjive na konstrukciju (npr. tokom izvođenja ili popravke)
- **incidentne proračunske situacije** – odnose se na izuzetne uslove, primjenjive na konstrukciju ili njenu izloženost (npr. požar, eksplozija, udar ili posljedice lokalizovanog loma)
- **seizmičke proračunske situacije** – odnose se na konstrukcije koje su izložene seizmičkim događajima.

Odabir proračunskih situacija je izvršen na način da se uključe svi uslovi koji **logično** mogu da budu predviđeni da će nastati tokom izvođenja i eksploatacije konstrukcije, a što je u skladu sa tvrdnjama **EN 1990 član 3.2. (1)P i (3)P**. Dakle, bitno je napomenuti da projektant zadržava pravo da ne uključi sve moguće kombinacije, koje se mogu generisati već samo one koje imaju najviše logike i koje su relevantne.

Od velikog interesa je i izbor parcijalnih koeficijenata sigurnosti i koeficijenata (faktora) kombinacije.

$$\gamma_{Gj, \text{sup}} = 1,35$$

$$\gamma_{Gj, \text{inf}} = 1,00$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ kada je nepovoljno (0, kada je povoljno)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ kada je nepovoljno (0, kada je povoljno)}$$

Uticaji od dejstava koja usljed fizičkih ili funkcionalnih razloga ne mogu da djeluju istovremeno ne treba zajedno da se razmatraju u kombinacijama dejstava (EN 1990-A1.2).

Tabela 7. Preporučene vrijednosti ψ koeficijenta za zgrade

Dejstvo	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Korisna opterećenja u zgradama, prema kategoriji (EN 1991-1-1)			
Kategorija A: prostori za stanovanje i boravak	0,7	0,5	0,3
Kategorija B: poslovni prostori	0,7	0,5	0,3
Kategorija C: prostori za okupljanje ljudi	0,7	0,7	0,6
Kategorija D: trgovački prostori	0,7	0,7	0,6
Kategorija E: Skladišni prostori	1,0	0,9	0,8
Kategorija F: saobraćajne površine, težina vozila ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Kategorija G: saobraćajne površine, $30 \text{ kN} \leq$ težina vozila ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Kategorija H: krovovi	0,0	0,0	0,0
Opterećenje zgrade snijegom (EN 1991-1-3)			
$s_k \geq 3 \text{ kN/m}^2$	0,8	0,6	0,2
$2,0 \leq s_k < 3,0 \text{ kN/m}^2$	0,7	0,4	0,2
$1,0 \leq s_k < 2,0 \text{ kN/m}^2$	0,6	0,3	0,1
Ostale članice CEN-a, za lokacije na nadmorskoj visini $H > 1000$ m	0,7	0,5	0,2
Ostale članice CEN-a, za lokacije na nadmorskoj visini $H < 1000$ m	0,5	0,2	0,0
Opterećenje zgrade vjetrom (EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0,0
Temperatura (osim od požara) u zgradama (EN 1991-1-5)	0,6	0,3	0,1

3.4. Granično stanje nosivosti (GSN) (ULS)

(Ref. EN 1990)

Granična stanja nosivosti predstavljaju stanja koja se odnose na rušenje ili druge slične oblike loma konstrukcije (Ref. EN 1990).

Sljedeća granična stanja nosivosti, kao relevantna, moraju da se dokažu:

a) ***EQU***: Gubitak statičke ravnoteže konstrukcije ili bilo kojeg njenog dijela, smatranih kao kruto tijelo, gdje:

- male promjene u vrijednosti ili prostornoj raspodjeli stalnih dejstava iz istog izvora imaju značajnog uticaja i
- onda kada čvrstoća konstrukcijskih materijala ili tla, uopšteno, nije mjerodavna;

b) ***STR***: Unutrašnji lom ili prevelika deformacija konstrukcije ili konstrukcijskih elemenata, uključujući temeljne stope, šipove, podrumске zidove itd., onda kada je čvrstoća konstrukcijskih materijala konstrukcije mjerodavna;

c) ***GEO***: Lom ili prevelika deformacija tla, onda kada čvrstoća tla ili stijene ima značajnog uticaja prilikom određivanja nosivosti;

d) ***FAT***: Lom usljed zamora konstrukcije ili konstrukcijskih elemenata;

e) ***UPL***: Gubitak ravnoteže konstrukcije ili tla usljed odizanja od vodenog pritiska (potisak) ili drugih vertikalnih dejstava;

Proračunska vrijednost čvrstoće treba da bude redukovana sa parcijalnim faktorom Y_M za svojstva materijala i otpornosti. Usvojen je parcijalni faktor $Y_M = 1,3$ za monolitno drvo iz preporučenih vrijednosti u tabeli 2.3

U ovom projektu, za **GSN** (ULS), se posmatra lom tipa **STR/GEO**.

Kombinacije dejstava

(Ref 6.4: EN 1990)

Prilikom dokazivanja graničnih stanja nosivosti, korištene su naredne kombinacije dejstava:

Kombinacije dejstava za stalne ili promjenjive proračunske situacije

(Ref 6.4.3.2: EN 1990)

$$\begin{aligned} & \sum(\gamma G_{jsup} G_{kjsup}) "+" \gamma_P P_k "+" \gamma_{Q,1} \psi_1 Q_{k1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{ki} \\ & \sum(\gamma G_{jinf} G_{kjinf}) "+" \gamma_P P_k "+" \gamma_{Q,1} \psi_1 Q_{k1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{ki} \end{aligned}$$

Kombinacije dejstava za incidentne proračunske situacije

(Ref 6.4.3.3: EN 1990)

$$\begin{aligned} & \sum G_{kjsup} "+" P "+" A_d "+" (\psi_{1,1} \text{ ili } \psi_{2,1}) Q_{k1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{ki} \\ & \sum G_{kjinf} "+" P "+" A_d "+" (\psi_{1,1} \text{ ili } \psi_{2,1}) Q_{k1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{ki} \end{aligned}$$

Kombinacije dejstava za seizmičke proračunske situacije

(Ref 6.4.3.4: EN 1990)

$$\begin{aligned} & \sum G_{kjsup} "+" P "+" A_d "+" \sum \psi_{2,i} Q_{ki} \\ & \sum G_{kjinf} "+" P "+" A_d "+" \sum \psi_{2,i} Q_{ki} \end{aligned}$$

3.5. Granično stanje upotrebljivosti (GSU) (SLS)

(Ref. EN 1990)

Granična stanja upotrebljivosti predstavljaju stanja koja odgovaraju uslovima čijim prekoračenjem više nisu ispunjeni utvrđeni eksploatacioni zahtjevi za konstrukciju ili konstrukcijski element.

Granična stanja upotrebljivosti su stanja koja se odnose:

- Funkcionisanje konstrukcije pri normalnoj eksploataciji
- Komfort ljudi
- Izgled konstrukcije (u smislu velikih ugiba i pukotina)

Proračunski dokazi GSU su bazirani na sljedećim kriterijumima:

- Deformacija
- Vibracija
- Oštećenja koja utiču na izgled, trajnost ili funkcionisanje konstrukcije.

Kako se u ovom slučaju radi o armiranobetonskoj konstrukciji, koriste se članovi standarda **EN 1992-1-1 glava 7**. Prema **1992-1-1 član 7.1** potrebno je izvršiti provjeru u smislu:

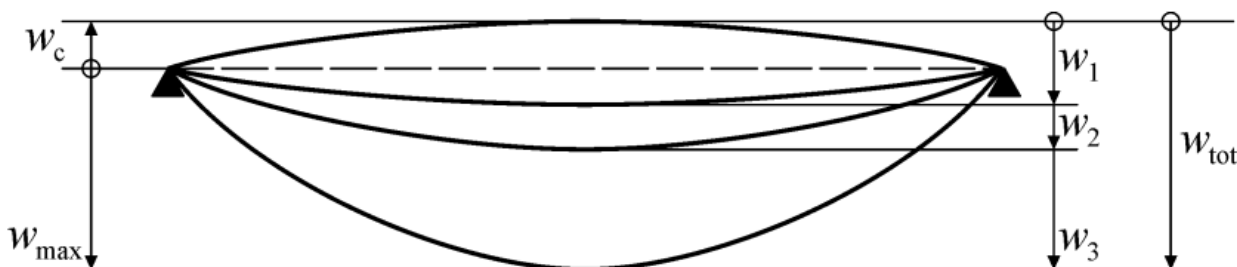
- kontrole ugiba,
- kontrole prslina,
- kontrole napona.

Kontrole napona se neće razmatrati budući da se radi o konstrukciji zgrade za koju nije uobičajeno da ova provjera bude mjerodavna.

3.5.1. Kontrola ugiba

Ugibi elemenata ne smiju uticati na izgled ili funkcionalnost objekata. Prema **EN 1992-1-1 član 7.4.1 (3)**, smatra se da granični ugibi (koji će biti dati u nastavku), a koji su izvedeni na osnovu standarda **ISO 4356**, generalno zadovoljavaju svojstva zgrada (u standardu se navodi da se to odnosi na stambene zgrade, poslovne objekte, javne zgrade ili fabrike). Pošto ovdje ne postoje neka druga specifična ograničenja (npr. Za ispravno funkcionisanje neke opreme ili mašina), ograničenja ugiba su definisana u **EN 1992-1-1, član 7.4 ((3), (4), (5) i (6))** se smatraju odgovarajućim.

Granični ugib, je usvojen kao $L/250$, budući da se smatra da ugibi ne mogu da oštete susjedne djelove konstrukcije, a što je sve dozvoljeno prema **EN 1992-1-1, član 7.4.1. (4) i (5)**. U skladu sa pomenutim članovima, ugibi se ispituju za kvazi stalna opterećenja.



Slika 15. Definicija ugiba nosača

w_c	nadvišenje nosača (ako postoji)
w_1	početni ugib usljed stalnih dejstava
w_2	priraštaj ugiba usljed dugotrajnog uticaja stalnih dejstava, skupljanje i tečenje [kod čeličnih konstrukcija je $w_2 = 0$, ali ovaj dio ugiba treba uzeti u obzir kod spregnutih nosača]
w_3	ugib usljed promjenljivog opterećenja
w_{tot}	ukupan ugib
w_{max}	maksimalan ugib uzimajući u obzir nadvišenje

Tabela 8. Dopušteni ugibi nosača u zgradarstvu

Vrsta elemenata	Dopušteni ugibi	
	W _{max}	W ₃
Obloge krovova		
- bez rizika od skupljanja vode	L/100	-
- kod kojih postoji rizik od skupljanja vode		
○ L < 4,5 m	L/150	-
○ 4,5 < L ≤ 6,0 m	30 mm	-
○ L > 6,0 m	L/200	-
Rožnjače i fasadne rigle	L/200	-
Krovni nosači	L/250	L/300
Međuspratne konstrukcije u zgradama*	L/250	L/300
Međuspratne konstrukcije u zgradama*	L/300	L/400
Međuspratne konstrukcije u industrijskim objektima	L/250	L/300
Međuspratne konstrukcije koje nose krte nekonstrukcijske elemente	-	L/500
Međuspratne konstrukcije koje nose stubova (ako deformacija nije uzeta u obzir pri globalnoj analizi)	L/400	L/500
NAPOMENA: Za konzolne nosače L je dvostruka dužina konzole ili prepusta.		

3.5.2. Kontrola prslina

Prema članu EN 1992-1-1 član 7.3.1 (1)P, smatra se da "Prsline moraju da se ograniče na veličinu koja neće nepovoljno da utiče na ispravno funkcionisanje ili trajnost konstrukcije, niti da učini da izgled konstrukcije bude neprihvatljiv." Kada ne utiču nepovoljno na funkcionisanje konstrukcije, prsline u betonu mogu da se dozvole i nije potrebno kontrolisati njihove širine.

Treba da se usvoji granična vrijednost, w_{max} , za sračunatu širinu prslina, w_k , vodeći računa o predviđenoj namjeni i prirodi konstrukcije kao i o koštanju ograničenja prslina.

Tabela 9. Preporučene vrijednosti za w_{max} (mm)

Klasa izloženosti	Armiranobetonski i prethodno napregnuti elementi sa kablovima bez prijanjanja sa betonom	Prethodno napregnuti elementi sa kablovima sa prijanjanjem
	Kvazi-stalna kombinacija opterećenja	Česta kombinacija opterećenja
X0, XC1	0,4 ¹	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 ²
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3		dekompresija
NAPOMENA 1:	Za klase izloženosti X0, XC1, širina prslina nema uticaja na trajnost i njeno ograničenje treba generalno da obezbjedi prihvatljiv izgled konstrukcije. Ako nema uslova koji se odnose na izgled ovo ograničenje može da se ublaži.	
NAPOMENA 2:	Za ove klase izloženosti, osim toga, treba da se provjeri i dekompresija za kvazi – stalnu kombinaciju opterećenja.	

Konkretno, za ovaj projekat, za unutrašnje elemente se može usvojiti granica širine pukotine **od 0,4 mm i to za kvazi-stalnu kombinaciju opterećenja.**

3.5.3. Kontrola napona

Kontrola napona ($0,6 \cdot f_{ck}$ i $0,8 \cdot f_{yk}$ za karakterističnu kombinaciju opterećenja)

Naponi pritiska u betonu se moraju ograničiti kako ne bi došlo do podužnih prslina, mikroprrslina ili velikog tečenja betona. Za **karakterističnu kombinaciju** opterećenja, napon u betonu ne smije da pređe kritičnu vrijednost $k_1 \cdot f_{ck}$. Koeficijent k_1 je usvojen prema **EN 1992-1-1 član 7.2 (2)** i iznosi **0,6**. U nastavku se daje kritična vrijednost u zavisnosti od nekoliko klasa betona, što će služiti u svrhu provjere konstrukcije na ovaj uslov ograničenja napona. Za **karakterističnu kombinaciju** opterećenja, napon zatezanja u armaturi **se mora** ograničiti da bi se izbjegla neelastična deformacija i neprihvatljive veličine prslina ili deformacija (**EN 1992-1-1 član 7.2 (4)P**), i taj napon ne smije biti veći od $k_3 \cdot f_{yk}$. Koeficijent k_3 je usvojen prema **EN 1992-1-1 član 7.2 (5)** i iznosi **0,8**. U nastavku se daju vrijednosti za provjeru što će služiti u svrhu provjere konstrukcije na ovaj uslov ograničenja napona. Vrijednosti se daju tabelarno.

Tabela 10. Vrijednosti proizvoda $k_1 \cdot f_{ck}$

k_1	Klasa betona	f_{ck} [Mpa]	$k_1 \cdot f_{ck}$
0,6	C 25/30	25	= 15 MPa
0,6	C 30/37	30	= 18 MPa
0,6	C 35/45	35	= 21 MPa
0,6	C 40/50	40	= 24 MPa
0,6	C 45/55	45	= 27 MPa
0,6	C 50/60	50	= 30 MPa

Tabela 11. Vrijednosti proizvoda $k_3 \cdot f_{yk}$

k_3	Klasa armature	f_{yk} [Mpa]	$k_3 \cdot f_{yk}$
0,8	B500B	500	= 400 MPa

Kontrola napona ($0,45 \cdot f_{ck}$ za kvazi-stalnu kombinaciju opterećenja)

Za **kvazi-stalnu kombinaciju** opterećenja **nelinearnost tečenja** se mora uzeti u obzir ako je napon u betonu veći od $k_2 \cdot f_{ck}$. Koeficijent k_2 je usvojen prema **EN 1992-1-1 član 7.2 (3)** i iznosi **0,45**. Ukoliko ovaj napon nije prekoračen, pretpostavlja se linearno tečenje betona i to prema koeficijentu tečenja koji je priložen u analizi opterećenja. U nastavku se daju vrijednosti za provjeru u zavisnosti od nekoliko klasa betona što će služiti u svrhu provjere konstrukcije na ovaj uslov ograničenja napona. Vrijednosti se daju tabelarno.

Tabela 12. Vrijednosti proizvoda $k_2 \cdot f_{ck}$

k_2	Klasa betona	f_{ck} [Mpa]	$k_2 \cdot f_{ck}$
0,45	C 25/30	25	= 11,25 MPa
0,45	C 30/37	30	= 13,50 MPa
0,45	C 35/45	35	= 15,75 MPa
0,45	C 40/50	40	= 18,00 MPa
0,45	C 45/55	45	= 20,25 MPa
0,45	C 50/60	50	= 22,50 MPa

4. STATIČKI PRORAČUN

4.1. Osnovni podaci o objektu – uslovi trajnosti i pouzdanosti

4.1.1. Uvod

Namjena objekta spratnosti Po+P+7 je stanovanje i poslovanje, koji je smješten u Trebinju, na zemljištu označenom kao k. č. br. 1843/2 i k. č. br. 1849 KO Police 1, Trebinje (n. p.)

Objekat je pravilne osnove sa sledećim maksimalnim dimenzijama:

- dimenzije objekta u osnovi: 43,00 m x 16,50 m
- visina objekta: cca 29,00 m
- konstrukcija : armiranobetonska konstrukcija, jedna dilataciona cjelina
- oblik objekta : pravougaoni oblik – pravilan
- nagib krovne ravni : 0°
- lokacija : k. č. br. 1843/2 i k. č. br. 1849 KO Police 1, Trebinje (n. p.)

4.1.2. Proračunski eksploatacioni vijek

Prema **EN 1990 član 2.3** svakoj konstrukciji se mora dodijeliti proračunski eksploatacioni vijek prema tabeli ispod (Ref. EN 1990):

Tabela 13. Indikativni proračunski eksploatacioni vijek

Kategorija proračunskog eksploatacionog vijeka	Indikativni proračunski eksploatacioni vijek (godina)	Primjeri
1	10	Privremene konstrukcije ¹
2	10 do 25	Zamjenljivi dijelovi konstrukcije, na primjer kranski nosači, ležišta
3	15 do 30	Poljoprivredne i slične konstrukcije
4	50	Konstrukcije zgrada i druge jednostavne konstrukcije
5	100	Konstrukcije monumentalnih zgrada, mostovi, kao i konstrukcije drugih građevinskih objekata
(1) Konstrukcije ili dijelovi konstrukcija koji mogu da se demontiraju sa izgledima da se ponovo koriste, ne treba da se razmatraju kao privremeni.		

Definicija proračunskog eksploatacionog vijeka (*Design-working life*) prema **EN 1990, član 1.5.2.8.**:
"Usvojen period, u kojem konstrukcija, ili njen dio, treba da budu korišteni za predviđenu namjenu sa očekivanim održavanjem, ali bez potrebe za velikom popravkom."

Konstrukcija spada u **S4 kategoriju** proračunskog eksploatacionog vijeka, sa povratnim periodom od **50 godina, za konstrukcijske zgrade i druge jednostavne konstrukcije**.

4.1.3. Pouzdanost konstrukcije

Upravljanje pouzdanosti konstrukcije se reguliše u **EN 1990, Aneks B3**. Kako bi se u potpunosti odredili parcijalni koeficijenti sigurnosti na dejstva, potrebno je odrediti klasu posljedice ili klasu pouzdanosti.

Tabela 14. Definicija klase prema posljedicama

Klasa prema posljedicama	Opis	Primjeri zgrada i inženjersko građevinskih objekata
CC3	Velike posljedice za gubitak ljudskih života ili vrlo velike ekonomske i socijalne posljedice, ili posljedice po sredinu	Tribine, javne zgrade kod kojih su posljedice loma velike (na primjer koncertna dvorana)
CC2	Srednje posljedice za gubitak ljudskih života, značajne ekonomske i socijalne posljedice ili posljedice po sredinu	Stambene i poslovne zgrade, javne zgrade kod kojih su posljedice loma srednje
CC1	Male posljedice za gubitak ljudskih života, kao i male ili zanemarljive ekonomske i socijalne posljedice ili posljedice po sredinu	Poljoprivredne zgrade u koje ljudi uglavnom ne ulaze (na primjer zgrade za skladištenje), staklene bašte

Tabela 15. K_{FI} koeficijent za dejstva

K_{FI} koeficijent za dejstva	Klasa prema pouzdanosti		
	RC1	RC2	RC3
K_{FI}	0,9	1,0	1,1

Klasa prema posljedicama koja odgovara ovoj konstrukciji je **CC2**. Shodno tome, prema tabeli iznad ne vrši se modifikacija koeficijenata sigurnosti, tj. $K_{FI} = 1$ prema tabeli iznad.

4.1.4. Pouzdanost konstrukcije

Prema **EN 1990, član 4.1.7 (1)P i (2)** uticaji sredine, koji mogu da djeluju na trajnost konstrukcije, **moraju** da budu razmatrani pri izboru materijala konstrukcije. Takođe, ukoliko je to moguće, potrebno ih je kvantitativno prikazati. Konstrukcija **mora** da bude proračunata tako da njena degradacije poslije isteka eksploatacionog vijeka ne utiče na smanjenje nivoa ponašanja konstrukcije ispod određene mjere (prema **EN 1990 član 2.4 (1)P**).

Pošto je u pitanju armirano betonska konstrukcija, procjena uslova izloženosti i odabir adekvatnog sastava betona i zaštitnog sloja je urađen prema **EN 1992-1-1, član 4.1; 4.2; 4.3 i EN 206-1** i taj postupak je dat u nastavku. Svakoju poziciji je dodijeljena klasa izloženosti, a skladno prethodno navedenim propisima, za svaku od njih je definisana **minimalna vrijednost klase betona, maksimalna vrijednost vodocementnog faktora, minimalna količina cementa, odgovarajući zaštitni sloj i posebni zahtjevi** standarda **EN 206** u pogledu sastava betona.

Tabela 16. Klasa izloženosti u zavisnosti od uslova okoline u skladu sa EN 206-1 (Ref. EN 1992-1-1)

Oznaka klase	Opis sredine	Informativni primjeri uslova za klase izloženosti	Najniža klasa betona
1. Bez opasnosti od korozije ili drugih agresivnih dejstava			
X0	Za nearmirani beton ili beton bez ugrađenih metalnih elemenata	Beton u unutrašnjosti zgrada sa veoma niskom vlažnošću vazduha	C20/25
2. Korozija izazvana karbonacijom			
XC1	Suva ili stalno mokra	Beton u unutrašnjosti zgrada sa niskom vlažnošću vazduha. Beton stalno pod vodom	C20/25
XC2	Mokra, rijetko suva	Površine betona dugotrajno u kontaktu sa vodom Mnogi temelji	C30/37
XC3	Umjereno vlažna	Beton u unutrašnjosti zgrada sa umjerenom ili visokom vlažnošću vazduha. Beton u spoljašnjem prostoru zaklonjen od kiše	C30/37
XC4	Ciklično mokra i suva	Površine betona u kontaktu sa vodom, koje ne spadaju u klasu izloženosti XC2	C30/37
3. Korozija izazvana hloridima			
XD1	Umjereno vlažna	Površine betona izložene dejstvu hlorida iz vazduha	C30/37
XD2	Mokra, rijetko suva	Bazeni za plivanje. Betonski elementi izloženi industrijskim vodama koje sadrže hloride	C30/37
XD3	Ciklično mokra i suva	Dijelovi mostova izloženi prskanju aerosola sa sadržajem hlorida Kolovozi, ploče parkinga	C35/45
4. Korozija izazvana hloridima iz morske vode			
XS1	Izložena dejstvu soli iz vazduha, ali bez direktnog kontakta sa morskom vodom	Konstrukcije u blizini ili na obali mora	C30/37
XS2	Stalno pod vodom	Dijelovi konstrukcije u moru	C25/30
XS3	Zone pod dejstvom plime i osjeke, zapljuskivanje i raspršivanje	Dijelovi konstrukcije na moru	C30/37
5. Korozija izazvana agresijom od uticaja zamrzavanja/topljenja			
XF1	Umjereno zasićena vodom, bez soli za odleđivanje	Vertikalne površine betona izložene kiši i zamrzavanju	C35/45

Oznaka klase	Opis sredine	Informativni primjeri uslova za klase izloženosti	Najniža klasa betona
XF2	Umjereno zasićena vodom, sa solima za odleđivanje	Vertikalne površine betona na konstrukcijama na putevima, izložene zamrzavanju i solima za odleđivanje iz vazduha	C35/45
XF3	Jako zasićena vodom sa solima za odleđivanje	Horizontalne površine betona izložene kiši i zamrzavanju	C40/50
XF4	Jako zasićena vodom sa solima za odleđivanje ili sa morskom vodom	Putne i mostovske kolovozne konstrukcije izložene solima za odleđivanje Površine betona izložene direktnom uticaju aerosola, koji sadrži soli za odleđivanje, i zamrzavanju Zone zapljuskivanja konstrukcija marina u izložene zamrzavanju	C40/50
6. Hemijska agresija			
XA1	Malo agresivna sredina, prema EN 206-1, tabela 2	Prirodna tla i podzemna voda	C30/37
XA2	Umjereno agresivna sredina, prema EN 206-1, tabela 2	Prirodna tla i podzemna voda	C30/37
XA3	Jako agresivna sredina, prema EN 206-1, tabela 2	Prirodna tla i podzemna voda	C30/37

4.1.5. Zaštitni sloj betona

Prema **EN 1992-1-1, član 4.4.1.1.(1)P** debljina zaštitnog sloja (*concrete cover*) je rastojanje između površine armature koja je najbliža površini betona (uključujući uzengije i površinsku armaturu, ako postoji), i najbliže površine betona.

Nominalni zaštitni sloj (*nominal cover*) mora da se propiše na planovima. Nominalni zaštitni sloj definiše se kao minimalni zaštitni sloj (*minimal cover*) c_{min} , koji se povećava za toleranciju (odstupanje u izvođenju) koja se uzima u obzir u proračunu Δc_{dev} :

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

c_{min} , prema članu 4.4.1.2 2(P):

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$$

gdje je:

$c_{min,b}$	minimalni zaštitni sloj s obzirom na uslove prijanjanja
$c_{min,dur}$	minimalni zaštitni sloj s obzirom na uslove sredine
$\Delta c_{dur,\gamma}$	dodatni element sigurnosti
$\Delta c_{dur,st}$	smanjenje minimalnog zaštitnog sloja kada se koristi nerđajući čelik
$\Delta c_{dur,add}$	smanjenje minimalnog zaštitnog sloja kada se koristi dodatna zaštita

Tabela 17. Minimalni zaštitni sloj, $c_{min,b}$ s obzirom na uslove prijanjanja (Ref. EN 1992-1-1)

Zahtjev prijanjanja	
Raspored šipki	Minimalni zaštitni sloj, $c_{min,b}$ *
Razdvojene (prečnik armature)	Prečnik šipke
Šipke grupisane u svežanj	Ekvivalentni prečnik ϕ_n
* Ukoliko je najveće nominalno zrno agregata u betonu 32 mm, $c_{min,b}$ treba povećati 5 mm	

Tabela 18. Preporučena klasifikacija konstrukcije

Klasa konstrukcije							
Kriterijum	Klasa izloženosti						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1	XD2/XS1	XD3/XS2/XS3
Eksploatacioni vijek konstrukcije od 100 godina	Povećati klasu za 2	Povećati klasu za 2	Povećati klasu za 2	Povećati klasu za 2	Povećati klasu za 2	Povećati klasu za 2	Povećati klasu za 2
Klasa čvrstoće betona	C30/37 Umanji klasu za 1	C30/37 Umanji klasu za 1	C35/45 Umanji klasu za 1	C40/50 Umanji klasu za 1	C40/50 Umanji klasu za 1	C40/50 Umanji klasu za 1	C45/55 Umanji klasu za 1
Elementi čija geometrija odgovara pločama	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1
Obezbijedena posebna kontrola kvaliteta proizvodnje betona	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1	Umanji klasu za 1

Tabela 19. Minimalni zaštitni sloj, $c_{min,dur}$ u zavisnosti od uslova trajnosti za armaturu u skladu sa EN 10080 (Ref. EN 1992-1-1)

Klasa konstrukcije	Klasa izloženosti						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	40	50	55

ZAŠTITNI SLOJ BETONA ZA PLOČE

Klasa konstrukcije: S3

Klasa izloženosti: XC1

Klasa betona: C25/30

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 = \mathbf{20\ mm}$$

ZAŠTITNI SLOJ BETONA ZA GREDE

Klasa konstrukcije: S4

Klasa izloženosti: XC1

Klasa betona: C25/30

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = \mathbf{25\ mm}$$

ZAŠTITNI SLOJ BETONA ZA STUBOVE

Klasa konstrukcije: S4

Klasa izloženosti: XC1

Klasa betona: C25/30

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = \mathbf{25\ mm}$$

ZAŠTITNI SLOJ BETONA ZA TEMELJE

Klasa konstrukcije: S4

Klasa izloženosti: XC2

Klasa betona: C30/37

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 + 10 = \mathbf{35\ mm}$$

usvojeno $c_{nom} = \mathbf{40\ mm}$, s obzirom da se betonira na sloj mršavog betona

ZAŠTITNI SLOJ BETONA ZA ŠIPOVE

Klasa konstrukcije: S4

Klasa izloženosti: XC2

Klasa betona: C25/30

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 + 10 = \mathbf{35\ mm}$$

usvojeno $c_{nom} = \mathbf{90\ mm}$, s obzirom da se betonira sa zaštitnom kolonom

4.1.6. Materijali

Prilikom proračuna korišteni su sledeći materijali:

-Armatura:B500B

Karakteristična vrijednost granice razvlačenja $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Koeficijent sigurnosti za materijal $\gamma_s = 1,15$

Proračunska vrijednost granice razvlačenja $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1,15 = 434,78 \text{ MPa}$

-Beton:C12/15

Karakteristična vrijednost čvrstoće pri pritisku na cilindru $f_{ck} = 12 \text{ MPa}$

Koeficijent sigurnosti za materijal $\gamma_c = 1,5$

Proračunska vrijednost čvrstoće pri pritisku na cilindru $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 12/1,5 = 8,00 \text{ MPa}$

-Beton:C25/30

Karakteristična vrijednost čvrstoće pri pritisku na cilindru $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Koeficijent sigurnosti za materijal $\gamma_c = 1,5$

Proračunska vrijednost čvrstoće pri pritisku na cilindru $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

-Beton:C30/37

Karakteristična vrijednost čvrstoće pri pritisku na cilindru $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Koeficijent sigurnosti za materijal $\gamma_c = 1,5$

Proračunska vrijednost čvrstoće pri pritisku na cilindru $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20,00 \text{ MPa}$

-Beton:C35/45

Karakteristična vrijednost čvrstoće pri pritisku na cilindru $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$

Koeficijent sigurnosti za materijal $\gamma_c = 1,5$

Proračunska vrijednost čvrstoće pri pritisku na cilindru $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 35/1,5 = 23,33 \text{ MPa}$

-Beton:C40/50

Karakteristična vrijednost čvrstoće pri pritisku na cilindru $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

Koeficijent sigurnosti za materijal $\gamma_c = 1,5$

Proračunska vrijednost čvrstoće pri pritisku na cilindru $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 40/1,5 = 26,66 \text{ MPa}$

Iako niže klase betona zadovoljavaju uslove trajnosti, u vertikalnim elementima na donjim etažama (od podruma do 1. sprata, uključujući i 1. sprat) odabrane su veće klase betona radi postizanja odgovarajućeg nivoa normalizovane aksijalne sile u vertikalnim seizmičkim elementima (u dosadašnjoj terminologiji prakse, radi postizanja duktilnosti konstrukcije).

4.1.7. Položaj armature u poprečnom presjeku

4.1.7.1. Minimalni dozvoljeni razmak između šipki u poprečnom presjeku

Prema **EN 1992-1-1, član 8.2 (1) P**:

“Rastojanje između šipki mora da bude takvo da je omogućeno da se beton na zadovoljavajući način ugradi i vibrira, kako bi se obezbijedilo adekvatno prijanjanje betona i čelika.”

$$s_{\min} = \max \begin{cases} k_1 \cdot \emptyset \\ d_g + k_2 \\ 20 \text{ mm} \end{cases}$$

$\emptyset$ – najveći prečnik podužne armature u presjeku

d_g – prečnik maksimalnog zrna agregata

k_1, k_2 – koeficijenti propisani nacionalnim aneksom ($k_1 = 1, k_2 = 5 \text{ mm}$)

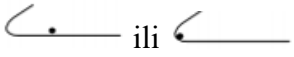
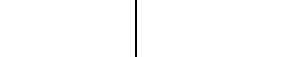
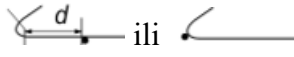
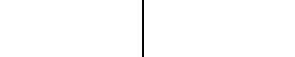
Za standardni prečnik maksimalnog zrna agregata od 32 mm usvaja se da je minimalni dozvoljeni razmak šipki $s_{\min} = 40 \text{ mm}$.

Za standardni prečnik maksimalnog zrna agregata od 16 mm usvaja se da je minimalni dozvoljeni razmak šipki $s_{\min} = 30 \text{ mm}$.

4.1.7.2. Dopušteni prečnici valjaka za savijanje šipki

Da ne bi došlo do oštećenja armature prečnik savijanja šipke (prečnik valjka) ne treba da bude manji od $\emptyset_{m,\min}$.

Tabela 20. Minimalni prečnik valjka za savijanje da bi se izbjeglo oštećenje armature

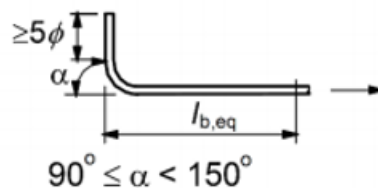
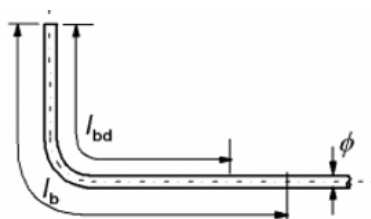
a) za šipke i žicu	
Prečnik šipke	Minimalni prečnik valjka za pravougaone kuke, polukružne kuke i petlje
$\emptyset \leq 16 \text{ mm}$	$4\emptyset$
$\emptyset > 16 \text{ mm}$	$7\emptyset$
b) za zavarenu savijenu armaturu i armaturne mreže savijene poslije zavarivanja	
Minimalni prečnik valjka	
 ili 	 ili 
$5\emptyset$	$d \geq 3\emptyset: 5\emptyset$ $d < 3\emptyset$ ili zavarivanje u zoni krivine: $20\emptyset$
NAPOMENA	Kada se armatura zavaruje u zoni krivine, prečnik valjka može da se smanji na $5\emptyset$ ako se zavarivanje izvrši u skladu sa prEN ISO 17660, Aneks B se zavarivanje vrši u skladu sa prEN ISO17660.

4.1.7.3. Sidrenje podužne armature

Načini sidrenja armature

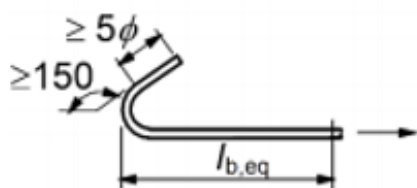
Prema **EN 1992-1-1, član 8.4.1 (1)P**:

"Šipke za armiranje, žice ili zavarene armaturne mreže moraju da budu tako usidrene da se sile prijanjanja betona i čelika sigurno prenesu na beton, a da ne dođe do pojave podužnih prslina ili odlamanja betona. Ukoliko je neophodno, mora se primijeniti poprečna armature."



a) Osnovna dužina sidrenja $l_{b,rqd}$, za slučaj zatezanja, za bilo koji oblik šipke, mjereno po osi šipke

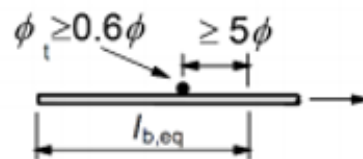
b) Ekvivalentna dužina sidrenja za standardnu pravougaonu kuku



c) Ekvivalentna dužina sidrenja za standard polukružnu kuku



d) Ekvivalentna dužina sidrenja za standardnu petlju



e) Ekvivalentna dužina sidrenja sa zavarenom poprečnom šipkom

Slika 16. Načini sidrenja šipki savijanjem ili zavarivanjem

Granična vrijednost napona prijanjanja betona i čelika

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

gdje je:

f_{ctd} proračunska vrijednost čvrstoće betona pri zatezanju, usljed povećanja krutosti betona viših klasa čvrstoće, $f_{ctk,0,05}$ treba u ovom slučaju ograničiti na vrijednost koja odgovara C60/75, osim ukoliko se može dokazati da je srednja vrijednost čvrstoće prijanjanja iznad ove granice.

η_1 koeficijent koji se odnosi na kvalitet uslova za prijanjanje i položaj šipke u elementu u toku betoniranja (vidjeti sliku ispod):

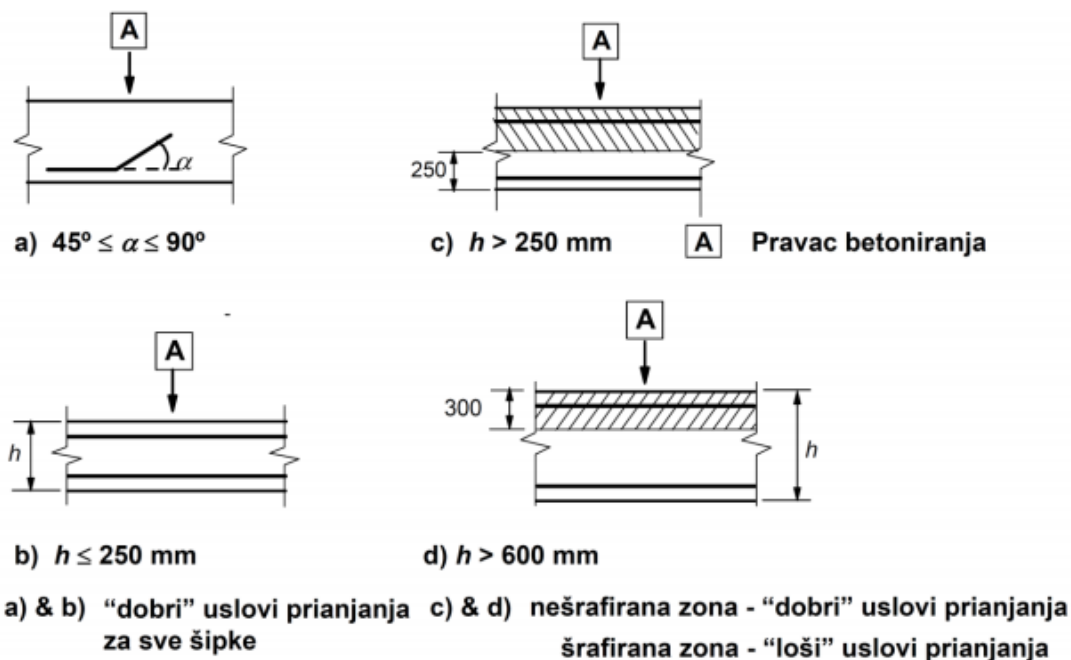
$\eta_1 = 1,0$ kada su uslovi „dobri“ i

$\eta_1 = 0,7$ za sve ostale slučajeve i za šipke u konstrukcijskim elementima koji se betoniraju u kliznoj oplati, ukoliko se ne dokaže da su uslovi „dobri“

η_2 koeficijent koji zavisi od prečnika šipke

$$\eta_2 = 1,0 \quad \text{za } \varnothing \leq 32 \text{ mm}$$

$$\eta_2 = (132 - \varnothing)/100 \quad \text{za } \varnothing \geq 32 \text{ mm}$$



Slika 17. Prikaz uslova za prijanjanje betona i armature

Osnovna dužina sidrenja

Osnovna potrebna dužina sidrenja $l_{b,rqd}$, za sidrenje sile $A_s \sigma_{sd}$ u pravoj šipki, uz pretpostavku da je napon prijanjanja na toj dužini konstantan i jednak f_{bd} , dobija se prema izrazu:

$$l_{b,rqd} = \left(\frac{\varnothing}{4}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}\right)$$

gdje je:

σ_{sd} – proračunski napon u šipki

Proračunska dužina sidrenja

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

gdje su $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ koeficijenti dati u tabeli ispod:

α_1 za uticaj oblika šipki, pretpostavljajući adekvatan zaštitni sloj

α_2 za uticaj minimalnog zaštitnog sloja betona

α_3 za uticaj utezanja betona poprečnom armaturom

α_4 za uticaj jedne ili više zavarenih poprečnih šipki ($\emptyset t > 0,6 \emptyset$) na proračunskoj dužini sidrenja l_{bd}

α_5 za uticaj pritiska upravno na ravan cijepanja na proračunskoj dužini sidrenja

Proizvod ($\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5$) treba da bude $\geq 0,7$

$l_{b,rqd}$ se dobija iz izraza navedenog iznad

$l_{b,min}$ minimalna dužina sidrenja, ako se ne primjenjuje nikakvo drugo ograničenje:

- za slučaj sidrenja zategnute armature: $l_{b,min} > \max \{0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100 \text{ mm}\}$

- za slučaj sidrenja pritisnute armature: $l_{b,min} > \max \{0,6 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100 \text{ mm}\}$

Tabela 21. Vrijednosti koeficijenata α_1 , α_2 , α_3 , α_4 i α_5

Faktor koji utiče na veličine koeficijenata	Način sidrenja	Armatura šipka	
		zategnuta	pritisnuta
Oblik šipki	prava šipka	$\alpha_1 = 1,0$	$\alpha_1 = 1,0$
	drugačiji oblici osim prave šipke	$\alpha_1 = 0,7$ ako je $c_d > 3\emptyset$ ako to nije slučaj $\alpha_1 = 1,0$	$\alpha_1 = 1,0$
Zaštitni sloj betona	prava šipka	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - 3\emptyset) / \emptyset$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_2 = 1,0$
	drugačiji oblici osim prave šipke	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - 3\emptyset) / \emptyset$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_2 = 1,0$
Utezanje poprečnom armaturom koja nije zavarena za glavnu armaturu	svi načini sidrenja	$\alpha_3 = 1 - K\lambda$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_3 = 1,0$
Utezanje zavarenom poprečnom armaturom*	svi načini, položaj i veličina	$\alpha_4 = 0,7$	$\alpha_4 = 0,7$
Utezanje poprečnim pritiskom	svi načini sidrenja	$\alpha_5 = 1 - 0,04p$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	-
$\lambda = (\Sigma A_{st} - \Sigma A_{st,min}) / A_s$ ΣA_{st} površina presjeka poprečne armature na proračunskoj dužini sidrenja l_{bd} $\Sigma A_{st,min}$ površina presjeka minimalne poprečne armature = $0,25 \cdot A_s$ za grede i 0 za ploče A_s površina jedne usidrene šipke sa maksimalnim prečnikom šipke K vrijednosti prikazane na slici 8.4 p poprečni pritisak [MPa] u graničnom stanju nosivosti na dužini l_{bd}			
*Vidjeti i 8.6	Za direktne oslonce l_{bd} može da se uzme manje od $l_{bd,min}$ pod uslovom da postoji najmanje jedna zavarena poprečna žica unutar oslonca. Ta žica mora da bude na rastojanju od najmanje 15 mm od ivice oslonca.		

4.1.7.4. Nastavljanje armature preklapanjem

Dužina sidrenja l_{bd} [cm], dužina preklapanja l_0 [cm] u funkciji prečnika šipke

			Prečnik šipke zategnute armature									
			Uslovi prianjanja	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
Dužina sidrenja, l_{bd} [cm]	Drugi oblici osim pravih šipki	„dobri“	32	40	48	56	64	81	101	129	129	
		„loši“	46	58	69	81	92	115	144	184	184	
	Samo prave šipke	„dobri“	27	34	41	48	55	68	86	110	110	
		„loši“	39	49	59	68	78	98	122	156	156	
Dužina preklapanja l_0 [cm]	50% nastavka u jednom presjeku	„dobri“	38	48	57	67	77	96	120	153	153	
		„loši“	55	68	82	96	110	137	171	219	219	
	>50% nastavka u jednom presjeku	„dobri“	41	51	62	72	82	103	128	164	164	
		„loši“	59	73	88	103	117	147	183	235	235	

1) $\alpha_1 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$. Ovi koeficijenti mogu biti $<1,0$, vidjeti tabelu 8.2, EN 1992

2) Za napon u šipki usvojena je vrijednost f_{yd}/γ_s 500/1,15 MPa

3) Vrijednosti u tabeli date su za klasu betona C25/30

Dužine sidrenja i preklapanja za C25/30 i B500B (uslovi prianjanja dobri):

Ø12	50	cm	sidrenje	Ø12	60	cm	preklapanje
Ø14	60	cm	sidrenje	Ø14	70	cm	preklapanje
Ø16	65	cm	sidrenje	Ø16	80	cm	preklapanje
Ø20	80	cm	sidrenje	Ø20	95	cm	preklapanje
Ø22	95	cm	sidrenje	Ø22	120	cm	preklapanje

4.1.7.5. Minimalna površina armature u elementima

U nastavku je dat proračun minimalne i maksimalne površine armature. Minimalne površine armature su date **da bi se spriječio krti lom, prsline velike širine** i da bi se prihvatile sile usljed spriječenih dejstava. Minimalna armatura predstavlja dovoljnu armaturu koja u trenutku pojave prsline može da prihvati napone zatezanja u presjeku i da oni budu ispod granice razvlačenja. Presjeci koji ne zadovoljavaju ove uslove mogu se smatrati nearmiranim.

Minimalni procenat armiranja AB ploče prema EN 1992-1-1, član 9.3.1.1.(1)

C25/30			klasa betona
B500B			armaturni čelik
$d_{pl} =$	20	cm	debljina ploče
$b_t =$	100	cm	širina ploče (za m^1)
$d =$	16,5	cm	statička visina ploče
$f_{ctm} =$	2,6	MPa	srednja vrijednost čvrstoće betona pri aksijalnom zatezanju
$f_{yk} =$	500	MPa	karakteristična vrijednost granice razvlačenja
$A_c = b_t \cdot d_{pl} =$	2000	cm^2	površina poprečnog presjeka
$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b_t \cdot d =$	2,23	cm^2/m	minimalna površina armature
$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c =$	80,00	cm^2/m	maksimalna površina armature

Minimalni procenat armiranja AB ploče prema EN 1992-1-1, član 9.3.1.1.(1)

C30/37			klasa betona
B500B			armaturni čelik
$d_{pl} =$	80	cm	debljina ploče
$b_t =$	100	cm	širina ploče (za m^1)
$d =$	72	cm	statička visina ploče
$f_{ctm} =$	2,9	MPa	srednja vrijednost čvrstoće betona pri aksijalnom zatezanju
$f_{yk} =$	500	MPa	karakteristična vrijednost granice razvlačenja
$A_c = b_t \cdot d_{pl} =$	2000	cm^2	površina poprečnog presjeka
$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b_t \cdot d =$	10,86	cm^2/m	minimalna površina armature
$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c =$	320,00	cm^2/m	maksimalna površina armature

Minimalne i maksimalne površine armature za gredne elemente prema EN 1992-1-1, član 9.2.1.1.

C25/30			klasa betona
B500B			armaturni čelik
$h =$	42	cm	visina grede
$b_t =$	25	cm	širina grede
$d =$	37,8	cm	statička visina grede
$f_{ctm} =$	2,6	MPa	srednja vrijednost čvrstoće betona pri aksijalnom zatezanju
$f_{yk} =$	500	MPa	karakteristična vrijednost granice razvlačenja
$A_c = b_t \cdot d_{pl} =$	1050	cm^2	površina poprečnog presjeka

- Minimalna površina zategnute podužne armature $A_{s,min}$ prema EN 1992-1-1, član 9.2.1.1. (1)

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b_t \cdot d = 1,28 \quad cm^2/m \quad \text{minimalna površina armature}$$

$$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 1,23 \quad \text{minimalna površina armature}$$

- Maksimalna površina zategnute ili pritisnute podužne armature $A_{s1,max}$ i $A_{s2,max}$ izvan zone nastavljanja prema EN 1992-1-1 član 9.2.1.1.(3)

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 42,00 \quad cm^2/m \quad \text{maksimalna površina armature}$$

Minimalne i maksimalne površine armature za gredne elemente prema EN 1992-1-1, član 9.2.1.1.

C25/30

klasa betona

B500B

armaturni čelik

$h = 75$ cm visina grede

$b_t = 25$ cm širina grede

$d = 67,5$ cm statička visina grede

$f_{ctm} = 2,6$ MPa srednja vrijednost čvrstoće betona pri aksijalnom zatezanju

$f_{yk} = 500$ MPa karakteristična vrijednost granice razvlačenja

$A_c = b_t \cdot d_{pl} = 1875$ cm² površina poprečnog presjeka

- Minimalna površina zategnute podužne armature $A_{s,min}$ prema EN 1992-1-1, član 9.2.1.1. (1)

$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b_t \cdot d = 2,28$ cm²/m minimalna površina armature

$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 2,19$ minimalna površina armature

- Maksimalna površina zategnute ili pritisnute podužne armature $A_{s1,max}$ i $A_{s2,max}$ izvan zone nastavljaja prema EN 1992-1-1 član 9.2.1.1.(3)

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 75,00$ cm²/m maksimalna površina armature

4.2. Proračun konstrukcije

Proračun statičkih uticaja i dimenzionisanje elemenata objekta izvršeno je za sledeće osnovne uticaje i njihove kombinacije, a prema važećim normativima, standardima i pravilnicima:

- stalno opterećenje	g	EN 1990
- korisno opterećenje	p	EN 1990
- opterećenje od snijega	s	EN 1990
- seizmičko opterećenje	S_x, S_y	SRSS kombinacija EN 1998-1:2004

Pri statičkom proračunu konstrukcije i dimenzionisanju elemenata korišten je programski paket *Tower 8* (RADIMPEX – Beograd).

Vertikalni elementi objekta su dimenzionisani na cjelokupnu kombinaciju opterećenja uključujući i dodatne uticaje od djelovanja potresa, dok su horizontalni elementi objekta (ploče i grede) dimenzionisani na statičke kombinacije opterećenja.

Konstruktivski sistem objekta čini prostorni sistem zidova na koji se oslanjaju ploče, sa temeljenjem na šipovima.

Prilikom unošenja opterećenja u proračun nije uzeta u obzir sopstvena težina konstrukcije, iz razloga što program automatski računa sopstvenu težinu konstrukcije na osnovu unaprijed dodijeljene zapreminske težine materijala.

Svi elementi su dimenzionisani prema graničnim stanjima nosivosti. Programom se automatski određuje potrebna površina armature za sve moguće kombinacije opterećenja. Program automatski ispituje sve kombinacije opterećenja koje su moguće i na osnovu mjerodavnih uticaja daje potrebnu armaturu. Armatura je određena iz uslova optimalnog dimenzionisanja, tj. iz uslova minimalne ukupne armature u presjeku.

U ispisu statičkih uticaja prikazane su relevantne vrijednosti uticaja (M, T i N) na osnovu kojih je odgovarajućim kombinovanjem (uz uzimanje odgovarajućih parcijalnih koeficijenata sigurnosti) određena potrebna podužna i poprečna armatura.

Dimenzionisanje armiranobetonske konstrukcije izvršeno je prema Evrokod normama. Pri dimenzionisanju elemenata konstrukcije primijenjena je uobičajena klasa betona kao i čelici domaće proizvodnje B500B.

Statički izvještaj dat je u nastavku.

4.2.1. Seizmička analiza

4.2.1.1. Uvod

Vrijednost referentnog maksimalnog ubrzanja tla tipa A, a_{gR} za povratni period od 475 godina prema karti seizmičkog hazarda, koje su usvojene kao dio nacionalnog Aneksa BAS EN 1998-1/NA (2018) iznosi $a_{gR} = 0,35 \cdot g$ ($3,43 \text{ m/s}^2$), što implicira da je potrebna primjena odredbi Evrokoda 8. Vrijednost referentnog maksimalnog ubrzanja tla tipa A, a_{gR} za povratni period od 95 godina, za datu lokaciju iznosi $a_{gR} = 0,17 \cdot g$ ($1,67 \text{ m/s}^2$).

Odabrani faktor značaja γ_1 se usvaja sa vrijednosti 1, jer se ne radi o značajnijem objektu i spada u Klasu značaja II, prema EN 1998-1, član 4.2.5 (1)P.

Tabela 22. Klase značaja za zgrade

Klasa značaja	Zgrade
I	Zgrade sa manjim značajem za sigurnost ljudi, npr. poljoprivredne zgrade i sl.
II	Obične zgrade koje ne spadaju u druge kategorije
III	Zgrade čija je seizmička otpornost značajna u smislu posljedica rušenja, npr. škole, dvorane, kulturne institucije, itd.
IV	Zgrade čiji je integritet tokom zemljotresa od vitalnog značaja za civilnu zaštitu, npr. bolnice, vatrogasne stanice, električne centrale, itd.

U pogledu zahtjeva za ograničenje oštećenja, zgrade različitih klasa značaja imaju različita ograničenja relativnog spratnog pomjeranja, što je prema EN 1998-1, član 4.4.3.1 (1) osnovni pokazatelj da li konstrukcija zadovoljava pomenuti zahtjev. Prema EN 1998-1, član 4.4.3.1 (2) faktor redukcije v kojim se uzima u obzir kraći povratni period seizmičkog dejstva, za objekte klase značaja I i II je 0,5.

4.2.1.2. Klasifikacija lokalnog tla

(Ref. EN 1998-1, član 3.1.2 i EN 1998-5, član 4.2.2.)

Klasifikacijom tla se određuje odabir elastičnog spektra odgovara konstrukcije. Prema EN 1998-5, član 4.2.3.(1)P u bilo kojim drugim proračunima u kojima se uzimaju u obzir dinamička svojstva tla (INTERAKCIJA TLO-KONSTRUKCIJA SSI), potrebno je izvršiti korekcije vrijednosti prigušenja tla, brzine smičućih talasa i smičućeg modula, a sve to prema istom članu i tabeli koja se nalazi unutar, a koja zavisi i od veličine zemljotresnog dejstva.

Tabela 23. Klasifikacija tla

Tip tla	Opis geološkog profila	Parametri		
		v_{s30} (m/s)	N_{SPT} (udara/30cm)	c_u (kPa)
A	Stijena ili stijenska geološka formacija, uključujući najviše 5m slabijeg materijala na površini	>800	–	–
B	Depoziti vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili vrlo tvrde gline, debljine najmanje nekoliko desetina metara, sa povećanjem mehaničkih osobina s dubinom	360-800	>50	>250
C	Duboki depoziti zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili čvrste gline, sa debljinama od nekoliko desetina metara do više stotina metara	180-360	15-50	70-250
D	Depoziti slabo-do-srednje nekohezivnog tla (sa ili bez mekih kohezivnih slojeva) ili dominantno meko-do-čvrsto kohezivno tlo	<180	<15	<70
E	Profil tla koji se sastoji iz aluvijalnog sloja sa vrijednostima $v_s > 800$ m/s			
S_1	Depoziti koji se sastoje od, ili sadrže, sloj od najmanje 10 m debljine mekih glina/ mulja sa visokim indeksom plastičnosti ($PI > 40$) i sa visokim sadržajem vode			
S_2	Depoziti likvefabilnog tla, sastavljeni od osjetljivih glina ili od bilo kog drugog profila tla koji nije uključen u Tipove A-E ili S_1	<100 (približno)	–	10-20

Na osnovu geomehaničkog elaborata kategorija tla u kojem se temelji objekat je **tlo tipa B**.

4.2.1.3. Elastični spektri odgovora

4.2.1.3.1. Horizontalni elastični spektar odgovora

Osnovno prikazivanje zemljotresnog dejstva:

- Horizontalno gibanje/ubrzanje tla na površini Zemlje uzrokovano potresom, modelira se sa elastičnim spektrom odgovora ubrzanja podloge.
- Seizmičko opterećenje u horizontalnom pravcu zadaje se sa dvije međusobno upravne i nezavisne komponente predstavljene sa istim spektrom odgovora
- Seizmičko opterećenje u vertikalnom pravcu definiše se spektrom za vertikalno ubrzanje

Prema EN 1998-1, član 3.2.2.2 (1)P Elastični spektar odgovora $S_e(T)$ definisan je za horizontalne komponente seizmičkog dejstva sljedećim izrazima:

$$0 \leq T \leq T_B: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot \eta \cdot 2,5 \right]$$

$$T_C \leq T \leq T_D: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4S: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$

gdje je:

$S_e(T)$ elastični spektar odgovora

T period slobodnih vibracija linearnog sistema s jednim stepenom slobode

a_g projektno ubrzanje tla za tlo tipa A ($a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$)

T_B donja granica perioda u oblasti sa konstantnim spektralnim ubrzanjem

T_C gornja granica perioda u oblasti sa konstantnim spektralnim ubrzanjem

T_D vrijednost perioda koja definiše početak oblasti spektra sa konstantnim odgovorom pomjeranja u spektru

S faktor tla

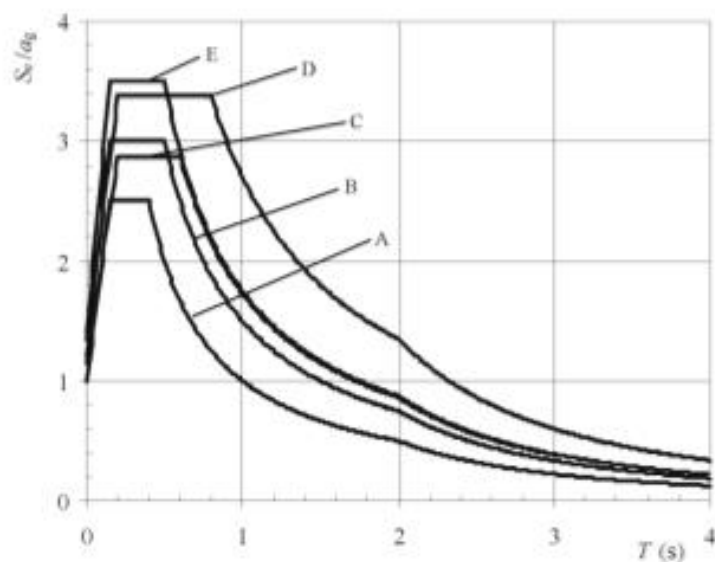
Vrijednosti perioda T_B , T_C i T_D i faktora tla S kojima se definiše oblik elastičnog spektra odgovora zavise od kategorije tla.

Tabela 24. Vrijednosti parametara koji opisuju preporučeni tip 1 elastičnog spektra odgovora

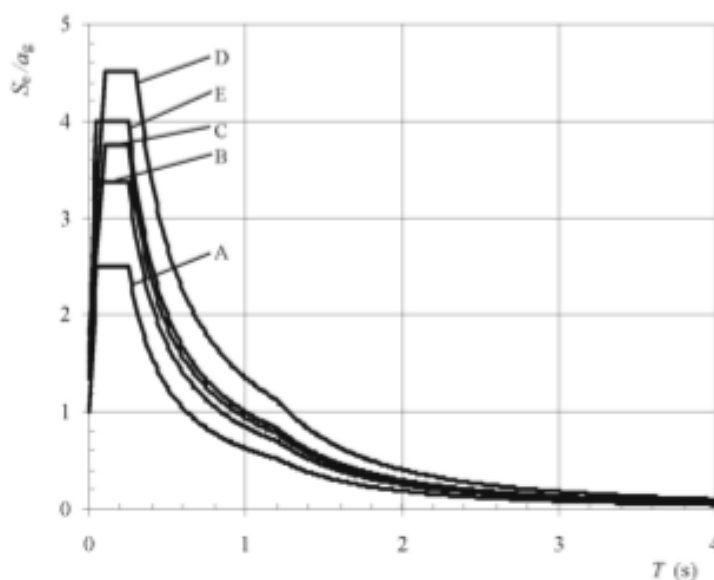
Kategorije tla	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

Tabela 25. Vrijednosti parametara koji opisuju preporučeni tip 2 elastičnog spektra odgovora

Kategorije tla	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,5	0,10	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2
E	1,6	0,05	0,25	1,2



Slika 18. Preporučeni tip 1 elastičnog spektra odgovora za kategoriju tla A do E (5% prigušenje)



Slika 19. Preporučeni tip 2 elastičnog spektra odgovora za kategorije tla A do E (5% prigušenje)

4.2.1.3.2. Vertikalni elastični spektar odgovora

Vertikalna komponenta seizmičkog dejstva prikazuje se elastičnim spektrom odgovora, $S_{ve}(T)$, koji je definisan izrazima:

$$0 \leq T \leq T_B: \quad S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0$$

$$T_C \leq T \leq T_D: \quad S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4S: \quad S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$

Tabela 26. Preporučene vrijednosti parametara koji definišu vertikalni spektar odgovora

Spektar	a_{vg}/a_g	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
Tip 1	0,90	0,05	0,15	1,0
Tip 2	0,45	0,05	0,15	1,0

4.2.1.3.3. Projektni spektar odgovora za elastičnu analizu

Prilikom projektovanja konstrukcija sprovodi se elastična analiza zasnovana na spektru odgovora koji je redukovani (umanjen) u odnosu na elastični spektar koji se naziva „projektni spektar“. Ova redukcija se postiže uvođenjem faktora ponašanja q .

Faktor ponašanja q je aproksimacija odnosa seizmičkih sila koje bi djelovale na konstrukciju u slučaju da je njen odgovor u potpunosti elastičan i sila koje mogu da se koriste u analizi sa uobičajenim linearno elastičnim modelom, a da se pri tome obezbjeđuje zadovoljavajući odgovor konstrukcije.

Vrijednost faktora ponašanja q može da bude različita za različite horizontalne pravce konstrukcije, iako će klasifikacija duktilnosti biti ista za sve pravce.

Za horizontalne komponente seizmičkog dejstva, projektni spektar $S_d(T)$ definisan je ovim izrazima:

$$0 \leq T \leq T_B: \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D: \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

$$T_D \leq T: \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

gdje je:

$S_d(T)$ projektni spektar

T period slobodnih vibracija linearnog sistema s jednim stepenom slobode

a_g projektno ubrzanje tla za tlo tipa A ($a_g = \gamma_I \cdot a_g R$)

T_B donja granica perioda u oblasti sa konstantnim spektralnim ubrzanjem

T_C gornja granica perioda u oblasti sa konstantnim spektralnim ubrzanjem

T_D vrijednost perioda koja definiše početak oblasti spektra sa konstantnim odgovorom pomjeranja u spektru

S faktor tla

q faktor ponašanja

β faktor donje granice horizontalnog projektnog spektra

4.2.1.4. Analiza konstrukcije

Prema EN 1998-1, član 4.2.3.1 (1)P, (5)P, konstrukcija se klasifikuje kao regularna ili neregularna i kriterijumi dati u članu 4.2.3.2 i 4.2.3.3 se moraju uzeti kao neophodni uslovi.

Prije sprovođenja provjere regularnosti konstrukcije, potrebno je napraviti prostorni model u softveru i usvojiti određene pretpostavke koje su u skladu sa ovim evrokodom, a koje su potrebne da bi se valjano izvela provjera regularnosti konstrukcije.

4.2.1.4.1. Krutost elemenata

Prema EN 1998-1, član 4.3.1 (6) i (7) u analizi armiranobetonskih zgrada, spregnutih čelično-betonskih zgrada i zidanih zgrada, krutost nosećih elemenata treba da se odredi uzimajući u obzir efekte prslina. Osim u slučaju tačnog proračuna, krutost na savijanje i smicanje, u slučaju seizmičkog proračuna, se usvaja kao 50% krutosti neisprskalog presjeka.

Takođe, ukoliko se zid modelira kao pločasti element, za beton sa prslinama se uzima *Poissonov* koeficijent jednak $\nu = 0$ (prema EN 1992-1-1, član 3.1.3 (4)).

U slučaju predmetnog objekta radi se o armiranobetonskoj konstrukciji sistema zidova, kod koga se vertikalna i horizontalna opterećenja prihvataju pretežno vertikalnim konstrukcijskim zidovima, bilo povezanim ili nepovezanim, a čija je nosivost na smicanje u osnovi veća od 65% ukupne nosivosti na smicanje cijelog konstrukcijskog sistema.

U proračunu se preko modifikatora krutosti reguliše krutost pločastih elemenata i to na 50% krutosti neisprskalog presjeka i to za krutost u zida u svojoj ravni. Za krutost na savijanje zida izvan svoje ravni se isključuje na način da se ta krutost redukuje na 10% krutosti neraspucalog elementa.

U proračunu se preko modifikatora krutosti reguliše krutost stubova i to na 50% krutosti neisprskalog presjeka na savijanje.

Kako međuspratne tavanice nisu dio primarnih seizmičkih elemenata, njihova krutost na savijanje, upravno na njenu ravan, se smanjuje (tj. postavlja na 50% početne krutosti).

4.2.1.5. Dokaz regularnosti konstrukcije

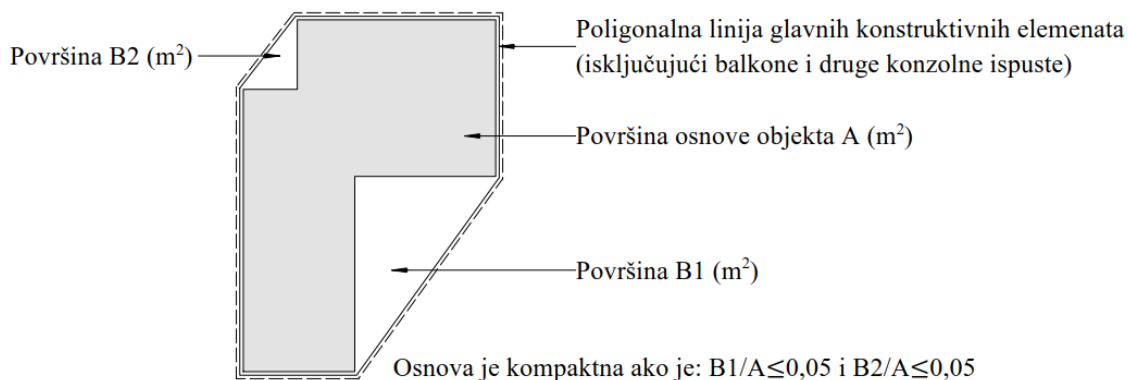
4.2.1.5.1. Regularnost u osnovi

Svi sljedeći kriterijumi moraju biti zadovoljeni kako bi se konstrukcija proglasila regularnom u osnovi (prema EN 1998-1, član 4.2.3.2 (1)P):

- 1) EN 1998-1, član 4.2.3.2 (2) „Sa stanovišta bočne krutosti i rasporeda masa, konstrukcija zgrade mora biti približno simetrična u osnovi u odnosu na dvije ortogonalne ose.“

Predmetna konstrukcija je približno simetrična u osnovi.

- 2) EN 1998-1, član 4.2.3.2 (3) „Konfiguracija u osnovi mora da bude kompaktna, tj. da svaka tavanica mora da bude ograničena sa poligonalnom konveksnom linijom. Regularnost u osnovi se može smatrati zadovoljenom i ako postoje uvlačenja u osnovi, ali takva, da ne utiču na horizontalnu krutost tavanica i da za svaku površinu uvlačenja između konture tavanice i konveksne poligonalne linije koja obuhvata tavanicu ne prelazi 5% površine tavanice.



Slika 20. Definicija kompaktnosti

U slučaju predmetnog objekta se radi o tavanici koja je ograničena poligonalnom konveksnom linijom. **Uslov je ispunjen.**

- 3) EN 1998-1, član 4.2.3.2 (5) "Vitkost zgrade u osnovi $\lambda = L_{\max}/L_{\min}$ ne smije biti veća od 4, gdje su redom $L_{\max}$ i $L_{\min}$ veća i manja dimenzija u osnovi zgrade, mjereno u ortogonalnim pravcima."

Vitkost ove zgrade je $\lambda = 42,87/16,38 = 2,60$, što znači da je ova odredba ispunjena.

- 4) EN 1998-1, član 4.2.3.2 (6) "Na svakom spratu i u svakom razmatranom pravcu x i y , konstrukcijski ekscentricitet e_0 (rastojanje između centra krutosti i centra mase) i torzioni radijus r moraju da budu u skladu sa sljedeća dva uslova:

$$e_{0x} \leq 0,30 \cdot r_x$$

$$r_x \geq l_s$$

gdje je:

- e_{0x} rastojanje između centra krutosti i centra mase, mjereno u pravcu x ose, koja je upravna na pravac za koji se vrši analiza
- r_x kvadratni korijen iz odnosa torziona i bočne krutosti u y pravcu ("torzioni radijus")
- l_s radijus inercije mase tavanice (kvadratni korijen iz odnosa (a) polarnog momenta inercije mase tavanice u odnosu na centar masa i (b) mase tavanice)

Regularnost u osnovi

Z [m]	eox [m]	eoy [m]	rx [m]	ry [m]	ls [m]	eox $\leq$ 0.3rx	eoy $\leq$ 0.3ry	rx>ls	ry>ls
24.37	8.34	0.51	20.65	14.45	10.10	Ne	Da	Da	Da
21.44	1.08	0.54	17.09	15.10	14.86	Da	Da	Da	Da
18.51	0.94	0.38	16.75	15.23	14.86	Da	Da	Da	Da
15.58	1.19	0.16	16.40	15.33	14.86	Da	Da	Da	Da
12.65	1.58	0.11	16.14	15.44	14.86	Da	Da	Da	Da
9.72	2.33	0.42	16.15	15.61	14.86	Da	Da	Da	Da
6.79	3.74	0.73	16.75	15.88	14.86	Da	Da	Da	Da
3.86	5.56	0.79	17.95	16.26	14.86	Ne	Da	Da	Da
0.00	7.96	0.08	25.01	13.86	13.50	Ne	Da	Da	Da

Uslov $r \geq ls$ je zadovoljen u svim tačkama gledajući po svim nivoima te se zaključuje da konstrukcija **nije torziono fleksibilna.**

4.2.1.5.2. Regularnost po visini

Svi sljedeći kriterijumi moraju biti zadovoljeni kako bi se konstrukcija proglasila regularnom po visini (prema EN 1998-1, član 4.2.3.3 (1P):

- 1) EN 1998-1 član 4.2.3.3 (2) "Svi elementi koji obezbjeđuju sistem bočne krutosti, moraju da se prostiru bez prekida od temelja do vrha zgrade (ako postoje uvlačenja onda do relevantne zone)"

U slučaju predmetne konstrukcije **uslov je zadovoljen**, jer **elementi se prostiru bez prekida od temelja do vrha zgrade.**

- 2) EN 1998-1, član 4.2.3.3 (3) Horizontalna krutost, kao i masa pojedinačnih spratova, moraju ostati konstantni ili da se postepeno smanjuj bez naglih promjena, od osnove pa do vrha zgrade"

U slučaju posmatrane konstrukcije, analizirajući pojedinačne spratove (potencijalne redukcije u elementima) ali i mase, **zaključeno je da postoje promjene u masama ploča od osnove pa do vrha zgrade, koje su manje od 10% po visini objekta.**

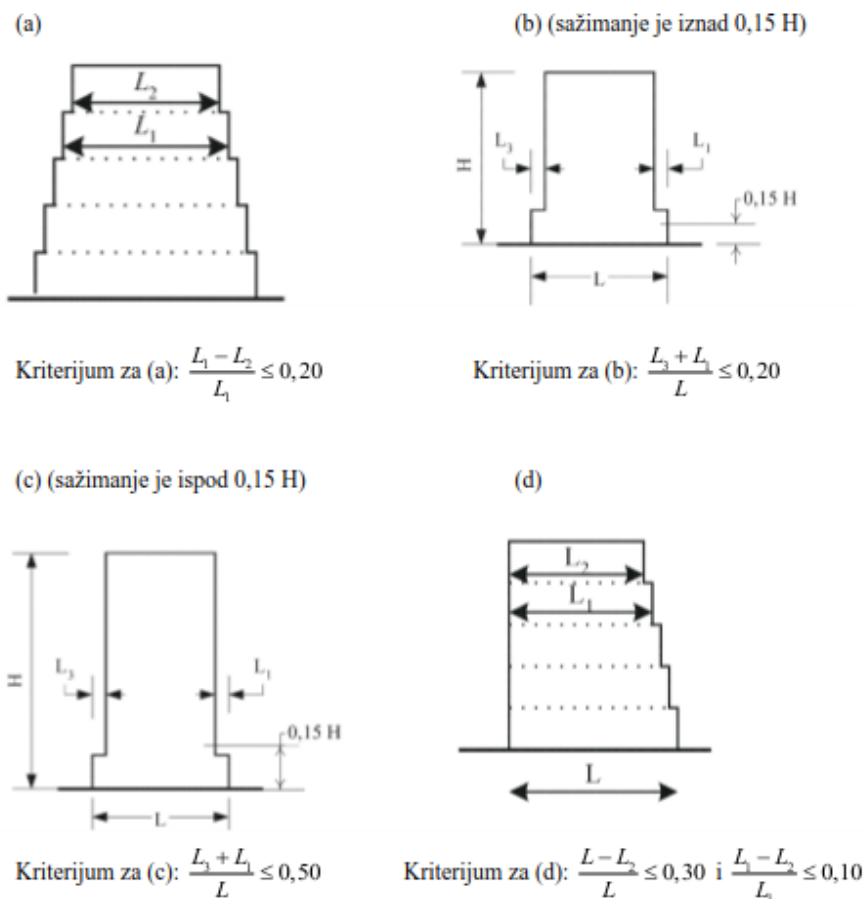
- 3) EN 1998-1, član 4.2.3.3 (4) "Kod okvirnih zgrada, odnos stvarne spratne otpornosti prema otpornosti koja se zahtijeva u analizi ne smije neproporcionalno da se razlikuje između susjednih spratova. U tom kontekstu se u dijelu 4.3.6.3.2 posmatraju posebni aspekti okvira sa zidanom ispunom."
 - **Model 1** – bezgredni sistem (bez pune simetrije)
 - **Model 2** – poboljšan bezgredni sistem

Kod modela 1 i 2 **ovaj kriterijum se neće razmatrati, jer se radi o sistemu seizmičkih zidova.**

- **Model 3** – gredni sistem

Prema članu 4.3.6.3.2., ne postoji drastično smanjenje ispune u jednom ili više spratova, tj. ne postoje značajne neregularnosti po visini objekta. **Uslov je ispunjen.**

- 4) EN 1998-1, član 4.2.3.3 (5) „Kada postoje sažimanja zgrade po visini, primjenjuju se sljedeći dodatni uslovi:
- Za postupna sažimanja koja zadržavaju osnu simetriju, sažimanje bilo kog sprata ne smije biti veće od 20 % od prethodne dimenzije u osnovi u pravcu sažimanja;
 - Za samo jedno sažimanje u okviru donjih 15% od ukupne visine glavnog konstrukcijskog sistema, sažimanje ne smije biti veće od 50% od prethodne dimenzije u osnovi. U ovom slučaju konstrukcija u zoni osnove, u okviru vertikalne projekcije gabarita gornjih spratova, mora da bude projektovana tako da prihvata barem 75% horizontalnih smičućih sila koje bi nastale u toj zoni u sličnoj zgradi bez povećanja u osnovi;
 - Ako sažimanja po visini ne zadržavaju simetriju, na svakoj fasadi zbir sažimanja na svim spratovima ne smije biti veći od 30% dimenzije u osnovi sprata u prizemlju iznad temelja ili iznad vrha krutog podruma, niti pojedinačna sažimanja smiju biti veća od 10% u odnosu na dimenziju u osnovi prethodne etaže.



Slika 21. Kriterijumi regularnosti zgrada sa sažimanjem

Predmetni objekat nema sažimanje po visini.

Zaključuje se da je objekat regularan po visini.

4.2.1.5.3. Koeficijent kombinacije za stalna i promjenljiva dejstva

Za određivanje kombinacije dejstava za seizmičke situacije potrebno je koristiti sljedeće pravilo kombinacije dato u EN 1990, član 6.4.3.4 (2):

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + "P" + "A_{Ed}" + " \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Za određivanje efekata seizmičkog dejstva A_{Ed} mora se uobziriti prisustvo masa i to u sljedećoj kombinaciji (stalno + dio korisnog) prema EN 1998-1, član 3.2.4 (2)P:

$$\sum G_{k,j} + " \sum \psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}$$

Seizmički koeficijent kombinacije prema EN 1998-1 član 4.2.4 (2)P:

Tabela 27. Vrijednosti parametra φ u proračunu Ψ_{Ei}

Vrsta promjenljivog dejstva	Sprat	φ
Kategorije A-C*	Krov	1,0
	Spratovi sa sadržajima u korelaciji	0,8
	Spratovi sa nezavisnim sadržajima	0,5
Kategorije D-F* i Arhive		1,0

Spratovima sa nezavisnim sadržajem se smatraju stambene zgrade, pa čak i poslovne ukoliko prostorije služe kao kancelarije.

Koeficijent kombinacije korisnog opterećenja u zgradama je dat u tabeli (prema **EN 1990, A1.2.2 (Tabela A1.1)**), dok se ostala promjenljiva opterećenja ne razmatraju (snijeg se razmatra samo u slučaju nadmorske visine preko 1000 mm):

Stalno opterećenje čini sopstvena težina konstrukcije i dodatno stalno opterećenje. Dok se korisno opterećenje usvojeno za kategoriju H ne posmatra budući da je koeficijent kombinacije za korisna opterećenja na krovovima $\Psi_2 = 0$.

4.2.1.6. Klasifikacija konstrukcijskog sistema, faktor ponašanja i projektni spektar odgovora

4.2.1.6.1. Tip konstrukcijskog sistema

Za **Model 1 i Model 2** usvojeni konstrukcijski sistem je **bezgredni sistem** kod koga se vertikalna i horizontalna opterećenja prihvataju pretežno vertikalnim konstrukcijskim zidovima, bilo povezanim ili nepovezanim, a čija je nosivost na smicanje u osnovi veća od 65% ukupne nosivosti na smicanje cijelog konstrukcijskog sistema.

Za **Model 3** usvojeni konstrukcijski sistem je **gredni sistem** kod koga se vertikalna i horizontalna opterećenja prihvataju pretežno prostornim okvirima i čija je nosivost na smicanje u osnovi veća od 65% od ukupne nosivosti na smicanje cijelog konstrukcijskog sistema.

4.2.1.6.2. Faktor ponašanja

Gornja vrijednost faktora ponašanja se mora odrediti za svaki proračunski pravac i to prema izrazu (prema EN 1998-1, član 5.2.2.2 (1)):

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1,5$$

gdje je:

q_0 osnovna vrijednost faktora ponašanja, zavisna od tipa konstrukcijskog sistema

k_w faktor koji uzima u obzir preovladavajuću vrstu loma konstrukcijskih sistema sa zidovima

Koriste se sljedeće vrijednosti bez redukcije (prema EN 1998-1, član 5.2.2.2 (2)):

Tabela 28. Osnovne vrijednosti faktora ponašanja q_0 za sisteme regularne po visini

Tip konstrukcije	DCM	DCH
Okvirni sistem, dvojni sistem, sistem povezanih zidova	$3,0\alpha_u / \alpha_1$	$4,5\alpha_u / \alpha_1$
Sistem nevezanih zidova	3,0	$4,0\alpha_u / \alpha_1$
Torziono fleksibilni sistem	2,0	3,0
Sistem obrnutog klatna	1,5	2,0

Odabrani **faktor ponašanja** iz uslova regularnosti u osnovi i po visini je:

- **Model 1** $q = 3,0$
- **Model 2** $q = 3,0$
- **Model 3** $q = 3,9$

4.2.2. Statički proračun

U nastavku je prikazan statički proračun i dimenzionisanje konstrukcijskih elemenata na GSN (ULS) i GSU (SLS). U ovom radu prikazani su **samo** karakteristični konstrukcijski elementi koji će biti predmet daljeg poređenja.

4.2.2.1. Kontrola ugiba

U nastavku se daje proračun koeficijenta tečenja za međuspratnu ploču i grede gdje su ugibi od značaja. Usvojena vrijednost koeficijenta tečenja za oba elementa je **2,50** u skladu sa proračunom u nastavku. Kontrola ugiba izvršena je za kvazi-stalnu kombinaciju opterećenja.

Ulazni podaci za proračun koeficijenta tečenja $\varphi(t, t_0)$

Odabrana klasa betona	C25/30	Starost betona u trenutku opterećenja t_0	28	[dani]
Srednja čvrstoća na pritisak f_{cm}	33 [MPa]	Starost betona u posmatranom trenutku t	10000	[dani]
Sekantni modul elastičnosti E_{cm} (EN 1992-1-1 Tabela 3.1)	31 [GPa]	Vlažnost sredine RH	55	[%]
Modifikacija E_{cm} prema EN 1992-1-1 član 3.1.3 (2)	27,9 [GPa]	Površina poprečnog presjeka elementa A_c	2000	[cm ²]
Tangentni modul elastičnosti $E_c = E_{cm} \cdot 1.05$ prema EN 1992-1-1 član 3.1.4. (2)	29,3 [GPa]	Obim elementa u kontaktu sa atmosferom u	200	[cm]

Proračun koeficijenta tečenja $\varphi(t, t_0)$

$\alpha_{1/2/3}$	Koeficijenti kojima se uzima u obzir uticaj čvrstoće betona		
	$\alpha_1 = \left[\frac{35}{f_{cm}}\right]^{0,7} = 1,042; \quad \alpha_2 = \left[\frac{35}{f_{cm}}\right]^{0,2} = 1,012; \quad \alpha_3 = \left[\frac{35}{f_{cm}}\right]^{0,5} = 1,030$		
h_0	Nominalna veličina elementa		
	$h_0 = \frac{2A_c}{u} = 200,00 \text{ [mm]}$		
β_H	Koeficijent koji zavisi od relativne vlažnosti (RH u %) i nominalne veličine elementa (h_0 u mm) i može da se odredi iz izraza:		
	$\beta_H = 1,5[1+(0,012 \text{ RH})^{18}]h_0+250 \leq 1500$	za	$f_{cm} \leq 35$
	$\beta_H = 1,5[1+(0,012 \text{ RH})^{18}]h_0+250\alpha_3 \leq 1500\alpha_3$	za	$f_{cm} \geq 35$
	Usvojeno $\beta_H = 550,17$		
$\beta_C(t,t_0)$	Koeficijent kojim se definiše dijagram tečenja u zavisnosti od vremena poslije opterećenja		
	$\beta_C(t,t_0) = \left[\frac{t-t_0}{\beta_H+t-t_0}\right]^{0,3} = 0,984$		
$\beta(f_{cm})$	Koeficijent kojim se uzima u obzir uticaj čvrstoće betona na nominalnu vrijednost koeficijenta tečenja		
	$\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2,925$		

$\beta(t_0)$ Koeficijent kojim se uzima u obzir uticaj starosti betona u trenutku opterećivanja na nominalnu vrijednost koeficijenta tečenja

$$\beta(t_0) = \frac{1}{(0,1+t_0^{0,20})} = 0,488$$

φ_{RH} Koeficijent kojim se uzima u obzir uticaj relativne vlažnosti na nominalnu vrijednost koeficijenta tečenja

$$\varphi_{RH} = 1 + \frac{1-RH/100}{0,1\sqrt[3]{h_0}} \quad \text{za } f_{cm} \leq 35$$

$$\varphi_{RH} = \left[1 + \frac{1-RH/100}{0,1\sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 \quad \text{za } f_{cm} \geq 35$$

Usvojeno $\varphi_{RH} = 1,769$

φ_0 Nominalna vrijednost koeficijenta tečenja

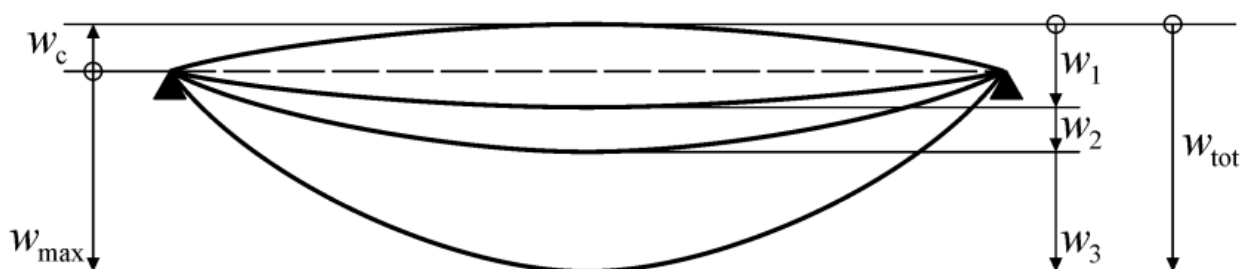
$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) = 2,528$$

$\varphi(t, t_0)$ Koeficijent tečenja

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_C(t, t_0) = 2,487$$

Ugibi elemenata ne smiju uticati na izgled ili funkcionalnost objekata. Prema **EN 1992-1-1, član 7.4.1 (3)**, smatra se da granični ugibi (koji će biti dati u nastavku), a koji su izvedeni na osnovu standarda **ISO 4356**, generalno zadovoljavaju svojstva zgrada (u standardu se navodi da se to odnosi na stambene zgrade, poslovne objekte, javne zgrade ili fabrike). Pošto ovdje ne postoje neka druga specifična ograničenja (npr. za ispravno funkcionisanje neke opreme ili mašina), ograničenja ugiba su definisana u **EN 1992-1-1, član 7.4 ((3), (4), (5) i (6))** se smatraju odgovarajućim.

Granični ugib je usvojen kao **$L/250$** , budući da se smatra da ugibi ne mogu da oštete susjedne djelove konstrukcije, a što je sve dozvoljeno prema **EN 1992-1-1, član 7.4.1. (4) i (5)**. U skladu sa pomenutim članovima, ugibi se ispituju za kvazi stalna opterećenja.



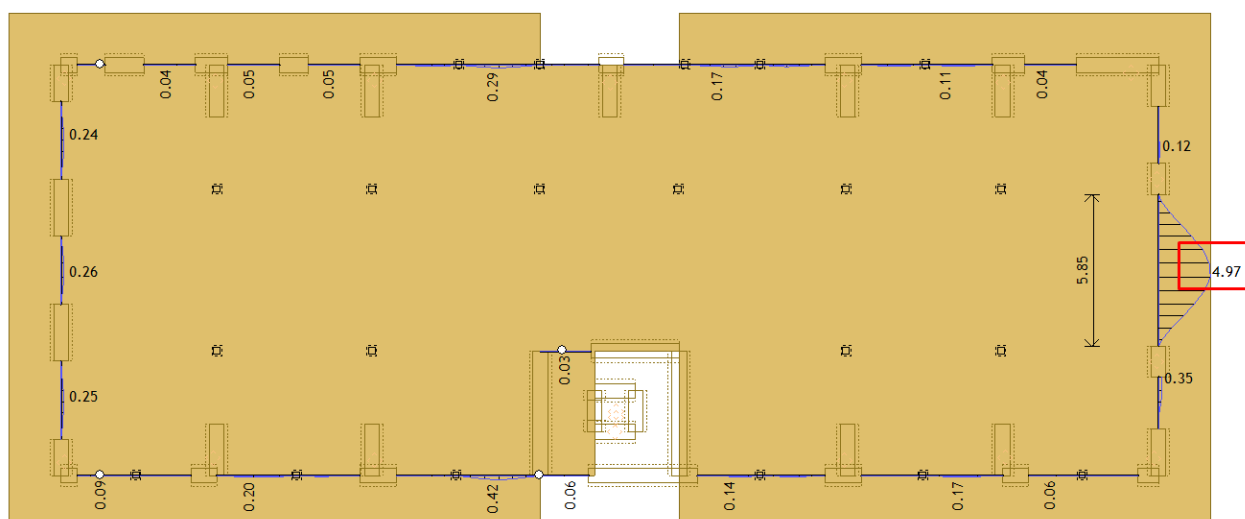
Slika 22. Definicija ugiba nosača

w_c	nadvišenje nosača (ako postoji)
w₁	početni ugib usljed stalnih dejstava
w₂	priraštaj ugiba usljed dugotrajnog uticaja stalnih dejstava, skupljanje i tečenje [kod čeličnih konstrukcija je $w_2 = 0$, ali ovaj dio ugiba treba uzeti u obzir kod spregnutih nosača]
w₃	ugib usljed promjenljivog opterećenja
w_{tot}	ukupan ugib
w_{max}	maksimalan ugib uzimajući u obzir nadvišenje

4.2.2.1.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)

Vrijednosti ugiba greda u trenutku beskonačnosti ($t = \infty$):

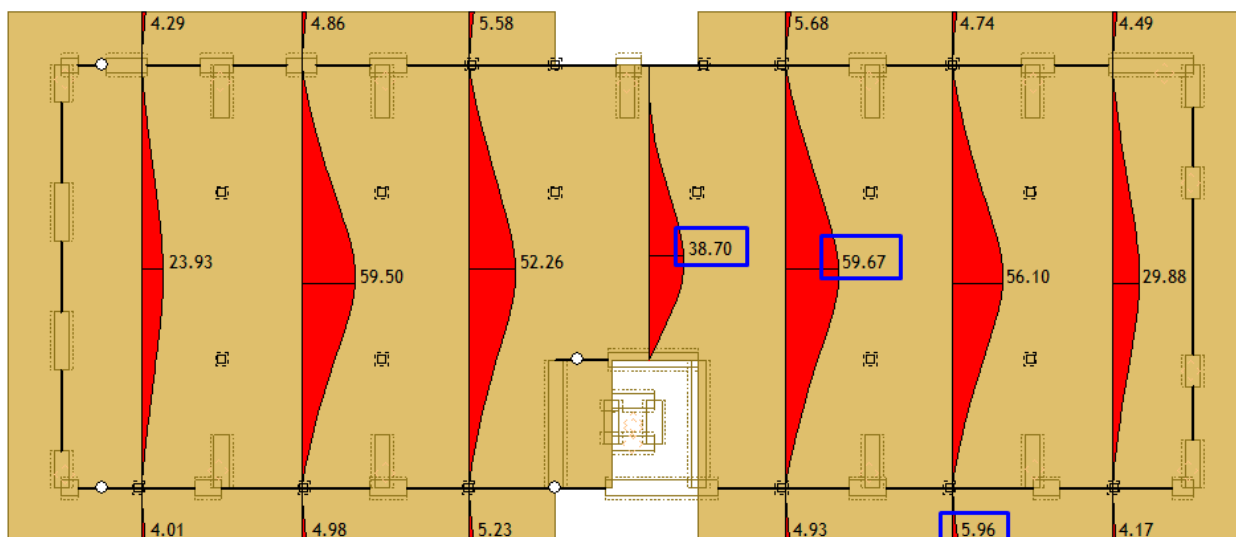
Kao što je vidljivo na slici ispod, vrijednosti ugiba greda na tipskoj etaži su zanemarive (vrijednost ugiba je manja od 1 mm), osim kod grede u osi 8, gdje ugib ima značajniju vrijednost u odnosu na ostale, i iznosi **4,97 mm**, a što je *manje* od dopuštenog ugiba $L/250$ koji iznosi **23,40 mm**.



Slika 23. Ugibi greda za tipsku etažu (Model 1)

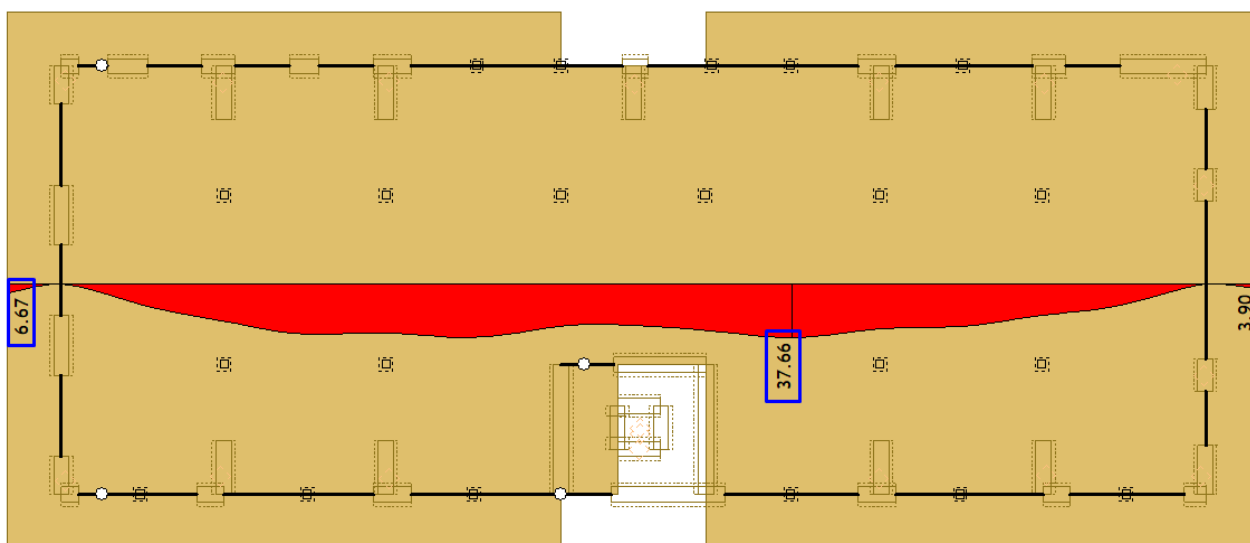
Vrijednosti ugiba ploča u trenutku beskonačnosti ($t = \infty$):

Vrijednosti ugiba ploča u trenutku beskonačnosti ($t = \infty$) se daju u nastavku. Zbog problematike procjene ugiba u ploči, daju se razdvojeno rezultati po nekoliko pravaca. Na kraju će se uzeti u obzir i deformacije grede.



Slika 24. Ugibi u ploči - tipska etaža – y pravac (Model 1)

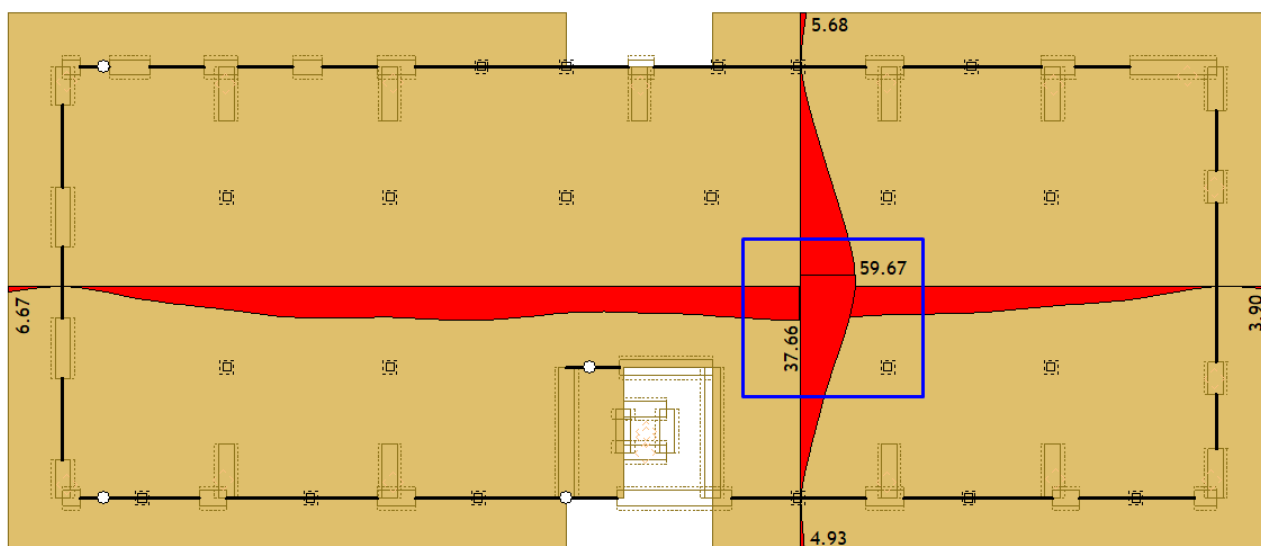
Kao što je vidljivo na slici iznad, vrijednost maksimalnog ugiba ploče - tipska etaža iznosi **59,67 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, a koji iznosi **63,48 mm**, dok je na kraćem rasponu ugib u ploči **38,70 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **44,24 mm**. Maksimalni ugib na konzolnom dijelu ploče je **5,96 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/300$, koji iznosi **13,33 mm**.



Slika 25. Ugibi u ploči - tipska etaža – x pravac (Model 1)

Kao što je vidljivo na slici iznad, vrijednost maksimalnog ugiba ploče - tipska etaža je **37,66 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$ koji iznosi **169,40 mm**. Maksimalni ugib na konzolnom dijelu ploče je **6,67 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/300$, koji iznosi **13,33 mm**.

U nastavku će se posmatrati ugib u "kritičnom" dijelu ploče, dio ploče gdje se nalaze maksimalni ugibi u x i y pravcu:



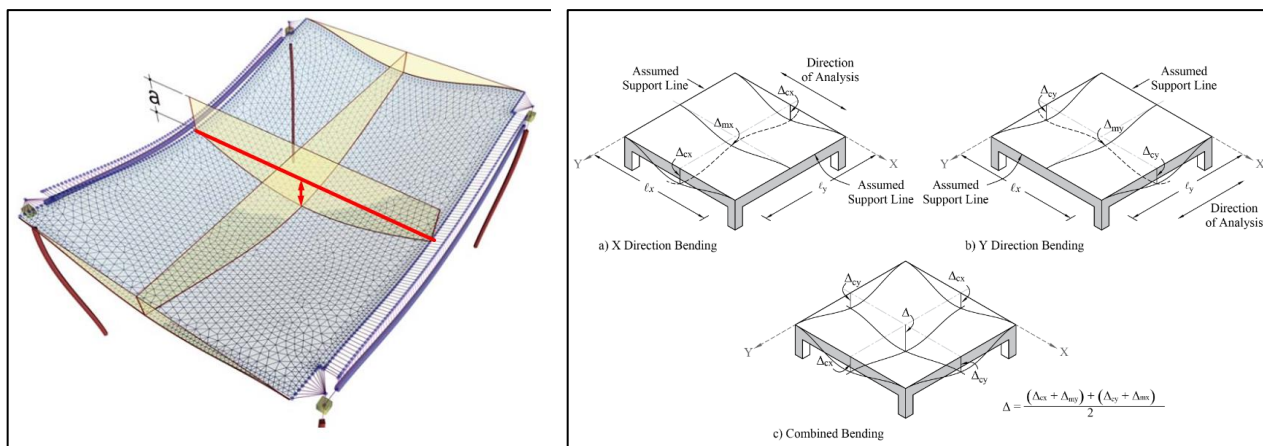
Slika 26. Dio ploče gdje se nalaze maksimalni ugibi u x i y pravcu (Model 1)

Relativni ugib u sredini ploče, u odnosu na grede je:

$$u_{rel} = \frac{u_{x,ploče} + u_{y,ploče}}{2} = \frac{37,66 \text{ mm} + 59,67 \text{ mm}}{2} = 48,67 \text{ mm}$$

Kao što je vidljivo, vrijednost maksimalnog relativnog ugiba ploče - tipska etaža iznosi **48,67 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **63,48 mm** (Za raspon ploče usvojen je manji raspon, tj. raspon u y pravcu, a što je na strani sigurnosti).

Ukupan ugib ploče u odnosu na stubove mora uzeti u obzir i deformacije greda (formula opšteg karaktera, ali i navedena u **ACI 318-11 (9.5.3.4 Eq.8)**.

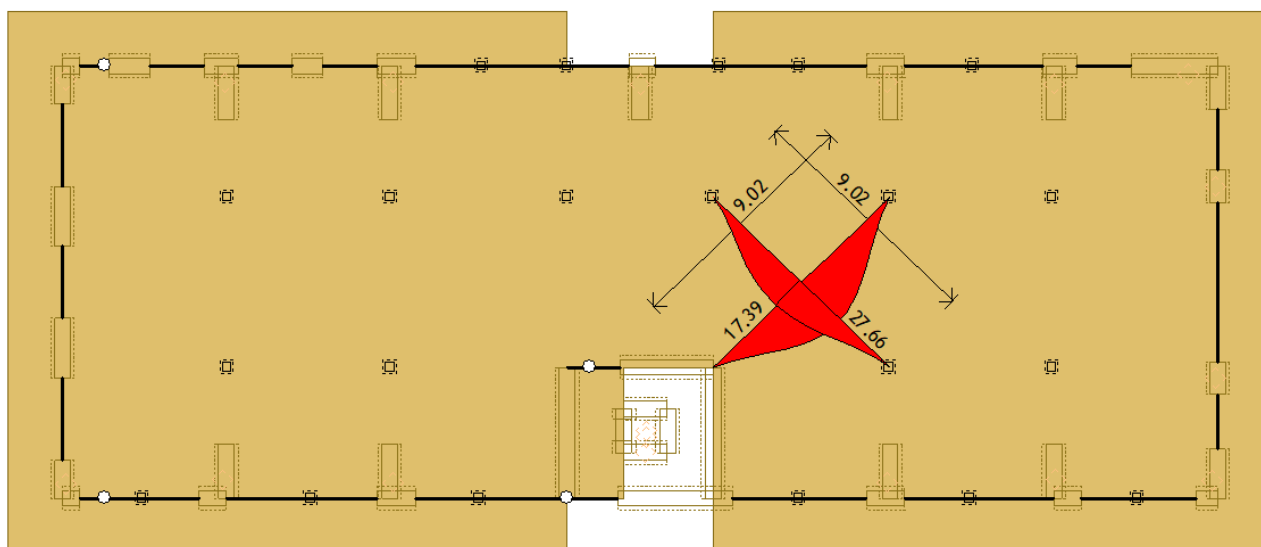


Slika 27. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na grede

$$\Delta = \frac{(\Delta_{cx} + \Delta_{my}) + (\Delta_{cy} + \Delta_{mx})}{2}$$

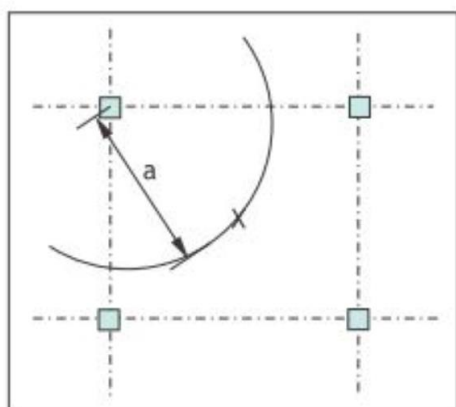
$$\Delta = \frac{(u_{x,grede} + u_{x,ploče}) + (u_{y,grede} + u_{y,ploče})}{2} = \frac{(4,97 + 37,66) + (0,17 + 59,67)}{2} = 51,24 \text{ mm}$$

Kao što je vidljivo, vrijednost maksimalnog relativnog ugiba ploče - tipska etaža, pri čemu se uzima u obzir i deformacija greda je **51,24 mm**, a što je manje od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **63,48 mm** (Za raspon ploče usvojen je manji raspon, tj. raspon u y pravcu, a što je na strani sigurnosti). Zbog složenosti analize, daje se pregled ugiba relativno u odnosu na stubove (dobiće se veći ugibi, ali će biti i veći dopušteni ugibi).



Slika 28. Ugibi u ploči - tipska etaža – pregled ugiba relativno u odnosu na stubove (Model 1)

$$u_{\text{rel}} = \frac{u_{\text{pravac1,ploče}} + u_{\text{pravac2,ploče}}}{2} = \frac{27,66 \text{ mm} + 17,39 \text{ mm}}{2} = 22,53 \text{ mm}$$



Napomene:

Ako je maksimalni dozvoljeni ugib $\delta = L/n$, a X je položaj maksimalnog ugiba δ , gdje je:

- L = raspon
- n = granični odnos raspona i visine presjeka, npr. 250

tada ugib tačke X ne smije biti veći od $2a/n$.

(Maksimalni ugib na mrežnim linijama može biti kritičniji)

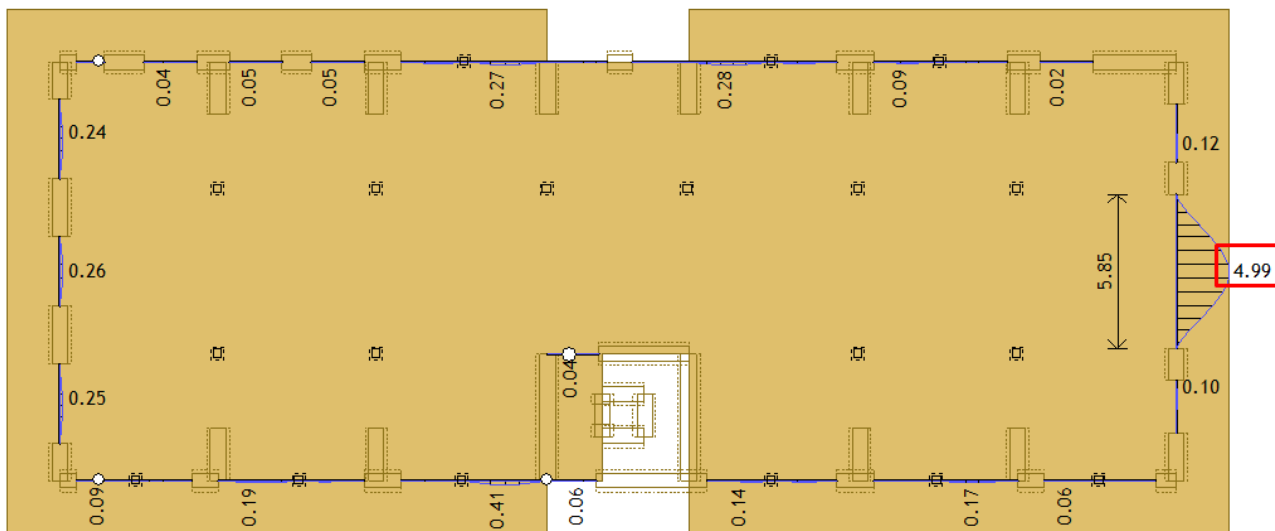
Slika 29. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na stubove

Kao što je vidljivo, vrijednost maksimalnog relativnog ugiba ploče - tipska etaža iznosi **22,53 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **36,08 mm**.

4.2.2.1.2. Model 2 – poboljšani bezgrebni sistem

Vrijednosti ugiba greda u trenutku beskonačnosti ($t = \infty$):

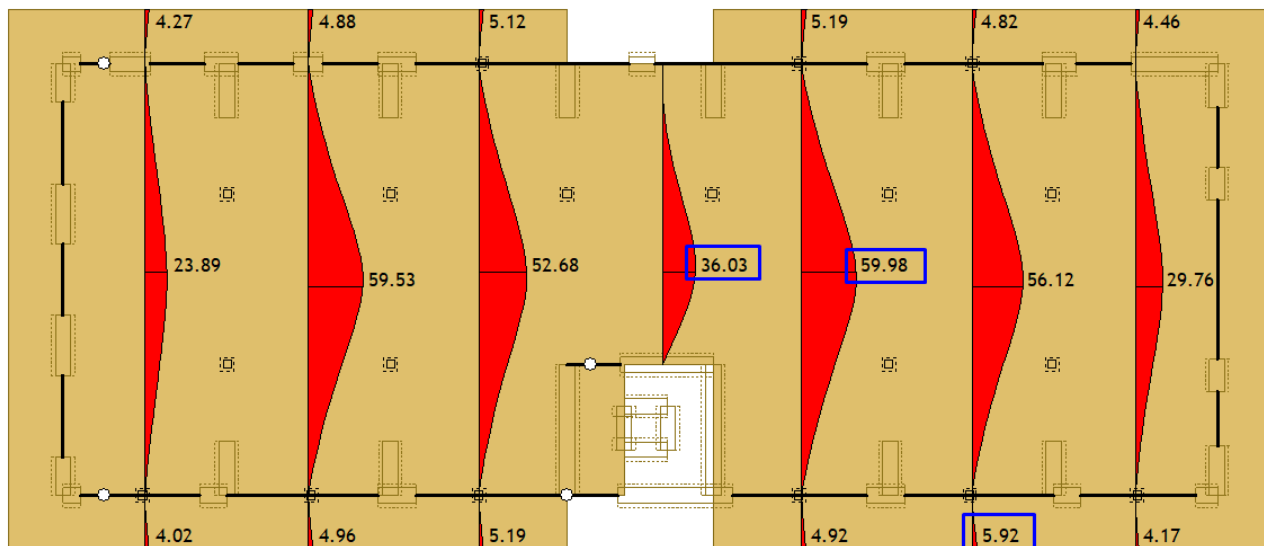
Kao što je vidljivo na slici ispod, vrijednosti ugiba greda na tipskoj etaži su zanemarive (vrijednost ugiba je manja od 1 mm), osim kod grede u osi 8, gdje ugib ima značajniju vrijednost u odnosu na ostale, i iznosi **4,99 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **23,40 mm**.



Slika 30. Ugibi greda za tipsku etažu (Model 2)

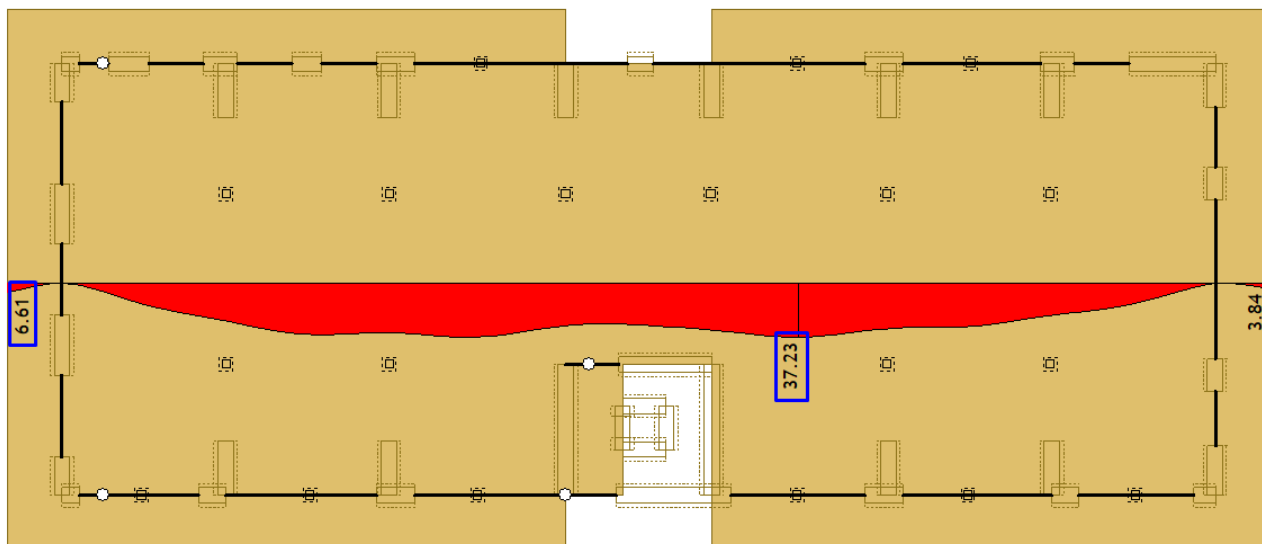
Vrijednosti ugiba ploča u trenutku beskonačnosti ($t = \infty$):

Vrijednosti ugiba ploča u trenutku beskonačnosti ($t = \infty$) se daju u nastavku. Zbog problematike procjene ugiba u ploči, daju se razdvojeno rezultati po nekoliko pravaca. Na kraju će se uzeti u obzir i deformacije grede.



Slika 31. Ugibi u ploči - tipska etaža – y pravac (Model 2)

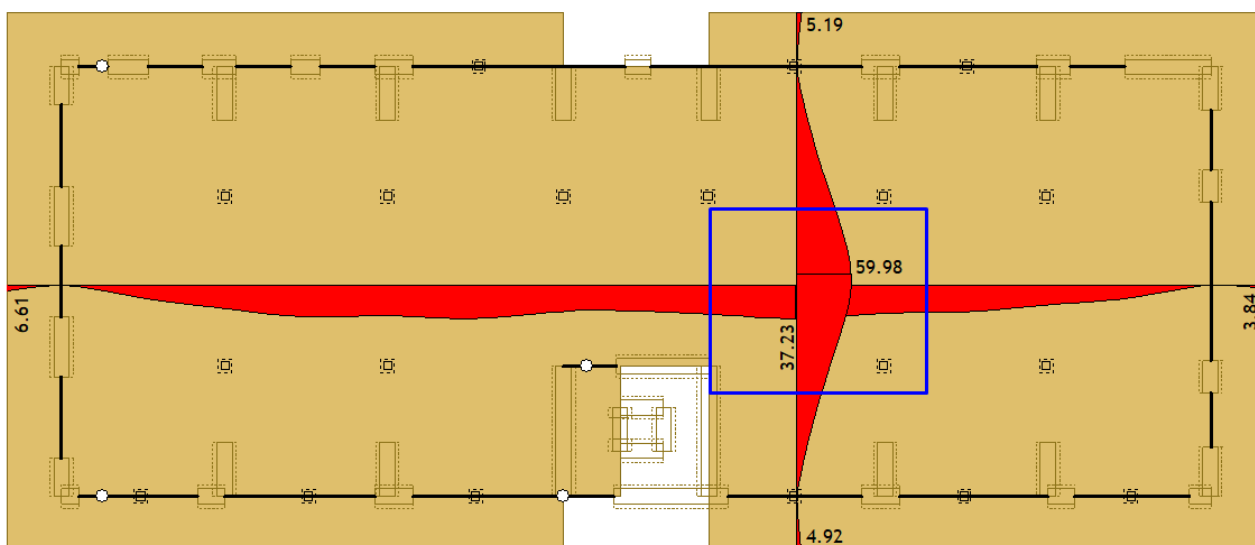
Kao što je vidljivo na slici iznad, vrijednost maksimalnog ugiba ploče - tipska etaža iznosi **59,98 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **63,48 mm**, dok je na kraćem rasponu ugib u ploči **36,03 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **44,24 mm**. Maksimalni ugib na konzolnom dijelu ploče je **5,92 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/300$, koji iznosi **13,33 mm**.



Slika 32. Ugibi u ploči - tipska etaža – x pravac (Model 2)

Kao što je vidljivo na slici iznad, vrijednost maksimalnog ugiba ploče - tipska etaža je **37,23 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **169,40 mm**. Maksimalni ugib na konzolnom dijelu ploče je **6,61 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/300$, koji iznosi **13,33 mm**.

U nastavku će se posmatrati ugib u “kritičnom” dijelu ploče, dio ploče gdje se nalaze maksimalni ugibi u x i y pravcu:



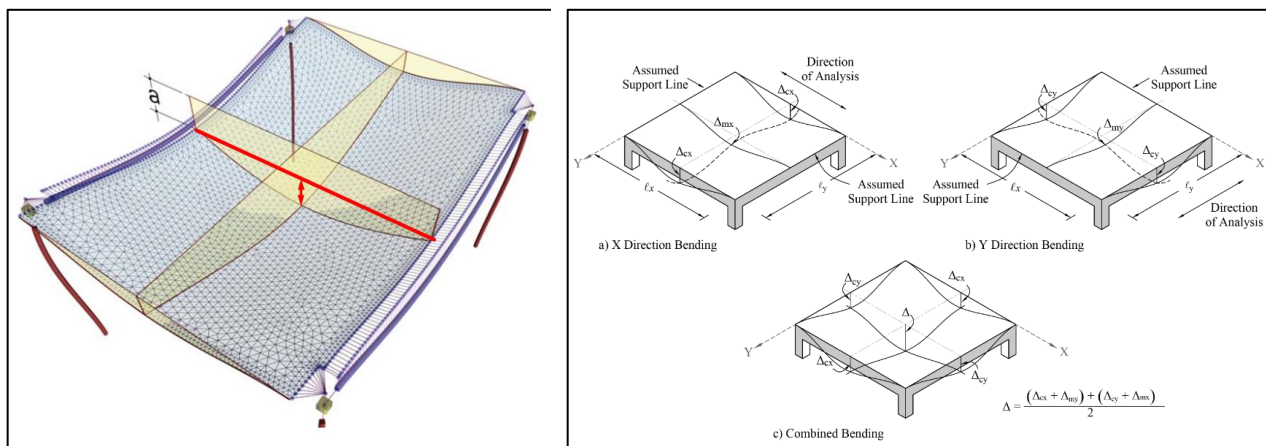
Slika 33. Dio ploče gdje se nalaze maksimalni ugibi u x i y pravcu (Model 2)

Relativni ugib u sredini ploče, u odnosu na grede je:

$$u_{\text{rel}} = \frac{u_{x,\text{ploče}} + u_{y,\text{ploče}}}{2} = \frac{37,23 \text{ mm} + 59,98 \text{ mm}}{2} = 48,61 \text{ mm}$$

Kao što je vidljivo, vrijednost maksimalnog relativnog ugiba ploče - tipska etaža iznosi **48,61 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **63,48 mm** (Za raspon ploče usvojen je manji raspon, tj. raspon u y pravcu, a što je na strani sigurnosti).

Ukupan ugib ploče u odnosu na stubove mora uzeti u obzir i deformacije greda (formula opšteg karaktera, ali i navedena u **ACI 318-11 (9.5.3.4 Eq.8)**).



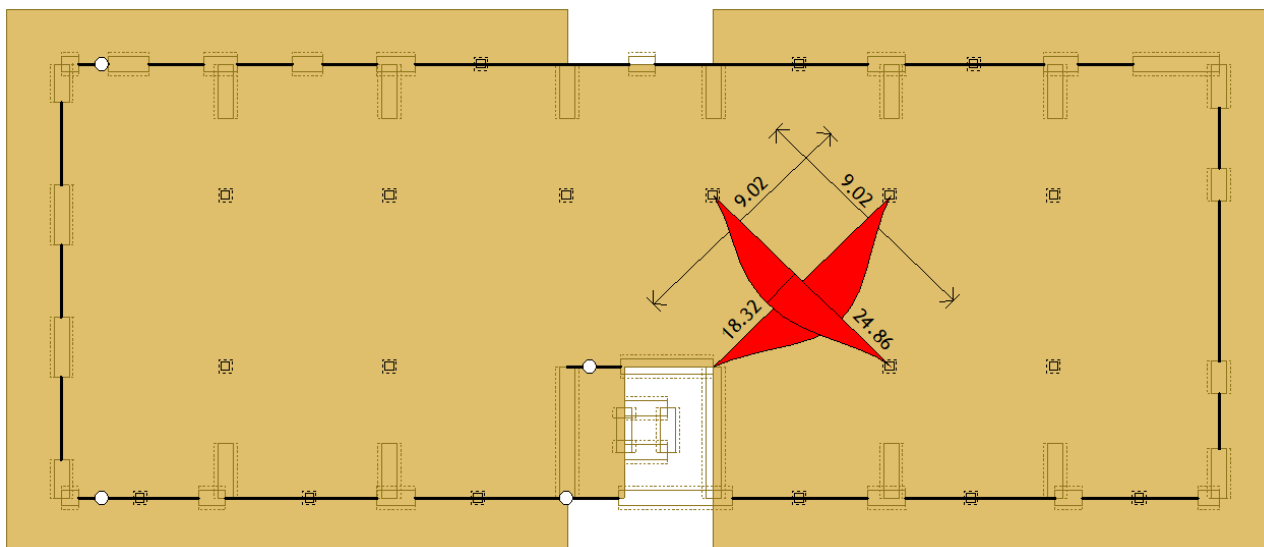
Slika 34. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na grede

$$\Delta = \frac{(\Delta_{cx} + \Delta_{my}) + (\Delta_{cy} + \Delta_{mx})}{2}$$

$$\Delta = \frac{(u_{x,\text{grede}} + u_{x,\text{ploče}}) + (u_{y,\text{grede}} + u_{y,\text{ploče}})}{2} = \frac{(4,99 + 37,23) + (0,14 + 59,98)}{2} = 51,17 \text{ mm}$$

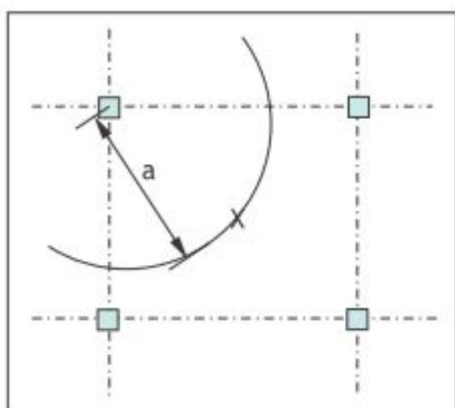
Kao što je vidljivo, vrijednost maksimalnog relativnog ugiba ploče - tipska etaža, pri čemu se uzima u obzir i deformacija greda je **51,17 mm**, a što je manje od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **63,48 mm** (Za raspon ploče usvojen je manji raspon, tj. raspon u y pravcu, a što je na strani sigurnosti).

Zbog složenosti analize, daje se pregled ugiba relativno u odnosu na stubove (dobiće se veći ugibi, ali će biti i veći dopušteni ugibi).



Slika 35. Ugibi u ploči - tipska etaža – pregled ugiba relativno u odnosu na stubove (Model 2)

$$u_{\text{rel}} = \frac{u_{\text{pravac1,ploče}} + u_{\text{pravac2,ploče}}}{2} = \frac{24,86 \text{ mm} + 18,32 \text{ mm}}{2} = 21,59 \text{ mm}$$



Napomene:

Ako je maksimalni dozvoljeni ugib $\delta = L/n$, a X je položaj maksimalnog ugiba δ , gdje je:

- L = raspon
- n = granični odnos raspona i visine presjeka, npr. 250

tada ugib tačke X ne smije biti veći od $2a/n$.

(Maksimalni ugib na mrežnim linijama može biti kritičniji.)

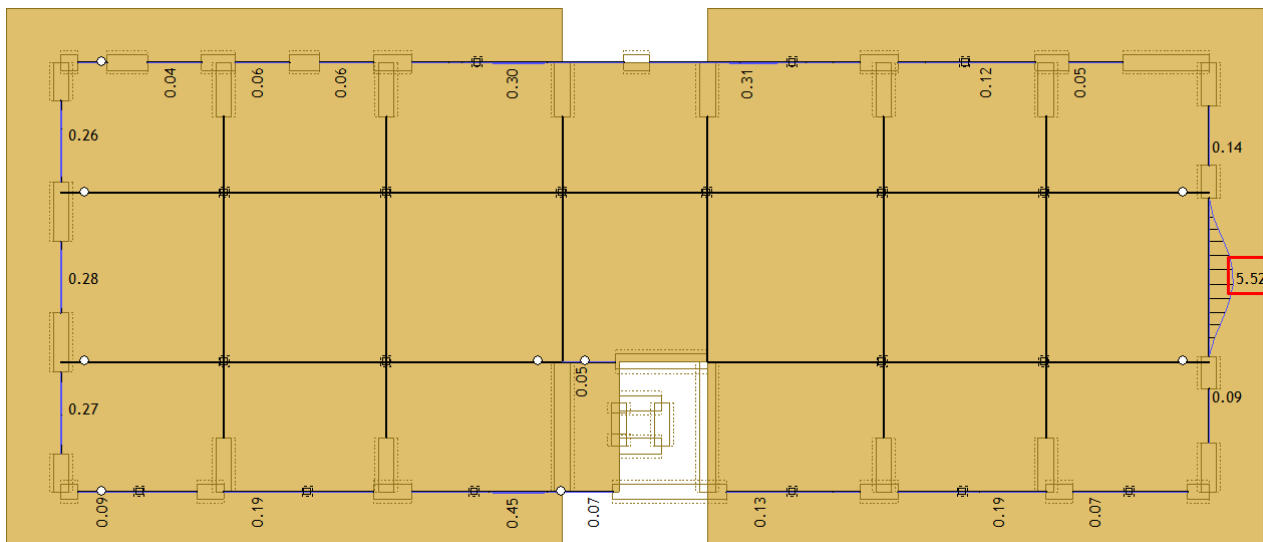
Slika 36. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na stubove

Kao što je vidljivo, vrijednost maksimalnog relativnog ugiba ploče - tipska etaža iznosi **21,59 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **36,08 mm**.

4.2.2.1.3. Model 3 – gredni sistem

Vrijednosti ugiba greda u trenutku beskonačnosti ($t = \infty$):

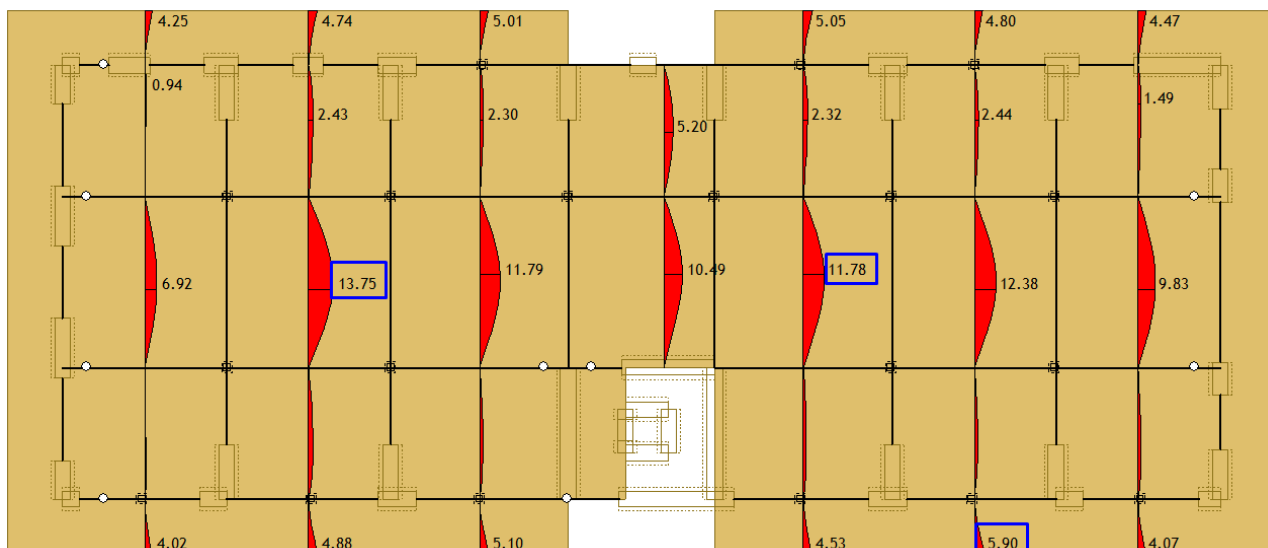
Kao što je vidljivo na slici ispod, vrijednosti ugiba greda na tipskoj etaži su zanemarive (vrijednost ugiba je manja od 1 mm), osim kod grede u osi 8, gdje ugib ima značajniju vrijednost u odnosu na ostale, i iznosi **5,52 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **23,40 mm**.



Slika 37. Ugibi greda za tipsku etažu (Model 3)

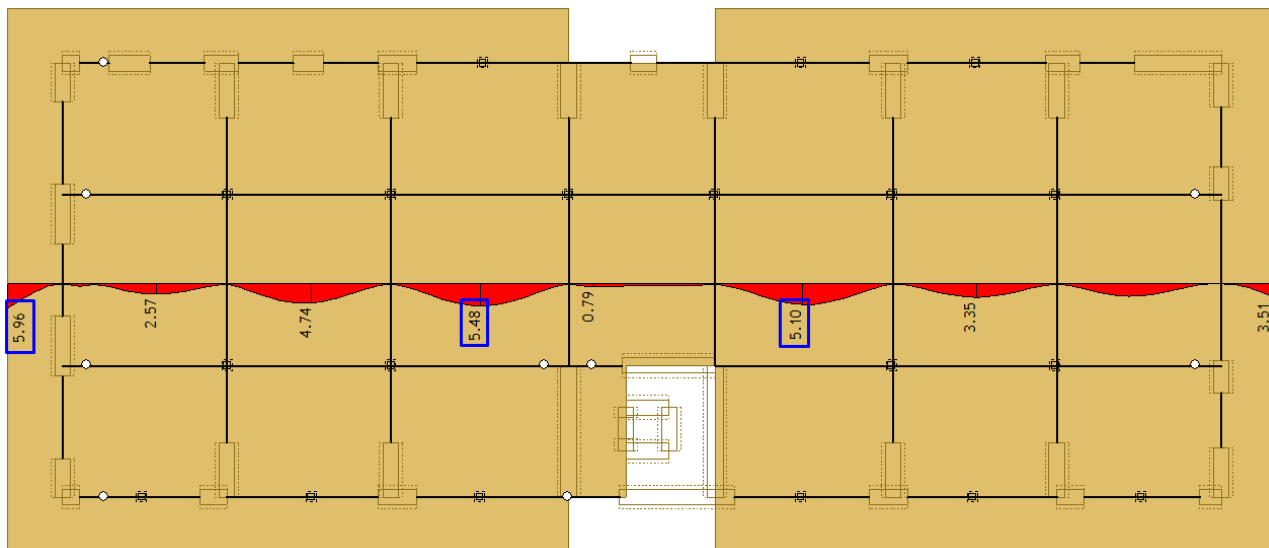
Vrijednosti ugiba ploča u trenutku beskonačnosti ($t = \infty$):

Vrijednosti ugiba ploča u trenutku beskonačnosti ($t = \infty$) se daju u nastavku. Zbog problematike procjene ugiba u ploči, daju se razdvojeno rezultati po nekoliko pravaca. Na kraju će se uzeti u obzir i deformacije grede.



Slika 38. Ugibi u ploči - tipska etaža – y pravac (Model 3)

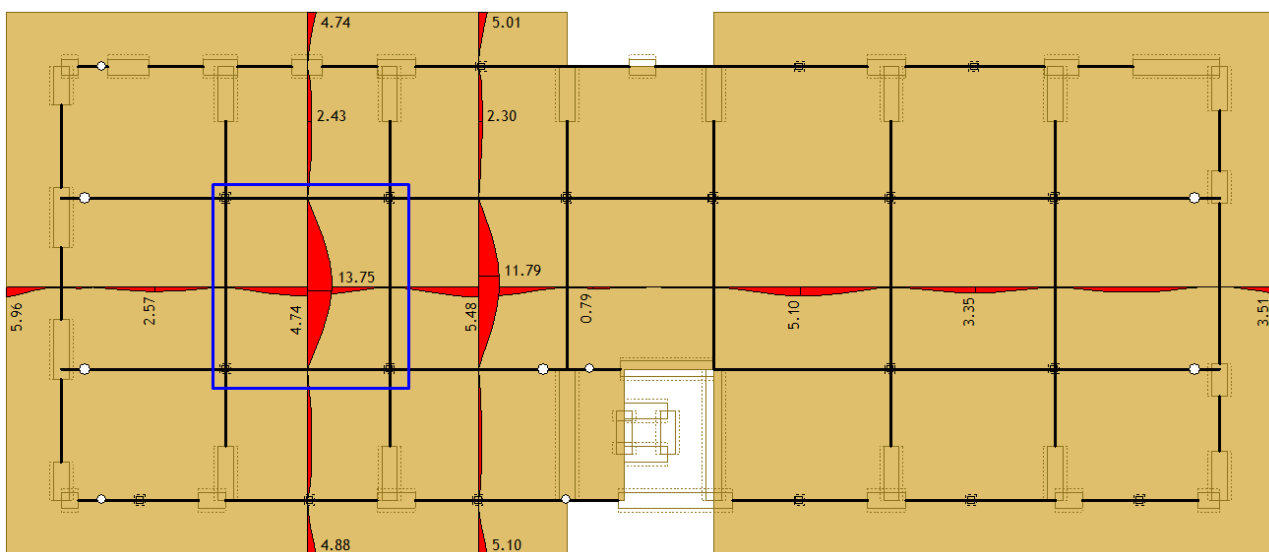
Kao što je vidljivo na slici iznad, vrijednost maksimalnog ugiba ploče - tipska etaža iznosi **13,75 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **23,40 mm**, dok je na kraćem rasponu ugib u ploči **10,49 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **23,40 mm**. Maksimalni ugib na konzolnom dijelu ploče je **5,90 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/300$, koji iznosi **13,33 mm**.



Slika 39. Ugibi u ploči - tipska etaža – x pravac (Model 3)

Kao što je vidljivo na slici iznad, vrijednost maksimalnog ugiba ploče - tipska etaža je **5,48 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **24,00 mm**. Maksimalni ugib na konzolnom dijelu ploče je **5,96 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/300$, koji iznosi **13,33 mm**.

U nastavku će se posmatrati ugib u “kritičnom” dijelu ploče, dio ploče gdje se nalaze maksimalni ugibi u x i y pravcu:



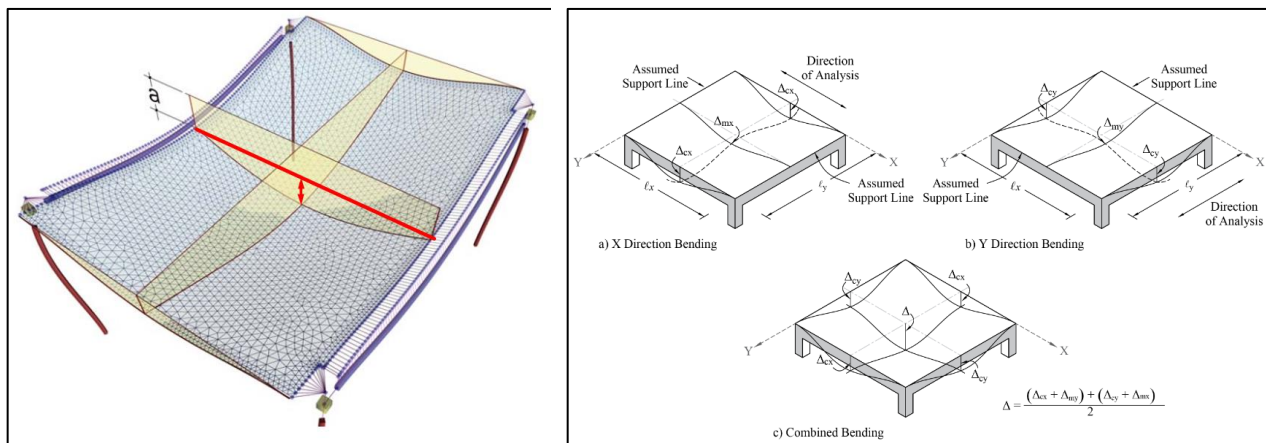
Slika 40. Dio ploče gdje se nalaze maksimalni ugibi u x i y pravcu (Model 3)

Relativni ugib u sredini ploče, u odnosu na grede je:

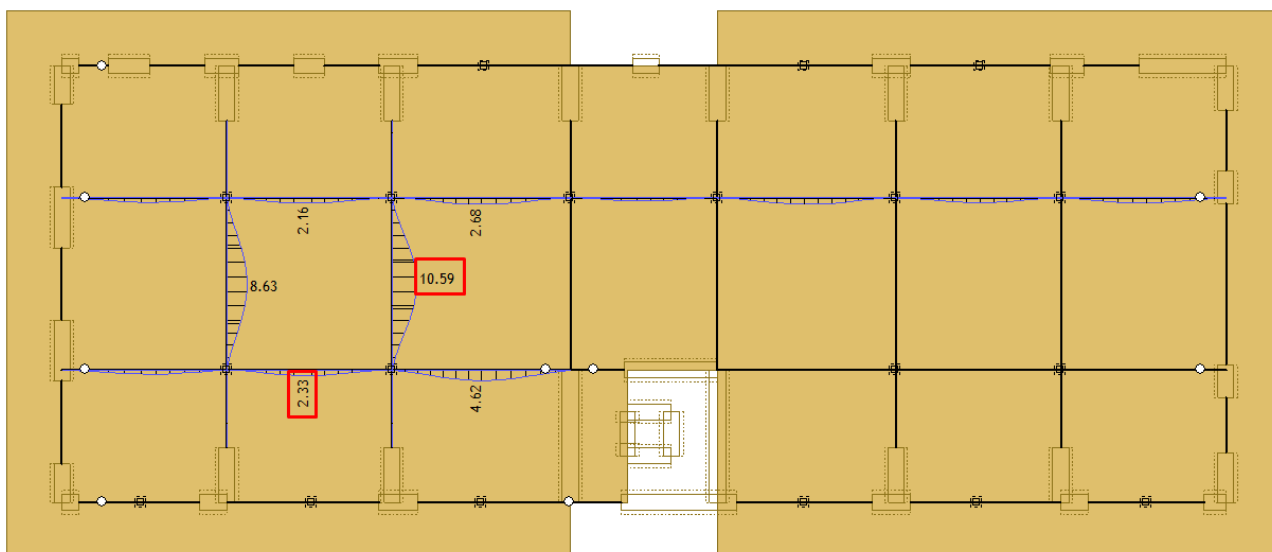
$$u_{\text{rel}} = \frac{u_{x,\text{ploče}} + u_{y,\text{ploče}}}{2} = \frac{4,74 \text{ mm} + 13,75 \text{ mm}}{2} = 9,25 \text{ mm}$$

Kao što je vidljivo, vrijednost maksimalnog relativnog ugiba ploče - tipska etaža iznosi **9,25 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **24,00 mm** (Za raspon ploče usvojen je manji raspon, tj. raspon u y pravcu, a što je na strani sigurnosti).

Ukupan ugib ploče u odnosu na stubove mora uzeti u obzir i deformacije greda (formula opšteg karaktera, ali i navedena u **ACI 318-11 (9.5.3.4 Eq.8)**).



Slika 41. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na grede

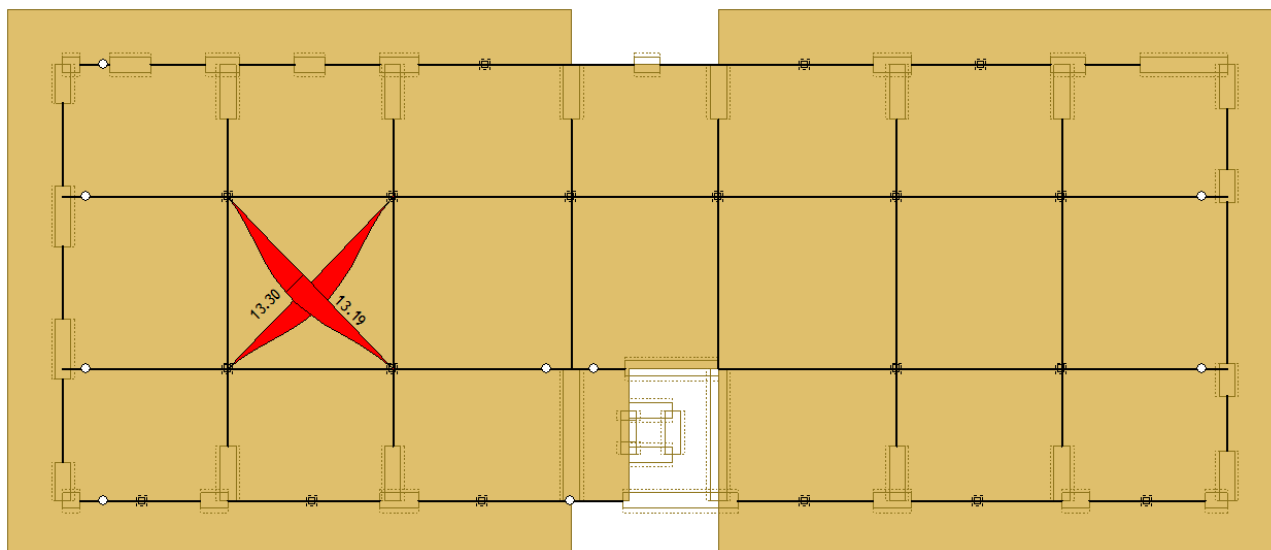


Slika 42. Ugibi greda za tipsku etažu – kritično polje (Model 3)

$$\Delta = \frac{(\Delta_{cx} + \Delta_{my}) + (\Delta_{cy} + \Delta_{mx})}{2}$$

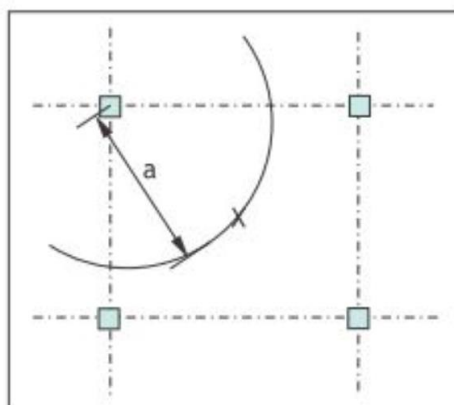
$$\Delta = \frac{(u_{x,\text{grede}} + u_{x,\text{ploče}}) + (u_{y,\text{grede}} + u_{y,\text{ploče}})}{2} = \frac{(2,33 + 4,74) + (10,59 + 13,75)}{2} = 15,71 \text{ mm}$$

Kao što je vidljivo, vrijednost maksimalnog relativnog ugiba ploče - tipska etaža, pri čemu se uzima u obzir i deformacija greda je **15,71 mm**, a što je manje od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **24,00 mm** (Za raspon ploče usvojen je manji raspon, tj. raspon u y pravcu, a što je na strani sigurnosti). Zbog složenosti analize, daje se pregled ugiba relativno u odnosu na stubove (dobiće se veći ugibi, ali će biti i veći dopušteni ugibi).



Slika 43. Ugibi u ploči - tipska etaža – pregled ugiba relativno u odnosu na stubove (Model 3)

$$u_{\text{rel}} = \frac{u_{\text{pravac1,ploče}} + u_{\text{pravac2,ploče}}}{2} = \frac{13,30 \text{ mm} + 13,19 \text{ mm}}{2} = 13,25 \text{ mm}$$



Napomene:

Ako je maksimalni dozvoljeni ugib $\delta = L/n$, a X je položaj maksimalnog ugiba δ , gdje je:

- L = raspon
- n = granični odnos raspona i visine presjeka, npr. 250

tada ugib tačke X ne smije biti veći od $2a/n$.

(Maksimalni ugib na mrežnim linijama može biti kritičniji.)

Slika 44. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na stubove

Kao što je vidljivo, vrijednost maksimalnog relativnog ugiba ploče - tipska etaža iznosi **13,25 mm**, a što je **manje** od dopuštenog ugiba $L/250$, koji iznosi **36,08 mm**.

4.2.2.2. Statički proračun i dimenzionisanje karakterističnih elemenata konstrukcije

U ovom poglavlju je prikazan izvod iz programa *Tower 8*, a odnosi se na dimenzionisanje horizontalnih elemenata ploče i greda. Ploče su dimenzionisane na osnovnu kombinaciju opterećenja $1,35I + 1,5II$, dok su grede dimenzionisane na proračunsku anvelopu, koja sadrži osnovnu i seizmičku kombinaciju opterećenja.

U softverskom izvještaju statičke analize dat je pregled svih kombinacija i odgovarajućih parcijalnih koeficijenata sigurnosti. Izvršeno je detaljno dimenzionisanje za sva granična stanja nosivosti i data je potrebna i usvojena armatura.

U nastavku se daju ulazni podaci za sva tri modela, a nakon toga prikazano je dimenzionisanje ploča i greda.

4.2.2.2.1. Statički proračun – ulazni podaci

4.2.2.2.1.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)

U nastavku u tabelama 29–34 prikazane su karakteristike materijala, konstrukcijskih elemenata te opterećenja korištenih pri proračunu. Na slici 45 prikazan je izometrijski prikaz statičkog modela.

Tabela 29. Karakteristike materijala – Model 1

Setovi materijala							
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	αt [1/C]	Em[kN/m ²]	μ_m
1	C 25/30	3,100e+7	0,20	25,00	1,000e-5	3,100e+7	0,20

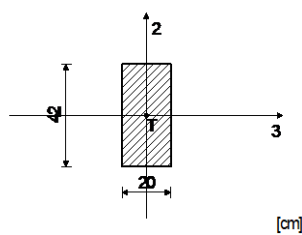
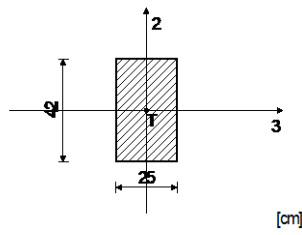
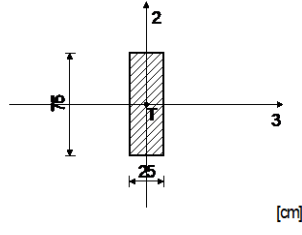
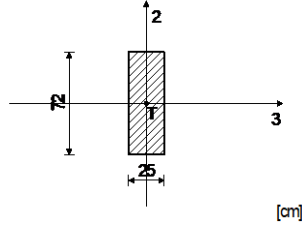
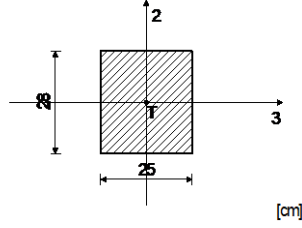
Tabela 30. Karakteristike ploča – Model 1

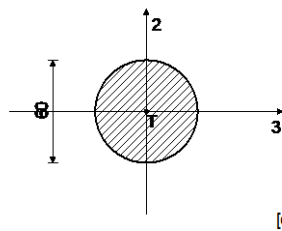
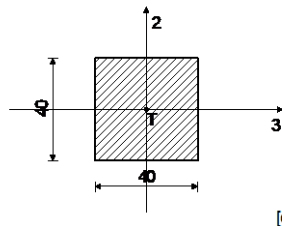
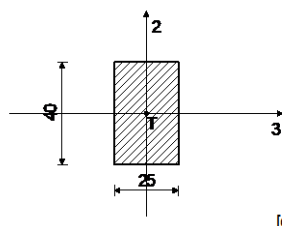
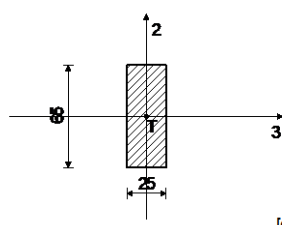
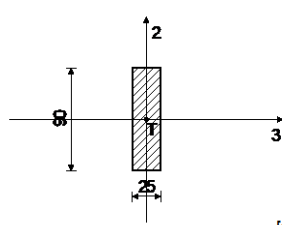
Setovi ploča								
No	d [m]	e [m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2 [kN/m ²]	G [kN/m ²]	α
1	0,250	0.125	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0,5, E x 0,5, γ x 1;							
2	0,250	0.125	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 1, γ x 0;							
3	0,800	0.400	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 1, γ x 0;							
4	0,200	0.100	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 0,5, γ x 1;							
5	0,300	0.150	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0,5, E x 0,5, γ x 1;							
6	0,300	0.150	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 1, γ x 0;							

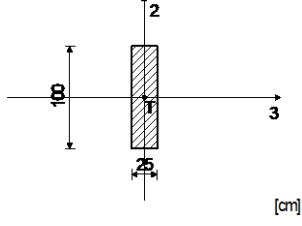
Tabela 31. Karakteristike površinskih oslonaca – Model 1

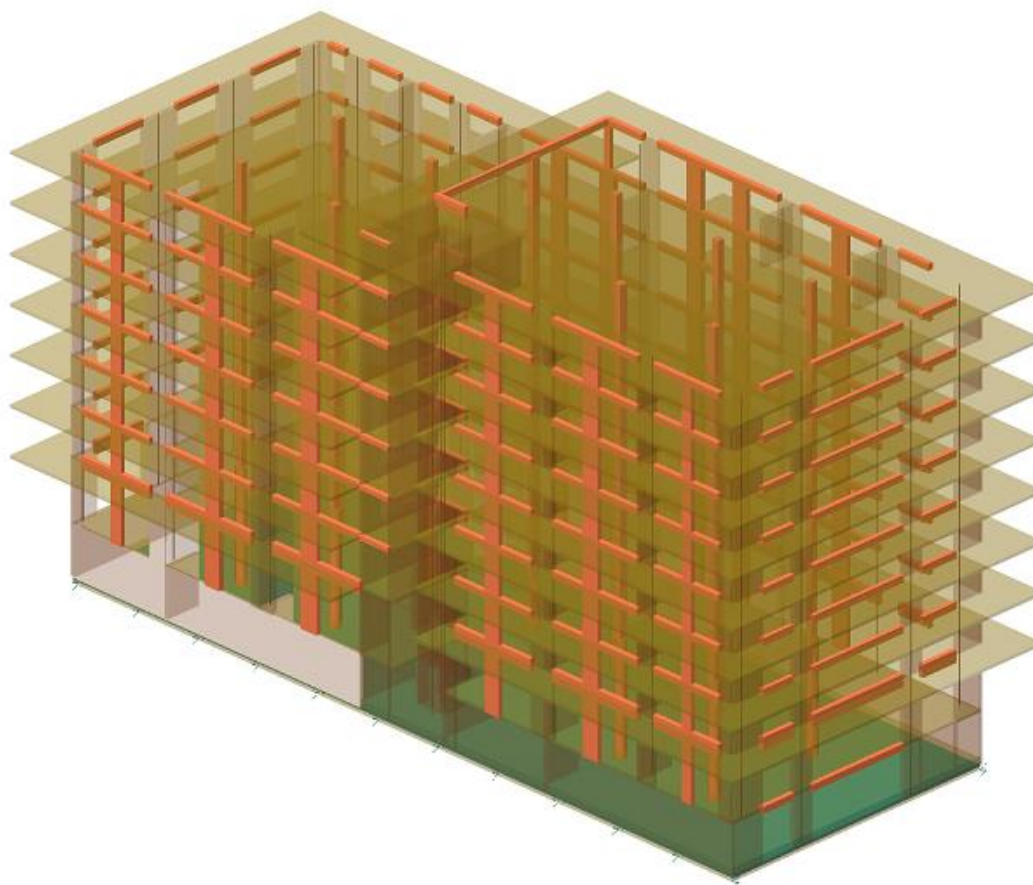
Setovi površinskih oslonaca			
Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	1,000e+10	1,000e+10	1,000e+10

Tabela 32. Karakteristike poprečnih presjeka – Model 1

Set: 1 Presek: b/d=20/42, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	8,400e-2	7,000e-2	7,000e-2	7,854e-4	2,800e-4	1,235e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 2 Presek: b/d=25/42, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,050e-1	8,750e-2	8,750e-2	1,376e-3	5,469e-4	1,543e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 3 Presek: b/d=25/75, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,875e-1	1,563e-1	1,563e-1	3,087e-3	9,766e-4	8,789e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 4 Presek: b/d=25/72, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,800e-1	1,500e-1	1,500e-1	2,931e-3	9,375e-4	7,776e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 5 Presek: b/d=25/28, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	7,000e-2	5,833e-2	5,833e-2	6,815e-4	3,646e-4	4,573e-4
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						

Set: 6 Presek: D=60, Fiktivna ekscentričnost, Stub kružni							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	2,827e-1	2,545e-1	2,545e-1	1,272e-2	6,362e-3	6,362e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,05, EA3 x 0,05, EI1 x 0,05, EI2 x 0,05, EI3 x 0,05, γ x 1;						
Set: 7 Presek: b/d=40/40, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,600e-1	1,333e-1	1,333e-1	3,605e-3	2,133e-3	2,133e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,05, EA3 x 0,05, EI1 x 0,05, EI2 x 0,05, EI3 x 0,05, γ x 1;						
Set: 9 Presek: b/d=25/40, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,000e-1	8,333e-2	8,333e-2	1,273e-3	5,208e-4	1,333e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 11 Presek: b/d=25/65, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,625e-1	1,354e-1	1,354e-1	2,567e-3	8,464e-4	5,721e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 14 Presek: b/d=25/90, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	2,250e-1	1,875e-1	1,875e-1	3,868e-3	1,172e-3	1,519e-2
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						

Set: 16 Presek: b/d=25/100, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	2,500e-1	2,083e-1	2,083e-1	4,388e-3	1,302e-3	2,083e-2
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						



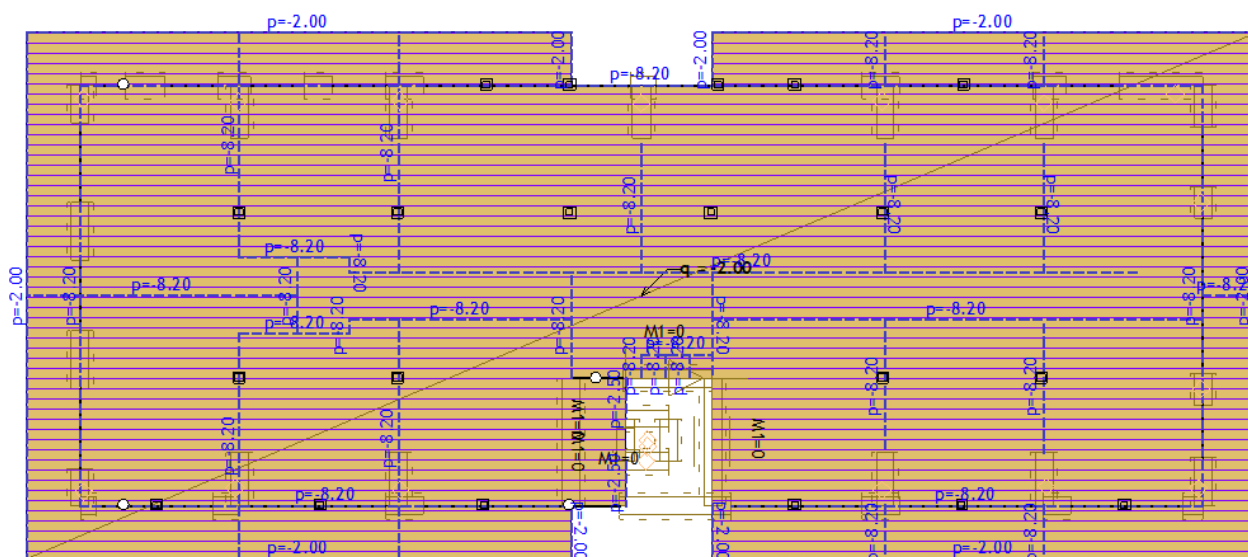
Slika 45. Izometrijski prikaz proračunskog modela – Model 1

Tabela 33. Slučajevi opterećenja – Model 1

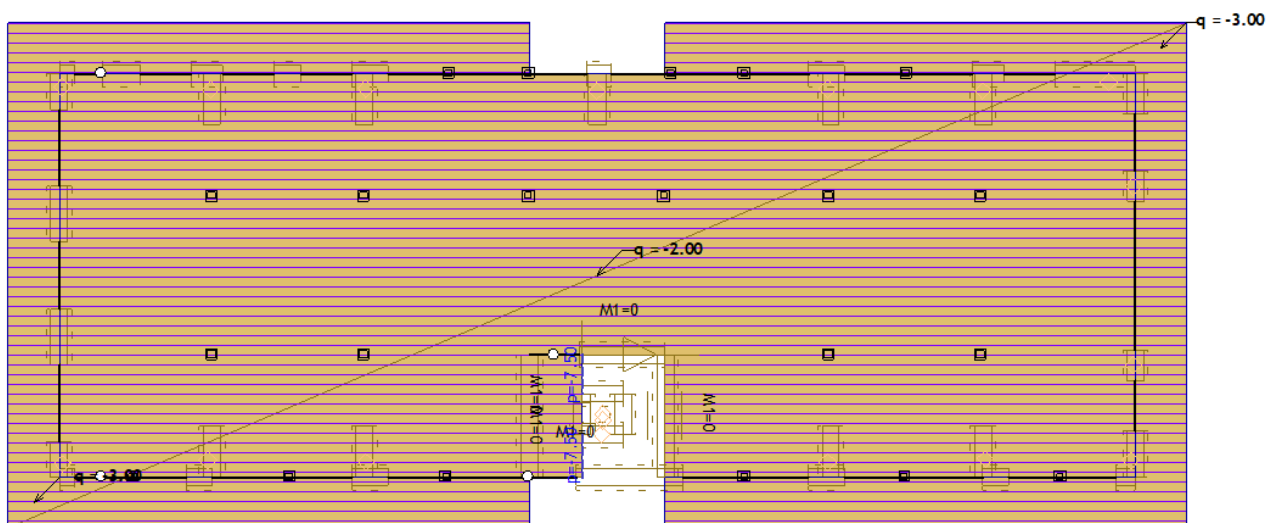
LC	Naziv	LC	Naziv
1	Stalno (g)	11	Komb,: I+0,3xII+VII
2	Korisno	12	Komb,: I-1xVII
3	Sy (+e)	13	Komb,: I+VII
4	Sy (-e)	14	Komb,: 1,35xI
5	Sx (+e)	15	Komb,: I
6	Sx (-e)	16	Komb,: I+0,3xII
7	SRSS: MAX (III, IV) + MAX (V, VI)	17	Komb,: I
8	Komb,: 1,35xI+1,5xII	18	Komb,: I+II
9	Komb,: I+1,5xII	19	Komb,: I
10	Komb,: I+0,3xII-1xVII		

Tabela 34. Anvelopski slučajevi opterećenja – Model 1

LC	Naziv	LC	Naziv
20	[GSU] 16,17	22	[Seizmika] 7,10-13
21	[GSN] 8,9,14,15	23	[naponi] 18,19



Slika 46. Stalno opterećenje (Tipska ploča) – Model 1



Slika 47. Korisno opterećenje (Tipska ploča) – Model 1

4.2.2.2.1.2. Model 2 – poboljšani bezgredni sistem

U nastavku u tabelama 35–40 prikazane su karakteristike materijala, konstrukcijskih elemenata te opterećenja korištenih pri proračunu. Na slici 48 prikazan je izometrijski prikaz statičkog modela.

Tabela 35. Karakteristike materijala – Model 2

Setovi materijala							
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ_m
1	C 25/30	3,100e+7	0,20	25,00	1,000e-5	3,100e+7	0,20

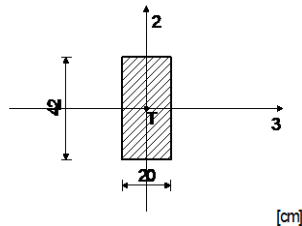
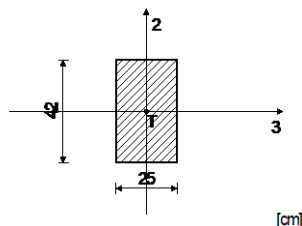
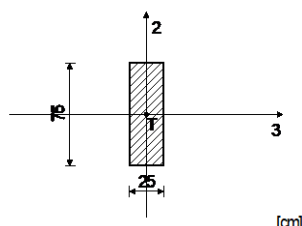
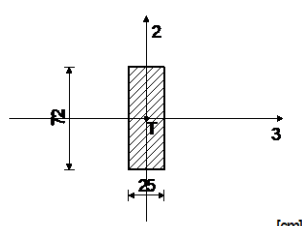
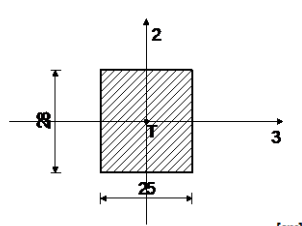
Tabela 36. Karakteristike ploča – Model 2

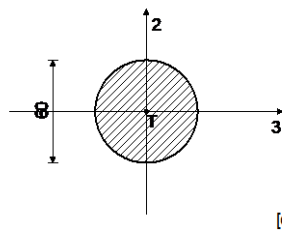
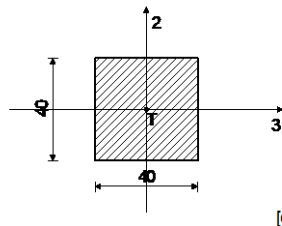
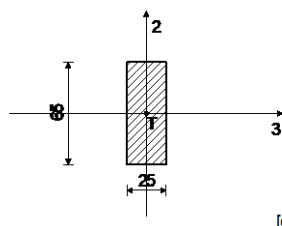
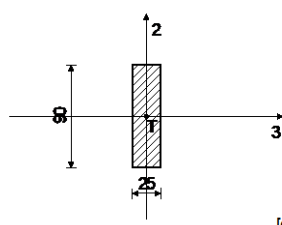
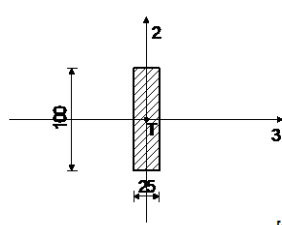
Setovi ploča								
No	d [m]	e [m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2 [kN/m ²]	G [kN/m ²]	α
1	0,250	0,125	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0,5, E x 0,5, γ x 1;							
2	0,250	0,125	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 1, γ x 0;							
3	0,800	0,400	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 1, γ x 0;							
4	0,200	0,100	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 0,5, γ x 1;							
5	0,300	0,150	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0,5, E x 0,5, γ x 1;							
6	0,300	0,150	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 1, γ x 0;							

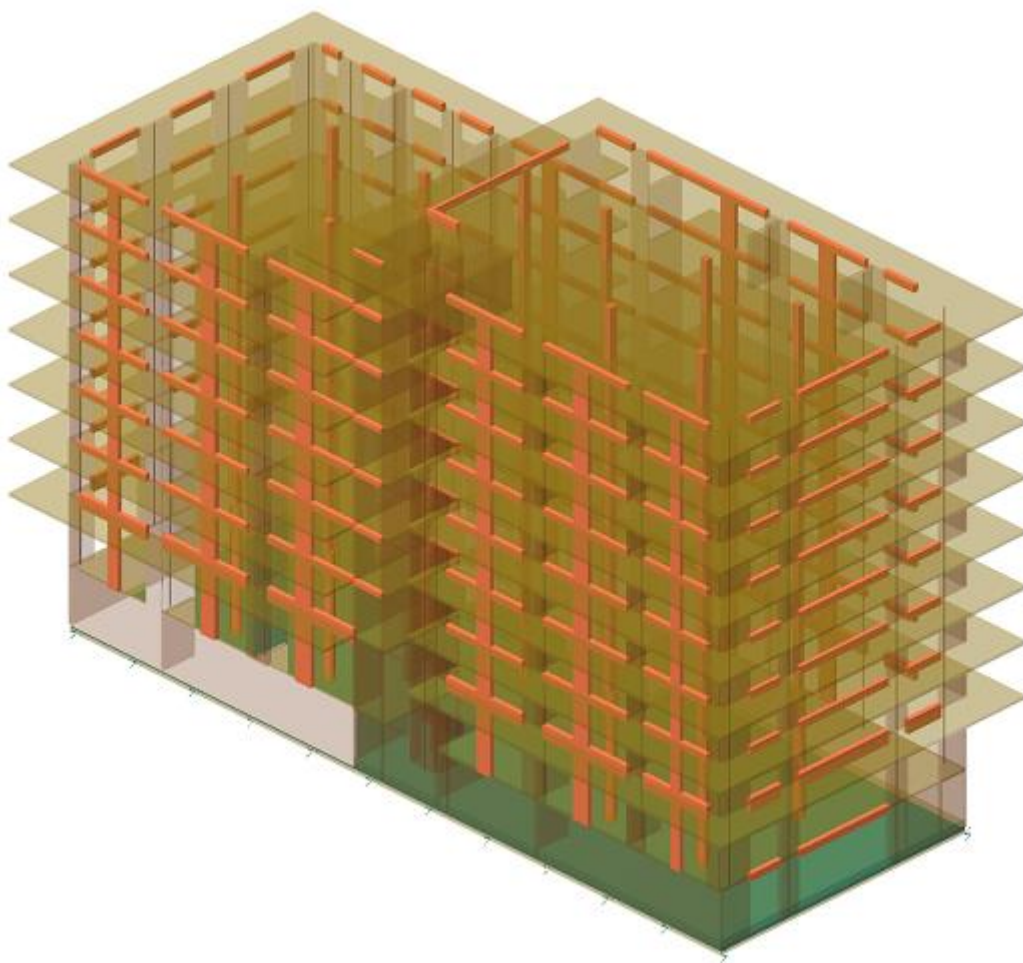
Tabela 37. Karakteristike površinskih oslonaca – Model 2

Setovi površinskih oslonaca			
Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	1,000e+10	1,000e+10	1,000e+10

Tabela 38. Karakteristike poprečnih presjeka – Model 2

Set: 1 Presek: b/d=20/42, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	8,400e-2	7,000e-2	7,000e-2	7,854e-4	2,800e-4	1,235e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 2 Presek: b/d=25/42, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,050e-1	8,750e-2	8,750e-2	1,376e-3	5,469e-4	1,543e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 3 Presek: b/d=25/75, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,875e-1	1,563e-1	1,563e-1	3,087e-3	9,766e-4	8,789e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 4 Presek: b/d=25/72, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,800e-1	1,500e-1	1,500e-1	2,931e-3	9,375e-4	7,776e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 5 Presek: b/d=25/28, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	7,000e-2	5,833e-2	5,833e-2	6,815e-4	3,646e-4	4,573e-4
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						

Set: 6 Presek: D=60, Fiktivna ekscentričnost, Stub kružni							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	2,827e-1	2,545e-1	2,545e-1	1,272e-2	6,362e-3	6,362e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,05, EA3 x 0,05, EI1 x 0,05, EI2 x 0,05, EI3 x 0,05, γ x 1;						
Set: 7 Presek: b/d=40/40, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,600e-1	1,333e-1	1,333e-1	3,605e-3	2,133e-3	2,133e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,05, EA3 x 0,05, EI1 x 0,05, EI2 x 0,05, EI3 x 0,05, γ x 1;						
Set: 11 Presek: b/d=25/65, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,625e-1	1,354e-1	1,354e-1	2,567e-3	8,464e-4	5,721e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 14 Presek: b/d=25/90, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	2,250e-1	1,875e-1	1,875e-1	3,868e-3	1,172e-3	1,519e-2
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 16 Presek: b/d=25/100, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	2,500e-1	2,083e-1	2,083e-1	4,388e-3	1,302e-3	2,083e-2
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						



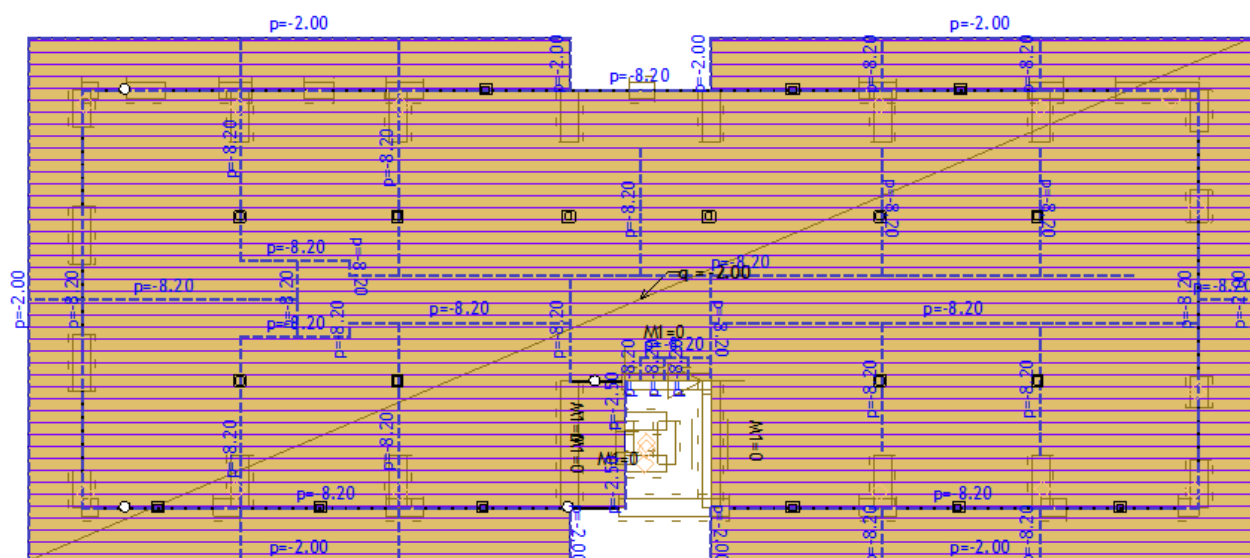
Slika 48. Izometrijski prikaz proračunskog modela – Model 2

Tabela 39. Slučajevi opterećenja – Model 2

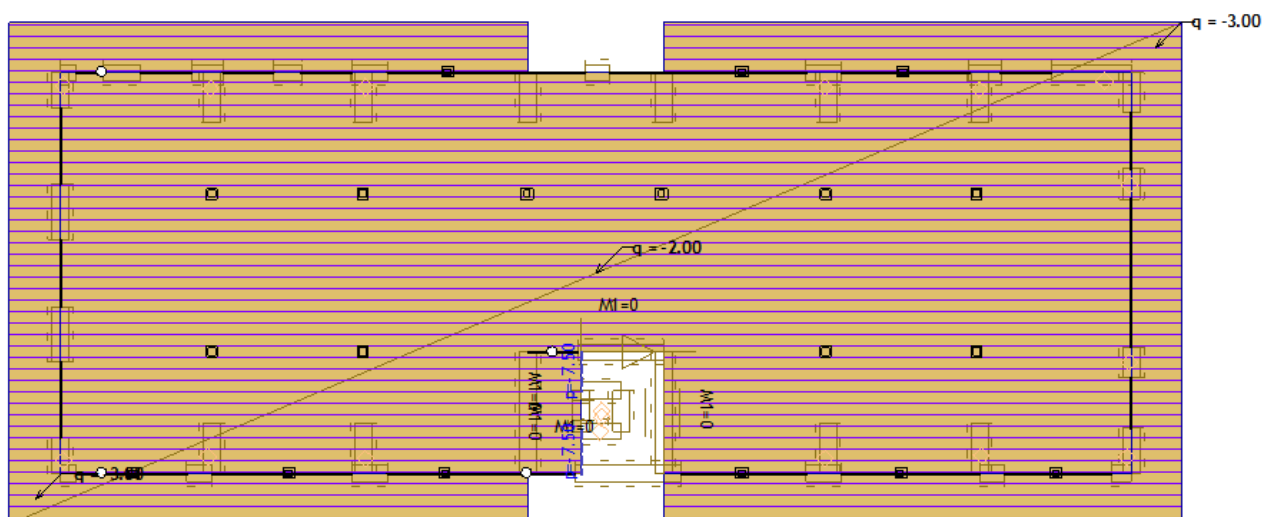
LC	Naziv	LC	Naziv
1	Stalno (g)	11	Komb,: I+0,3xII+VII
2	Korisno	12	Komb,: I-1xVII
3	Sy (+e)	13	Komb,: I+VII
4	Sy (-e)	14	Komb,: 1,35xI
5	Sx (+e)	15	Komb,: I
6	Sx (-e)	16	Komb,: I+0,3xII
7	SRSS: MAX (III, IV) + MAX (V, VI)	17	Komb,: I
8	Komb,: 1,35xI+1,5xII	18	Komb,: I+II
9	Komb,: I+1,5xII	19	Komb,: I
10	Komb,: I+0,3xII-1xVII		

Tabela 40. Anvelopski slučajevi opterećenja – Model 2

LC	Naziv	LC	Naziv
20	[GSU] 16,17	22	[Seizmika] 7,10-13
21	[GSN] 8,9,14,15	23	[naponi] 18,19



Slika 49. Stalno opterećenje (Tipska ploča) – Model 2



Slika 50. Korisno opterećenje (Tipska ploča) – Model 2

4.2.2.1.3. Model 3 – gredni sistem

U nastavku u tabelama 41–46 prikazane su karakteristike materijala, konstrukcijskih elemenata te opterećenja korištenih pri proračunu. Na slici 51 prikazan je izometrijski prikaz statičkog modela.

Tabela 41. Karakteristike materijala – Model 3

Setovi materijala							
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	αt [1/C]	Em[kN/m ²]	μ_m
1	C 25/30	3,100e+7	0,20	25,00	1,000e-5	3,100e+7	0,20

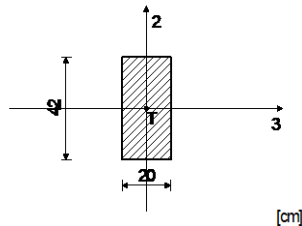
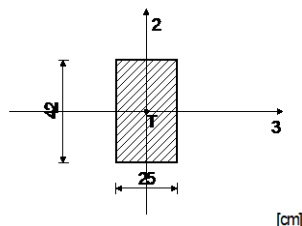
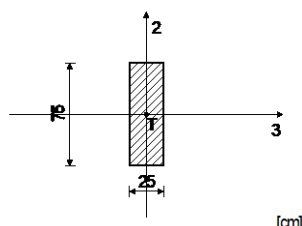
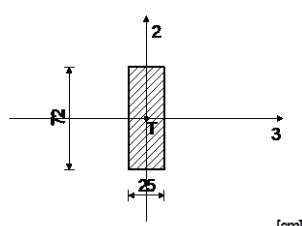
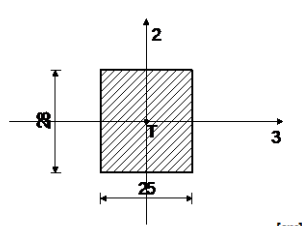
Tabela 42. Karakteristike ploča – Model 3

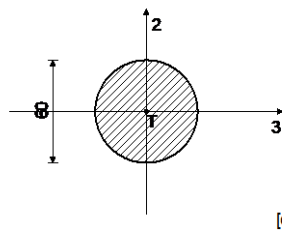
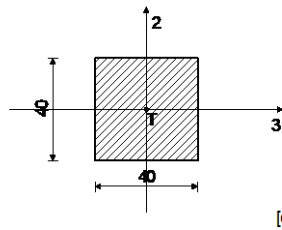
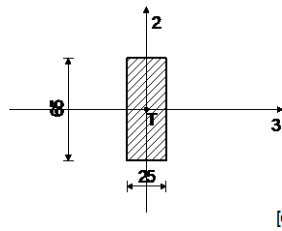
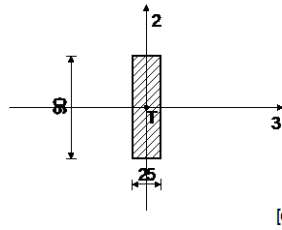
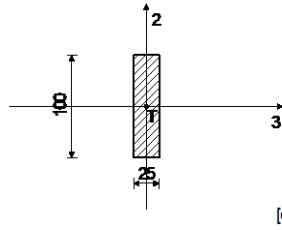
Setovi ploča								
No	d [m]	e [m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2 [kN/m ²]	G [kN/m ²]	α
1	0,250	0,125	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0,5, E x 0,5, γ x 1;							
2	0,250	0,125	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 1, γ x 0;							
3	0,800	0,400	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 1, γ x 0;							
4	0,200	0,100	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 0,5, γ x 1;							
5	0,300	0,150	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0,5, E x 0,5, γ x 1;							
6	0,300	0,150	1	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 1, E x 1, γ x 0;							

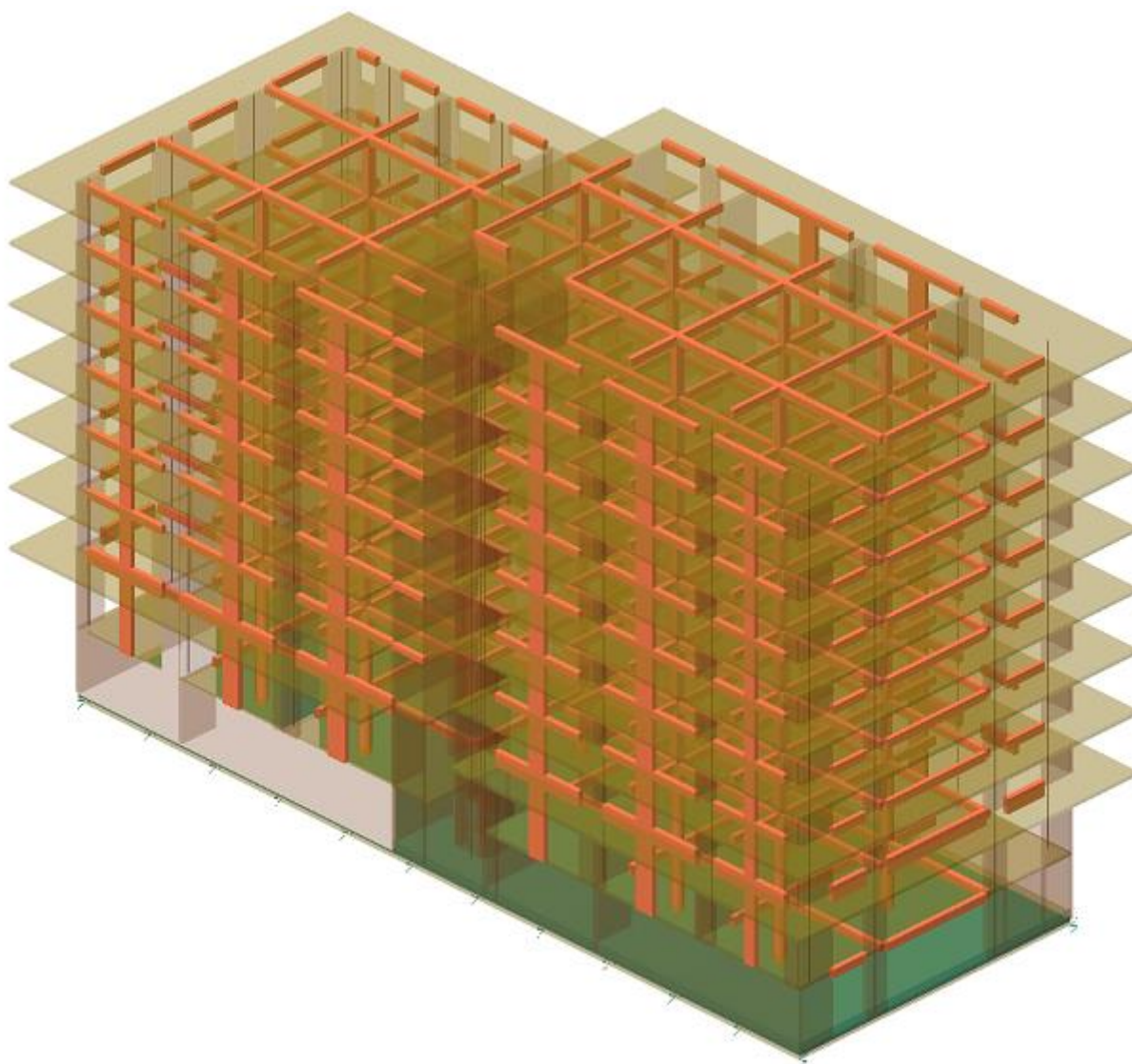
Tabela 43. Karakteristike površinskih oslonaca – Model 3

Setovi površinskih oslonaca			
Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	1,000e+10	1,000e+10	1,000e+10

Tabela 44. Karakteristike poprečnih presjeka – Model 3

Set: 1 Presek: b/d=20/42, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	8,400e-2	7,000e-2	7,000e-2	7,854e-4	2,800e-4	1,235e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 2 Presek: b/d=25/42, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,050e-1	8,750e-2	8,750e-2	1,376e-3	5,469e-4	1,543e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 3 Presek: b/d=25/75, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,875e-1	1,563e-1	1,563e-1	3,087e-3	9,766e-4	8,789e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 4 Presek: b/d=25/72, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,800e-1	1,500e-1	1,500e-1	2,931e-3	9,375e-4	7,776e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 5 Presek: b/d=25/28, Fiktivna ekscentričnost, Grede u obodnom zidu							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	7,000e-2	5,833e-2	5,833e-2	6,815e-4	3,646e-4	4,573e-4
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,1, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						

Set: 6 Presek: D=60, Fiktivna ekscentričnost, Stub kružni							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	2,827e-1	2,545e-1	2,545e-1	1,272e-2	6,362e-3	6,362e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 7 Presek: b/d=40/40, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,600e-1	1,333e-1	1,333e-1	3,605e-3	2,133e-3	2,133e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 11 Presek: b/d=25/65, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	1,625e-1	1,354e-1	1,354e-1	2,567e-3	8,464e-4	5,721e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 14 Presek: b/d=25/90, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	2,250e-1	1,875e-1	1,875e-1	3,868e-3	1,172e-3	1,519e-2
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						
Set: 16 Presek: b/d=25/100, Fiktivna ekscentričnost, Stub							
 [cm]	Mat,	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1	2,500e-1	2,083e-1	2,083e-1	4,388e-3	1,302e-3	2,083e-2
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0,5, EA3 x 0,5, EI1 x 0,5, EI2 x 0,5, EI3 x 0,5, γ x 1;						



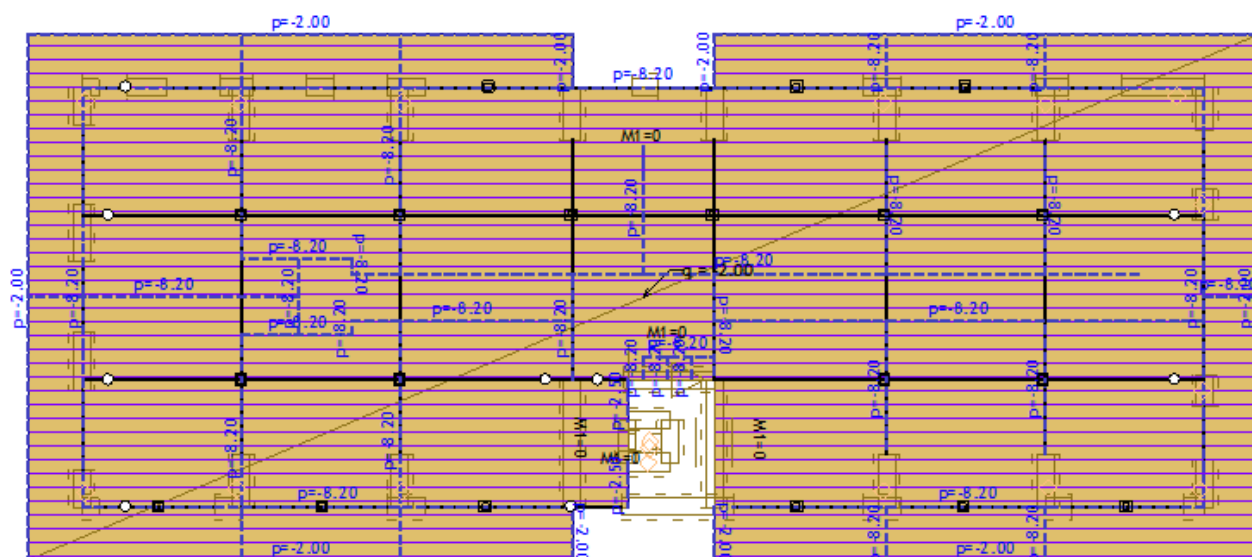
Slika 51. Izometrijski prikaz proračunskog modela – Model 3

Tabela 45. Slučajevi opterećenja – Model 3

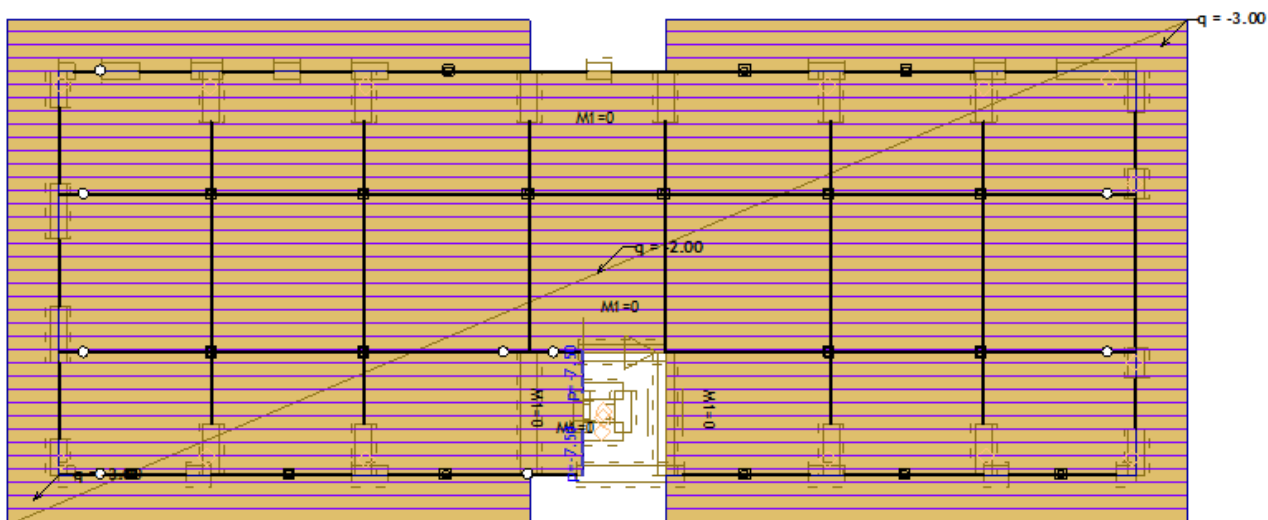
LC	Naziv	LC	Naziv
1	Stalno (g)	11	Komb,: I+0,3xII+VII
2	Korisno	12	Komb,: I-1xVII
3	Sy (+e)	13	Komb,: I+VII
4	Sy (-e)	14	Komb,: 1,35xI
5	Sx (+e)	15	Komb,: I
6	Sx (-e)	16	Komb,: I+0,3xII
7	SRSS: MAX (III, IV) + MAX (V, VI)	17	Komb,: I
8	Komb,: 1,35xI+1,5xII	18	Komb,: I+II
9	Komb,: I+1,5xII	19	Komb,: I
10	Komb,: I+0,3xII-1xVII		

Tabela 46. Anvelopski slučajevi opterećenja – Model 3

LC	Naziv	LC	Naziv
20	[GSU] 16,17	22	[Seizmika] 7,10-13
21	[GSN] 8,9,14,15	23	[naponi] 18,19



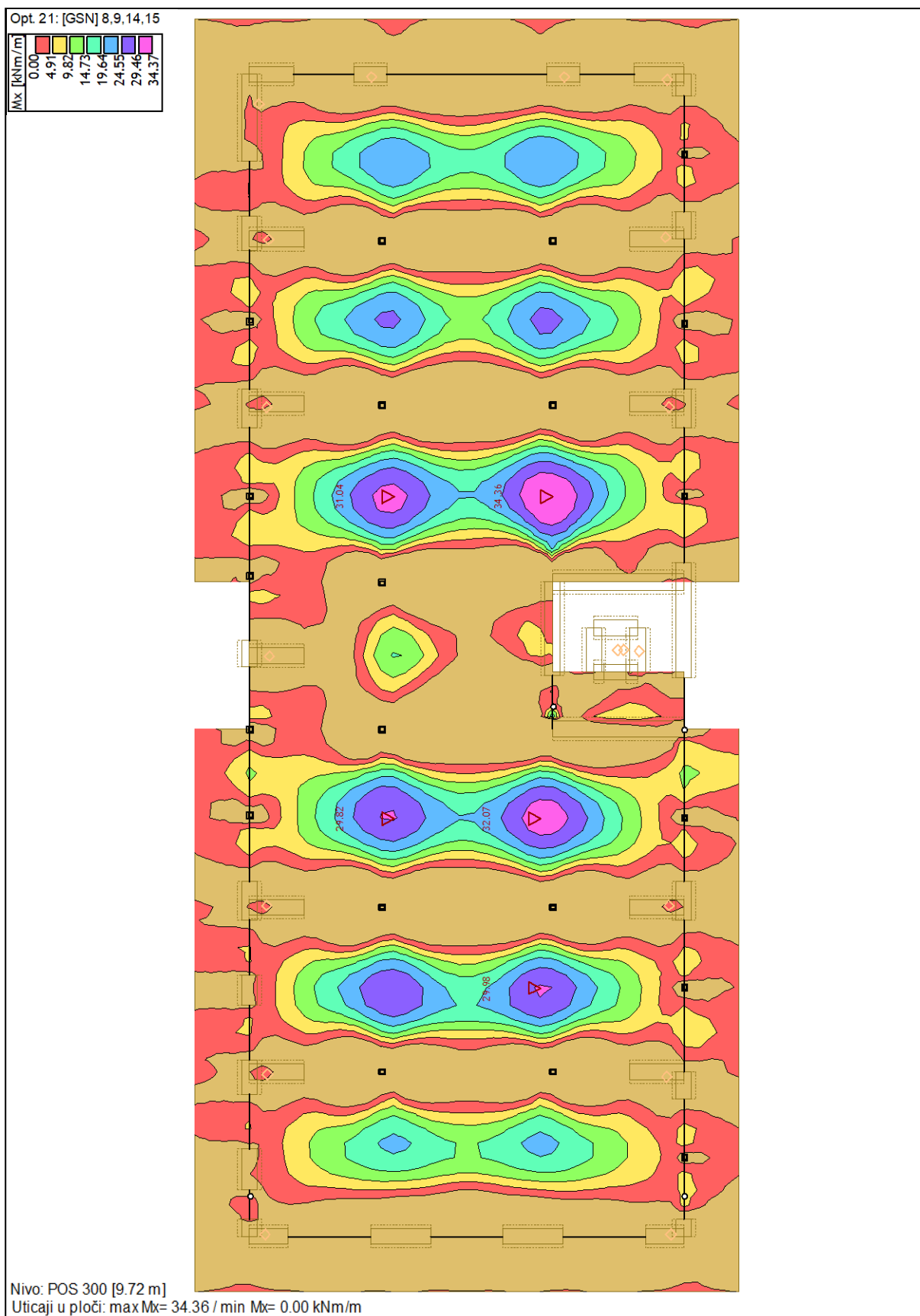
Slika 52. Stalno opterećenje (Tipska ploča) – Model 3



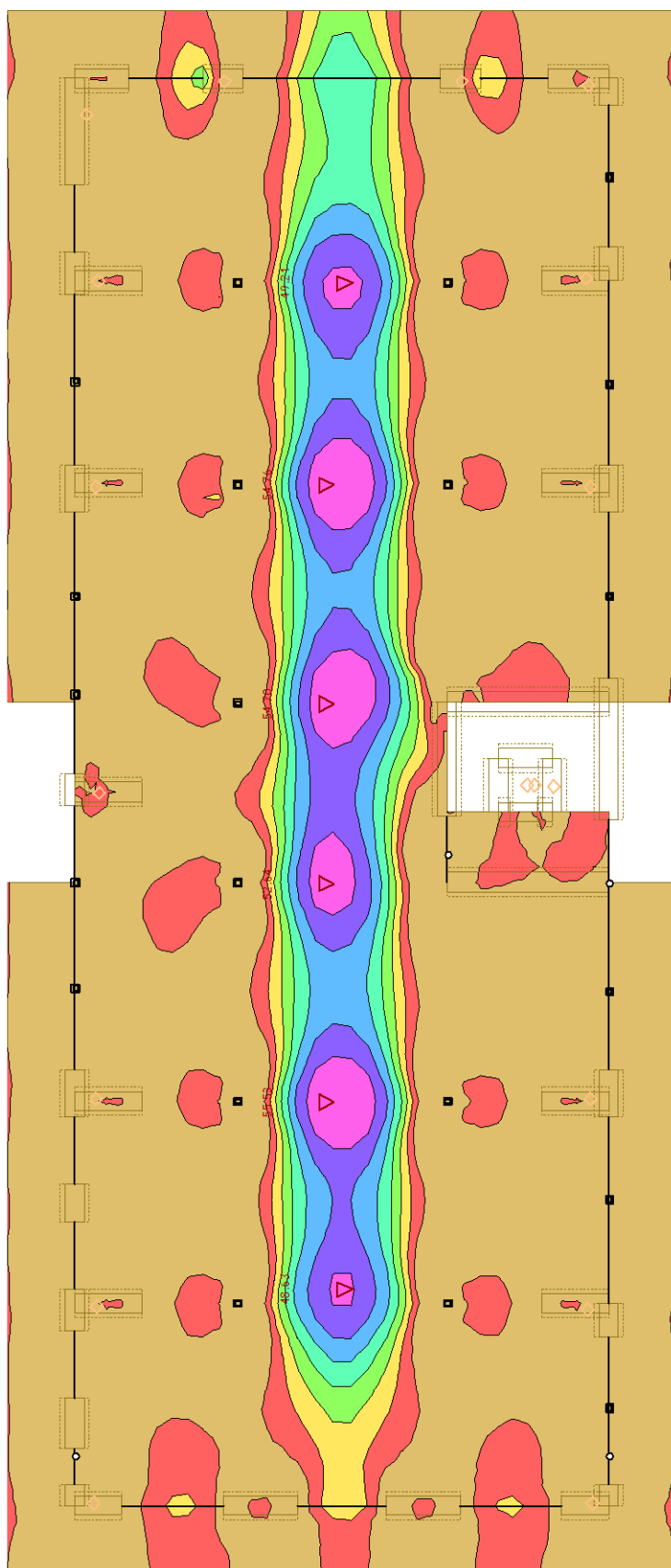
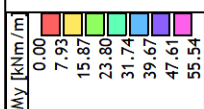
Slika 53. Korisno opterećenje (Tipska ploča) – Model 3

4.2.2.2.2. AB ploče

4.2.2.2.2.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)



Opt. 21: [GSN] 8.9,14,15



Nivo: POS 300 [9.72 m]

Uticaji u ploči: max My= 55.53 / min My= 0.00 kNm/m

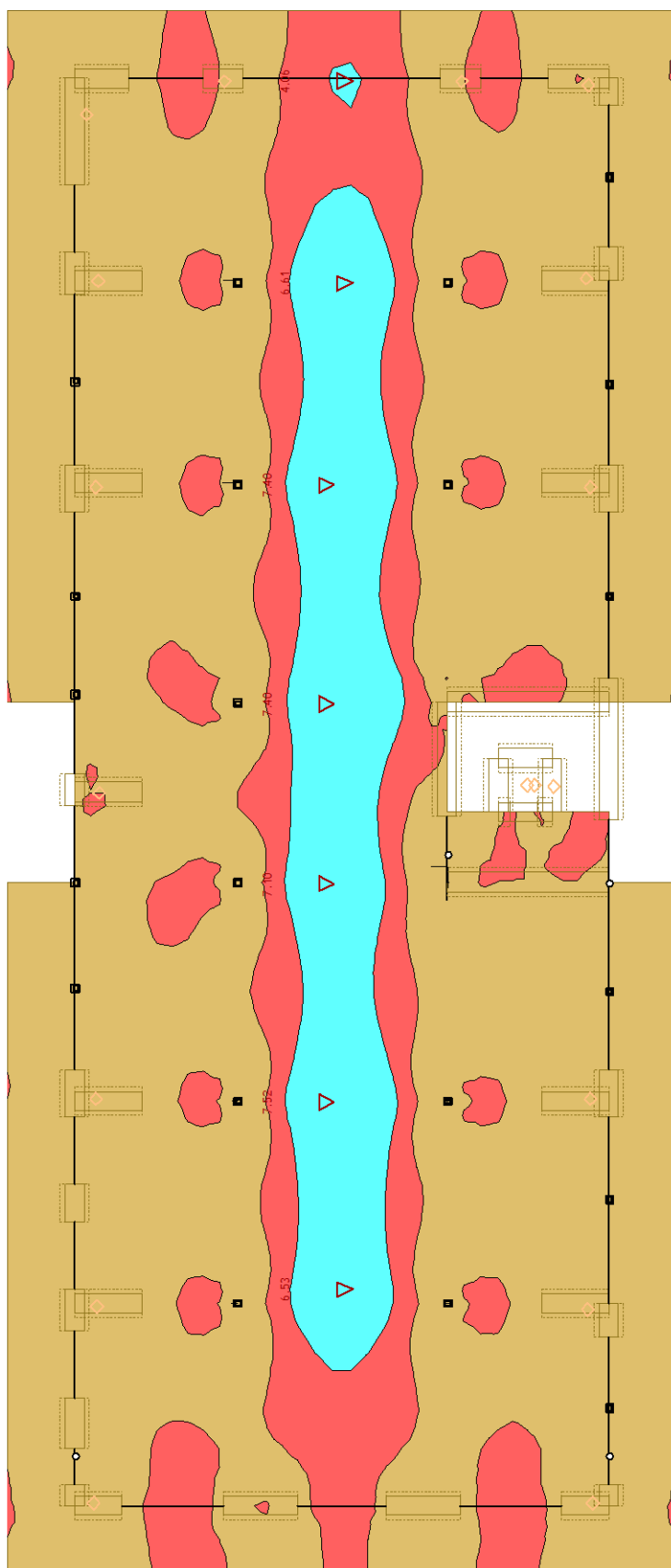
Merodavno opterećenje: 1,8,9,14
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm



Nivo: POS 300 [9.72 m]
Aa - d.zona - Pravic 1 - max Aa1,d= 4.55 cm²/m

Merodavno opterećenje: 1,8,9,14
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

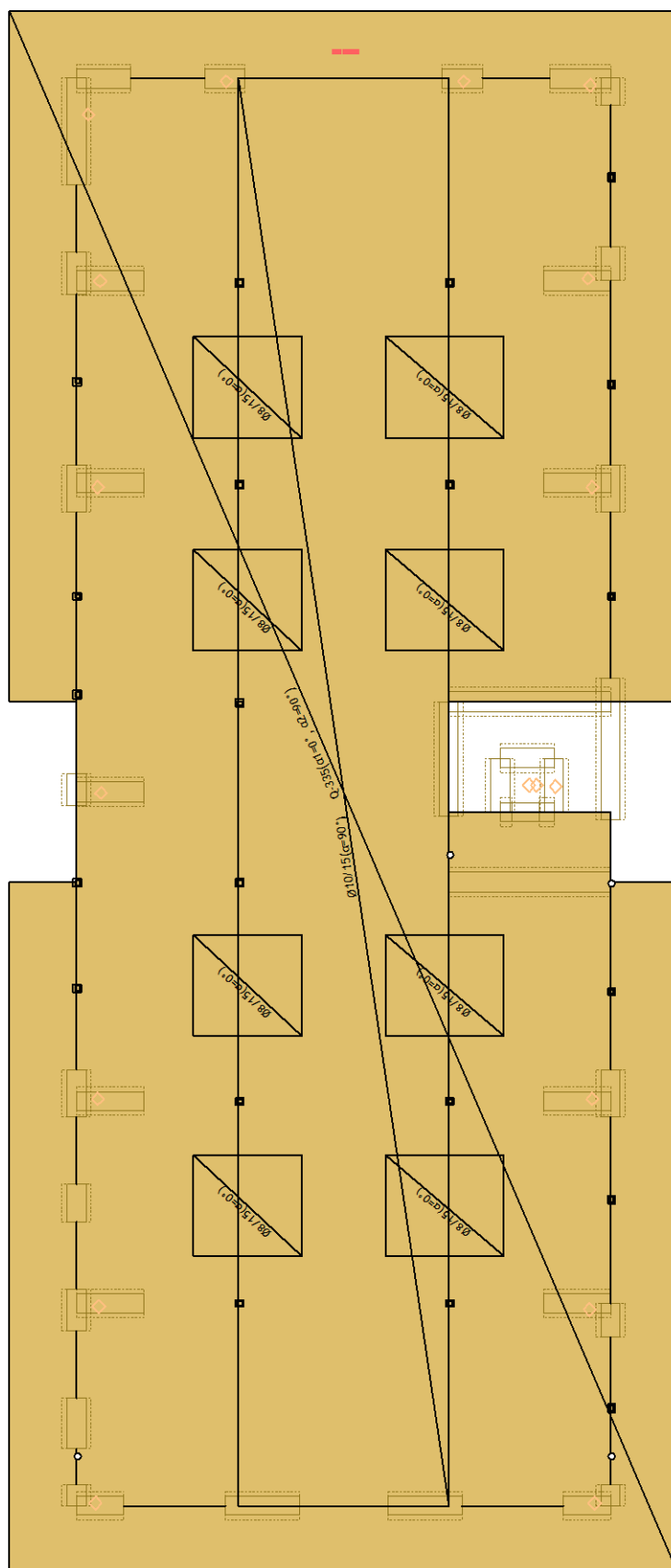
Aa - d.zona - Pravac 2 [cm ² /m]	
0.00	3.76
7.52	



Nivo: POS 300 [9.72 m]
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2, d= 7.52 cm²/m

Usvojena armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

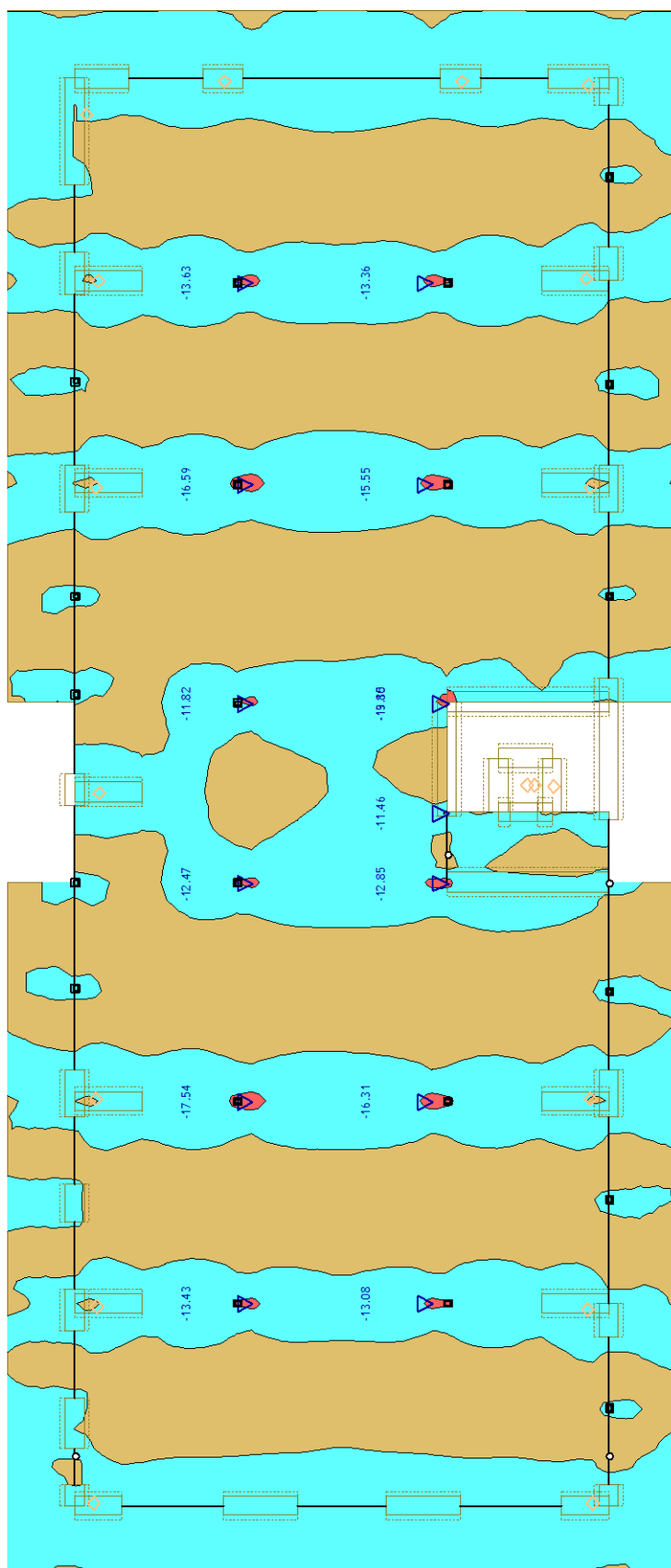
Aa - d.zona [cm ² /m]	
0.00	
3.76	
7.52	



Nivo: POS 300 [9.72 m]
Aa - d.zona

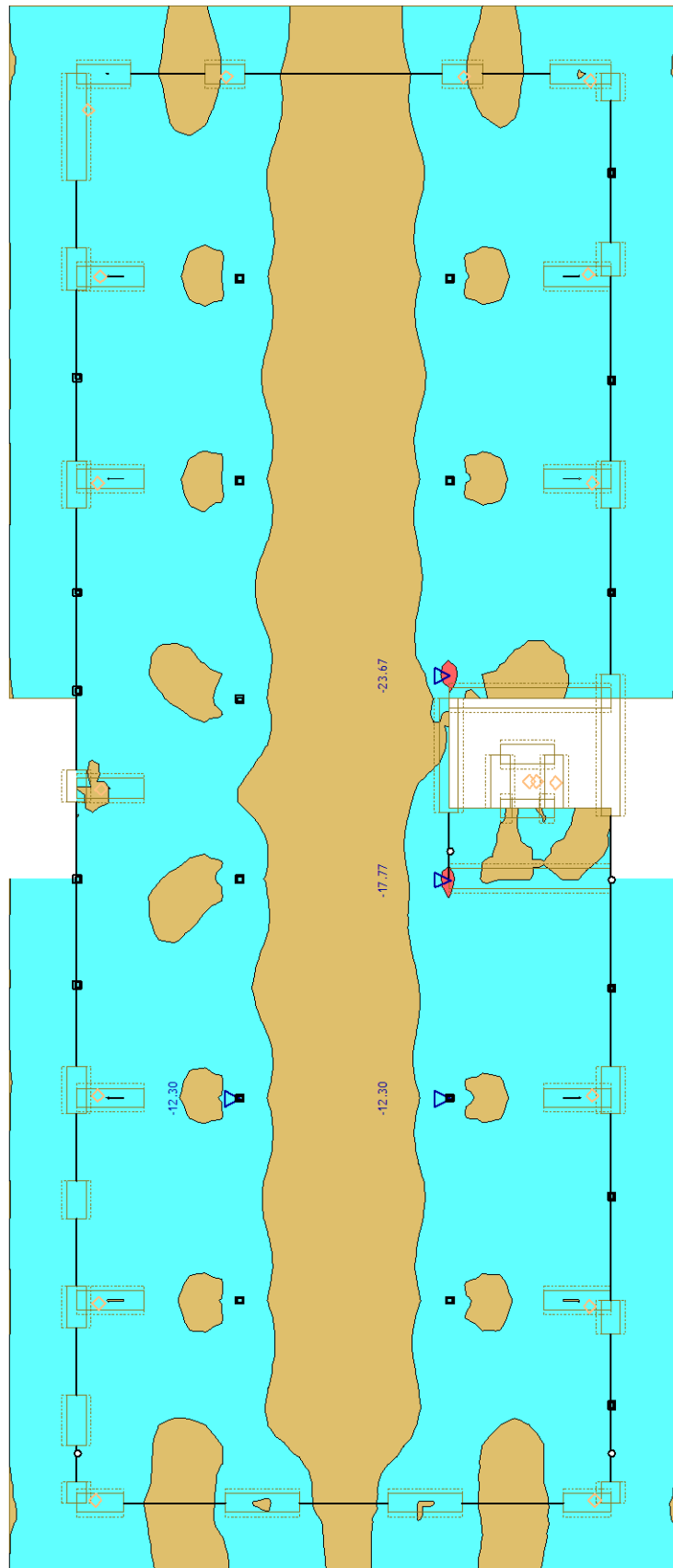
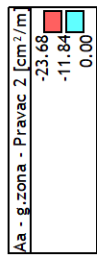
Merodavno opterećenje: 1,8,9,14
 EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

Aa - g.zona - Pravic 1 [cm ² /m]	
-19.15	
-9.58	
0.00	



Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Aa - g.zona - Pravic 1 - max Aa1,g= -19.15 cm²/m

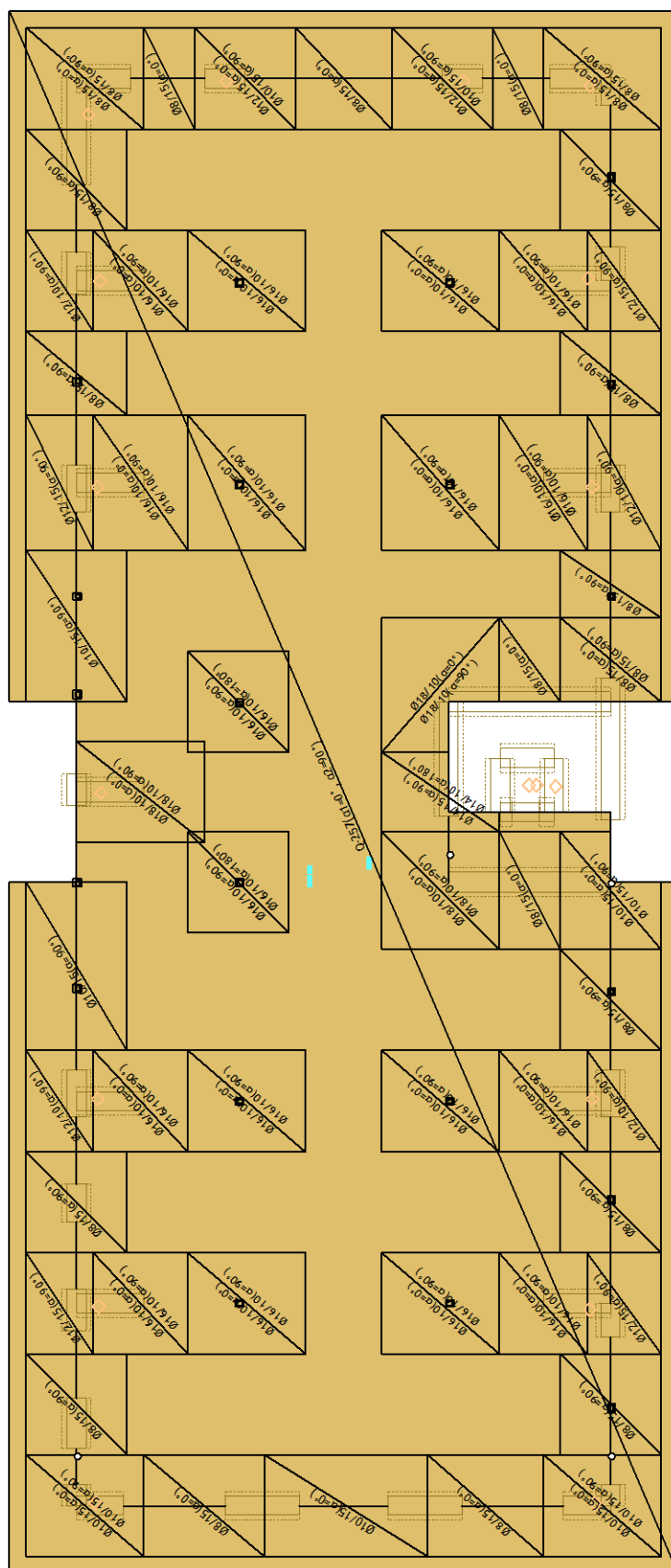
Merodavno opterećenje: 1,8,9,14
 EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm



Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Aa - g.zona - Pravač 2 - max Aa2,g= -23.67 cm²/m

Usvojena armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

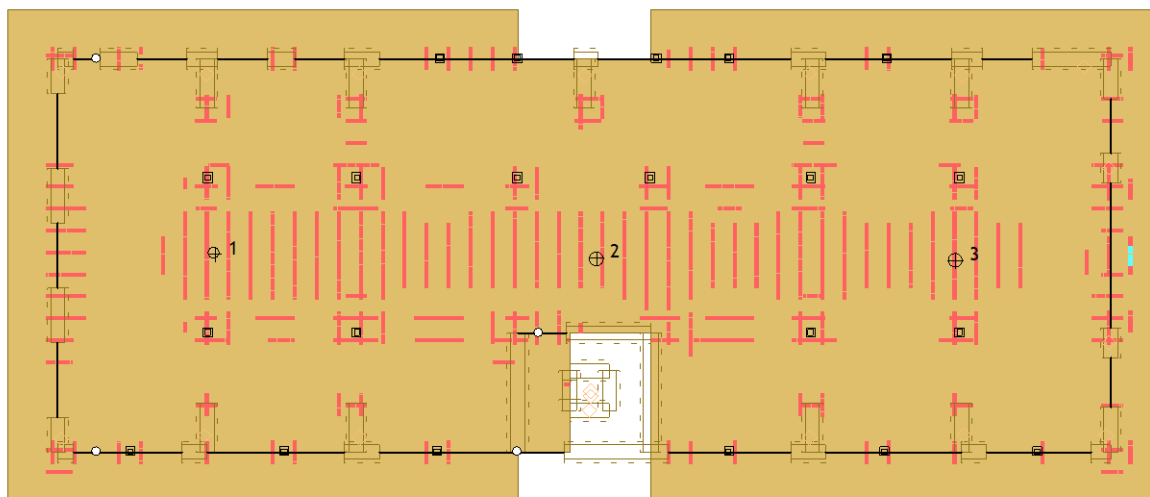
Aa - g.zona [cm ² /m]	
-23.68	
-11.84	
0.00	



Nivo: POS 300 [9.72 m]
Aa - g.zona

Merodavno opterećenje: 1,16
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B

ak2/ak1, t0 [mm]	
0.00	
0.20	
0.39	



Nivo: POS 300 [9.72 m]
max ak2/ak1, t0= 0.38 mm

Nivo: POS 300 [9.72 m] - EC2 (EN 1992-1-1:2004)

C25/30 (d,pl=20,0 cm)

Gornja zona: B500B (a=2,0 cm)

Donja zona: B500B (a=2,0 cm)

Moduo elastičnosti betona $E_b(t_0) = 31000 \text{ MPa}$

Zatezna čvrstoća pri savijanju $f_{bzs} = 2,60 \text{ MPa}$

Moduo elastičnosti armature $E_a = 2,00 \times 10^5 \text{ MPa}$

Koeficijent tečenja betona $\varphi_{\infty} = 2,50$

Dilatacija skupljanja betona $\epsilon_s = 0,50 \text{ ‰}$

Tačka 1

X=6,43 m; Y=8,20 m; Z=9,72 m

Gornja zona

Ø7/15 $\alpha = 0^\circ$

Ø7/15 $\alpha = 90^\circ$

Donja zona

Ø8/15 $\alpha = 0^\circ$

Ø8/15 $\alpha = 90^\circ$

Ø10/15 $\alpha = 90^\circ$

Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

T = 0 Presek bez prsline

T = ∞ Presek bez prsline

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

T = 0 Presek sa prslinom

Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII

N1 = 0,00 kN/m

M = 31,84 kNm/m

Koef, uticaja prijanjanja arm, $k_1 = 0,80$

Koeficijent dilatacijskog stanja $k_2 = 0,50$

Koeficijent zaštitnog sloja $k_3 = 3,40$

Koeficijent $k_4 = 0,42$

Efektivna površina betona $A_{c,ef} = 500,0 \text{ cm}^2$

Efektivni proc, armiranja $\rho_{ef} = 1,72 \text{ ‰}$

Položaj neutralne linije $x_n = 6,11 \text{ cm}$

Napon zategnute armature $\sigma_s = 222,2 \text{ MPa}$

Koef, dugotrajnosti opterećenja $k_t = 0,60$

Ekvivalentni prečnik šipke $\varnothing_{eq} = 10,46 \text{ mm}$
 Zaštitni sloj betona $c = 14,77 \text{ mm}$
 Naponu u armaturi pri pojavi prsline $\sigma_{sr} = 168,2 \text{ MPa}$
 Relativna prosečna dilatacija $\varepsilon_m = 0,67 \text{ ‰}$
Maksimalni razmak između prslina $Sr, max = 15,37 \text{ cm}$
Širina prslina $ak(t_0) = 0,10 \text{ mm}$

T = ∞ Presek sa prslinom

Dugotrajni uticaji
 Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII
 $N1 = 0,00 \text{ kN/m}$
 $M = 31,84 \text{ kNm/m}$
 Kratkotrajni uticaji
 $N1 = 0,00 \text{ kN/m}$
 $M = 0,00 \text{ kNm/m}$
 Koef, uticaja prijanjanja arm, $k1 = 0,80$
 Koeficijent dilatacijskog stanja $k2 = 0,50$
 Koeficijent zaštitnog sloja $k3 = 3,40$
 Koeficijent $k4 = 0,42$
 Efektivna površina betona $Ac, ef = 490,2 \text{ cm}^2$
 Efektivni proc, armiranja $p_{ef} = 1,75 \text{ ‰}$
 Položaj neutralne linije $x_n = 4,71 \text{ cm}$
 Napon zategnute armature $\sigma_s = 227,0 \text{ MPa}$
 Koef, dugotrajnosti opterećenja $kt = 0,40$
 Ekvivalentni prečnik šipke $\varnothing_{eq} = 10,46 \text{ mm}$
 Zaštitni sloj betona $c = 14,77 \text{ mm}$
 Naponu u armaturi pri pojavi prsline $\sigma_{sr} = 165,2 \text{ MPa}$
 Relativna prosečna dilatacija $\varepsilon_m = 0,80 \text{ ‰}$
Maksimalni razmak između prslina $Sr, max = 15,17 \text{ cm}$
Širina prslina $ak(t_{\infty}) = 0,12 \text{ Mm}$

Tačka 2

X=21,91 m; Y=7,67 m; Z=9,72 m

Gornja zona
 $\varnothing 7/15 \alpha = 0^\circ$
 $\varnothing 7/15 \alpha = 90^\circ$
 Donja zona
 $\varnothing 8/15 \alpha = 0^\circ$
 $\varnothing 8/15 \alpha = 90^\circ$
 $\varnothing 10/15 \alpha = 90^\circ$

Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

T = 0 Presek bez prsline

T = ∞ Presek bez prsline

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

T = 0 Presek sa prslinom

Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII
 $N1 = 0,00 \text{ kN/m}$
 $M = 27,98 \text{ kNm/m}$
 Koef, uticaja prijanjanja arm, $k1 = 0,80$
 Koeficijent dilatacijskog stanja $k2 = 0,50$
 Koeficijent zaštitnog sloja $k3 = 3,40$
 Koeficijent $k4 = 0,42$
 Efektivna površina betona $Ac, ef = 500,0 \text{ cm}^2$
 Efektivni proc, armiranja $p_{ef} = 1,72 \text{ ‰}$
 Položaj neutralne linije $x_n = 6,11 \text{ cm}$
 Napon zategnute armature $\sigma_s = 195,3 \text{ MPa}$
 Koef, dugotrajnosti opterećenja $kt = 0,60$
 Ekvivalentni prečnik šipke $\varnothing_{eq} = 10,46 \text{ mm}$
 Zaštitni sloj betona $c = 14,77 \text{ mm}$
 Naponu u armaturi pri pojavi prsline $\sigma_{sr} = 168,2 \text{ MPa}$
 Relativna prosečna dilatacija $\varepsilon_m = 0,59 \text{ ‰}$
Maksimalni razmak između prslina $Sr, max = 15,37 \text{ cm}$
Širina prslina $ak(t_0) = 0,09 \text{ mm}$

T = ∞ Presek sa prslinom

Dugotrajni uticaji
 Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII
 $N1 = 0,00 \text{ kN/m}$
 $M = 27,98 \text{ kNm/m}$
 Kratkotrajni uticaji
 $N1 = 0,00 \text{ kN/m}$
 $M = 0,00 \text{ kNm/m}$
 Koef, uticaja prijanjanja arm, $k1 = 0,80$
 Koeficijent dilatacijskog stanja $k2 = 0,50$
 Koeficijent zaštitnog sloja $k3 = 3,40$
 Koeficijent $k4 = 0,42$
 Efektivna površina betona $Ac, ef = 495,6 \text{ cm}^2$

Efektivni proc, armiranja	$p_{ef}= 1,73 \%$
Položaj neutralne linije	$x_n= 4,87 \text{ cm}$
Napon zategnute armature	$\sigma_s= 199,3 \text{ MPa}$
Koef, dugotrajnosti opterećenja	$k_t= 0,40$
Ekvivalentni prečnik šipke	$\varnothing_{eq}= 10,46 \text{ mm}$
Zaštitni sloj betona	$c= 14,77 \text{ mm}$
Naponu u armaturi pri pojavi prsline	$\sigma_{sr}= 166,8 \text{ MPa}$
Relativna prosečna dilatacija	$\varepsilon_m= 0,66 \%$
Maksimalni razmak između prslina	$Sr,max= 15,28 \text{ cm}$
Širina prslina	$ak(t_{\infty})= 0,10 \text{ mm}$

Tačka 3

X=36,35 m; Y=7,67 m; Z=9,72 m

Gornja zona

$\varnothing 7/15 \alpha = 0^\circ$

$\varnothing 7/15 \alpha = 90^\circ$

Donja zona

$\varnothing 8/15 \alpha = 0^\circ$

$\varnothing 8/15 \alpha = 90^\circ$

$\varnothing 10/15 \alpha = 90^\circ$

Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

T = 0 Presek bez prsline

T = ∞ Presek bez prsline

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

T = 0 Presek sa prslinom

Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII

N1 = 0,00 kN/m

M = 32,04 kNm/m

Koef,uticaja $k_1= 0,80$

prijanjanja arm, $k_2= 0,50$

Koeficijent $k_3= 3,40$

dilatacijskog stanja $k_4= 0,42$

Koeficijent $Ac,ef= 500,0 \text{ cm}^2$

zaštitnog sloja $p_{ef}= 1,72 \%$

Koeficijent $x_n= 6,11 \text{ cm}$

Efektivna površina betona $\sigma_s= 223,6 \text{ MPa}$

Efektivni proc, armiranja

Položaj neutralne linije

Napon zategnute armature

Koef, dugotrajnosti opterećenja	$k_t= 0,60$
Ekvivalentni prečnik šipke	$\varnothing_{eq}= 10,46 \text{ mm}$
Zaštitni sloj betona	$c= 14,77 \text{ mm}$
Naponu u armaturi pri pojavi prsline	$\sigma_{sr}= 168,2 \text{ MPa}$
Relativna prosečna dilatacija	$\varepsilon_m= 0,67 \%$
Maksimalni razmak između prslina	$Sr,max= 15,37 \text{ cm}$
Širina prslina	$ak(t_0)= 0,10 \text{ mm}$

T = ∞ Presek sa prslinom

Dugotrajni uticaji

Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII

N1 = 0,00 kN/m

M = 32,04 kNm/m

Kratkotrajni uticaji

N1 = 0,00 kN/m

M = 0,00 kNm/m

Koef,uticaja $k_1= 0,80$

prijanjanja arm, $k_2= 0,50$

Koeficijent $k_3= 3,40$

dilatacijskog stanja $k_4= 0,42$

Koeficijent $Ac,ef= 489,9 \text{ cm}^2$

Efektivna površina betona $p_{ef}= 1,75 \%$

Efektivni proc, armiranja $x_n= 4,70 \text{ cm}$

Položaj neutralne linije $\sigma_s= 228,4 \text{ MPa}$

Napon zategnute armature $k_t= 0,40$

Koef, dugotrajnosti opterećenja $\varnothing_{eq}= 10,46 \text{ mm}$

Ekvivalentni prečnik šipke $c= 14,77 \text{ mm}$

Zaštitni sloj betona $\sigma_{sr}= 165,1 \text{ MPa}$

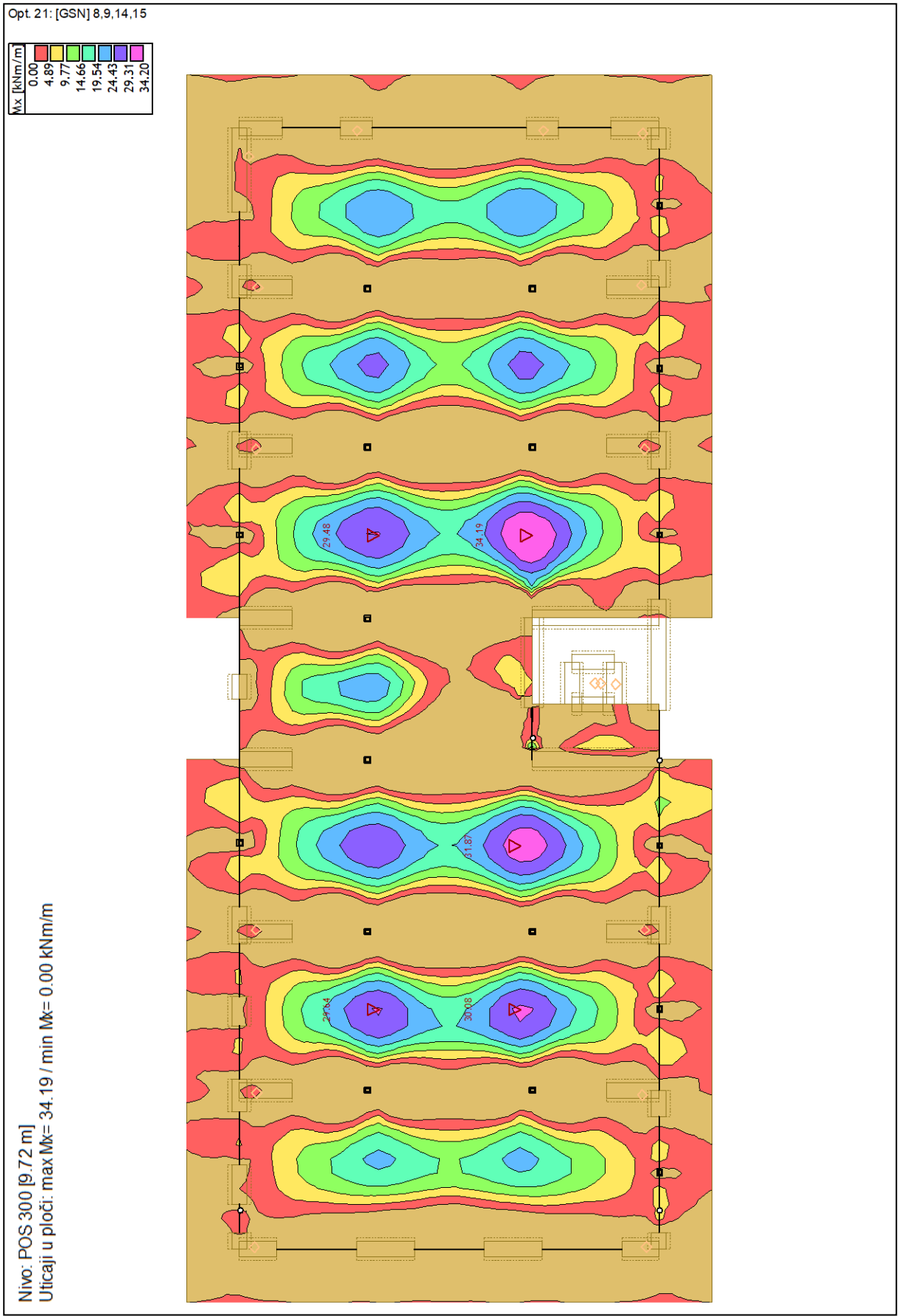
Naponu u armaturi pri pojavi prsline $\varepsilon_m= 0,81 \%$

Relativna prosečna dilatacija **$Sr,max= 15,16 \text{ cm}$**

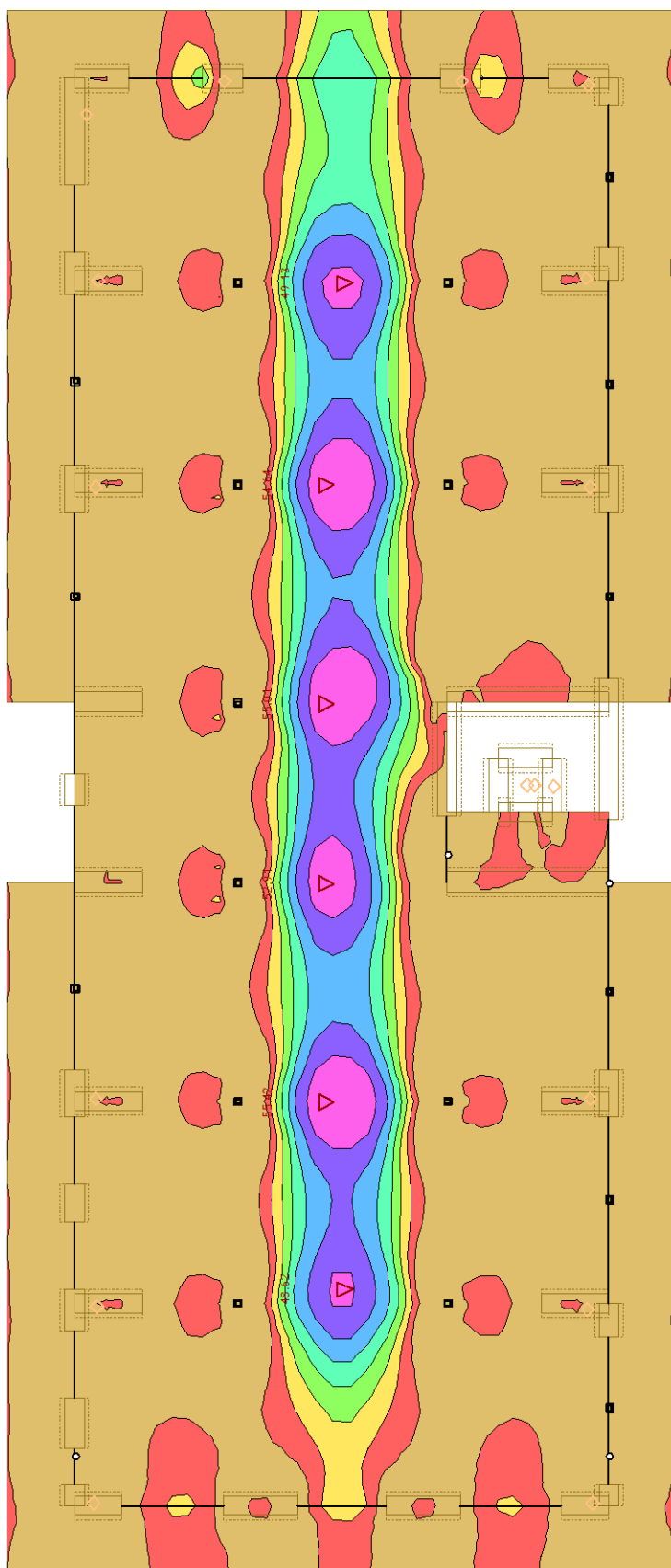
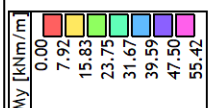
Maksimalni razmak između prslina

Širina prslina **$ak(t_{\infty})= 0,12 \text{ mm}$**

4.2.2.2.2. Model 2 – poboljšán bezgredni sistem



Opt. 21: [GSN] 8,9,14,15

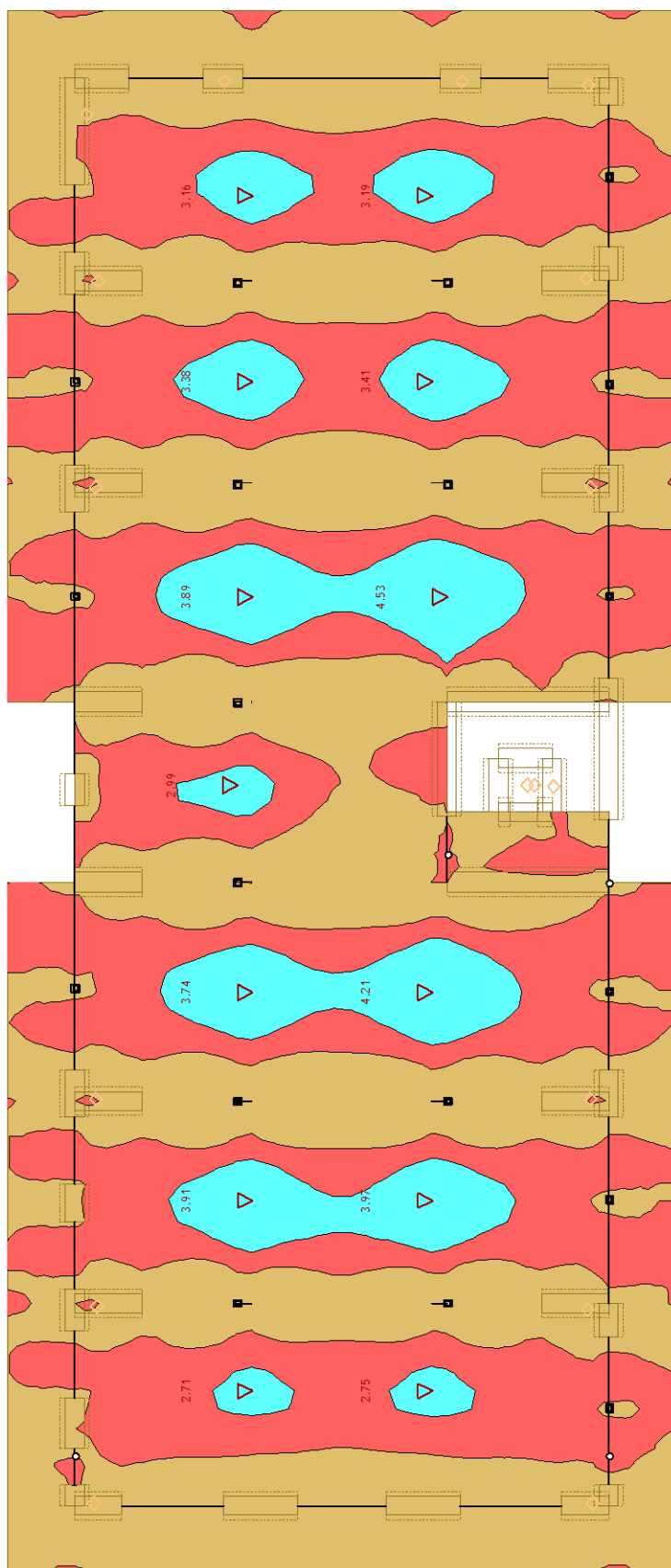


Nivo: POS 300 [9.72 m]

Uticaji u ploči: max $M_y = 55.42$ / min $M_y = 0.00$ kNm/m

Merodavno opterećenje: 1,8,9,14
 EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

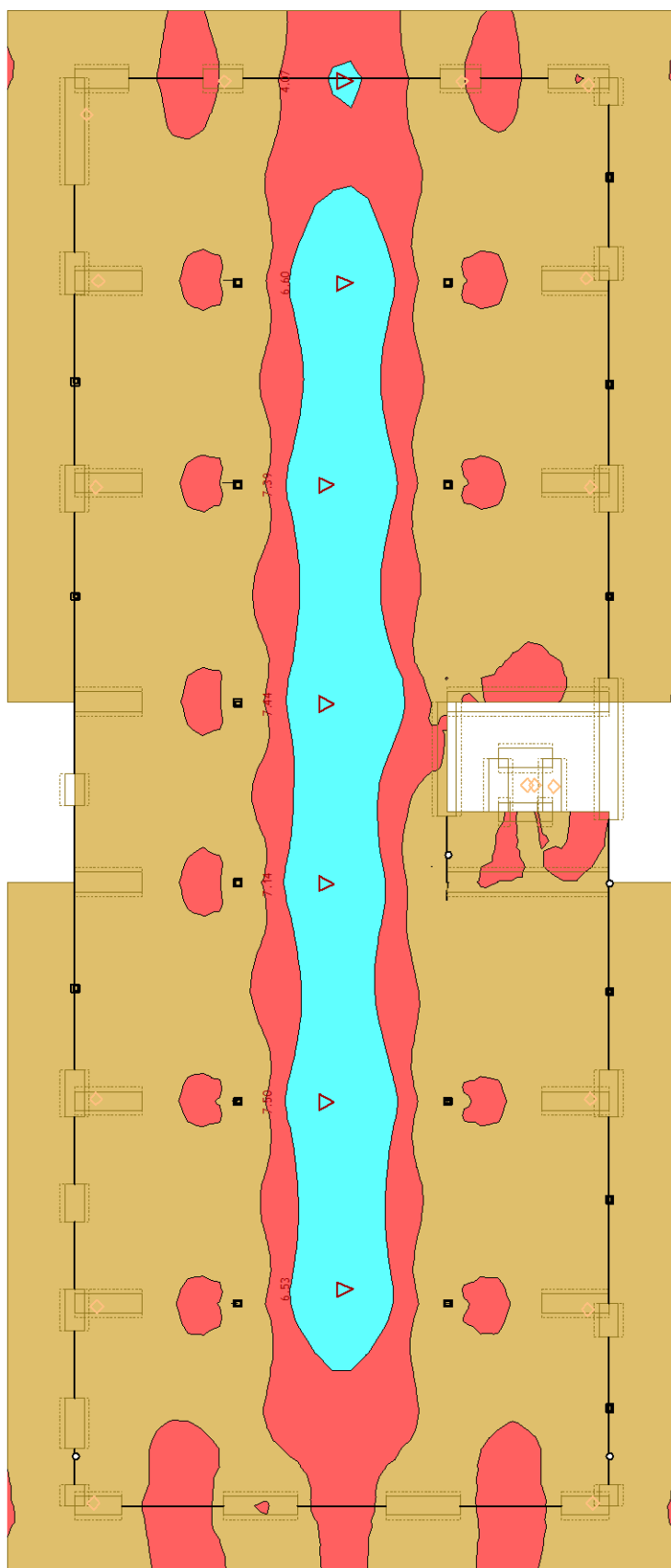
Aa - d.zona - Pravac 1 [cm ² /m]
0.00
2.27
4.53



Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1, d= 4.53 cm²/m

Merodavno opterećenje: 1,8,9,14
 EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

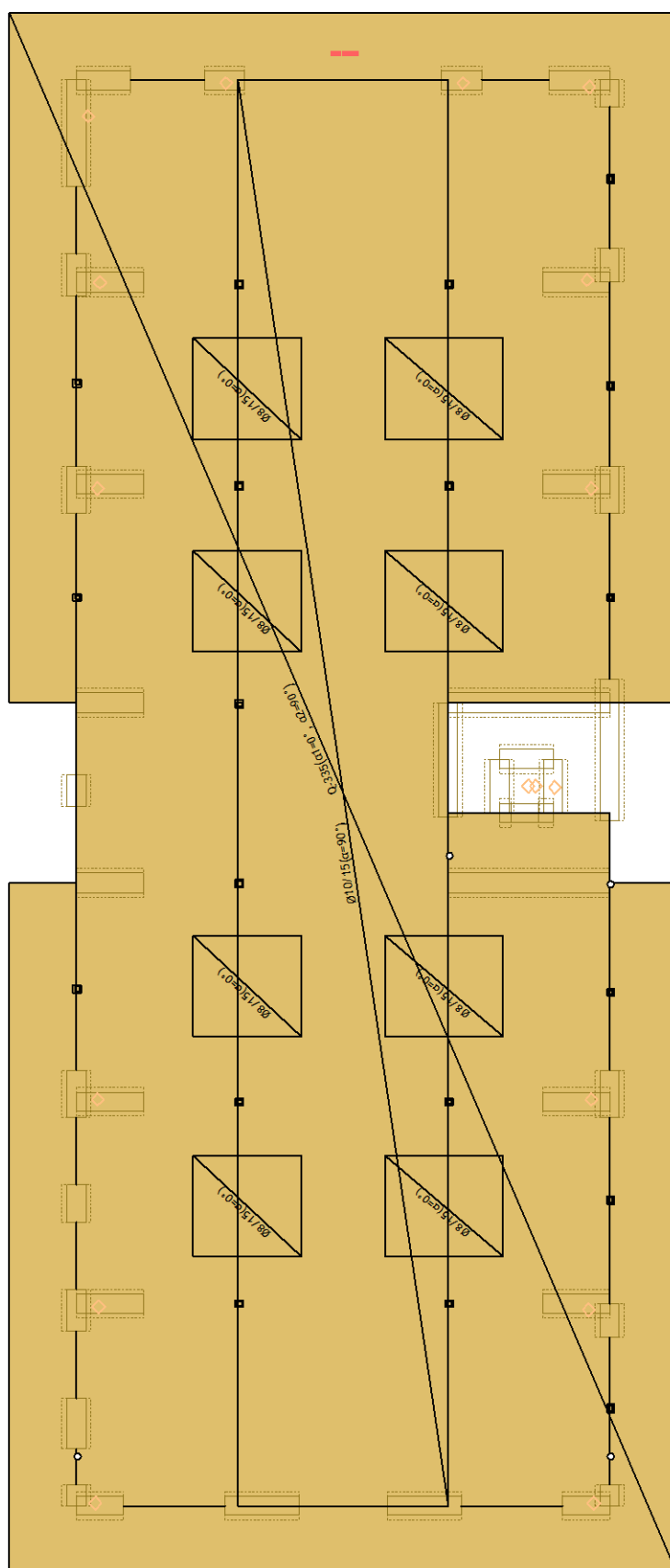
Aa - d.zona - Pravac 2 [cm ² /m]	
0.00	3.75
3.75	7.50



Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2, d= 7.50 cm²/m

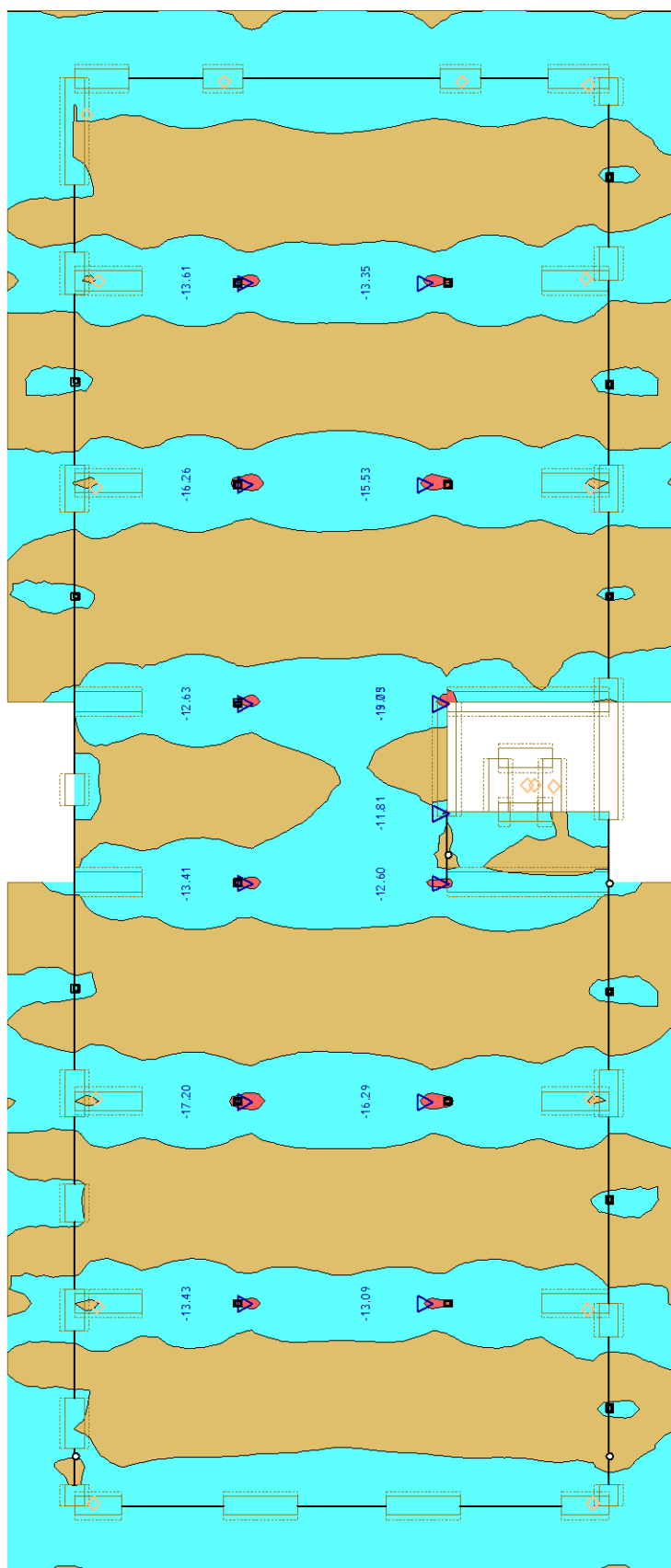
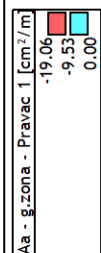
Usvojena armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

Aa - d.zona [cm ² /m]	
0.00	0.00
3.75	3.75
7.50	7.50



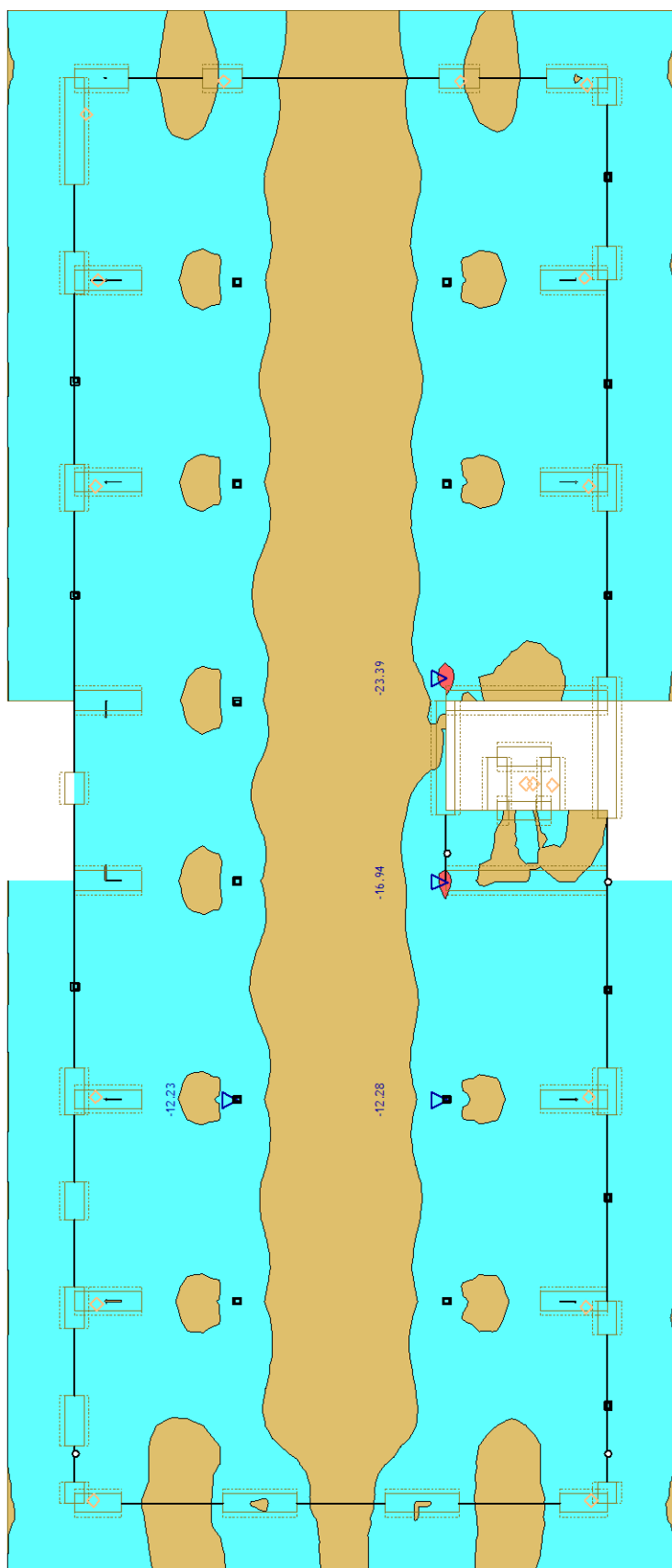
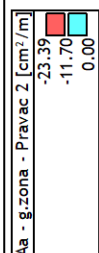
Nivo: POS 300 [9.72 m]
Aa - d.zona

Merodavno opterećenje: 1,8,9,14
 EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm



Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Aa - g.zona - Pramac 1 - max Aa1,g= -19.05 cm²/m

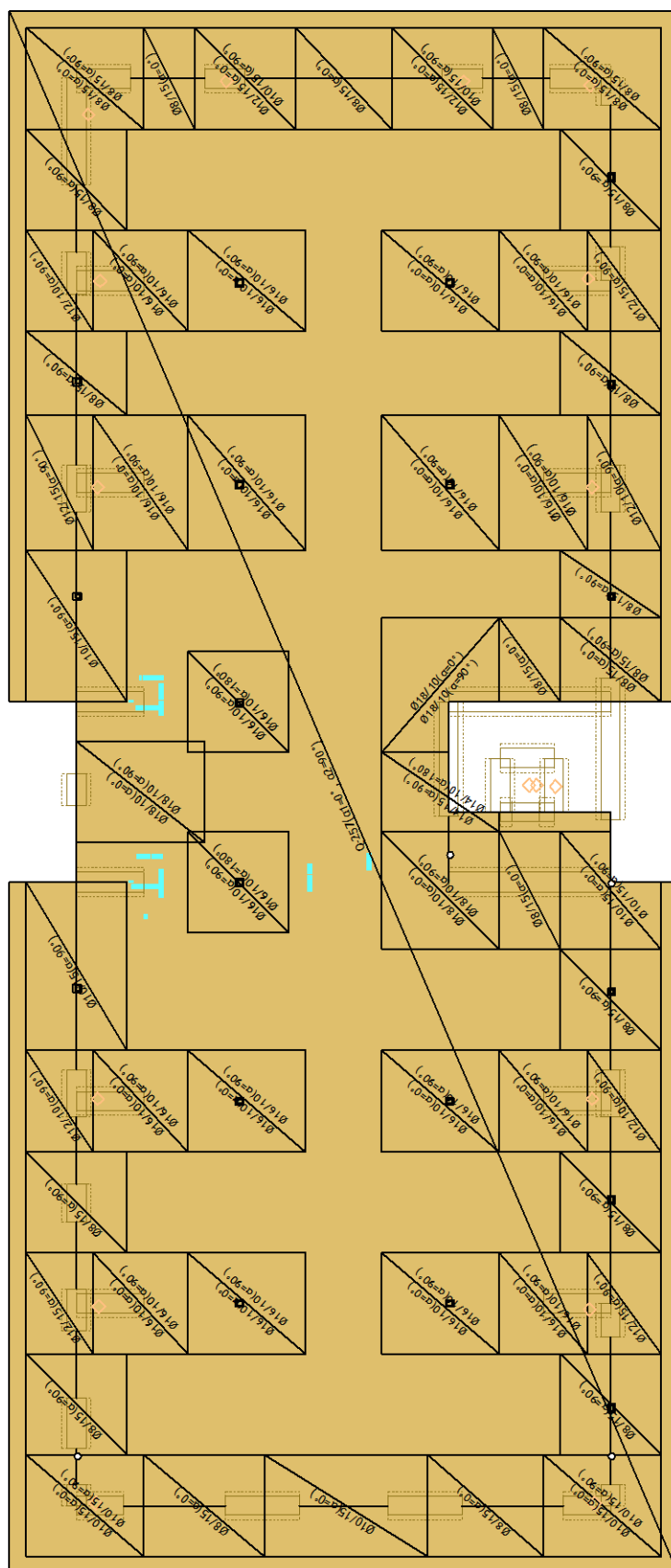
Merodavno opterećenje: 1,8,9,14
 EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm



Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -23.39 cm²/m

Usvojena armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

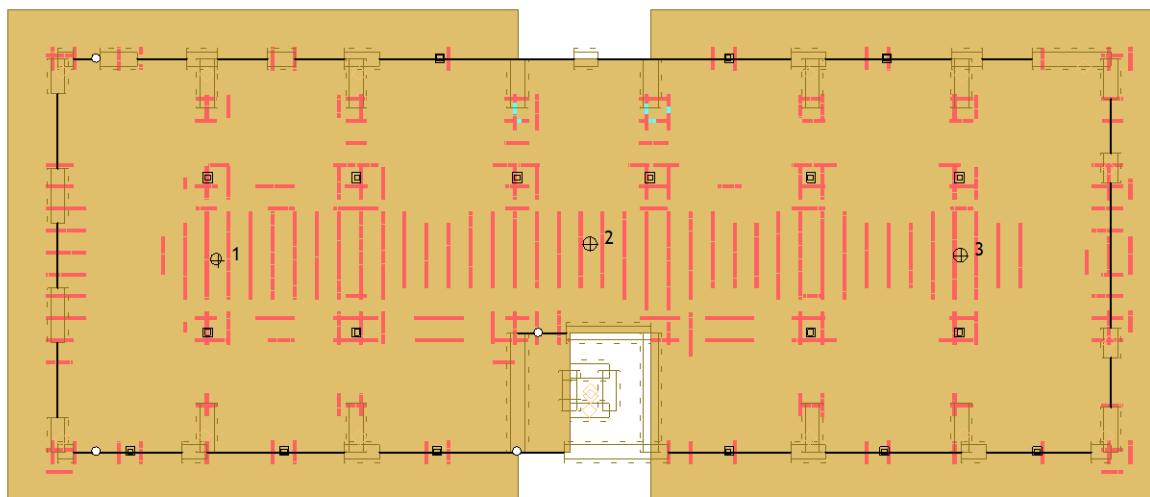
Aa - g.zona [cm ² /m]	
-23.39	
-11.70	
0.00	



Nivo: POS 300 [9.72 m]
Aa - g.zona

Merodavno opterećenje: 1,16
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B

ak2/ak1, t0 [mm]	
0.00	
0.44	
0.88	



Nivo: POS 300 [9.72 m]
max ak2/ak1, t0= 0.88 mm

Nivo: POS 300 [9.72 m] - EC2 (EN 1992-1-1:2004)

C25/30 (d,pl=20,0 cm)

Gornja zona: B500B (a=2,0 cm)

Donja zona: B500B (a=2,0 cm)

Moduo elastičnosti betona $E_b(t_0) = 31000 \text{ MPa}$

Zatezna čvrstoća pri savijanju $f_{bzs} = 2,60 \text{ MPa}$

Moduo elastičnosti armature $E_a = 2,00 \times 10^5 \text{ MPa}$

Koeficijent tečenja betona $\phi_{\infty} = 2,50$

Dilatacija skupljanja betona $\epsilon_s = 0,50 \text{ ‰}$

Tačka 1

X=6,43 m; Y=7,67 m; Z=9,72 m

Gornja zona

Ø7/15 $\alpha = 0^\circ$

Ø7/15 $\alpha = 90^\circ$

Donja zona

Ø8/15 $\alpha = 0^\circ$

Ø8/15 $\alpha = 90^\circ$

Ø10/15 $\alpha = 90^\circ$

T = 0 Presek bez prsline

T = ∞ Presek bez prsline

Pravac 2: ($\alpha = 90^\circ$)

T = 0 Presek sa prslinom

Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII

N1 = 0,00 kN/m

M = 31,87 kNm/m

Koef, uticaja prijanjanja arm, $k_1 = 0,80$

Koeficijent dilatacijskog stanja $k_2 = 0,50$

Koeficijent zaštitnog sloja $k_3 = 3,40$

Koeficijent $k_4 = 0,42$

Efektivna površina betona $A_{c,ef} = 500,0 \text{ cm}^2$

Efektivni proc, armiranja $\rho_{ef} = 1,72 \text{ ‰}$

Položaj neutralne linije $x_n = 6,11 \text{ cm}$

Napon zategnute armature $\sigma_s = 222,4 \text{ MPa}$

Koef, dugotrajnosti opterećenja $k_t = 0,60$

Ekvivalentni prečnik šipke $\phi_{eq} = 10,46 \text{ mm}$

Zaštitni sloj betona	c=	14,77 mm
Naponu u armaturi	σ_{sr} =	168,2 MPa
pri pojavi prsline		
Relativna prosečna dilatacija	ϵ_m =	0,67 ‰
Maksimalni razmak između prslina	Sr,max=	15,37 cm
Širina prslina	ak(t0)=	0,10 mm

T = ∞ Presek sa prslinom

Dugotrajni uticaji		
Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII		
N1 = 0,00 kN/m		
M = 31,87 kNm/m		
Kratkotrajni uticaji		
N1 = 0,00 kN/m		
M = 0,00 kNm/m		
Koef,uticaja prijanjanja arm,	k1=	0,80
Koeficijent dilatacijskog stanja	k2=	0,50
Koeficijent zaštitnog sloja	k3=	3,40
Koeficijent	k4=	0,42
Efektivna površina betona	Ac,ef=	490,1 cm ²
Efektivni proc, armiranja	pef=	1,75 ‰
Položaj neutralne linije	xn=	4,70 cm
Napon zategnute armature	σ_s =	227,2 MPa
Koef, dugotrajnosti opterećenja	kt=	0,40
Ekvivalentni prečnik šipke	Øeq=	10,46 mm
Zaštitni sloj betona	c=	14,77 mm
Naponu u armaturi	σ_{sr} =	165,2 MPa
pri pojavi prsline		
Relativna prosečna dilatacija	ϵ_m =	0,81 ‰
Maksimalni razmak između prslina	Sr,max=	15,17 cm
Širina prslina	ak(t∞)=	0,12 mm

Tačka 2

X=21,42 m; Y=8,20 m; Z=9,72 m

Gornja zona

Ø7/15 $\alpha = 0^\circ$

Ø7/15 $\alpha = 90^\circ$

Donja zona

Ø8/15 $\alpha = 0^\circ$

Ø8/15 $\alpha = 90^\circ$

Ø10/15 $\alpha = 90^\circ$

Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

T = 0 Presek bez prsline

T = ∞ Presek bez prsline

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

T = 0 Presek sa prslinom

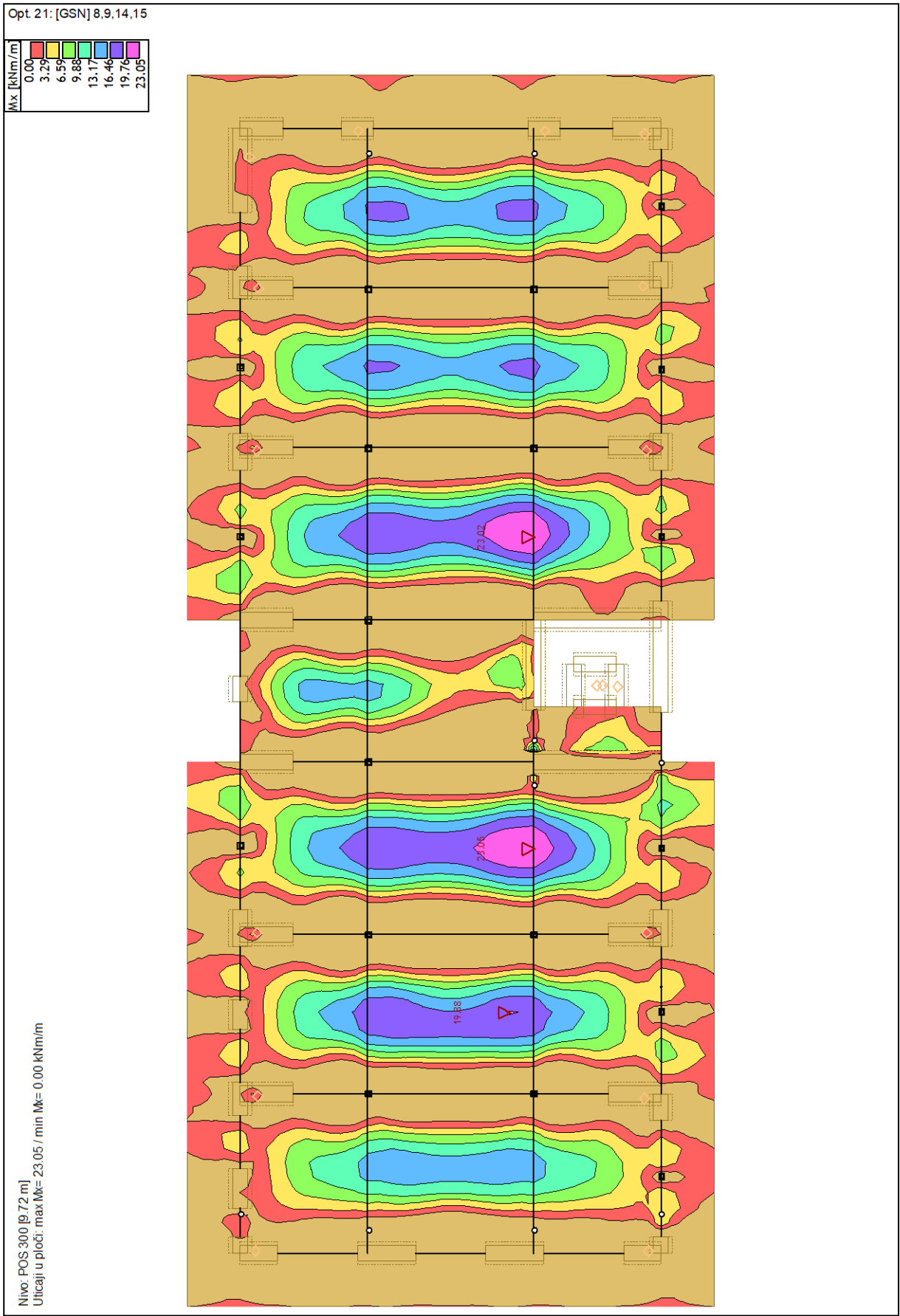
Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII		
N1 = 0,00 kN/m		
M = 27,79 kNm/m		
Koef,uticaja prijanjanja arm,	k1=	0,80
Koeficijent dilatacijskog stanja	k2=	0,50
Koeficijent zaštitnog sloja	k3=	3,40
Koeficijent	k4=	0,42
Efektivna površina betona	Ac,ef=	500,0 cm ²
Efektivni proc, armiranja	pef=	1,72 ‰
Položaj neutralne linije	xn=	6,11 cm
Napon zategnute armature	σ_s =	194,0 MPa
Koef, dugotrajnosti opterećenja	kt=	0,60
Ekvivalentni prečnik šipke	Øeq=	10,46 mm
Zaštitni sloj betona	c=	14,77 mm
Naponu u armaturi	σ_{sr} =	168,2 MPa
pri pojavi prsline		
Relativna prosečna dilatacija	ϵ_m =	0,58 ‰
Maksimalni razmak između prslina	Sr,max=	15,37 cm
Širina prslina	ak(t0)=	0,09 mm

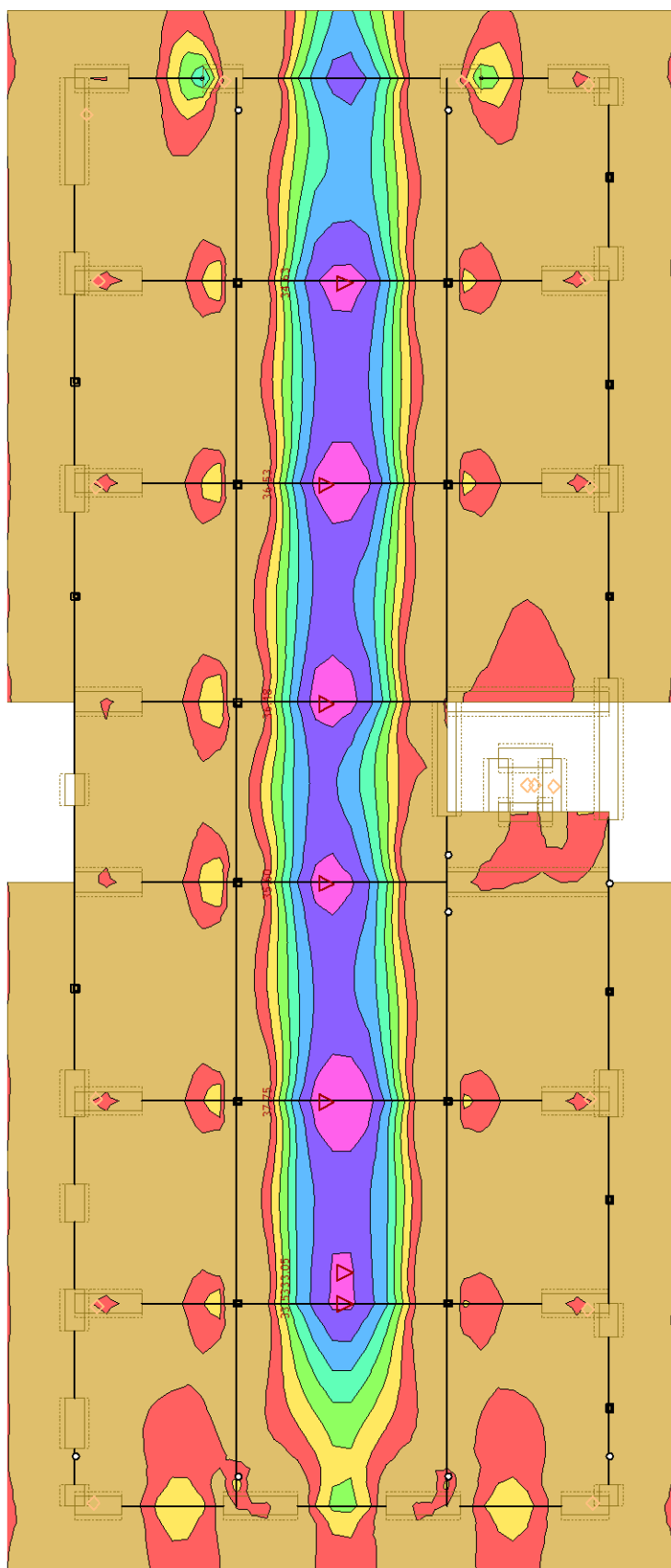
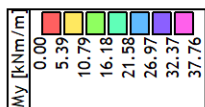
T = ∞ Presek sa prslinom

Dugotrajni uticaji		
Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII		
N1 = 0,00 kN/m		
M = 27,79 kNm/m		
Kratkotrajni uticaji		
N1 = 0,00 kN/m		
M = 0,00 kNm/m		
Koef,uticaja prijanjanja arm,	k1=	0,80
Koeficijent dilatacijskog stanja	k2=	0,50
Koeficijent zaštitnog sloja	k3=	3,40
Koeficijent	k4=	0,42
Efektivna površina betona	Ac,ef=	495,9 cm ²
Efektivni proc, armiranja	pef=	1,73 ‰
Položaj neutralne linije	xn=	4,88 cm
Napon zategnute armature	σ_s =	198,0 MPa
Koef, dugotrajnosti opterećenja	kt=	0,40
Ekvivalentni prečnik šipke	Øeq=	10,46 mm
Zaštitni sloj betona	c=	14,77 mm

Naponu u armaturi pri pojavi prsline	$\sigma_{sr}= 166,9 \text{ MPa}$	$T = \infty$ Presek sa prslinom	
Relativna prosečna dilatacija	$\varepsilon_m= 0,66 \text{ ‰}$	Dugotrajni uticaji	
Maksimalni razmak između prslina	$Sr,max= 15,29 \text{ cm}$	Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII	
Širina prslina	$ak(t_{\infty})= 0,10 \text{ Mm}$	$N1 = 0,00 \text{ kN/m}$	
<u>Tačka 3</u>		$M = 31,98 \text{ kNm/m}$	
<u>X=36,35 m; Y=7,67 m; Z=9,72 m</u>		Kratkotrajni uticaji	
Gornja zona		$N1 = 0,00 \text{ kN/m}$	
$\emptyset 7/15 \alpha = 0^{\circ}$		$M = 0,00 \text{ kNm/m}$	
$\emptyset 7/15 \alpha = 90^{\circ}$		Koef,uticaja	$k1= 0,80$
Donja zona		prijanjanja arm,	
$\emptyset 8/15 \alpha = 0^{\circ}$		Koeficijent	$k2= 0,50$
$\emptyset 8/15 \alpha = 90^{\circ}$		dilatacijskog stanja	
$\emptyset 10/15 \alpha = 90^{\circ}$		Koeficijent	$k3= 3,40$
Pravac 1: ($\alpha=0^{\circ}$)		zaštitnog sloja	
<u>T = 0 Presek bez prsline</u>		Koeficijent	$k4= 0,42$
<u>T = ∞ Presek bez prsline</u>		Efektivna površina	$Ac,ef= 490,0 \text{ cm}^2$
<u>Pravac 2: ($\alpha=90^{\circ}$)</u>		betona	
<u>T = 0 Presek sa prslinom</u>		Efektivni proc,	$p_{ef}= 1,75 \text{ ‰}$
Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII		armiranja	
$N1 = 0,00 \text{ kN/m}$		Položaj neutralne	$x_n= 4,70 \text{ cm}$
$M = 31,98 \text{ kNm/m}$		linije	
Koef,uticaja	$k1= 0,80$	Napon zategnute	$\sigma_s= 228,0 \text{ MPa}$
prijanjanja arm,		armature	
Koeficijent	$k2= 0,50$	Koef, dugotrajnosti	$kt= 0,40$
dilatacijskog stanja		opterećenja	
Koeficijent	$k3= 3,40$	Ekvivalentni	$\emptyset_{eq}= 10,46 \text{ mm}$
zaštitnog sloja		prečnik šipke	
Koeficijent	$k4= 0,42$	Zaštitni sloj betona	$c= 14,77 \text{ mm}$
Efektivna površina	$Ac,ef= 500,0 \text{ cm}^2$	Naponu u armaturi	$\sigma_{sr}= 165,1 \text{ MPa}$
betona		pri pojavi prsline	
Efektivni proc,	$p_{ef}= 1,72 \text{ ‰}$	Relativna prosečna	$\varepsilon_m= 0,81 \text{ ‰}$
armiranja		dilatacija	
Položaj neutralne	$x_n= 6,11 \text{ cm}$	Maksimalni	$Sr,max= 15,17 \text{ cm}$
linije		razmak između	
Napon zategnute	$\sigma_s= 223,2 \text{ MPa}$	prslina	$ak(t_{\infty})= 0,12 \text{ mm}$
armature			
Koef, dugotrajnosti	$kt= 0,60$		
opterećenja			
Ekvivalentni	$\emptyset_{eq}= 10,46 \text{ mm}$		
prečnik šipke			
Zaštitni sloj betona	$c= 14,77 \text{ mm}$		
Naponu u armaturi	$\sigma_{sr}= 168,2 \text{ MPa}$		
pri pojavi prsline			
Relativna prosečna	$\varepsilon_m= 0,67 \text{ ‰}$		
dilatacija			
Maksimalni	$Sr,max= 15,37 \text{ cm}$		
razmak između			
prslina			
Širina prslina	$ak(t_0)= 0,10 \text{ mm}$		

4.2.2.2.3. Model 3 – gredni sistem



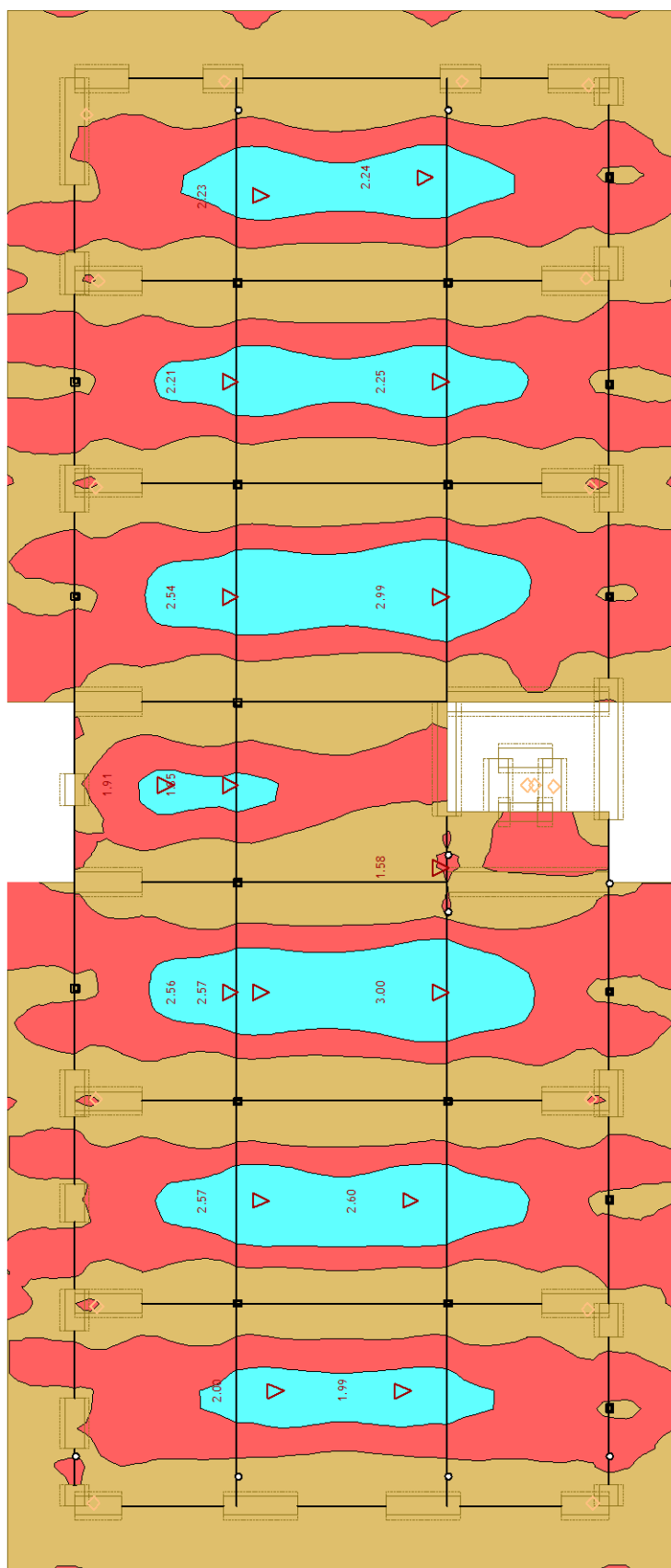


Nivo: POS 300 [9.72 m]

Uticaji u ploči: max My= 37.75 / min My= 0.00 kNm/m

Merodavno opterećenje: 1,8,9,14
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

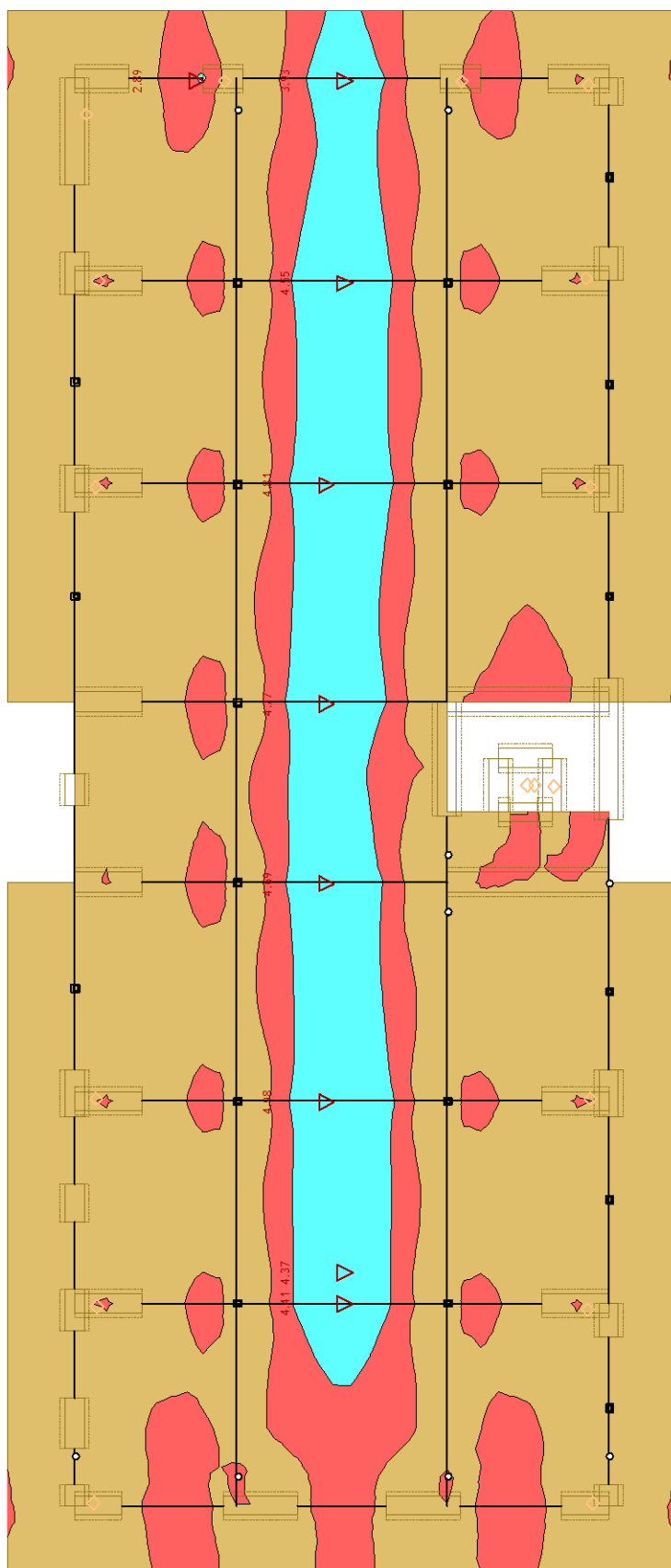
Aa - d.zona - Pravac 1 [cm ² /m]	
0.00	1.51
1.51	3.01



Nivo: POS 300 [9.72 m]
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1, d= 3.00 cm²/m

Merodavno opterećenje: 1,8,9,14
 EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

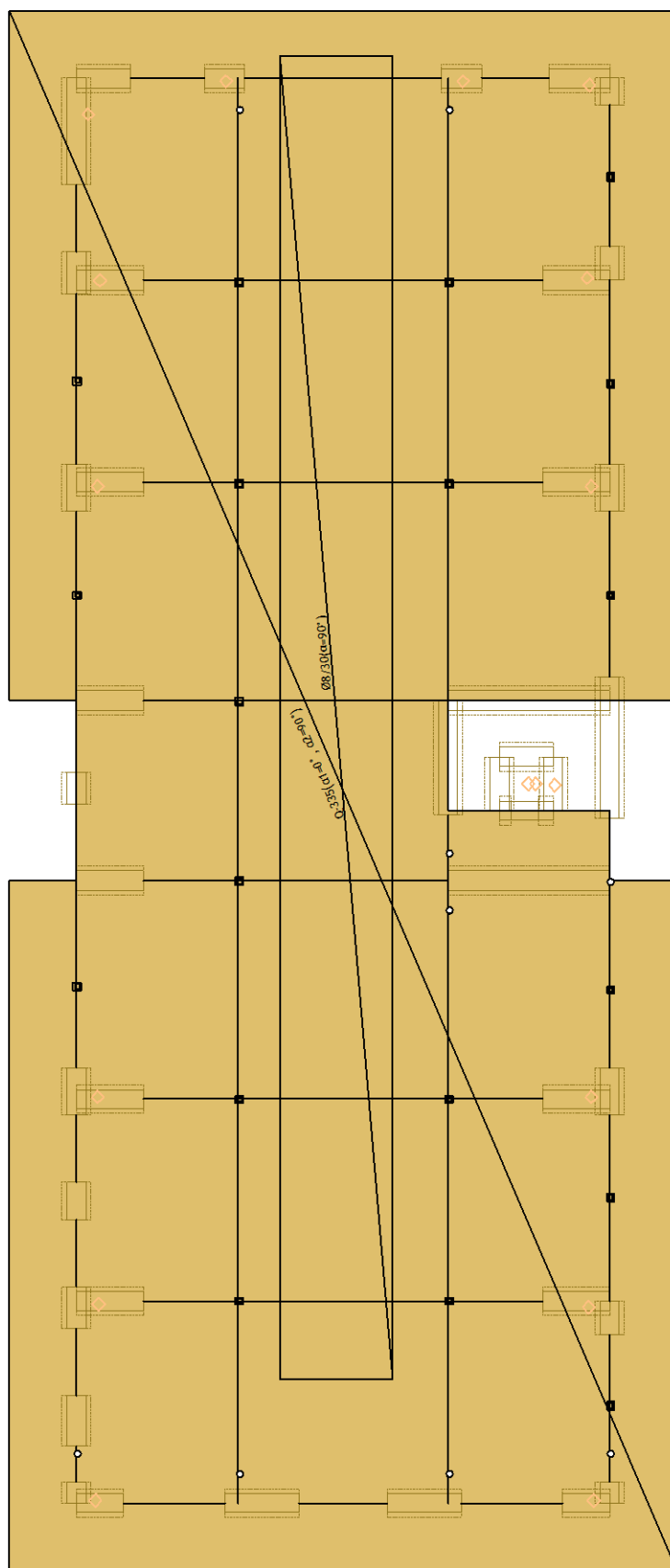
Aa - d.zona - Pravač 2 [cm ² /m]	
0.00	
2.49	
4.98	



Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Aa - d.zona - Pravač 2 - max Aa2,d= 4.98 cm²/m

Usvojena armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

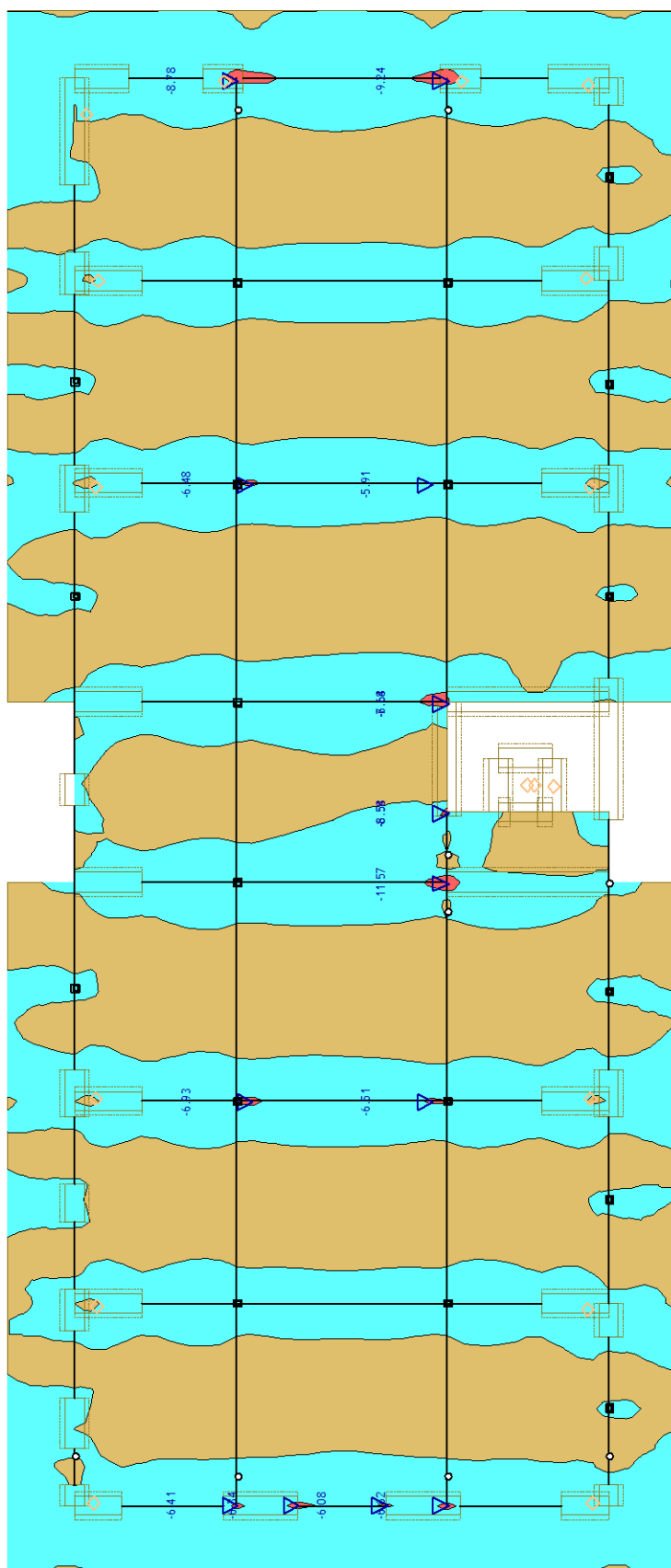
Aa - d.zona [cm ² /m]	
0.00	
2.49	
4.98	



Nivo: POS 300 [9.72 m]
Aa - d.zona

Merodavno opterećenje: 1,8,9,14
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=2.00 cm

Aa - g.zona - Pravic 1 [cm ² /m]	
-11.57	0.00
-5.79	



Nivo: POS 300 [9.72 m]
Aa - g.zona - Pravic 1 - max Aa1,g = -11.57 cm²/m

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, $a=2.00$ cm

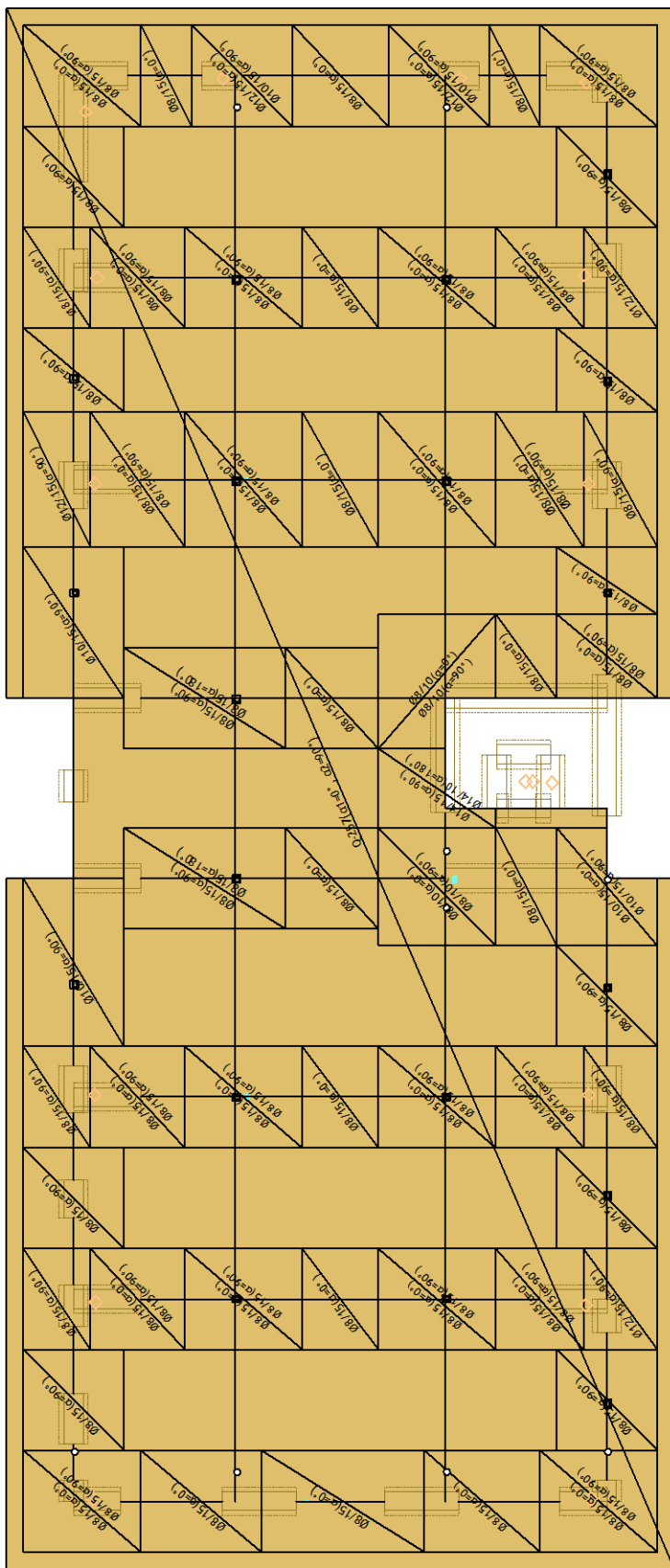


Nivo: POS 300 [9.72 m]

Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g = -10.03 cm²/m

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, $a=2.00$ cm

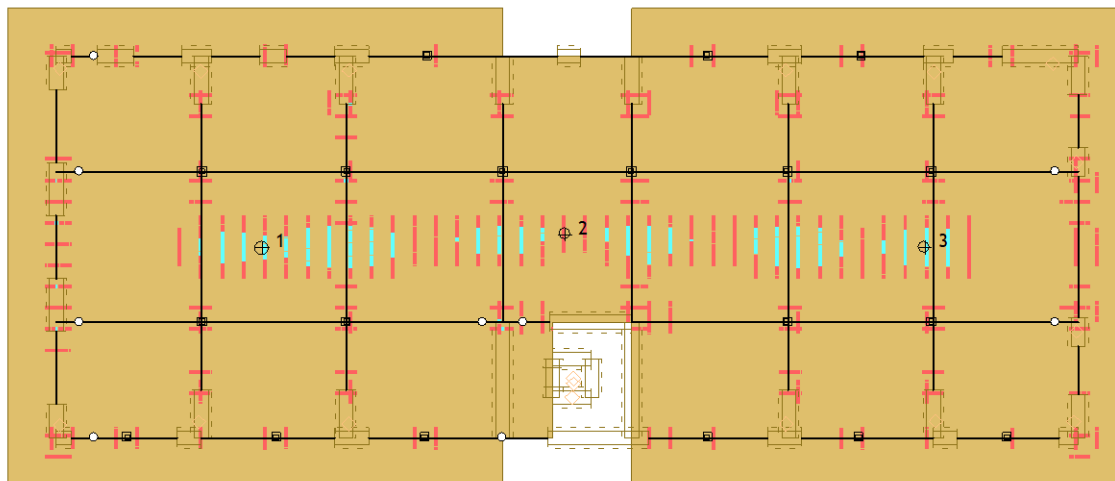
Aa - g.zona [cm ² /m]
-11.57
-5.79
0.00



Aa - g.zona

Merodavno opterećenje: 1,16
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B

ak2/ak1,t0 [mm]	
0.00	
0.13	
0.26	



Nivo: POS 300 [9.72 m]
max ak2/ak1,t0= 0.25 mm

Nivo: POS 300 [9,72 m] - EC2 (EN 1992-1-1:2004)

C25/30 (d,pl=20,0 cm)

Gornja zona: B500B (a=2,0 cm)

Donja zona: B500B (a=2,0 cm)

Moduo elastičnosti betona $E_b(t_0) = 31000 \text{ MPa}$

Zatezna čvrstoća pri savijanju $f_{bz} = 2,60 \text{ MPa}$

Moduo elastičnosti armature $E_a = 2,00 \times 10^5 \text{ MPa}$

Koeficijent tečenja betona $\phi_\infty = 2,50$

Dilatacija skupljanja betona $\epsilon_s = 0,50 \text{ ‰}$

Tačka 1

X=8,43 m; Y=7,67 m; Z=9,72 m

Gornja zona

Ø7/15 $\alpha = 0^\circ$

Ø7/15 $\alpha = 90^\circ$

Donja zona

Ø8/15 $\alpha = 0^\circ$

Ø8/15 $\alpha = 90^\circ$

Ø8/30 $\alpha = 90^\circ$

Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

T = 0 Presek bez prsline

T = ∞ Presek bez prsline

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

T = 0 Presek sa prslinom

Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII

N1 = 0,00 kN/m

M = 20,50 kNm/m

Koef,uticaja $k_1 = 0,80$

prijanjanja arm, $k_2 = 0,50$

Koeficijent dilatacijskog stanja $k_3 = 3,40$

Koeficijent zaštitnog sloja $k_4 = 0,42$

Koeficijent $A_{c,ef} = 500,0 \text{ cm}^2$

Efektivna površina betona $\rho_{ef} = 1,01 \text{ ‰}$

Efektivni proc, armiranja $x_n = 6,94 \text{ cm}$

Položaj neutralne linije $\sigma_s = 240,6 \text{ MPa}$

Napon zategnute armature $k_t = 0,60$

Koef, dugotrajnosti opterećenja $\sigma_{eq} = 8,00 \text{ mm}$

Ekvivalentni prečnik šipke $c = 16,00 \text{ mm}$

Zaštitni sloj betona $\sigma_{sr} = 275,4 \text{ MPa}$

Naponu u armaturi pri pojavi prsline

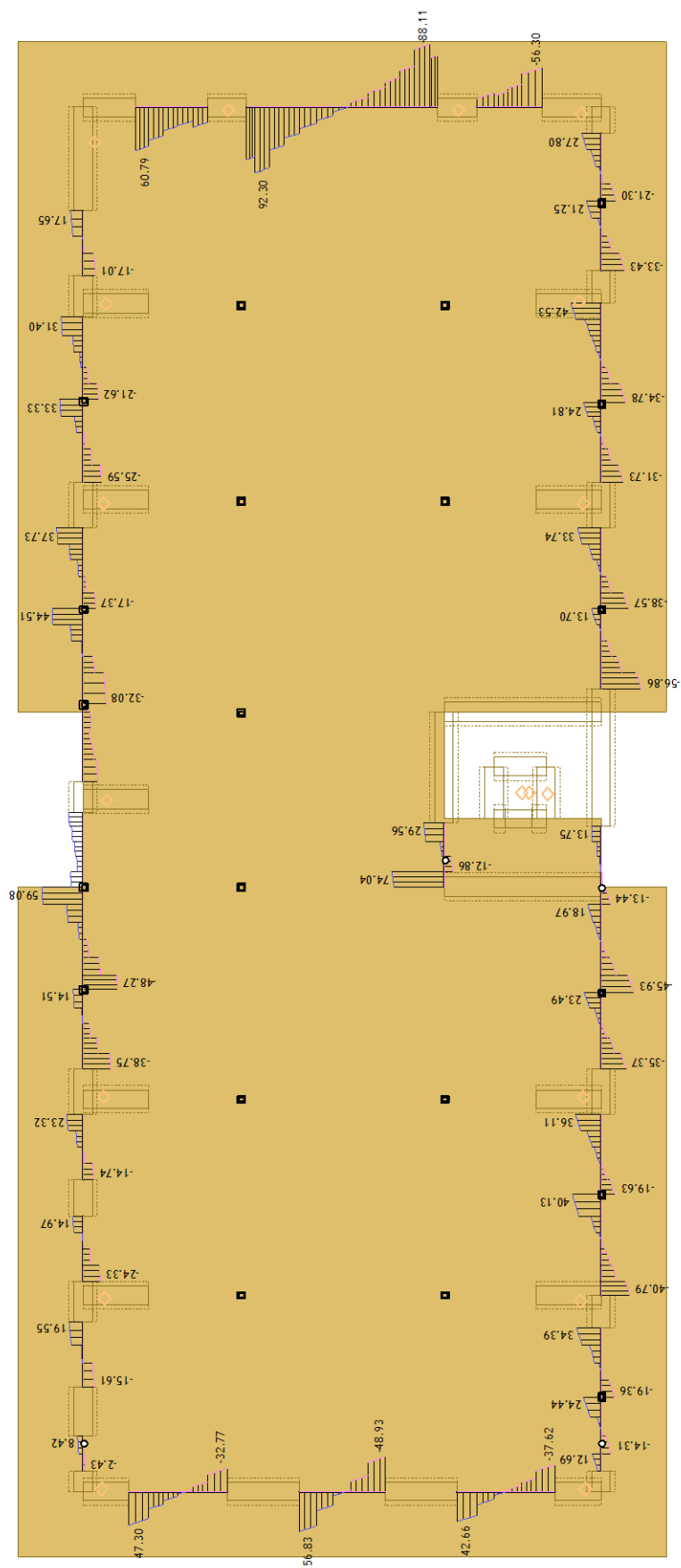
Relativna prosečna dilatacija	$\varepsilon_m =$	0,72 ‰	Napon zategnute armature	$\sigma_s =$	246,5 MPa
Maksimalni razmak između prslina	Sr,max=	18,97 cm	Koef, dugotrajnosti opterećenja	kt=	0,40
Širina prslina	ak(t0)=	0,14 mm	Ekvivalentni prečnik šipke	$\varnothing_{eq} =$	8,00 mm
<u>T = 0 Presek sa prslinom</u>			Zaštitni sloj betona	c=	16,00 mm
Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII			Naponu u armaturi pri pojavi prslina	$\sigma_{sr} =$	275,4 MPa
N1 = 0,00 kN/m			Relativna prosečna dilatacija	$\varepsilon_m =$	0,74 ‰
M = 20,50 kNm/m			Maksimalni razmak između prslina	Sr,max=	18,97 cm
Koef, uticaja prijanjanja arm,	k1=	0,80	Širina prslina	ak(t∞)=	0,14 mm
Koeficijent dilatacijskog stanja	k2=	0,50	<u>Tačka 2</u>		
Koeficijent zaštitnog sloja	k3=	3,40	<u>X=20,94 m; Y=8,20 m; Z=9,72 m</u>		
Koeficijent	k4=	0,42	Gornja zona		
Efektivna površina betona	Ac,ef=	500,0 cm ²	Ø7/15 $\alpha = 0^\circ$		
Efektivni proc, armiranja	pef=	1,01 ‰	Ø7/15 $\alpha = 90^\circ$		
Položaj neutralne linije	xn=	6,94 cm	Donja zona		
Napon zategnute armature	$\sigma_s =$	240,6 MPa	Ø8/15 $\alpha = 0^\circ$		
Koef, dugotrajnosti opterećenja	kt=	0,60	Ø8/15 $\alpha = 90^\circ$		
Ekvivalentni prečnik šipke	$\varnothing_{eq} =$	8,00 mm	Ø8/30 $\alpha = 90^\circ$		
Zaštitni sloj betona	c=	16,00 mm	Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)		
Naponu u armaturi pri pojavi prslina	$\sigma_{sr} =$	275,4 MPa	<u>T = 0 Presek bez prslina</u>		
Relativna prosečna dilatacija	$\varepsilon_m =$	0,72 ‰	<u>T = ∞ Presek bez prslina</u>		
Maksimalni razmak između prslina	Sr,max=	18,97 cm	<u>T = 0 Presek sa prslinom</u>		
Širina prslina	ak(t0)=	0,14 mm	Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII		
<u>T = ∞ Presek sa prslinom</u>			N1 = 0,00 kN/m		
Dugotrajni uticaji			M = 18,37 kNm/m		
Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII			Koef, uticaja	k1=	0,80
N1 = 0,00 kN/m			prijanjanja arm,	k2=	0,50
M = 20,50 kNm/m			Koeficijent dilatacijskog stanja	k3=	3,40
Kratkotrajni uticaji			Koeficijent zaštitnog sloja	k4=	0,42
N1 = 0,00 kN/m			Koeficijent	Ac,ef=	500,0 cm ²
M = 0,00 kNm/m			Efektivna površina betona	pef=	1,01 ‰
Koef, uticaja	k1=	0,80	Efektivni proc, armiranja	xn=	6,94 cm
prijanjanja arm,	k2=	0,50	Položaj neutralne linije	$\sigma_s =$	215,6 MPa
Koeficijent dilatacijskog stanja	k3=	3,40	Napon zategnute armature	kt=	0,60
Koeficijent zaštitnog sloja	k4=	0,42	Koef, dugotrajnosti opterećenja	$\varnothing_{eq} =$	8,00 mm
Koeficijent	Ac,ef=	500,0 cm ²	Ekvivalentni prečnik šipke	c=	16,00 mm
Efektivna površina betona	pef=	1,01 ‰	Zaštitni sloj betona	$\sigma_{sr} =$	275,4 MPa
Efektivni proc, armiranja	xn=	5,93 cm	Naponu u armaturi pri pojavi prslina	$\varepsilon_m =$	0,65 ‰
Položaj neutralne linije			Relativna prosečna dilatacija	Sr,max=	18,97 cm
			Maksimalni razmak između prslina		

Širina prslina **ak(t0)= 0,12 mm**
T = ∞ Presek sa prslinom
Dugotrajni uticaji
Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII
N1 = 0,00 kN/m
M = 18,37 kNm/m
Kratkotrajni uticaji
N1 = 0,00 kN/m
M = 0,00 kNm/m
Koef, uticaja k1= 0,80
prijanjanja arm,
Koeficijent k2= 0,50
dilatacijskog stanja
Koeficijent k3= 3,40
zaštitnog sloja
Koeficijent k4= 0,42
Efektivna površina Ac,ef= 500,0 cm²
betona
Efektivni proc, pef= 1,01 %
armiranja
Položaj neutralne xn= 6,06 cm
linije
Napon zategnute σs= 221,0 MPa
armature
Koef, dugotrajnosti kt= 0,40
opterećenja
Ekvivalentni Øeq= 8,00 mm
prečnik šipke
Zaštitni sloj betona c= 16,00 mm
Naponu u armaturi σsr= 275,4 MPa
pri pojavi prsline
Relativna prosečna εm= 0,66 %
dilatacija
Maksimalni Sr,max= 18,97 cm
razmak između prslina
Širina prslina ak(t∞)= 0,13 mm
Tačka 3
X=35,86 m; Y=7,67 m; Z=9,72 m
Gornja zona
Ø7/15 α = 0°
Ø8/15 α = 0°
Ø7/15 α = 90°
Donja zona
Ø8/15 α = 0°
Ø8/15 α = 90°
Ø8/30 α = 90°
Pravac 1: (α=0°)
T = 0 Presek bez prsline
T = ∞ Presek bez prsline
Pravac 2: (α=90°)
T = 0 Presek sa prslinom
Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII
N1 = 0,00 kN/m
M = 21,84 kNm/m
Koef, uticaja k1= 0,80
prijanjanja arm,
Koeficijent k2= 0,50
dilatacijskog stanja

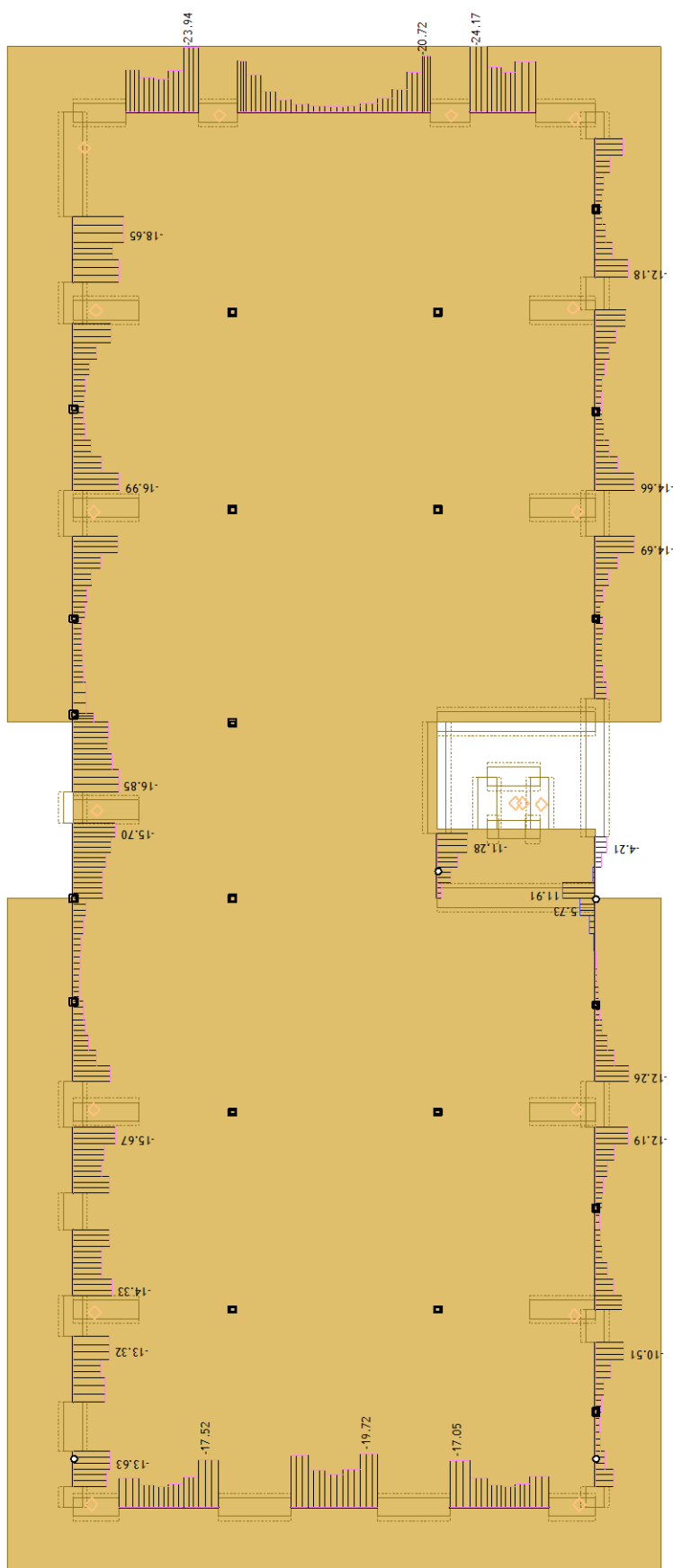
Koeficijent k3= 3,40
zaštitnog sloja
Koeficijent k4= 0,42
Efektivna površina Ac,ef= 500,0 cm²
betona
Efektivni proc, pef= 1,01 %
armiranja
Položaj neutralne xn= 6,94 cm
linije
Napon zategnute σs= 256,3 MPa
armature
Koef, dugotrajnosti kt= 0,60
opterećenja
Ekvivalentni Øeq= 8,00 mm
prečnik šipke
Zaštitni sloj betona c= 16,00 mm
Naponu u armaturi σsr= 275,4 MPa
pri pojavi prsline
Relativna prosečna εm= 0,77 %
dilatacija
Maksimalni Sr,max= 18,97 cm
razmak između prslina
Širina prslina ak(t0)= 0,15 mm
T = ∞ Presek sa prslinom
Dugotrajni uticaji
Merodavna kombinacija: 1,00xI+0,30xII
N1 = 0,00 kN/m
M = 21,84 kNm/m
Kratkotrajni uticaji
N1 = 0,00 kN/m
M = 0,00 kNm/m
Koef, uticaja k1= 0,80
prijanjanja arm,
Koeficijent k2= 0,50
dilatacijskog stanja
Koeficijent k3= 3,40
zaštitnog sloja
Koeficijent k4= 0,42
Efektivna površina Ac,ef= 500,0 cm²
betona
Efektivni proc, pef= 1,01 %
armiranja
Položaj neutralne xn= 5,86 cm
linije
Napon zategnute σs= 262,6 MPa
armature
Koef, dugotrajnosti kt= 0,40
opterećenja
Ekvivalentni Øeq= 8,00 mm
prečnik šipke
Zaštitni sloj betona c= 16,00 mm
Naponu u armaturi σsr= 275,4 MPa
pri pojavi prsline
Relativna prosečna εm= 0,79 %
dilatacija
Maksimalni Sr,max= 18,97 cm
razmak između prslina
Širina prslina ak(t∞)= 0,15 mm

4.2.2.2.3.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)



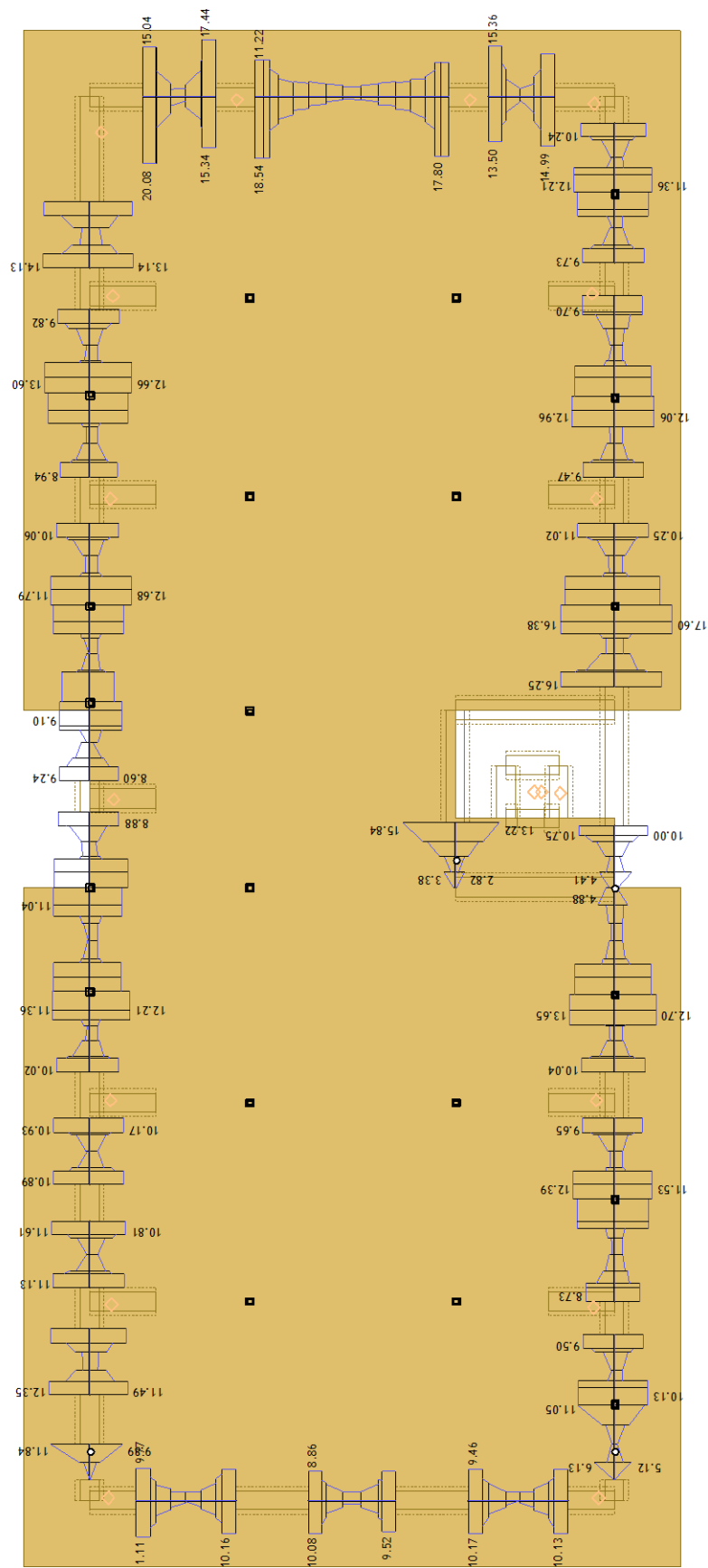


Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Uticaji u gredi: max T2= 92.30 / min T2=-88.11 kN



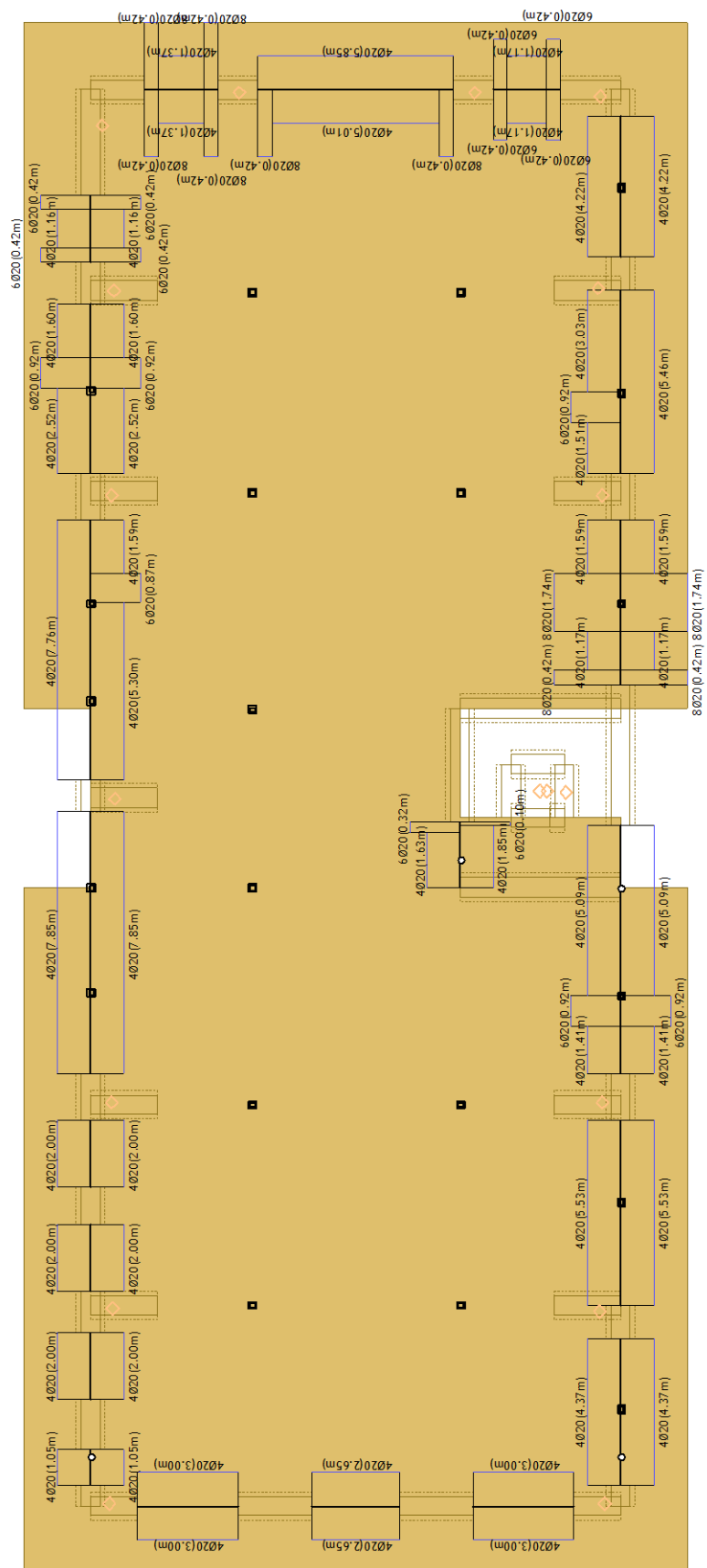
Nivo: POS 300 [9.72 m]

Uticaji u gredi: max N1= 11.91 / min N1= -24.17 kN



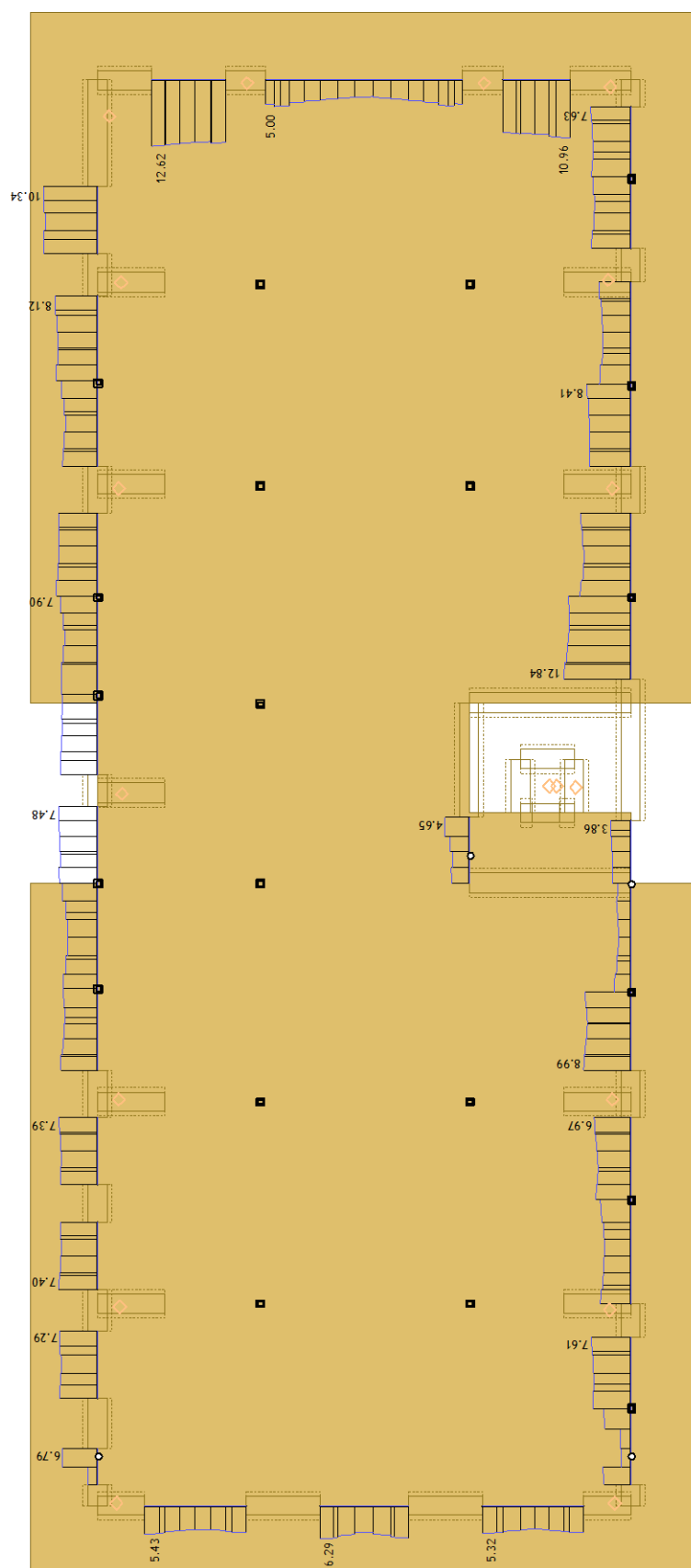
Nivo: POS 300 [9.72 m]
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 20.08 / 17.60 cm²

Usvojena armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B



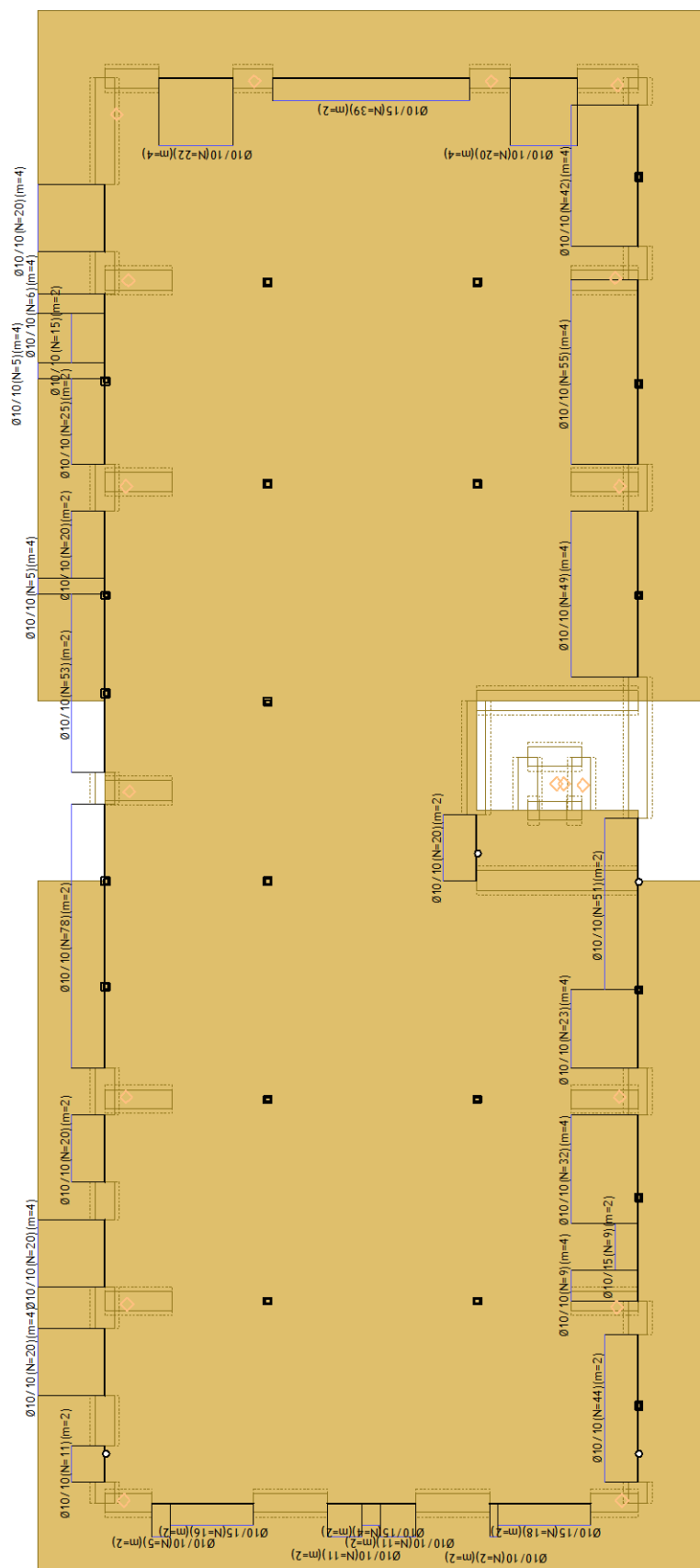
Nivo: POS 300 [9.72 m]
Armatura u gredama (usvojena): Aa2/Aa1

Merodavno opterećenje: 7,10-13
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B



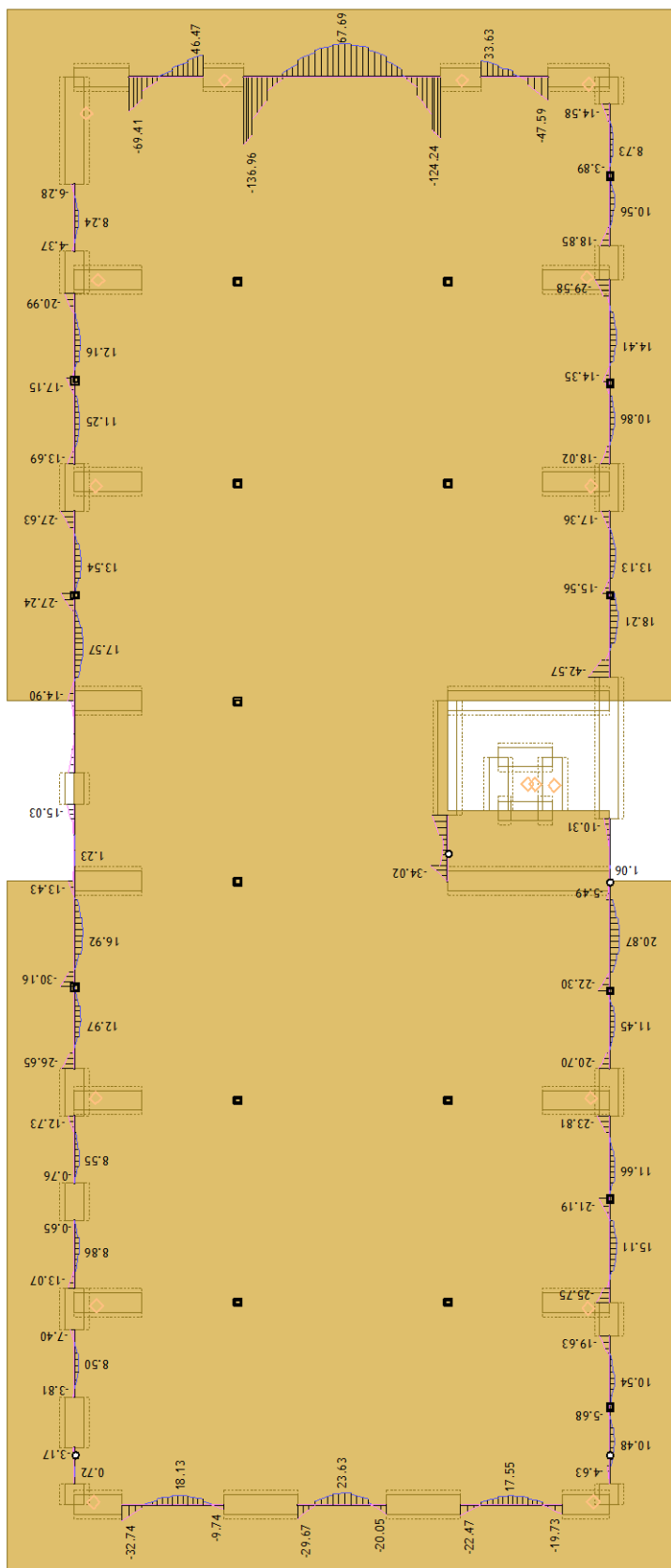
Nivo: POS 300 [9.72 m]
Armatura u gredama: max Aa, uz= 12.84 / 1.74 cm²

Usvojena armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B

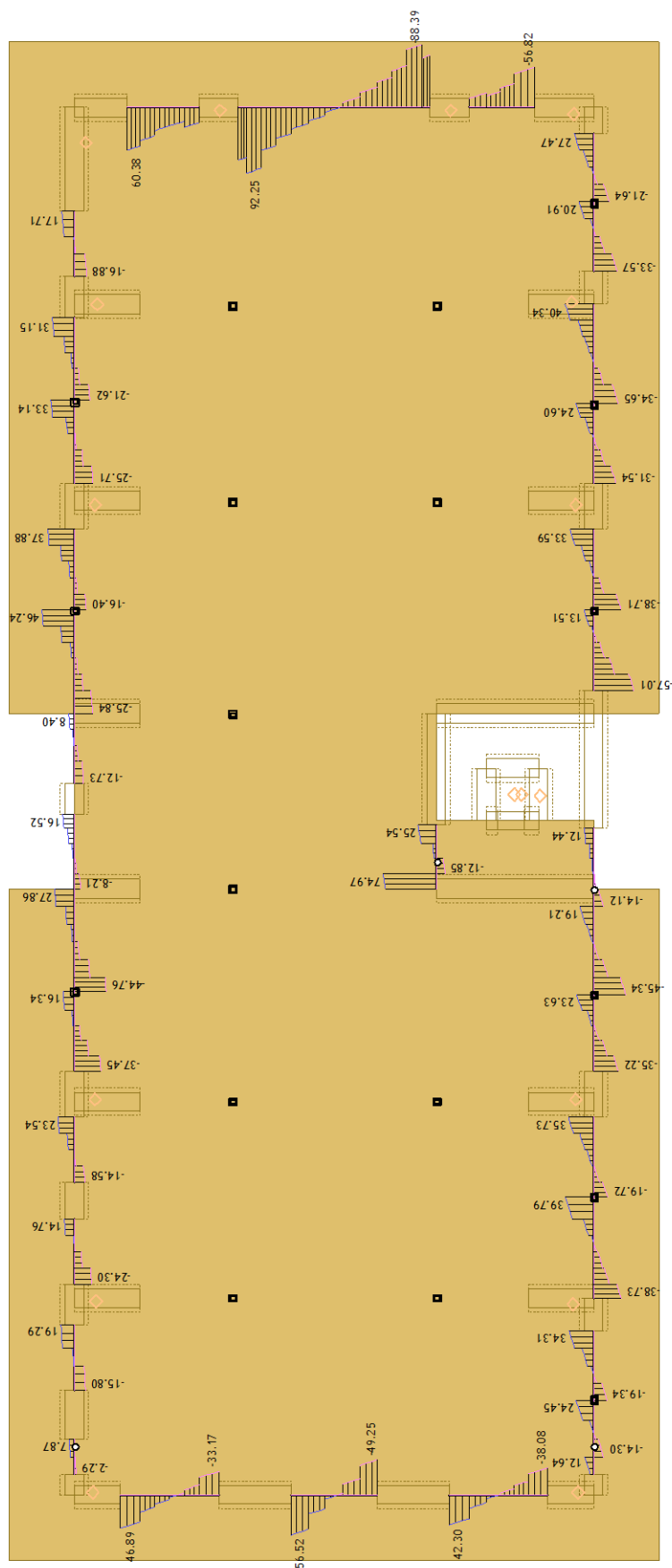


Nivo: POS 300 [9.72 m]
Armatura u gredama (usvojena): Aa,uz

Opt. 21: [GSN] 8,9,14,15

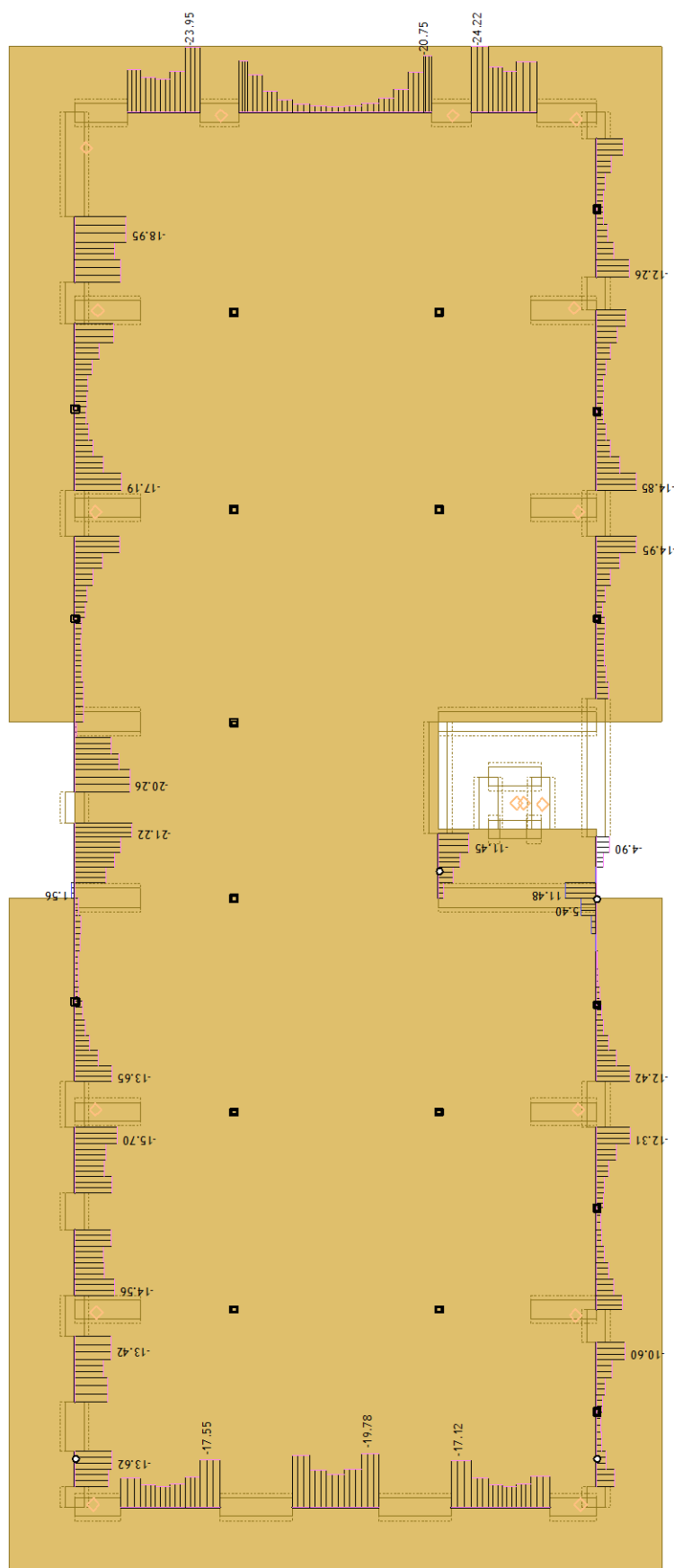


Uticaji u gredi: max $M_3 = 67.69$ / min $M_3 = -136.96$ kNm



Nivo: POS 300 [9.72 m]

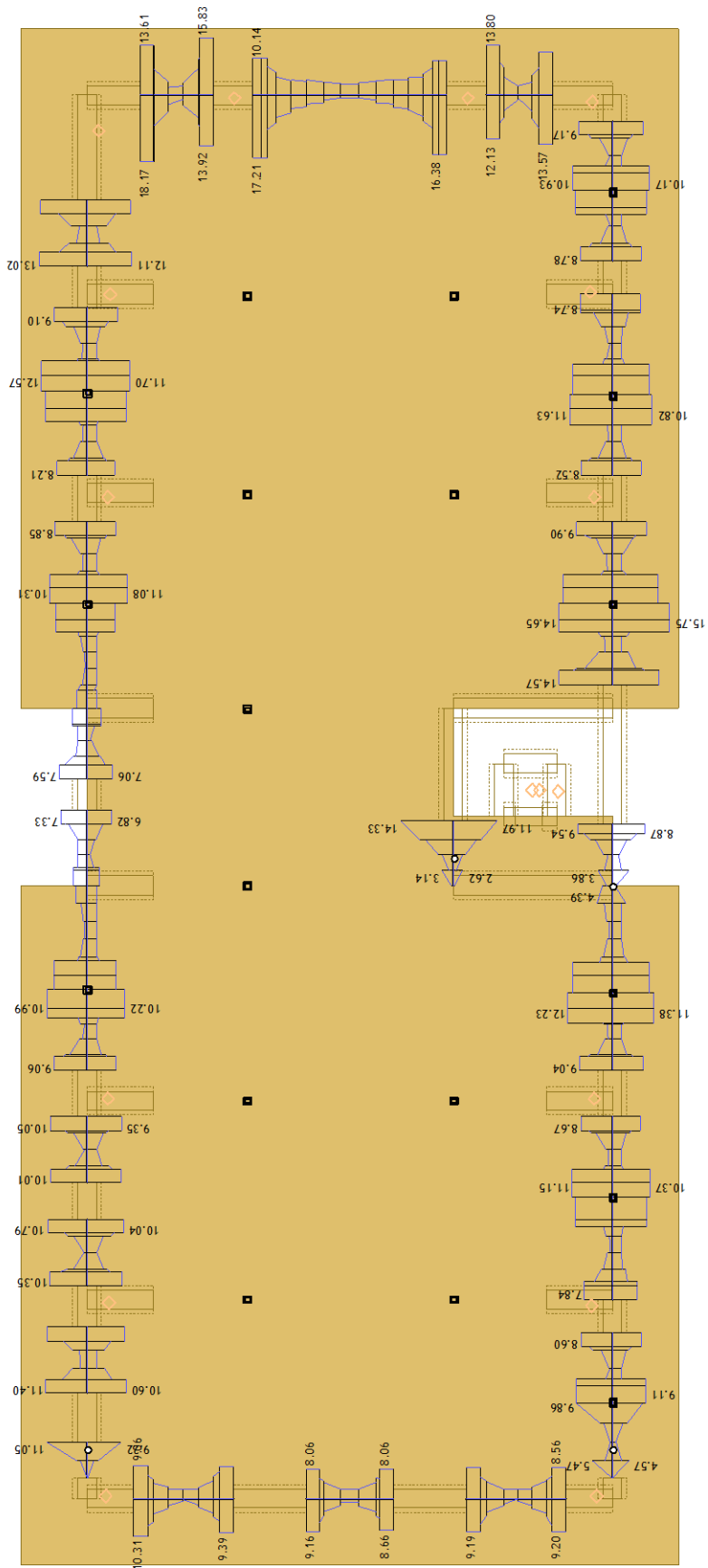
Uticaji u gredi: max T2= 92.25 / min T2=-88.39 kN



Nivo: POS 300 [9.72 m]

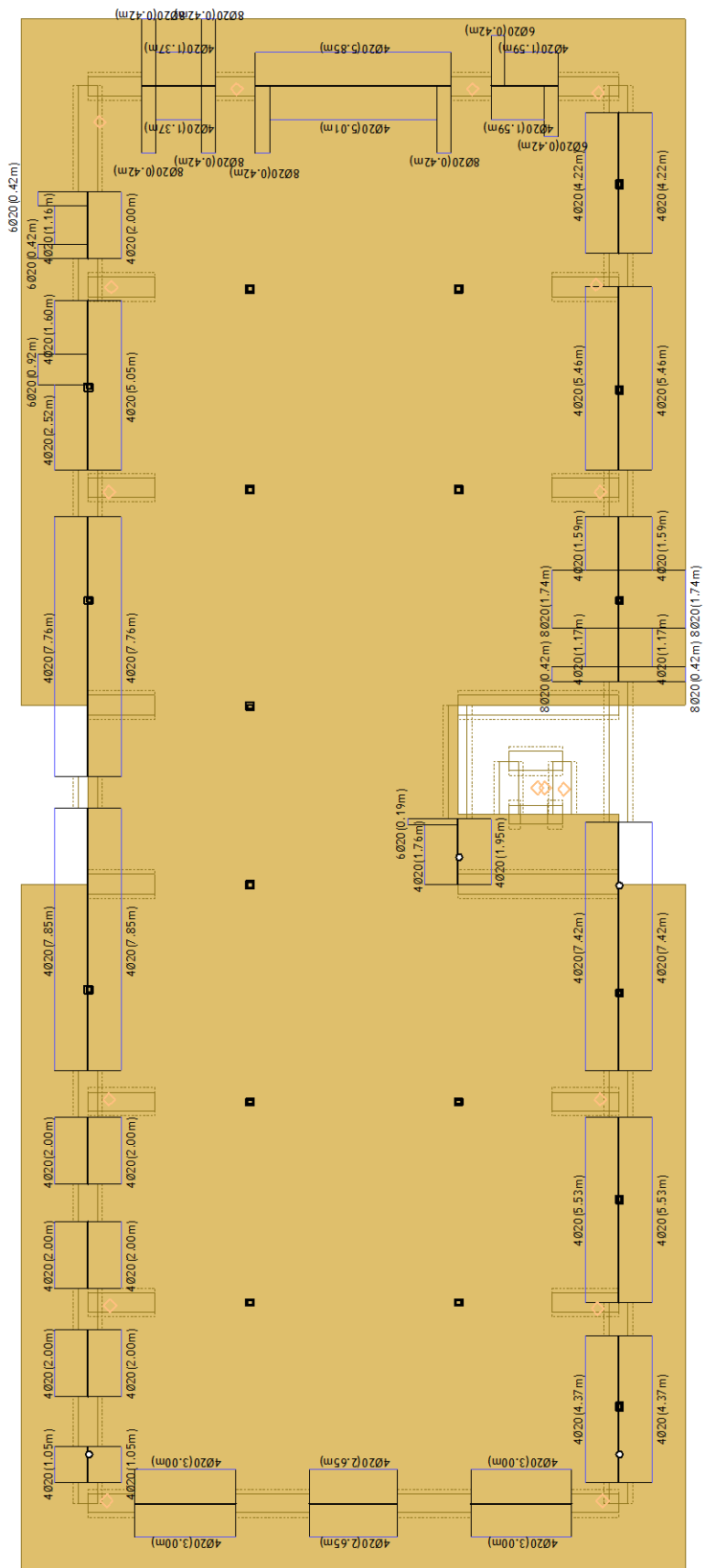
Uticaji u gredi: max N1= 11.48 / min N1= -24.22 kN

Merodavno opterećenje: 7,10-13
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B



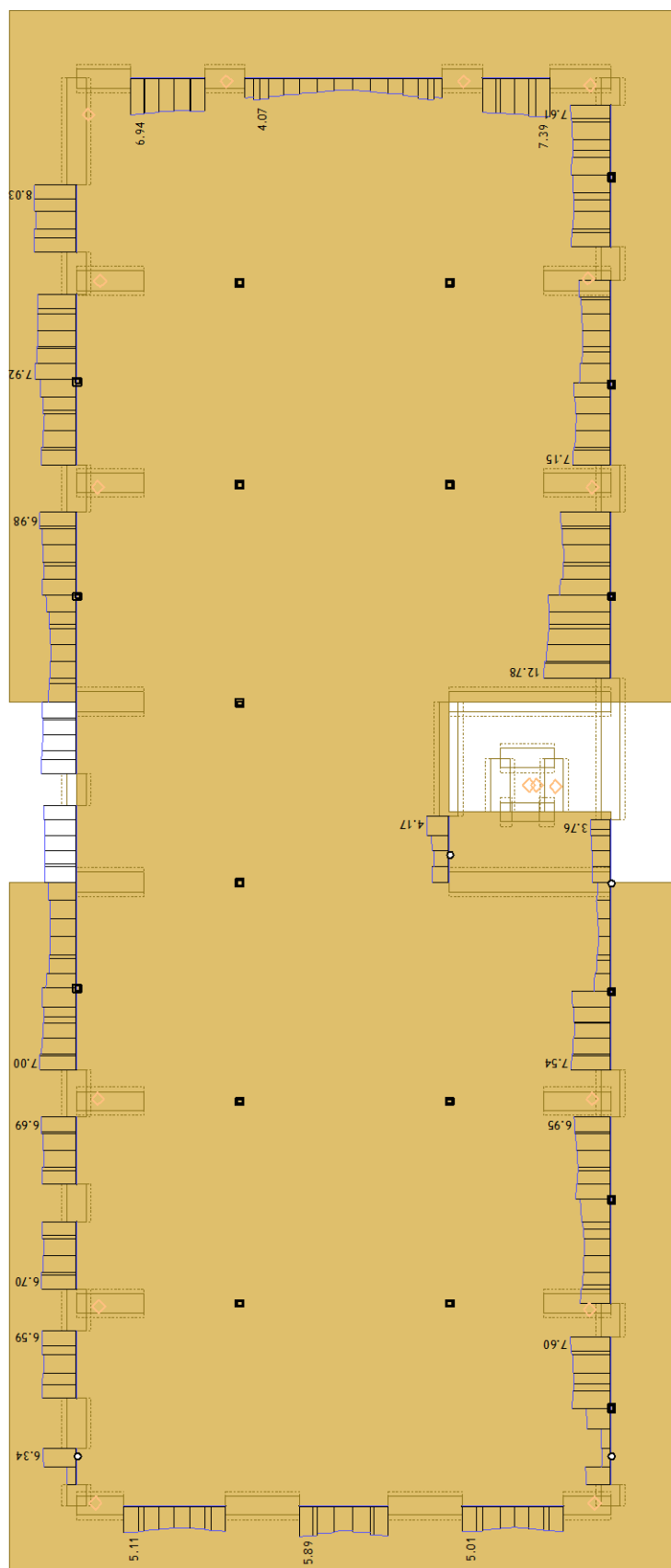
Nivo: POS 300 [9.72 m]
Armatura u gredama: $\max A_{a2}/A_{a1} = 18.17 / 15.83 \text{ cm}^2$

Usvojena armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B



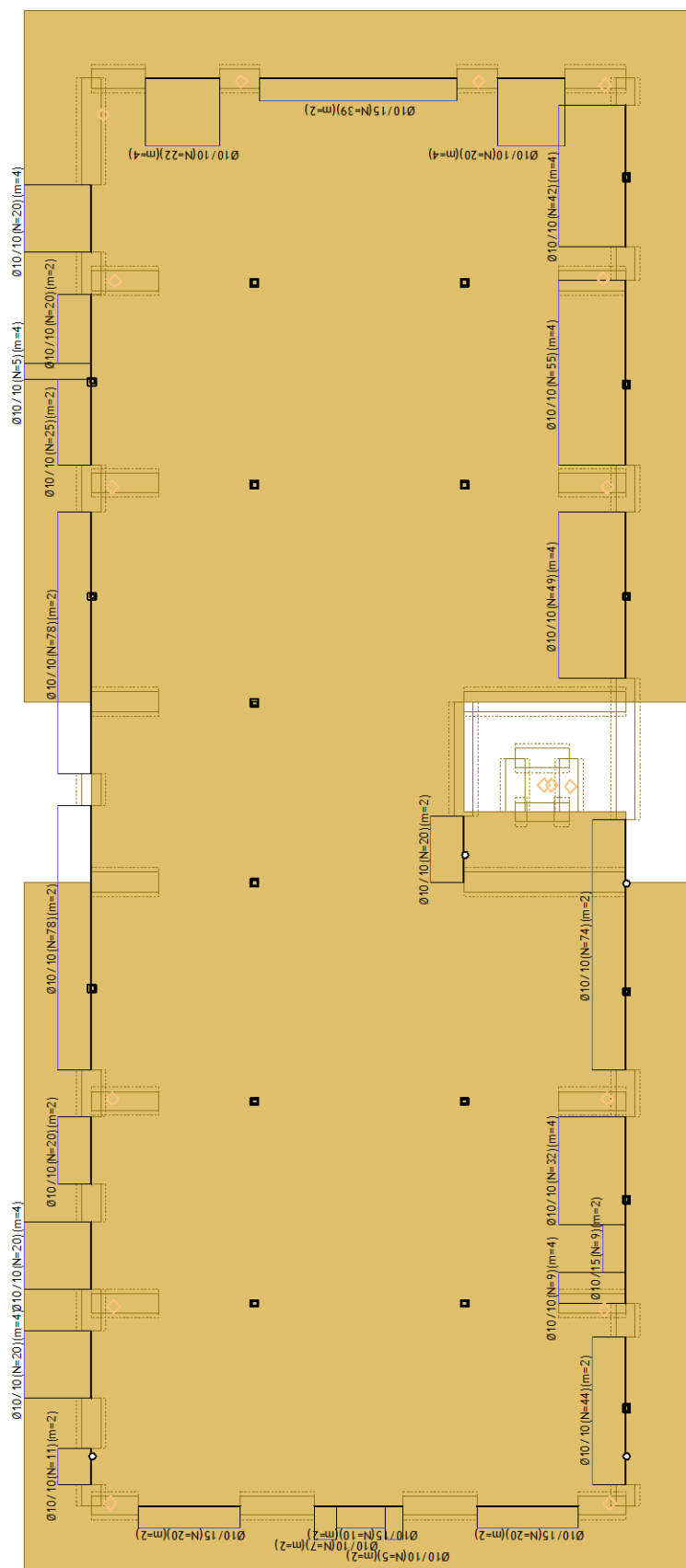
Nivo: POS 300 [9.72 m]
Armatura u gredama (usvojena): Aa2/Aa1

Merodavno opterećenje: 7,10-13
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B



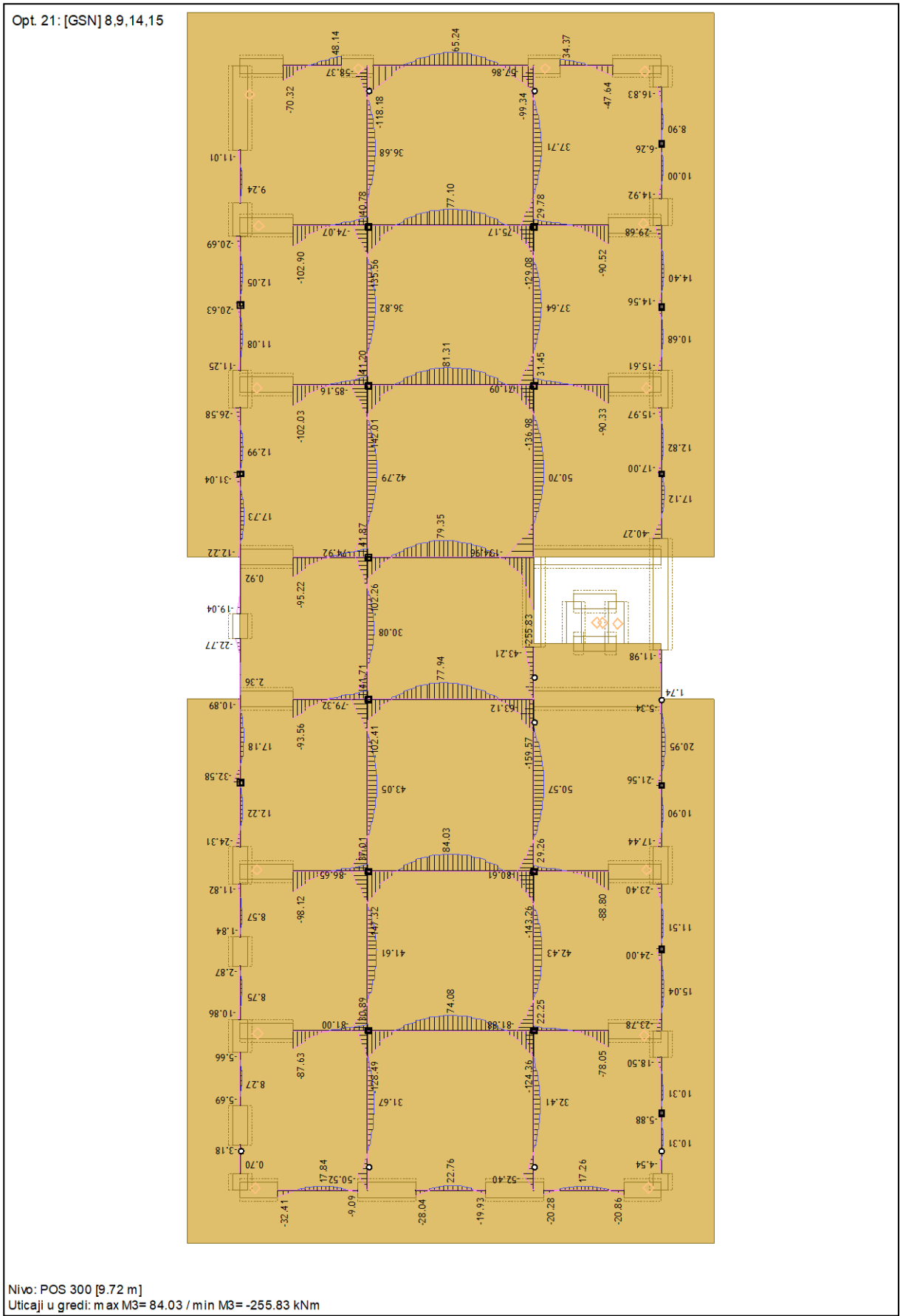
Nivo: POS 300 [9.72 m]
Armatura u gredama: max Aa, uz= 12.78 / 1.57 cm²

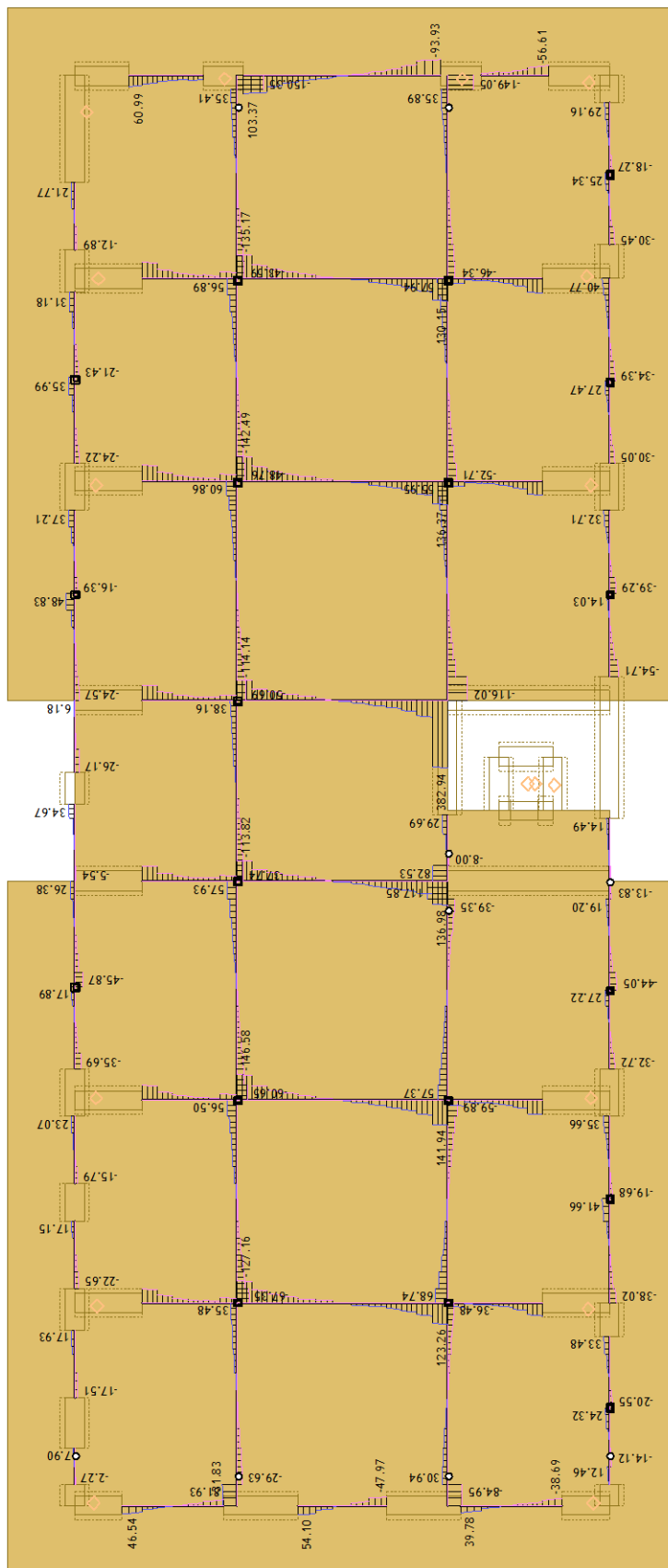
Usvojena armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B



Nivo: POS 300 [9.72 m]
Armatura u gredama (usvojena): Aa,uz

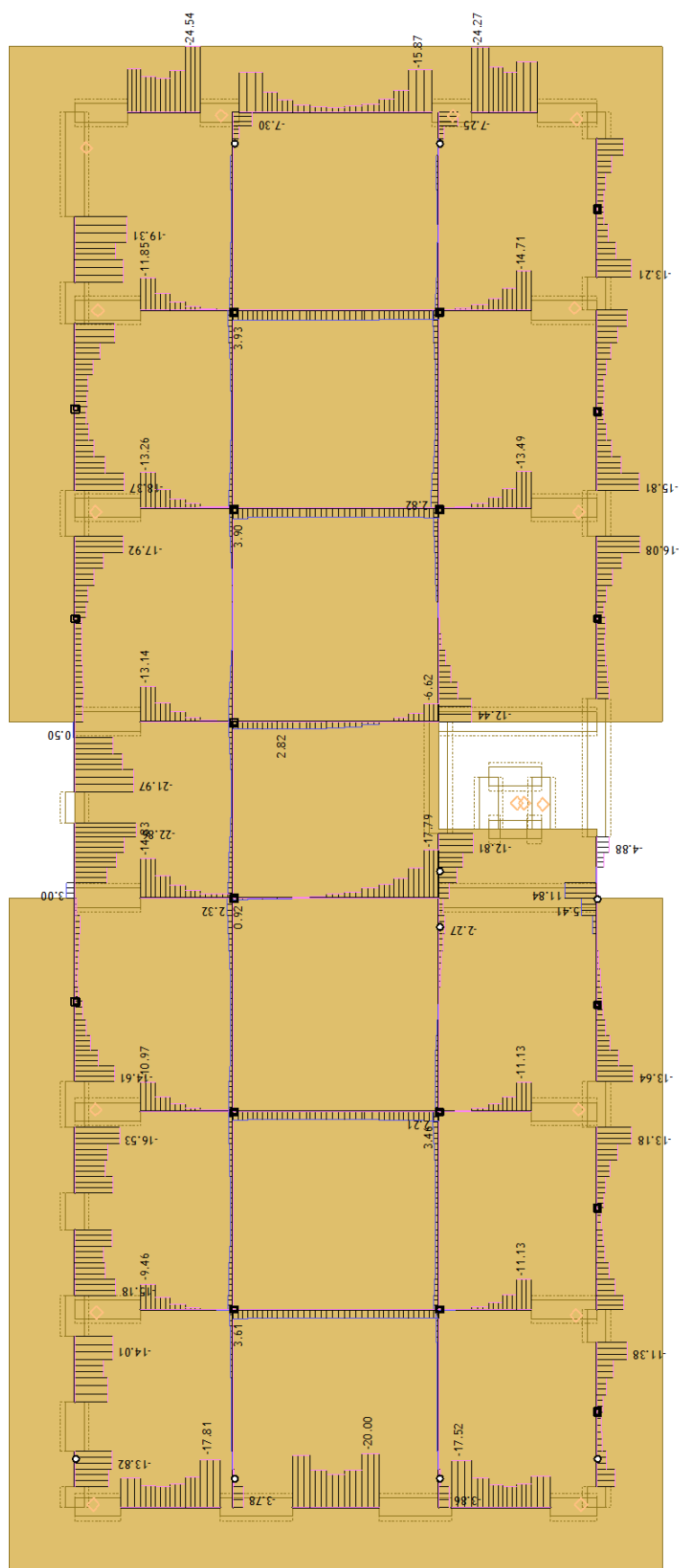
4.2.2.2.3.3. Model 3 – gredni sistem





Nivo: POS 300 [9.72 m]

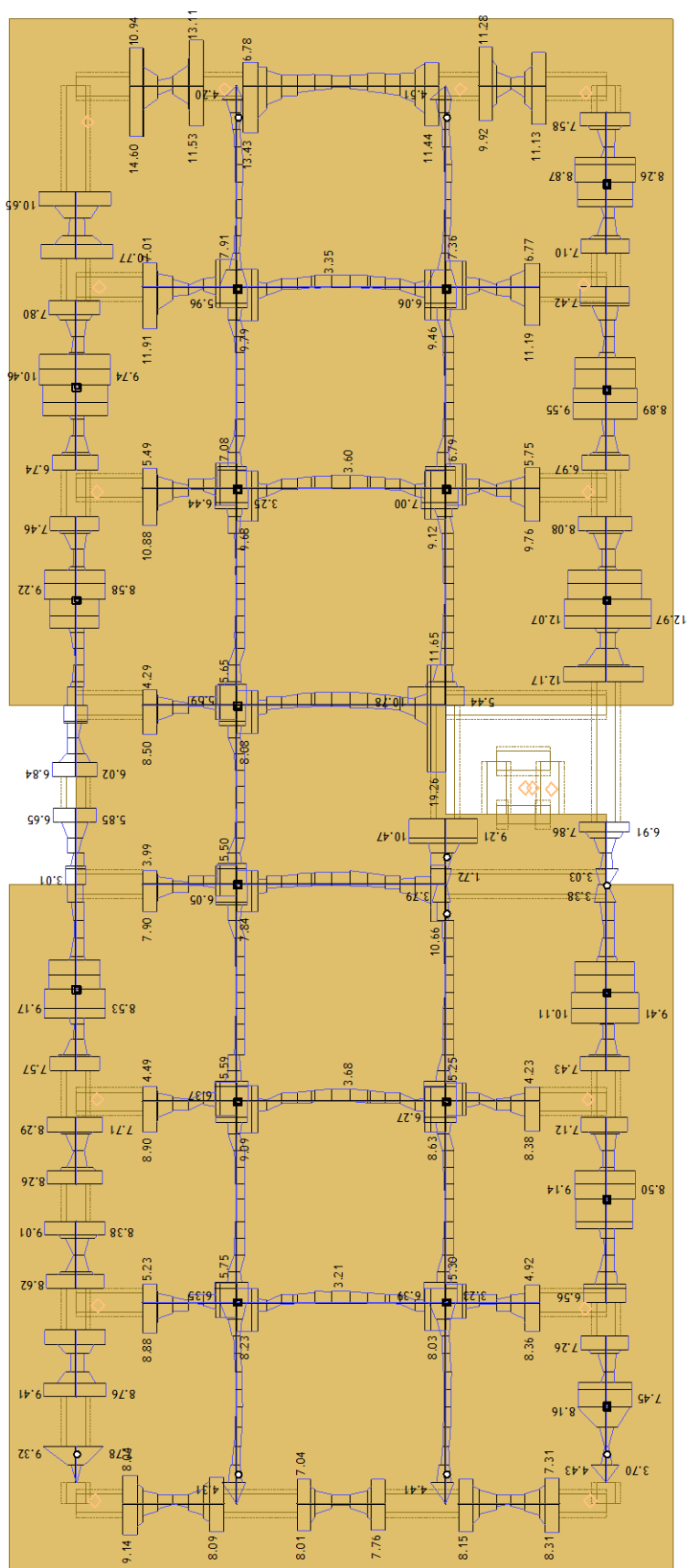
Uticaji u gredi: $m_{ax} T_2 = 382.94$ / $m_{in} T_2 = -150.35$ kN



Nivo: POS 300 [9.72 m]

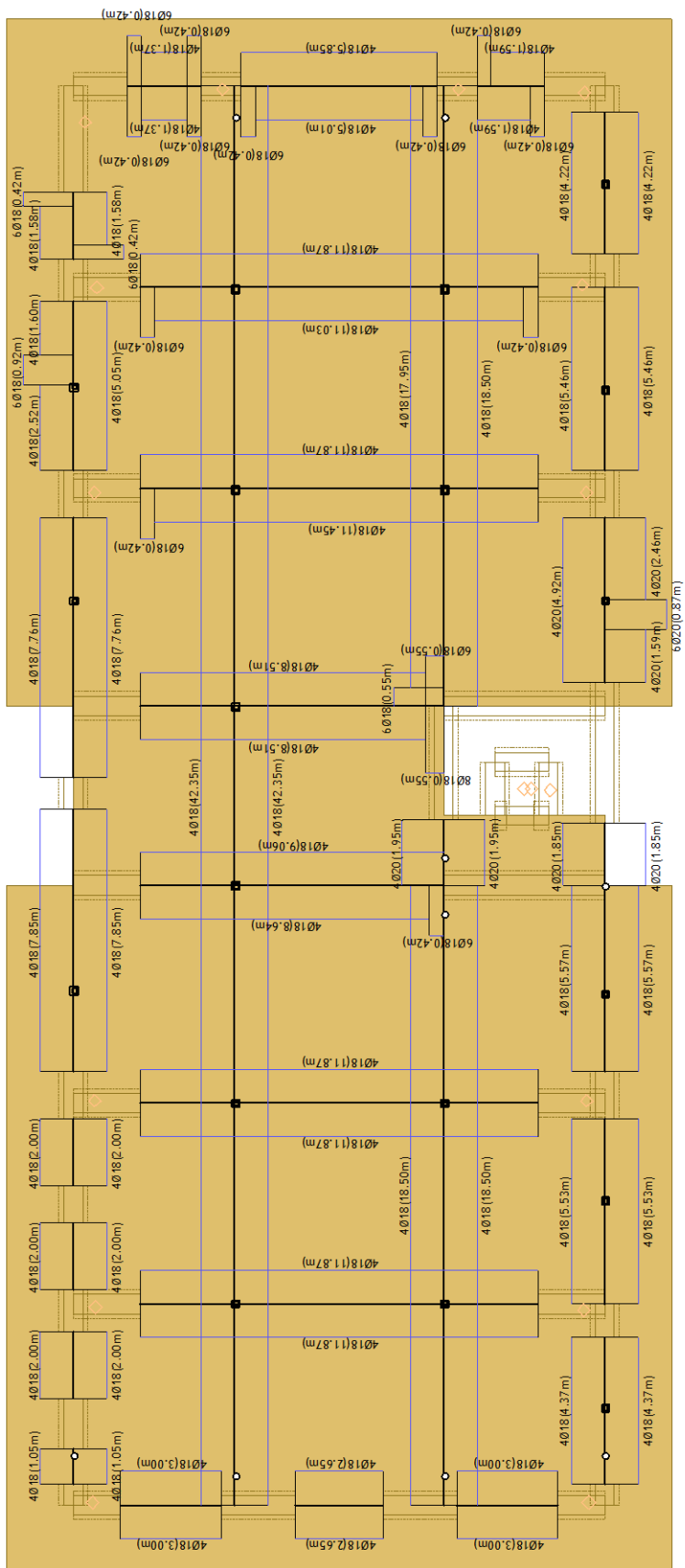
Uticaji u gredi: max N1= 11.84 / min N1= -24.54 kN

Merodavno opterećenje: 7,10-13
EC2 (EN 1992-1-1:2004), B500B



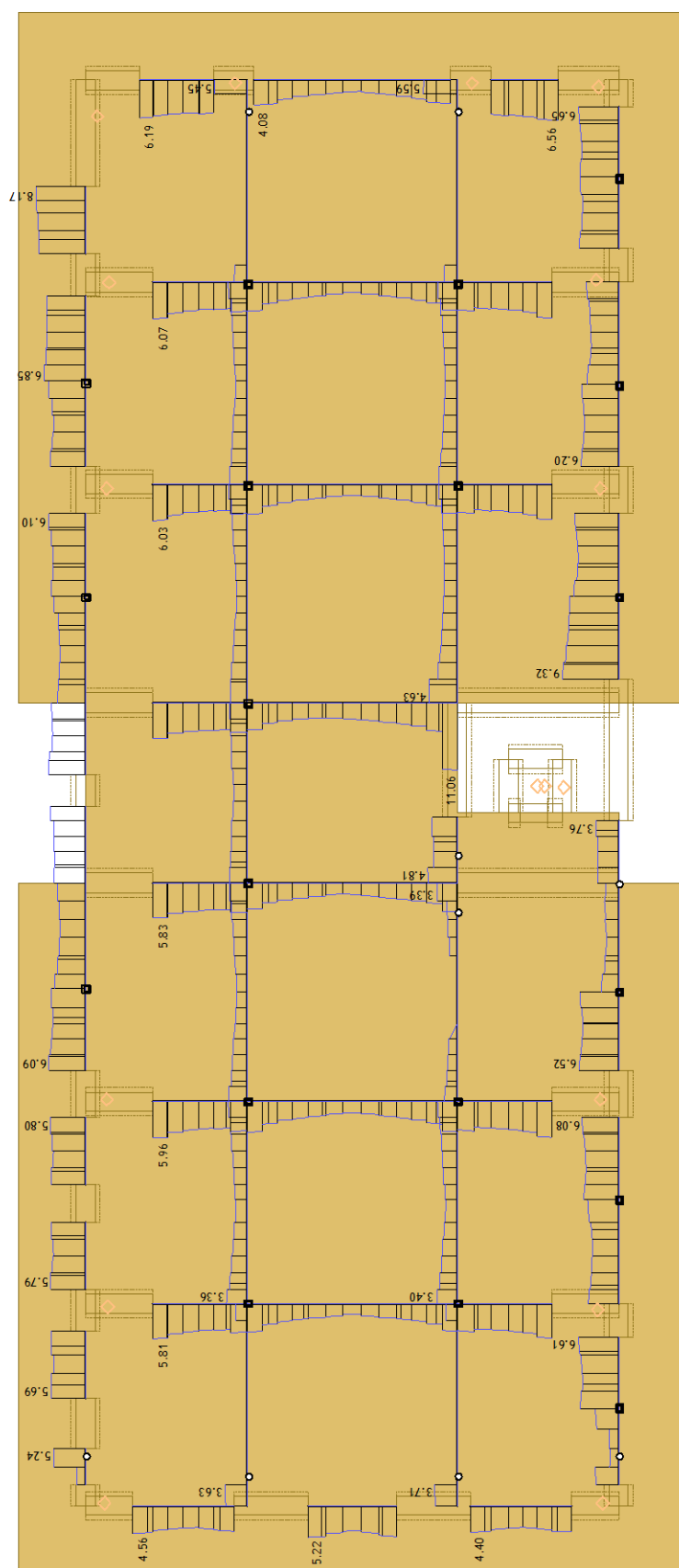
Nivo: POS 300 [9.72 m]
Armatura u gredama: $\max A_{a2}/A_{a1} = 19.26 / 13.11 \text{ cm}^2$

Usvojena armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), B500B

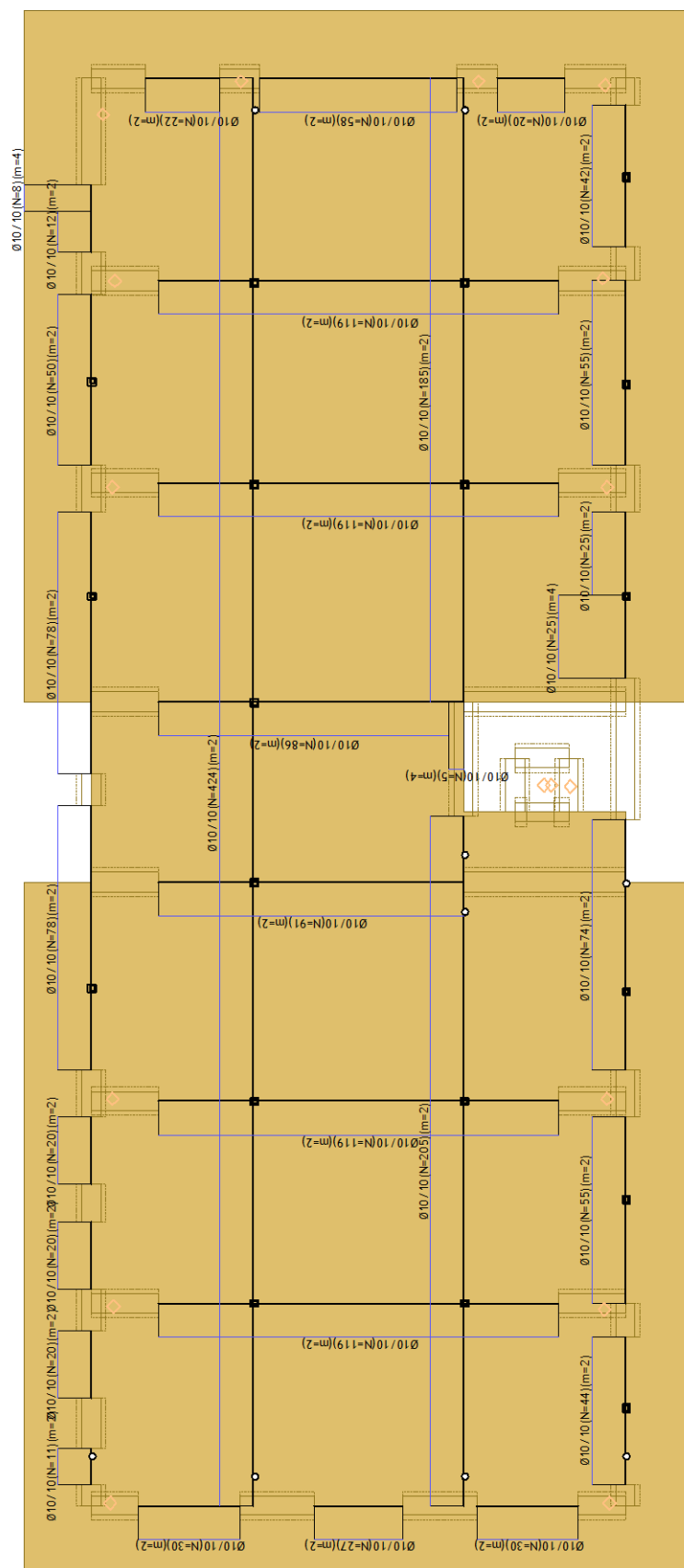


Nivo: POS 300 [9.72 m]
Armatura u gredama (usvojena): Aa2/Aa1

Merodavno opterećenje: 7,10-13
EC2 (EN 1992-1-1:2004), B500B



Nivo: POS 300 [9.72 m]
Armatura u gredama: max Aa,uz= 11.06 cm²



4.2.3. Seizmički proračun

4.2.3.1. Multimodalna spektralna analiza

Odabrana analiza za posmatranu konstrukciju je multimodalna spektralna analiza koja je i glavni metod prema EN 1998-1, član 4.3.3.1 (2)P i ona se primjenjuje za sve tipove zgrada (zgrade ne trebaju ispunjavati nikakve zahtjeve u pogledu regularnosti).

Pošto se koristi prostorni proračunski model, seizmička dejstva je potrebno nanijeti u pravcima nosećih elemenata i u upravnim pravcima (za svaki pravac nosećih elemenata, potrebno je ispitati i njegov pravac i pravac pod uglom od 90 stepeni, ukoliko su noseći elementi postavljeni u više pravaca, recimo 3, onda je potrebno ispitati i za taj treći pravac i pravac upravno na njega), što je zahtjev prema EN 1998-1, član 4.3.3.1 (11)P.

Uticaj svih svojstvenih oblika slobodnih vibracija koji značajno doprinose globalnom odgovoru zgrade moraju da se uzmu u obzir (prema EN 1998, član 4.3.3.3.1 (2)P). Ovi uslovi se ispunjavaju na bilo koji od sljedećih načina:

- zbir efektivnih modalnih masa za razmatrane oblike vibracija iznosi 90% od ukupne mase konstrukcije,
- svi tonovi sa efektivnom masom većom od 5% ukupne mase objekta.

Da bi se tačno odredile tačne vrijednosti modalne analize potrebno je analizirati sljedeće parametre koje itekako utiču na kraj nje rezultate :

- usvojiti odgovarajuću krutost elemenata,
- procijeniti uticaj nenosećih elemenata na konstrukciju - odrediti korisna i stalna opterećenja na tavanicama,
- odrediti primarne i sekundarne elemente.

Predmetne radnje su već izvršene.

Prvo je potrebno, metodom dinamike konstrukcija – modalnom analizom, odrediti svojstvene frekvencije (periode) konstrukcije.

U nastavku su prikazani rezultati modalne analize, kao i forme oscilovanja i to:

- prvi ton (nečista translacija u Y pravcu),
- drugi ton (nečista translacija u X pravcu),
- treći ton (torzija u Y pravcu).

Na kraju ovog poglavlja prikazani su i rezultati sopstvenih frekvencija (prema EN 1998-1 sa krutostima 50%).

4.2.3.1.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)

Napredne opcije seizmičkog proračuna

Mase grupisane u nivoima izabranih tavanica

Sprečeno oscilovanje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent	
1	Stalno (g)	1,00	
2	Korisno	0,30	φ

Činioci tavanica za proračun masa

Nivo	Z [m]	φ
POS 800	24,37	1,000
POS 700	21,44	0,800
POS 600	18,51	0,800
POS 500	15,58	0,800
POS 400	12,65	0,800
POS 300	9,72	0,800
POS 200	6,79	0,800
POS 100	3,86	0,800
POS 000	0,00	1,000

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m ²
POS 800	24,37	30,34	7,81	677,87	1,22
POS 700	21,44	21,55	7,90	1121,83	1,27
POS 600	18,51	21,14	7,91	1128,70	1,28
POS 500	15,58	21,14	7,91	1128,70	1,28
POS 400	12,65	21,14	7,91	1128,70	1,28
POS 300	9,72	21,14	7,91	1128,70	1,28
POS 200	6,79	21,14	7,91	1128,69	1,28
POS 100	3,86	21,11	7,88	1182,33	1,34
POS 000	0,00	21,60	7,83	1027,79	1,57
Ukupno:	12,07	21,88	7,89	9653,32	

Položaj centara krutosti po visini objekta (tačna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
POS 800	24,37	22,00	8,32
POS 700	21,44	20,46	8,44
POS 600	18,51	20,20	8,28
POS 500	15,58	19,95	8,07
POS 400	12,65	19,56	7,80
POS 300	9,72	18,81	7,49
POS 200	6,79	17,40	7,18
POS 100	3,86	15,54	7,09
POS 000	0,00	13,64	7,91

Ekscentricitet po visini objekta (tačna metoda)

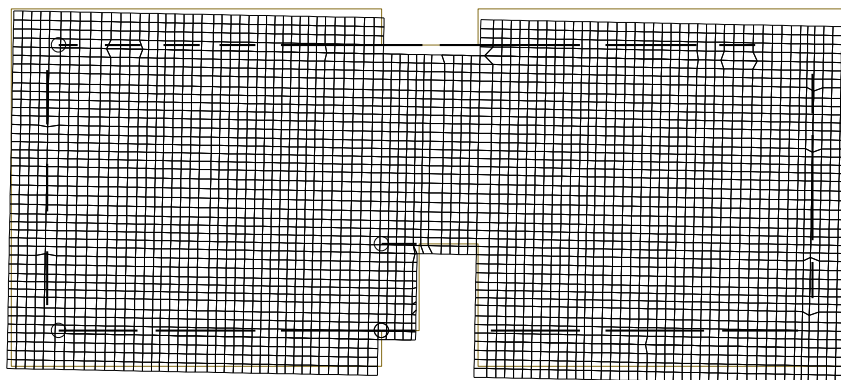
Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
POS 800	24,37	8,34	0,51
POS 700	21,44	1,08	0,54
POS 600	18,51	0,94	0,38
POS 500	15,58	1,19	0,16
POS 400	12,65	1,58	0,11
POS 300	9,72	2,33	0,42
POS 200	6,79	3,74	0,73
POS 100	3,86	5,56	0,79
POS 000	0,00	7,96	0,08

Periodi oscilovanja konstrukcije

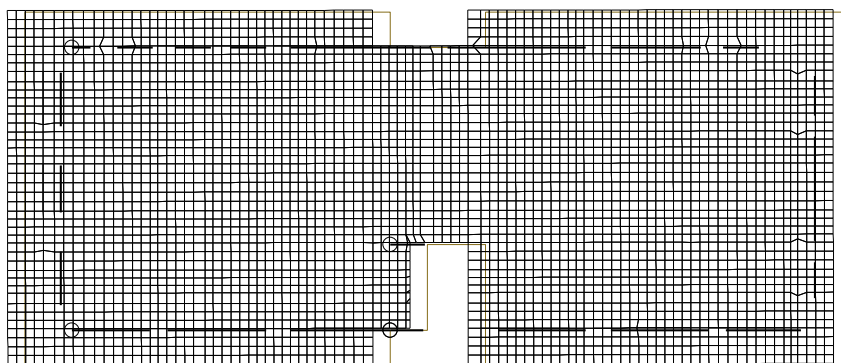
No	T [s]	f [Hz]	m' [T]
1	1,0551	0,9478	1409,4087
2	0,8959	1,1162	3106,8175
3	0,8090	1,2362	986,1561
4	0,2666	3,7512	1357,6156
5	0,2571	3,8895	2307,3800
6	0,2200	4,5461	1434,1078
7	0,1349	7,4154	1518,9733
8	0,1276	7,8363	1030,8373
9	0,1165	8,5806	594,2929
10	0,0978	10,2250	780,5134
11	0,0877	11,4055	2147,7164
12	0,0821	12,1846	1855,0238
13	0,0778	12,8499	1059,2635
14	0,0688	14,5253	2243,8737
15	0,0671	14,9034	1558,1418
16	0,0626	15,9623	1237,1472
17	0,0561	17,8124	1954,2084
18	0,0549	18,2259	1079,6131
19	0,0537	18,6137	675,9285
20	0,0478	20,9231	1365,3895

Regularnost u osnovi

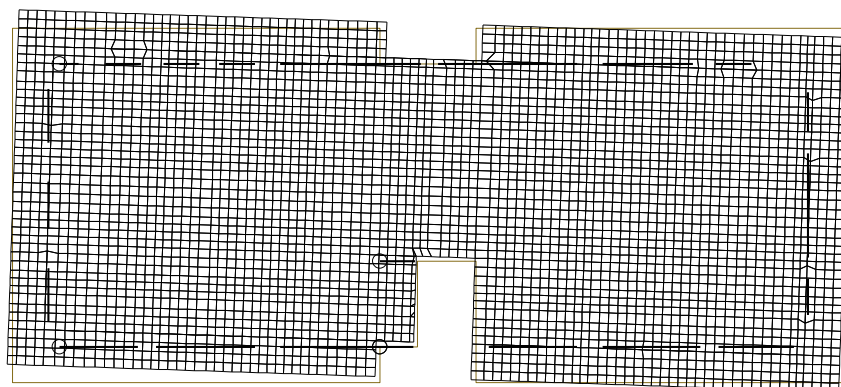
Z [m]	eox [m]	eoy [m]	rx [m]	ry [m]	ls [m]	eox<=0,3rx	eoy<=0,3ry	rx>ls	ry>ls
24,37	8,34	0,51	20,65	14,45	10,10	Ne	Da	Da	Da
21,44	1,08	0,54	17,09	15,10	14,86	Da	Da	Da	Da
18,51	0,94	0,38	16,75	15,23	14,86	Da	Da	Da	Da
15,58	1,19	0,16	16,40	15,33	14,86	Da	Da	Da	Da
12,65	1,58	0,11	16,14	15,44	14,86	Da	Da	Da	Da
9,72	2,33	0,42	16,15	15,61	14,86	Da	Da	Da	Da
6,79	3,74	0,73	16,75	15,88	14,86	Da	Da	Da	Da
3,86	5,56	0,79	17,95	16,26	14,86	Ne	Da	Da	Da
0,00	7,96	0,08	25,01	13,86	13,50	Ne	Da	Da	Da



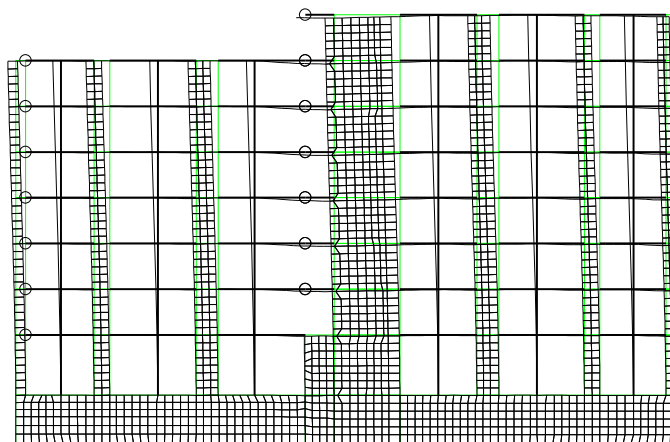
Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Forma oscilovanja: 1/20 [$T=1.0551\text{sec}$ / $f=0.95\text{Hz}$]



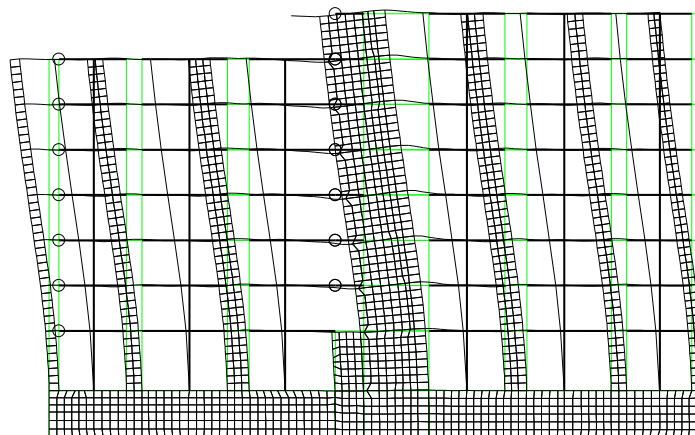
Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Forma oscilovanja: 2/20 [$T=0.8959\text{sec}$ / $f=1.12\text{Hz}$]



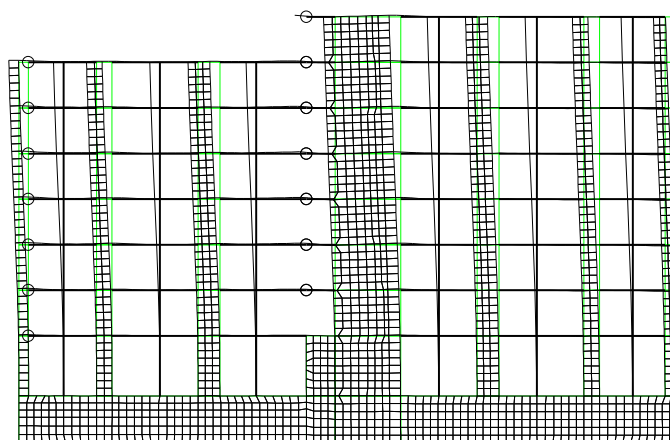
Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Forma oscilovanja: 3/20 [$T=0.8090\text{sec}$ / $f=1.24\text{Hz}$]



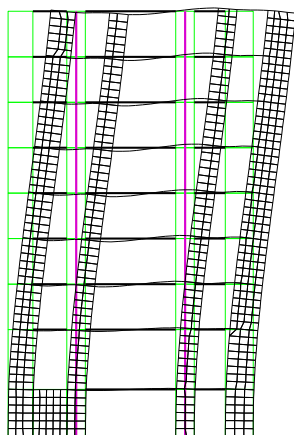
Ram: H_4
 Forma oscilovanja: 1/20 [T=1.0551sec / f=0.95Hz]



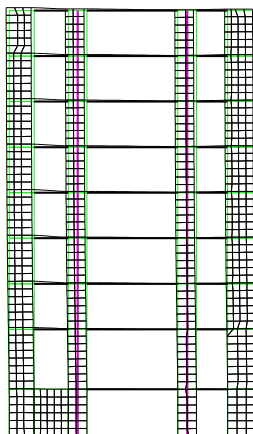
Ram: H_4
 Forma oscilovanja: 2/20 [T=0.8959sec / f=1.12Hz]



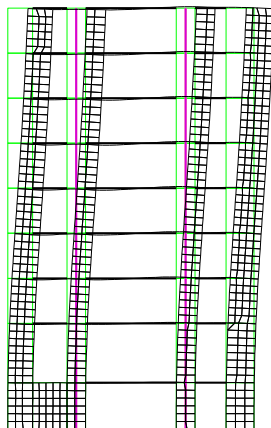
Ram: H_4
 Forma oscilovanja: 3/20 [T=0.8090sec / f=1.24Hz]



Ram: V_8
 Forma oscilovanja: 1/20 [T=1.0551sec / f=0.95Hz]



Ram: V_8
 Forma oscilovanja: 2/20 [T=0.8959sec / f=1.12Hz]



Ram: V_8
 Forma oscilovanja: 3/20 [T=0.8090sec / f=1.24Hz]

Tabela 47. Sopstvene frekvencije (Model 1)

N ⁰	T [s]	f [Hz]	GPO [°]	FU _α [%]	Fu _{α+90} [%]	FUZ [%]
1	1,055076	0,947799	84,60	0,49	54,80	0,00
2	0,895860	1,116426	173,99	27,63	40,75	0,00
3	0,809956	1,236162	88,94	0,33	11,91	0,00
4	0,605182	1,652246	86,23	0,53	9,68	0,00
5	0,257101	3,889519	179,99	3,08	4,07	0,00
6	0,219967	4,546137	94,43	0,73	2,70	0,00
7	0,177307	5,639421	87,89	0,64	1,48	0,00
8	0,126122	7,925639	81,77	0,27	1,41	0,00
9	0,116120	8,609553	90,58	0,23	1,12	0,00
10	0,097800	10,224976	79,38	1,52	1,26	0,00

4.2.3.1.2. Model 2 – poboljšani bezgredni sistem

Napredne opcije seizmičkog proračuna

Mase grupisane u nivoima izabranih tavanica

Sprečeno oscilovanje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent	
1	Stalno (g)	1,00	φ
2	Korisno	0,30	φ

Činioci tavanica za proračun masa

Nivo	Z [m]	φ
POS 800	24,37	1,000
POS 700	21,44	0,800
POS 600	18,51	0,800
POS 500	15,58	0,800
POS 400	12,65	0,800
POS 300	9,72	0,800
POS 200	6,79	0,800
POS 100	3,86	0,800
POS 000	0,00	1,000

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m ²
POS 800	24,37	30,31	7,83	680,47	1,23
POS 700	21,44	21,59	7,92	906,22	1,03
POS 600	18,51	21,14	7,91	913,15	1,03
POS 500	15,58	21,14	7,91	913,15	1,03
POS 400	12,65	21,14	7,91	913,15	1,03
POS 300	9,72	21,14	7,91	913,15	1,03
POS 200	6,79	21,14	7,91	913,14	1,03
POS 100	3,86	21,11	7,88	956,09	1,08
POS 000	0,00	21,60	7,85	1031,59	1,57
Ukupno:	11,97	22,01	7,89	8140,08	

Položaj centara krutosti po visini objekta (tačna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
POS 800	24,37	21,94	8,15
POS 700	21,44	20,48	8,26
POS 600	18,51	20,22	8,11
POS 500	15,58	19,98	7,91
POS 400	12,65	19,60	7,65
POS 300	9,72	18,86	7,35
POS 200	6,79	17,45	7,04
POS 100	3,86	15,61	6,99
POS 000	0,00	13,69	7,91

Ekscentricitet po visini objekta (tačna metoda)

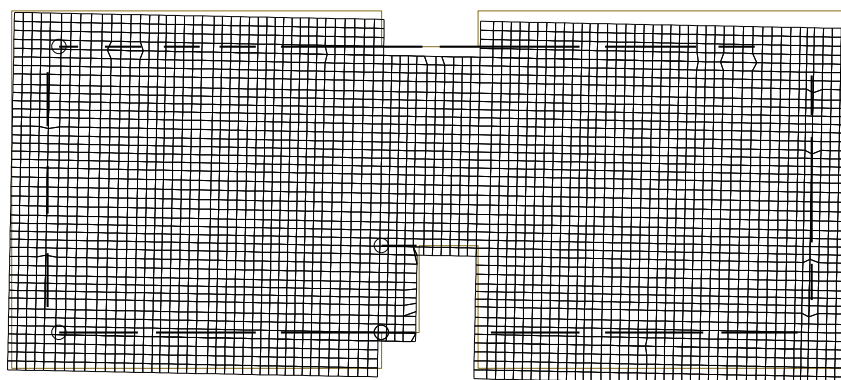
Nivo	Z [m]	eo _x [m]	eo _y [m]
POS 800	24,37	8,37	0,32
POS 700	21,44	1,11	0,35
POS 600	18,51	0,92	0,21
POS 500	15,58	1,16	0,00
POS 400	12,65	1,54	0,26
POS 300	9,72	2,28	0,56
POS 200	6,79	3,69	0,87
POS 100	3,86	5,49	0,89
POS 000	0,00	7,91	0,06

Periodi oscilovanja konstrukcije

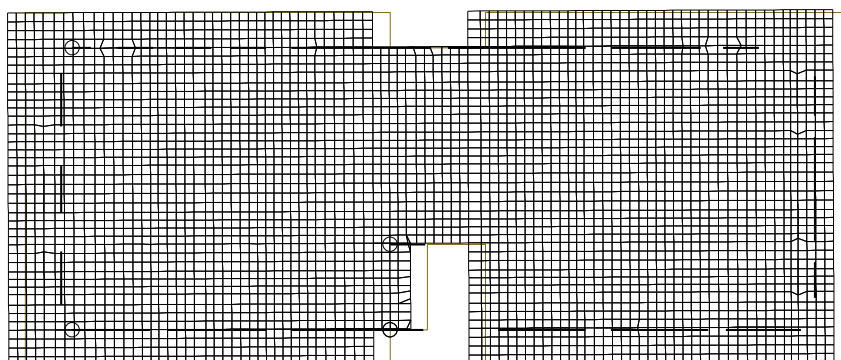
No	T [s]	f [Hz]	m' [T]
1	0,9774	1,0231	1174,2458
2	0,8344	1,1984	2629,7374
3	0,7361	1,3586	804,1734
4	0,2454	4,0743	1236,0929
5	0,2393	4,1787	2143,6447
6	0,2007	4,9825	1209,2191
7	0,1253	7,9820	1340,1551
8	0,1175	8,5106	1050,7939
9	0,1083	9,2366	677,2091
10	0,0883	11,3218	708,4400
11	0,0805	12,4246	2148,1295
12	0,0739	13,5315	1529,2451
13	0,0709	14,1037	947,8638
14	0,0628	15,9241	1864,4441
15	0,0608	16,4382	1158,9481
16	0,0565	17,7047	1025,3049
17	0,0511	19,5702	1630,3656
18	0,0501	19,9667	1018,3758
19	0,0481	20,7917	537,2093
20	0,0435	23,0112	1252,0361

Regularnost u osnovi

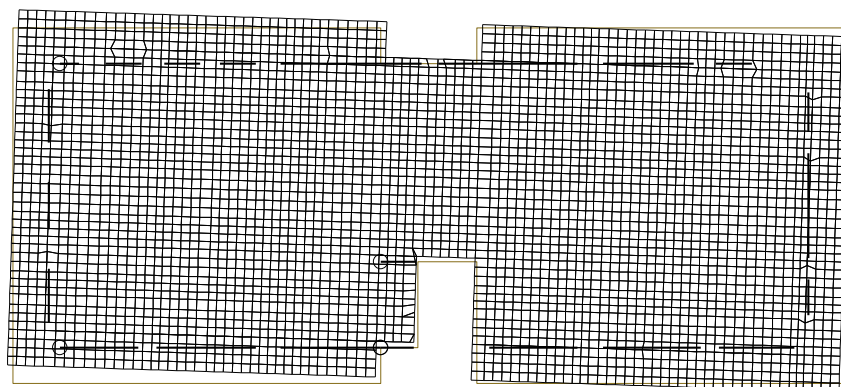
Z [m]	cox [m]	coy [m]	rx [m]	ry [m]	Is [m]	cox<=0,3rx	coy<=0,3ry	rx>Is	ry>Is
24,37	8,37	0,32	20,56	14,58	10,11	Ne	Da	Da	Da
21,44	1,11	0,35	16,96	15,21	14,85	Da	Da	Da	Da
18,51	0,92	0,21	16,63	15,34	14,86	Da	Da	Da	Da
15,58	1,16	0,00	16,28	15,44	14,86	Da	Da	Da	Da
12,65	1,54	0,26	16,03	15,56	14,86	Da	Da	Da	Da
9,72	2,28	0,56	16,04	15,73	14,86	Da	Da	Da	Da
6,79	3,69	0,87	16,62	16,01	14,86	Da	Da	Da	Da
3,86	5,49	0,89	17,78	16,39	14,87	Ne	Da	Da	Da
0,00	7,91	0,06	24,60	13,91	13,49	Ne	Da	Da	Da



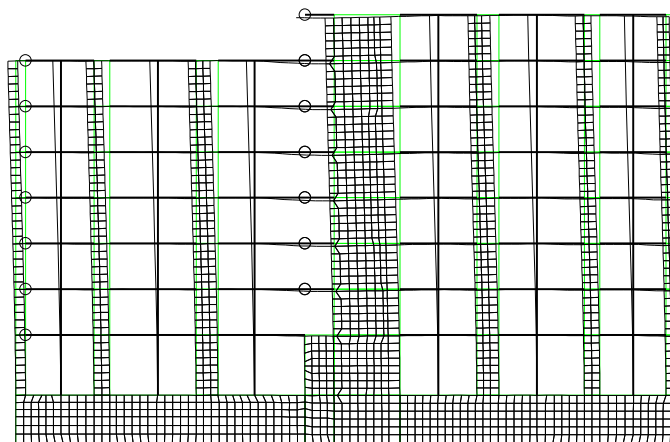
Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Forma oscilovanja: 1/20 [$T=0.9774\text{sec}$ / $f=1.02\text{Hz}$]



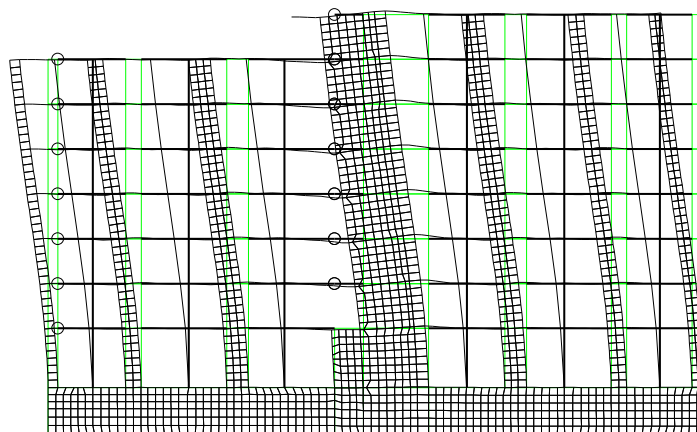
Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Forma oscilovanja: 2/20 [$T=0.8344\text{sec}$ / $f=1.20\text{Hz}$]



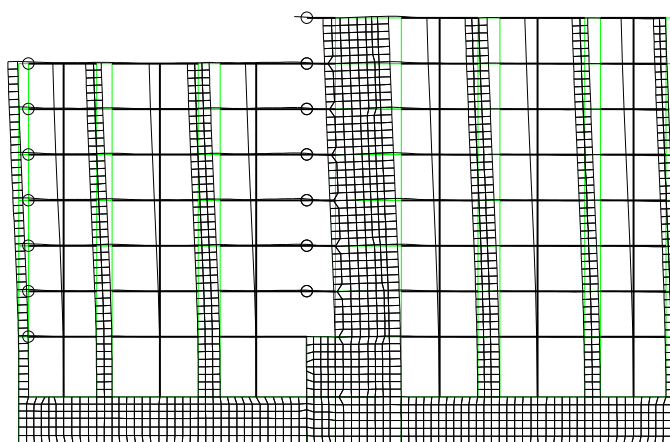
Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Forma oscilovanja: 3/20 [$T=0.7361\text{sec}$ / $f=1.36\text{Hz}$]



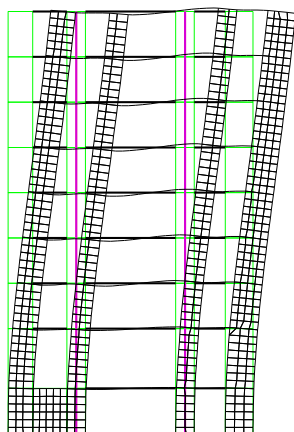
Ram: H_4
Forma oscilovanja: 1/20 [T=0.9774sec / f=1.02Hz]



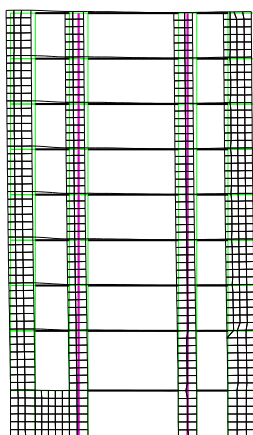
Ram: H_4
Forma oscilovanja: 2/20 [T=0.8344sec / f=1.20Hz]



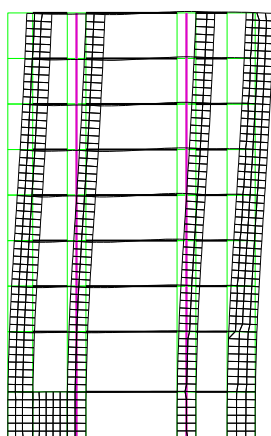
Ram: H_4
Forma oscilovanja: 3/20 [T=0.7361sec / f=1.36Hz]



Ram: V_8
 Forma oscilovanja: 1/20 [T=0.9774sec / f=1.02Hz]



Ram: V_8
 Forma oscilovanja: 2/20 [T=0.8344sec / f=1.20Hz]



Ram: V_8
 Forma oscilovanja: 3/20 [T=0.7361sec / f=1.36Hz]

Tabela 48. Sopstvene frekvencije (Model 2)

N ⁰	T [s]	f [Hz]	GPO [°]	FU α [%]	Fu α +90 [%]	FUZ [%]
1	0,977411	1,023111	85,21	0,37	52,52	0,00
2	0,834437	1,198413	175,83	65,09	40,12	0,00
3	0,736057	1,358591	90,07	0,00	13,26	0,00
4	0,443974	2,251474	88,53	0,00	6,15	0,00
5	0,239312	4,178651	180,00	3,28	4,09	0,00
6	0,200702	4,982514	93,59	0,74	2,07	0,00
7	0,152228	6,566375	87,49	0,62	1,49	0,00
8	0,117501	8,510655	72,75	0,62	1,19	0,00
9	0,108352	9,236959	84,75	0,29	1,09	0,00
10	0,088325	11,321848	73,64	0,20	1,12	0,00

4.2.3.1.3. Model 3 – gredni sistem

Napredne opcije seizmičkog proračuna

Mase grupisane u nivoima izabranih tavanica

Sprečeno oscilovanje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent	
1	Stalno (g)	1,00	φ
2	Korisno	0,30	φ

Činioci tavanica za proračun masa

Nivo	Z [m]	φ
POS 800	24,37	1,000
POS 700	21,44	0,800
POS 600	18,51	0,800
POS 500	15,58	0,800
POS 400	12,65	0,800
POS 300	9,72	0,800
POS 200	6,79	0,800
POS 100	3,86	0,800
POS 000	0,00	1,000

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m ²
POS 800	24,37	30,33	7,85	700,61	1,27
POS 700	21,44	21,57	7,93	937,23	1,06
POS 600	18,51	21,14	7,92	944,18	1,07
POS 500	15,58	21,14	7,92	944,18	1,07
POS 400	12,65	21,14	7,92	944,18	1,07
POS 300	9,72	21,14	7,92	944,18	1,07
POS 200	6,79	21,14	7,92	944,17	1,07
POS 100	3,86	21,11	7,89	987,13	1,12
POS 000	0,00	21,58	7,86	1070,39	1,63
Ukupno:	11,96	22,01	7,90	8416,28	

Položaj centara krutosti po visini objekta (tačna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
POS 800	24,37	22,05	8,13
POS 700	21,44	20,56	8,23
POS 600	18,51	20,31	8,09
POS 500	15,58	20,08	7,89
POS 400	12,65	19,71	7,64
POS 300	9,72	18,99	7,35
POS 200	6,79	17,63	7,05
POS 100	3,86	15,79	7,01

Ekscentricitet po visini objekta (tačna metoda)

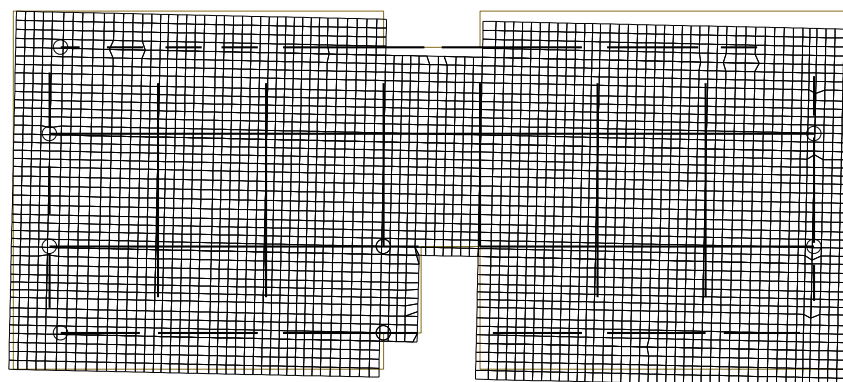
Nivo	Z [m]	cox [m]	eoy [m]
POS 800	24,37	8,29	0,28
POS 700	21,44	1,01	0,31
POS 600	18,51	0,84	0,17
POS 500	15,58	1,06	0,03
POS 400	12,65	1,43	0,28
POS 300	9,72	2,15	0,57
POS 200	6,79	3,52	0,87
POS 100	3,86	5,31	0,88
POS 000	0,00	7,79	0,09

Periodi oscilovanja konstrukcije

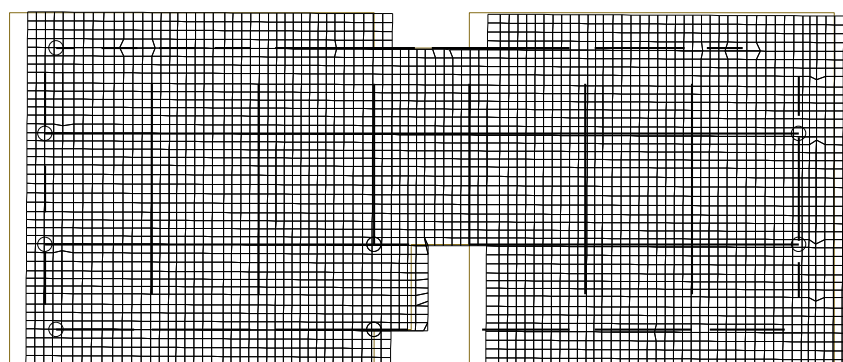
No	T [s]	f [Hz]	m' [T]
1	0,9234	1,0829	1142,0019
2	0,8276	1,2084	2685,2713
3	0,7130	1,4025	827,4858
4	0,2414	4,1420	1219,9410
5	0,2392	4,1803	2386,2096
6	0,1979	5,0541	1242,8158
7	0,1257	7,9576	1432,8654
8	0,1172	8,5322	1012,7675
9	0,1079	9,2685	695,3791
10	0,0883	11,3283	734,2536
11	0,0809	12,3597	2176,8195
12	0,0740	13,5075	1535,6068
13	0,0709	14,1030	975,9616
14	0,0631	15,8600	1945,8341
15	0,0610	16,3980	1154,5402
16	0,0566	17,6523	1051,7663
17	0,0513	19,5078	1792,6266
18	0,0503	19,8985	1062,7713
19	0,0482	20,7618	558,5012
20	0,0436	22,9449	1444,8676

Regularnost u osnovi

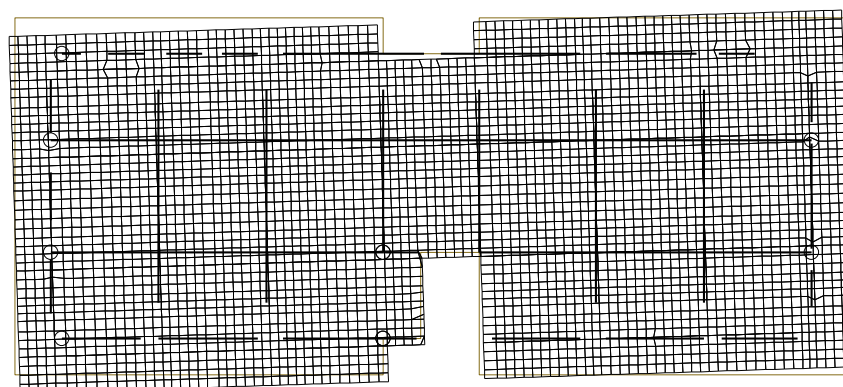
Z [m]	eox [m]	eoy [m]	rx [m]	ry [m]	Is [m]	eox<=0,3rx	eoy<=0,3ry	rx>Is	ry>Is
24,37	8,29	0,28	19,81	14,67	10,03	Ne	Da	Da	Da
21,44	1,01	0,31	16,13	15,37	14,77	Da	Da	Da	Da
18,51	0,84	0,17	15,88	15,49	14,78	Da	Da	Da	Da
15,58	1,06	0,03	15,64	15,58	14,78	Da	Da	Da	Da
12,65	1,43	0,28	15,49	15,68	14,78	Da	Da	Da	Da
9,72	2,15	0,57	15,61	15,83	14,78	Da	Da	Da	Da
6,79	3,52	0,87	16,30	16,07	14,78	Da	Da	Da	Da
3,86	5,31	0,88	17,56	16,36	14,79	Ne	Da	Da	Da
0,00	7,79	0,09	24,57	13,95	13,44	Ne	Da	Da	Da



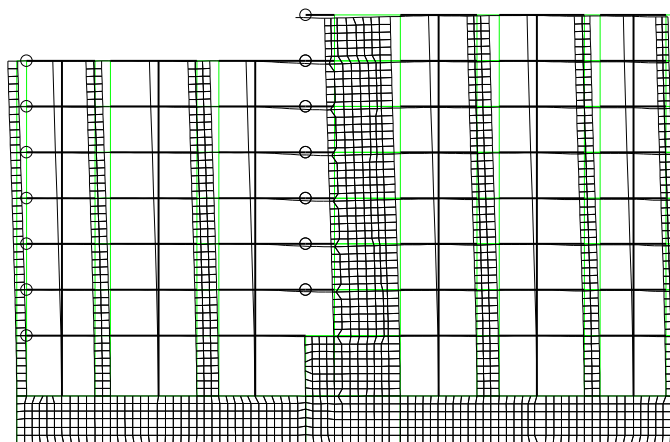
Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Forma oscilovanja: 1/20 [$T=0.9234\text{sec}$ / $f=1.08\text{Hz}$]



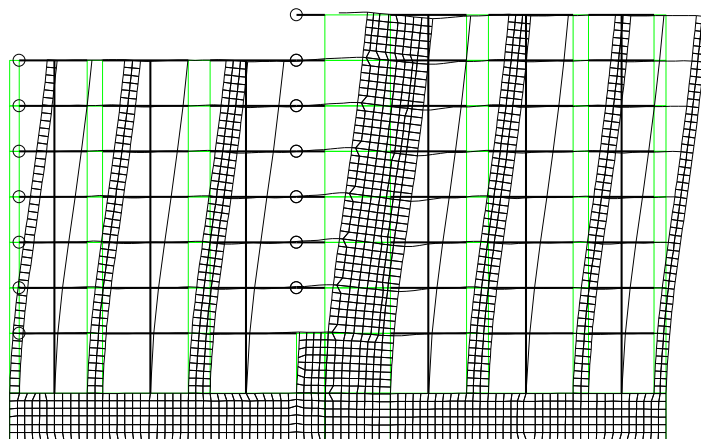
Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Forma oscilovanja: 2/20 [$T=0.8276\text{sec}$ / $f=1.21\text{Hz}$]



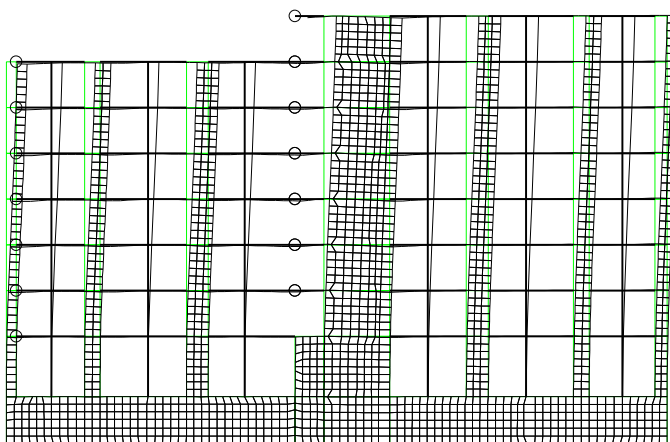
Nivo: POS 300 [9.72 m]
 Forma oscilovanja: 3/20 [$T=0.7130\text{sec}$ / $f=1.40\text{Hz}$]



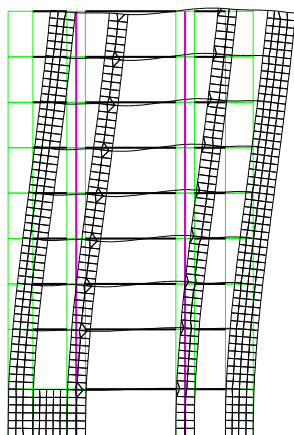
Ram: H_4
 Forma oscilovanja: 1/20 [T=0.9234sec / f=1.08Hz]



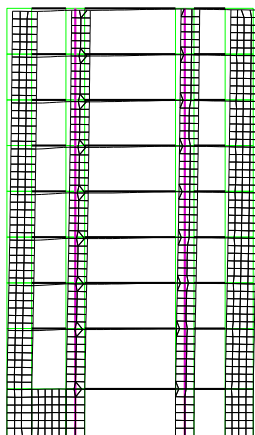
Ram: H_4
 Forma oscilovanja: 2/20 [T=0.8276sec / f=1.21Hz]



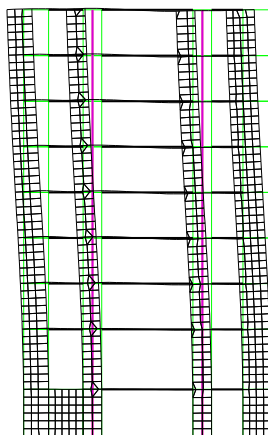
Ram: H_4
 Forma oscilovanja: 3/20 [T=0.7130sec / f=1.40Hz]



Ram: V_8
 Forma oscilovanja: 1/20 [T=0.9234sec / f=1.08Hz]



Ram: V_8
 Forma oscilovanja: 2/20 [T=0.8276sec / f=1.21Hz]



Ram: V_8
 Forma oscilovanja: 3/20 [T=0.7130sec / f=1.40Hz]

Tabela 49. Sopstvene frekvencije (Model 3)

N ⁰	T [s]	f [Hz]	GPO [°]	FU α [%]	Fu α +90 [%]	FUZ [%]
1	0,923447	1,082900	84,21	0,51	49,53	0,00
2	0,827557	1,208376	175,51	66,02	0,41	0,00
3	0,713029	1,402468	90,13	0,00	16,87	0,00
4	0,241428	4,142018	92,20	0,01	9,36	0,00
5	0,239216	4,180324	5,48	13,33	0,17	0,00
6	0,197858	5,054136	94,53	0,16	7,85	0,00
7	0,125666	7,957596	2,43	4,59	0,02	0,00
8	0,117204	8,532157	80,40	0,55	0,92	0,00
9	0,107892	9,268510	105,10	0,35	3,17	0,00
10	0,088275	11,328259	71,90	0,23	2,07	0,00

4.2.3.2. Slučajni torzioni efekti

Da bi se uzele u obzir nepouzdanosti u položaju mase, ali i nepouzdanosti u prostornoj promjenjivosti seizmičkih kretanja, prema EN 1998-1, član 4.3.2 (1)P, izračunati položaj centra mase svake tavanice mora da se posmatra kao premješten iz svog nominalnog položaja za dodatni ekscentricitet i to:

$$e_{ai} = \pm 0,05 \cdot L_i$$

gdje je:

e_{ai} slučajni ekscentricitet mase i u odnosu na nominalni položaj centra mase, koji se primjenjuje u istom smjeru za sve spratove

L_i dimenzija tavanice upravno na pravac seizmičkog dejstva

Torzioni efekti se u softveru unose na način da se svakoj inercijalnoj sili u čvoru pridružuje moment (koji obrće oko Z ose), a koji je jednak proizvodu inercijalne sile i veličine izmještanja te mase (ekscentricitet spratne mase).

Slučajni torzioni efekti su uzeti u obzir automatski u seizmičkom proračunu programskog paketa *Tower 8*.

4.2.3.3. Kombinovanje seizmičke sile u različitim pravcima

U opštem slučaju se smatra da horizontalne komponente seizmičkog dejstva djeluju istovremeno (prema *EN 1998-1, član 4.3.3.5.1 (1)P*) pa bi kombinaciju horizontalnih komponenti trebalo uzeti u obzir.

Evrokod ali i mnoga druga literatura preporučuju SRSS (*Square Root of Sum of Square*) pravilo za kombinovanje (*EN 1998-1, član 4.3.3.5.1 (2) (b)*). Alternativa ovom pravilu je pravilo dato u *EN 1998-1, član 4.3.3.5.1 (3)*:

(a) $E_{Edx} "+" 0,3E_{Edy}$

(b) $0,3E_{Edx} "+" E_{Edy}$

gdje

"+" ukazuje "da se kombinuje sa"

E_{Edx} predstavlja vrijednost uticaja usljed primjene seizmičkog dejstva u pravcu izabrane ose x konstrukcije

E_{Edy} Predstavlja vrijednost uticaja usljed primjene istog seizmičkog dejstva u pravcu ortogonalne horizontalne ose y konstrukcije

Koristiće se SRSS pravilo.

4.2.3.4. Izvod iz softvera za proračun – seizmički proračun

4.2.3.4.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998)

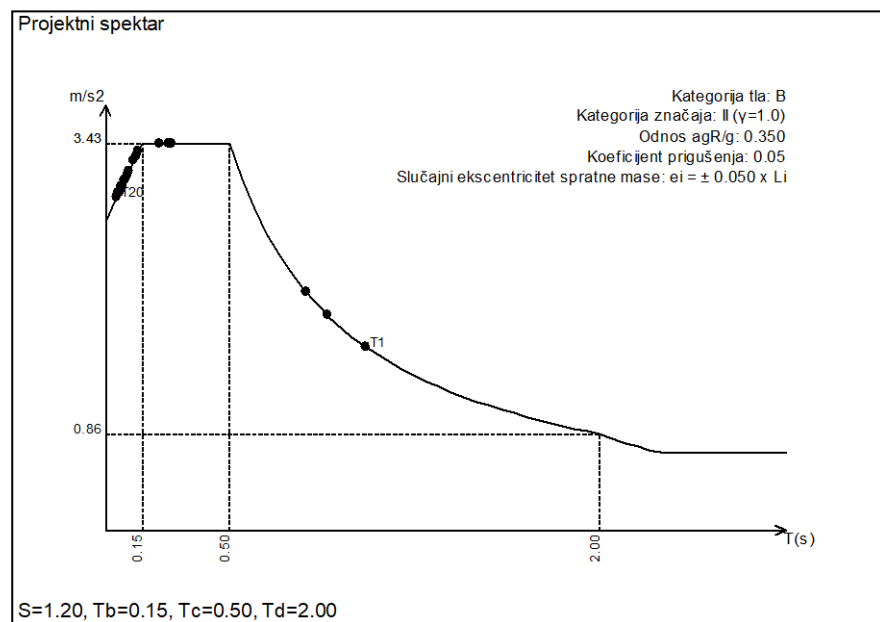
Kategorija tla:	B
Kategorija značaja:	II ($\gamma=1,0$)
Odnos $a_g R/g$:	0,350
Koeficijent prigušenja:	0,05
Slučajni ekscentricitet spratne mase:	$e_i = \pm 0,050 \times L_i$

Faktori pravca zemljotresa:

Slučaj opterećenja	Ugao α [°]	k, α	$k, \alpha+90^\circ$	k_z	Faktor q
Sy	90	1,000	0,000	0,000	3,000*
Sx	0	1,000	0,000	0,000	3,000*

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td	avg/ag
Sy	1,200	0,150	0,500	2,000	1,000
Sx	1,200	0,150	0,500	2,000	1,000



Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sy (+e)

Konstrukcija regularna po visini, Duktilni sistemi nepovezanih zidova, Klasa duktilnosti DCM:

$q_0=3,0$

Sistem zidova, dvojni sistem sa dominantnim zidovima i sistem sa jezgrom: $\alpha_0=2,00$, $k_w=1,00$,

Faktor ponašanja: $q=q_0 \cdot k_w=3,00$

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]
POS 800	24,37	140,98	1608,7	-7,47	-193,08	18,34	0,42	33,11	-29,82	-2,82
POS 700	21,44	193,36	1830,3	-10,51	-285,72	30,78	0,01	59,20	656,40	-3,71
POS 600	18,51	162,30	1538,7	-10,39	-250,40	26,38	0,06	59,37	586,74	-3,62
POS 500	15,58	127,67	1249,0	-10,21	-207,52	21,46	0,07	56,73	471,30	-3,62
POS 400	12,65	91,82	958,08	-9,78	-160,41	16,53	0,08	50,87	349,33	-3,50
POS 300	9,72	57,22	678,06	-8,95	-111,74	11,79	0,09	41,60	227,86	-3,17
POS 200	6,79	27,42	424,30	-7,56	-65,52	7,46	0,09	29,32	118,74	-2,59
POS 100	3,86	7,95	226,97	-5,35	-30,22	4,03	0,05	16,94	42,29	-1,61
POS 000	0,00	0,24	39,30	-4,58	-1,32	0,74	-0,21	0,59	4,09	-1,31
	Σ=	808,96	8553,4	-74,79	-1305,93	137,51	0,65	347,73	2426,9	-25,97

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]
POS 800	24,37	-136,37	-1233,73	10,14	25,42	-1,96	-0,11	101,41	-271,91	12,42
POS 700	21,44	-109,35	-623,13	17,36	21,19	0,51	-0,08	97,70	-811,29	18,87
POS 600	18,51	21,59	107,26	15,55	0,49	0,49	-0,07	-10,71	-169,06	15,85
POS 500	15,58	132,64	723,92	11,58	-18,23	0,32	-0,05	-102,37	446,70	11,99
POS 400	12,65	191,31	1130,3	6,03	-30,09	0,22	-0,03	-149,64	860,91	6,53
POS 300	9,72	185,32	1258,8	0,06	-32,37	0,30	-0,00	-146,77	973,31	0,76
POS 200	6,79	125,50	1106,3	-4,61	-25,49	0,52	0,02	-104,26	790,04	-3,67
POS 100	3,86	53,55	781,06	-5,53	-14,54	0,66	-0,01	-50,55	472,97	-5,50
POS 000	0,00	4,13	178,30	-6,51	-0,76	0,20	-0,08	-4,50	96,46	-5,95
	Σ=	468,33	3429,1	44,08	-74,39	1,25	-0,42	-369,71	2388,1	51,31

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]
POS 800	24,37	56,28	3,49	-0,84	51,30	262,41	-1,41	-37,98	457,94	-16,05
POS 700	21,44	2,07	-2,03	-0,81	42,71	21,74	-0,54	-128,43	-51,77	-23,40
POS 600	18,51	-54,96	-3,43	-0,45	-68,11	-227,60	-0,51	70,06	-402,00	-12,58
POS 500	15,58	-63,77	-2,52	-0,14	-109,19	-295,03	1,74	195,50	-449,09	-4,96
POS 400	12,65	-20,07	0,70	0,06	-44,14	-156,67	3,78	124,96	-165,62	0,34
POS 300	9,72	41,95	3,90	0,09	67,73	92,83	4,16	-72,82	248,24	2,03
POS 200	6,79	75,88	4,45	-0,01	132,37	294,79	2,63	-223,07	508,54	0,71
POS 100	3,86	63,73	2,44	0,01	109,59	337,14	0,95	-213,58	488,14	-1,89
POS 000	0,00	3,80	0,16	0,28	7,40	102,28	-0,24	-15,32	132,86	-3,92
	Σ=	104,90	7,15	-1,82	189,66	431,90	10,56	-300,67	767,25	-59,72

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]
POS 800	24,37	-168,37	-79,34	4,07	76,14	-7,30	-0,55	2,41	-8,20	1,22
POS 700	21,44	176,72	356,69	4,90	-53,30	20,30	-0,32	-0,84	0,40	1,37
POS 600	18,51	159,88	-49,63	0,91	-100,43	-2,15	-0,12	-4,25	8,48	1,00
POS 500	15,58	-48,75	-321,85	1,95	-3,84	-14,70	0,19	-1,20	7,10	0,61
POS 400	12,65	-182,87	-250,01	4,63	104,14	-9,48	0,10	4,04	-1,12	0,21
POS 300	9,72	-89,69	80,20	5,54	69,78	4,31	-0,24	3,66	-6,38	-0,09
POS 200	6,79	107,69	360,77	3,19	-63,86	12,74	-0,40	-1,79	-2,97	-0,25
POS 100	3,86	180,91	382,25	-0,61	-123,64	11,66	-0,57	-4,74	4,01	-0,25
POS 000	0,00	9,14	106,29	-1,58	-8,75	3,43	-0,66	-0,14	3,81	-0,35
	Σ=	144,65	585,38	23,00	-103,76	18,81	-2,57	-2,84	5,14	3,47

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]
POS 800	24,37	15,16	-260,91	3,85	64,58	21,54	-1,80	-15,49	10,76	-0,48
POS 700	21,44	-21,38	197,15	4,13	-117,04	-28,78	-1,53	26,29	-10,61	-0,70
POS 600	18,51	-7,65	326,04	0,59	-10,50	-5,10	0,09	5,60	-7,13	-0,23
POS 500	15,58	8,42	35,62	-1,25	108,69	12,63	0,76	-25,54	1,77	0,24
POS 400	12,65	8,56	-313,21	0,47	14,13	1,03	0,95	-6,56	4,95	0,53
POS 300	9,72	1,81	-289,99	3,89	-105,89	-13,82	1,21	24,70	0,29	0,42
POS 200	6,79	0,03	86,52	5,03	-12,89	-0,30	1,09	5,59	-2,80	0,11
POS 100	3,86	-0,86	389,21	2,98	115,54	25,07	0,58	-25,45	1,30	-0,09
POS 000	0,00	-0,72	174,93	0,59	9,33	16,94	0,12	-1,63	4,17	-0,33
	$\Sigma=$	3,36	345,35	20,27	65,96	29,21	1,47	-12,50	2,70	-0,53

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]
POS 800	24,37	-29,44	-45,52	4,24	-31,41	7,00	0,64	39,96	115,02	-0,90
POS 700	21,44	52,01	-156,48	4,24	97,32	-8,28	0,73	-103,70	-167,77	-0,00
POS 600	18,51	14,90	276,06	-0,63	-88,91	-9,58	0,35	73,37	-94,09	1,57
POS 500	15,58	-63,25	223,99	-5,40	-26,30	13,14	0,53	44,93	182,01	0,27
POS 400	12,65	-16,83	-207,16	-4,44	105,81	11,72	0,38	-103,57	123,49	-1,05
POS 300	9,72	74,70	-334,09	1,16	-43,42	-16,13	0,49	27,52	-173,96	0,61
POS 200	6,79	10,79	53,48	4,68	-77,23	-15,80	1,04	81,26	-152,55	3,08
POS 100	3,86	-91,83	405,06	1,28	97,55	16,96	1,09	-85,17	164,74	2,97
POS 000	0,00	-14,35	178,97	0,50	8,86	18,82	0,61	-8,67	176,54	1,49
	$\Sigma=$	-63,30	394,32	5,63	42,27	17,86	5,87	-34,07	173,43	8,04

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	-9,48	43,42	-2,64	9,62	1,65	0,14
POS 700	21,44	22,73	-73,93	-2,59	-51,45	-0,26	0,09
POS 600	18,51	-12,57	-7,56	0,05	98,45	-6,15	0,33
POS 500	15,58	-13,41	50,44	0,52	-88,09	2,29	0,15
POS 400	12,65	20,63	13,88	-0,68	16,23	10,26	0,10
POS 300	9,72	-1,30	-32,42	-1,67	66,52	-4,68	0,08
POS 200	6,79	-17,33	-5,52	-1,31	-102,75	-13,30	0,58
POS 100	3,86	12,13	29,62	-0,63	69,12	8,07	0,82
POS 000	0,00	-0,88	3,20	0,40	7,17	16,88	0,64
	$\Sigma=$	0,51	21,13	-8,55	24,82	14,76	2,95

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sy (-e)

Konstrukcija regularna po visini, Duktilni sistemi nepovezanih zidova, Klasa duktilnosti DCM:

$q_0=3,0$

Sistem zidova, dvojni sistem sa dominantnim zidovima i sistem sa jezgrom: $\alpha_0=2,00$, $k_w=1,00$,

Faktor ponašanja: $q=q_0 \cdot k_w=3,00$

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]
POS 800	24,37	140,98	1608,7	-7,47	-193,08	18,34	0,42	33,11	-29,82	-2,82
POS 700	21,44	193,36	1830,3	-10,51	-285,72	30,78	0,01	59,20	656,40	-3,71
POS 600	18,51	162,30	1538,7	-10,39	-250,40	26,38	0,06	59,37	586,74	-3,62
POS 500	15,58	127,67	1249,0	-10,21	-207,52	21,46	0,07	56,73	471,30	-3,62
POS 400	12,65	91,82	958,08	-9,78	-160,41	16,53	0,08	50,87	349,33	-3,50
POS 300	9,72	57,22	678,06	-8,95	-111,74	11,79	0,09	41,60	227,86	-3,17
POS 200	6,79	27,42	424,30	-7,56	-65,52	7,46	0,09	29,32	118,74	-2,59
POS 100	3,86	7,95	226,97	-5,35	-30,22	4,03	0,05	16,94	42,29	-1,61
POS 000	0,00	0,24	39,30	-4,58	-1,32	0,74	-0,21	0,59	4,09	-1,31
	Σ=	808,96	8553,4	-74,79	-1305,93	137,51	0,65	347,73	2426,9	-25,97

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]
POS 800	24,37	-136,37	-1233,73	10,14	25,42	-1,96	-0,11	101,41	-271,91	12,42
POS 700	21,44	-109,35	-623,13	17,36	21,19	0,51	-0,08	97,70	-811,29	18,87
POS 600	18,51	21,59	107,26	15,55	0,49	0,49	-0,07	-10,71	-169,06	15,85
POS 500	15,58	132,64	723,92	11,58	-18,23	0,32	-0,05	-102,37	446,70	11,99
POS 400	12,65	191,31	1130,3	6,03	-30,09	0,22	-0,03	-149,64	860,91	6,53
POS 300	9,72	185,32	1258,8	0,06	-32,37	0,30	-0,00	-146,77	973,31	0,76
POS 200	6,79	125,50	1106,3	-4,61	-25,49	0,52	0,02	-104,26	790,04	-3,67
POS 100	3,86	53,55	781,06	-5,53	-14,54	0,66	-0,01	-50,55	472,97	-5,50
POS 000	0,00	4,13	178,30	-6,51	-0,76	0,20	-0,08	-4,50	96,46	-5,95
	Σ=	468,33	3429,1	44,08	-74,39	1,25	-0,42	-369,71	2388,1	51,31

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]
POS 800	24,37	56,28	3,49	-0,84	51,30	262,41	-1,41	-37,98	457,94	-16,05
POS 700	21,44	2,07	-2,03	-0,81	42,71	21,74	-0,54	-128,43	-51,77	-23,40
POS 600	18,51	-54,96	-3,43	-0,45	-68,11	-227,60	-0,51	70,06	-402,00	-12,58
POS 500	15,58	-63,77	-2,52	-0,14	-109,19	-295,03	1,74	195,50	-449,09	-4,96
POS 400	12,65	-20,07	0,70	0,06	-44,14	-156,67	3,78	124,96	-165,62	0,34
POS 300	9,72	41,95	3,90	0,09	67,73	92,83	4,16	-72,82	248,24	2,03
POS 200	6,79	75,88	4,45	-0,01	132,37	294,79	2,63	-223,07	508,54	0,71
POS 100	3,86	63,73	2,44	0,01	109,59	337,14	0,95	-213,58	488,14	-1,89
POS 000	0,00	3,80	0,16	0,28	7,40	102,28	-0,24	-15,32	132,86	-3,92
	Σ=	104,90	7,15	-1,82	189,66	431,90	10,56	-300,67	767,25	-59,72

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]
POS 800	24,37	-168,37	-79,34	4,07	76,14	-7,30	-0,55	2,41	-8,20	1,22
POS 700	21,44	176,72	356,69	4,90	-53,30	20,30	-0,32	-0,84	0,40	1,37
POS 600	18,51	159,88	-49,63	0,91	-100,43	-2,15	-0,12	-4,25	8,48	1,00
POS 500	15,58	-48,75	-321,85	1,95	-3,84	-14,70	0,19	-1,20	7,10	0,61
POS 400	12,65	-182,87	-250,01	4,63	104,14	-9,48	0,10	4,04	-1,12	0,21
POS 300	9,72	-89,69	80,20	5,54	69,78	4,31	-0,24	3,66	-6,38	-0,09
POS 200	6,79	107,69	360,77	3,19	-63,86	12,74	-0,40	-1,79	-2,97	-0,25
POS 100	3,86	180,91	382,25	-0,61	-123,64	11,66	-0,57	-4,74	4,01	-0,25
POS 000	0,00	9,14	106,29	-1,58	-8,75	3,43	-0,66	-0,14	3,81	-0,35
	Σ=	144,65	585,38	23,00	-103,76	18,81	-2,57	-2,84	5,14	3,47

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]
POS 800	24,37	15,16	-260,91	3,85	64,58	21,54	-1,80	-15,49	10,76	-0,48
POS 700	21,44	-21,38	197,15	4,13	-117,04	-28,78	-1,53	26,29	-10,61	-0,70
POS 600	18,51	-7,65	326,04	0,59	-10,50	-5,10	0,09	5,60	-7,13	-0,23
POS 500	15,58	8,42	35,62	-1,25	108,69	12,63	0,76	-25,54	1,77	0,24
POS 400	12,65	8,56	-313,21	0,47	14,13	1,03	0,95	-6,56	4,95	0,53
POS 300	9,72	1,81	-289,99	3,89	-105,89	-13,82	1,21	24,70	0,29	0,42
POS 200	6,79	0,03	86,52	5,03	-12,89	-0,30	1,09	5,59	-2,80	0,11
POS 100	3,86	-0,86	389,21	2,98	115,54	25,07	0,58	-25,45	1,30	-0,09
POS 000	0,00	-0,72	174,93	0,59	9,33	16,94	0,12	-1,63	4,17	-0,33
	$\Sigma=$	3,36	345,35	20,27	65,96	29,21	1,47	-12,50	2,70	-0,53

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]
POS 800	24,37	-29,44	-45,52	4,24	-31,41	7,00	0,64	39,96	115,02	-0,90
POS 700	21,44	52,01	-156,48	4,24	97,32	-8,28	0,73	-103,70	-167,77	-0,00
POS 600	18,51	14,90	276,06	-0,63	-88,91	-9,58	0,35	73,37	-94,09	1,57
POS 500	15,58	-63,25	223,99	-5,40	-26,30	13,14	0,53	44,93	182,01	0,27
POS 400	12,65	-16,83	-207,16	-4,44	105,81	11,72	0,38	-103,57	123,49	-1,05
POS 300	9,72	74,70	-334,09	1,16	-43,42	-16,13	0,49	27,52	-173,96	0,61
POS 200	6,79	10,79	53,48	4,68	-77,23	-15,80	1,04	81,26	-152,55	3,08
POS 100	3,86	-91,83	405,06	1,28	97,55	16,96	1,09	-85,17	164,74	2,97
POS 000	0,00	-14,35	178,97	0,50	8,86	18,82	0,61	-8,67	176,54	1,49
	$\Sigma=$	-63,30	394,32	5,63	42,27	17,86	5,87	-34,07	173,43	8,04

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	-9,48	43,42	-2,64	9,62	1,65	0,14
POS 700	21,44	22,73	-73,93	-2,59	-51,45	-0,26	0,09
POS 600	18,51	-12,57	-7,56	0,05	98,45	-6,15	0,33
POS 500	15,58	-13,41	50,44	0,52	-88,09	2,29	0,15
POS 400	12,65	20,63	13,88	-0,68	16,23	10,26	0,10
POS 300	9,72	-1,30	-32,42	-1,67	66,52	-4,68	0,08
POS 200	6,79	-17,33	-5,52	-1,31	-102,75	-13,30	0,58
POS 100	3,86	12,13	29,62	-0,63	69,12	8,07	0,82
POS 000	0,00	-0,88	3,20	0,40	7,17	16,88	0,64
	$\Sigma=$	0,51	21,13	-8,55	24,82	14,76	2,95

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sx (+e)

Konstrukcija regularna po visini, Duktilni sistemi nepovezanih zidova, Klasa duktilnosti DCM:

$q_0=3,0$

Sistem zidova, dvojni sistem sa dominantnim zidovima i sistem sa jezgrom: $\alpha_0=2,00$, $k_w=1,00$,

Faktor ponašanja: $q=q_0 \cdot k_w=3,00$

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]
POS 800	24,37	13,33	152,14	-0,71	1833,6	-174,16	-3,94	4,74	-4,27	-0,40
POS 700	21,44	18,29	173,10	-0,99	2713,4	-292,28	-0,14	8,48	94,05	-0,53
POS 600	18,51	15,35	145,53	-0,98	2378,0	-250,57	-0,55	8,51	84,07	-0,52
POS 500	15,58	12,08	118,13	-0,97	1970,8	-203,83	-0,64	8,13	67,53	-0,52
POS 400	12,65	8,68	90,61	-0,92	1523,4	-157,02	-0,74	7,29	50,05	-0,50
POS 300	9,72	5,41	64,13	-0,85	1061,2	-112,00	-0,82	5,96	32,65	-0,45
POS 200	6,79	2,59	40,13	-0,71	622,27	-70,80	-0,84	4,20	17,01	-0,37
POS 100	3,86	0,75	21,47	-0,51	286,96	-38,26	-0,52	2,43	6,06	-0,23
POS 000	0,00	0,02	3,72	-0,43	12,56	-7,02	1,98	0,09	0,59	-0,19
	Σ=	76,51	808,96	-7,07	12402	-1305,93	-6,21	49,82	347,73	-3,72

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]
POS 800	24,37	-18,63	-168,50	1,39	-1514,48	117,08	6,46	-15,70	42,09	-1,92
POS 700	21,44	-14,93	-85,10	2,37	-1262,34	-30,13	5,00	-15,12	125,60	-2,92
POS 600	18,51	2,95	14,65	2,12	-29,31	-29,32	4,31	1,66	26,17	-2,45
POS 500	15,58	18,12	98,87	1,58	1086,1	-18,81	3,25	15,85	-69,15	-1,86
POS 400	12,65	26,13	154,37	0,82	1792,9	-12,92	1,69	23,17	-133,28	-1,01
POS 300	9,72	25,31	171,92	0,01	1929,0	-18,07	0,00	22,72	-150,68	-0,12
POS 200	6,79	17,14	151,09	-0,63	1519,1	-31,10	-1,15	16,14	-122,31	0,57
POS 100	3,86	7,31	106,67	-0,76	866,30	-39,20	0,69	7,83	-73,22	0,85
POS 000	0,00	0,56	24,35	-0,89	45,09	-11,90	4,69	0,70	-14,93	0,92
	Σ=	63,96	468,33	6,02	4432,4	-74,39	24,95	57,23	-369,71	-7,94

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]
POS 800	24,37	825,63	51,21	-12,34	22,53	115,23	-0,62	14,88	-179,46	6,29
POS 700	21,44	30,37	-29,81	-11,91	18,75	9,55	-0,24	50,33	20,29	9,17
POS 600	18,51	-806,26	-50,30	-6,65	-29,91	-99,95	-0,22	-27,46	157,54	4,93
POS 500	15,58	-935,60	-37,02	-2,13	-47,95	-129,56	0,77	-76,62	175,99	1,94
POS 400	12,65	-294,49	10,21	0,86	-19,38	-68,80	1,66	-48,97	64,90	-0,13
POS 300	9,72	615,43	57,23	1,33	29,74	40,77	1,83	28,54	-97,28	-0,79
POS 200	6,79	1113,2	65,22	-0,11	58,13	129,45	1,15	87,42	-199,29	-0,28
POS 100	3,86	934,91	35,78	0,17	48,12	148,05	0,42	83,70	-191,29	0,74
POS 000	0,00	55,79	2,39	4,07	3,25	44,91	-0,11	6,00	-52,07	1,54
	Σ=	1539,0	104,90	-26,70	83,29	189,66	4,64	117,83	-300,67	23,40

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]
POS 800	24,37	-41,60	-19,61	1,00	-419,98	40,28	3,05	-1,33	4,53	-0,67
POS 700	21,44	43,67	88,14	1,21	294,00	-111,96	1,76	0,47	-0,22	-0,76
POS 600	18,51	39,51	-12,26	0,22	553,91	11,84	0,67	2,35	-4,69	-0,56
POS 500	15,58	-12,05	-79,53	0,48	21,17	81,06	-1,07	0,66	-3,93	-0,34
POS 400	12,65	-45,19	-61,78	1,14	-574,38	52,29	-0,57	-2,24	0,62	-0,12
POS 300	9,72	-22,16	19,82	1,37	-384,86	-23,75	1,32	-2,02	3,53	0,05
POS 200	6,79	26,61	89,15	0,79	352,21	-70,28	2,22	0,99	1,64	0,14
POS 100	3,86	44,70	94,46	-0,15	681,97	-64,30	3,16	2,62	-2,22	0,14
POS 000	0,00	2,26	26,26	-0,39	48,27	-18,93	3,63	0,08	-2,11	0,19
	Σ=	35,74	144,65	5,68	572,30	-103,76	14,17	1,57	-2,84	-1,92

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]
POS 800	24,37	0,15	-2,54	0,04	145,84	48,65	-4,07	71,70	-49,82	2,24
POS 700	21,44	-0,21	1,92	0,04	-264,30	-64,99	-3,46	-121,71	49,13	3,23
POS 600	18,51	-0,07	3,17	0,01	-23,71	-11,51	0,21	-25,91	33,02	1,06
POS 500	15,58	0,08	0,35	-0,01	245,44	28,52	1,72	118,23	-8,17	-1,13
POS 400	12,65	0,08	-3,05	0,00	31,92	2,32	2,14	30,37	-22,94	-2,46
POS 300	9,72	0,02	-2,82	0,04	-239,13	-31,22	2,73	-114,34	-1,35	-1,96
POS 200	6,79	0,00	0,84	0,05	-29,10	-0,68	2,47	-25,87	12,94	-0,50
POS 100	3,86	-0,01	3,79	0,03	260,92	56,61	1,30	117,83	-6,02	0,43
POS 000	0,00	-0,01	1,70	0,01	21,08	38,26	0,26	7,56	-19,30	1,54
	$\Sigma=$	0,03	3,36	0,20	148,97	65,96	3,31	57,87	-12,50	2,46

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]
POS 800	24,37	4,73	7,31	-0,68	-74,32	16,57	1,51	-7,85	-22,60	0,18
POS 700	21,44	-8,35	25,12	-0,68	230,29	-19,60	1,73	20,37	32,96	0,00
POS 600	18,51	-2,39	-44,31	0,10	-210,40	-22,67	0,83	-14,41	18,48	-0,31
POS 500	15,58	10,15	-35,96	0,87	-62,23	31,09	1,26	-8,83	-35,76	-0,05
POS 400	12,65	2,70	33,25	0,71	250,39	27,74	0,89	20,35	-24,26	0,21
POS 300	9,72	-11,99	53,63	-0,19	-102,75	-38,16	1,16	-5,41	34,18	-0,12
POS 200	6,79	-1,73	-8,58	-0,75	-182,76	-37,38	2,47	-15,96	29,97	-0,61
POS 100	3,86	14,74	-65,02	-0,21	230,85	40,14	2,59	16,73	-32,37	-0,58
POS 000	0,00	2,30	-28,73	-0,08	20,96	44,54	1,45	1,70	-34,68	-0,29
	$\Sigma=$	10,16	-63,30	-0,90	100,03	42,27	13,90	6,69	-34,07	-1,58

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	-0,23	1,05	-0,06	16,17	2,78	0,24
POS 700	21,44	0,55	-1,79	-0,06	-86,51	-0,44	0,15
POS 600	18,51	-0,30	-0,18	0,00	165,52	-10,34	0,55
POS 500	15,58	-0,32	1,22	0,01	-148,10	3,85	0,25
POS 400	12,65	0,50	0,34	-0,02	27,29	17,26	0,18
POS 300	9,72	-0,03	-0,79	-0,04	111,85	-7,87	0,14
POS 200	6,79	-0,42	-0,13	-0,03	-172,75	-22,36	0,98
POS 100	3,86	0,29	0,72	-0,02	116,22	13,58	1,38
POS 000	0,00	-0,02	0,08	0,01	12,05	28,38	1,07
	$\Sigma=$	0,01	0,51	-0,21	41,73	24,82	4,95

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sx (-e)

Konstrukcija regularna po visini, Duktilni sistemi nepovezanih zidova, Klasa duktilnosti DCM:

$q_0=3,0$

Sistem zidova, dvojni sistem sa dominantnim zidovima i sistem sa jezgrom: $\alpha_0=2,00$, $k_w=1,00$,

Faktor ponašanja: $q=q_0 \cdot k_w=3,00$

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]
POS 800	24,37	13,33	152,14	-0,71	1833,6	-174,16	-3,94	4,74	-4,27	-0,40
POS 700	21,44	18,29	173,10	-0,99	2713,4	-292,28	-0,14	8,48	94,05	-0,53
POS 600	18,51	15,35	145,53	-0,98	2378,0	-250,57	-0,55	8,51	84,07	-0,52
POS 500	15,58	12,08	118,13	-0,97	1970,8	-203,83	-0,64	8,13	67,53	-0,52
POS 400	12,65	8,68	90,61	-0,92	1523,4	-157,02	-0,74	7,29	50,05	-0,50
POS 300	9,72	5,41	64,13	-0,85	1061,2	-112,00	-0,82	5,96	32,65	-0,45
POS 200	6,79	2,59	40,13	-0,71	622,27	-70,80	-0,84	4,20	17,01	-0,37
POS 100	3,86	0,75	21,47	-0,51	286,96	-38,26	-0,52	2,43	6,06	-0,23
POS 000	0,00	0,02	3,72	-0,43	12,56	-7,02	1,98	0,09	0,59	-0,19
	Σ=	76,51	808,96	-7,07	12402	-1305,93	-6,21	49,82	347,73	-3,72

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]
POS 800	24,37	-18,63	-168,50	1,39	-1514,48	117,08	6,46	-15,70	42,09	-1,92
POS 700	21,44	-14,93	-85,10	2,37	-1262,34	-30,13	5,00	-15,12	125,60	-2,92
POS 600	18,51	2,95	14,65	2,12	-29,31	-29,32	4,31	1,66	26,17	-2,45
POS 500	15,58	18,12	98,87	1,58	1086,1	-18,81	3,25	15,85	-69,15	-1,86
POS 400	12,65	26,13	154,37	0,82	1792,9	-12,92	1,69	23,17	-133,28	-1,01
POS 300	9,72	25,31	171,92	0,01	1929,0	-18,07	0,00	22,72	-150,68	-0,12
POS 200	6,79	17,14	151,09	-0,63	1519,1	-31,10	-1,15	16,14	-122,31	0,57
POS 100	3,86	7,31	106,67	-0,76	866,30	-39,20	0,69	7,83	-73,22	0,85
POS 000	0,00	0,56	24,35	-0,89	45,09	-11,90	4,69	0,70	-14,93	0,92
	Σ=	63,96	468,33	6,02	4432,4	-74,39	24,95	57,23	-369,71	-7,94

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]
POS 800	24,37	825,63	51,21	-12,34	22,53	115,23	-0,62	14,88	-179,46	6,29
POS 700	21,44	30,37	-29,81	-11,91	18,75	9,55	-0,24	50,33	20,29	9,17
POS 600	18,51	-806,26	-50,30	-6,65	-29,91	-99,95	-0,22	-27,46	157,54	4,93
POS 500	15,58	-935,60	-37,02	-2,13	-47,95	-129,56	0,77	-76,62	175,99	1,94
POS 400	12,65	-294,49	10,21	0,86	-19,38	-68,80	1,66	-48,97	64,90	-0,13
POS 300	9,72	615,43	57,23	1,33	29,74	40,77	1,83	28,54	-97,28	-0,79
POS 200	6,79	1113,2	65,22	-0,11	58,13	129,45	1,15	87,42	-199,29	-0,28
POS 100	3,86	934,91	35,78	0,17	48,12	148,05	0,42	83,70	-191,29	0,74
POS 000	0,00	55,79	2,39	4,07	3,25	44,91	-0,11	6,00	-52,07	1,54
	Σ=	1539,0	104,90	-26,70	83,29	189,66	4,64	117,83	-300,67	23,40

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]
POS 800	24,37	-41,60	-19,61	1,00	-419,98	40,28	3,05	-1,33	4,53	-0,67
POS 700	21,44	43,67	88,14	1,21	294,00	-111,96	1,76	0,47	-0,22	-0,76
POS 600	18,51	39,51	-12,26	0,22	553,91	11,84	0,67	2,35	-4,69	-0,56
POS 500	15,58	-12,05	-79,53	0,48	21,17	81,06	-1,07	0,66	-3,93	-0,34
POS 400	12,65	-45,19	-61,78	1,14	-574,38	52,29	-0,57	-2,24	0,62	-0,12
POS 300	9,72	-22,16	19,82	1,37	-384,86	-23,75	1,32	-2,02	3,53	0,05
POS 200	6,79	26,61	89,15	0,79	352,21	-70,28	2,22	0,99	1,64	0,14
POS 100	3,86	44,70	94,46	-0,15	681,97	-64,30	3,16	2,62	-2,22	0,14
POS 000	0,00	2,26	26,26	-0,39	48,27	-18,93	3,63	0,08	-2,11	0,19
	Σ=	35,74	144,65	5,68	572,30	-103,76	14,17	1,57	-2,84	-1,92

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]
POS 800	24,37	0,15	-2,54	0,04	145,84	48,65	-4,07	71,70	-49,82	2,24
POS 700	21,44	-0,21	1,92	0,04	-264,30	-64,99	-3,46	-121,71	49,13	3,23
POS 600	18,51	-0,07	3,17	0,01	-23,71	-11,51	0,21	-25,91	33,02	1,06
POS 500	15,58	0,08	0,35	-0,01	245,44	28,52	1,72	118,23	-8,17	-1,13
POS 400	12,65	0,08	-3,05	0,00	31,92	2,32	2,14	30,37	-22,94	-2,46
POS 300	9,72	0,02	-2,82	0,04	-239,13	-31,22	2,73	-114,34	-1,35	-1,96
POS 200	6,79	0,00	0,84	0,05	-29,10	-0,68	2,47	-25,87	12,94	-0,50
POS 100	3,86	-0,01	3,79	0,03	260,92	56,61	1,30	117,83	-6,02	0,43
POS 000	0,00	-0,01	1,70	0,01	21,08	38,26	0,26	7,56	-19,30	1,54
	Σ=	0,03	3,36	0,20	148,97	65,96	3,31	57,87	-12,50	2,46

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]
POS 800	24,37	4,73	7,31	-0,68	-74,32	16,57	1,51	-7,85	-22,60	0,18
POS 700	21,44	-8,35	25,12	-0,68	230,29	-19,60	1,73	20,37	32,96	0,00
POS 600	18,51	-2,39	-44,31	0,10	-210,40	-22,67	0,83	-14,41	18,48	-0,31
POS 500	15,58	10,15	-35,96	0,87	-62,23	31,09	1,26	-8,83	-35,76	-0,05
POS 400	12,65	2,70	33,25	0,71	250,39	27,74	0,89	20,35	-24,26	0,21
POS 300	9,72	-11,99	53,63	-0,19	-102,75	-38,16	1,16	-5,41	34,18	-0,12
POS 200	6,79	-1,73	-8,58	-0,75	-182,76	-37,38	2,47	-15,96	29,97	-0,61
POS 100	3,86	14,74	-65,02	-0,21	230,85	40,14	2,59	16,73	-32,37	-0,58
POS 000	0,00	2,30	-28,73	-0,08	20,96	44,54	1,45	1,70	-34,68	-0,29
	Σ=	10,16	-63,30	-0,90	100,03	42,27	13,90	6,69	-34,07	-1,58

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	-0,23	1,05	-0,06	16,17	2,78	0,24
POS 700	21,44	0,55	-1,79	-0,06	-86,51	-0,44	0,15
POS 600	18,51	-0,30	-0,18	0,00	165,52	-10,34	0,55
POS 500	15,58	-0,32	1,22	0,01	-148,10	3,85	0,25
POS 400	12,65	0,50	0,34	-0,02	27,29	17,26	0,18
POS 300	9,72	-0,03	-0,79	-0,04	111,85	-7,87	0,14
POS 200	6,79	-0,42	-0,13	-0,03	-172,75	-22,36	0,98
POS 100	3,86	0,29	0,72	-0,02	116,22	13,58	1,38
POS 000	0,00	-0,02	0,08	0,01	12,05	28,38	1,07
	Σ=	0,01	0,51	-0,21	41,73	24,82	4,95

Faktori participacije - relativno učešće

Ton \ Naziv	1, Sy (+e)	2, Sy (-e)	3, Sx (+e)	4, Sx (-e)
1	0,433	0,433	0,004	0,004
2	0,007	0,007	0,626	0,626
3	0,123	0,123	0,003	0,003
4	0,174	0,174	0,003	0,003
5	0,000	0,000	0,224	0,224
6	0,121	0,121	0,003	0,003
7	0,000	0,000	0,078	0,078
8	0,022	0,022	0,004	0,004
9	0,039	0,039	0,006	0,006

10	0,030	0,030	0,002	0,002
11	0,001	0,001	0,029	0,029
12	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,017	0,017	0,000	0,000
14	0,001	0,001	0,008	0,008
15	0,000	0,000	0,003	0,003
16	0,020	0,020	0,001	0,001
17	0,001	0,001	0,005	0,005
18	0,009	0,009	0,000	0,000
19	0,001	0,001	0,000	0,000
20	0,001	0,001	0,002	0,002

Faktori participacije - angažovanje mase

Ton	U [$\alpha=90^\circ$]	U [$\alpha=0^\circ$]
1	54,80	0,49
2	0,75	67,23
3	11,91	0,24
4	10,68	0,20
5	0,00	13,55
6	7,48	0,18
7	0,02	4,86
8	1,41	0,27
9	2,56	0,39
10	2,01	0,12
11	0,06	1,94
12	0,02	0,01
13	1,25	0,00
14	0,10	0,52
15	0,01	0,21
16	1,46	0,04
17	0,06	0,36
18	0,65	0,03
19	0,08	0,00
20	0,05	0,15
ΣU (%)	95,37	90,79

Poprečne sile u osnovi [0,00 m]

Slučaj opterećenja	Ugao α [°]	VtB[kN]
Sy	90	10237,86
Sx	0	13377,82

4.2.3.4.2. Model 2 – poboljšani bezgredni sistem

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998)

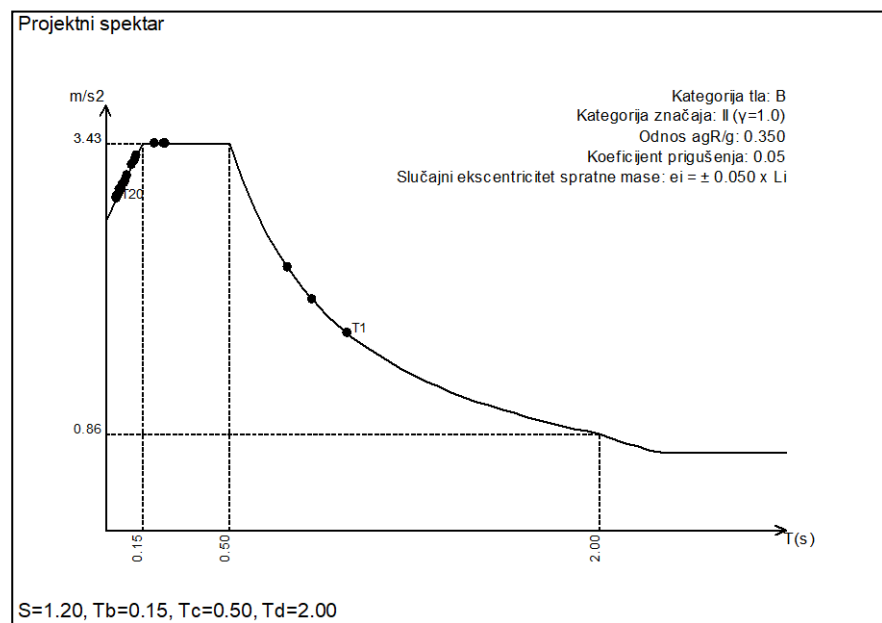
Kategorija tla:	B
Kategorija značaja:	II ($\gamma=1,0$)
Odnos $a_g R/g$:	0,350
Koeficijent prigušenja:	0,05
Slučajni ekscentricitet spratne mase:	$e_i = \pm 0,050 \times L_i$

Faktori pravca zemljotresa:

Slučaj opterećenja	Ugao α [°]	k, α	$k, \alpha+90^\circ$	k_z	Faktor q
Sx	0	1,000	0,000	0,000	3,000
Sy	90	1,000	0,000	0,000	3,000

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td	avg/ag
Sx	1,200	0,150	0,500	2,000	1,000
Sy	1,200	0,150	0,500	2,000	1,000



Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sx (+e)										
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]
POS 800	24,37	11,12	141,64	-0,68	1965,7	-165,89	-3,84	-0,18	0,12	-0,06
POS 700	21,44	12,19	127,88	-0,75	2330,9	-162,26	-0,48	-0,08	10,82	-0,06
POS 600	18,51	10,21	107,19	-0,76	2038,5	-136,91	-0,82	0,02	9,70	-0,06
POS 500	15,58	7,94	86,83	-0,76	1684,1	-111,88	-0,87	0,13	7,80	-0,06
POS 400	12,65	5,62	66,48	-0,73	1298,6	-87,45	-0,94	0,20	5,79	-0,06
POS 300	9,72	3,41	46,98	-0,67	903,15	-64,38	-0,98	0,23	3,80	-0,06
POS 200	6,79	1,54	29,36	-0,56	529,46	-43,09	-0,95	0,21	2,01	-0,05
POS 100	3,86	0,37	15,67	-0,40	243,52	-25,27	-0,60	0,14	0,74	-0,03
POS 000	0,00	0,01	3,31	-0,38	13,00	-6,18	1,79	0,00	0,10	-0,03
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	52,41	625,34	-5,69	11007	-803,32	-7,67	0,68	40,89	-0,47

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]
POS 800	24,37	-0,72	-43,66	0,49	-1465,92	-17,07	6,30	-17,93	51,29	-2,83
POS 700	21,44	-0,44	-15,56	0,59	-905,61	-82,32	5,40	-14,14	107,62	-3,02
POS 600	18,51	0,74	6,07	0,54	91,64	-12,91	4,90	2,17	18,06	-2,63
POS 500	15,58	1,59	23,89	0,40	967,07	53,18	3,50	16,07	-66,90	-1,96
POS 400	12,65	1,76	35,25	0,20	1498,7	94,96	1,62	23,22	-123,21	-1,04
POS 300	9,72	1,25	38,38	-0,00	1572,8	101,40	-0,32	22,82	-137,52	-0,07
POS 200	6,79	0,33	33,35	-0,17	1221,0	75,40	-1,66	16,39	-111,11	0,66
POS 100	3,86	-0,37	23,37	-0,21	687,26	38,20	-0,27	8,23	-66,42	0,96
POS 000	0,00	0,03	6,52	-0,25	43,86	7,37	3,75	0,85	-16,68	1,03
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	4,17	107,60	1,58	3710,9	258,21	23,20	57,68	-344,88	-8,89

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]
POS 800	24,37	699,47	40,62	-12,56	58,91	126,92	0,21	22,83	-180,01	7,79
POS 700	21,44	-92,91	-42,08	-8,88	19,77	5,02	0,23	35,16	40,59	6,86
POS 600	18,51	-653,54	-39,54	-4,72	-66,32	-107,71	0,14	-31,36	152,73	3,33
POS 500	15,58	-675,85	-12,71	-1,01	-90,16	-137,20	1,38	-67,10	155,00	0,33
POS 400	12,65	-164,58	26,78	1,06	-31,48	-72,65	2,54	-38,21	49,82	-1,64
POS 300	9,72	498,08	53,02	1,12	59,54	42,36	2,70	28,74	-92,69	-2,01
POS 200	6,79	835,83	44,30	-0,13	110,02	136,12	1,69	76,84	-179,89	-1,06
POS 100	3,86	684,56	12,71	0,01	90,78	156,95	0,61	71,91	-171,82	0,37
POS 000	0,00	49,94	-4,69	3,63	7,44	59,68	0,28	6,24	-59,01	1,39
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	1181,0	78,42	-21,48	158,49	209,50	9,78	105,06	-285,27	15,36

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]
POS 800	24,37	-54,31	-15,89	1,71	-348,65	41,81	0,01	-0,39	1,95	-0,39
POS 700	21,44	58,83	87,94	0,75	286,32	-118,16	0,55	0,21	-0,21	-0,31
POS 600	18,51	50,51	-14,79	-0,12	425,92	7,98	0,40	0,62	-2,04	-0,23
POS 500	15,58	-17,13	-83,98	0,41	-24,75	87,63	-1,10	0,12	-1,57	-0,13
POS 400	12,65	-59,73	-64,12	1,48	-466,73	64,13	-1,09	-0,61	0,41	-0,03
POS 300	9,72	-28,25	22,00	1,88	-283,12	-20,54	0,22	-0,51	1,55	0,03
POS 200	6,79	36,39	94,52	1,13	298,04	-82,69	1,20	0,24	0,63	0,06
POS 100	3,86	59,48	99,53	-0,14	541,99	-83,60	2,54	0,63	-1,05	0,06
POS 000	0,00	3,94	34,93	-0,38	48,34	-32,55	3,75	0,00	-1,19	0,09
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	49,73	160,15	6,71	477,36	-136,00	6,50	0,32	-1,52	-0,83

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]
POS 800	24,37	0,18	-4,20	0,13	157,96	26,67	-3,31	24,18	-28,86	2,41
POS 700	21,44	-0,30	3,45	0,08	-300,38	-40,78	-0,88	-42,87	30,03	1,65
POS 600	18,51	-0,04	5,04	0,00	-10,22	-0,33	1,29	-7,11	18,27	0,11
POS 500	15,58	0,14	0,31	-0,03	277,54	22,74	1,96	41,72	-6,96	-1,30
POS 400	12,65	0,06	-4,99	0,01	25,58	-5,11	1,93	9,72	-13,08	-1,99
POS 300	9,72	-0,02	-4,47	0,09	-270,18	-28,41	2,68	-40,15	1,32	-1,62
POS 200	6,79	0,04	1,39	0,11	-29,43	3,37	2,76	-9,21	7,78	-0,68
POS 100	3,86	0,06	6,08	0,07	291,65	48,87	1,61	40,12	-5,75	0,09
POS 000	0,00	-0,01	3,57	0,02	29,00	37,48	1,19	2,90	-16,69	0,83
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	0,11	6,18	0,48	171,52	64,50	9,22	19,29	-13,93	-0,51

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]
POS 800	24,37	3,89	6,23	-1,25	-60,25	19,92	1,52	-8,07	-19,66	-0,01
POS 700	21,44	-7,10	22,60	-0,86	193,83	-26,58	0,98	21,80	27,71	-0,30
POS 600	18,51	-2,19	-38,69	0,00	-183,98	-21,43	0,90	-16,25	17,81	-0,59
POS 500	15,58	9,29	-32,62	0,95	-49,22	33,64	1,18	-9,06	-30,02	-0,27
POS 400	12,65	2,59	28,24	0,77	216,08	28,98	0,61	21,89	-23,98	0,12
POS 300	9,72	-11,33	48,27	-0,39	-90,53	-36,92	0,98	-5,73	27,53	-0,24
POS 200	6,79	-1,83	-5,27	-1,14	-157,33	-38,75	2,54	-16,91	30,31	-0,89
POS 100	3,86	14,04	-57,23	-0,53	199,64	35,61	2,73	17,54	-23,48	-0,95
POS 000	0,00	2,93	-36,54	-0,26	23,39	59,53	1,92	2,37	-45,18	-0,55
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	10,28	-65,02	-2,72	91,64	53,98	13,35	7,57	-38,94	-3,67

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	0,63	-4,58	0,55	15,37	0,19	0,22
POS 700	21,44	-1,53	7,64	0,24	-80,16	4,40	0,65
POS 600	18,51	0,80	1,24	-0,10	151,44	-9,56	0,74
POS 500	15,58	1,01	-5,50	-0,14	-134,09	-1,77	0,53
POS 400	12,65	-1,39	-1,86	0,06	23,28	15,60	0,38
POS 300	9,72	-0,04	3,56	0,21	103,16	-0,70	0,14
POS 200	6,79	1,19	0,93	0,17	-157,67	-20,12	0,94
POS 100	3,86	-0,60	-3,22	0,05	105,33	4,76	1,52
POS 000	0,00	0,22	-0,73	-0,06	14,69	34,89	1,44
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$\Sigma=$	0,29	-2,51	0,99	41,35	27,68	6,58

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sx (-e)

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]
POS 800	24,37	11,12	141,64	-0,68	1965,7	-165,89	-3,84	-0,18	0,12	-0,06
POS 700	21,44	12,19	127,88	-0,75	2330,9	-162,26	-0,48	-0,08	10,82	-0,06
POS 600	18,51	10,21	107,19	-0,76	2038,5	-136,91	-0,82	0,02	9,70	-0,06
POS 500	15,58	7,94	86,83	-0,76	1684,1	-111,88	-0,87	0,13	7,80	-0,06
POS 400	12,65	5,62	66,48	-0,73	1298,6	-87,45	-0,94	0,20	5,79	-0,06
POS 300	9,72	3,41	46,98	-0,67	903,15	-64,38	-0,98	0,23	3,80	-0,06
POS 200	6,79	1,54	29,36	-0,56	529,46	-43,09	-0,95	0,21	2,01	-0,05
POS 100	3,86	0,37	15,67	-0,40	243,52	-25,27	-0,60	0,14	0,74	-0,03
POS 000	0,00	0,01	3,31	-0,38	13,00	-6,18	1,79	0,00	0,10	-0,03
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$\Sigma=$	52,41	625,34	-5,69	11007	-803,32	-7,67	0,68	40,89	-0,47

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]
POS 800	24,37	-0,72	-43,66	0,49	-1465,92	-17,07	6,30	-17,93	51,29	-2,83
POS 700	21,44	-0,44	-15,56	0,59	-905,61	-82,32	5,40	-14,14	107,62	-3,02
POS 600	18,51	0,74	6,07	0,54	91,64	-12,91	4,90	2,17	18,06	-2,63
POS 500	15,58	1,59	23,89	0,40	967,07	53,18	3,50	16,07	-66,90	-1,96
POS 400	12,65	1,76	35,25	0,20	1498,7	94,96	1,62	23,22	-123,21	-1,04
POS 300	9,72	1,25	38,38	-0,00	1572,8	101,40	-0,32	22,82	-137,52	-0,07
POS 200	6,79	0,33	33,35	-0,17	1221,0	75,40	-1,66	16,39	-111,11	0,66
POS 100	3,86	-0,37	23,37	-0,21	687,26	38,20	-0,27	8,23	-66,42	0,96
POS 000	0,00	0,03	6,52	-0,25	43,86	7,37	3,75	0,85	-16,68	1,03
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$\Sigma=$	4,17	107,60	1,58	3710,9	258,21	23,20	57,68	-344,88	-8,89

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]
POS 800	24,37	699,47	40,62	-12,56	58,91	126,92	0,21	22,83	-180,01	7,79
POS 700	21,44	-92,91	-42,08	-8,88	19,77	5,02	0,23	35,16	40,59	6,86
POS 600	18,51	-653,54	-39,54	-4,72	-66,32	-107,71	0,14	-31,36	152,73	3,33
POS 500	15,58	-675,85	-12,71	-1,01	-90,16	-137,20	1,38	-67,10	155,00	0,33
POS 400	12,65	-164,58	26,78	1,06	-31,48	-72,65	2,54	-38,21	49,82	-1,64
POS 300	9,72	498,08	53,02	1,12	59,54	42,36	2,70	28,74	-92,69	-2,01
POS 200	6,79	835,83	44,30	-0,13	110,02	136,12	1,69	76,84	-179,89	-1,06
POS 100	3,86	684,56	12,71	0,01	90,78	156,95	0,61	71,91	-171,82	0,37
POS 000	0,00	49,94	-4,69	3,63	7,44	59,68	0,28	6,24	-59,01	1,39
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	1181,0	78,42	-21,48	158,49	209,50	9,78	105,06	-285,27	15,36

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]
POS 800	24,37	-54,31	-15,89	1,71	-348,65	41,81	0,01	-0,39	1,95	-0,39
POS 700	21,44	58,83	87,94	0,75	286,32	-118,16	0,55	0,21	-0,21	-0,31
POS 600	18,51	50,51	-14,79	-0,12	425,92	7,98	0,40	0,62	-2,04	-0,23
POS 500	15,58	-17,13	-83,98	0,41	-24,75	87,63	-1,10	0,12	-1,57	-0,13
POS 400	12,65	-59,73	-64,12	1,48	-466,73	64,13	-1,09	-0,61	0,41	-0,03
POS 300	9,72	-28,25	22,00	1,88	-283,12	-20,54	0,22	-0,51	1,55	0,03
POS 200	6,79	36,39	94,52	1,13	298,04	-82,69	1,20	0,24	0,63	0,06
POS 100	3,86	59,48	99,53	-0,14	541,99	-83,60	2,54	0,63	-1,05	0,06
POS 000	0,00	3,94	34,93	-0,38	48,34	-32,55	3,75	0,00	-1,19	0,09
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	49,73	160,15	6,71	477,36	-136,00	6,50	0,32	-1,52	-0,83

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]
POS 800	24,37	0,18	-4,20	0,13	157,96	26,67	-3,31	24,18	-28,86	2,41
POS 700	21,44	-0,30	3,45	0,08	-300,38	-40,78	-0,88	-42,87	30,03	1,65
POS 600	18,51	-0,04	5,04	0,00	-10,22	-0,33	1,29	-7,11	18,27	0,11
POS 500	15,58	0,14	0,31	-0,03	277,54	22,74	1,96	41,72	-6,96	-1,30
POS 400	12,65	0,06	-4,99	0,01	25,58	-5,11	1,93	9,72	-13,08	-1,99
POS 300	9,72	-0,02	-4,47	0,09	-270,18	-28,41	2,68	-40,15	1,32	-1,62
POS 200	6,79	0,04	1,39	0,11	-29,43	3,37	2,76	-9,21	7,78	-0,68
POS 100	3,86	0,06	6,08	0,07	291,65	48,87	1,61	40,12	-5,75	0,09
POS 000	0,00	-0,01	3,57	0,02	29,00	37,48	1,19	2,90	-16,69	0,83
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	0,11	6,18	0,48	171,52	64,50	9,22	19,29	-13,93	-0,51

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]
POS 800	24,37	3,89	6,23	-1,25	-60,25	19,92	1,52	-8,07	-19,66	-0,01
POS 700	21,44	-7,10	22,60	-0,86	193,83	-26,58	0,98	21,80	27,71	-0,30
POS 600	18,51	-2,19	-38,69	0,00	-183,98	-21,43	0,90	-16,25	17,81	-0,59
POS 500	15,58	9,29	-32,62	0,95	-49,22	33,64	1,18	-9,06	-30,02	-0,27
POS 400	12,65	2,59	28,24	0,77	216,08	28,98	0,61	21,89	-23,98	0,12
POS 300	9,72	-11,33	48,27	-0,39	-90,53	-36,92	0,98	-5,73	27,53	-0,24
POS 200	6,79	-1,83	-5,27	-1,14	-157,33	-38,75	2,54	-16,91	30,31	-0,89
POS 100	3,86	14,04	-57,23	-0,53	199,64	35,61	2,73	17,54	-23,48	-0,95
POS 000	0,00	2,93	-36,54	-0,26	23,39	59,53	1,92	2,37	-45,18	-0,55
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	10,28	-65,02	-2,72	91,64	53,98	13,35	7,57	-38,94	-3,67

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	0,63	-4,58	0,55	15,37	0,19	0,22
POS 700	21,44	-1,53	7,64	0,24	-80,16	4,40	0,65
POS 600	18,51	0,80	1,24	-0,10	151,44	-9,56	0,74
POS 500	15,58	1,01	-5,50	-0,14	-134,09	-1,77	0,53
POS 400	12,65	-1,39	-1,86	0,06	23,28	15,60	0,38
POS 300	9,72	-0,04	3,56	0,21	103,16	-0,70	0,14
POS 200	6,79	1,19	0,93	0,17	-157,67	-20,12	0,94
POS 100	3,86	-0,60	-3,22	0,05	105,33	4,76	1,52
POS 000	0,00	0,22	-0,73	-0,06	14,69	34,89	1,44
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	0,29	-2,51	0,99	41,35	27,68	6,58

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sy (+e)

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]
POS 800	24,37	132,73	1690,0	-8,15	-143,46	12,11	0,28	-10,64	7,18	-3,42
POS 700	21,44	145,49	1525,8	-8,95	-170,12	11,84	0,03	-5,06	652,39	-3,71
POS 600	18,51	121,78	1279,0	-9,12	-148,77	9,99	0,06	1,19	584,91	-3,82
POS 500	15,58	94,72	1036,0	-9,01	-122,91	8,17	0,06	7,64	470,16	-3,86
POS 400	12,65	67,04	793,23	-8,66	-94,78	6,38	0,07	12,15	349,26	-3,76
POS 300	9,72	40,67	560,54	-7,95	-65,91	4,70	0,07	13,97	229,09	-3,42
POS 200	6,79	18,36	350,34	-6,71	-38,64	3,15	0,07	12,65	121,09	-2,79
POS 100	3,86	4,40	186,94	-4,82	-17,77	1,84	0,04	8,71	44,90	-1,76
POS 000	0,00	0,15	39,54	-4,51	-0,95	0,45	-0,13	0,27	5,83	-1,64
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	625,34	7461,4	-67,88	-803,32	58,63	0,56	40,89	2464,8	-28,19

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]
POS 800	24,37	-18,57	-1126,59	12,56	-102,00	-1,19	0,44	107,19	-306,68	16,94
POS 700	21,44	-11,28	-401,52	15,18	-63,01	-5,73	0,38	84,57	-643,47	18,05
POS 600	18,51	19,07	156,62	13,80	6,38	-0,90	0,34	-12,97	-108,00	15,70
POS 500	15,58	41,13	616,46	10,26	67,29	3,70	0,24	-96,08	400,03	11,73
POS 400	12,65	45,48	909,53	5,27	104,28	6,61	0,11	-138,87	736,69	6,20
POS 300	9,72	32,12	990,24	-0,08	109,44	7,06	-0,02	-136,45	822,26	0,41
POS 200	6,79	8,42	860,34	-4,28	84,96	5,25	-0,12	-97,98	664,37	-3,94
POS 100	3,86	-9,59	602,97	-5,48	47,82	2,66	-0,02	-49,22	397,14	-5,75
POS 000	0,00	0,83	168,26	-6,43	3,05	0,51	0,26	-5,08	99,74	-6,17
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	107,60	2776,3	40,82	258,21	17,97	1,61	-344,88	2062,1	53,18

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]
POS 800	24,37	46,44	2,70	-0,83	77,88	167,77	0,28	-61,99	488,78	-21,16
POS 700	21,44	-6,17	-2,79	-0,59	26,13	6,64	0,30	-95,46	-110,21	-18,64
POS 600	18,51	-43,39	-2,63	-0,31	-87,67	-142,37	0,18	85,14	-414,71	-9,05
POS 500	15,58	-44,87	-0,84	-0,07	-119,17	-181,36	1,82	182,20	-420,87	-0,88
POS 400	12,65	-10,93	1,78	0,07	-41,62	-96,03	3,36	103,75	-135,28	4,46
POS 300	9,72	33,07	3,52	0,07	78,70	56,00	3,57	-78,05	251,68	5,46
POS 200	6,79	55,50	2,94	-0,01	145,43	179,94	2,24	-208,65	488,46	2,87
POS 100	3,86	45,45	0,84	0,00	120,00	207,47	0,80	-195,25	466,53	-1,00
POS 000	0,00	3,32	-0,31	0,24	9,83	78,89	0,38	-16,96	160,22	-3,77
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	78,42	5,21	-1,43	209,50	276,93	12,92	-285,27	774,59	-41,72

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]
POS 800	24,37	-174,90	-51,18	5,52	99,34	-11,91	-0,00	1,87	-9,38	1,85
POS 700	21,44	189,46	283,20	2,40	-81,58	33,67	-0,16	-1,02	1,02	1,49
POS 600	18,51	162,67	-47,62	-0,40	-121,35	-2,27	-0,12	-2,96	9,80	1,10
POS 500	15,58	-55,17	-270,43	1,31	7,05	-24,97	0,31	-0,56	7,54	0,60
POS 400	12,65	-192,34	-206,48	4,75	132,98	-18,27	0,31	2,91	-1,96	0,15
POS 300	9,72	-90,99	70,84	6,06	80,67	5,85	-0,06	2,45	-7,47	-0,15
POS 200	6,79	117,19	304,40	3,64	-84,91	23,56	-0,34	-1,17	-3,02	-0,31
POS 100	3,86	191,54	320,51	-0,45	-154,42	23,82	-0,72	-3,02	5,05	-0,31
POS 000	0,00	12,69	112,48	-1,23	-13,77	9,27	-1,07	-0,02	5,72	-0,44
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	160,15	515,73	21,60	-136,00	38,75	-1,85	-1,52	7,31	3,99

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]
POS 800	24,37	10,39	-242,98	7,33	59,40	10,03	-1,25	-17,46	20,84	-1,74
POS 700	21,44	-17,61	199,40	4,62	-112,95	-15,33	-0,33	30,96	-21,69	-1,19
POS 600	18,51	-2,47	291,38	0,26	-3,84	-0,12	0,48	5,13	-13,19	-0,08
POS 500	15,58	8,15	18,05	-1,85	104,36	8,55	0,74	-30,13	5,03	0,94
POS 400	12,65	3,74	-288,61	0,59	9,62	-1,92	0,73	-7,02	9,44	1,44
POS 300	9,72	-1,19	-258,50	5,11	-101,60	-10,68	1,01	29,00	-0,95	1,17
POS 200	6,79	2,25	80,42	6,60	-11,07	1,27	1,04	6,65	-5,62	0,49
POS 100	3,86	3,57	351,58	3,87	109,67	18,38	0,61	-28,97	4,15	-0,06
POS 000	0,00	-0,66	206,63	1,30	10,90	14,09	0,45	-2,09	12,05	-0,60
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	6,18	357,38	27,84	64,50	24,25	3,47	-13,93	10,06	0,37

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]
POS 800	24,37	-24,62	-39,38	7,94	-35,49	11,73	0,89	41,47	101,06	0,04
POS 700	21,44	44,93	-142,94	5,44	114,18	-15,66	0,58	-112,09	-142,43	1,54
POS 600	18,51	13,85	244,75	-0,02	-108,38	-12,63	0,53	83,54	-91,58	3,04
POS 500	15,58	-58,73	206,33	-5,99	-29,00	19,82	0,69	46,58	154,30	1,38
POS 400	12,65	-16,39	-178,61	-4,85	127,29	17,07	0,36	-112,51	123,25	-0,60
POS 300	9,72	71,69	-305,36	2,48	-53,33	-21,75	0,58	29,47	-141,55	1,22
POS 200	6,79	11,55	33,34	7,23	-92,68	-22,83	1,50	86,91	-155,83	4,59
POS 100	3,86	-88,79	362,01	3,37	117,60	20,98	1,61	-90,16	120,69	4,88
POS 000	0,00	-18,51	231,15	1,62	13,78	35,07	1,13	-12,16	232,26	2,80
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	-65,02	411,30	17,20	53,98	31,80	7,86	-38,94	200,19	18,89

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	-5,53	40,07	-4,80	10,29	0,13	0,15
POS 700	21,44	13,35	-66,88	-2,10	-53,67	2,95	0,43
POS 600	18,51	-7,04	-10,85	0,83	101,38	-6,40	0,49
POS 500	15,58	-8,79	48,12	1,24	-89,77	-1,19	0,36
POS 400	12,65	12,15	16,26	-0,52	15,59	10,44	0,26
POS 300	9,72	0,39	-31,14	-1,88	69,06	-0,47	0,09
POS 200	6,79	-10,39	-8,16	-1,45	-105,55	-13,47	0,63
POS 100	3,86	5,28	28,21	-0,48	70,52	3,19	1,02
POS 000	0,00	-1,93	6,38	0,50	9,84	23,35	0,96
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	-2,51	22,01	-8,65	27,68	18,53	4,40

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sy (-e)

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]
POS 800	24,37	132,73	1690,0	-8,15	-143,46	12,11	0,28	-10,64	7,18	-3,42
POS 700	21,44	145,49	1525,8	-8,95	-170,12	11,84	0,03	-5,06	652,39	-3,71
POS 600	18,51	121,78	1279,0	-9,12	-148,77	9,99	0,06	1,19	584,91	-3,82
POS 500	15,58	94,72	1036,0	-9,01	-122,91	8,17	0,06	7,64	470,16	-3,86
POS 400	12,65	67,04	793,23	-8,66	-94,78	6,38	0,07	12,15	349,26	-3,76
POS 300	9,72	40,67	560,54	-7,95	-65,91	4,70	0,07	13,97	229,09	-3,42
POS 200	6,79	18,36	350,34	-6,71	-38,64	3,15	0,07	12,65	121,09	-2,79
POS 100	3,86	4,40	186,94	-4,82	-17,77	1,84	0,04	8,71	44,90	-1,76
POS 000	0,00	0,15	39,54	-4,51	-0,95	0,45	-0,13	0,27	5,83	-1,64
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	625,34	7461,4	-67,88	-803,32	58,63	0,56	40,89	2464,8	-28,19

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]
POS 800	24,37	-18,57	-1126,59	12,56	-102,00	-1,19	0,44	107,19	-306,68	16,94
POS 700	21,44	-11,28	-401,52	15,18	-63,01	-5,73	0,38	84,57	-643,47	18,05
POS 600	18,51	19,07	156,62	13,80	6,38	-0,90	0,34	-12,97	-108,00	15,70
POS 500	15,58	41,13	616,46	10,26	67,29	3,70	0,24	-96,08	400,03	11,73
POS 400	12,65	45,48	909,53	5,27	104,28	6,61	0,11	-138,87	736,69	6,20
POS 300	9,72	32,12	990,24	-0,08	109,44	7,06	-0,02	-136,45	822,26	0,41
POS 200	6,79	8,42	860,34	-4,28	84,96	5,25	-0,12	-97,98	664,37	-3,94
POS 100	3,86	-9,59	602,97	-5,48	47,82	2,66	-0,02	-49,22	397,14	-5,75
POS 000	0,00	0,83	168,26	-6,43	3,05	0,51	0,26	-5,08	99,74	-6,17
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	107,60	2776,3	40,82	258,21	17,97	1,61	-344,88	2062,1	53,18

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]
POS 800	24,37	46,44	2,70	-0,83	77,88	167,77	0,28	-61,99	488,78	-21,16
POS 700	21,44	-6,17	-2,79	-0,59	26,13	6,64	0,30	-95,46	-110,21	-18,64
POS 600	18,51	-43,39	-2,63	-0,31	-87,67	-142,37	0,18	85,14	-414,71	-9,05
POS 500	15,58	-44,87	-0,84	-0,07	-119,17	-181,36	1,82	182,20	-420,87	-0,88
POS 400	12,65	-10,93	1,78	0,07	-41,62	-96,03	3,36	103,75	-135,28	4,46
POS 300	9,72	33,07	3,52	0,07	78,70	56,00	3,57	-78,05	251,68	5,46
POS 200	6,79	55,50	2,94	-0,01	145,43	179,94	2,24	-208,65	488,46	2,87
POS 100	3,86	45,45	0,84	0,00	120,00	207,47	0,80	-195,25	466,53	-1,00
POS 000	0,00	3,32	-0,31	0,24	9,83	78,89	0,38	-16,96	160,22	-3,77
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	78,42	5,21	-1,43	209,50	276,93	12,92	-285,27	774,59	-41,72

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]
POS 800	24,37	-174,90	-51,18	5,52	99,34	-11,91	-0,00	1,87	-9,38	1,85
POS 700	21,44	189,46	283,20	2,40	-81,58	33,67	-0,16	-1,02	1,02	1,49
POS 600	18,51	162,67	-47,62	-0,40	-121,35	-2,27	-0,12	-2,96	9,80	1,10
POS 500	15,58	-55,17	-270,43	1,31	7,05	-24,97	0,31	-0,56	7,54	0,60
POS 400	12,65	-192,34	-206,48	4,75	132,98	-18,27	0,31	2,91	-1,96	0,15
POS 300	9,72	-90,99	70,84	6,06	80,67	5,85	-0,06	2,45	-7,47	-0,15
POS 200	6,79	117,19	304,40	3,64	-84,91	23,56	-0,34	-1,17	-3,02	-0,31
POS 100	3,86	191,54	320,51	-0,45	-154,42	23,82	-0,72	-3,02	5,05	-0,31
POS 000	0,00	12,69	112,48	-1,23	-13,77	9,27	-1,07	-0,02	5,72	-0,44
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	160,15	515,73	21,60	-136,00	38,75	-1,85	-1,52	7,31	3,99

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]
POS 800	24,37	10,39	-242,98	7,33	59,40	10,03	-1,25	-17,46	20,84	-1,74
POS 700	21,44	-17,61	199,40	4,62	-112,95	-15,33	-0,33	30,96	-21,69	-1,19
POS 600	18,51	-2,47	291,38	0,26	-3,84	-0,12	0,48	5,13	-13,19	-0,08
POS 500	15,58	8,15	18,05	-1,85	104,36	8,55	0,74	-30,13	5,03	0,94
POS 400	12,65	3,74	-288,61	0,59	9,62	-1,92	0,73	-7,02	9,44	1,44
POS 300	9,72	-1,19	-258,50	5,11	-101,60	-10,68	1,01	29,00	-0,95	1,17
POS 200	6,79	2,25	80,42	6,60	-11,07	1,27	1,04	6,65	-5,62	0,49
POS 100	3,86	3,57	351,58	3,87	109,67	18,38	0,61	-28,97	4,15	-0,06
POS 000	0,00	-0,66	206,63	1,30	10,90	14,09	0,45	-2,09	12,05	-0,60
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	6,18	357,38	27,84	64,50	24,25	3,47	-13,93	10,06	0,37

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]
POS 800	24,37	-24,62	-39,38	7,94	-35,49	11,73	0,89	41,47	101,06	0,04
POS 700	21,44	44,93	-142,94	5,44	114,18	-15,66	0,58	-112,09	-142,43	1,54
POS 600	18,51	13,85	244,75	-0,02	-108,38	-12,63	0,53	83,54	-91,58	3,04
POS 500	15,58	-58,73	206,33	-5,99	-29,00	19,82	0,69	46,58	154,30	1,38
POS 400	12,65	-16,39	-178,61	-4,85	127,29	17,07	0,36	-112,51	123,25	-0,60
POS 300	9,72	71,69	-305,36	2,48	-53,33	-21,75	0,58	29,47	-141,55	1,22
POS 200	6,79	11,55	33,34	7,23	-92,68	-22,83	1,50	86,91	-155,83	4,59
POS 100	3,86	-88,79	362,01	3,37	117,60	20,98	1,61	-90,16	120,69	4,88
POS 000	0,00	-18,51	231,15	1,62	13,78	35,07	1,13	-12,16	232,26	2,80
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	-65,02	411,30	17,20	53,98	31,80	7,86	-38,94	200,19	18,89

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	-5,53	40,07	-4,80	10,29	0,13	0,15
POS 700	21,44	13,35	-66,88	-2,10	-53,67	2,95	0,43
POS 600	18,51	-7,04	-10,85	0,83	101,38	-6,40	0,49
POS 500	15,58	-8,79	48,12	1,24	-89,77	-1,19	0,36
POS 400	12,65	12,15	16,26	-0,52	15,59	10,44	0,26
POS 300	9,72	0,39	-31,14	-1,88	69,06	-0,47	0,09
POS 200	6,79	-10,39	-8,16	-1,45	-105,55	-13,47	0,63
POS 100	3,86	5,28	28,21	-0,48	70,52	3,19	1,02
POS 000	0,00	-1,93	6,38	0,50	9,84	23,35	0,96
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$\Sigma=$	-2,51	22,01	-8,65	27,68	18,53	4,40

Faktori participacije - relativno učešće

Ton \ Naziv	1, Sx (+e)	2, Sx (-e)	3, Sy (+e)	4, Sy (-e)
1	0,003	0,003	0,426	0,426
2	0,642	0,642	0,003	0,003
3	0,000	0,000	0,141	0,141
4	0,000	0,000	0,158	0,158
5	0,216	0,216	0,001	0,001
6	0,003	0,003	0,118	0,118
7	0,069	0,069	0,000	0,000
8	0,009	0,009	0,016	0,016
9	0,006	0,006	0,044	0,044

10	0,003	0,003	0,029	0,029
11	0,028	0,028	0,002	0,002
12	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,000	0,000	0,020	0,020
14	0,010	0,010	0,001	0,001
15	0,001	0,001	0,001	0,001
16	0,001	0,001	0,023	0,023
17	0,005	0,005	0,002	0,002
18	0,000	0,000	0,011	0,011
19	0,000	0,000	0,001	0,001
20	0,002	0,002	0,001	0,001

Faktori participacije - angažovanje mase

Ton	U [$\alpha=0^\circ$]	U [$\alpha=90^\circ$]
1	0,37	52,52
2	65,90	0,35
3	0,00	13,06
4	0,02	10,27
5	13,46	0,07
6	0,21	7,67
7	4,49	0,02
8	0,62	1,09
9	0,42	3,12
10	0,20	2,12

11	1,94	0,16
12	0,00	0,03
13	0,00	1,55
14	0,72	0,10
15	0,08	0,04
16	0,05	1,83
17	0,39	0,14
18	0,03	0,90
19	0,00	0,10
20	0,18	0,08
ΣU (%)	89,10	95,21

Poprečne sile u osnovi [0,00 m]

Slučaj opterećenja	Ugao α [°]	VtB[kN]
Sx	0	11734,62
Sy	90	8889,82

4.2.3.4.3. Model 3 – gredni sistem

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998)

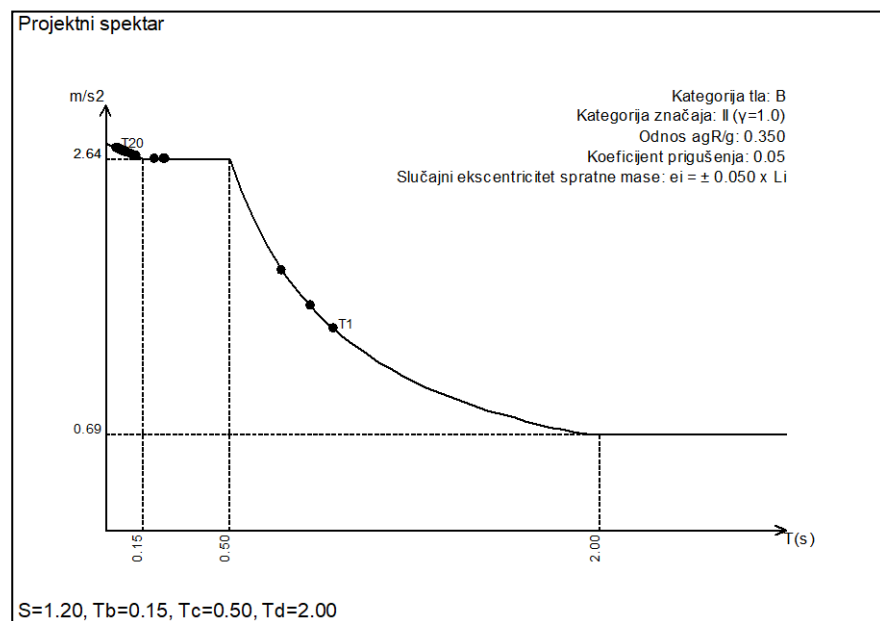
Kategorija tla:	B
Kategorija značaja:	II ($\gamma=1,0$)
Odnos $a_g R/g$:	0,350
Koeficijent prigušenja:	0,05
Slučajni ekscentricitet spratne mase:	$e_i = \pm 0,050 \times L_i$

Faktori pravca zemljotresa:

Slučaj opterećenja	Ugao α [°]	k, α	$k, \alpha+90^\circ$	k_z	Faktor q
Sx	0	1,000	0,000	0,000	3,900*
Sy	90	1,000	0,000	0,000	3,900*

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td	avg/ag
Sx	1,200	0,150	0,500	2,000	1,000
Sy	1,200	0,150	0,500	2,000	1,000



Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sx (+e)

Konstrukcija regularna po visini, Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima (Okvirni: Višespratni, više polja - $\alpha_u/\alpha_l=1,3$), Klasa duktilnosti DCM:

$q_0=3\alpha_u/\alpha_l=3,90$

Okvirni i dvojni dominantno okvirni sistem: $\alpha_0=2,00$, $k_w=1,00$,

Faktor ponašanja: $q=q_0 \cdot k_w=3,90$

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]
POS 800	24,37	12,44	137,63	-0,51	1562,6	-153,90	-4,26	-0,02	0,08	-0,00
POS 700	21,44	13,92	119,95	-0,62	1866,2	-136,38	-1,38	-0,02	0,86	-0,00
POS 600	18,51	11,76	101,03	-0,64	1636,4	-114,87	-1,88	-0,01	0,77	-0,00
POS 500	15,58	9,25	82,55	-0,64	1356,0	-94,39	-2,01	0,00	0,63	-0,00
POS 400	12,65	6,63	63,86	-0,63	1049,1	-74,29	-2,11	0,01	0,47	-0,00
POS 300	9,72	4,11	45,72	-0,59	732,21	-55,20	-2,08	0,01	0,32	-0,00
POS 200	6,79	1,93	29,07	-0,50	431,07	-37,45	-1,86	0,01	0,17	-0,00
POS 100	3,86	0,53	15,85	-0,36	198,78	-22,36	-0,99	0,01	0,07	-0,00
POS 000	0,00	0,03	3,49	-0,35	11,17	-5,58	1,03	0,00	0,01	-0,00
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	60,59	599,15	-4,84	8843,5	-694,42	-15,55	0,00	3,38	-0,03

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]
POS 800	24,37	-1,75	31,51	-0,26	-1158,57	-76,95	7,34	-10,33	37,43	-1,50
POS 700	21,44	-1,07	11,18	-0,38	-727,03	-81,13	7,09	-8,52	75,75	-1,75
POS 600	18,51	-0,38	-3,92	-0,35	62,21	-2,90	7,04	1,30	14,09	-1,52
POS 500	15,58	0,34	-16,46	-0,26	759,10	68,62	5,19	9,62	-45,12	-1,13
POS 400	12,65	1,04	-24,61	-0,13	1185,4	115,01	2,54	13,75	-85,11	-0,58
POS 300	9,72	1,54	-27,06	0,00	1248,8	125,51	-0,35	13,35	-96,24	-0,01
POS 200	6,79	1,67	-23,78	0,11	972,12	101,49	-2,40	9,44	-78,84	0,43
POS 100	3,86	1,35	-16,86	0,14	546,83	61,62	-0,99	4,65	-47,92	0,62
POS 000	0,00	0,05	-4,82	0,18	36,58	15,28	1,44	0,53	-12,37	0,72
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	2,78	-74,82	-0,94	2925,4	326,54	26,90	33,79	-238,33	-4,72

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]
POS 800	24,37	592,85	34,48	-10,23	41,24	94,23	0,19	13,80	-142,70	4,67
POS 700	21,44	-70,26	-31,19	-7,57	17,48	6,52	0,12	27,15	29,18	4,58
POS 600	18,51	-552,91	-32,95	-3,99	-47,40	-78,65	0,10	-20,29	119,73	2,19
POS 500	15,58	-578,99	-13,85	0,34	-67,28	-103,00	1,12	-47,63	124,16	0,10
POS 400	12,65	-146,86	18,03	2,90	-24,83	-57,16	2,08	-28,55	42,69	-1,24
POS 300	9,72	419,43	41,65	2,77	43,15	27,87	2,17	19,09	-70,34	-1,49
POS 200	6,79	711,32	37,83	0,65	81,61	99,26	1,33	54,33	-141,36	-0,88
POS 100	3,86	582,94	13,96	0,04	67,57	117,03	0,49	51,42	-136,82	0,10
POS 000	0,00	44,65	-2,18	1,84	5,86	45,61	0,08	4,69	-47,96	0,89
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	1002,2	65,76	-13,26	117,37	151,71	7,67	74,01	-223,43	8,92

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]
POS 800	24,37	-52,91	-13,74	1,46	-308,11	37,01	1,71	-0,31	1,62	-0,29
POS 700	21,44	56,32	81,59	0,70	251,33	-108,75	1,52	0,15	-0,10	-0,25
POS 600	18,51	50,07	-13,61	-0,12	377,16	7,37	-0,04	0,51	-1,67	-0,19
POS 500	15,58	-15,88	-78,48	0,19	-20,49	81,93	-2,01	0,11	-1,37	-0,11
POS 400	12,65	-58,65	-60,76	1,17	-412,17	61,14	-1,11	-0,49	0,24	-0,03
POS 300	9,72	-28,25	19,28	1,67	-250,88	-18,08	1,37	-0,42	1,27	0,03
POS 200	6,79	35,80	87,64	1,08	263,03	-77,91	2,27	0,19	0,59	0,06
POS 100	3,86	58,74	93,12	-0,03	477,59	-79,90	2,40	0,51	-0,78	0,05
POS 000	0,00	4,22	33,28	-0,53	44,95	-31,38	2,10	0,00	-0,96	0,08
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	49,45	148,32	5,58	422,41	-128,58	8,21	0,25	-1,17	-0,64

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]
POS 800	24,37	0,16	-3,74	0,09	151,08	23,30	-3,09	19,86	-25,55	1,58
POS 700	21,44	-0,26	3,02	0,07	-286,33	-36,19	-0,56	-34,93	26,54	1,23
POS 600	18,51	-0,04	4,48	0,01	-11,40	0,19	2,11	-6,32	16,14	0,17
POS 500	15,58	0,12	0,33	-0,02	265,73	20,73	2,06	34,25	-6,15	-1,09
POS 400	12,65	0,06	-4,39	0,01	25,41	-4,92	1,22	8,34	-11,45	-1,78
POS 300	9,72	-0,01	-3,99	0,07	-258,71	-26,08	2,42	-33,00	1,27	-1,42
POS 200	6,79	0,03	1,17	0,10	-28,54	3,04	3,28	-7,74	6,78	-0,51
POS 100	3,86	0,05	5,35	0,06	278,41	44,30	1,99	32,85	-5,34	0,03
POS 000	0,00	-0,01	3,20	0,02	29,46	33,87	0,44	2,54	-14,92	0,56
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	0,09	5,44	0,40	165,10	58,25	9,88	15,86	-12,69	-1,23

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]
POS 800	24,37	3,44	6,00	-1,01	-59,37	19,08	1,66	-7,43	-18,74	-0,06
POS 700	21,44	-6,26	20,86	-0,68	189,53	-25,10	0,83	20,06	26,16	-0,30
POS 600	18,51	-2,00	-35,85	0,06	-177,99	-20,61	0,52	-14,90	17,08	-0,57
POS 500	15,58	8,28	-30,46	0,78	-49,72	31,65	1,53	-8,41	-28,26	-0,22
POS 400	12,65	2,35	25,92	0,60	210,39	27,75	0,57	20,17	-22,90	0,04
POS 300	9,72	-10,15	44,89	-0,28	-87,13	-34,83	0,47	-5,26	25,90	-0,32
POS 200	6,79	-1,65	-4,41	-0,85	-153,42	-37,05	2,66	-15,57	28,95	-0,79
POS 100	3,86	12,60	-52,66	-0,41	193,84	33,55	2,88	16,14	-21,95	-0,78
POS 000	0,00	2,77	-34,14	-0,23	24,62	57,07	1,13	2,34	-43,26	-0,52
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	9,37	-59,84	-2,01	90,77	51,51	12,24	7,13	-37,03	-3,53

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	0,59	-4,42	0,43	16,32	-0,06	0,29
POS 700	21,44	-1,42	7,33	0,20	-82,43	4,47	0,77
POS 600	18,51	0,74	1,26	-0,07	153,07	-8,78	0,65
POS 500	15,58	0,95	-5,27	-0,12	-134,16	-2,13	0,43
POS 400	12,65	-1,29	-1,83	0,05	22,49	14,60	0,81
POS 300	9,72	-0,05	3,38	0,19	104,29	-0,22	0,06
POS 200	6,79	1,11	0,90	0,15	-158,71	-18,95	0,89
POS 100	3,86	-0,56	-3,04	0,07	105,84	4,19	1,68
POS 000	0,00	0,21	-0,64	-0,02	16,43	32,70	0,98
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$\Sigma=$	0,28	-2,33	0,88	43,15	25,82	6,55

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sx (-e)

Konstrukcija regularna po visini, Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima (Okvirni: Višespratni, više polja - $\alpha u/\alpha l=1,3$), Klasa duktilnosti DCM:

$q_0=3\alpha u/\alpha l=3,90$

Okvirni i dvojni dominantno okvirni sistem: $\alpha_0=2,00$, $k_w=1,00$,

Faktor ponašanja: $q=q_0 \cdot k_w=3,90$

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]
POS 800	24,37	12,44	137,63	-0,51	1562,6	-153,90	-4,26	-0,02	0,08	-0,00
POS 700	21,44	13,92	119,95	-0,62	1866,2	-136,38	-1,38	-0,02	0,86	-0,00
POS 600	18,51	11,76	101,03	-0,64	1636,4	-114,87	-1,88	-0,01	0,77	-0,00
POS 500	15,58	9,25	82,55	-0,64	1356,0	-94,39	-2,01	0,00	0,63	-0,00
POS 400	12,65	6,63	63,86	-0,63	1049,1	-74,29	-2,11	0,01	0,47	-0,00
POS 300	9,72	4,11	45,72	-0,59	732,21	-55,20	-2,08	0,01	0,32	-0,00
POS 200	6,79	1,93	29,07	-0,50	431,07	-37,45	-1,86	0,01	0,17	-0,00
POS 100	3,86	0,53	15,85	-0,36	198,78	-22,36	-0,99	0,01	0,07	-0,00
POS 000	0,00	0,03	3,49	-0,35	11,17	-5,58	1,03	0,00	0,01	-0,00
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$\Sigma=$	60,59	599,15	-4,84	8843,5	-694,42	-15,55	0,00	3,38	-0,03

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]
POS 800	24,37	-1,75	31,51	-0,26	-1158,57	-76,95	7,34	-10,33	37,43	-1,50
POS 700	21,44	-1,07	11,18	-0,38	-727,03	-81,13	7,09	-8,52	75,75	-1,75
POS 600	18,51	-0,38	-3,92	-0,35	62,21	-2,90	7,04	1,30	14,09	-1,52
POS 500	15,58	0,34	-16,46	-0,26	759,10	68,62	5,19	9,62	-45,12	-1,13
POS 400	12,65	1,04	-24,61	-0,13	1185,4	115,01	2,54	13,75	-85,11	-0,58
POS 300	9,72	1,54	-27,06	0,00	1248,8	125,51	-0,35	13,35	-96,24	-0,01
POS 200	6,79	1,67	-23,78	0,11	972,12	101,49	-2,40	9,44	-78,84	0,43
POS 100	3,86	1,35	-16,86	0,14	546,83	61,62	-0,99	4,65	-47,92	0,62
POS 000	0,00	0,05	-4,82	0,18	36,58	15,28	1,44	0,53	-12,37	0,72
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$\Sigma=$	2,78	-74,82	-0,94	2925,4	326,54	26,90	33,79	-238,33	-4,72

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]
POS 800	24,37	592,85	34,48	-10,23	41,24	94,23	0,19	13,80	-142,70	4,67
POS 700	21,44	-70,26	-31,19	-7,57	17,48	6,52	0,12	27,15	29,18	4,58
POS 600	18,51	-552,91	-32,95	-3,99	-47,40	-78,65	0,10	-20,29	119,73	2,19
POS 500	15,58	-578,99	-13,85	0,34	-67,28	-103,00	1,12	-47,63	124,16	0,10
POS 400	12,65	-146,86	18,03	2,90	-24,83	-57,16	2,08	-28,55	42,69	-1,24
POS 300	9,72	419,43	41,65	2,77	43,15	27,87	2,17	19,09	-70,34	-1,49
POS 200	6,79	711,32	37,83	0,65	81,61	99,26	1,33	54,33	-141,36	-0,88
POS 100	3,86	582,94	13,96	0,04	67,57	117,03	0,49	51,42	-136,82	0,10
POS 000	0,00	44,65	-2,18	1,84	5,86	45,61	0,08	4,69	-47,96	0,89
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	1002,2	65,76	-13,26	117,37	151,71	7,67	74,01	-223,43	8,92

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]
POS 800	24,37	-52,91	-13,74	1,46	-308,11	37,01	1,71	-0,31	1,62	-0,29
POS 700	21,44	56,32	81,59	0,70	251,33	-108,75	1,52	0,15	-0,10	-0,25
POS 600	18,51	50,07	-13,61	-0,12	377,16	7,37	-0,04	0,51	-1,67	-0,19
POS 500	15,58	-15,88	-78,48	0,19	-20,49	81,93	-2,01	0,11	-1,37	-0,11
POS 400	12,65	-58,65	-60,76	1,17	-412,17	61,14	-1,11	-0,49	0,24	-0,03
POS 300	9,72	-28,25	19,28	1,67	-250,88	-18,08	1,37	-0,42	1,27	0,03
POS 200	6,79	35,80	87,64	1,08	263,03	-77,91	2,27	0,19	0,59	0,06
POS 100	3,86	58,74	93,12	-0,03	477,59	-79,90	2,40	0,51	-0,78	0,05
POS 000	0,00	4,22	33,28	-0,53	44,95	-31,38	2,10	0,00	-0,96	0,08
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	49,45	148,32	5,58	422,41	-128,58	8,21	0,25	-1,17	-0,64

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]
POS 800	24,37	0,16	-3,74	0,09	151,08	23,30	-3,09	19,86	-25,55	1,58
POS 700	21,44	-0,26	3,02	0,07	-286,33	-36,19	-0,56	-34,93	26,54	1,23
POS 600	18,51	-0,04	4,48	0,01	-11,40	0,19	2,11	-6,32	16,14	0,17
POS 500	15,58	0,12	0,33	-0,02	265,73	20,73	2,06	34,25	-6,15	-1,09
POS 400	12,65	0,06	-4,39	0,01	25,41	-4,92	1,22	8,34	-11,45	-1,78
POS 300	9,72	-0,01	-3,99	0,07	-258,71	-26,08	2,42	-33,00	1,27	-1,42
POS 200	6,79	0,03	1,17	0,10	-28,54	3,04	3,28	-7,74	6,78	-0,51
POS 100	3,86	0,05	5,35	0,06	278,41	44,30	1,99	32,85	-5,34	0,03
POS 000	0,00	-0,01	3,20	0,02	29,46	33,87	0,44	2,54	-14,92	0,56
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	0,09	5,44	0,40	165,10	58,25	9,88	15,86	-12,69	-1,23

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]
POS 800	24,37	3,44	6,00	-1,01	-59,37	19,08	1,66	-7,43	-18,74	-0,06
POS 700	21,44	-6,26	20,86	-0,68	189,53	-25,10	0,83	20,06	26,16	-0,30
POS 600	18,51	-2,00	-35,85	0,06	-177,99	-20,61	0,52	-14,90	17,08	-0,57
POS 500	15,58	8,28	-30,46	0,78	-49,72	31,65	1,53	-8,41	-28,26	-0,22
POS 400	12,65	2,35	25,92	0,60	210,39	27,75	0,57	20,17	-22,90	0,04
POS 300	9,72	-10,15	44,89	-0,28	-87,13	-34,83	0,47	-5,26	25,90	-0,32
POS 200	6,79	-1,65	-4,41	-0,85	-153,42	-37,05	2,66	-15,57	28,95	-0,79
POS 100	3,86	12,60	-52,66	-0,41	193,84	33,55	2,88	16,14	-21,95	-0,78
POS 000	0,00	2,77	-34,14	-0,23	24,62	57,07	1,13	2,34	-43,26	-0,52
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	9,37	-59,84	-2,01	90,77	51,51	12,24	7,13	-37,03	-3,53

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	0,59	-4,42	0,43	16,32	-0,06	0,29
POS 700	21,44	-1,42	7,33	0,20	-82,43	4,47	0,77
POS 600	18,51	0,74	1,26	-0,07	153,07	-8,78	0,65
POS 500	15,58	0,95	-5,27	-0,12	-134,16	-2,13	0,43
POS 400	12,65	-1,29	-1,83	0,05	22,49	14,60	0,81
POS 300	9,72	-0,05	3,38	0,19	104,29	-0,22	0,06
POS 200	6,79	1,11	0,90	0,15	-158,71	-18,95	0,89
POS 100	3,86	-0,56	-3,04	0,07	105,84	4,19	1,68
POS 000	0,00	0,21	-0,64	-0,02	16,43	32,70	0,98
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	0,28	-2,33	0,88	43,15	25,82	6,55

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sy (+e)

Konstrukcija regularna po visini, Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima (Okvirni: Višespratni, više polja - $\alpha u/\alpha l=1,3$), Klasa duktilnosti DCM:

$q_0=3\alpha u/\alpha l=3,90$

Okvirni i dvojni dominantno okvirni sistem: $\alpha_0=2,00$, $k_w=1,00$,

Faktor ponašanja: $q=q_0 \cdot k_w=3,90$

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]
POS 800	24,37	123,00	1361,0	-5,00	-122,70	12,08	0,33	-15,82	65,68	-2,49
POS 700	21,44	137,61	1186,2	-6,17	-146,54	10,71	0,11	-12,14	664,29	-2,96
POS 600	18,51	116,31	999,09	-6,34	-128,49	9,02	0,15	-5,41	596,15	-3,08
POS 500	15,58	91,44	816,34	-6,36	-106,48	7,41	0,16	1,72	483,91	-3,15
POS 400	12,65	65,60	631,53	-6,23	-82,38	5,83	0,17	7,17	364,27	-3,11
POS 300	9,72	40,61	452,09	-5,79	-57,50	4,33	0,16	10,15	243,87	-2,90
POS 200	6,79	19,09	287,48	-4,97	-33,85	2,94	0,15	10,15	133,80	-2,42
POS 100	3,86	5,25	156,72	-3,59	-15,61	1,76	0,08	7,36	53,91	-1,61
POS 000	0,00	0,25	34,46	-3,43	-0,88	0,44	-0,08	0,20	8,34	-1,62
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	599,15	5924,8	-47,88	-694,42	54,53	1,22	3,38	2614,2	-23,34

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]
POS 800	24,37	47,04	-848,56	6,88	-129,32	-8,59	0,82	72,90	-264,02	10,58
POS 700	21,44	28,80	-301,00	10,24	-81,15	-9,06	0,79	60,08	-534,31	12,38
POS 600	18,51	10,33	105,53	9,32	6,94	-0,32	0,79	-9,18	-99,35	10,69
POS 500	15,58	-9,23	443,32	6,95	84,73	7,66	0,58	-67,84	318,23	7,95
POS 400	12,65	-28,02	662,62	3,57	132,32	12,84	0,28	-97,02	600,29	4,11
POS 300	9,72	-41,33	728,69	-0,11	139,39	14,01	-0,04	-94,15	678,85	0,05
POS 200	6,79	-44,86	640,22	-3,00	108,51	11,33	-0,27	-66,59	556,09	-3,05
POS 100	3,86	-36,26	454,03	-3,76	61,04	6,88	-0,11	-32,78	337,98	-4,35
POS 000	0,00	-1,30	129,73	-4,81	4,08	1,71	0,16	-3,75	87,25	-5,06
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	-74,82	2014,6	25,27	326,54	36,45	3,00	-238,33	1681,0	33,30

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]
POS 800	24,37	38,90	2,26	-0,67	53,30	121,79	0,24	-41,65	430,79	-14,10
POS 700	21,44	-4,61	-2,05	-0,50	22,59	8,43	0,16	-81,97	-88,08	-13,83
POS 600	18,51	-36,28	-2,16	-0,26	-61,27	-101,65	0,12	61,25	-361,44	-6,61
POS 500	15,58	-37,99	-0,91	0,02	-86,96	-133,13	1,45	143,80	-374,83	-0,30
POS 400	12,65	-9,64	1,18	0,19	-32,10	-73,88	2,68	86,18	-128,86	3,73
POS 300	9,72	27,52	2,73	0,18	55,77	36,02	2,81	-57,63	212,34	4,50
POS 200	6,79	46,68	2,48	0,04	105,48	128,30	1,71	-164,02	426,75	2,67
POS 100	3,86	38,25	0,92	0,00	87,33	151,26	0,63	-155,21	413,03	-0,29
POS 000	0,00	2,93	-0,14	0,12	7,57	58,95	0,10	-14,17	144,79	-2,70
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	65,76	4,32	-0,87	151,71	196,08	9,91	-223,43	674,49	-26,93

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]
POS 800	24,37	-158,71	-41,21	4,39	93,79	-11,26	-0,52	1,42	-7,50	1,34
POS 700	21,44	168,92	244,72	2,09	-76,50	33,10	-0,46	-0,70	0,47	1,14
POS 600	18,51	150,18	-40,83	-0,37	-114,81	-2,24	0,01	-2,33	7,73	0,86
POS 500	15,58	-47,63	-235,39	0,57	6,24	-24,94	0,61	-0,51	6,34	0,49
POS 400	12,65	-175,91	-182,26	3,51	125,46	-18,61	0,34	2,26	-1,12	0,13
POS 300	9,72	-84,74	57,82	5,02	76,37	5,50	-0,42	1,96	-5,84	-0,14
POS 200	6,79	107,37	262,88	3,24	-80,06	23,71	-0,69	-0,89	-2,72	-0,27
POS 100	3,86	176,19	279,33	-0,10	-145,38	24,32	-0,73	-2,36	3,60	-0,25
POS 000	0,00	12,66	99,82	-1,60	-13,68	9,55	-0,64	-0,02	4,45	-0,35
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	148,32	444,89	16,74	-128,58	39,14	-2,50	-1,17	5,40	2,95

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]
POS 800	24,37	9,32	-221,71	5,62	53,30	8,22	-1,09	-15,89	20,44	-1,26
POS 700	21,44	-15,44	179,15	3,97	-101,02	-12,77	-0,20	27,95	-21,23	-0,98
POS 600	18,51	-2,58	265,54	0,49	-4,02	0,07	0,74	5,06	-12,92	-0,14
POS 500	15,58	7,03	19,55	-1,30	93,75	7,31	0,73	-27,41	4,92	0,87
POS 400	12,65	3,59	-260,25	0,69	8,96	-1,73	0,43	-6,67	9,16	1,43
POS 300	9,72	-0,79	-236,47	4,39	-91,27	-9,20	0,85	26,40	-1,02	1,13
POS 200	6,79	1,90	69,62	5,67	-10,07	1,07	1,16	6,20	-5,43	0,41
POS 100	3,86	2,95	317,27	3,38	98,22	15,63	0,70	-26,29	4,27	-0,03
POS 000	0,00	-0,54	190,03	0,98	10,39	11,95	0,15	-2,04	11,94	-0,45
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	5,44	322,72	23,89	58,25	20,55	3,49	-12,69	10,15	0,98

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]
POS 800	24,37	-21,99	-38,34	6,44	-33,69	10,83	0,94	38,59	97,33	0,30
POS 700	21,44	39,99	-133,20	4,37	107,56	-14,24	0,47	-104,18	-135,82	1,58
POS 600	18,51	12,79	228,90	-0,40	-101,01	-11,70	0,29	77,39	-88,70	2,96
POS 500	15,58	-52,88	194,46	-5,01	-28,22	17,96	0,87	43,68	146,72	1,16
POS 400	12,65	-15,02	-165,49	-3,85	119,40	15,75	0,32	-104,71	118,93	-0,19
POS 300	9,72	64,83	-286,61	1,79	-49,44	-19,77	0,27	27,33	-134,47	1,68
POS 200	6,79	10,54	28,15	5,43	-87,07	-21,02	1,51	80,86	-150,30	4,09
POS 100	3,86	-80,42	336,18	2,62	110,01	19,04	1,63	-83,81	113,99	4,07
POS 000	0,00	-17,70	217,97	1,45	13,97	32,39	0,64	-12,17	224,60	2,70
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	-59,84	382,03	12,84	51,51	29,23	6,95	-37,03	192,29	18,34

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	-4,95	36,96	-3,61	9,77	-0,04	0,17
POS 700	21,44	11,89	-61,29	-1,66	-49,33	2,67	0,46
POS 600	18,51	-6,17	-10,52	0,54	91,61	-5,25	0,39
POS 500	15,58	-7,95	44,05	0,99	-80,29	-1,28	0,26
POS 400	12,65	10,80	15,31	-0,39	13,46	8,74	0,48
POS 300	9,72	0,41	-28,27	-1,57	62,41	-0,13	0,03
POS 200	6,79	-9,25	-7,55	-1,25	-94,98	-11,34	0,53
POS 100	3,86	4,64	25,40	-0,60	63,34	2,51	1,01
POS 000	0,00	-1,77	5,38	0,17	9,83	19,57	0,59
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	-2,33	19,46	-7,38	25,82	15,45	3,92

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Sy (-e)

Konstrukcija regularna po visini, Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima (Okvirni: Višespratni, više polja - $\alpha_u/\alpha_1=1,3$), Klasa duktilnosti DCM:

$q_0=3\alpha_u/\alpha_1=3,90$

Okvirni i dvojni dominantno okvirni sistem: $\alpha_0=2,00$, $k_w=1,00$,

Faktor ponašanja: $q=q_0 \cdot k_w=3,90$

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]
POS 800	24,37	123,00	1361,0	-5,00	-122,70	12,08	0,33	-15,82	65,68	-2,49
POS 700	21,44	137,61	1186,2	-6,17	-146,54	10,71	0,11	-12,14	664,29	-2,96
POS 600	18,51	116,31	999,09	-6,34	-128,49	9,02	0,15	-5,41	596,15	-3,08
POS 500	15,58	91,44	816,34	-6,36	-106,48	7,41	0,16	1,72	483,91	-3,15
POS 400	12,65	65,60	631,53	-6,23	-82,38	5,83	0,17	7,17	364,27	-3,11
POS 300	9,72	40,61	452,09	-5,79	-57,50	4,33	0,16	10,15	243,87	-2,90
POS 200	6,79	19,09	287,48	-4,97	-33,85	2,94	0,15	10,15	133,80	-2,42
POS 100	3,86	5,25	156,72	-3,59	-15,61	1,76	0,08	7,36	53,91	-1,61
POS 000	0,00	0,25	34,46	-3,43	-0,88	0,44	-0,08	0,20	8,34	-1,62
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	599,15	5924,8	-47,88	-694,42	54,53	1,22	3,38	2614,2	-23,34

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]
POS 800	24,37	47,04	-848,56	6,88	-129,32	-8,59	0,82	72,90	-264,02	10,58
POS 700	21,44	28,80	-301,00	10,24	-81,15	-9,06	0,79	60,08	-534,31	12,38
POS 600	18,51	10,33	105,53	9,32	6,94	-0,32	0,79	-9,18	-99,35	10,69
POS 500	15,58	-9,23	443,32	6,95	84,73	7,66	0,58	-67,84	318,23	7,95
POS 400	12,65	-28,02	662,62	3,57	132,32	12,84	0,28	-97,02	600,29	4,11
POS 300	9,72	-41,33	728,69	-0,11	139,39	14,01	-0,04	-94,15	678,85	0,05
POS 200	6,79	-44,86	640,22	-3,00	108,51	11,33	-0,27	-66,59	556,09	-3,05
POS 100	3,86	-36,26	454,03	-3,76	61,04	6,88	-0,11	-32,78	337,98	-4,35
POS 000	0,00	-1,30	129,73	-4,81	4,08	1,71	0,16	-3,75	87,25	-5,06
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	-74,82	2014,6	25,27	326,54	36,45	3,00	-238,33	1681,0	33,30

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]
POS 800	24,37	38,90	2,26	-0,67	53,30	121,79	0,24	-41,65	430,79	-14,10
POS 700	21,44	-4,61	-2,05	-0,50	22,59	8,43	0,16	-81,97	-88,08	-13,83
POS 600	18,51	-36,28	-2,16	-0,26	-61,27	-101,65	0,12	61,25	-361,44	-6,61
POS 500	15,58	-37,99	-0,91	0,02	-86,96	-133,13	1,45	143,80	-374,83	-0,30
POS 400	12,65	-9,64	1,18	0,19	-32,10	-73,88	2,68	86,18	-128,86	3,73
POS 300	9,72	27,52	2,73	0,18	55,77	36,02	2,81	-57,63	212,34	4,50
POS 200	6,79	46,68	2,48	0,04	105,48	128,30	1,71	-164,02	426,75	2,67
POS 100	3,86	38,25	0,92	0,00	87,33	151,26	0,63	-155,21	413,03	-0,29
POS 000	0,00	2,93	-0,14	0,12	7,57	58,95	0,10	-14,17	144,79	-2,70
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	65,76	4,32	-0,87	151,71	196,08	9,91	-223,43	674,49	-26,93

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]
POS 800	24,37	-158,71	-41,21	4,39	93,79	-11,26	-0,52	1,42	-7,50	1,34
POS 700	21,44	168,92	244,72	2,09	-76,50	33,10	-0,46	-0,70	0,47	1,14
POS 600	18,51	150,18	-40,83	-0,37	-114,81	-2,24	0,01	-2,33	7,73	0,86
POS 500	15,58	-47,63	-235,39	0,57	6,24	-24,94	0,61	-0,51	6,34	0,49
POS 400	12,65	-175,91	-182,26	3,51	125,46	-18,61	0,34	2,26	-1,12	0,13
POS 300	9,72	-84,74	57,82	5,02	76,37	5,50	-0,42	1,96	-5,84	-0,14
POS 200	6,79	107,37	262,88	3,24	-80,06	23,71	-0,69	-0,89	-2,72	-0,27
POS 100	3,86	176,19	279,33	-0,10	-145,38	24,32	-0,73	-2,36	3,60	-0,25
POS 000	0,00	12,66	99,82	-1,60	-13,68	9,55	-0,64	-0,02	4,45	-0,35
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	148,32	444,89	16,74	-128,58	39,14	-2,50	-1,17	5,40	2,95

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]
POS 800	24,37	9,32	-221,71	5,62	53,30	8,22	-1,09	-15,89	20,44	-1,26
POS 700	21,44	-15,44	179,15	3,97	-101,02	-12,77	-0,20	27,95	-21,23	-0,98
POS 600	18,51	-2,58	265,54	0,49	-4,02	0,07	0,74	5,06	-12,92	-0,14
POS 500	15,58	7,03	19,55	-1,30	93,75	7,31	0,73	-27,41	4,92	0,87
POS 400	12,65	3,59	-260,25	0,69	8,96	-1,73	0,43	-6,67	9,16	1,43
POS 300	9,72	-0,79	-236,47	4,39	-91,27	-9,20	0,85	26,40	-1,02	1,13
POS 200	6,79	1,90	69,62	5,67	-10,07	1,07	1,16	6,20	-5,43	0,41
POS 100	3,86	2,95	317,27	3,38	98,22	15,63	0,70	-26,29	4,27	-0,03
POS 000	0,00	-0,54	190,03	0,98	10,39	11,95	0,15	-2,04	11,94	-0,45
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	5,44	322,72	23,89	58,25	20,55	3,49	-12,69	10,15	0,98

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]
POS 800	24,37	-21,99	-38,34	6,44	-33,69	10,83	0,94	38,59	97,33	0,30
POS 700	21,44	39,99	-133,20	4,37	107,56	-14,24	0,47	-104,18	-135,82	1,58
POS 600	18,51	12,79	228,90	-0,40	-101,01	-11,70	0,29	77,39	-88,70	2,96
POS 500	15,58	-52,88	194,46	-5,01	-28,22	17,96	0,87	43,68	146,72	1,16
POS 400	12,65	-15,02	-165,49	-3,85	119,40	15,75	0,32	-104,71	118,93	-0,19
POS 300	9,72	64,83	-286,61	1,79	-49,44	-19,77	0,27	27,33	-134,47	1,68
POS 200	6,79	10,54	28,15	5,43	-87,07	-21,02	1,51	80,86	-150,30	4,09
POS 100	3,86	-80,42	336,18	2,62	110,01	19,04	1,63	-83,81	113,99	4,07
POS 000	0,00	-17,70	217,97	1,45	13,97	32,39	0,64	-12,17	224,60	2,70
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ=	-59,84	382,03	12,84	51,51	29,23	6,95	-37,03	192,29	18,34

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POS 800	24,37	-4,95	36,96	-3,61	9,77	-0,04	0,17
POS 700	21,44	11,89	-61,29	-1,66	-49,33	2,67	0,46
POS 600	18,51	-6,17	-10,52	0,54	91,61	-5,25	0,39
POS 500	15,58	-7,95	44,05	0,99	-80,29	-1,28	0,26
POS 400	12,65	10,80	15,31	-0,39	13,46	8,74	0,48
POS 300	9,72	0,41	-28,27	-1,57	62,41	-0,13	0,03
POS 200	6,79	-9,25	-7,55	-1,25	-94,98	-11,34	0,53
POS 100	3,86	4,64	25,40	-0,60	63,34	2,51	1,01
POS 000	0,00	-1,77	5,38	0,17	9,83	19,57	0,59
POS -100	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$\Sigma=$	-2,33	19,46	-7,38	25,82	15,45	3,92

Faktori participacije - relativno učešće

Ton \ Naziv	1, Sx (+e)	2, Sx (-e)	3, Sy (+e)	4, Sy (-e)
1	0,004	0,004	0,404	0,404
2	0,638	0,638	0,004	0,004
3	0,000	0,000	0,178	0,178
4	0,000	0,000	0,137	0,137
5	0,211	0,211	0,002	0,002
6	0,002	0,002	0,114	0,114
7	0,072	0,072	0,000	0,000
8	0,008	0,008	0,013	0,013
9	0,005	0,005	0,046	0,046
10	0,004	0,004	0,030	0,030

11	0,030	0,030	0,003	0,003
12	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,000	0,000	0,022	0,022
14	0,012	0,012	0,001	0,001
15	0,001	0,001	0,001	0,001
16	0,001	0,001	0,026	0,026
17	0,007	0,007	0,002	0,002
18	0,001	0,001	0,013	0,013
19	0,000	0,000	0,001	0,001
20	0,003	0,003	0,001	0,001

Faktori participacije - angažovanje mase

Ton	U [$\alpha=0^\circ$]	U [$\alpha=90^\circ$]
1	0,51	49,53
2	66,02	0,41
3	0,00	16,87
4	0,01	9,36
5	13,33	0,17
6	0,16	7,85
7	4,59	0,02
8	0,55	0,92
9	0,35	3,17
10	0,23	2,07
11	1,92	0,18

12	0,00	0,02
13	0,00	1,54
14	0,75	0,09
15	0,07	0,05
16	0,04	1,81
17	0,41	0,13
18	0,03	0,91
19	0,00	0,09
20	0,19	0,07
ΣU (%)	89,17	95,26

Poprečne sile u osnovi [0,00 m]

Slučaj opterećenja	Ugao $\alpha [^\circ]$	VtB[kN]
Sx	0	9424,46
Sy	90	7331,17

4.2.3.5. Provjera relativnog spratnog pomjeranja

4.2.3.5.1. Provjera efekata drugog reda (GSN)

Prema **EN 1998-1, član 2.2.2 5(P)** u analizi treba da se uzme u obzir i mogući uticaj efekata drugog reda na vrijednosti uticaja dejstava. Prema EN 1998-1, član 4.4.2.2 (2) efekti drugog reda se mogu zanemariti ako je ispunjen sledeći uslov:

$$\theta = \frac{P_{\text{tot}} \cdot d_r}{V_{\text{tot}} \cdot h} \leq 0,10$$

gdje je

θ koeficijent osjetljivosti relativnog spratnog horizontalnog pomjeranja

P_{tot} ukupno gravitaciono opterećenje na i iznad posmatranog sprata razmatrano u seizmičkoj proračunskoj situaciji

d_r proračunsko relativno spratno horizontalno pomjeranje, izračunato kao razlika između osrednjenih horizontalnih pomjeranja d_s na vrhu i na dnu posmatranog sprata

V_{tot} ukupna seizmička smičuća sila u posmatranog spratu

h spratna visina

4.2.3.5.1.1. Model 1 – bezgredni sistem (bez pune simetrije)

Opšti podaci konstrukcije za EC8 (Capacity design)

EC2 (EN 1992-1-1:2004)

Klasa duktilnosti DCM

Duktilni nenoseći elementi

Koeficijent osjetljivosti - 3. Sy (+e) (90°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs [mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6647,59	2183,20	74,16	0,077
POS 700	21,44	2,93	17648,97	4331,17	24,49	0,034
POS 600	18,51	2,93	28717,78	5797,08	23,60	0,040
POS 500	15,58	2,93	39786,58	6873,35	23,56	0,047
POS 400	12,65	2,93	50855,38	7817,87	22,59	0,050
POS 300	9,72	2,93	61924,18	8742,56	20,47	0,049
POS 200	6,79	2,93	72992,86	9589,16	16,81	0,044
POS 100	3,86	3,86	84587,57	10269,17	14,17	0,030

Duktilni sistemi nepovezanih zidova

Faktor ponašanja = 3,00

Najveći koeficijent osjetljivosti $\theta = 0,077$ (POS 800, Z = 24,37 m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

Koeficijent osetljivosti - 4, S_y (-e) (90°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs [mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6647,59	2183,20	61,41	0,064
POS 700	21,44	2,93	17648,97	4331,17	23,72	0,033
POS 600	18,51	2,93	28717,78	5797,08	23,53	0,040
POS 500	15,58	2,93	39786,58	6873,35	23,51	0,046
POS 400	12,65	2,93	50855,38	7817,87	22,54	0,050
POS 300	9,72	2,93	61924,18	8742,56	20,37	0,049
POS 200	6,79	2,93	72992,86	9589,16	16,51	0,043
POS 100	3,86	3,86	84587,57	10269,17	13,37	0,029

Duktilni sistemi nepovezanih zidova

Faktor ponašanja = 3,00

Najveći koeficijent osetljivosti $\theta = 0,077$ (POS 800, $Z = 24,37$ m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

Koeficijent osetljivosti - 5, S_x (+e) (0°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs [mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6647,59	2562,97	18,68	0,017
POS 700	21,44	2,93	17648,97	5422,38	20,09	0,022
POS 600	18,51	2,93	28717,78	7509,99	22,81	0,030
POS 500	15,58	2,93	39786,58	9146,70	24,62	0,037
POS 400	12,65	2,93	50855,38	10534,22	25,22	0,042
POS 300	9,72	2,93	61924,18	11738,57	23,98	0,043
POS 200	6,79	2,93	72992,86	12702,54	19,21	0,038
POS 100	3,86	3,86	84587,57	13360,14	14,59	0,024

Duktilni sistemi nepovezanih zidova

Faktor ponašanja = 3,00

Najveći koeficijent osetljivosti $\theta = 0,043$ (POS 300, $Z = 9,72$ m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

Koeficijent osetljivosti - 6, S_x (-e) (0°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs [mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6647,59	2562,97	18,51	0,016
POS 700	21,44	2,93	17648,97	5422,38	19,94	0,022
POS 600	18,51	2,93	28717,78	7509,99	22,66	0,030
POS 500	15,58	2,93	39786,58	9146,70	24,49	0,036
POS 400	12,65	2,93	50855,38	10534,22	25,13	0,041
POS 300	9,72	2,93	61924,18	11738,57	23,93	0,043
POS 200	6,79	2,93	72992,86	12702,54	19,22	0,038
POS 100	3,86	3,86	84587,57	13360,14	14,69	0,024

Duktilni sistemi nepovezanih zidova

Faktor ponašanja = 3,00

Najveći koeficijent osetljivosti $\theta = 0,043$ (POS 300, $Z = 9,72$ m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

4.2.3.5.1.2. Model 2 – poboljšani bezgredni sistem

Opšti podaci konstrukcije za EC8 (Capacity design)

EC2 (EN 1992-1-1:2004)

Klasa duktilnosti DCM

Nenoseći elementi od krutih materijala koji su vezani za konstrukciju

Koeficijent osetljivosti - 3. Sx (+e) (0°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs[mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6673,16	2582,43	17,75	0,016
POS 700	21,44	2,93	15560,10	4953,36	18,79	0,020
POS 600	18,51	2,93	24514,99	6747,42	21,12	0,026
POS 500	15,58	2,93	33469,89	8180,39	22,64	0,032
POS 400	12,65	2,93	42424,78	9389,59	23,07	0,036
POS 300	9,72	2,93	51379,68	10414,53	21,83	0,037
POS 200	6,79	2,93	60334,47	11206,26	17,47	0,032
POS 100	3,86	3,86	69710,54	11724,25	13,18	0,020

Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima

Uslov duktilnosti (4,29): $\Sigma MR_c \geq 1,300 \times \Sigma MR_b$

Faktor ponašanja = 3,00

Najveći koeficijent osetljivosti $\theta = 0,037$ (POS 300, Z = 9,72 m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

Koeficijent osetljivosti - 4. Sx (-e) (0°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs[mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6673,16	2582,43	17,63	0,016
POS 700	21,44	2,93	15560,10	4953,36	18,69	0,020
POS 600	18,51	2,93	24514,99	6747,42	21,01	0,026
POS 500	15,58	2,93	33469,89	8180,39	22,55	0,031
POS 400	12,65	2,93	42424,78	9389,59	23,01	0,035
POS 300	9,72	2,93	51379,68	10414,53	21,80	0,037
POS 200	6,79	2,93	60334,47	11206,26	17,50	0,032
POS 100	3,86	3,86	69710,54	11724,25	13,28	0,020

Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima

Uslov duktilnosti (4,29): $\Sigma MR_c \geq 1,300 \times \Sigma MR_b$

Faktor ponašanja = 3,00

Najveći koeficijent osetljivosti $\theta = 0,037$ (POS 300, Z = 9,72 m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

Koeficijent osetljivosti - 5. Sy (+e) (90°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs[mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6673,16	2181,03	68,47	0,072
POS 700	21,44	2,93	15560,10	3924,04	22,12	0,030
POS 600	18,51	2,93	24514,99	5168,42	21,04	0,034
POS 500	15,58	2,93	33469,89	6117,24	20,95	0,039
POS 400	12,65	2,93	42424,78	6941,67	20,04	0,042
POS 300	9,72	2,93	51379,68	7715,55	18,12	0,041
POS 200	6,79	2,93	60334,47	8398,15	14,83	0,036
POS 100	3,86	3,86	69710,54	8930,68	12,42	0,025

Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima

Uslov duktilnosti (4,29): $\Sigma MR_c \geq 1,300 \times \Sigma MR_b$

Faktor ponašanja = 3,00

Najveći koeficijent osetljivosti $\theta = 0,072$ (POS 800, Z = 24,37 m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

Koeficijent osetljivosti - 6, Sy (-e) (90°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs[mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6673,16	2181,03	57,69	0,060
POS 700	21,44	2,93	15560,10	3924,04	21,39	0,029
POS 600	18,51	2,93	24514,99	5168,42	20,99	0,034
POS 500	15,58	2,93	33469,89	6117,24	20,92	0,039
POS 400	12,65	2,93	42424,78	6941,67	20,01	0,042
POS 300	9,72	2,93	51379,68	7715,55	18,03	0,041
POS 200	6,79	2,93	60334,47	8398,15	14,57	0,036
POS 100	3,86	3,86	69710,54	8930,68	11,73	0,024

Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima

Uslov duktilnosti (4,29): $\Sigma MR_c \geq 1,300 \times \Sigma MR_b$

Faktor ponašanja = 3,00

Najveći koeficijent osetljivosti $\theta = 0,072$ (POS 800, Z = 24,37 m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

4.2.3.5.1.3. Model 3 – gredni sistem

Opšti podaci konstrukcije za EC8 (Capacity design)

EC2 (EN 1992-1-1:2004)

Klasa duktilnosti DCM

Nenoseći elementi od krutih materijala koji su vezani za konstrukciju

Koeficijent osetljivosti - 3. Sx (+e) (0°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs[mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6870,68	2066,30	17,23	0,020
POS 700	21,44	2,93	16061,81	3960,57	18,32	0,025
POS 600	18,51	2,93	25321,10	5407,22	20,73	0,033
POS 500	15,58	2,93	34580,39	6568,76	22,35	0,040
POS 400	12,65	2,93	43839,68	7545,31	22,91	0,045
POS 300	9,72	2,93	53098,97	8367,54	21,79	0,047
POS 200	6,79	2,93	62358,16	9000,91	17,56	0,042
POS 100	3,86	3,86	72038,59	9420,88	13,30	0,026

Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima

Uslov duktilnosti (4,29): $\Sigma MR_c \geq 1,300 \times \Sigma MR_b$

Faktor ponašanja = 3,90

Najveći koeficijent osetljivosti $\theta = 0,047$ (POS 300, Z = 9,72 m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

Koeficijent osetljivosti - 4, Sx (-e) (0°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs[mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6870,68	2066,30	17,13	0,019
POS 700	21,44	2,93	16061,81	3960,57	18,23	0,025
POS 600	18,51	2,93	25321,10	5407,22	20,63	0,033
POS 500	15,58	2,93	34580,39	6568,76	22,27	0,040
POS 400	12,65	2,93	43839,68	7545,31	22,85	0,045
POS 300	9,72	2,93	53098,97	8367,54	21,77	0,047
POS 200	6,79	2,93	62358,16	9000,91	17,59	0,042
POS 100	3,86	3,86	72038,59	9420,88	13,40	0,027

Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima

Uslov duktilnosti (4,29): $\Sigma MR_c \geq 1,300 \times \Sigma MR_b$

Faktor ponašanja = 3,90

Najveći koeficijent osetljivosti $\theta = 0,047$ (POS 300, Z = 9,72 m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

Koeficijent osetljivosti - 5, Sy (+e) (90°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs[mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6870,68	1753,78	67,06	0,090
POS 700	21,44	2,93	16061,81	3185,73	19,32	0,033
POS 600	18,51	2,93	25321,10	4244,63	18,56	0,038
POS 500	15,58	2,93	34580,39	5069,75	18,74	0,044
POS 400	12,65	2,93	43839,68	5771,89	18,19	0,047
POS 300	9,72	2,93	53098,97	6405,08	16,70	0,047
POS 200	6,79	2,93	62358,16	6947,97	13,90	0,043
POS 100	3,86	3,86	72038,59	7371,65	11,91	0,030

Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima

Uslov duktilnosti (4,29): $\Sigma MR_c \geq 1,300 \times \Sigma MR_b$

Faktor ponašanja = 3,90

Najveći koeficijent osetljivosti $\theta = 0,090$ (POS 800, Z = 24,37 m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

Koeficijent osetljivosti - 6, Sy (-e) (90°)

Nivo	Z[m]	Visina[m]	Težina[kN]	Seiz,s,[kN]	Δs[mm]	θ
POS 800	24,37	2,93	6870,68	1753,78	57,65	0,077
POS 700	21,44	2,93	16061,81	3185,73	18,62	0,032
POS 600	18,51	2,93	25321,10	4244,63	18,53	0,038
POS 500	15,58	2,93	34580,39	5069,75	18,73	0,044
POS 400	12,65	2,93	43839,68	5771,89	18,18	0,047
POS 300	9,72	2,93	53098,97	6405,08	16,64	0,047
POS 200	6,79	2,93	62358,16	6947,97	13,66	0,042
POS 100	3,86	3,86	72038,59	7371,65	11,23	0,028

Dvojni sistemi sa dominantnim okvirima

Uslov duktilnosti (4,29): $\Sigma MR_c \geq 1,300 \times \Sigma MR_b$

Faktor ponašanja = 3,90

Najveći koeficijent osetljivosti $\theta = 0,090$ (POS 800, Z = 24,37 m)

Uticaji drugoga reda se ne uzimaju u obzir,

4.2.3.5.2. Provjera relativnog spratnog pomjeranja sa aspekta ograničenja oštećenja

Relativno horizontalno pomjeranje d_r računa se kao razlika osrednjenih horizontalnih pomjeranja d_s na vrhu i na dnu posmatranog sprata (gdje je $d_s = q_d \cdot d_e$ izračunato u skladu sa EN 1998-1, član 4.3.4 i to gdje je $q_d = q$ osim ako je osnovni period konstrukcije manji od $T_c = 0,4$ s).

Osnovni periodi konstrukcije iznose **1,05s** (Model 1), **0,98s** (Model 2), **0,92** (Model 3), a što je veće od **0,40s**, te se mogu koristiti sledeće formule.

Prema **EN 1998-1, član 4.4.3.2 (1)** moraju se ograničiti relativna spratna pomjeranja i to prema sljedećim pravilima:

- (a) za zgrade koje posjeduju nenoseće elemente od krutih materijala koji su vezani za konstrukciju:

$$d_r v = 0,005 \cdot h$$

- (b) za zgrade koje sadrže duktilne nenoseće elemente:

$$d_r v = 0,0075 \cdot h$$

- (c) za zgrade koje posjeduju nenoseće elemente koji su vezani tako da ne ometaju deformaciju konstrukcije ili za zgrade bez nenosećih elemenata:

$$d_r v = 0,010 \cdot h$$

gdje je

d_r međuspratno relativno horizontalno pomjeranje

h spratna visina

v faktor redukcije kojim se uzima u obzir kraći povratni period seizmičkog dejstva koji se odnosi na granično stanje upotrebljivosti

4.2.3.5.3. Izvod proračuna kontrole relativnog spratnog pomjeranja

U ovom poglavlju je prikazan izvod proračuna kontrole relativnog spratnog pomjeranja za SRSS kombinaciju opterećenja.

Model 1	$v =$	0,5	faktor redukcije (za klase značaja I i II)
	$q =$	3,0	faktor ponašanja
Model 2	$v =$	0,5	faktor redukcije (za klase značaja I i II)
	$q =$	3,0	faktor ponašanja
Model 3	$v =$	0,5	faktor redukcije (za klase značaja I i II)
	$q =$	3,9	faktor ponašanja

Tabela 50. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – x pravac (Model 1)

EN 1998-1, član 4.3.4.(1)								
X pravac								
Model	Tavanica	h	d _x	d _{rx}	d _{rx} · v	uslov		
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	
Model 1	POS 800	2,93	63,89	20,82	10,41	b	21,98	OK
	POS 700	2,93	56,95	23,37	11,69	b	21,98	OK
	POS 600	2,93	49,16	25,95	12,98	b	21,98	OK
	POS 500	2,93	40,51	27,99	14,00	b	21,98	OK
	POS 400	2,93	31,18	28,35	14,18	b	21,98	OK
	POS 300	2,93	21,73	25,62	12,81	b	21,98	OK
	POS 200	2,93	13,19	21,00	10,50	b	21,98	OK
	POS 100	2,93	6,19	16,32	8,16	b	21,98	OK
	POS 000	3,86	0,75	2,25	1,13	b	28,95	OK

Tabela 51. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – y pravac (Model 1)

EN 1998-1, član 4.3.4.(1)								
Y pravac								
Model	Tavanica	h	d _x	d _{rx}	d _{rx} · v	uslov		
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	
Model 1	POS 800	2,93	97,08	33,39	16,70	b	21,98	OK
	POS 700	2,93	85,95	36,60	18,30	b	21,98	OK
	POS 600	2,93	73,75	38,94	19,47	b	21,98	OK
	POS 500	2,93	60,77	40,08	20,04	b	21,98	OK
	POS 400	2,93	47,41	39,75	19,88	b	21,98	OK
	POS 300	2,93	34,16	37,41	18,71	b	21,98	OK
	POS 200	2,93	21,69	31,59	15,80	b	21,98	OK
	POS 100	2,93	11,16	27,84	13,92	b	21,98	OK
	POS 000	3,86	1,88	5,64	2,82	b	28,95	OK

Prikazani rezultati pomjeranja konstrukcije su dobijeni za seizmičke uticaje za povratni period od T = 475 god. za smanjenu krutost glavnih vertikalnih elemenata konstrukcije. Uslov je ispunjen.

Tabela 52. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – x pravac (Model 2)

EN 1998-1, član 4.3.4.(1)								
X pravac								
Model	Tavanica	h	d _x	d _{rx}	d _{rx} · v	uslov		
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	
Model 2	POS 800	2,93	58,03	19,41	9,71	b	21,98	OK
	POS 700	2,93	51,56	21,60	10,80	b	21,98	OK
	POS 600	2,93	44,36	23,73	11,87	b	21,98	OK
	POS 500	2,93	36,45	24,51	12,26	b	21,98	OK
	POS 400	2,93	28,28	24,69	12,35	b	21,98	OK
	POS 300	2,93	20,05	23,82	11,91	b	21,98	OK
	POS 200	2,93	12,11	19,47	9,74	b	21,98	OK
	POS 100	2,93	5,62	14,88	7,44	b	21,98	OK
	POS 000	3,86	0,66	1,98	0,99	b	28,95	OK

Tabela 53. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – y pravac (Model 2)

EN 1998-1, član 4.3.4.(1)								
Y pravac								
Model	Tavanica	h	d _x	d _{rx}	d _{rx} · v	uslov		
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	
Model 2	POS 800	2,93	88,42	31,05	15,53	b	21,98	OK
	POS 700	2,93	78,07	33,78	16,89	b	21,98	OK
	POS 600	2,93	66,81	35,76	17,88	b	21,98	OK
	POS 500	2,93	54,89	36,63	18,32	b	21,98	OK
	POS 400	2,93	42,68	36,15	18,08	b	21,98	OK
	POS 300	2,93	30,63	33,81	16,91	b	21,98	OK
	POS 200	2,93	19,36	28,38	14,19	b	21,98	OK
	POS 100	2,93	9,90	24,78	12,39	b	21,98	OK
	POS 000	3,86	1,64	4,92	2,46	b	28,95	OK

Prikazani rezultati pomjeranja konstrukcije su dobijeni za seizmičke uticaje za povratni period od T = 475god. za smanjenu krutost glavnih vertikalnih elemenata konstrukcije. Uslov je ispunjen.

Tabela 54. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – x pravac (Model 3)

EN 1998-1, član 4.3.4.(1)								
X pravac								
Model	Tavanica	h	d _x	d _{rx}	d _{rx} · v	uslov		
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	
Model 3	POS 800	2,93	44,18	14,49	7,25	b	21,98	OK
	POS 700	2,93	39,35	16,20	8,10	b	21,98	OK
	POS 600	2,93	33,95	17,67	8,84	b	21,98	OK
	POS 500	2,93	28,06	18,33	9,17	b	21,98	OK
	POS 400	2,93	21,95	19,08	9,54	b	21,98	OK
	POS 300	2,93	15,59	18,42	9,21	b	21,98	OK
	POS 200	2,93	9,45	15,18	7,59	b	21,98	OK
	POS 100	2,93	4,39	11,64	5,82	b	21,98	OK
	POS 000	3,86	0,51	1,53	0,77	b	28,95	OK

Tabela 55. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – y pravac (Model 3)

EN 1998-1, član 4.3.4.(1)								
Y pravac								
Model	Tavanica	h	d _x	d _{rx}	d _{rx} · v	uslov		
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	
Model 3	POS 800	2,93	64,31	21,81	10,91	b	21,98	OK
	POS 700	2,93	57,04	23,91	11,96	b	21,98	OK
	POS 600	2,93	49,07	25,59	12,80	b	21,98	OK
	POS 500	2,93	40,54	26,55	13,28	b	21,98	OK
	POS 400	2,93	31,69	26,46	13,23	b	21,98	OK
	POS 300	2,93	22,87	24,99	12,50	b	21,98	OK
	POS 200	2,93	14,54	21,15	10,58	b	21,98	OK
	POS 100	2,93	7,49	18,72	9,36	b	21,98	OK
	POS 000	3,86	1,25	3,75	1,88	b	28,95	OK

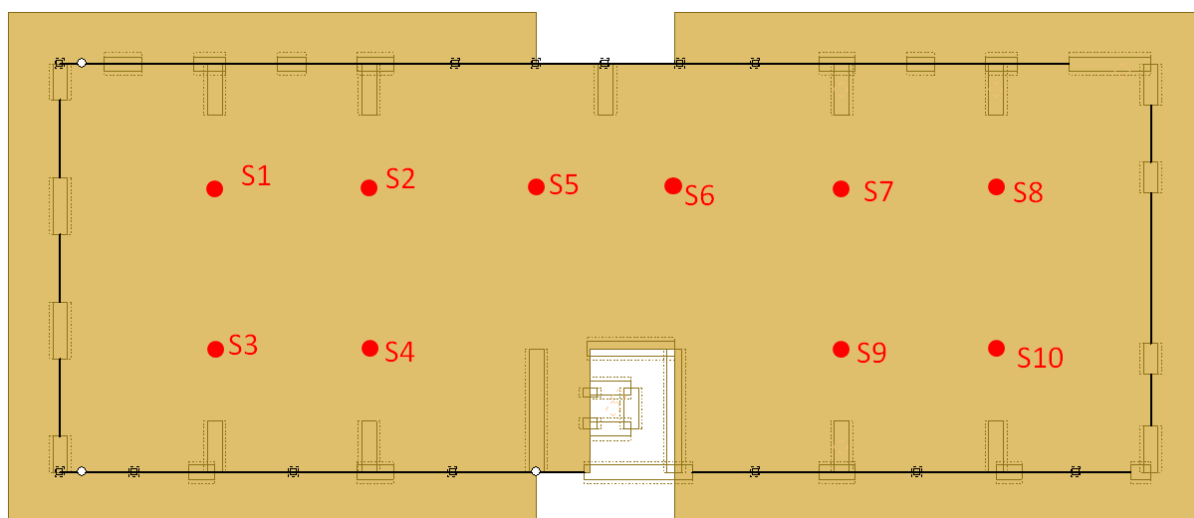
Prikazani rezultati pomjeranja konstrukcije su dobijeni za seizmičke uticaje za povratni period od T = 475god. za smanjenu krutost glavnih vertikalnih elemenata konstrukcije. Uslov je ispunjen.

4.2.3.6. Određivanje primarnih i sekundarnih seizmičkih elemenata

Prema *EN 1998-1, član 4.2.2 (1)P, sekundarni seizmički elementi* (grede ili stubovi) koji **ne učestvuju** u suprotstavljanju seizmičkim silama, ne trebaju da podliježu specifičnim zahtjevima za dimenzionisanje i armiranje – od poglavlja 5 do 9 ovog standarda. **Njihova krutost i nosivost se zanemaruje** u suprotstavljanju seizmičkim dejstvima. Oni jedino moraju prenijeti gravitaciona opterećenja izazvana pomjeranjima usljed seizmičke sile, pa se njihovo dimenzionisanje **mora obaviti obezbjeđujući efekte drugog reda**. Svi ostali elementi su primarni seizmički elementi koji u potpunosti moraju biti oblikovani i projektovani u skladu sa odredbama ovog standarda.

Prema *EN 1998-1, član 4.2.2 (4)*, ukupan doprinos horizontalnoj krutosti svih sekundarnih seizmičkih elemenata ne smije da pređe **15%** od doprinosa primarnih seizmičkih elemenata. Ovo znači da bi **bočna pomjeranja konstrukcije** (tavanica) koja uzimaju u obzir i **primarne i sekundarne elemente morala biti maksimalno veća za 15%** vrijednosti **pomjeranja konstrukcije** koja uzimaju u obzir samo primarne elemente, i to važi za slučaj ispravne podjele primarnih i sekundarnih seizmičkih elemenata. Ukoliko su pomenuta pomjeranja veća, neke od sekundarnih elemenata treba "proglasiti" primarnim i ponoviti proračun sve dok pomjeranja sekundarnih elemenata ne budu manja od navedenog.

Pomjeranja se posmatraju odvojeno za dva glavna horizontalna pravca i to pod silama koje su po raspodjeli i pravcu, slični seizmičkim silama. Kako se pod krutosti smatra pomjeranje usljed neke referentne sile (jedinične sile), tako će se proizvoljno zadati i jednako raspodijeljeno horizontalno opterećenje po tavanici (posebno u oba pravca) i na osnovu koje će se porediti doprinos sekundarnih seizmičkih sila bočnoj krutosti. Pomjeranja je obavezno posmatrati na najvišoj (krovnoj) tavanici, a poželjno je pratiti i ostale. Ukoliko je doprinos veći od 15%, pojedine elemente treba dodatno posmatrati kao primarne, uzeti ih u obzir u seizmičkom proračunu, oblikovati i dimenzionisati u svemu prema Evrokodu 8.



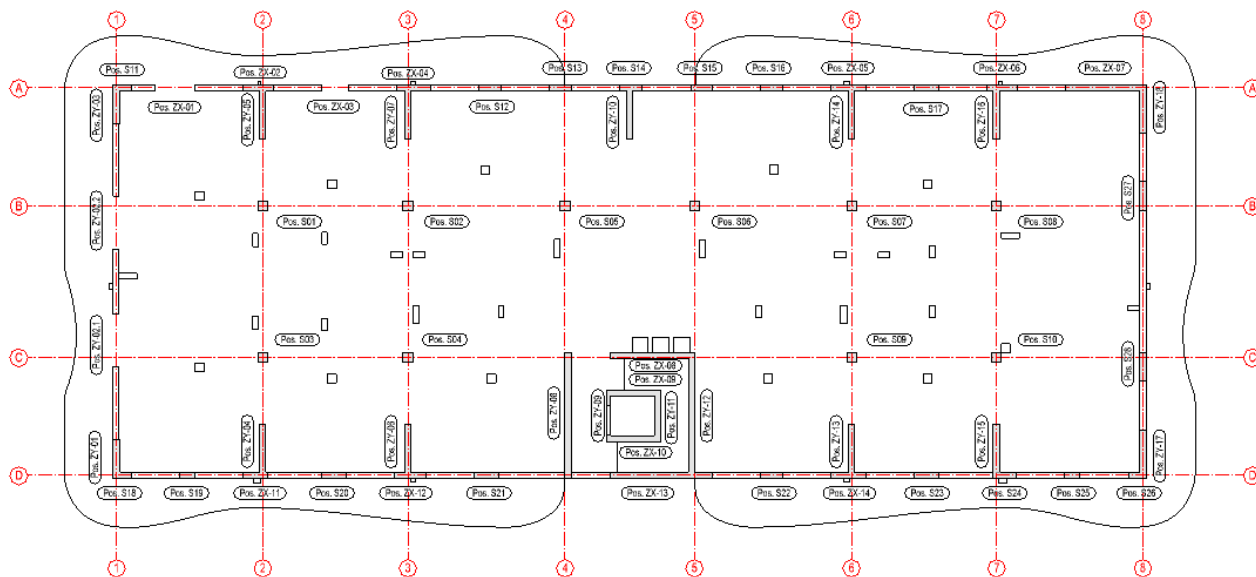
Slika 54. Dispozicija sekundarnih elemenata

Navedeni sekundarni elementi odnose se na Model 1 i Model 2, dok u Modelu 3 sekundarni elementi prelaze u primarne, te se uzimaju u obzir u seizmičkom proračunu, oblikuju i dimenzionišu u svemu prema Evrokodu 8.

4.2.3.7. Provjera normalizovane sile prema EN 1998 član 5.4.3.2.1. (3)P

4.2.3.7.1. Stubovi

U nastavku se prilaže odabrana nomenklatura vertikalnih elemenata:



Slika 55. Plan pozicija vertikalnih elemenata (Model 1)

Provjera normalizovane aksijalne sile za primarne seizmičke stubove za klasu konstrukcije DCM se provjerava prema **EN 1998-1, član 5.4.3.2.1. (3)P**. Stubovi S01–S10 (Model 1 i Model 2) su sekundarni i ne podliježu provjerama za normalizovanu silu, dok kod Modela 3 oni su primarni, te podliježu provjeri za normalizovanu silu.

Normalizovana sila se provjerava na seizmičku anvelopu.

<i>Opis pozicije stuba</i>	<i>S07/S09</i>	<i>7 sprat</i>
Širina poprečnog presjeka	a = 40	[cm]
Visina poprečnog presjeka	b = 40	[cm]
Klasa betona	C30/37	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 30	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 20	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,1600	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila		
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	v _d = 0,65	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 2080,00	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 342,14	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,11	
Uslov $v_d < 0,65$	OK	

<i>Opis pozicije stuba</i>	<i>S07/S09</i>	<i>6 sprat</i>
Širina poprečnog presjeka	a = 40	[cm]
Visina poprečnog presjeka	b = 40	[cm]
Klasa betona	C30/37	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 30	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 20	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,1600	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila		
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	v _d = 0,65	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 2080,00	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 695,77	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,22	
Uslov $v_d < 0,65$	OK	

Opis pozicije stuba	S07/S09	5 sprat
Širina poprečnog presjeka	a = 40	[cm]
Visina poprečnog presjeka	b = 40	[cm]
Klasa betona	C30/37	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 30	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 20	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,1600	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila		
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	v _d = 0,65	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 2080,00	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 1062,49	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,33	
Uslov $v_d < 0,65$	OK	

Opis pozicije stuba	S07/S09	4 sprat
Širina poprečnog presjeka	a = 40	[cm]
Visina poprečnog presjeka	b = 40	[cm]
Klasa betona	C35/45	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 35	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 23,33	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,1600	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila		
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	v _d = 0,65	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 2426,67	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 1441,90	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,39	
Uslov $v_d < 0,65$	OK	

Opis pozicije stuba	S07/S09	3 sprat
Širina poprečnog presjeka	a = 40	[cm]
Visina poprečnog presjeka	b = 40	[cm]
Klasa betona	C35/45	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 35	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 23,33	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,1600	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	v _d = 0,65	
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$		
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 2426,67	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 1833,61	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,49	
Uslov $v_d < 0,65$	OK	

Opis pozicije stuba	S07/S09	2 sprat
Širina poprečnog presjeka	a = 40	[cm]
Visina poprečnog presjeka	b = 40	[cm]
Klasa betona	C35/45	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 35	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 23,33	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,1600	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	v _d = 0,65	
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$		
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 2426,67	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 2235,63	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,60	
Uslov $v_d < 0,65$	OK	

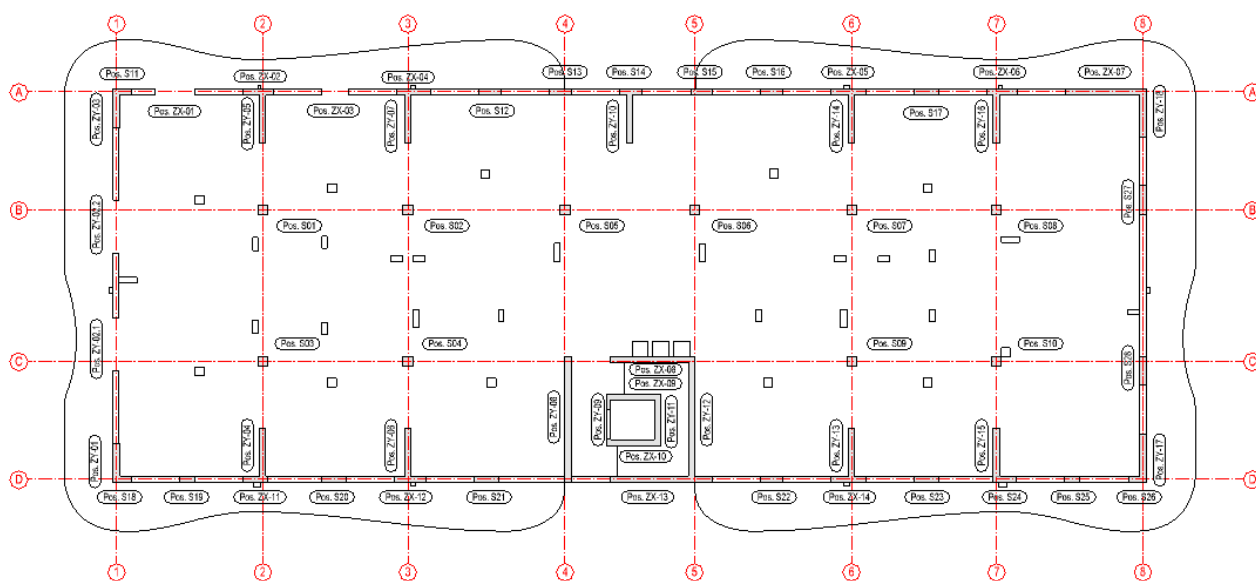
<i>Opis pozicije stuba</i>	<i>S07/S09</i>	<i>1 sprat</i>
Širina poprečnog presjeka	a = 40	[cm]
Visina poprečnog presjeka	b = 40	[cm]
Klasa betona	C40/50	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 40	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 26,67	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,1600	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila		
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	v _d = 0,65	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 2773,33	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 2645,43	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,62	
Uslov $v_d < 0,65$	OK	

<i>Opis pozicije stuba</i>	<i>S07/S09</i>	<i>prizemlje</i>
Prečnik poprečnog presjeka	D = 60	[cm]
Klasa betona	C40/50	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 40	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 26,67	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,2826	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila		
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	v _d = 0,65	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 4898,40	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 3074,32	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,41	
Uslov $v_d < 0,65$	OK	

<i>Opis pozicije stuba</i>	<i>S07/S09</i>	<i>podrum</i>
Prečnik poprečnog presjeka	D = 60	[cm]
Klasa betona	C40/50	
Karakteristična čvrstoća betona	$f_{ck} = 40$	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	$f_{cd} = 26,67$	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	$A_c = 0,2826$	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	$v_d = 0,65$	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	$N_{Ed,max} = 4898,40$	[kN]
Stvarna sila	$N_{Ed,statika} = 3399,48$	[kN]
Stvarna aksijalna sila	$v_d = 0,45$	
Uslov $v_d < 0,65$	OK	

4.2.3.7.2. Zidovi

U nastavku se prilaže odabrana nomenklatura vertikalnih elemenata:



Slika 56. Plan pozicija vertikalnih elemenata (Model 1)

Provjera normalizovane aksijalne sile za seizmičke zidove za klasu konstrukcije DCM se provjerava prema **EN 1998-1, član 5.4.3.4.1. (2)P**.

Normalizovana sila se provjerava na seizmičku anvelopu.

Opis pozicije zida	ZY2	6 sprat
Širina poprečnog presjeka	a = 25	[cm]
Dužina poprečnog presjeka	b = 220	[cm]
Klasa betona	C25/30	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 25	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 16,67	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,55	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	v _d = 0,40	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 3666,67	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 403,20	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,04	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

Opis pozicije zida	ZY2	5 sprat
Širina poprečnog presjeka	a = 25	[cm]
Dužina poprečnog presjeka	b = 220	[cm]
Klasa betona	C25/30	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 25	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 16,67	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,55	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	v _d = 0,40	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 3666,67	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 787,21	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,09	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

Opis pozicije zida	ZY2	4 sprat
Širina poprečnog presjeka	a = 25	[cm]
Dužina poprečnog presjeka	b = 220	[cm]
Klasa betona	C25/30	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 25	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 16,67	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,55	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	v _d = 0,40	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 3666,67	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 1177,57	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,13	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

Opis pozicije zida	ZY2	3 sprat
Širina poprečnog presjeka	a = 25	[cm]
Dužina poprečnog presjeka	b = 220	[cm]
Klasa betona	C25/30	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 25	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 16,67	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,55	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	v _d = 0,40	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 3666,67	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 1567,66	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,17	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

Opis pozicije zida	ZY2	2 sprat
Širina poprečnog presjeka	a = 25	[cm]
Dužina poprečnog presjeka	b = 220	[cm]
Klasa betona	C25/30	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 25	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 16,67	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,55	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	v _d = 0,40	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 3666,67	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 1952,35	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,21	
Uslov v _d < 0,40	OK	

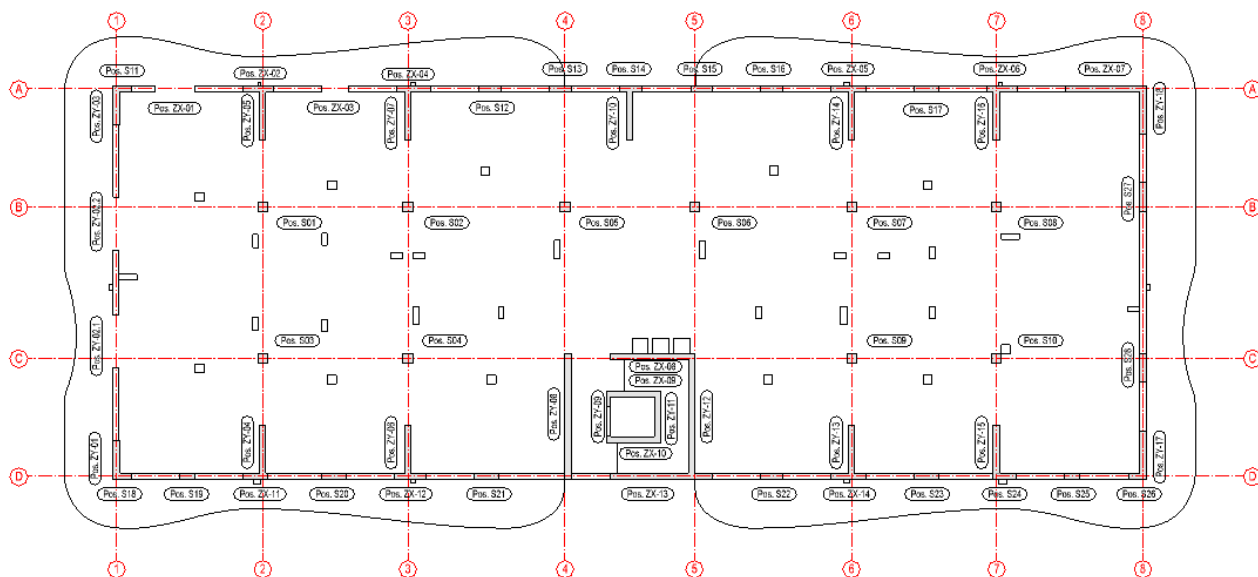
Opis pozicije zida	ZY2	1 sprat
Širina poprečnog presjeka	a = 25	[cm]
Dužina poprečnog presjeka	b = 220	[cm]
Klasa betona	C30/37	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 30	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 20	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 0,55	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	v _d = 0,40	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 4400,00	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 2332,01	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,21	
Uslov v _d < 0,40	OK	

<i>Opis pozicije zida</i>	<i>ZY2</i>	<i>prizemlje</i>
Širina poprečnog presjeka	a = 25	[cm]
Dužina poprečnog presjeka	b = 706	[cm]
Klasa betona	C30/37	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 30	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 20	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 1,765	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	v _d = 0,40	
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$		
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 14120,00	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 10706,06	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,30	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

<i>Opis pozicije zida</i>	<i>ZY2</i>	<i>podrum</i>
Širina poprečnog presjeka	a = 25	[cm]
Dužina poprečnog presjeka	b = 706	[cm]
Klasa betona	C30/37	
Karakteristična čvrstoća betona	f _{ck} = 30	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	f _{cd} = 20	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	A _c = 1,765	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	v _d = 0,40	
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$		
Maksimalna sila	N _{Ed,max} = 14120,00	[kN]
Stvarna sila	N _{Ed,statika} = 10769,05	[kN]
Stvarna aksijalna sila	v _d = 0,31	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

4.2.3.7.3. Integralni presjeci

U nastavku se prilaže odabrana nomenklatura vertikalnih elemenata:



Slika 57. Plan pozicija vertikalnih elemenata (Model 1)

Provjera normalizovane aksijalne sile za seizmičke integralne presjeke za klasu konstrukcije DCM se provjerava prema **EN 1998-1, član 5.4.3.4.1. (2)P**.

Normalizovana sila se provjerava na seizmičku anvelopu.

Opis pozicije integralnog presjeka

ZX9-ZX10-ZY9-ZY11 7 sprat

Klasa betona

C25/30

Karakteristična čvrstoća betona

$f_{ck} = 25$

[MPa]

Proračunska čvrstoća betona

$f_{cd} = 16,67$

[MPa]

Površina poprečnog presjeka

$A_c = 1,40$

[m²]

Maksimalna aksijalizovana sila

$v_d = 0,40$

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$$

Maksimalna sila

$N_{Ed,max} = 9333,33$

[kN]

Stvarna sila

$N_{Ed,statika} = 686,56$

[kN]

Stvarna aksijalna sila

$v_d = 0,03$

Uslov $v_d < 0,40$

OK

<i>Opis pozicije integralnog presjeka</i>	<i>ZX9-ZX10-ZY9-ZY11</i>	<i>6 sprat</i>
Klasa betona	C25/30	
Karakteristična čvrstoća betona	$f_{ck} = 25$	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	$f_{cd} = 16,67$	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	$A_c = 1,40$	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	$v_d = 0,40$	
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$		
Maksimalna sila	$N_{Ed,max} = 9333,33$	[kN]
Stvarna sila	$N_{Ed,statika} = 794,85$	[kN]
Stvarna aksijalna sila	$v_d = 0,03$	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

<i>Opis pozicije integralnog presjeka</i>	<i>ZX9-ZX10-ZY9-ZY11</i>	<i>5 sprat</i>
Klasa betona	C25/30	
Karakteristična čvrstoća betona	$f_{ck} = 25$	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	$f_{cd} = 16,67$	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	$A_c = 1,40$	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	$v_d = 0,40$	
$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$		
Maksimalna sila	$N_{Ed,max} = 9333,33$	[kN]
Stvarna sila	$N_{Ed,statika} = 1006,64$	[kN]
Stvarna aksijalna sila	$v_d = 0,04$	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

Opis pozicije integralnog presjeka	ZX9-ZX10-ZY9-ZY11	4 sprat
Klasa betona	C25/30	
Karakteristična čvrstoća betona	$f_{ck} = 25$	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	$f_{cd} = 16,67$	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	$A_c = 1,40$	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	$v_d = 0,40$	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	$N_{Ed,max} = 9333,33$	[kN]
Stvarna sila	$N_{Ed,statika} = 1261,34$	[kN]
Stvarna aksijalna sila	$v_d = 0,05$	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

Opis pozicije integralnog presjeka	ZX9-ZX10-ZY9-ZY11	3 sprat
Klasa betona	C25/30	
Karakteristična čvrstoća betona	$f_{ck} = 25$	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	$f_{cd} = 16,67$	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	$A_c = 1,40$	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	$v_d = 0,40$	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	$N_{Ed,max} = 9333,33$	[kN]
Stvarna sila	$N_{Ed,statika} = 1427,60$	[kN]
Stvarna aksijalna sila	$v_d = 0,06$	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

<i>Opis pozicije integralnog presjeka</i>	<i>ZX9-ZX10-ZY9-ZY11</i>	<i>2 sprat</i>
Klasa betona	C25/30	
Karakteristična čvrstoća betona	$f_{ck} = 25$	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	$f_{cd} = 16,67$	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	$A_c = 1,40$	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	$v_d = 0,40$	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	$N_{Ed,max} = 9333,33$	[kN]
Stvarna sila	$N_{Ed,statika} = 1614,01$	[kN]
Stvarna aksijalna sila	$v_d = 0,07$	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

<i>Opis pozicije integralnog presjeka</i>	<i>ZX9-ZX10-ZY9-ZY11</i>	<i>1 sprat</i>
Klasa betona	C30/37	
Karakteristična čvrstoća betona	$f_{ck} = 30$	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	$f_{cd} = 20$	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	$A_c = 1,40$	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	$v_d = 0,40$	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	$N_{Ed,max} = 11200,00$	[kN]
Stvarna sila	$N_{Ed,statika} = 1782,31$	[kN]
Stvarna aksijalna sila	$v_d = 0,06$	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

**Opis pozicije integralnog
presjeka**

ZX9-ZX10-ZY9-ZY11 prizemlje

Klasa betona	C30/37	
Karakteristična čvrstoća betona	$f_{ck} = 30$	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	$f_{cd} = 20$	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	$A_c = 1,40$	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	$v_d = 0,40$	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	$N_{Ed,max} = 11200,00$	[kN]
Stvarna sila	$N_{Ed,statika} = 2031,50$	[kN]
Stvarna aksijalna sila	$v_d = 0,07$	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

**Opis pozicije integralnog
presjeka**

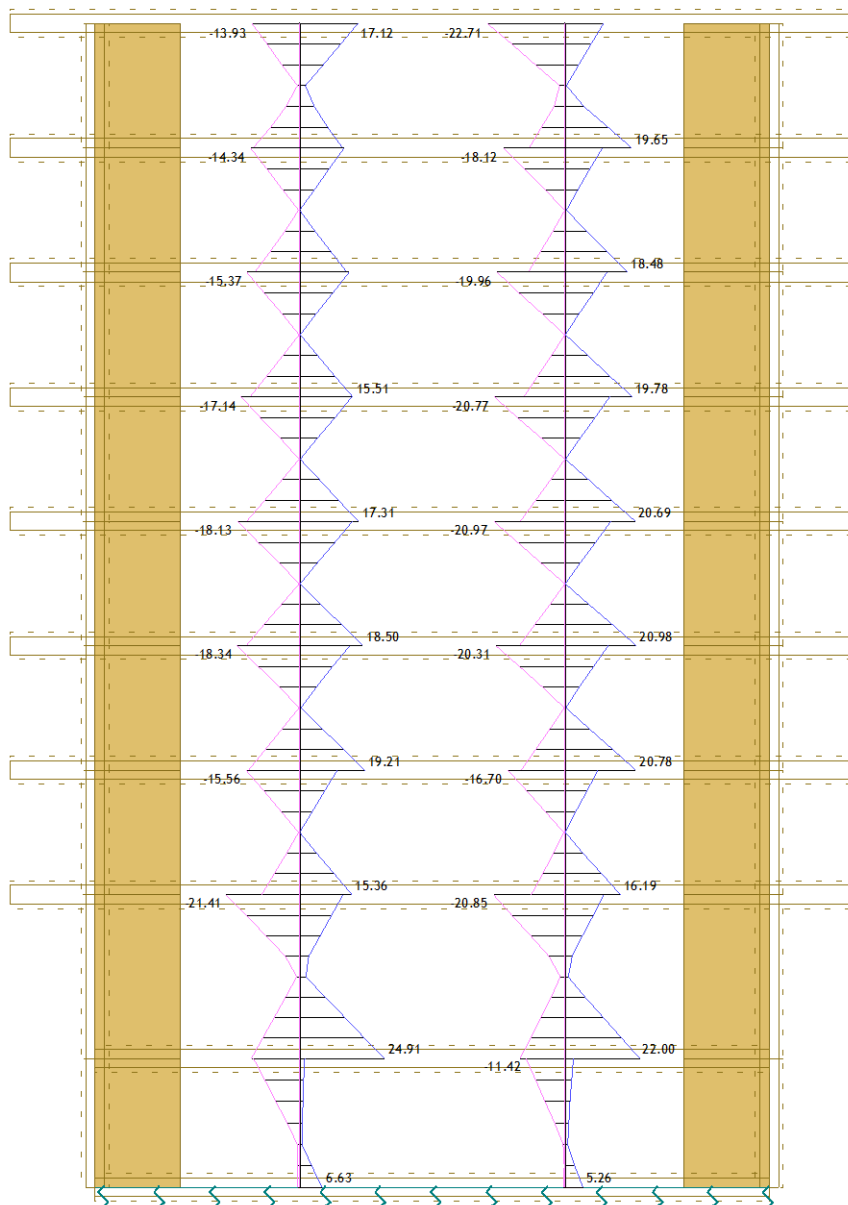
ZX9-ZX10-ZY9-ZY11 podrum

Klasa betona	C30/37	
Karakteristična čvrstoća betona	$f_{ck} = 30$	[MPa]
Proračunska čvrstoća betona	$f_{cd} = 20$	[MPa]
Površina poprečnog presjeka	$A_c = 1,40$	[m ²]
Maksimalna aksijalizovana sila	$v_d = 0,40$	
	$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$	
Maksimalna sila	$N_{Ed,max} = 11200,00$	[kN]
Stvarna sila	$N_{Ed,statika} = 2095,08$	[kN]
Stvarna aksijalna sila	$v_d = 0,07$	
Uslov $v_d < 0,40$	OK	

4.2.3.8. Izvod iz softvera za proračun vertikalnih elemenata konstrukcije

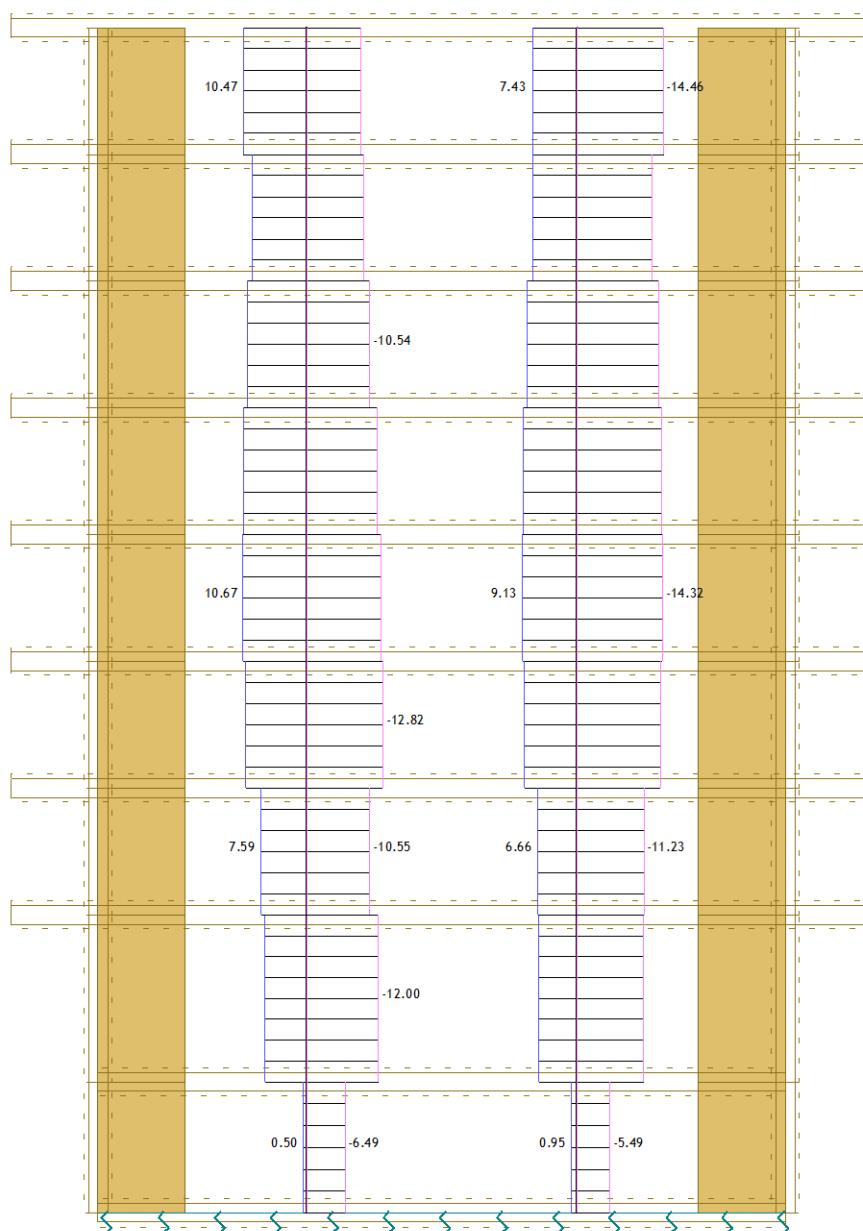
4.2.3.8.1. Stubovi

Opt. 22: [Seizmika] 7,10-13



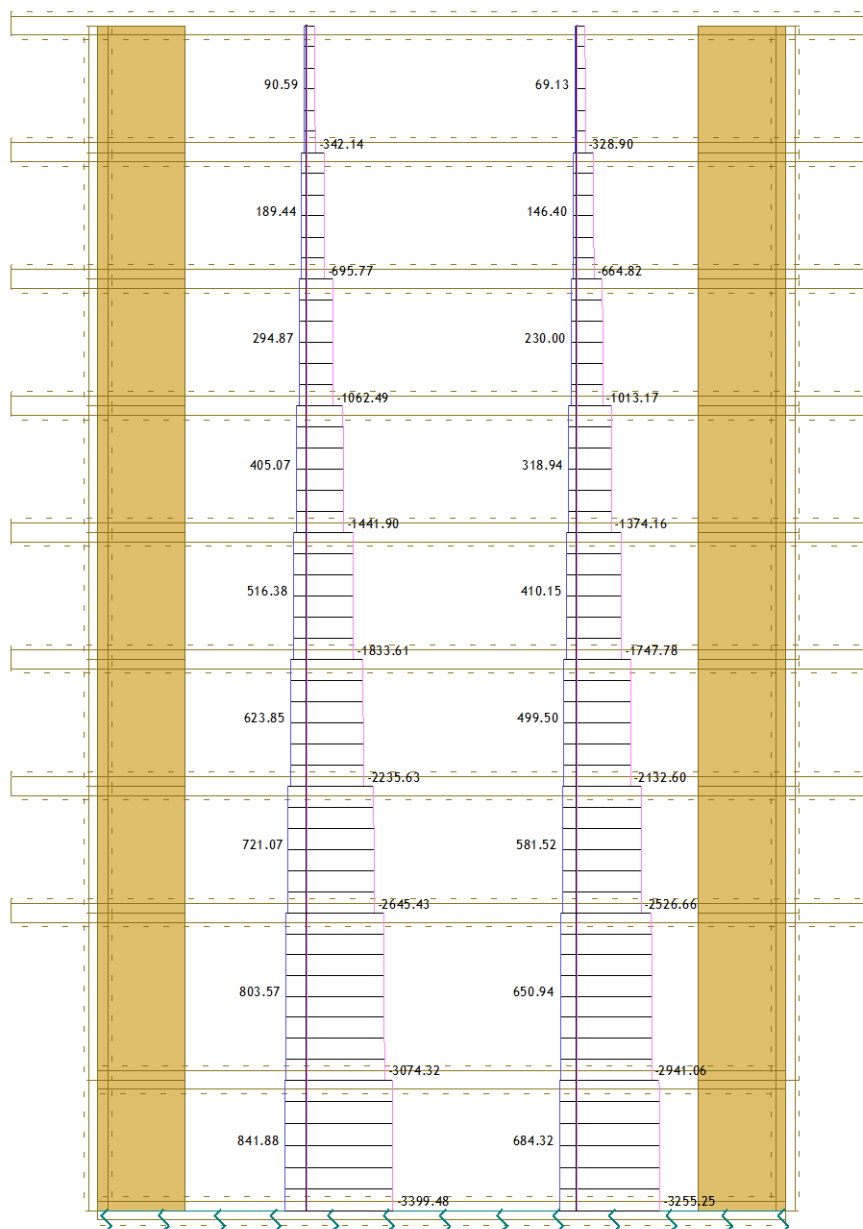
Ram: V_6

Uticaaji u gredi: max M3= 24.91 / min M3= -22.71 kNm



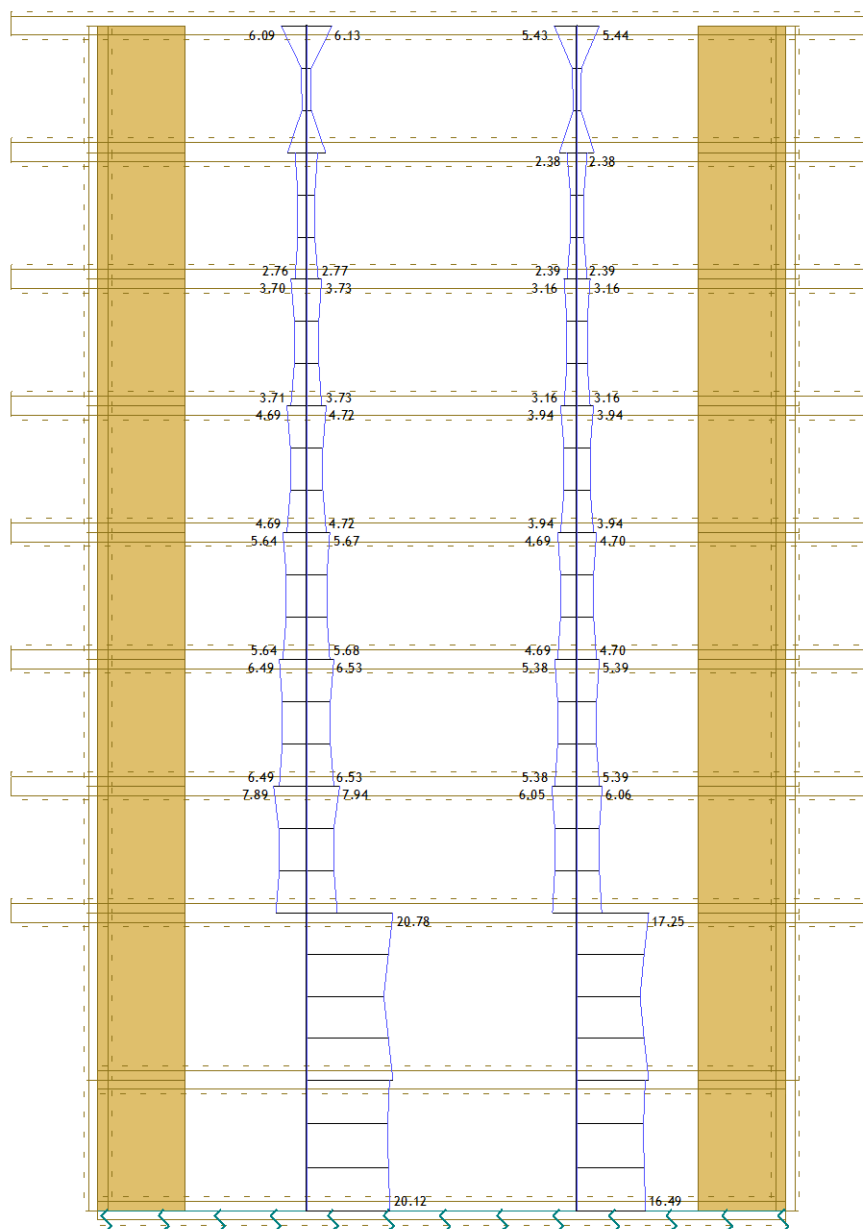
Ram: V_6

Uticaji u gredi: max T2= 10.67 / min T2= -14.46 kN



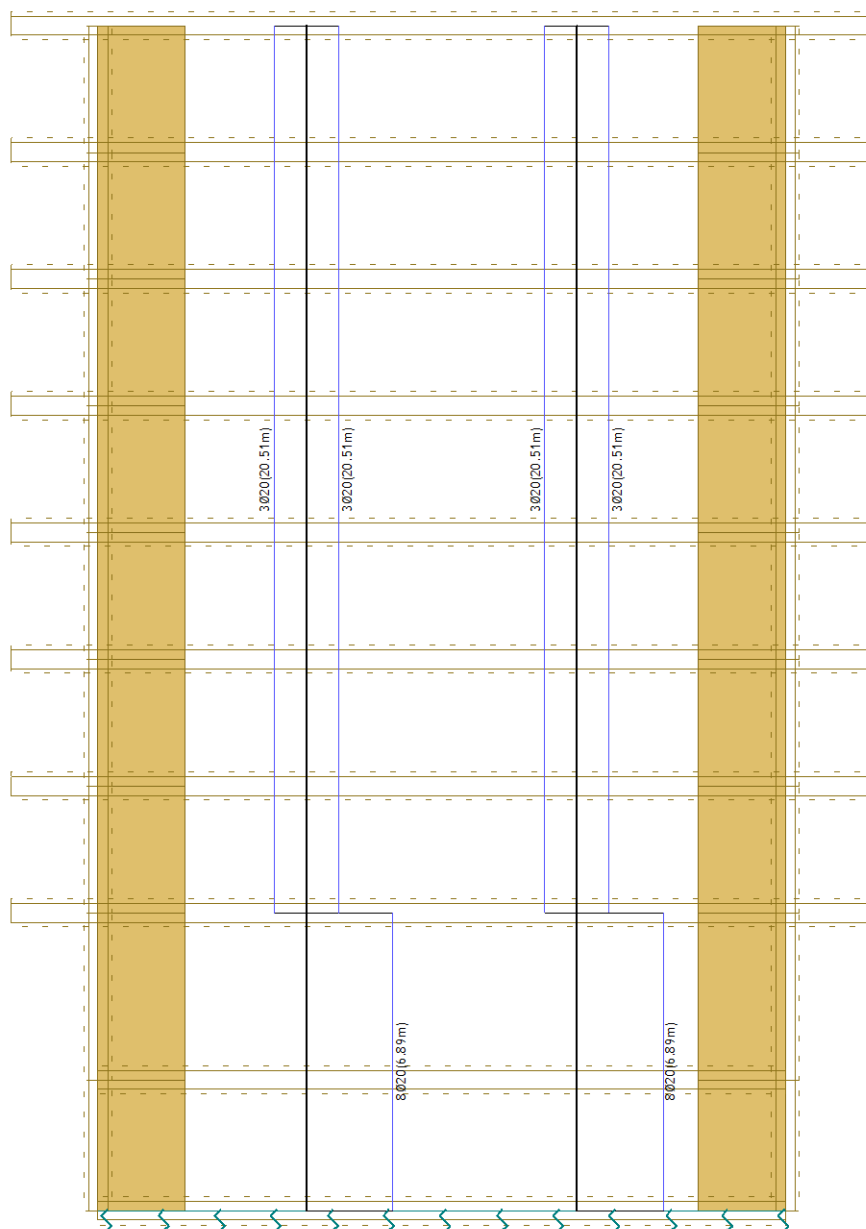
Ram: V_6

Utjecaji u gredi: max N1= 841.88 / min N1= -3399.48 kN



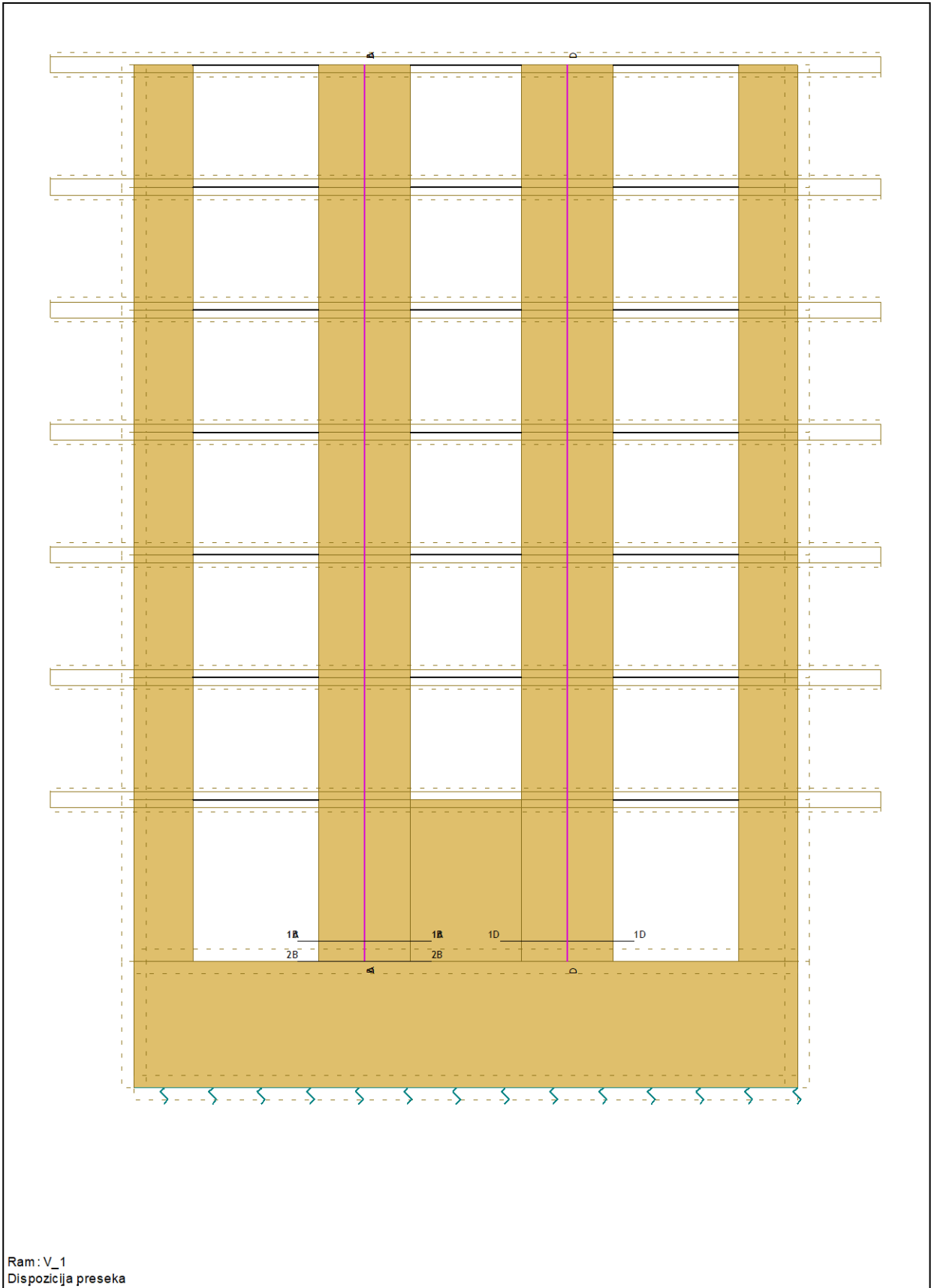
Ram: V_6
Armatura u gredama: max $Aa2/Aa1 = 7.89 / 20.78 \text{ cm}^2$

Usvojena armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B



Ram: V_6
Armatura u gredama (usvojena): Aa2/Aa1

4.2.3.8.2. Zidovi

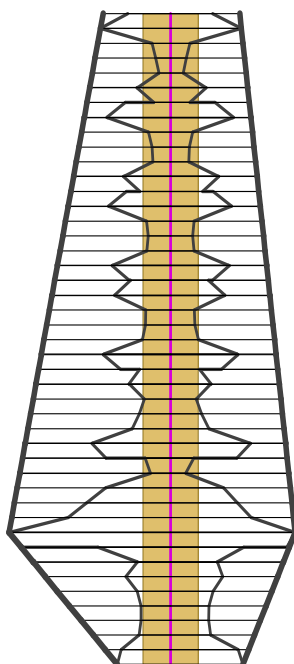


Proračunska anvelopa sila

Slučaj opterećenja: I+0,3xII+VII

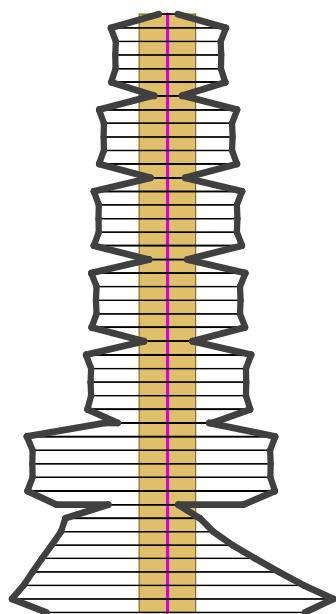
Pomeraj dijagrama momenta: 0,0 cm

Množilac transverzalnih sila: 1,00



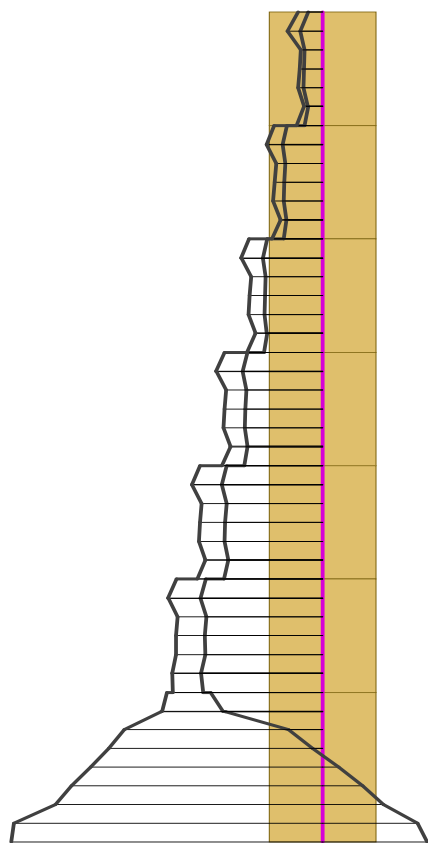
Presek [m]	Sračunati		Povećani	
	M,min [kNm]	M,max [kNm]	M,min [kNm]	M,max [kNm]
21,44	-791,32	774,81	-1246,55	1279,44
20,95	-1296,23	1308,65	-1296,23	1308,65
20,46	-344,05	356,20	-1345,92	1337,86
19,97	-274,45	292,53	-1395,60	1367,07
19,49	-212,13	234,43	-1445,29	1396,28
19,01	-604,34	642,88	-1493,79	1424,80
19,00	-620,83	659,73	-1494,97	1425,50
18,51	-311,97	357,71	-1544,66	1454,71
18,51	-837,31	820,29	-1544,66	1454,71
18,02	-1176,62	1165,57	-1594,34	1483,92
18,01	-1158,42	1147,68	-1595,53	1484,62
17,53	-405,95	409,52	-1644,03	1513,13
17,04	-343,02	348,88	-1693,71	1542,35
16,56	-328,55	337,58	-1743,40	1571,56
16,08	-853,95	873,11	-1791,90	1600,07
16,07	-871,72	891,10	-1793,08	1600,77
15,58	-565,97	594,23	-1842,77	1629,98
15,58	-814,29	785,67	-1842,77	1629,98
15,09	-1147,00	1126,32	-1892,45	1659,19
14,11	-415,07	407,15	-1991,82	1717,62
13,63	-439,29	434,32	-2041,51	1746,83
13,15	-1065,82	1067,35	-2090,00	1775,35
13,14	-1084,20	1085,87	-2091,19	1776,04
12,65	-764,79	777,24	-2140,88	1805,26
12,65	-740,81	700,64	-2140,88	1805,26
12,16	-1036,37	1006,92	-2190,56	1834,47
12,15	-1017,96	988,76	-2191,75	1835,17
11,67	-457,16	440,06	-2240,24	1863,68
11,18	-463,59	450,44	-2289,93	1892,89
10,70	-521,44	513,77	-2339,61	1922,10
10,22	-1228,21	1227,74	-2388,11	1950,62
10,21	-1246,62	1246,31	-2389,30	1951,32
9,72	-923,49	937,04	-2438,98	1980,53
9,72	-569,07	533,67	-2438,98	1980,53
9,23	-771,46	749,51	-2488,67	2009,74
9,22	-754,69	733,02	-2489,86	2010,44
8,74	-485,31	476,49	-2538,35	2038,95
8,25	-576,29	573,39	-2588,04	2068,16
7,77	-708,90	711,10	-2637,72	2097,38
7,29	-1436,64	1460,54	-2686,22	2125,89
7,28	-1453,88	1478,27	-2687,41	2126,59
6,79	-1193,74	1224,32	-2737,09	2155,80
6,79	-469,60	430,90	-2737,09	2155,80
6,30	-370,85	282,01	-2786,78	2185,01
6,29	-376,98	285,23	-2787,96	2185,71
5,81	-1196,66	980,97	-2836,46	2214,23
5,32	-1553,05	1233,10	-2886,15	2243,44
4,84	-1893,12	1491,25	-2935,83	2272,65
4,36	-2961,12	2283,71	-2984,33	2301,16

4,35	-2985,52	2301,86	-2985,52	2301,86
3,86	-2760,25	2148,90	-2761,04	2193,78
3,86	-1340,29	1352,95	-2761,04	2193,78
3,38	-611,83	862,48	-2539,25	2086,98
3,36	-617,95	865,05	-2531,21	2083,11
2,89	-828,15	965,05	-2317,46	1980,19
2,41	-616,97	784,93	-2095,67	1873,40
1,93	-543,46	707,72	-1873,88	1766,60
1,45	-543,55	705,27	-1652,09	1659,81
0,96	-581,42	740,12	-1430,30	1553,02
0,48	-911,88	1252,77	-1208,51	1446,22
0,00	-986,72	1339,43	-986,72	1339,43



Presek [m]	Sračunati		Povećani	
	T,min [kN]	T,max [kN]	T,min [kN]	T,max [kN]
21,44	-55,61	66,76	-55,61	66,76
20,95	-374,52	387,07	-374,52	387,07
20,46	-341,03	353,13	-341,03	353,13
19,97	-344,59	356,61	-344,59	356,61
19,49	-342,24	354,18	-342,24	354,18
19,01	-370,29	383,02	-370,29	383,02
19,00	-370,98	383,73	-370,98	383,73
18,51	-86,28	94,72	-86,28	94,72
18,51	-101,58	105,86	-101,58	105,86
18,02	-452,36	461,14	-452,36	461,14
18,01	-451,58	460,34	-451,58	460,34
17,53	-419,72	427,88	-419,72	427,88
17,04	-422,23	430,41	-422,23	430,41
16,56	-419,59	427,71	-419,59	427,71
16,08	-451,40	460,12	-451,40	460,12
16,07	-452,18	460,92	-452,18	460,92
15,58	-110,53	116,31	-110,53	116,31
15,58	-109,20	114,64	-109,20	114,64
14,60	-452,85	459,54	-452,85	459,54
14,11	-455,57	462,25	-455,57	462,25
13,63	-452,85	459,48	-452,85	459,48
13,15	-486,12	493,19	-486,12	493,19
13,14	-486,94	494,01	-486,94	494,01
12,65	-125,79	130,94	-125,79	130,94
12,65	-119,76	130,00	-119,76	130,00
12,16	-503,89	515,61	-503,89	515,61
12,15	-503,05	514,76	-503,05	514,76
11,67	-468,94	480,14	-468,94	480,14
11,18	-471,71	482,88	-471,71	482,88
10,70	-469,07	480,19	-469,07	480,19
10,22	-501,29	512,86	-501,29	512,86
10,21	-502,07	513,66	-502,07	513,66
9,72	-155,27	164,86	-155,27	164,86
9,72	-152,99	166,94	-152,99	166,94
9,23	-538,79	554,23	-538,79	554,23
9,22	-537,98	553,41	-537,98	553,41
8,74	-504,63	519,59	-504,63	519,59
8,25	-507,25	522,18	-507,25	522,18
7,77	-504,96	519,85	-504,96	519,85
7,29	-528,06	546,91	-528,06	546,91
7,28	-528,63	547,57	-528,63	547,57

6,79	-327,43	297,18	-327,43	297,18
6,79	-412,46	274,79	-412,46	274,79
6,30	-930,81	713,80	-930,81	713,80
6,29	-929,86	712,99	-929,86	712,99
5,81	-891,25	679,85	-891,25	679,85
5,32	-893,47	682,01	-893,47	682,01
4,84	-890,87	680,27	-890,87	680,27
4,36	-924,64	710,33	-924,64	710,33
4,35	-925,47	711,07	-925,47	711,07
3,86	-733,31	502,43	-733,31	502,43
3,86	-389,36	70,72	-389,36	70,72
3,38	-673,85	213,04	-673,85	213,04
3,36	-674,85	216,23	-674,85	216,23
2,89	-703,67	303,04	-703,67	303,04
2,41	-765,84	431,08	-765,84	431,08
1,93	-829,89	578,77	-829,89	578,77
1,45	-891,74	737,35	-891,74	737,35
0,96	-951,37	902,61	-951,37	902,61
0,48	-1028,00	1097,45	-1028,00	1097,45
0,00	-799,40	908,28	-799,40	908,28



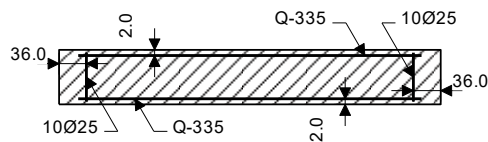
Presek [m]	N,min [kN]	N,max [kN]
21,44	-355,51	-210,55
20,95	-512,63	-327,73
20,46	-317,05	-261,16
19,97	-337,15	-273,79
19,49	-354,46	-282,51
19,01	-271,17	-215,45
19,00	-270,28	-212,66
18,51	-382,96	-267,81
18,51	-704,88	-518,06
18,02	-816,28	-582,98
18,01	-812,91	-582,11
17,53	-677,21	-544,18
17,04	-699,52	-556,62
16,56	-716,50	-564,75
16,08	-611,70	-526,05
16,07	-609,53	-524,71
15,58	-737,50	-563,22
15,58	-1066,57	-803,76
15,09	-1182,63	-868,44
15,08	-1179,14	-867,44
14,60	-1038,22	-825,09
14,11	-1062,43	-838,35
13,63	-1077,76	-845,95
13,15	-975,63	-809,55
13,14	-973,26	-808,54
12,65	-1097,94	-850,53
12,65	-1424,06	-1093,96
12,15	-1539,29	-1160,50
11,67	-1397,43	-1107,75
11,18	-1422,80	-1122,76
10,70	-1436,04	-1130,57
10,22	-1341,03	-1090,22
10,21	-1338,75	-1089,18
9,72	-1458,97	-1137,10

	9,72	-1775,36	-1390,51
	9,23	-1895,65	-1463,96
	9,22	-1892,20	-1462,34
	8,74	-1751,97	-1395,44
	8,25	-1778,30	-1412,65
	7,77	-1790,20	-1421,53
	7,29	-1701,86	-1371,69
	7,28	-1699,70	-1370,46
	6,79	-1816,43	-1427,19
	6,79	-2118,15	-1693,41
	6,30	-2240,42	-1772,35
	6,29	-2237,07	-1770,35
	5,81	-2100,30	-1688,73
	5,32	-2127,39	-1708,20
	4,84	-2127,18	-1702,69
	4,36	-2179,86	-1763,34
	4,35	-2181,61	-1764,37
	3,86	-2170,75	-1728,53
	3,86	-2254,98	-1627,19
	3,38	-2325,32	-1442,06
	3,36	-2341,91	-1411,02
	2,89	-2874,45	-494,81
	2,41	-3094,06	-148,08
	1,93	-3360,55	225,84
	1,45	-3639,55	579,16
	0,96	-3870,15	875,77
	0,48	-4474,18	1370,77
	0,00	-4514,24	1514,52

Ram: V 1

Presek 2B - 2B (Z=0,00m)

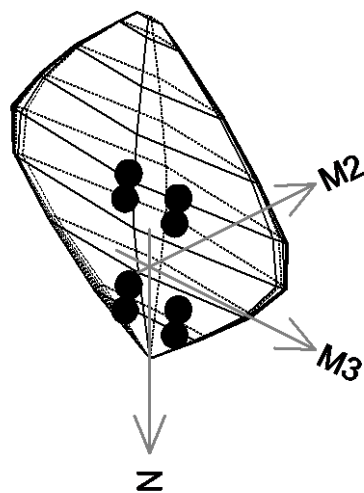
Merodavni presek za savijanje



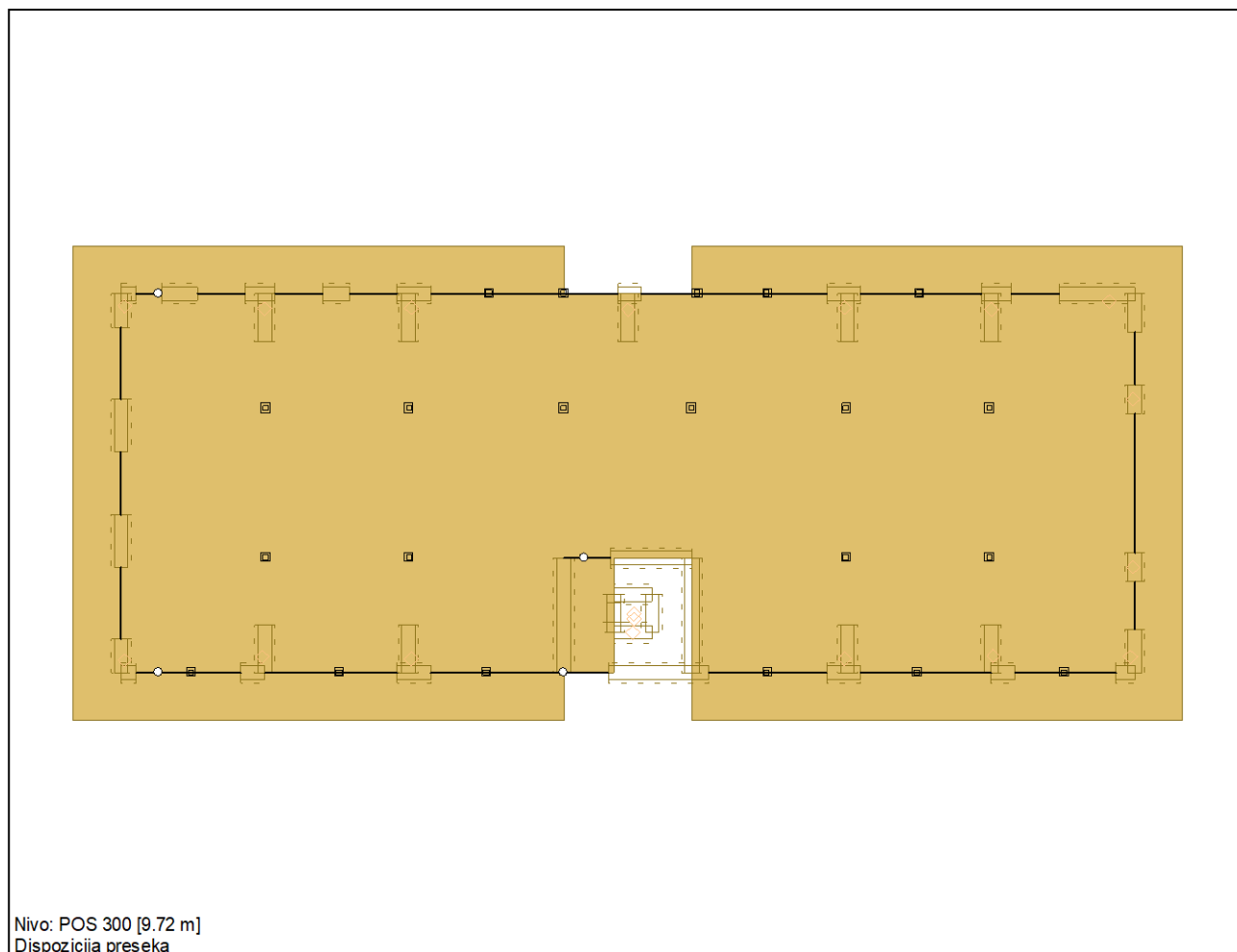
$$b/d = 25/220 \text{ cm} \quad A_b = 5500 \text{ cm}^2$$

LC	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
I	-1422,1	51,7	167,1
II	-259,3	9,1	30,9
III	2377,6	674,6	922,8
IV	2950,0	838,3	1144,8
V	343,6	100,8	135,9
VI	619,4	162,0	205,6
VII	3014,4	853,8	1163,1

3D interakcioni dijagram



4.2.3.8.3. Integralni presjeci



EC2 (EN 1992-1-1:2004)

Dimenzionisanje grupe slučajeva opterećenja: 7,10-13 (Seizmika)

EC2 (EN 1992-1-1:2004)

Dimenzionisanje grupe slučajeva opterećenja: 7,10
-13 (Seizmika)

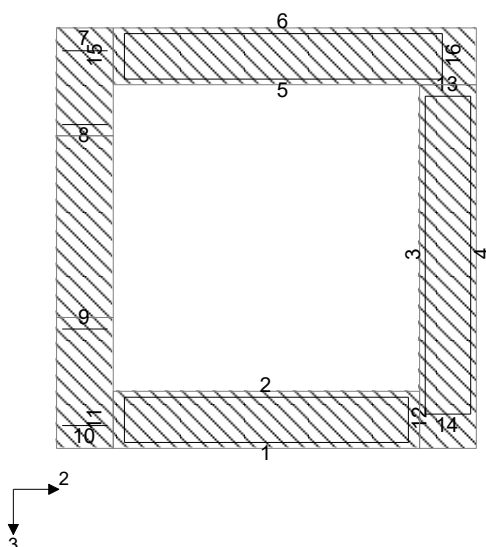
Segment reduktora 1

C25/30 ($\gamma_C = 1,50$, $\gamma_S = 1,15$) [SP]

Ugaona armatura ploča i zidova B500B

Podužna armatura ploča i zidova B500B

Poprečna armatura B500B



Podužna armatura

No	Potrebna [cm ² /m]	Usvojena [cm ² /m]
1	(P) 1,25 m x 4,11	(Ø10/15) 1,25 m x 5,24
2	(P) 1,25 m x 4,11	(Ø10/15) 1,25 m x 5,24
3	(P) 1,40 m x 4,11	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24
4	(P) 1,40 m x 4,11	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24
5	(P) 1,40 m x 4,11	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24
6	(P) 1,40 m x 4,11	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24
	Potrebna [cm ²]	Usvojena [cm ²]
7	(P) 9,86	(4Ø20) 12,57
8	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
9	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
10	(P) 9,86	(4Ø20) 12,57
11	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
12	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
13	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
14	(P) 14,79	(6Ø20) 18,85
15	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
16	(P) 14,79	(6Ø20) 18,85
Σ [cm ²]	112,13	142,94

Položaj (Z=6,26m)

Merodavni presek za smicanje

Merodavna kombinacija za savijanje: VII

Merodavna kombinacija za smicanje: I+0,30xII-1,00xVII

M2ed = 1671,01 kNm

M3ed = 2147,98 kNm

N1ed = 485,39 kN

V2ed = -619,24 kN

V3ed = -182,10 kN

εb/εa = -3,229/25,000 ‰

Podužna armatura

No	Potrebna [cm ² /m]
1	(P) 1,25 m x 2,91
2	(P) 1,25 m x 2,91
3	(P) 1,40 m x 2,91
4	(P) 1,40 m x 2,91
5	(P) 1,40 m x 2,91
6	(P) 1,40 m x 2,91
	Potrebna [cm ²]
7	(P) 6,98
8	(P) 3,49
9	(P) 3,49
10	(P) 6,98
11	(P) 3,49
12	(P) 3,49
13	(P) 3,49
14	(P) 10,47
15	(P) 3,49
16	(P) 10,47
Σ [cm ²]	79,39

Poprečna armatura

Aah = ±5,65 cm²/m

Položaj (Z=3,86m)

Merodavni presek za savijanje

Merodavna kombinacija za savijanje: VII

Merodavna kombinacija za smicanje: I+0,30xII-1,00xVII

M2ed = 1999,13 kNm

M3ed = 3232,30 kNm

N1ed = 440,19 kN

V2ed = -283,69 kN

V3ed = -213,55 kN

εb/εa = -3,462/25,000 ‰

No	Potrebna [cm ² /m]
1	(P) 1,25 m x 4,11
2	(P) 1,25 m x 4,11
3	(P) 1,40 m x 4,11
4	(P) 1,40 m x 4,11
5	(P) 1,40 m x 4,11
6	(P) 1,40 m x 4,11
	Potrebna [cm ²]
7	(P) 9,86
8	(P) 4,93
9	(P) 4,93
10	(P) 9,86
11	(P) 4,93
12	(P) 4,93
13	(P) 4,93
14	(P) 14,79
15	(P) 4,93
16	(P) 14,79
Σ [cm ²]	112,13

$$A_{ah} = \pm 2,59 \text{ cm}^2/\text{m}$$

A diagram of a square frame composed of 14 segments, numbered 1 through 14. The segments are arranged in a square shape with a central square hole. The segments are labeled as follows: 1 (bottom-left corner), 2 (bottom-left horizontal bar), 3 (bottom-right vertical bar), 4 (bottom-right corner), 5 (top-left horizontal bar), 6 (top-left corner), 7 (top-left vertical bar), 8 (top-left corner), 9 (top-left vertical bar), 10 (bottom-left corner), 11 (bottom-left vertical bar), 12 (bottom-right corner), 13 (bottom-right vertical bar), 14 (bottom-right corner), and 15 (top-right corner). The segments are shaded with diagonal lines.

A right angle is shown with an arc and the number 2.

No	Potrebna [cm ² /m]	Usvojena [cm ² /m]
1	(P) 1,25 m x 3,75	(Ø10/15) 1,25 m x 5,24
2	(P) 1,25 m x 3,75	(Ø10/15) 1,25 m x 5,24
3	(P) 1,40 m x 3,75	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24
4	(P) 1,40 m x 3,75	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24
5	(P) 1,40 m x 3,75	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24
6	(P) 1,40 m x 3,75	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24

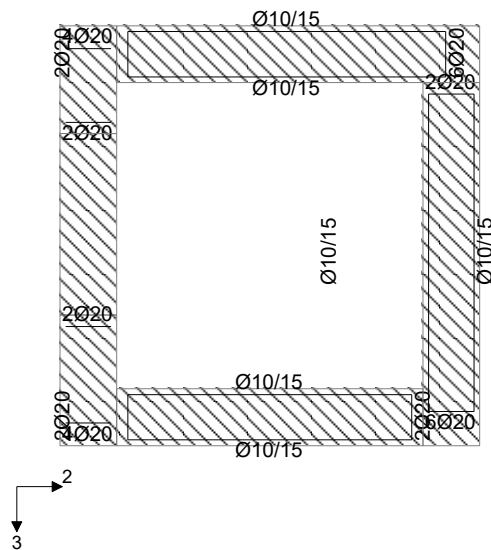
	Potrebna [cm ²]	Usvojena [cm ²]
7	(P) 8,99	(4Ø20) 12,57
8	(P) 4,50	(2Ø20) 6,28
9	(P) 4,50	(2Ø20) 6,28
10	(P) 8,99	(4Ø20) 12,57
11	(P) 4,50	(2Ø20) 6,28
12	(P) 4,50	(2Ø20) 6,28
13	(P) 4,50	(2Ø20) 6,28
14	(P) 13,49	(6Ø20) 18,85
15	(P) 4,50	(2Ø20) 6,28
16	(P) 13,49	(6Ø20) 18,85
Σ [cm ²]	102,30	142,94

Merodavni presek za savijanje i smicanje
Merodavna kombinacija za savijanje: VII
Merodavna kombinacija za smicanje: I+0,30xII-
1,00xVII

$$\varepsilon_b/\varepsilon_a = -3,431/25,000 \text{ ‰}$$

Dimenzionisanje grupe slučajeva opterećenja: 7,10
-13 (Seizmika)

C25/30 ($\gamma_C = 1,50$, $\gamma_S = 1,15$) [SP]
 Ugaona armatura ploča i zidova B500B
 Podužna armatura ploča i zidova B500B
 Poprečna armatura B500B



Podužna armatura

No	Potrebna [cm ² /m]	Usvojena [cm ² /m]
1	(P) 1,25 m x 4,11	(Ø10/15) 1,25 m x 5,24
2	(P) 1,25 m x 4,11	(Ø10/15) 1,25 m x 5,24
3	(P) 1,40 m x 4,11	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24
4	(P) 1,40 m x 4,11	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24
5	(P) 1,40 m x 4,11	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24
6	(P) 1,40 m x 4,11	(Ø10/15) 1,40 m x 5,24
	Potrebna [cm ²]	Usvojena [cm ²]
7	(P) 9,86	(4Ø20) 12,57
8	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
9	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
10	(P) 9,86	(4Ø20) 12,57
11	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
12	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
13	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
14	(P) 14,79	(6Ø20) 18,85
15	(P) 4,93	(2Ø20) 6,28
16	(P) 14,79	(6Ø20) 18,85
Σ [cm²]	112,13	142,94

Položaj (Z=24,37m)

Merodavna kombinacija za savijanje: VII

Merodavna kombinacija za smicanje: I+0,30xII-1,00xVII

M2ed = 146,96 kNm

M3ed = 374,75 kNm

N1ed = 128,53 kN

V2ed = 154,05 kN

V3ed = -42,71 kN

εb/εa = -0,967/25,000 ‰

Podužna armatura

No	Potrebna [cm ² /m]
1	(P) 1,25 m x 0,52
2	(P) 1,25 m x 0,52
3	(P) 1,40 m x 0,52
4	(P) 1,40 m x 0,52
5	(P) 1,40 m x 0,52
6	(P) 1,40 m x 0,52
7	(P) 1,24
8	(P) 0,62
9	(P) 0,62
10	(P) 1,24
11	(P) 0,62
12	(P) 0,62
13	(P) 0,62
14	(P) 1,86
15	(P) 0,62
16	(P) 1,86
Σ [cm²]	14,14

Poprečna armatura

Aah = ±1,41 cm²/m

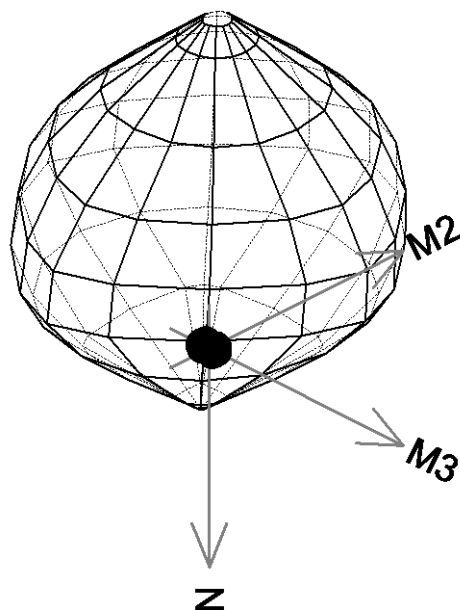
Podužna armatura

No	Potrebna [cm ² /m]
1	(P) 1,25 m x 3,75
2	(P) 1,25 m x 3,75
3	(P) 1,40 m x 3,75
4	(P) 1,40 m x 3,75
5	(P) 1,40 m x 3,75
6	(P) 1,40 m x 3,75
	Potrebna [cm ²]
7	(P) 8,99
8	(P) 4,50
9	(P) 4,50
10	(P) 8,99
11	(P) 4,50
12	(P) 4,50
13	(P) 4,50
14	(P) 13,49
15	(P) 4,50
16	(P) 13,49
Σ [cm²]	102,30

Poprečna armatura

Aah = ±5,56 cm²/m

3D interakcioni dijagram



4.2.3.9. Proračun duktilnosti vertikalnih elemenata konstrukcije

4.2.3.9.1. Stubovi

Dimenzionisanje stubova prema BAS EN 1998-1, član 5.4.3.2. – S24 – $b/d = 25/95$ cm

1/ Ulazni podaci

C	30/37		klasa betona
B	500B		armaturni čelik
$N_{Ed} =$	3643,50	[kN]	aksijalna sila u stubu od seizmičkog proračunskog opterećenja
$h_c =$	95,00	[cm]	veća dimenzija poprečnog presjeka stuba
$b_c =$	25,00	[cm]	ukupna širina poprečnog presjeka stuba
$A_c =$	2375,00	[cm ²]	površina poprečnog presjeka stuba
$f_{cd} =$	20,00	[MPa]	proračunska vrijednost čvrstoće betona pri pritisku na cilindru
$f_{yd} =$	434,78	[MPa]	proračunska vrijednost granice razvlačenja armaturnog čelika
$\varepsilon_{cu2} =$	0,0035	[-]	dilatacija pritiska pri kojoj se očekuje odvajanje nategnutog betona
c	2,50	[cm]	zaštitni sloj betona
$T_C =$	0,50	[s]	period na gornjoj granici oblasti konstantnog ubrzanja elastičnog spektra (tlo tip B)
$T_1 =$	1,055076	[s]	period oscilovanja konstrukcije
$q_0 =$	3,0	[-]	faktor ponašanja ($q_0 > 2,0$ – proračun se vrši prema EN 1998-1)
$E_s =$	200000	[MPa]	modul elastičnosti
$l_{cl} =$	272	[cm]	čista dužina stuba (od ploče do ploče)
$d_{bl} =$	16		najmanji prečnik podužnih šipki armature u stubu
$\varnothing_{uz} =$	10	[mm]	usvojeni prečnik uzengije
$b_0 =$	19	[cm]	širina utegnutog jezgra (do osa uzengija)
$h_0 =$	89	[mm]	visina utegnutog jezgra (do osa uzengija)

2/ Kontrola proračunske normalizovane sile u stubovima, prema EN 1998-1:2004, čl. 5.4.3.2.1.

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = 0,24 < 0,65$$

Uslov je zadovoljen!

$$v_d > 0,2$$

Proračun se vrši prema EN 1998-1

3/ Određivanje dužine kritične oblasti stuba

$$l_{cr} = \max \begin{cases} h_c = 0,95 \text{ m} \\ \frac{l_{cl}}{6} = 0,45 \text{ m} \\ 0,45 \text{ m} \end{cases} \rightarrow l_{cr} = 0,95 \text{ m}$$

$$\text{Uslov: } \frac{l_{cl}}{h_c} < 3$$

$$2,86 < 3$$

Uslov je zadovoljen

Čitava dužina stuba se smatra kritičnom

4/ Minimalni procenat armiranja stuba

$N_{Ed} = 3643,50$ [kN] aksijalna sila u stubu od seizmičkog proračunskog opterećenja

$f_{yd} = 434,78$ [MPa] proračunska vrijednost granice razvlačenja armaturnog čelika

$A_{s,min} = 8,38$ [cm²] $A_{s,min} = 0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}$

$A_{s,min} = 4,75$ [cm²] $A_{s,min} = 0,002 \cdot A_c$

$A_{s,min} = 23,75$ [cm²] $A_{s,min} = 0,01 \cdot A_c$ (Prema EN 1998-1 član 5.4.3.2.2.)

$A_{s,max} = 95,00$ [cm²] $A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$

$d_{bL} = 20$ [mm] $n = 16$ [kom]

$d_{bL} = 0$ [mm] $n = 0$ [kom]

$A_{s,usv} = 50,24$ [cm²]

5/ Minimalni prečnik šipki uzengija

$$d_{bw} = \begin{cases} 6 \text{ mm} & \text{za DCM} \\ 0,4 \cdot d_{bL,max} \cdot \sqrt{\frac{f_{ydL}}{f_{ydw}}} & \text{za DCH} \end{cases}$$

gdje je:

L podužna armatura

w poprečna armatura

6/ Proračun minimalnog razmaka uzengija u kritičnoj oblasti

$$s_{\min} = \begin{cases} \frac{b_0}{2} \\ 8,5 \cdot d_{bL} \\ 175,00 \end{cases} \rightarrow s_{\min} = \begin{cases} 95,00 \\ 128,00 \\ 175,00 \end{cases} \quad [\text{mm}]$$

Usvojeno: $s = 10 \text{ cm}$

7/ Kontrola mehaničkog zapreminskog procenta armiranja uzengija za utezanje presjeka ω_{wd}

U kritičnoj oblasti u osnovi (na spoju sa temeljom) primarnih seizmičkih stubova, vrijednost faktora duktilnosti krivine μ_ϕ mora biti najmanje jednaka onoj koja je data u **EN 1998-1, član 5.2.3.4(3)**

μ_ϕ faktor duktilnosti krivine kritične oblasti

$$\mu_\phi = 2 \cdot q_0 - 1 = 5,00 \quad \text{za } T_1 \geq T_c$$

$$\mu_\phi = 1 + 2 \cdot (q_0 - 1) \cdot \frac{T_c}{T_1} = 2,90 \quad \text{za } T_1 < T_c$$

$$\mu_\phi = 5,00$$

$$1,5\mu_\phi = 7,50 \quad \text{korištena klasa duktilnosti armature B}$$

Ako je za određenu vrijednost faktora duktilnosti krivine μ_ϕ dilatacija betona veća od $\varepsilon_{cu2} = 0,0035$ potrebna na bilo kom mjestu u poprečnom presjeku, nadoknada za gubitak nosivosti usljed otpadanja zaštitnog sloja betona postiže se adekvatnim utezanjem jezgra presjeka, na osnovu svojstava utegnutoг betona datih u EN 1992-1-1:2004, član 3.1.9.

$$\text{Uslov:} \quad \alpha \omega_{wd} \geq 30 \mu_\phi v_d \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0,035$$

$$\alpha = 0,5595 \quad \text{faktor globalne efikasnosti utezanja}$$

$$\alpha_n = 0,8045 \quad \alpha_n = 1 - \sum \left(\frac{b_i^2}{6 \cdot b_0 \cdot h_0} \right)$$

$$\alpha_s = 0,6954 \quad \alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2b_0} \right) \left(1 - \frac{s}{2h_0} \right)$$

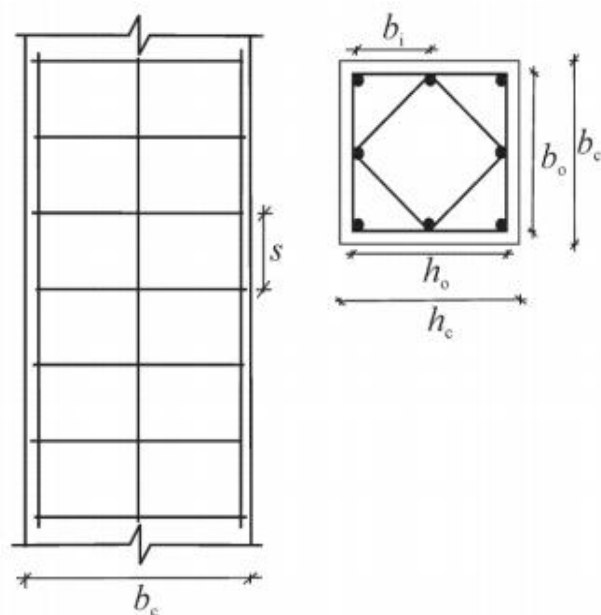
$$b_i = 14 \quad [\text{kom}] \quad \text{odstojanje osa obuhvaćenih (pridržanih) šipki - kraća strana}$$

$$h_i = 10 \quad [\text{kom}] \quad \text{odstojanje osa obuhvaćenih (pridržanih) šipki - duža strana}$$

$$n_{bi} = 4 \quad [\text{kom}] \quad \text{broj podužnih šipki u poprečnom presjeku stuba - kraća strana}$$

$$n_{hi} = 12 \quad [\text{kom}] \quad \text{broj podužnih šipki u poprečnom presjeku stuba - duža strana}$$

$$\varepsilon_{sy,d} = 0,0022 \quad \varepsilon_{sy,d} = f_{yd} / E_s \quad \text{proračunska vrijednost dilatacije zatezanja čelika na granici tečenja}$$



Slika 58. Utezanje betonskog jezgra

$$\omega_{wd} = 0,2135 > 0,08 \quad \text{Uslov je zadovoljen}$$

Kontrola stvarnog zapreminskog koeficijent armiranja uzengija za utezanje presjeka:

$$\omega_{wd} = 0,4885 > 0,2135 \quad \text{Uslov je zadovoljen}$$

$$L_{\phi u} = 380 \quad [\text{cm}] \quad \text{ukupna dužina uzengija u presjeku}$$

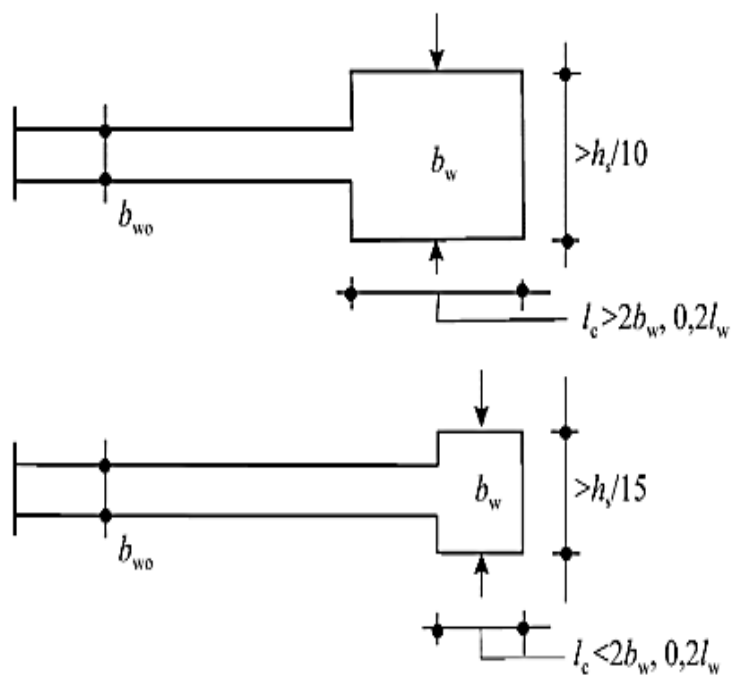
$$V_{\phi u} = 3800 \quad [\text{cm}^3] \quad \text{zapremina uzengija za utezanje}$$

$$V_0 = 169100 \quad [\text{cm}^3] \quad \text{zapremina betonskog jezgra}$$

Uslovi lokalne duktilnosti stubova su zadovoljeni.

Dimenzionisanje duktilnih zidova prema EN 1998-1, član 5.4.3.4. – ZX02**1/ Ulazni podaci**

C	30/37		klasa betona
B	500B		armaturni čelik
$N_{Ed} =$	2496,50	[kN]	aksijalna sila u stubu od seizmičkog proračunskog opterećenja
$l_w =$	125,00	[cm]	dužina zida
$b_w = b_c =$	25,00	[cm]	širina rebra zida / širina ivičnog elementa zida
$A_c =$	8125,00	[cm ²]	površina poprečnog presjeka zida
$f_{cd} =$	20,00	[MPa]	proračunska vrijednost čvrstoće betona pri pritisku na cilindru
$f_{yd} =$	434,78	[MPa]	proračunska vrijednost granice razvlačenja armaturnog čelika
$\varepsilon_{cu2} =$	0,0035	[-]	dilatacija pritiska pri kojoj se očekuje odvajanje nategnutog betona
c =	2,50	[cm]	zaštitni sloj betona
$b_0 =$	19	[cm]	širina utegnutog presjeka do osi podužne armature
$T_C =$	0,50	[s]	period na gornjoj granici oblasti konstantnog ubrzanja elastičnog spektra (tlo tip B)
$T_1 =$	1,055076	[s]	period oscilovanja konstrukcije
$q_0 =$	3,0	[-]	faktor ponašanja ($q_0 > 2,0$ – proračun se vrši prema EN 1998-1)
$E_s =$	200000	[MPa]	modul elastičnosti
$h_s =$	386	[cm]	svijetla visina sprata donje etaže
$h_w =$	2144	[cm]	ukupna visina zida (konstrukcije)
$b_0 =$	18,8	[cm]	širina utegnutog jezgra (do osa uzengija)
$h_0 =$	23,8	[mm]	visina utegnutog jezgra (do osa uzengija)



Slika 59. Minimalna debljina utegnutih ivičnih elemenata

2/ Kontrola proračunske normalizovane sile u zidovima, prema EN 1998-1 član 5.4.3.4.1. (2)

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = 0,15 < 0,40 \quad \text{Uslov je zadovoljen!}$$

Ako su dole navedena dva uslova ispunjena poprečna armatura ivičnih elemenata se računa prema **EN 1992-1-1:2004**, u suprotnom prema **EN 1998-1:2004 član 5.4.3**

- a) $v_{sd} < 0,15$ → **EN 1998-1:2004, član 5.4.3.**
- b) $v_{sd} < 0,2$ → **EN 1992-1-1:2004**
faktor ponašanja q umanjen za 15%

3/ Kontrola nepouzdanosti koje se odnose na stvarnu raspodjelu momenata po visini zida, prema EN 1998-1:2004, član 5.4.2.4.

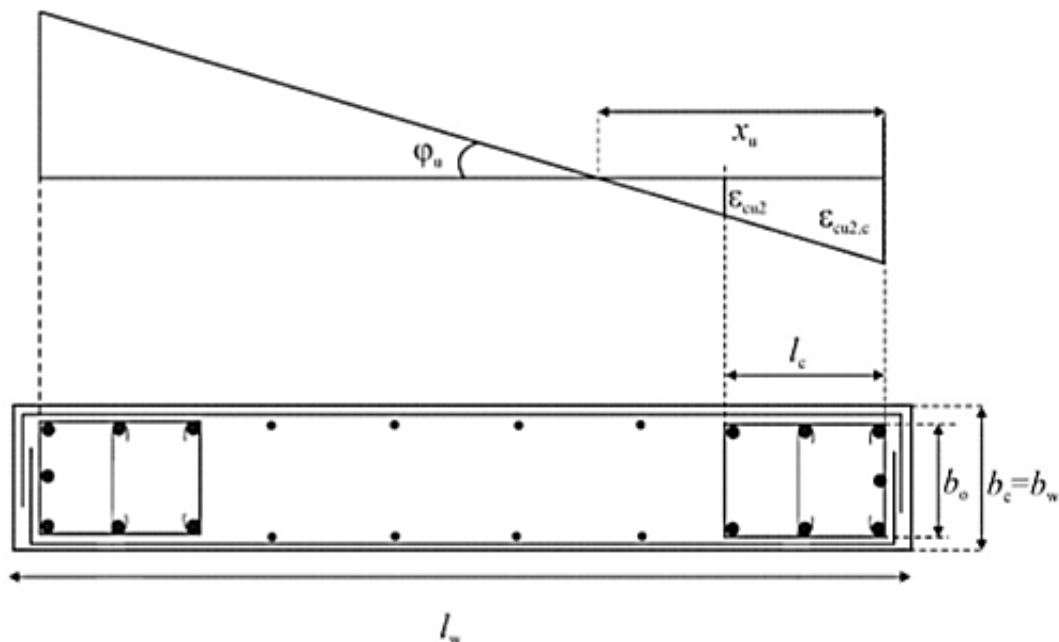
$$\frac{h_{wl}}{l_w} = 17,2 > 2 \quad \rightarrow \quad \text{pomjeranje anvelope za 112,50 cm}$$

$$a_1 = d \cdot \text{ctg} \theta = 112,50 \text{ cm} \quad < \quad h_s = 386,00 \text{ cm}$$

$$d = 0,9 \cdot l_w \quad \text{statička visina presjeka}$$

$$\theta = 45^\circ \quad \text{ugao pritisnute dijagonale (ugao prsline ~45^\circ)}$$

4/ Određivanje veličine ivičnih elemenata zida



Slika 60. Utegnuti ivični elementi na slobodnoj ivici zida

4.1/ Određivanje pretpostavljene dužine ivičnog elementa

$d_1 = d_2 = 12,50$	[cm]	pretpostavljeni položaj težišta armature ivičnog elementa
		$d_1 = d_2 = 0,1 \cdot l_w$
$l_c = 25$	[cm]	pretpostavljena dužina ivičnog elementa
		$l_c = 2 \cdot d_1$
$l_{c,pret} = 30$	[cm]	Usvojeno

4.2/ Određivanje širine ivičnog elementa

$$b_c = \max \left(20 \text{ cm}, \begin{cases} \frac{h_s}{15}, & \text{ako } l_c < \max \left\{ \frac{2b_w}{0,2l_w} \right\} \\ \frac{h_s}{10}, & \text{ako } l_c \geq \max \left\{ \frac{2b_w}{0,2l_w} \right\} \end{cases} \right)$$

$$2b_w = 50 \quad [\text{cm}]$$

$$0,2l_w = 25 \quad [\text{cm}]$$

$$l_{c,pret} = 30 \quad [\text{cm}]$$

$$b_c = 25,73 \quad [\text{cm}] \quad \text{Potrebno}$$

Radi jednostavnije tehnologije izvođenja konstrukcijskih elemenata, usvojena je vrijednost širine rebra zida tako da vrijedi $b_c = b_w$.

$$b_c = b_w = 25 \quad [\text{cm}]$$

4.3/ Provjera minimalne i maksimalne površine armature pretpostavljenog ivičnog elementa

$$\begin{aligned}
 A_c &= 750,00 & [\text{cm}^2] & \text{površina ivičnog elementa} \\
 A_{s,\min} &= 3,80 & [\text{cm}^2] & A_{s,\min} = 0,005 \cdot A_c \\
 A_{s,\max} &= 30,00 & [\text{cm}^2] & A_{s,\max} = 0,04 \cdot A_c \\
 A_{s,\text{usv}} &= 18,85 & [\text{cm}^2] &
 \end{aligned}$$

4.4/ Provjera dimenzija ivičnog elementa prema EN 1998-1:2004, član 5.4.3.4.2.

$$l_c \geq \max \begin{cases} 0,15 \cdot l_w \\ 1,50 \cdot b_w \\ l_{3,5} = x_u \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}} \right) \end{cases} \rightarrow l_c \geq \max \begin{cases} 18,75 \text{ cm} \\ 37,50 \text{ cm} \\ 31,31 \text{ cm} \end{cases}$$

$$l_c = 37,50 \quad [\text{cm}] \quad \text{Usvojeno}$$

gdje je

$l_{3,5}$ dužina ivičnog elementa sa dilatacijama $\varepsilon_{cu2} > 0,0035$

$\varepsilon_{cu2} = 0,0035$ dilatacija pritiska pri kojoj se očekuje odvajanje nategnutog betona

granična dilatacija utegnuto betona

$\varepsilon_{cu2,c}$

$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,1 \cdot \alpha \cdot \omega_{wd}$$

$$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30 \cdot \mu_\phi (v_d + \omega_w) \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0,035$$

μ_ϕ faktor duktilnosti krivine kritičnih oblasti

$$\mu_\phi = 2 \cdot q_0 - 1 = 5,00 \quad \text{za } T_1 \geq T_c$$

$$\mu_\phi = 1 + 2 \cdot (q_0 - 1) \cdot \frac{T_c}{T_1} = 2,90 \quad \text{za } T_1 < T_c$$

$$\mu_\phi = 5,00$$

$$1,5\mu_\phi = 7,50 \quad \text{korištena klasa duktilnosti armature B}$$

mehanički koeficijent armiranja vertikalnom armaturom rebra

$$\omega_w = 0,0911 \quad \omega_w = \rho_v \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

$$\rho_v = 0,0042 \quad \rho_v = A_{sv}/A_c$$

$$A_{sv} = 2 \times Q524 = 10,48 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_c = 2500 \quad [\text{cm}^2] \quad A_c = b_c \cdot 100$$

$$A_{sv,\min} = 5,00 \quad [\text{cm}^2/\text{m}] \quad A_{sv,\min} = 0,002 \cdot A_c$$

$\varepsilon_{sy,d} =$	0,0022	$\varepsilon_{sy,d} = f_{yd}/E_s$
$\alpha =$	0,4718	faktor globalne efikasnosti utezanja
$\alpha_n =$	0,8138	$\alpha_n = 1 - \sum \left(\frac{b_i^2}{6 \cdot b_0 \cdot h_0} \right)$
$\alpha_s =$	0,5798	$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2b_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_0}\right)$
$b_i =$	10	[kom] odstojanje osa obuhvaćenih (pridrżanih) řipki - kraća strana
$h_i =$	10	[kom] odstojanje osa obuhvaćenih (pridrżanih) řipki - duća strana
$n_{bi} =$	2	[kom] broj podużnih řipki u p. presjeku iviĉnog elementa - kraća strana
$n_{hi} =$	3	[kom] broj podużnih řipki u p. presjeku iviĉnog elementa - duća strana
$\alpha \cdot \omega_{wd} =$	0,1225	$\rightarrow \omega_{wd} = 0,2597 > 0,08$ Uslov je zadovoljen
$\varepsilon_{cu2,c} =$	0,0158	
$x_u =$	40,26	[cm] $x_u = \frac{(v_d + \omega_w) \cdot (l_w \cdot b_c)}{b_0}$

Minimalna dućina iviĉnog elementa na osnovu usvojene armature

$l_{c,min} =$	18,85	[cm]	$l_{c,min} = \frac{A_{s1,usv}}{0,04 \cdot b_c}$	
$l_{c,pret} =$	30,00	<	$l_{c,max} =$	37,50 [cm] $\rightarrow$ Uslov je zadovoljen
$l_{c,pret} =$	30,00	>	$l_{c,min} =$	18,85 [cm] $\rightarrow$ Uslov je zadovoljen
$l_{c,pret} =$	30,00	<	$x_u =$	40,26 [cm] $\rightarrow$ Uslov je zadovoljen

Zaključak: Usvojena dućina iviĉnog elementa zadovoljava

5/ Oblikovanje detalja za lokalnu duktilnost, prema EN 1998-1:2004, ĉlan 5.4.3.2.2.

5.1/ Visina kritiĉne oblasti na kojoj je potrebno obezbjediti utezanje betonskog jezgra iviĉnog elementa, prema EN 1998-1:2004, ĉlan 5.4.3.4.2.

$h_{cr} = \max \left\{ \begin{array}{l} l_w = 125,00 \text{ cm} \\ \frac{h_w}{6} = 357,33 \text{ cm} \end{array} \right.$	$\rightarrow$	$h_{cr} = 357,33 \text{ cm}$
$h_{cr} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot l_w \\ h_s - \text{za } n \leq 6 \text{ spratova} \\ 2h_s - \text{za } n \geq 7 \text{ spratova} \end{array} \right.$	$\rightarrow$	$h_{cr} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} 250,00 \text{ cm} \\ 386,00 \text{ cm} \\ 772,00 \text{ cm} \end{array} \right.$
		Uslov nije zadovoljen
$h_{cr} =$	386,00 [cm]	$> h_{cr,min} = 250$ [cm] Ćitava visina se smatra kritiĉnom

5.2/ Minimalni prečnik poprečne armature, prema EN 1992-1:2004, član 9.5.3 (1)

$$\phi_{u,min} \geq \begin{cases} 6 \text{ mm} \\ \frac{\phi_{min}}{4} \end{cases} \rightarrow \phi_{u,usv} = 10 \text{ mm}$$

$$\phi_{min} = 16 \quad [\text{mm}]$$

5.3/ Minimalno rastojanje uzengija u kritičnoj oblasti prema EN 1998-1:2004, ukoliko nisu zadovoljeni uslovi pod tačkom 2

$$s_w \leq \begin{cases} 8 \cdot \phi_{min} \\ \frac{b_0}{2} \\ 17,5 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow s_w \leq \begin{cases} 12,8 \text{ cm} \\ 9,5 \text{ cm} \\ 17,5 \text{ cm} \end{cases}$$

$$s_{w,usv} = 10 \quad [\text{cm}]$$

5.4/ Minimalno rastojanje uzengija prema EN 1992-1-1:2004, član 9.5.3. (3) ukoliko su zadovoljeni uslovi pod tačkom 2

$$s_{u,max} \leq \begin{cases} 20 \cdot \phi_{min} \\ b_c \\ 40,0 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow s_{u,max} \leq \begin{cases} 32,0 \text{ cm} \\ 25,0 \text{ cm} \\ 40,0 \text{ cm} \end{cases}$$

$$s_{u,usv} = 15 \quad [\text{cm}]$$

4.2.3.9.3. Integralni presjeci

Proračun duktilnosti radi se identično kao i za zidove/stubove, zavisno od kojih elemenata je sastavljen integralni presjek.

5. POREĐENJE GREDNIH I BEZGREDNIH SISTEMA

U ovom poglavlju se vrši komparativna analiza grednog i bezgrednog konstrukcijskog sistema, sa posebnim fokusom na dva modela:

- **Model 2** – poboljšani bezgredni sistem,
- **Model 3** – gredni sistem.

Analiza obuhvata:

1. **procjenu nosivosti konstrukcije** u skladu sa zahtjevima **graničnog stanja nosivosti** (GSN/ULS), uzimajući u obzir sve relevantne opterećenja i kombinacije prema Evrokod standardima;
2. **analizu deformacija** u okviru **graničnog stanja upotrebljivosti** (GSU/SLS), kako bi se provjerilo da pomjeranja i ugibi ne ugrožavaju funkcionalnost i izgled objekta;
3. **procjenu uticaja prisustva ili odsustva greda** na dimenzionisanje i nosivost ključnih elemenata: ploče, stubovi i zidovi;
4. **analizu ukupnog statičko-dinamičkog odziva konstrukcije** pod djelovanjem intenzivnog seizmičkog opterećenja, uključujući modalnu analizu i raspodjelu seizmičkih sila;
5. **poređenje ekonomske opravdanosti** sistema, prikazano na primjeru stambeno-poslovnog objekta u Trebinju.

Rezultati poređenja omogućavaju uvid u:

- razlike u raspodjeli unutrašnjih sila i momenata;
- uticaj grednog sistema na krutost i deformacije konstrukcije;
- ekonomsku opravdanost troškova konstrukcije

U nastavku rada biće detaljno prikazani **rezultati analize nosivosti, deformacija i ekonomske opravdanosti** za oba sistema, sa naglaskom na praktične implikacije izbora konstrukcijskog koncepta.

5.1. Debljina tipske ploče

Rezultati poređenje debljine tipske ploče kod grednog i bezgrednih sistema prikazani su u nastavku u tabelama 56 i 57.

Tabela 56. Debljina tipske ploče određena za istu usvojenu količinu armature

Debljina tipske ploče			Smanjenje debljine tipske ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje debljine tipske ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[cm]	[cm]	[cm]	[%]	[%]	[%]
20	20	16	0,00	20,00	20,00

Tabela 57. Količina betona tipske ploče

Količina betona tipske ploče			Smanjenje količine betona tipske ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje količine betona tipske ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[m ³]	[m ³]	[m ³]	[%]	[%]	[%]
175,47	175,47	140,38	0,00	20,00	20,00

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je **moгуće smanjiti debljinu ploče za 20,00%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3), za istu usvojenu armaturu u svim modelima, odnosno da je **moгуće smanjiti količinu betona** potrebnu za izvođenje ploča **za 20,00%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).

5.2. Potrebna površina armature u tipskoj ploči

Rezultati poređenje potrebne površine armature u tipskoj ploči kod grednog i bezgrednih sistema prikazani su u nastavku u tabelama 58–61.

Tabela 58. Potrebna površina armature tipske ploče donja zona – X pravac

Površina armature tipske ploče			Smanjenje potrebne površine armature tipske ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje potrebne površine armature tipske ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[%]	[%]	[%]
3,60	3,52	2,38	2,22	33,89	32,39

Tabela 59. Potrebna površina armature tipske ploče donja zona – Y pravac

Površina armature tipske ploče			Smanjenje potrebne površine armature tipske ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje potrebne površine armature tipske ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[%]	[%]	[%]
7,10	7,10	4,56	0,00	35,77	35,77

Napomena: Prikazani rezultati predstavljaju prosječnu vrijednost potrebne površine armature u karakterističnim tačkama tipske ploče.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je **potrebna površina armature donje zone** u tipskoj ploči **umanjena za 34,08%** (Poređenje Modela 2 i Modela 3).

Tabela 60. Potrebna površina armature tipske ploče gornja zona – X pravac

Površina armature tipske ploče			Smanjenje potrebne površine armature tipske ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje potrebne površine armature tipske ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[%]	[%]	[%]
14,65	14,70	7,31	-0,34	50,10	50,27

Tabela 61. Potrebna površina armature tipske ploče gornja zona – Y pravac

Površina armature tipske ploče			Smanjenje potrebne površine armature tipske ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje potrebne površine armature tipske ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[%]	[%]	[%]
16,53	16,21	5,92	1,94	64,19	63,48

Napomena: Prikazani rezultati predstavljaju prosječnu vrijednost potrebne površine armature u karakterističnim tačkama tipske ploče.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je **potrebna površina armature gornje zone** u tipskoj ploči **umanjena za 56,88%** (Poređenje Modela 2 i Modela 3).

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je **potrebna površina armature** u tipskoj ploči **umanjena za 45,48%** (Poređenje Modela 2 i Modela 3).

5.3. Potrebna površina armature tipskih greda

Rezultati poređenje potrebne površine armature tipskih greda kod grednog i bezgrednih sistema prikazani su u nastavku u tabelama 62–65.

Tabela 62. Potrebna površina armature tipskih greda – donja zona

Površina armature tipskih greda			Smanjenje potrebne površine armature tipskih greda u odnosu na Model 1		Smanjenje potrebne površine armature tipskih greda u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[%]	[%]	[%]
11,22	10,14	8,39	9,63	25,22	17,26
		5,29*			

Tabela 63. Potrebna površina armature tipskih greda – gornja zona

Površina armature tipskih greda			Smanjenje potrebne površine armature tipskih greda u odnosu na Model 1		Smanjenje potrebne površine armature tipskih greda u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[%]	[%]	[%]
18,54	17,22	8,39	7,12	54,75	51,28
		9,06*			

Napomena: Prikazani rezultati predstavljaju prosječnu vrijednost potrebne površine armature tipskih greda.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je **potrebna površina armature u gredama umanjena za 34,27%** (Poređenje Modela 2 i Modela 3).

* Novoprojektovane grede

Tabela 64. Količina armature tipskih greda

Količina armature tipskih greda			Smanjenje količine armature tipskih greda u odnosu na Model 1		Smanjenje količine armature tipskih greda u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
3824,96	3456,78	2860,20	368,18	596,58	596,58
0,00*	0,00*	4628,95*	0,00	-4628,95	-4628,95
Ukupno potrebna količina armature			Smanjenje količine armature tipskih greda u odnosu na Model 1		Smanjenje količine armature tipskih greda u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[kg]	[kg]	[kg]	[%]	[%]	[%]
3824,96	3456,78	7489,15	9,63	-95,80	-116,65

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je **ukupna količina armature** u gredama **uvećana** za **116,65%** (Poređenje Modela 2 i Modela 3), što je logično s obzirom da imamo novoprojektovane grede.

* Novoprojektovane grede

Tabela 65. Količina betona potrebna za izgradnju tipskih greda

Količina betona tipskih greda			Smanjenje količine betona tipskih greda u odnosu na Model 1		Smanjenje količine betona tipskih greda u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
7,43	7,43	7,43	0,00	0,00	0,00
0,00*	0,00*	7,97*	0,00	-7,97	-7,97
Ukupno potrebna količina armature			Smanjenje količine armature tipskih greda u odnosu na Model 1		Smanjenje količine armature tipskih greda u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[m³]	[m³]	[m³]	[%]	[%]	[%]
7,43	7,43	15,40	0,00	-107,33	-107,33

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je **ukupna količina betona** potrebna za izradu greda **uvećana** za **107,33%** (Poređenje Modela 2 i Modela 3), što je logično s obzirom da imamo novoprojektovane grede.

5.4. Pomjeranje ploča

Rezultati poređenje pomjeranja ploča kod grednog i bezgrednih sistema prikazani su u nastavku u tabelama 66–69.

Tabela 66. Pomjeranje krovne ploče POS 800 – X pravac

Pomjeranje krovne ploče			Smanjenje pomjeranja krovne ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje pomjeranja krovne ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[%]
64,19	58,33	44,69	9,13	30,38	23,38

* Novoprojektovane grede

Tabela 67. Pomjerenje krovne ploče POS 800 – Y pravac

Pomjerenje krovne ploče			Smanjenje pomjerenja krovne ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje pomjerenja krovne ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[%]
98,29	89,54	65,5	8,90	33,36	26,85

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da će se **pomjerenje krovne ploče** - POS 800 posmatrajući **x pravac smanjiti za 23,38%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3), odnosno posmatrajući **y pravac smanjiti za 26,85%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).

Tabela 68. Pomjerenje ploče povučene etaže POS 700 – X pravac

Pomjerenje ploče povučene etaže			Smanjenje pomjerenja ploče povučene etaže u odnosu na Model 1		Smanjenje pomjerenja ploče povučene etaže u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[%]
57,23	51,83	39,79	9,44	30,47	23,23

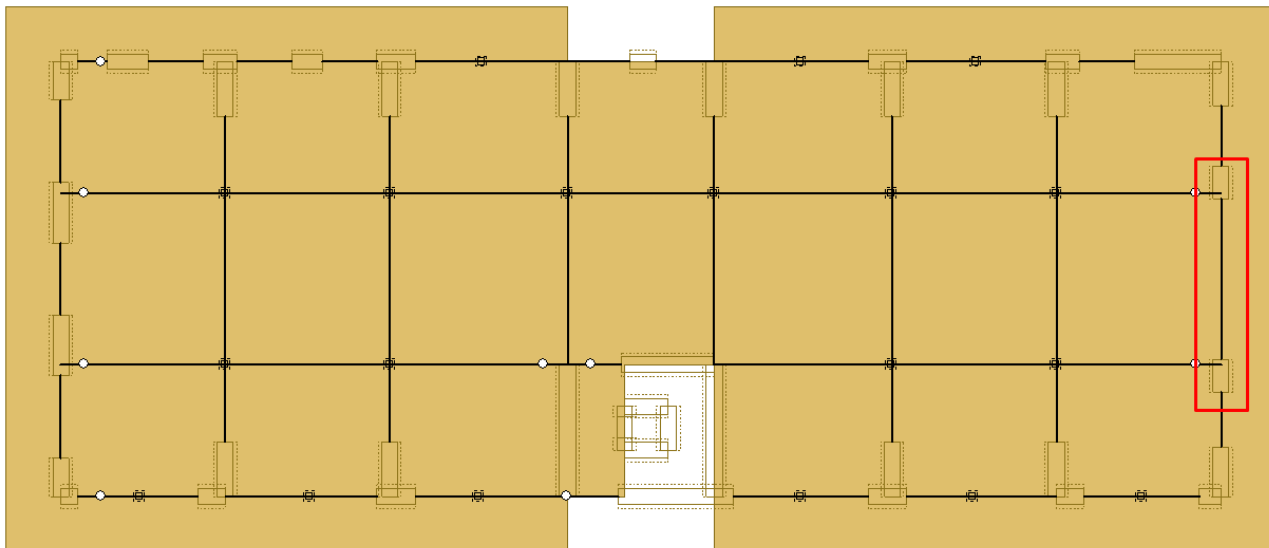
Tabela 69. Pomjerenje ploče povučene etaže POS 700 – Y pravac

Pomjerenje ploče povučene etaže			Smanjenje pomjerenja ploče povučene etaže u odnosu na Model 1		Smanjenje pomjerenja ploče povučene etaže u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[%]
87,01	79,04	58,08	9,16	33,25	26,52

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da će se **pomjerenje ploče povučene etaže** - POS 700 posmatrajući **x pravac smanjiti za 23,23%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3), odnosno posmatrajući **y pravac smanjiti za 26,52%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).

5.5. Ugibi tipske grede

Rezultati poređenje ugiba tipske grede kod grednog i bezgrednih sistema prikazani su u nastavku u tabeli 70, dok je šematski prikaz mjerodavne grede za poređenje prikazan na slici 61.



Slika 61. Šematski prikaz mjerodavne tipske grede za poređenje

Napomena: Na slici iznad prikazana je greda koja se koristi za dalje poređenje. Greda je zajednička za sve modele, a pri tome ima najznačajniji ugib.

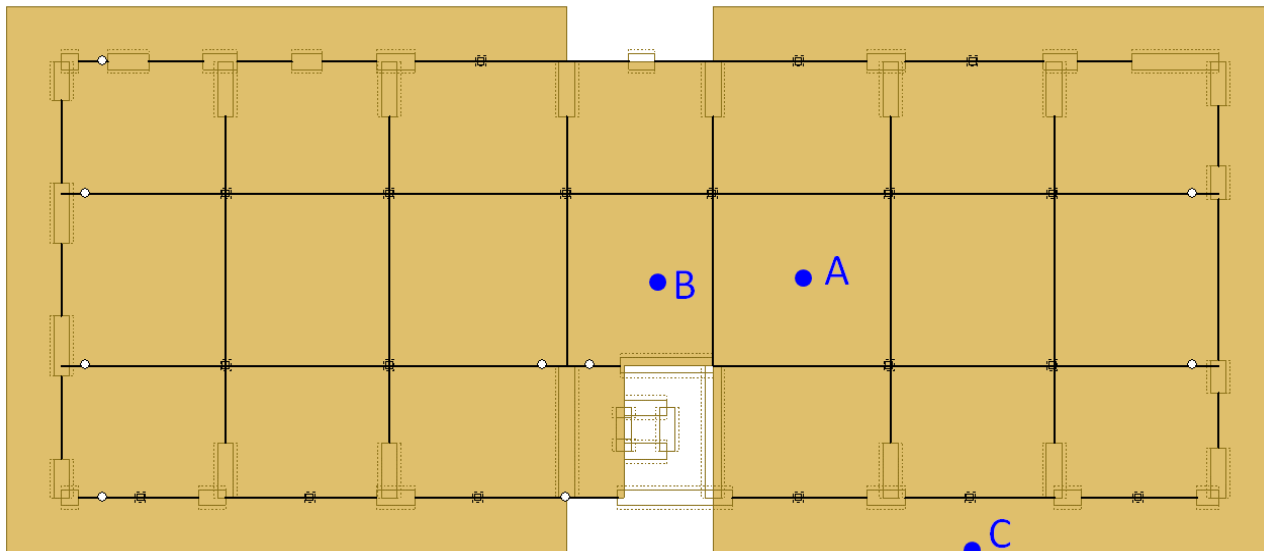
Tabela 70. Ugibi tipske grede

Ugibi tipske grede			Smanjenje ugiba tipske grede u odnosu na Model 1		Smanjenje ugiba tipske grede u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[%]
4,97	4,99	5,52	-0,40	-11,07	-10,62

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da će se **ugib** posmatrane **grede povećati za 10,62%**. S obzirom da je za proračun ugiba korištena anvelopa za granično stanje upotrebljivosti, a koja je definisana na osnovu stalnog i korisnog opterećenja koje je isto za sva tri modela, može se zaključiti da je povećanje ugiba usljed povećanja sopstvene težine, tj. grede koje su projektovane doprinose povećanju stalnog opterećenja, a što će se direktno odraziti na ugib u ploči.

5.6. Ugibi tipske ploče

Rezultati poređenje ugiba tipske ploče kod grednog i bezgrednih sistema prikazani su u nastavku u tabelama 71-74, dok je šematski prikaz mjerodavnih tačaka tipke ploče za poređenje prikazan na slikama 62–64.



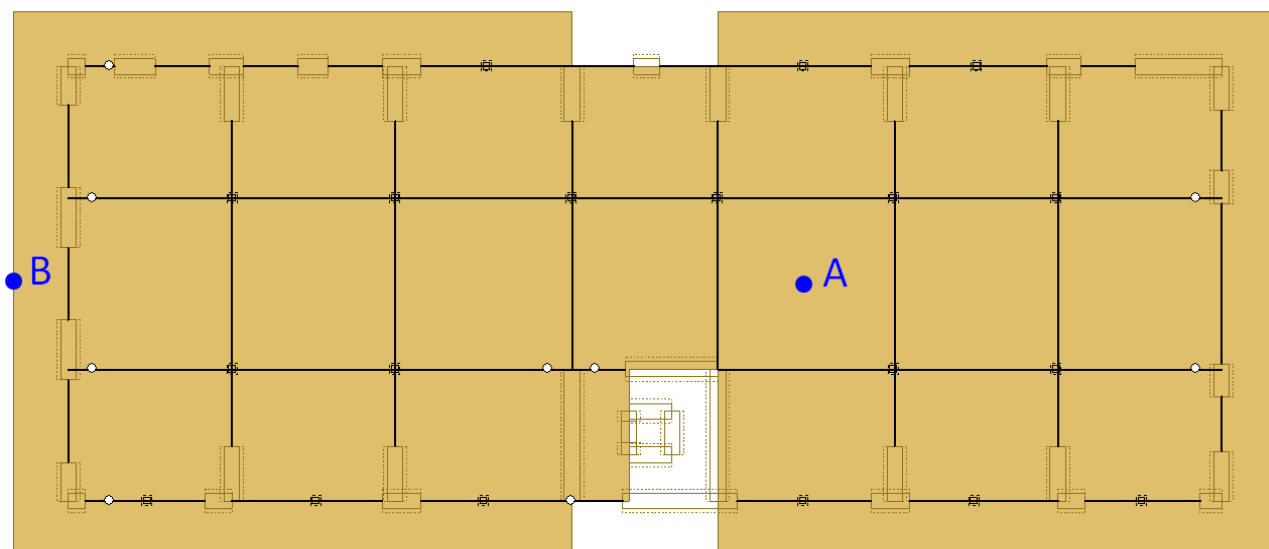
Slika 62. Šematski prikaz mjerodavnih tačaka tipske ploče za poređenje (y pravac)

Napomena: Na slici iznad prikazane su mjerodavne tačke (A, B i C) koje se koriste za dalje poređenje, a rezultati su prikazani u tabeli ispod respektivno.

Tabela 71. Ugibi tipske ploče – y pravac

Ugibi tipske ploče			Smanjenje ugiba tipske ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje ugiba tipske ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[%]
59,67	59,98	11,78	-0,52	80,26	80,36
38,7	36,03	10,49	6,90	72,89	70,89
5,96	5,92	5,90	0,67	1,01	0,34

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da će se **ugib posmatrane tačke** (tačka sa maksimalnim ugibom) posmatrajući **y pravac** drastično **smanjiti u polju** sa prosječnom vrijednošću od **75,62%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3), dok će se ugib na konzolnom dijelu ploče smanjiti za **0,34%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).



Slika 63. Šematski prikaz mjerodavnih tačaka tipske ploče za poređenje (x pravac)

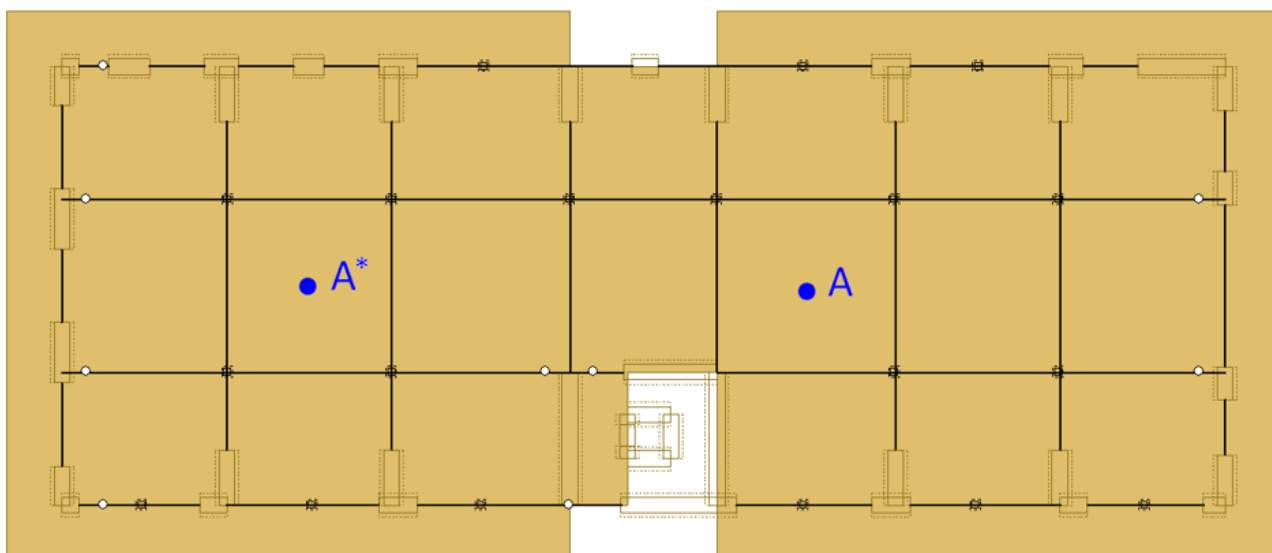
Napomena: Na slici iznad prikazane su mjerodavne tačke (A i B) koje se koriste za dalje poređenje, a rezultati su prikazani u tabeli ispod respektivno

Tabela 72. Ugibi tipske ploče - x pravac

Ugibi tipske ploče			Smanjenje ugiba tipske ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje ugiba tipske ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[%]
37,66	37,23	5,1	1,14	86,46	86,30
6,67	6,61	5,96	0,90	10,64	9,83

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da će se ugib posmatrane tačke (tačka sa maksimalnim ugibom) posmatrajući x **pravac** drastično **smanjiti u polju** za **86,30%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3), dok će se ugib na konzolnom dijelu ploče smanjiti za **9,83%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).

Posmatrajući oba pravca, može se zaključiti da će se ugib **u polju** drastično **smanjiti** sa prosječnom vrijednošću **80,96%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3), dok će na **konzolnom dijelu** ploče **smanjiti** sa prosječnom vrijednošću **5,09%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).



Slika 64. Šematski prikaz mjerodavnih tačaka tipske ploče za poređenje (relativni ugib u odnosu na grede/stubove)

Napomena: Tačka A za Model 1 i 2, je tačka sa desne strane. Kako je maksimalni ugib na modelu 3 sa lijeve strane, ta vrijednost je uzeta za dalje poređenje (tačka A*).

Tabela 73. Relativni ugib tipske ploče u odnosu na grede

Relativni ugib tipske ploče			Smanjenje relativnog ugiba tipske ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje relativnog ugiba tipske ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[%]
51,24	51,17	9,25*	0,14	81,95	81,92

Tabela 74. Relativni ugib tipske ploče u odnosu na stubove

Relativni ugib tipske ploče			Smanjenje relativnog ugiba tipske ploče u odnosu na Model 1		Smanjenje relativnog ugiba tipske ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[%]
22,53	21,59	15,71*	4,17	30,27	27,23

* Rezultat očitao za tačku A*

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da će se **ugib** posmatrane tačke (tačka sa maksimalnim ugibom) uključujući ugib greda drastično **smanjiti za 81,95%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).

Takođe, **ugib** posmatrane tačke (tačka sa maksimalnim ugibom) posmatrajući kose pravce **smanjiti za 27,23%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).

Napomena: Kako je za model 3 korištena tačka A* navedena razlika biće i veća.

5.7. Normalizovana sila – primarni stubovi

Rezultati poređenje normalizovane sile primarnih stubova kod grednog i bezgrednih prikazani su u nastavku u tabelama 75 i 76.

Napomena: Ispitivanje je sprovedeno za sve primarne stubove, dok je u radu prikazan rezultat za stub S25, po etažama. Prosječna vrijednost razlike normalizovane aksijalne sile po etažama, ulazi u dalju analizu, i to za svaki primarni stub. Nadalje, nakon što je za svaki stub prikazana prosječna vrijednost razlike, kao osrednjena vrijednost dobija se konačna razlika normalizovane aksijalne sile za sve primarne stubove.

Tabela 75. Normalizovana aksijalna sila u stubu S25 za klasu konstrukcije DCM prema EN 1998-1 član 5.4.3.2.1. (3)P

Etaža	Normalizovana aksijalna sila			Smanjenje aksijalne sile u odnosu na Model 1		Smanjenje aksijalne sile u odnosu na Model 2
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[%]	[%]	[%]
7. Sprat	160,86	156,33	140,92	2,82	12,40	9,86
6. Sprat	335,07	323,13	288,48	3,56	13,90	10,72
5. Sprat	522,17	500,76	443,98	4,10	14,97	11,34
4. Sprat	724,13	691,54	610,67	4,50	15,67	11,69
3. Sprat	936,15	891,59	785,83	4,76	16,06	11,86
2. Sprat	1152,56	1096	965,99	4,91	16,19	11,86
1. Sprat	1364,1	1296,49	1145,02	4,96	16,06	11,68
Prizemlje	1670,83	1584,3	1399,58	5,18	16,23	11,66

Tabela 76. Razlike normalizovane aksijalne sile - primarni stubovi

Stub	Model 1 i Model 2	Model 1 i Model 3	Model 2 i Model 3
[-]	[%]	[%]	[%]
S12	-5,70	0,05	5,42
S16	-15,83	-10,47	4,58
S19	6,54	13,53	7,47
S20,S21	6,08	12,64	6,99
S22	4,14	16,05	12,42
S17,S23	3,81	5,37	1,62
S25	4,35	15,19	11,34
S27,S28	4,68	14,48	10,27
<i>Srednja vrijednost prosječnog smanjenja normalizovane sile za sve primarne stubove</i>			
	1,01	8,35	7,52

U tabeli 76 prikazane su vrijednosti razlike normalizovane aksijalne sile za primarne stubove. U skladu sa tim može se reći da će se dimenzije poprečnog presjeka stuba posljedično mijenjati u skladu sa promjenom normalizovane sile.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je moguće ***smanjiti dimenzije poprečnih presjeka stubova za 7,52%*** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3), za istu usvojenu armaturu u svim modelima, odnosno da je moguće ***smanjiti količinu betona potrebnu za izvođenje stubova za 7,52%*** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).

Napomena: Iako je analitičkim putem utvrđeno da je moguće ostvariti smanjenje površine poprečnih presjeka od 7,52%, u projektantskoj praksi to smanjenje realno iznosi oko 5%. Takvo odstupanje rezultat je, prije svega, ustaljene inženjerske prakse zaokruživanja dimenzija poprečnih presjeka na 5 cm, kao i preraspodjele unutrašnjih sila koja nastaje usljed promjene dimenzija pojedinih stubova.

5.8. Normalizovana sila – sekundarni stubovi

Rezultati poređenje normalizovane sile sekundarnih stubova kod grednog i bezgrednih sistema prikazani su u nastavku u tabelama 77 i 78.

Napomena: Ispitivanje je sprovedeno za sve sekundarne stubove, dok je u radu prikazan rezultat za stub S1, S2, S3 i S4 po etažama. Prosječna vrijednost razlike normalizovane aksijalne sile po etažama, ulazi u dalju analizu, i to za svaki sekundarni stub. Nadalje, nakon što je za svaki stub prikazana prosječna vrijednost razlike, kao osrednjena vrijednost dobija se konačna razlika normalizovane aksijalne sile za sve sekundarne stubove.

Tabela 77. Normalizovana aksijalna sila u stubu S1, S2, S3 i S4 za klasu konstrukcije DCM prema EN 1998-1 član 5.4.3.2.1. (3)P

Etaža	Normalizovana aksijalna sila			Smanjenje aksijalne sile u odnosu na Model 1		Smanjenje aksijalne sile u odnosu na Model 2
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[%]	[%]	[%]
6. Sprat	355,96	342,45	336,86	3,80	5,37	1,63
5. Sprat	726,36	698,09	674,41	3,89	7,15	3,39
4. Sprat	1106,34	1062,87	1028,01	3,93	7,08	3,28
3. Sprat	1495,36	1436,27	1399,21	3,95	6,43	2,58
2. Sprat	1892,59	1817,53	1788,35	3,97	5,51	1,61
1. Sprat	2295,54	2203,99	2193,37	3,99	4,45	0,48
Prizemlje	2713,55	2604,99	2616,16	4,00	3,59	-0,43
Podrum	3030,62	2921,44	2955,8	3,60	2,47	-1,18

Tabela 78. Razlike normalizovane aksijalne sile - sekundarni stubovi

Stub	Model 1 i Model 2	Model 1 i Model 3	Model 2 i Model 3
[-]	[%]	[%]	[%]
S1, S2, S3, S4	3,89	5,26	1,42
S5, S6	9,89	12,38	2,50
S7, S8, S9, S10	3,42	7,85	4,58
<i>Srednja vrijednost prosječnog smanjenja normalizovane sile za sve sekundarne stubove</i>			
	5,74	8,50	2,83

U tabeli 78 prikazane su vrijednosti razlike normalizovane aksijalne sile za sekundarne stubove. U skladu sa tim može se reći da će se dimenzije poprečnog presjeka stuba posljedično mijenjati u skladu sa promjenom normalizovane sile.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je moguće **smanjiti dimenzije poprečnih presjeka stubova za 2,83%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3), za istu usvojenu armaturu u svim modelima, odnosno da je moguće **smanjiti količinu betona** potrebnu za izvođenje stubova **za 2,83%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).

Dobijeni rezultati nisu bili u potpunosti u skladu sa početnim očekivanjima. Naime, pretpostavka je bila da će doći do povećanja dimenzija posmatranih stubova, imajući u vidu da su u Modelu 1 i Modelu 2 oni predstavljali sekundarne elemente. Međutim, rezultati ukazuju na preraspodjelu sila između elemenata (Model 2 i Model 3), kao i na smanjenje ukupne seizmičke sile usljed primjene faktora ponašanja $q = 3,90$ (Model 3).

5.9. Normalizovana sila – zidovi

Rezultati poređenje normalizovane sile zidova kod grednog i bezgrednih prikazani su u nastavku u tabelama 79 i 80.

Napomena: Ispitivanje je sprovedeno za sve zidove, dok je u radu prikazan rezultat za zid ZX1, po etažama. Prosječna vrijednost razlike normalizovane aksijalne sile po etažama, ulazi u dalju analizu, i to za svaki zid. Nadalje, nakon što je za svaki zid prikazana prosječna vrijednost razlike, kao osrednjena vrijednost dobija se konačna razlika normalizovane aksijalne sile za sve zidove.

Tabela 79. Normalizovana aksijalna sila u zidu ZX1 za klasu konstrukcije DCM prema EN 1998-1 član 5.4.3.2.1. (3)P

Etaža	Normalizovana aksijalna sila			Smanjenje aksijalne sile u odnosu na Model 1		Smanjenje aksijalne sile u odnosu na Model 2
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[%]	[%]	[%]
6. Sprat	773,46	753	617,82	2,65	20,12	17,95
5. Sprat	1158,47	1090,84	920,65	5,84	20,53	15,60
4. Sprat	1453,75	1340,42	1153,43	7,80	20,66	13,95
3. Sprat	1688,9	1532,64	1342,14	9,25	20,53	12,43
2. Sprat	1889,27	1684,37	1501,81	10,85	20,51	10,84
1. Sprat	1803,59	1960,64	1760,63	-8,71	2,38	10,20
Prizemlje	1935,48	2075,63	1755,67	-7,24	9,29	15,42

Tabela 80. Razlike normalizovane aksijalne sile - zidovi

Zid	Model 1 i Model 2	Model 1 i Model 3	Model 2 i Model 3
[-]	[%]	[%]	[%]
ZX1	2,92	16,29	13,77
ZX3	4,44	9,65	5,43
ZY2	3,10	3,63	0,56
<i>Srednja vrijednost prosječnog smanjenja normalizovane sile za sve zidove</i>			
	3,49	9,85	6,59

U tabeli 80 prikazane su vrijednosti razlike normalizovane aksijalne sile za zidove. U skladu sa tim može se reći da će se dimenzije poprečnog presjeka zida posljedično mijenjati u skladu sa promjenom normalizovane sile.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je moguće ***smanjiti dimenzije poprečnih presjeka zidova za 6,59%*** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3), za istu usvojenu armaturu u svim modelima, odnosno da je moguće ***smanjiti količinu betona*** potrebnu za izvođenje zidova ***za 6,59%*** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).

5.10. Normalizovana sila – integralni presjeci

Rezultati poređenje normalizovane sile integralnih presjeka kod grednog i bezgrednih sistema prikazani su u nastavku u tabelama 81 i 82.

Napomena: Ispitivanje je sprovedeno za sve integralne presjeke, dok je u radu prikazan rezultat za integralni presjek S18–ZY1, po etažama. Prosječna vrijednost razlike normalizovane aksijalne sile po etažama, ulazi u dalju analizu, i to za svaki integralni presjek. Nadalje, nakon što je za svaki integralni presjek prikazana prosječna vrijednost razlike, kao osrednjena vrijednost dobija se konačna razlika normalizovane aksijalne sile za sve integralne presjeke.

Tabela 81. Normalizovana aksijalna sila u integralnom presjeku S18–ZY1 za klasu konstrukcije DCM prema EN 1998-1 član 5.4.3.2.1. (3)P

Etaža	Normalizovana aksijalna sila			Smanjenje aksijalne sile u odnosu na Model 1		Smanjenje aksijalne sile u odnosu na Model 2
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[%]	[%]	[%]
6. Sprat	300,87	304,84	286,94	-1,32	4,63	5,87
5. Sprat	723,66	732,68	674,14	-1,25	6,84	7,99
4. Sprat	1167,13	1179,59	1077,59	-1,07	7,67	8,65
3. Sprat	1620,45	1635,4	1489,59	-0,92	8,08	8,92
2. Sprat	2079,57	2095,18	1901,57	-0,75	8,56	9,24
1. Sprat	3208,29	3257,79	2284,62	-1,54	28,79	29,87
Prizemlje	3071,33	3076,04	2804,85	-0,15	8,68	8,82

Tabela 82. Razlike normalizovane aksijalne sile – integralni presjeci

Integralni presjek	Model 1 i Model 2	Model 1 i Model 3	Model 2 i Model 3
[-]	[%]	[%]	[%]
S11–ZY3	-1,66	9,94	11,41
ZX2–ZY5	1,23	-2,71	-3,92
ZX4–ZY7	1,64	2,04	0,39
ZX5–ZU14	3,04	-3,33	-6,53
ZX6–ZY16	-2,46	3,69	5,89
ZX7–ZY18	2,97	11,99	9,29
S26–ZY17	-1,48	7,93	9,28
S24–ZY15	-0,34	-3,94	-3,77
ZX14–ZY13	1,57	0,96	-0,62
ZX9–ZX10–ZU9–ZY11	11,89	14,01	2,32
ZX8–ZX13–ZY8–ZY12	13,06	7,49	-6,65
ZX12–ZY6	0,72	-2,42	-3,15
ZX11–ZY4	5,45	0,14	-7,28
S18–ZY1	-1,00	10,46	11,34
<i>Srednja vrijednost prosječnog smanjenja normalizovane sile za sve integralne presjeke</i>			
	2,47	4,02	1,29

U tabeli 82 prikazane su vrijednosti razlike normalizovane aksijalne sile za integralne presjeke. U skladu sa tim može se reći da će se dimenzije poprečnog presjeka integralnih presjeka posljedično mijenjati u skladu sa promjenom normalizovane sile.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je moguće **smanjiti dimenzije poprečnih presjeka integralnih presjeka za 1,29%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3), za istu usvojenu armaturu u svim modelima, odnosno da je moguće **smanjiti količinu betona** potrebnu za izvođenje integralnih presjeka **za 1,29%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3).

5.11. Potrebna površina armature u vertikalnim elementima

Rezultati poređenje potrebne površine armature u vertikalnim elementima kod grednog i bezgrednih sistema prikazani su u nastavku u tabelama 83–86.

Tabela 83. Potrebna površina armature u stubovima

Površina armature stubova			Smanjenje potrebne površine armature stubova u odnosu na Model 1		Smanjenje potrebne površine armature stubova u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[%]	[%]	[%]
5,50	6,87	6,57	-24,91	-19,45	4,37
5,08*	4,82*	23,08*	5,12	-354,33	-378,84

Napomena: Prikazani rezultati predstavljaju prosječnu vrijednost potrebne površine armature u stubovima.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je potrebna **površina armature u stubovima povećana za 187,24%** (Poređenje Modela 2 i Modela 3).

S obzirom da su u Modelu 1 i Modelu 2, unutrašnji stubovi bili sekundarni elementi, a u Modelu 3 su primarni, odnosno prihvataju seizmičke uticaje, za očekivati je da će se potrebna površina armature u njima povećati, a što bi trebalo za posljedicu imati smanjenje potrebne površine armature u zidovima i integralnim presjecima, pod uslovom da dimenzije poprečnih presjeka vertikalnih elemenata ostaju nepromjenjene.

Tabela 84. Potrebna površina armature u zidovima

Površina armature zidova			Smanjenje potrebne površine armature zidova u odnosu na Model 1		Smanjenje potrebne površine armature zidova u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[%]	[%]	[%]
23,91	21,75	16,6	9,03	30,57	23,68

Napomena: Prikazani rezultati predstavljaju prosječnu vrijednost potrebne površine armature u zidovima.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da **je potrebna površina armature u zidovima umanjena za 23,68%** (Poređenje Modela 2 i Modela 3).

* Stubovi koji su u modelu 1 i modelu 2 sekundarni, dok su u modelu 3 primarni

Tabela 85. Potrebna površina armature u integralnim presjecima

Površina armature integralnih presjeka			Smanjenje potrebne površine armature integralnih presjeka u odnosu na Model 1		Smanjenje potrebne površine armature integralnih presjeka u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[%]	[%]	[%]
118,64	99,96	62,68	15,75	47,17	37,29

Napomena: Prikazani rezultati predstavljaju prosječnu vrijednost potrebne površine armature u integralnim presjecima.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je **potrebna površina armature u integralnim presjecima umanjena za 37,29%** (Poređenje Modela 2 i Modela 3).

Tabela 86. Količina armature vertikalnih elemenata

Element	Količina armature tipskih greda			Smanjenje količine armature u odnosu na Model 1		Smanjenje količine armature u odnosu na Model 2
[-]	Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
Stubovi	31758,58	39669,35	37937,07	-7910,77	1732,29	1732,29
Stubovi*	7638,69*	7247,73*	34704,91*	390,96*	-27457,18*	-27457,18*
Zidovi	14229,15	12943,71	9878,87	1285,44	3064,83	3064,83
Integralni presjeci	92089,55	77589,95	48652,84	14499,60	28937,11	28937,11
	Ukupno potrebna količina armature			Smanjenje količine armature u odnosu na Model 1		Smanjenje količine armature u odnosu na Model 2
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
	[kg]	[kg]	[kg]	[%]	[%]	[%]
	145715,97	137450,74	131173,70	5,67	9,98	4,57

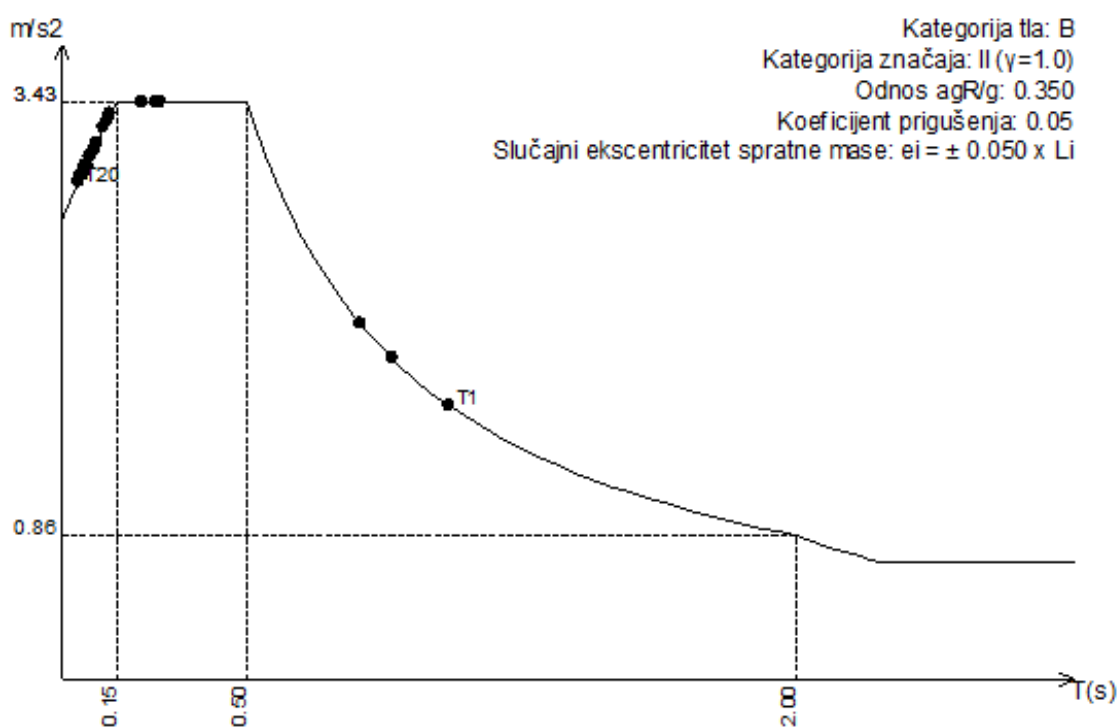
* Stubovi koji su u modelu 1 i modelu 2 sekundarni, dok su u modelu 3 primarni

Iako je procentualno velika vrijednost, manje kilograma armature je utrošeno za armaturu stubova, u odnosu na kilograme armature utrošene za armaturu zidova i integralnih presjeka.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da je **ukupna količina armature u vertikalnim elementima umanjena za 4,57%** (Poređenje Modela 2 i Modela 3).

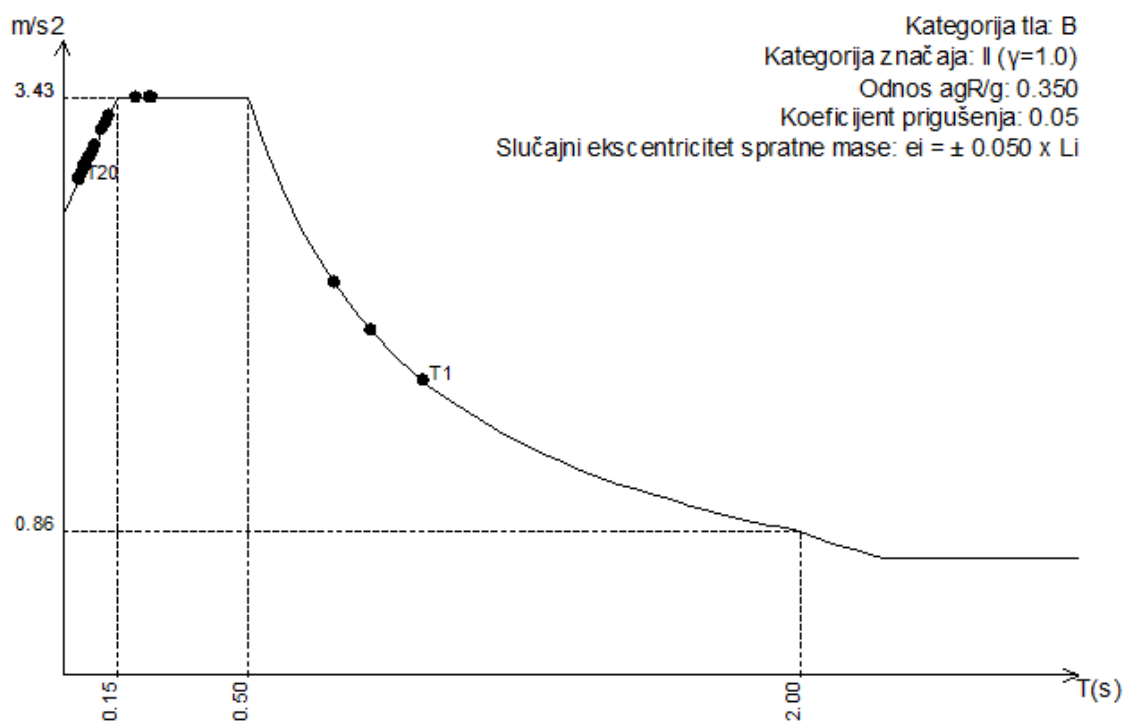
5.12. Seizmički uticaji

Rezultati poređenje seizmičkih uticaja kod grednog i bezgrednih sistema prikazani su u nastavku u tabelama 87–94. Projektni spektar konstrukcije za svaki model prikazan je na slikama 65–67.



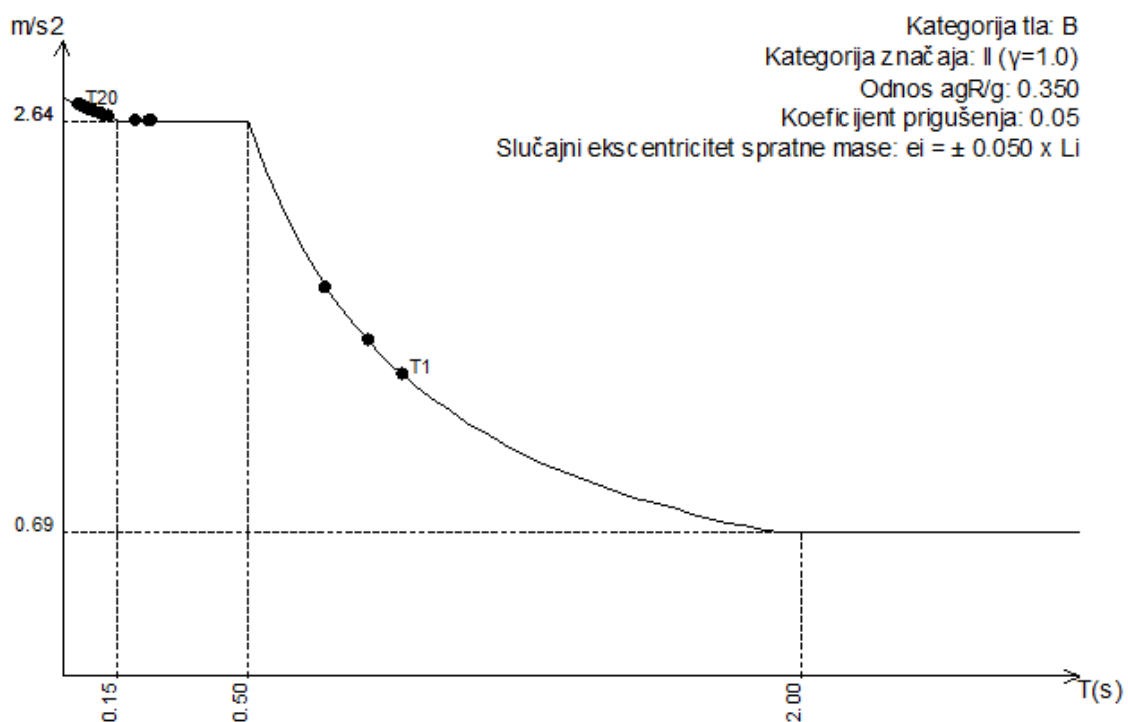
$S=1.20$, $T_b=0.15$, $T_c=0.50$, $T_d=2.00$

Slika 65. Projektni spektar – Model 1



$S=1.20$, $T_b=0.15$, $T_c=0.50$, $T_d=2.00$

Slika 66. Projektni spektar – Model 2



$S=1.20$, $T_b=0.15$, $T_c=0.50$, $T_d=2.00$

Slika 67. Projektni spektar – Model 3

Tabela 87. Period oscilovanja konstrukcije – Ton 1

Period oscilovanja konstrukcije			Smanjenje perioda oscilovanja u odnosu na Model 1		Smanjenje perioda oscilovanja ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[s]	[s]	[s]	[%]	[%]	[%]
1,0551	0,9774	0,923447	7,36	12,48	5,52

Tabela 88. Period oscilovanja konstrukcije – Ton 2

Period oscilovanja konstrukcije			Smanjenje perioda oscilovanja u odnosu na Model 1		Smanjenje perioda oscilovanja ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[s]	[s]	[s]	[%]	[%]	[%]
0,8959	0,8344	0,827557	6,86	7,63	0,82

Tabela 89. Period oscilovanja konstrukcije – Ton 3

Period oscilovanja konstrukcije			Smanjenje perioda oscilovanja u odnosu na Model 1		Smanjenje perioda oscilovanja ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[s]	[s]	[s]	[%]	[%]	[%]
0,809	0,7361	0,713029	9,01	11,86	3,13

Tabela 90. Frekvencija konstrukcije – Ton 1

Frekvencija konstrukcije			Smanjenje frekvencije u odnosu na Model 1		Smanjenje frekvencije ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[Hz]	[Hz]	[Hz]	[%]	[%]	[%]
0,947799	1,023111	1,0829	-7,95	-14,25	-5,84

Tabela 91. Frekvencija konstrukcije – Ton 2

Frekvencija konstrukcije			Smanjenje frekvencije u odnosu na Model 1		Smanjenje frekvencije ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[Hz]	[Hz]	[Hz]	[%]	[%]	[%]
1,116246	1,198413	1,208376	-7,36	-8,25	-0,83

Tabela 92. Frekvencija konstrukcije – Ton 3

Frekvencija konstrukcije			Smanjenje frekvencije u odnosu na Model 1		Smanjenje frekvencije ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[Hz]	[Hz]	[Hz]	[%]	[%]	[%]
1,236162	1,358591	1,402468	-9,90	-13,45	-3,23

Tabela 93. Poprečne sile u osnovi – S_x

Poprečne sile u osnovi			Smanjenje poprečne sile u odnosu na Model 1		Smanjenje poprečne sile ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[kN]	[kN]	[kN]	[%]	[%]	[%]
13377,82	11734,62	9424,46	12,28	29,55	19,69

Tabela 94. Poprečne sile u osnovi – S_y

Poprečne sile u osnovi			Smanjenje poprečne sile u odnosu na Model 1		Smanjenje poprečne sile ploče u odnosu na Model 2
Model 1	Model 2	Model 3	Model 2	Model 3	Model 2
[kN]	[kN]	[kN]	[%]	[%]	[%]
10237,86	8889,82	7331,17	13,17	28,39	17,53

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da će se period oscilovanja konstrukcije smanjiti, a frekvencija konstrukcije povećati što će posljedično smanjiti seizmičke sile S_x i S_y , odnosno smanjiti elemente neophodne za prihvatanje seizmičkih uticaja.

Takođe, može se vidjeti da su se *seizmičke sile, S_x i S_y , smanjile za 19,69% za x odnosno 17,53% za y pravac* (Poređenje Modela 2 i Modela 3).

Smanjenje seizmičkih sila, posljedično će smanjiti i konstrukcijske elemente u pogledu dimenzija poprečnih presjeka, odnosno u pogledu potrebne površine armature.

Bitno je naglasiti da je kod Modela 3, faktor ponašanja $q = 3,90$, a što je veće od $q = 3,00$ koliki je na Modelu 2 odnosno Modelu 1. Faktor ponašanja je promijenjen zbog toga što su u kombinovanom sistemu dominantniji okviri na Modelu 3, a što nije bio slučaj na Modelu 1 i Modelu 2.

5.13. Ekonomska analiza troškova konstrukcije

Ekonomska analiza troškova konstrukcije sprovedena je posebno za armiračke i betonske radove. Kao referentne vrijednosti korišćene su projektantske cijene koje su aktuelne u trenutku izrade ovog rada. Analitički postupak je strukturisan u dva dijela, armirački i betonski radovi, dok se konačna ocjena ekonomske isplativosti dobija njihovim objedinjavanjem.

U okviru istraživanja razmatrane su dvije varijacije analize. U prvoj varijaciji zadržane su dimenzije konstrukcijskih elemenata, pri čemu je mijenjana količina armature. Suprotno tome, u drugoj varijaciji izvršena je promjena dimenzija konstrukcijskih elemenata, dok je količina armature ostala konstantna.

Na ovaj način omogućeno je sagledavanje ekonomskih implikacija promjene geometrije u odnosu na promjenu količine armature, čime se dobija jasnija slika o troškovnoj efikasnosti posmatranih konstrukcijskih sistema.

Rezultati ekonomske analize troškova konstrukcije kod grednog i bezgrednih sistema prikazani su u nastavku u tabelama 95–100.

Tabela 95. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - armirački radovi (armaturne šipke) – var. 1

Konstrukcijski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Šipovi	Šipke	3,00	27805,57	27805,57	27805,57	83416,71	83416,71	83416,71
Temeljna ploča	Šipke	3,00	10482,86	10482,86	10482,86	31448,58	31448,58	31448,58
Temeljna ploča (proboj)	Šipke	3,00	3939,21	3939,21	3939,21	11817,63	11817,63	11817,63
Podrumski zidovi	Šipke	3,00	1326,35	1326,35	1326,35	3979,05	3979,05	3979,05
Ploča iznad podruma POS 000	Šipke	3,00	11839,20	11725,54	6392,77	35517,60	35176,63	19178,30
Ploča iznad podruma POS 000 (proboj)	Šipke	3,00	4980,19	4980,19	0,00	14940,57	14940,57	0,00
Ploča iznad prizemlja POS 100	Šipke	3,00	13132,76	13006,69	7091,24	39398,28	39020,06	21273,73
Ploča iznad prizemlja POS 100 (proboj)	Šipke	3,00	4980,19	4980,19	0,00	14940,57	14940,57	0,00
Tipka ploča POS 200 - 600	Šipke	3,00	66041,06	65407,07	35659,93	198123,18	196221,20	106979,80
Tipka ploča POS 200 - 600 (proboj)	Šipke	3,00	27565,32	27565,32	0,00	82695,96	82695,96	0,00

Konstrukcijski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Ploča iznad 6, sprata POS 700	Šipke	3,00	13208,28	13081,48	7132,02	39624,84	39244,44	21396,07
Ploča iznad 6, sprata POS 700 (proboj)	Šipke	3,00	5513,06	5513,06	0,00	16539,18	16539,18	0,00
Krovnna ploča POS 800	Šipke	3,00	6023,67	5965,84	3252,58	18071,01	17897,53	9757,73
Krovnna ploča POS 800 (proboj)	Šipke	3,00	2359,95	2359,95	0,00	7079,85	7079,85	0,00
Grede iznad podruma POS G000	Šipke	3,00	629,13	576,47	1363,01	1887,39	1729,42	4089,03
Grede iznad prizemlja POS G100	Šipke	3,00	4213,58	3860,90	9128,72	12640,74	11582,71	27386,16
Tipke grede POS G200 - G600	Šipke	3,00	19124,81	17524,06	41433,90	57374,43	52572,19	124301,70
Grede iznad 6, sprata POS G700	Šipke	3,00	3075,30	2817,90	6662,64	9225,90	8453,69	19987,91

Konstrukcijski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Krovne grede POS G800	Šipke	3,00	1890,54	1732,30	4095,85	5671,62	5196,91	12287,56
Stubovi S1-S10 (sekundarni)	Šipke	3,00	7638,68	7247,73	34704,91	22916,04	21743,19	104114,73
Stubovi S12,S13,S15-S17, S19-S23,S25, S27,S28 (primarni)	Šipke	3,00	36646,45	43774,18	35045,00	109939,35	131322,55	105135,00
Stubovi S11,S14,S18,S24,S26 (integralni presjeci)	Šipke	3,00	10646,81	13298,93	12717,61	31940,43	39896,79	38152,84
Zidovi ZX1,ZX3,ZY2	Šipke	3,00	12079,07	10988,33	8386,50	36237,21	32964,99	25159,49
Zidovi ZX2,ZX4-ZX14, ZY1,ZY3-18 (integralni presjeci)	Šipke	3,00	80506,37	67826,62	42531,52	241519,11	203479,85	127594,55

Konstruktivski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Novi zidovi Osa 4 i 5	Šipke	3,00	0,00	1085,54	828,48	0,00	3256,62	2485,45
Stepenište	Šipke	3,00	2742,14	2742,14	2742,14	8226,42	8226,42	8226,42
Ukupno						1135171,65	1114843,28	908168,46

Tabela 96. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - armirački radovi (armaturne mreže) – var. 1

Konstrukcijski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Šipovi	Mreže	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Temeljna ploča	Mreže	3,00	16585,75	16585,75	16585,75	49757,25	49757,25	49757,25
Temeljna ploča (proboj)	Mreže	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Podrumski zidovi	Mreže	3,00	6970,58	6970,58	6970,58	20911,74	20911,74	20911,74
Ploča iznad podruma POS 000	Mreže	3,00	8087,98	8010,34	4367,23	24263,94	24031,01	13101,70
Ploča iznad prizemlja POS 100	Mreže	3,00	10915,58	10810,79	5894,04	32746,74	32432,37	17682,13
Tipka ploča POS 200 - 600	Mreže	3,00	54701,50	54176,37	29536,95	164104,50	162529,10	88610,86
Tipka ploča POS 200 - 600 (proboj)	Mreže	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ploča iznad 6. sprata POS 700	Mreže	3,00	10934,32	10829,35	5904,16	32802,96	32488,05	17712,49
Krovna ploča POS 800	Mreže	3,00	6963,39	6896,54	3759,99	20890,17	20689,62	11279,98

Konstrukcijski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Zidovi ZX1,ZX3,ZY2	Mreže	3,00	2147,08	1953,20	1490,72	6441,24	5859,60	4472,15
Zidovi ZX2,ZX4-ZX14, ZY1,ZY3-18 (integralni presjeci)	Mreže	3,00	13474,80	11352,52	7118,74	40424,40	34057,56	21356,21
Novi zidovi Osa 4 i 5	Mreže	3,00	0,00	779,04	594,56	0,00	2337,12	1783,69
Stepenište	Mreže	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ukupno						392342,94	385093,41	246668,21

Rekapitulacija var. 1

Šipke	1135171,65	1114843,28	908168,46
Mreže	392342,94	385093,41	246668,21
Šipke + Mreže	1527514,59	1499936,70	1154836,67

Razlika u odnosu na Model 1

1,81% **24,40%**

Razlika u odnosu na Model 2

23,01%

Tabela 97. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - betonski radovi – var. 1

Konstrukcijski elementi	Klasa betona	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Šipovi	C25/30	700,00	149,55	149,55	149,55	104685,00	104685,00	104685,00
Stubovi S1-S10 (sekundarni)	C40/50	500,00	95,80	95,80	95,80	47900,00	47900,00	47900,00
	C35/45	450,00	81,90	81,90	81,90	36855,00	36855,00	36855,00
	C30/37	400,00	70,98	70,98	70,98	28392,00	28392,00	28392,00
	C40/50	500,00	15,97	15,97	15,97	7985,00	7985,00	7985,00
Stubovi S12,S13,S15-S17, S19-S23,S25, S27,S28 (primarni)	C35/45	450,00	16,38	16,38	16,38	7371,00	7371,00	7371,00
	C30/37	400,00	86,67	86,67	86,67	34668,00	34668,00	34668,00
	C25/30	350,00	169,26	169,26	169,26	59241,00	59241,00	59241,00
	C30/37	400,00	31,95	31,95	31,95	12780,00	12780,00	12780,00
Stubovi S11,S14,S18,S24,S26 (integralni presjeci)	C25/30	350,00	76,44	76,44	76,44	26754,00	26754,00	26754,00
Zidovi ZX1,ZX3,ZY2	C30/37	400,00	14,70	14,70	14,70	5881,60	5881,60	5881,60
	C25/30	350,00	26,19	26,19	26,19	9164,75	9164,75	9164,75

Konstrukcijski elementi	Klasa betona	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Zidovi ZX2,ZX4-ZX14, ZY1,ZY3-18 (integralni presjeci)	C40/50	500,00	5,29	5,29	5,29	2644,00	2644,00	2644,00
	C30/37	400,00	149,95	149,95	149,95	59979,60	59979,60	59979,60
	C25/30	350,00	265,24	265,24	265,24	92833,30	92833,30	92833,30
Novi zidovi Osa 4 i 5	C30/37	400,00	0,00	5,09	5,09	0,00	2036,00	2036,00
	C25/30	350,00	0,00	7,33	7,33	0,00	2563,75	2563,75
Podrumski zidovi	C30/37	400,00	82,63	82,63	82,63	33052,00	33052,00	33052,00
AB grede (postojeće)	C30/37	400,00	21,18	21,18	21,18	8473,20	8473,20	8473,20
	C25/30	350,00	42,11	42,11	42,11	14738,15	14738,15	14738,15
AB grede (novoprojektovane)	C30/37	400,00	0,00	0,00	43,92	0,00	0,00	17567,49
	C25/30	350,00	0,00	0,00	87,30	0,00	0,00	30556,61
Temeljna ploča	C30/37	350,00	456,37	456,37	456,37	159729,15	159729,15	159729,15
Ploče	C30/37	350,00	469,35	469,35	469,35	164272,50	164272,50	164272,50
	C25/30	300,00	945,20	945,20	945,20	283560,60	283560,60	283560,60
Stepenište	C30/37	350,00	8,90	8,90	8,90	3115,00	3115,00	3115,00
	C25/30	300,00	10,76	10,76	10,76	3228,00	3228,00	3228,00
Ukupno						1207302,85	1211902,60	1260026,69

<i>Rekapitulacija var. 1</i>	[KM]	[KM]	[KM]
Beton	1207302,85	1211902,60	1260026,69
<i>Razlika u odnosu na Model 1</i>			
		-0,38%	-4,37%
<i>Razlika u odnosu na Model 2</i>			
			-3,97%

Tabela 98. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - armirački radovi (armaturne šipke) – var. 2

Konstrukcijski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Šipovi	Šipke	3,00	27805,57	27805,57	27805,57	83416,71	83416,71	83416,71
Temeljna ploča	Šipke	3,00	10482,86	10482,86	10482,86	31448,58	31448,58	31448,58
Temeljna ploča (proboj)	Šipke	3,00	3939,21	3939,21	3939,21	11817,63	11817,63	11817,63
Podrumski zidovi	Šipke	3,00	1326,35	1326,35	1326,35	3979,05	3979,05	3979,05
Ploča iznad podruma POS 000	Šipke	3,00	11839,20	11839,20	11839,20	35517,60	35517,60	35517,60
Ploča iznad podruma POS 000 (proboj)	Šipke	3,00	4980,19	4980,19	0,00	14940,57	14940,57	0,00
Ploča iznad prizemlja POS 100	Šipke	3,00	13132,76	13132,76	13132,76	39398,28	39398,28	39398,28
Ploča iznad prizemlja POS 100 (proboj)	Šipke	3,00	4980,19	4980,19	0,00	14940,57	14940,57	0,00
Tipka ploča POS 200 - 600	Šipke	3,00	66041,06	66041,06	66041,06	198123,18	198123,18	198123,18
Tipka ploča POS 200 - 600 (proboj)	Šipke	3,00	27565,32	27565,32	0,00	82695,96	82695,96	0,00

Konstruktivski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Ploča iznad 6, sprata POS 700	Šipke	3,00	13208,28	13208,28	13208,28	39624,84	39624,84	39624,84
Ploča iznad 6, sprata POS 700 (proboj)	Šipke	3,00	5513,06	5513,06	0,00	16539,18	16539,18	0,00
Krovnna ploča POS 800	Šipke	3,00	6023,67	6023,67	6023,67	18071,01	18071,01	18071,01
Krovnna ploča POS 800 (proboj)	Šipke	3,00	2359,95	2359,95	0,00	7079,85	7079,85	0,00
Grede iznad podruma POS G000	Šipke	3,00	629,13	629,13	629,13	1887,39	1887,39	1887,39
Grede iznad prizemlja POS G100	Šipke	3,00	4213,58	4213,58	4213,58	12640,74	12640,74	12640,74
Tipke grede POS G200 - G600	Šipke	3,00	19124,81	19124,81	19124,81	57374,43	57374,43	57374,43
Grede iznad 6, sprata POS G700	Šipke	3,00	3075,30	3075,30	3075,30	9225,90	9225,90	9225,90

Konstrukcijski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Krovne grede POS G800	Šipke	3,00	1890,54	1890,54	1890,54	5671,62	5671,62	5671,62
Stubovi S1-S10 (sekundarni)	Šipke	3,00	7638,68	7638,68	34704,91	22916,04	22916,04	104114,73
Stubovi S12,S13,S15-S17, S19-S23,S25, S27,S28 (primarni)	Šipke	3,00	36646,45	43774,18	36646,45	109939,35	131322,55	109939,35
Stubovi S11,S14,S18,S24,S26 (integralni presjeci)	Šipke	3,00	10646,81	13298,93	12717,61	31940,43	39896,79	38152,84
Zidovi ZX1,ZX3,ZY2	Šipke	3,00	12079,07	12079,07	12079,07	36237,21	36237,21	36237,21
Zidovi ZX2,ZX4-ZX14, ZY1,ZY3-18 (integralni presjeci)	Šipke	3,00	80506,37	80506,37	80506,37	241519,11	241519,11	241519,11

Konstruktivski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Novi zidovi Osa 4 i 5	Šipke	3,00	0,00	1085,54	1085,54	0,00	3256,62	3256,62
Stepenište	Šipke	3,00	2742,14	2742,14	2742,14	8226,42	8226,42	8226,42
Ukupno						1135171,65	1167767,83	1089643,24

Tabela 99. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - armirački radovi (armaturne mreže) – var.2

Konstrukcijski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Temeljna ploča	Mreže	3,00	16585,75	16585,75	16585,75	49757,25	49757,25	49757,25
Podrumski zidovi	Mreže	3,00	6970,58	6970,58	6970,58	20911,74	20911,74	20911,74
Ploča iznad podruma POS 000	Mreže	3,00	8087,98	8087,98	8087,98	24263,94	24263,94	24263,94
Ploča iznad prizemlja POS 100	Mreže	3,00	10915,58	10915,58	10915,58	32746,74	32746,74	32746,74
Tipka ploča POS 200 - 600	Mreže	3,00	54701,50	54701,50	54701,50	164104,50	164104,50	164104,50
Ploča iznad 6. sprata POS 700	Mreže	3,00	10934,32	10934,32	10934,32	32802,96	32802,96	32802,96
Krovna ploča POS 800	Mreže	3,00	6963,39	6963,39	6963,39	20890,17	20890,17	20890,17
Zidovi ZX1,ZX3,ZY2	Mreže	3,00	2147,08	2147,08	2147,08	6441,24	6441,24	6441,24

Konstruktivski elementi	Armatura	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Zidovi ZX2,ZX4-ZX14, ZY1,ZY3-18 (integralni presjeci)	Mreže	3,00	13474,80	13474,80	13474,80	40424,40	40424,40	40424,40
Novi zidovi Osa 4 i 5	Mreže	3,00	0,00	779,04	779,04	0,00	2337,12	2337,12
Ukupno	Mreže	3,00				392342,94	394680,06	394680,06

Rekapitulacija var. 2

	[KM]	[KM]	[KM]
Šipke	1135171,65	1167767,83	1089643,24
Mreže	392342,94	394680,06	394680,06
Šipke + Mreže	1527514,59	1562447,89	1484323,30

Razlika u odnosu na Model 1

-2,29%

2,83%

Razlika u odnosu na Model 2

5,00%

Tabela 100. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - betonski radovi – var. 2

Konstrukcijski elementi	Klasa betona	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Šipovi	C25/30	700,00	149,55	149,55	149,55	104685,00	104685,00	104685,00
Stubovi	C40/50	500,00	95,80	90,30	87,66	47900,00	45150,54	43828,50
S1-S10 (sekundarni)	C35/45	450,00	81,90	77,20	74,94	36855,00	34739,52	33722,33
	C30/37	400,00	70,98	66,91	64,95	28392,00	26762,30	25978,68
Stubovi	C40/50	500,00	15,97	15,81	14,64	7985,00	7904,35	7318,25
S12,S13,S15-S17, S19-S23,S25, S27,S28 (primarni)	C35/45	450,00	16,38	16,21	15,01	7371,00	7296,55	6755,52
	C30/37	400,00	86,67	85,79	79,43	34668,00	34317,85	31773,22
	C25/30	350,00	169,26	167,55	155,13	59241,00	58642,67	54294,38
Stubovi	C30/37	400,00	31,95	31,16	30,67	12780,00	12464,33	12266,24
S11,S14,S18,S24,S26 (integralni presjeci)	C25/30	350,00	76,44	74,55	73,37	26754,00	26093,18	25678,49
Zidovi	C30/37	400,00	14,70	14,19	13,26	5881,60	5676,33	5302,26
ZX1,ZX3,ZY2	C25/30	350,00	26,19	25,27	23,61	9164,75	8844,90	8262,02

Konstrukcijski elementi	Klasa betona	Jedinična cijena	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
[-]	[-]	[KM/kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[KM]	[KM]	[KM]
Zidovi ZX2,ZX4-ZX14, ZY1,ZY3-18 (integralni presjeci)	C40/50	500,00	5,29	5,16	5,08	2644,00	2578,69	2537,71
	C30/37	400,00	149,95	146,25	143,92	59979,60	58498,10	57568,42
	C25/30	350,00	265,24	258,69	254,58	92833,30	90540,32	89101,40
Novi zidovi Osa 4 i 5	C30/37	400,00	0,00	5,09	5,09	0,00	2036,00	2036,00
	C25/30	350,00	0,00	7,33	7,33	0,00	2563,75	2563,75
Podrumski zidovi	C30/37	400,00	82,63	82,63	82,63	33052,00	33052,00	33052,00
AB grede (postojeće)	C30/37	400,00	21,18	21,18	21,18	8473,20	8473,20	8473,20
	C25/30	350,00	42,11	42,11	42,11	14738,15	14738,15	14738,15
AB grede (novoprojektovane)	C30/37	400,00	0,00	0,00	43,92	0,00	0,00	17567,49
	C25/30	350,00	0,00	0,00	87,30	0,00	0,00	30556,61
Temeljna ploča	C30/37	350,00	456,37	456,37	456,37	159729,15	159729,15	159729,15
Ploče	C30/37	350,00	469,35	469,35	375,48	164272,50	164272,50	131418,00
	C25/30	300,00	945,20	945,20	756,16	283560,60	283560,60	226848,48
Stepenište	C30/37	350,00	8,90	8,90	8,90	3115,00	3115,00	3115,00
	C25/30	300,00	10,76	10,76	10,76	3228,00	3228,00	3228,00
Ukupno						1207302,85	1198962,99	1142398,25

<i>Rekapitulacija var. 2</i>				
Beton	1207302,85	1198962,99	1142398,25	
<i>Razlika u odnosu na Model 1</i>				
<i>Razlika u odnosu na Model 2</i>				
		0,69%	5,38%	
			4,72%	

KONAČNA REKAPITULACIJA var. 1

	[KM]	[KM]	[KM]
Armirački radovi	1527514,59	1499936,70	1154836,67
Betonski radovi	1207302,85	1211902,60	1260026,69
Ukupno	2734817,44	2711839,30	2414863,36

Razlika u odnosu na Model 1

0,84%

11,70%

Razlika u odnosu na Model 2

10,95%

KONAČNA REKAPITULACIJA var. 2

	[KM]	[KM]	[KM]
Armirački radovi	1527514,59	1562447,89	1484323,30
Betonski radovi	1207302,85	1198962,99	1142398,25
Ukupno			

Razlika u odnosu na Model 1

-0,97%

3,95%

Razlika u odnosu na Model 2

4,88%

Ekonomska analiza troškova konstrukcije sprovedena je posebno za armiračke i betonske radove, dok se konačna ocjena ekonomske isplativosti dobija njihovim objedinjavanjem.

U okviru istraživanja razmatrane su dvije varijacije analize. U prvoj varijaciji zadržane su dimenzije konstrukcijskih elemenata, pri čemu je mijenjana količina armature. Suprotno tome, u drugoj varijaciji izvršena je promjena dimenzija konstrukcijskih elemenata, dok je količina armature ostala konstantna.

Na osnovu dobijenih rezultata može se vidjeti da će izmjenom konstrukcijskog sistema, **za betonske i armiračke radove doći do smanjenja troškova investicije za 10,95%** (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3) za varijaciju 1, dok će za varijaciju 2 doći do smanjenja od 4,88% (Poređenje izvršeno na Modelu 2 i Modelu 3), **u korist grednog sistema.**

Može se zaključiti da su armirački radovi ostvarili znatnu uštedu, s obzirom da se smanjila potrebna armatura u pločama, vertikalnim elementima, te da armatura za osiguranje od proboja kod grednog sistema nije bila potrebna. Zbog formiranja novoprojektovanih greda, radovi koji su vezani za oblikovanje oplata u izvjesnoj mjeri su kompleksniji te zahtijevaju nešto više radnih sati kvalifikovanih radnika kod grednog sistema u odnosu na bezgredne, troškovi su neznatni u odnosu na armiračke radove.

Kako ovi radovi predstavljaju 25-35% ukupnih troškova investicije, može se reći da će se **ukupni troškovi izgradnje objekta, smanjiti za 2,5–3,5%.**

5.14. Poređenje sopstvenih rezultata sa rezultatima drugih autora

U dostupnoj literaturi iz oblasti građevinarstva, a naročito u istraživanjima posvećenim analizi armiranobetonskih konstrukcija, postoje studije koje se bave poređenjem grednih i bezgrednih sistema. Ova istraživanja pretežno razmatraju dinamičke i ekonomske karakteristike konstrukcija, čime se omogućava sveobuhvatnije sagledavanje prednosti i ograničenja oba tipa sistema u različitim seizmičkim uslovima. U nastavku su prikazani rezultati tri naučna rada, kao i njihova povezanost sa predmetom istraživanja ovog master rada.

Uporedna studija armiranobetonskih grednih i bezgrednih sistema (*Comparative Study of RCC Flat Slab and RCC Beam-and-Slab Floor Systems*) napisala je grupa autora: Sampson Agudze, David Kwame Amoah i Boris K. Sasraku-Neequaye [11].

Predmet studije jeste analiza i poređenje armiranobetonskih bezgrednih i grednih sistema na primjeru poslovnog objekta, spratnosti P+3 u Gani. Analiza obuhvata proračun potrebne količina betona, armature i oplata, uz paralelnu procjenu ukupnih troškova izgradnje.

Rezultati istraživanja ukazuju na to da primjena bezgrednog sistema omogućava uštedu od 6,07% pri izgradnji ploča i 2,42% pri izgradnji stubova. Ovakvi rezultati proističu iz smanjenih zahtjeva za oplatom i manjom potrebnom količinom armature u poređenju sa grednim sistemom.

Pri tome se napominje da područje u Gani na kojem je izgrađen analizirani objekat nema visoku seizmičnost, pa su stoga rezultati ekonomskih pokazatelja ovog rada u suprotnosti sa rezultatima sopstvene analize, koja je obuhvatila ekonomsku analizu objekta izgrađenog na teritoriji visoke seizmičnosti.

Poređenje dinamičkog ponašanja armiranobetonskog bezgrednog i grednog sistema korišćenjem mjerenja ambijentalnih vibracija (*Comparison of an RC Flat-Slab and a Frame Building's Dynamic Behavior Utilizing Ambient Vibration Measurements*) napisala je grupa autor: Canberk Bolat, Hasan Celil Yelken i Onur Kaplan [12].

Predmet studije jeste analiza dinamičkog ponašanja bezgrednog i grednog sistema primjenom mjerenja ambijentalnih vibracija na objektu spratnosti P+4 u Turskoj. Rezultati pokazuju da je osnovni period oscilovanja kod bezgrednog sistema veći za 37% u odnosu osnovni period oscilovanja kod grednog sistema. Ova karakteristika ukazuje na veću fleksibilnost bezgrednog sistema, što može povećati rizik od oštećenja nekonstrukcijskih elemenata – zidova ispune, čak i tokom zemljotresa umjerenog intenziteta.

U poređenju sa analizom u okviru ovog master rada, rezultati potvrđuju da seizmički zahtjevi daju prednost grednim sistemima, koji omogućavaju smanjenje horizontalnih pomjeranja. Nadalje, može se zaključiti da oba istraživanja ističu prednost grednog sistema u pogledu seizmičke otpornosti.

Uporedna studija bezgrednog i grednog sistema za simetrične i nesimetrične građevinske konstrukcije (*A Comparative Study of Flat Slab System and Regular Beam-Slab System for Symmetric and Asymmetric Building Structure*) napisala je grupa autora: Dhruv B. Patel, Sumant B. Patel i Vishal B. Patel.

Predmet studija jeste analiza primjene bezgrednih sistema u simetričnim i nesimetričnim zgradama u Indiji, zemlji sa visokim seizmičkim rizikom. Analiza obuhvata zgrade spratnosti 5, 10 i 15 spratova, sa procjenom potrebnih količina betona, čelika i ukupnih troškova izgradnje. Rezultati pokazuju smanjenje smičuće sile do 2% i smanjenje težine betona do 7%, ali istovremeno i povećanje težine čelika za armiranje do 48% te ukupne cijene zgrade do 31% u poređenju sa grednim sistemom, što je naročito izraženo kod višespratnih objekata.

U poređenju sa analizom u okviru ovog master rada, može se zaključiti da, iako bezgredni sistemi doprinose smanjenju težine konstrukcije i djelimičnom smanjenju smičućih sila, gredni sistemi bolje ispunjavaju ekonomske i seizmičke kriterijume kod objekata u područjima sa visokim seizmičkim uticajima. Posebno se ističu prednosti grednog sistema kod višespratnih objekata, gde njegova primjena doprinosi povećanoj stabilnosti i optimizaciji troškova.

Na osnovu analize prethodnih istraživanja uočavaju se sledeće tendencije:

Ekonomska opravdanost: U zemljama sa nižim seizmičkim rizikom bezgredni sistemi često pokazuju niže troškove izgradnje. Nasuprot tome, u područjima sa visokim seizmičkim uticajima ekonomska analiza obično daje prednost grednim sistemima.

Seizmičko ponašanje: U seizmički aktivnim područjima gredni sistemi omogućavaju bolju kontrolu horizontalnih pomjeranja, dok bezgredni sistemi povećavaju fleksibilnost konstrukcije, što može povećati rizik od oštećenja nekonstrukcijskih elemenata – zidova ispune.

Primjena u višespratnim objektima: Bezgredni sistemi mogu dati doprinos smanjenju težine betona i smičućih sila, ali istovremeno povećavaju potrebe za čelikom za armiranje i ukupne troškove izgradnje, posebno kod višespratnih objekata.

Na osnovu komparacije može se ustanoviti da, iako bezgredni sistemi imaju prednosti u određenim kontekstima, za visoke objekte i zgrade u seizmički aktivnim područjima gredni sistemi predstavljaju optimalno rješenje, kako sa statičkog i seizmičkog aspekta, tako i sa ekonomskog stanovišta.

6. ZAKLJUČAK

U okviru ovog master rada izvršeno je poređenje grednog i bezgrednih sistema na primjeru stambeno-poslovnog objekta u Trebinju, uz detaljne statičke i seizmičke proračune, primjenom kriterijuma definisanih Evrokod standardima, uzimajući u obzir granično stanje nosivosti i granično stanje upotrebljivosti. Analiza je obuhvatila karakteristične konstrukcijske elemente, seizmičko ponašanje konstrukcije i ekonomsku opravdanost izvođenja konstrukcije.

Rezultati istraživanja pokazali su značajne prednosti grednog sistema u odnosu na bezgredni. Implementacijom greda smanjena su horizontalna pomjeranja objekta, ugibi i pojava prslina u pločama, dok seizmička analiza za ovaj objekat pokazuje da gredni sistem ostvaruje gotovo idealne translacije za prva dva tona oscilovanja konstrukcije, smanjujući faktor ponašanja i omogućavajući manju seizmičku silu, što dovodi do smanjenja dimenzija te povećavanja nosivosti konstrukcijskih elemenata. Ekonomskom analizom utvrđeno je da gredni sistemi omogućavaju povoljniju konstrukciju za 10,95% na ovom primjeru, dok se sličan efekat može očekivati i kod objekata slične spratnosti.

Na osnovu analize prethodnih istraživanja uočava se da u zemljama sa nižim seizmičkim rizikom bezgredni sistemi često pokazuju niže troškove izgradnje, dok u područjima sa visokim seizmičkim uticajem ekonomska analiza obično daje prednost grednim sistemima. Seizmičko ponašanje dodatno potvrđuje superiornost grednog sistema u aktivnim seizmičkim zonama, jer omogućava bolju kontrolu horizontalnih pomjeranja i smanjuje rizik od oštećenja nekonstrukcijskih elemenata – zidova ispune, dok bezgredni sistemi povećavaju fleksibilnost konstrukcije. U višespratnim objektima bezgredni sistemi mogu smanjiti težinu betona i smičuće sile, ali često zahtijevaju dodatno armiranje i povećavaju ukupne troškove.

Iako bezgredni sistemi, sa aspekta uobičajene arhitektonske prakse na domaćem tržištu, imaju izvjesne prednosti u pogledu arhitektonskog izraza i ispunjavanja estetskih zahtjeva (prije svega zbog toga što arhitekti vizuelno smatraju grede smetnjom), za višespratne objekte i zgrade u seizmički aktivnim područjima gredni sistemi predstavljaju optimalno rješenje sa statičkog, aseizmičkog i ekonomskog stanovišta.

Ipak, u praksi domaćeg građevinskog tržišta izvođači ih posljednjih godina često nerado prihvataju, budući da zahtijevaju nešto složenije i sporije izvođenje, obimniju oplatu i duži rok izgradnje. Sa druge strane, investitori nerijetko nisu dovoljno informisani niti upoznati sa prednostima grednih u odnosu na bezgredne sisteme, dok projektanti ponekad nesvjesno prave greške imitirajući rješenja karakteristična za njemačko tržište. Ovo je posebno problematično jer brojni domaći projektanti

istovremeno rade za oba tržišta, a pri tome ne uzimaju u obzir činjenicu da prostor Njemačke nije trusan kao prostor Balkana.

Stoga, preporuka za inženjersku praksu jeste da se pri projektovanju armiranobetonskih zgrada, naročito u seizmički aktivnim područjima (što u suštini obuhvata cijelu teritoriju Bosne i Hercegovine, sa posebnim naglaskom na područja Trebinja i Banjaluke), primjena grednih sistema podstiče kao primarno konstrukcijsko rješenje. Ovakvim pristupom, uz pažljivu optimizaciju rasporeda konstrukcijskih elemenata, omogućava se postizanje maksimalne efikasnosti i sigurnosti, a ujedno se obezbjeđuje dugoročno povoljnije i ekonomičnije rješenje.

7. LITERATURA

- [1] Evrokod 0 – Osnove projektovanje konstrukcija (*EN 1990:2002/A1:2005/AC:2010 Eurocode – Basis of structural design*)
- [2] Evrokod 1 – Dejstva na konstrukcije – Dio 1-1: Opšta dejstva – Zapreminske težine, sopstvena težina, korisno opterećenje za zgrade (*EN 1991-1-1:2002/AC:2009 Eurocode 1 – Actions on structures – Part 1-1: General actions – Densities, self-weight and imposed loads for buildings*)
- [3] Nacionalni dodatak BAS EN 1991-1-3/NA:2018 – Dejstva na konstrukcije – Dio 1-3: Opšta dejstva – Opterećenja snijegom
- [4] Evrokod 2 – Projektovanje betonskih konstrukcija – Dio 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade, mostove i građevinske konstrukcije (*EN 1992-1-1:2023 Eurocode 2 – Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings, bridges and civil engineering structures*)
- [5] Evrokod 7 – Geotehničko projektovanje – Dio 1: Opšta pravila (*EN 1997-1:2004/A1:2013 Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 1: General rules*)
- [6] Evrokod 8 – Projektovanje seizmički otpornih konstrukcija – Dio 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade (*EN 1998-1:2004/A1:2013 Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings*)
- [7] Nacionalni dodatak BAS EN 1998-1/NA:2018 – Projektovanje seizmički otpornih konstrukcija – Dio 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak (*EN 1998-1:2004/A1:2013 Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings – National annex*)
- [8] Jure Radić (2006). *Betonske konstrukcije*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet.
- [9] Vanja Alendar (2004). *Projektovanje seizmički otpornih armiranobetonskih konstrukcija kroz primere*. Beograd: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- [10] Srđan Janković (2022). *Seizmički proračun armiranobetonskih zgrada u skladu s eurokodovima s riješenim primjerima*. Podgorica: Građevinski fakultet Univerziteta Crne Gore.
- [11] Sampson Agudze, David Kwame Amoah, Boris K. Sasraku-Neequaye (2018). *Uporedna studija armiranobetonskih grednih i bezgrednih sistema (Comparative Study of RCC Flat Slab and RCC Beam-and-Slab Floor Systems)* Accra, Ghana: Department of Building Technology, Accra Technical University, P. O. Box GP 561, Accra, Ghana, Department of Civil Engineering, Accra Technical University, P. O. Box GP 561, Accra, Ghana.
- [12] Canberk Bolat, Hasan Celil Yelken, Onur Kaplan (2021). *Poređenje dinamičkog ponašanja armiranobetonskog bezgrednog i grednog sistema korišćenjem mjerenja ambijentalnih vibracija (Comparison of an RC Flat-Slab and a Frame Building's Dynamic Behavior Utilizing Ambient Vibration Measurements)* Eskisehir, Turkey: Civil Engineering Department,

Eskisehir Technical University, Turkey, Earth and Space Sciences Institute, Eskisehir Technical University, Turkey

- [13] Dhruv B. Patel, Sumant B. Patel, Vishal B. Patel (2021). Uppedna studija bezgrednog i grednog sistema za simetrične i asimetrične građevinske konstrukcije (*A Comparative Study of Flat Slab System and Regular Beam-Slab System for Symmetric and Asymmetric Building Structure*) Gujarat, India: Structural Engineering Department, Birla Vishvakarma Mahavidyalaya Engineering College, Vallabh Vidyanagar, Anand, Gujarat, India, Structural Engineering Department, Birla Vishvakarma Mahavidyalaya Engineering College, Vallabh Vidyanagar, Anand, Gujarat, India, Structural Engineering Department, Birla Vishvakarma Mahavidyalaya Engineering College, Vallabh Vidyanagar, Anand, Gujarat, India
- [14] Zajednica za seizmologiju S.F.R.J. Beograd, Seizmološka karta za povratni period od 500 godina (1987)
- [15] Gordana Broćeta, Anđelko Cumbo (2025). *Principi konstruisanja arhitektonskih objekata*. Banja Luka: Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci

SPISAK SLIKA

Slika 1. Dispozicija - Model 1.....	2
Slika 2. Dispozicija - Model 2.....	2
Slika 3. Dispozicija - Model 3.....	2
Slika 4. Situacija sa izvedenim istražnim radovima 1:1000.....	6
Slika 5. Istražna bušotina IB-1.....	7
Slika 6. Istražna bušotina IB-2.....	8
Slika 7. Istražna bušotina IB-3.....	9
Slika 8. Rezultati izvođenja SPT opita u bušotinama.....	10
Slika 9. Dispozicija objekta.....	11
Slika 10. Karta opterećenja snijega na tlo za BiH [3].....	22
Slika 11. Koeficijent oblika krova.....	23
Slika 12. Koeficijent oblika krova - kos krov.....	23
Slika 13. Karta seizmičkog hazarda za referentni povratni period od 475 godina [7].....	24
Slika 14. Karta seizmičkog hazarda za referentni povratni period od 95 godina [7].....	25
Slika 15. Definicija ugiba nosača.....	29
Slika 16. Načini sidrenja šipki savijanjem ili zavarivanjem.....	41
Slika 17. Prikaz uslova za prijanjanje betona i armature.....	42
Slika 18. Preporučeni tip 1 elastičnog spektra odgovora za kategoriju tla A do E (5% prigušenje).....	51
Slika 19. Preporučeni tip 2 elastičnog spektra odgovora za kategorije tla A do E (5% prigušenje).....	51
Slika 20. Definicija kompaktnosti.....	54
Slika 21. Kriterijumi regularnosti zgrada sa sažimanjem.....	56
Slika 22. Definicija ugiba nosača.....	60
Slika 23. Ugibi greda za tipsku etažu (Model 1).....	61
Slika 24. Ugibi u ploči - tipska etaža – y pravac (Model 1).....	62
Slika 25. Ugibi u ploči - tipska etaža – x pravac (Model 1).....	62
Slika 26. Dio ploče gdje se nalaze maksimalni ugibi u x i y pravcu (Model 1).....	63
Slika 27. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na grede.....	63
Slika 28. Ugibi u ploči - tipska etaža – pregled ugiba relativno u odnosu na stubove (Model 1).....	64
Slika 29. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na stubove.....	64
Slika 30. Ugibi greda za tipsku etažu (Model 2).....	65
Slika 31. Ugibi u ploči - tipska etaža – y pravac (Model 2).....	65
Slika 32. Ugibi u ploči - tipska etaža – x pravac (Model 2).....	66
Slika 33. Dio ploče gdje se nalaze maksimalni ugibi u x i y pravcu (Model 2).....	66
Slika 34. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na grede.....	67
Slika 35. Ugibi u ploči - tipska etaža – pregled ugiba relativno u odnosu na stubove (Model 2).....	68
Slika 36. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na stubove.....	68
Slika 37. Ugibi greda za tipsku etažu (Model 3).....	69
Slika 38. Ugibi u ploči - tipska etaža – y pravac (Model 3).....	69
Slika 39. Ugibi u ploči - tipska etaža – x pravac (Model 3).....	70
Slika 40. Dio ploče gdje se nalaze maksimalni ugibi u x i y pravcu (Model 3).....	70
Slika 41. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na grede.....	71
Slika 42. Ugibi greda za tipsku etažu – kritično polje (Model 3).....	71
Slika 43. Ugibi u ploči - tipska etaža – pregled ugiba relativno u odnosu na stubove (Model 3).....	72
Slika 44. Šematski prikaz ugiba ploče – relativno na stubove.....	72
Slika 45. Izometrijski prikaz proračunskog modela – Model 1.....	77
Slika 46. Stalno opterećenje (Tipska ploča) – Model 1.....	78
Slika 47. Korisno opterećenje (Tipska ploča) – Model 1.....	78
Slika 48. Izometrijski prikaz proračunskog modela – Model 2.....	82
Slika 49. Stalno opterećenje (Tipska ploča) – Model 2.....	83
Slika 50. Korisno opterećenje (Tipska ploča) – Model 2.....	83
Slika 51. Izometrijski prikaz proračunskog modela – Model 3.....	87
Slika 52. Stalno opterećenje (Tipska ploča) – Model 3.....	88
Slika 53. Korisno opterećenje (Tipska ploča) – Model 3.....	88
Slika 54. Dispozicija sekundarnih elemenata.....	205
Slika 55. Plan pozicija vertikalnih elemenata (Model 1).....	206

<i>Slika 56. Plan pozicija vertikalnih elemenata (Model 1).....</i>	<i>211</i>
<i>Slika 57. Plan pozicija vertikalnih elemenata (Model 1).....</i>	<i>216</i>
<i>Slika 58. Utezanje betonskog jezgra.....</i>	<i>238</i>
<i>Slika 59. Minimalna debljina utegnutih ivičnih elemenata</i>	<i>240</i>
<i>Slika 60. Utegnuti ivični elementi na slobodnoj ivici zida</i>	<i>241</i>
<i>Slika 61. Šematski prikaz mjerodavne tipske grede za poređenje</i>	<i>252</i>
<i>Slika 62. Šematski prikaz mjerodavnih tačaka tipske ploče za poređenje (y pravac)</i>	<i>253</i>
<i>Slika 63. Šematski prikaz mjerodavnih tačaka tipske ploče za poređenje (x pravac)</i>	<i>254</i>
<i>Slika 64. Šematski prikaz mjerodavnih tačaka tipske ploče za poređenje (relativni ugib u odnosu na grede/stubove) ..</i>	<i>255</i>
<i>Slika 65. Projektni spektar – Model 1.....</i>	<i>265</i>
<i>Slika 66. Projektni spektar – Model 2.....</i>	<i>266</i>
<i>Slika 67. Projektni spektar – Model 3.....</i>	<i>266</i>

SPISAK TABELA

Tabela 1. Kategorizacija krovova	18
Tabela 2. Karakteristične vrijednosti korisnih opterećenja na krovove kategorije H	19
Tabela 3. Karakteristične vrijednosti korisnih opterećenja na međuspratnim konstrukcijama, balkonima i stepeništima zgrada (EN 1991-1-1/NA, tab. 6.1 (BAS)).....	19
Tabela 4. Saobraćajne i parking površine u zgradama	21
Tabela 5. Korisna opterećenja od vozila u garažama i na saobraćajnim površinama.....	21
Tabela 6. Koeficijenti oblika opterećenja od snijega (Ref. EN 1991-1-3).....	23
Tabela 7. Preporučene vrijednosti ψ koeficijenta za zgrade.....	27
Tabela 8. Dopušteni ugibi nosača u zgradarstvu.....	30
Tabela 9. Preporučene vrijednosti za w_{max} (mm).....	30
Tabela 10. Vrijednosti proizvoda $k_1 \cdot f_{ck}$	31
Tabela 11. Vrijednosti proizvoda $k_3 \cdot f_{yk}$	31
Tabela 12. Vrijednosti proizvoda $k_2 \cdot f_{ck}$	32
Tabela 13. Indikativni proračunski eksploatacioni vijek	33
Tabela 14. Definicija klase prema posljedicama	34
Tabela 15. K_{Fi} koeficijent za dejstva.....	34
Tabela 16. Klasa izloženosti u zavisnosti od uslova okoline u skladu sa EN 206-1 (Ref. EN 1992-1-1)	35
Tabela 17. Minimalni zaštitni sloj, $c_{min,b}$ s obzirom na uslove prijanjanja (Ref. EN 1992-1-1).....	37
Tabela 18. Preporučena klasifikacija konstrukcije	37
Tabela 19. Minimalni zaštitni sloj, $c_{min,dur}$ u zavisnosti od uslova trajnosti za armaturu u skladu sa EN 10080 (Ref. EN 1992-1-1)	37
Tabela 20. Minimalni prečnik valjka za savijanje da bi se izbjeglo oštećenje armature.....	40
Tabela 21. Vrijednosti koeficijenata α_1 , α_2 , α_3 , α_4 i α_5	43
Tabela 22. Klase značaja za zgrade	48
Tabela 23. Klasifikacija tla.....	49
Tabela 24. Vrijednosti parametara koji opisuju preporučeni tip 1 elastičnog spektra odgovora	50
Tabela 25. Vrijednosti parametara koji opisuju preporučeni tip 2 elastičnog spektra odgovora	50
Tabela 26. Preporučene vrijednosti parametara koji definišu vertikalni spektar odgovora	52
Tabela 27. Vrijednosti parametra φ u proračunu Ψ_{Ei}	57
Tabela 28. Osnovne vrijednosti faktora ponašanja q_0 za sisteme regularne po visini.....	58
Tabela 29. Karakteristike materijala – Model 1	74
Tabela 30. Karakteristike ploča – Model 1	74
Tabela 31. Karakteristike površinskih oslonaca – Model 1.....	74
Tabela 32. Karakteristike poprečnih presjeka – Model 1.....	75
Tabela 33. Slučajevi opterećenja – Model 1.....	77
Tabela 34. Anvelopski slučajevi opterećenja – Model 1	78
Tabela 35. Karakteristike materijala – Model 2	79
Tabela 36. Karakteristike ploča – Model 2	79
Tabela 37. Karakteristike površinskih oslonaca – Model 2.....	79
Tabela 38. Karakteristike poprečnih presjeka – Model 2.....	80
Tabela 39. Slučajevi opterećenja – Model 2.....	82
Tabela 40. Anvelopski slučajevi opterećenja – Model 2	82
Tabela 41. Karakteristike materijala – Model 3	84
Tabela 42. Karakteristike ploča – Model 3	84
Tabela 43. Karakteristike površinskih oslonaca – Model 3.....	84
Tabela 44. Karakteristike poprečnih presjeka – Model 3.....	85
Tabela 45. Slučajevi opterećenja – Model 3.....	87
Tabela 46. Anvelopski slučajevi opterećenja – Model 3	87
Tabela 47. Sopstvene frekvencije (Model 1).....	149
Tabela 48. Sopstvene frekvencije (Model 2).....	155
Tabela 49. Sopstvene frekvencije (Model 3).....	161
Tabela 50. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – x pravac (Model 1)	201
Tabela 51. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – y pravac (Model 1)	201
Tabela 52. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – x pravac (Model 2)	202
Tabela 53. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – y pravac (Model 2)	202

Tabela 54. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – x pravac (Model 3)	203
Tabela 55. Kontrola relativnog spratnog pomjeranja – y pravac (Model 3)	203
Tabela 56. Debljina tipske ploče određena za istu usvojenu količinu armature	246
Tabela 57. Količina betona tipske ploče	246
Tabela 58. Potrebna površina armature tipske ploče donja zona – X pravac	246
Tabela 59. Potrebna površina armature tipske ploče donja zona – Y pravac.....	247
Tabela 60. Potrebna površina armature tipske ploče gornja zona – X pravac.....	247
Tabela 61. Potrebna površina armature tipske ploče gornja zona – Y pravac.....	247
Tabela 62. Potrebna površina armature tipskih greda – donja zona.....	248
Tabela 63. Potrebna površina armature tipskih greda – gornja zona.....	248
Tabela 64. Količina armature tipskih greda	249
Tabela 65. Količina betona potrebna za izgradnju tipskih greda	250
Tabela 66. Pomjeranje krovne ploče POS 800 – X pravac	250
Tabela 67. Pomjeranje krovne ploče POS 800 – Y pravac	251
Tabela 68. Pomjeranje ploče povučene etaže POS 700 – X pravac.....	251
Tabela 69. Pomjeranje ploče povučene etaže POS 700 – Y pravac.....	251
Tabela 70. Ugibi tipske grede.....	252
Tabela 71. Ugibi tipske ploče – y pravac	253
Tabela 72. Ugibi tipske ploče - x pravac	254
Tabela 73. Relativni ugib tipske ploče u odnosu na grede.....	255
Tabela 74. Relativni ugib tipske ploče u odnosu na stubove	255
Tabela 75. Normalizovana aksijalna sila u stubu S25 za klasu konstrukcije DCM prema EN 1998-1 član 5.4.3.2.1. (3)P256	
Tabela 76. Razlike normalizovane aksijalne sile - primarni stubovi	257
Tabela 77. Normalizovana aksijalna sila u stubu S1, S2, S3 i S4 za klasu konstrukcije DCM prema EN 1998-1 član 5.4.3.2.1. (3)P.....	258
Tabela 78. Razlike normalizovane aksijalne sile - sekundarni stubovi.....	258
Tabela 79. Normalizovana aksijalna sila u zidu ZX1 za klasu konstrukcije DCM prema EN 1998-1 član 5.4.3.2.1. (3)P .	259
Tabela 80. Razlike normalizovane aksijalne sile - zidovi.....	260
Tabela 81. Normalizovana aksijalna sila u integralnom presjeku S18–ZY1 za klasu konstrukcije DCM prema EN 1998-1 član 5.4.3.2.1. (3)P	261
Tabela 82. Razlike normalizovane aksijalne sile – integralni presjeci	262
Tabela 83. Potrebna površina armature u stubovima.....	263
Tabela 84. Potrebna površina armature u zidovima	263
Tabela 85. Potrebna površina armature u integralnim presjecima.....	264
Tabela 86. Količina armature vertikalnih elemenata	264
Tabela 87. Period oscilovanja konstrukcije – Ton 1	267
Tabela 88. Period oscilovanja konstrukcije – Ton 2	267
Tabela 89. Period oscilovanja konstrukcije – Ton 3	267
Tabela 90. Frekvencija konstrukcije – Ton 1	267
Tabela 91. Frekvencija konstrukcije – Ton 2	268
Tabela 92. Frekvencija konstrukcije – Ton 3	268
Tabela 93. Poprečne sile u osnovi – S_x	268
Tabela 94. Poprečne sile u osnovi – S_y	268
Tabela 95. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - armirački radovi (armaturne šipke) – var. 1	270
Tabela 96. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - armirački radovi (armaturne mreže) – var. 1.....	274
Tabela 97. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - betonski radovi – var. 1	276
Tabela 98. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - armirački radovi (armaturne šipke) – var. 2	279
Tabela 99. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - armirački radovi (armaturne mreže) – var.2.....	283
Tabela 100. Ekonomska analiza troškova konstrukcije - betonski radovi – var. 2	285

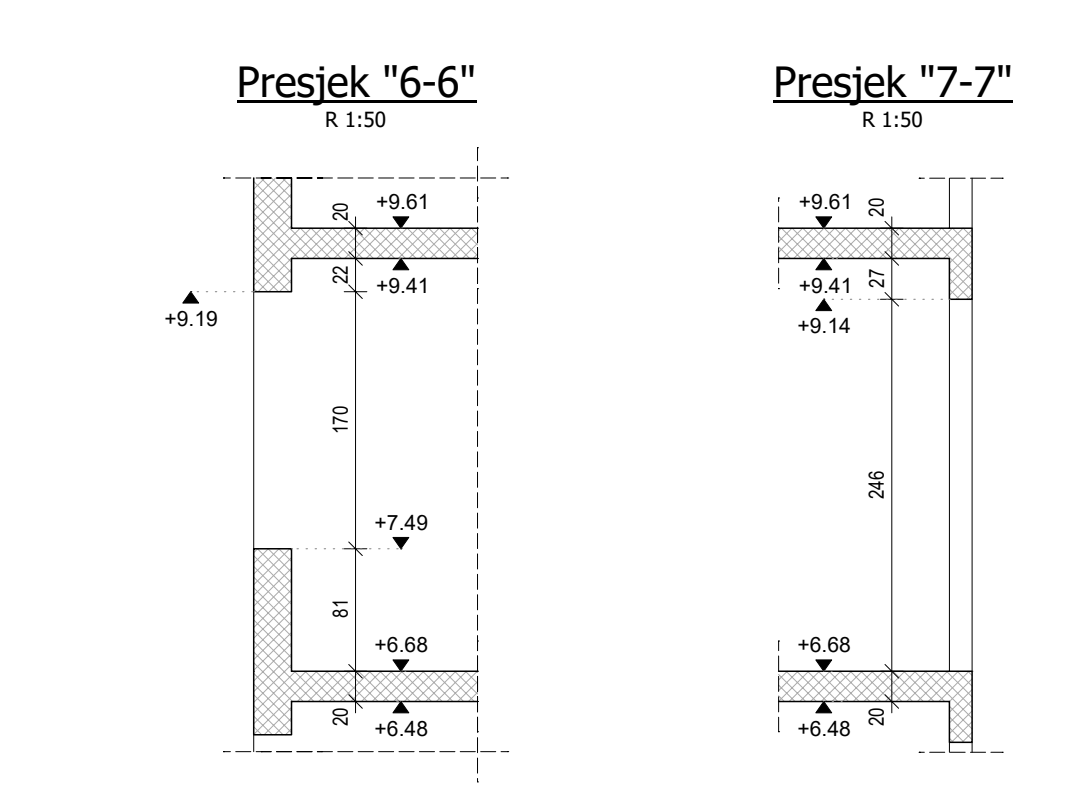
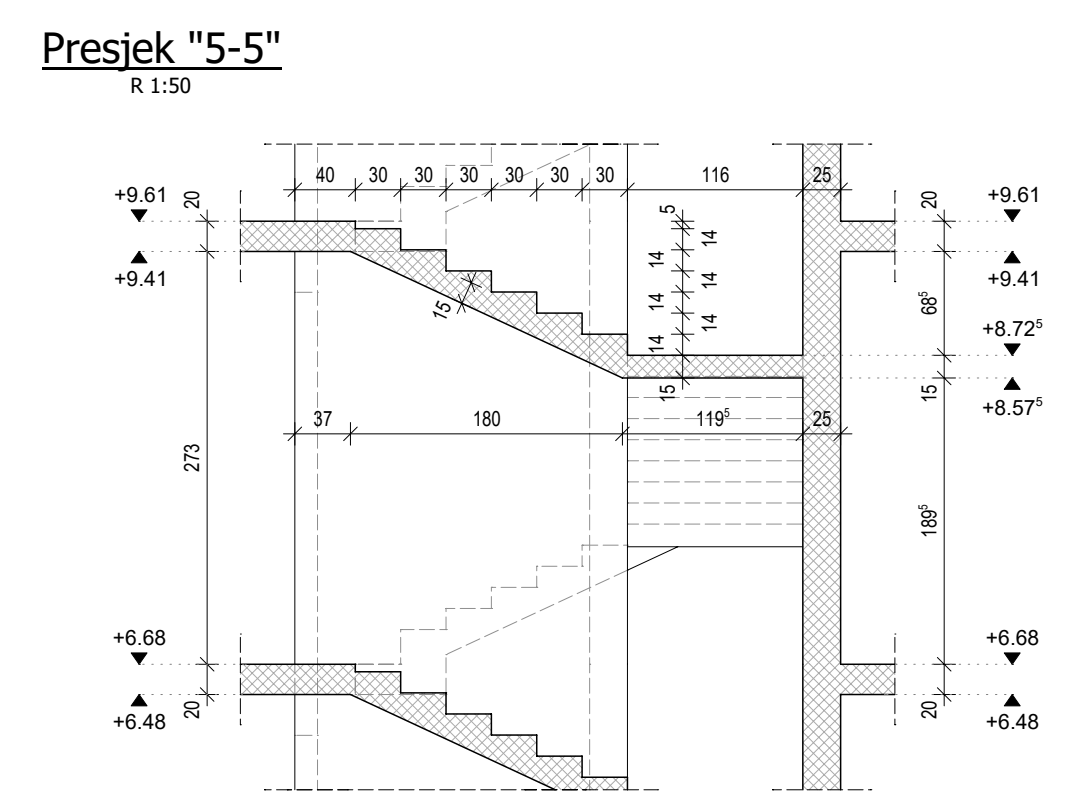
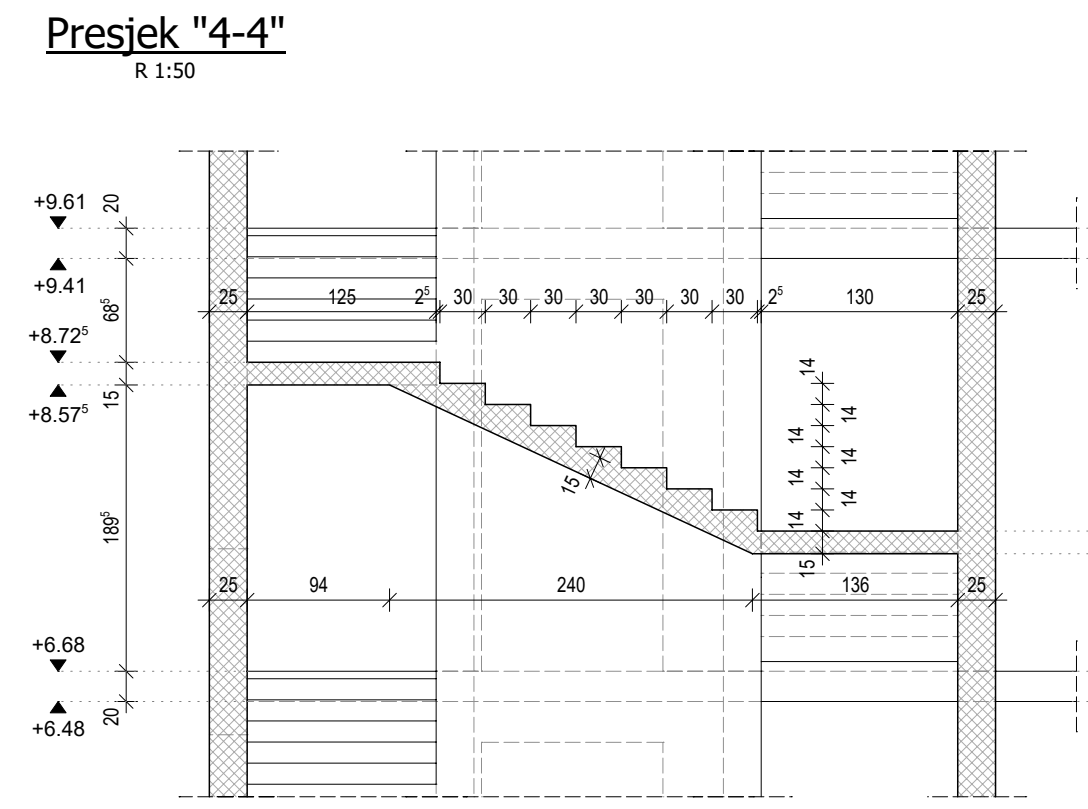
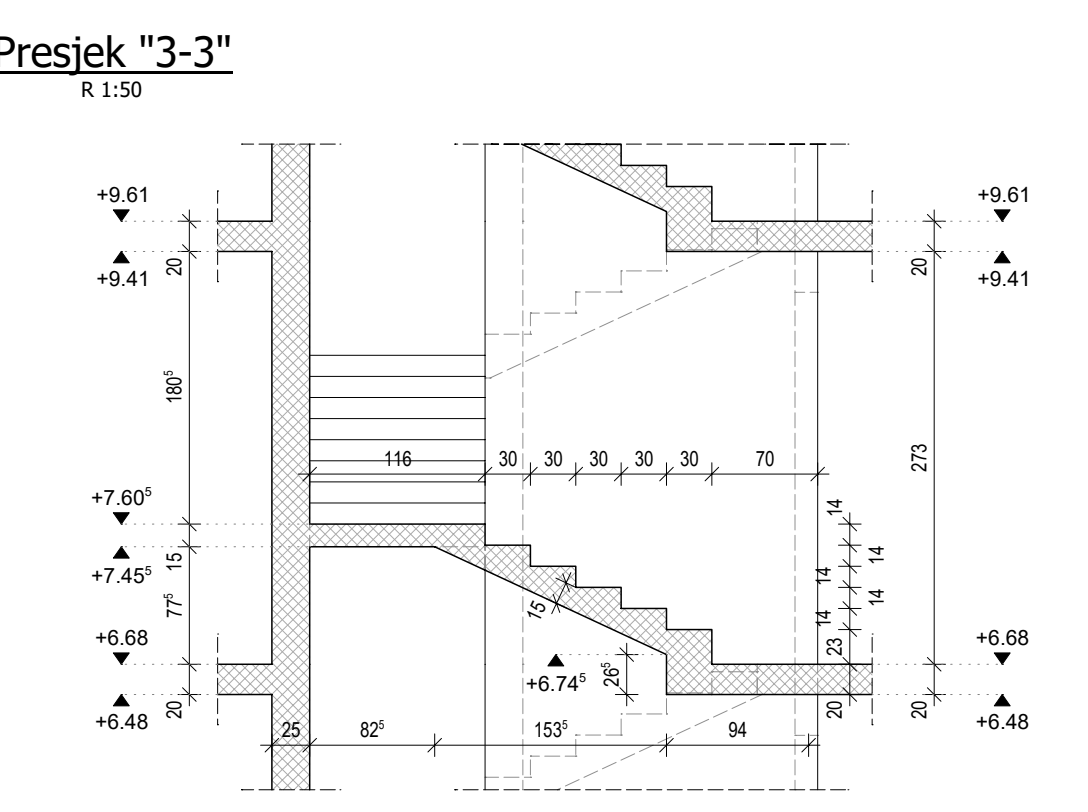
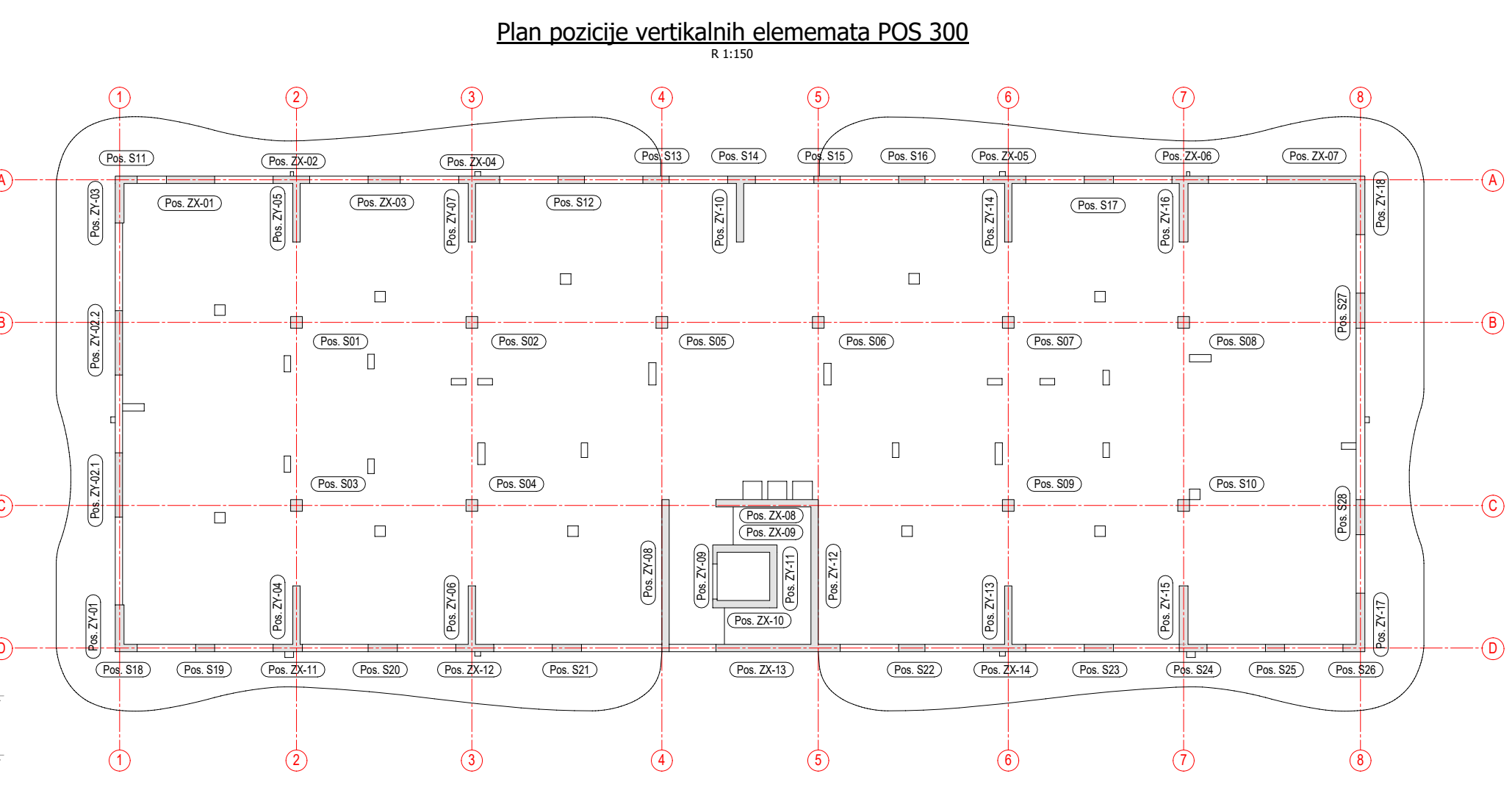
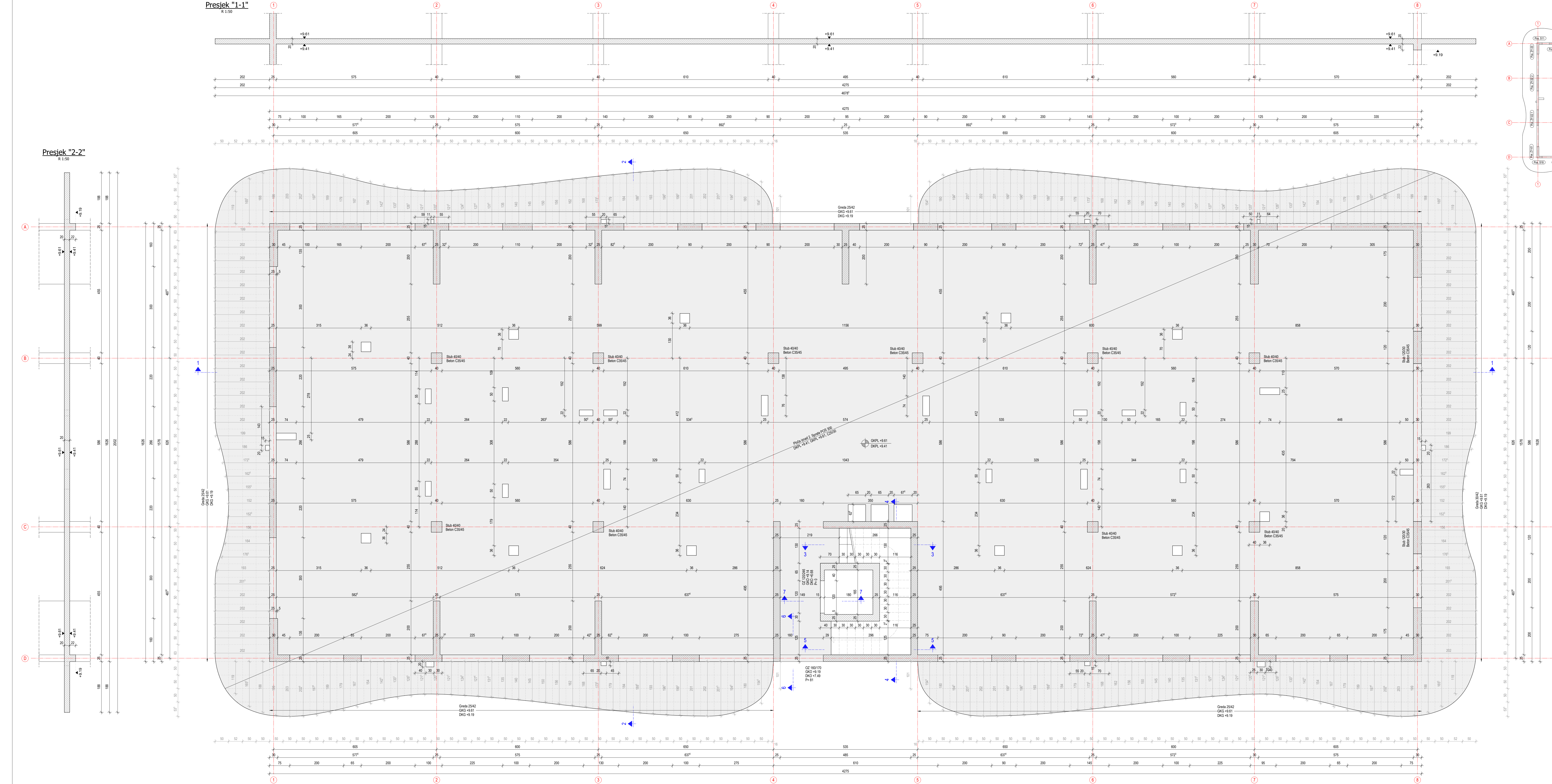
PRILOZI

<i>K-01</i>	Plan oplata tipske ploče – POS 300	R 1:50
<i>K-02</i>	Plan armature tipskih greda – POS G300	R 1:50/25
<i>K-03</i>	Plan armature tipske ploče – POS 300 – donja zona	R 1:50/25
<i>K-04</i>	Plan armature tipske ploče – POS 300 – gornja zona	R 1:50
<i>K-05</i>	Plan armature stubova	R 1:50/25
<i>K-06</i>	Plan armature zidova	R 1:50/25

KRATKA BIOGRAFIJA AUTORA

Žarko (Slobodan i Biljana) Dabić rođen je 26. 9. 1996. godine u Banjoj Luci. Osnovnu i srednju školu pohađao je u Banjoj Luci, gdje je nakon završetka srednje škole stekao zvanje građevinski tehničar. U periodu od oktobra 2015. godine do marta 2020. pohađao je akademske studije prvog ciklusa na Arhitektonsko-građevinsko-geodetskom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, studijski program Građevinarstvo – konstruktivno usmjerenje. Tokom studiranja, bio je angažovan kao demonstrator na predmetima Nacrtna geometrija i tehničko crtanje i Vizuelizacija i modelovanje 1 u trajanju od 2 godine, te na predmetima Arhitektonske i Građevinske konstrukcije 1 u trajanju od 1 godine. Kao demonstrator, bio je učesnik u izradi video tutorijala za predmet Nacrtna geometrija i tehničko crtanje. U februaru 2020. godine odbranio je završni rad pod nazivom „Dimenzionisanje rasponske konstrukcije mosta“ te stekao zvanje diplomirani inženjer građevinarstva. Akademske studije drugog ciklusa, studijski program Građevinarstvo – konstruktivno usmjerenje, na istom fakultetu počeo je pohađati u oktobru 2021. godine. Tokom studiranja, držao je edukaciju za softver *Allplan*, za studente i nastavnike Arhitektonsko-građevinsko-geodetskog fakulteta.

Od marta 2020. godine do sada zaposlen je kao projektant konstruktivne faze.



PODACI O MATERIJALIMA				
Konstrukcijski element	Beton		Armatura	Zaštitni beton
	Klasa kvaliteta	Klasa izloženosti		
AB elementi Lamela 1				
Plоче				
Podložni beton d=10 cm	C12/15	/	/	/
Šipovi	C30/37	XC2/XA2	B500B	9.0
Temeljna ploča d=60 cm	C30/37	XC2	B500B	4.0
Međuspratne ploče	C30/37 <i>Po, P, I</i>	XC1	B500B	2.5
Međuspratne ploče	C25/50 <i>2-7</i>	XC1	B500B	2.5
Stepenište d=15 cm	C30/37 <i>Po, P, I</i>	XC1	B500B	2.5
Stepenište d=15 cm	C25/50 <i>2-7</i>	XC1	B500B	2.5
Grede				
Grede	C30/37 <i>Po, P, I</i>	XC2	B500B	2.5
Grede	C25/50 <i>2-7</i>	XC2	B500B	2.5
Stubovi				
Pos. S01-S10, Pos. S27-S28	C40/50 <i>Po, P, I</i>	XC1	B500B	2.5
Pos. S01-S10, Pos. S27-S28	C35/45 <i>2,3,4</i>	XC1	B500B	2.5
Pos. S01-S10, Pos. S27-S28	C30/37 <i>5,6,7</i>	XC1	B500B	2.5
Pos. S11-S26	C30/37 <i>Po, P, I</i>	XC1	B500B	2.5
Pos. S11-S26	C25/50 <i>2-7</i>	XC1	B500B	2.5
Zidovi				
Pos. ZY-18	C40/50 <i>Po</i>	XC1	B500B	2.5
Pos. ZX-01 – Pos. ZX-14	C30/37 <i>Po, P, I</i>	XC1	B500B	2.5
Pos. ZY-01 – Pos. ZY-17	C35/45 <i>2-7</i>	XC1	B500B	2.5
Pos. ZX-01 – Pos. ZX-14	C25/50 <i>2-7</i>	XC1	B500B	2.5
Pos. ZY-01 – Pos. ZY-18	C30/37	XC1	B500B	2.5
Podrumski zidovi	C30/37	XC1	B500B	2.5



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
UNIVERSITY OF BANJA LUKA
АРХИТЕКТОНСКО-ГРАЂЕВИНСКО-ГЕОДЕТСКИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY

MASTER RAD
ПОРЕДБЕЊЕ ГРЕДНИХ I БЕЗГРЕДНИХ СИСТЕМА НА ПРИМЈЕРУ СПО У ТРЕБИЊУ

Mentor:
prof. dr. Gordana Broceta, dipl. inž. grad.

Kandidat:
Zarko Dabčić, dipl. inž. grad.

Komentari:
doc. dr. Andelko Čumbo, dipl. inž. grad.

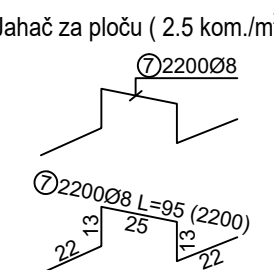
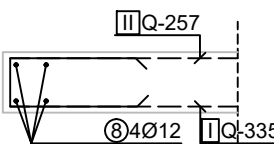
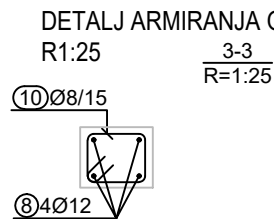
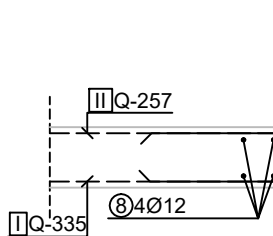
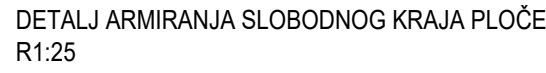
Datum:
oktobar 2025. god.

Naziv priloga:
PLAN OPLATE TIPSKE PLOČE POS 300
(Model 1)

Razmjera:
1:50
Broj priloga:
K-01

V/S = 594 / 1600 (0.95m2)

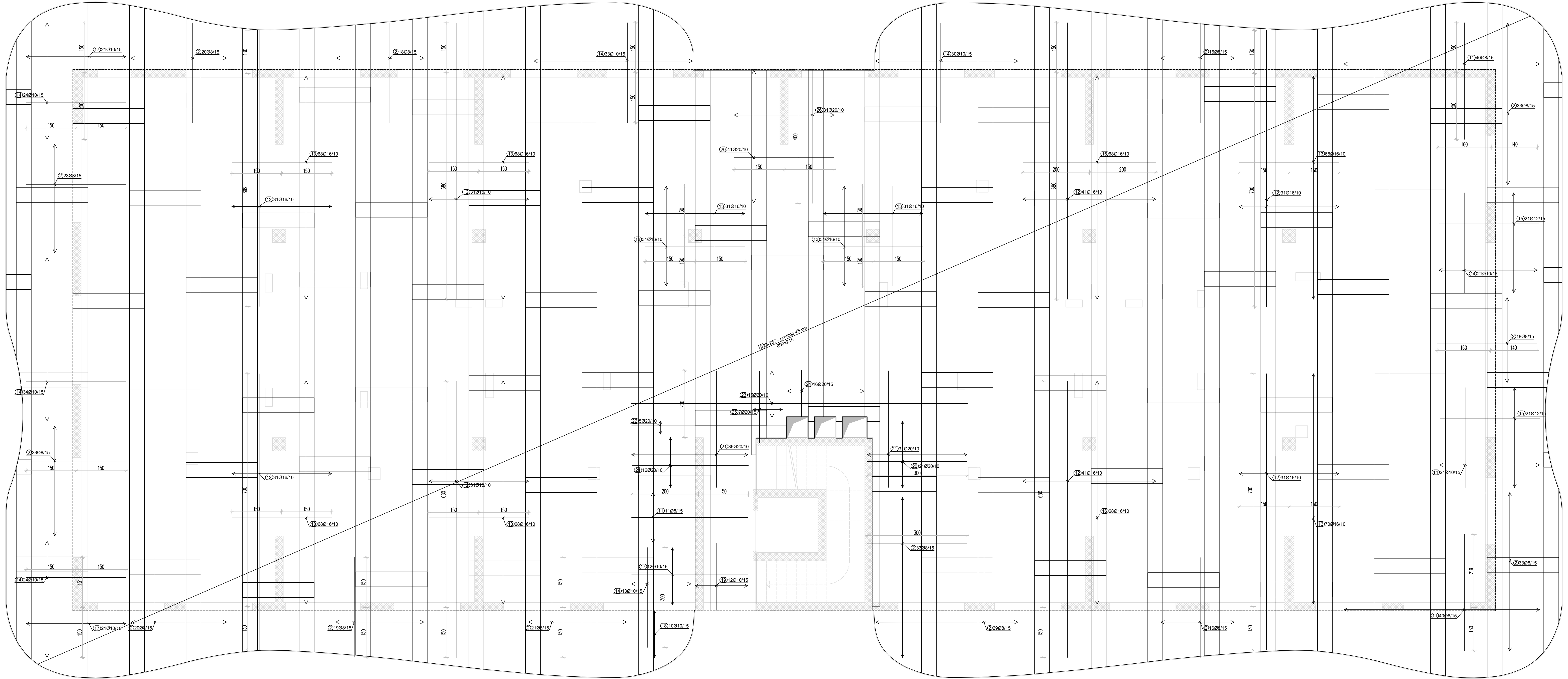
OSNOVA TIPSKE ETAŽE - DONJA ZONA



ozn. - specifikacija		oblik i mere [cm]		Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	Napomena
Tipična ploča POB 300 (1 kom)								
1				10	6.00	286	1716.00	
2				8	3.00	546	1638.00	
3				8	1.00	868	868.00	
4				8	1.30	128	166.40	
5				12	12.00	25	300.00	
6				8	1.00	871	871.00	
7				8	0.95	2200	2090.00	
8				12	1.86	16	29.76	
9				12	3.65	4	14.60	
10				8	0.88	10	8.80	
11				8	3.50	91	318.50	
12				16	8.30	268	2224.40	
13				16	3.00	534	1602.00	
14				10	3.00	200	600.00	
15				12	3.00	42	126.00	
16				16	4.00	136	544.00	
17				10	3.50	54	189.00	
18				10	1.65	1 x 10	16.45	
19				10	2.00	12	24.00	
20				20	3.00	62	186.00	
21				20	3.50	83	290.50	
22				20	4.65	5	23.25	
23				20	10.10	15	151.50	
24				20	1.40	16	22.40	
25				20	2.15	7	15.05	
26				20	4.00	31	124.00	
27				12	1.85	4	7.40	
28				12	1.87	2	3.74	
29				8	0.66	528	348.48	
30				10	1.20	264	316.80	
Armatura protiv proboja PP1 (10 kom)								
201				10	2.70	400	1080.00	
202				32	2.70	80	216.00	
203				8	1.10	1400	1540.00	
Armatura protiv proboja PP2 (10 kom)								
301				10	2.70	400	1080.00	
302				32	2.70	80	216.00	
303				8	1.10	1320	1452.00	
Armatura protiv proboja PP3 (1 kom)								
401				32	4.00	8	32.00	
402				10	2.70	12	32.40	
403				8	1.10	78	85.80	
404				10	1.70	16	27.20	
Šipke - rekaptulacija								
Ø [mm]		lgn [m]		Jedinična težina [kg/m]		Težina [kg]		
B500B								
8				9386.98	0.40		3707.86	
10				5081.85	0.62		3135.50	
12				481.50	0.89		427.57	
16				4370.40	1.58		6905.00	
20				812.70	2.47		2007.00	
32				464.00	6.31		2927.84	
Ukupno (B500B)						19111.34		
Ukupno						19111.34		
Mreže - rekaptulacija								
Oznaka mreže		Ø [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m²]	Ukupna težina celih tabli [kg]	Neto ugrađena težina [kg]	
Q-257	215	600	99	4.02	5133.94		4731.31	
Q-335	215	600	100	5.26	6785.40		6209.00	
Ukupno						11919.34	10940.31	

OSNOVA TIPSKE ETAŽE - GORNJA ZONA

1:50



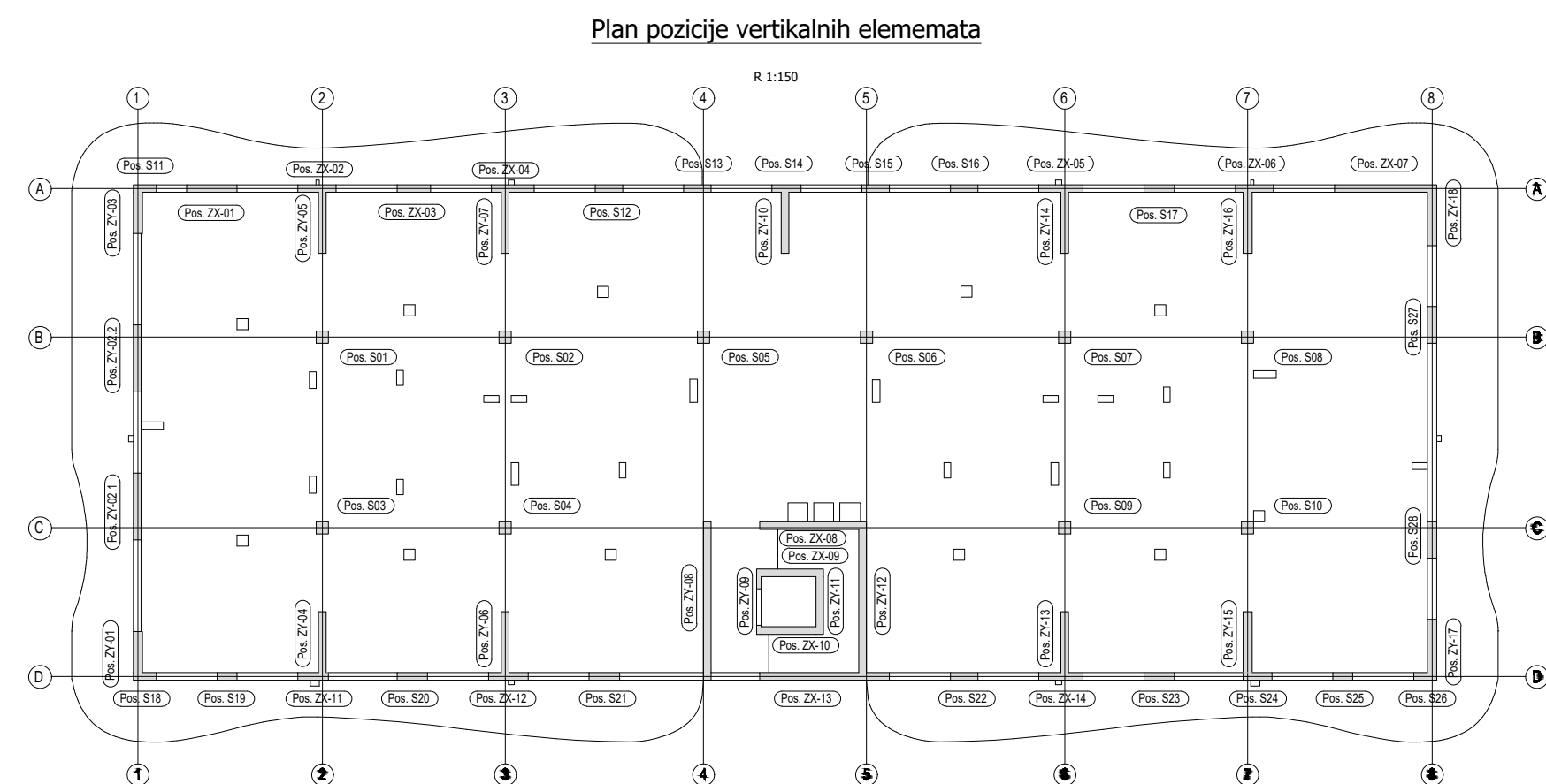
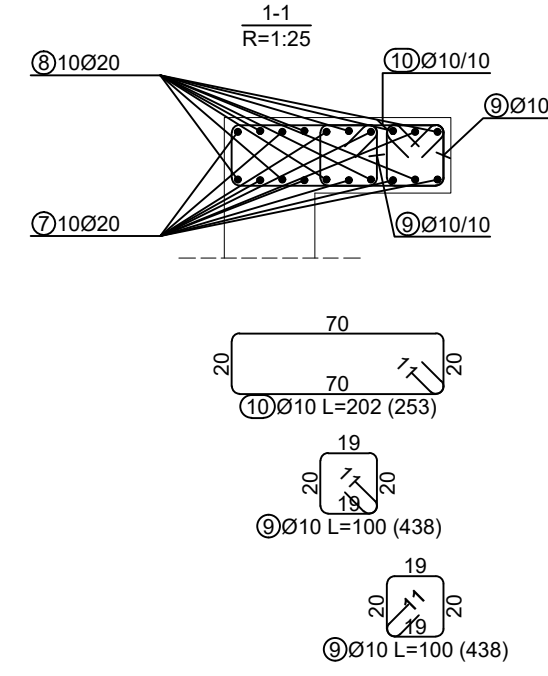
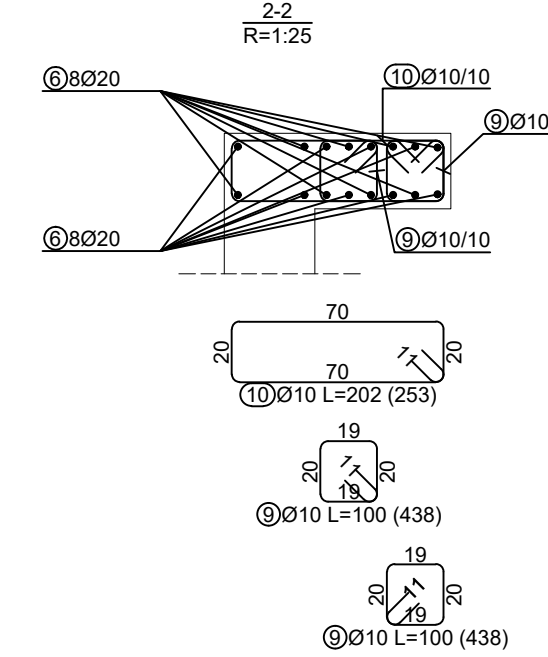
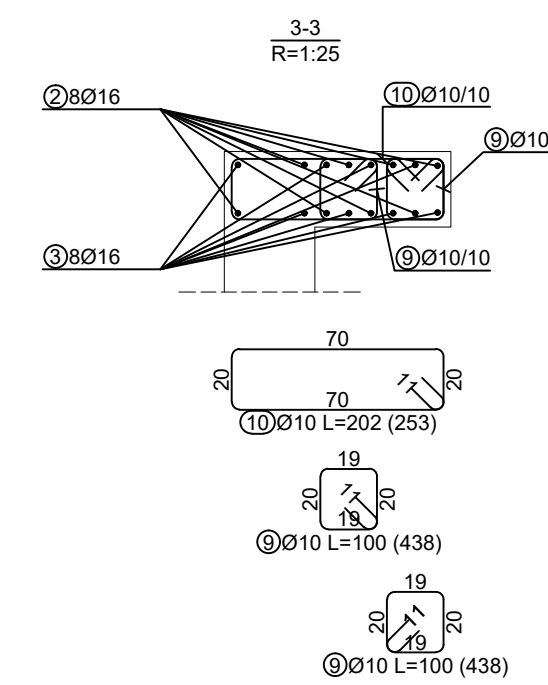
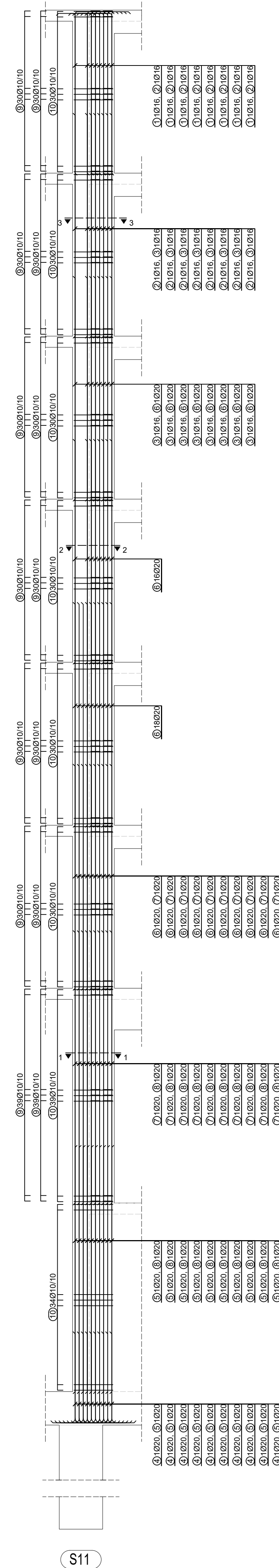
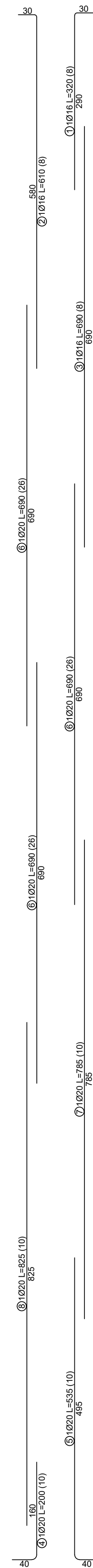
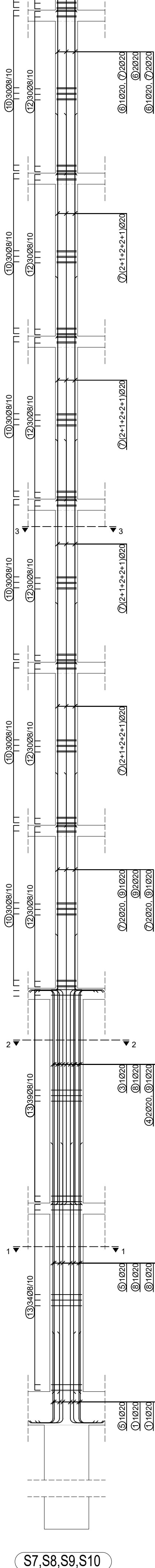
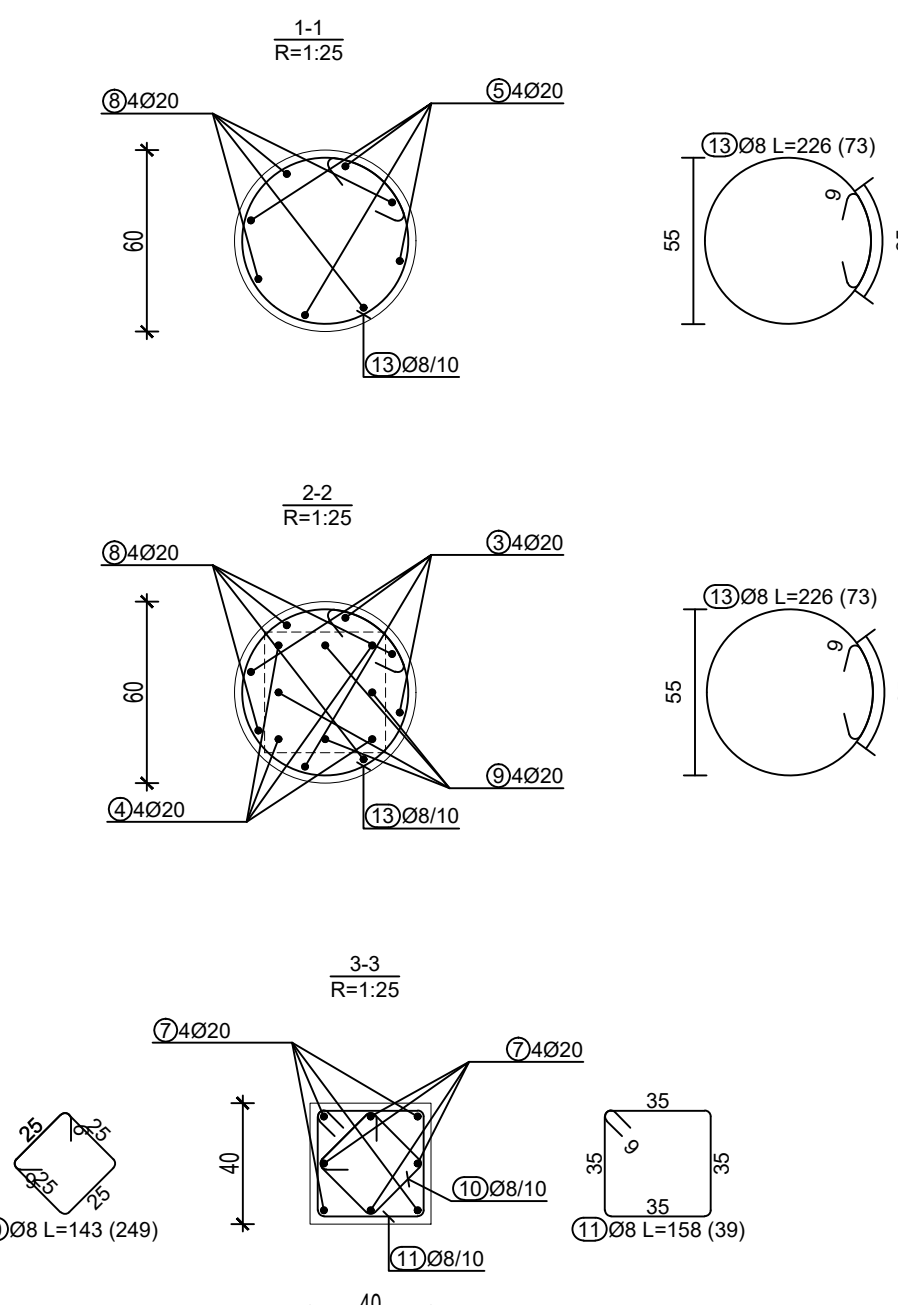
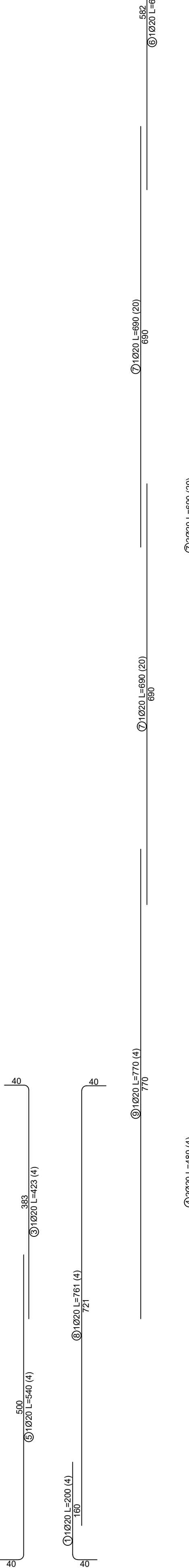
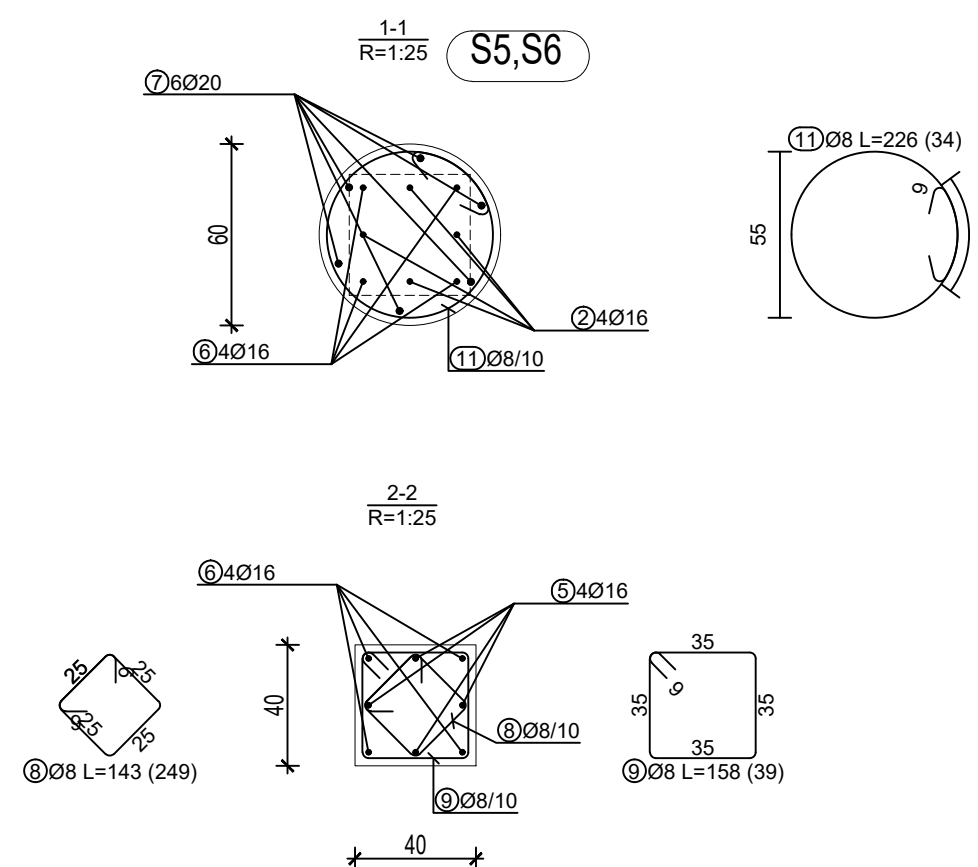
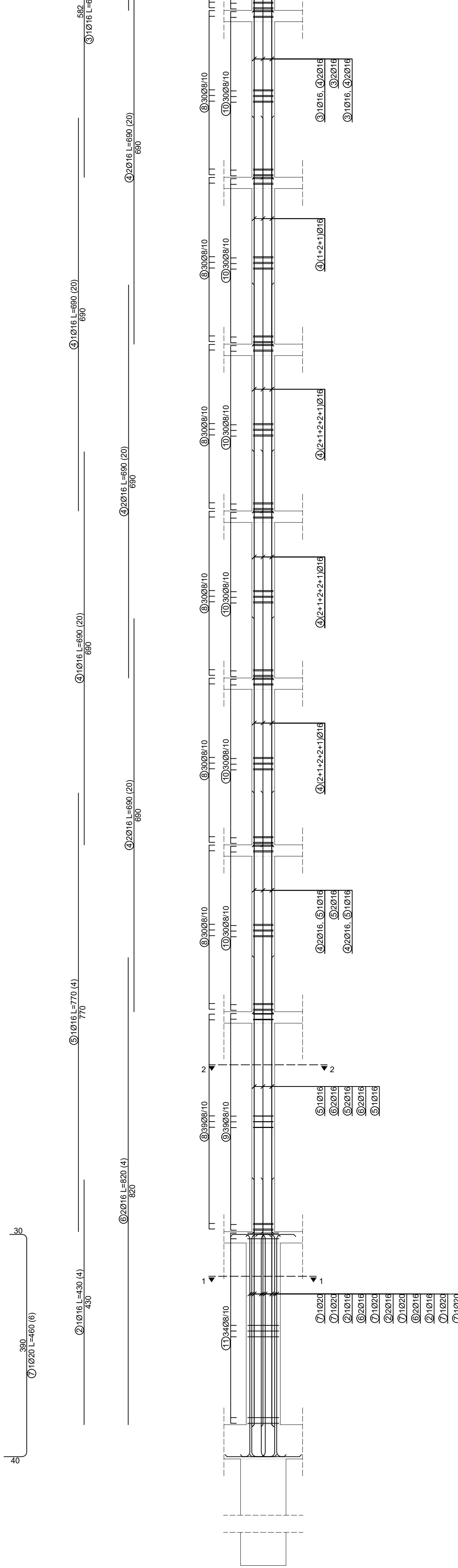
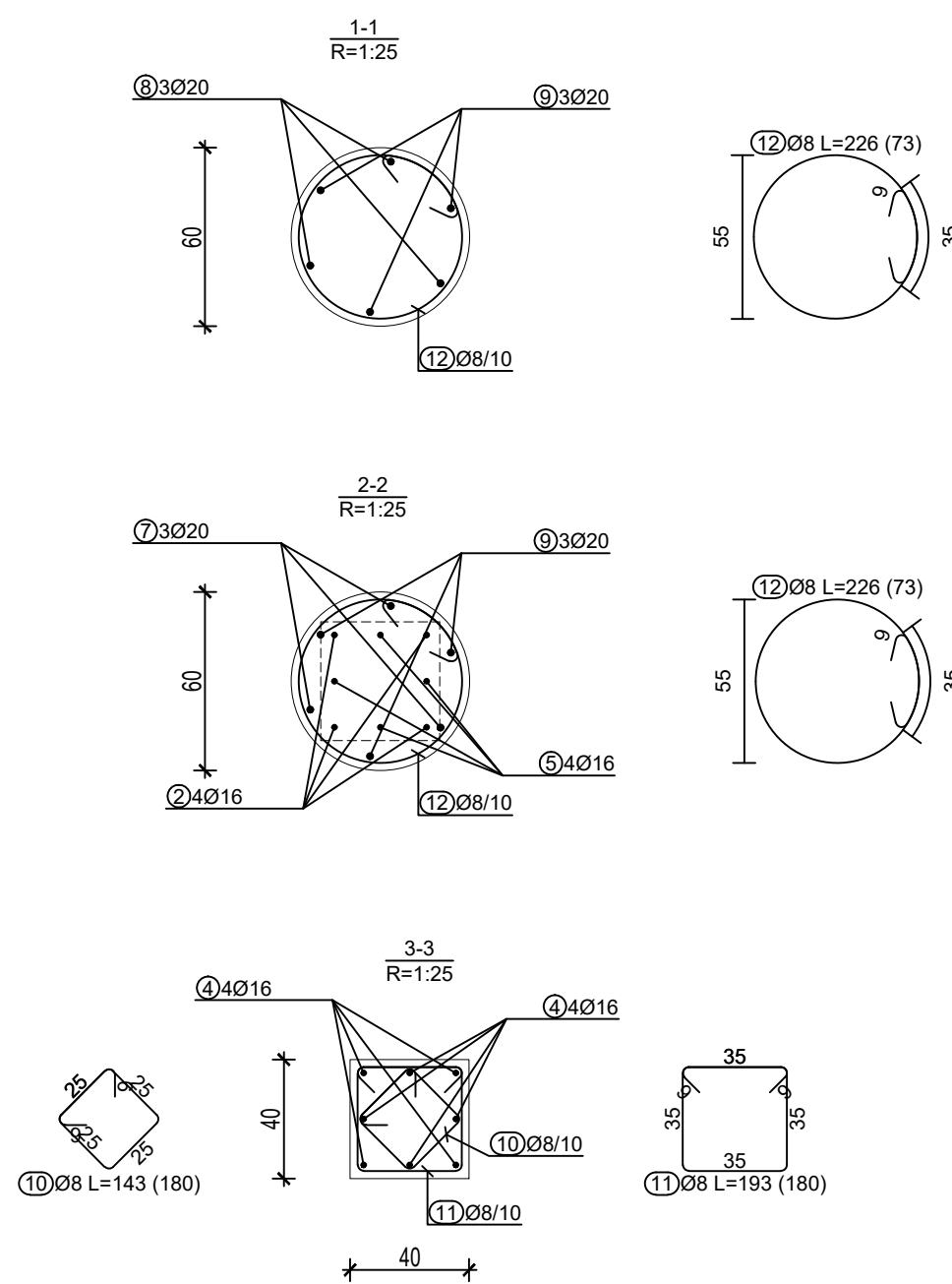
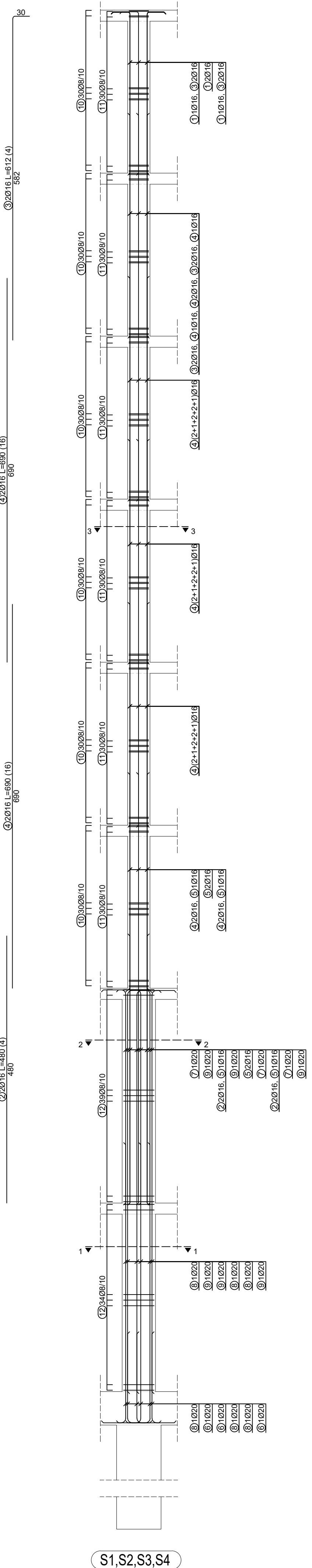
Špice - specifikacija					
ozn.	dim. i mers [mm]	Ø [mm]	l ₀ [m]	n [kom]	l _{sp} [m]
S1,S2,S3,S4 (4 kom)					
1		16	3.20	16	51.20
2		16	4.80	16	76.80
3		16	6.12	16	97.92
4		16	6.90	64	441.60
5		16	7.70	16	123.20
6		20	2.00	12	24.00
7		20	4.20	12	50.76
8		20	5.40	12	64.80
9		20	7.61	12	91.32
10		8	1.43	720	1029.60
11		8	1.93	720	1389.60
12		8	2.26	292	659.92
55.56 (2 kom)					

1		16	3.20	8	26.60
2		16	4.30	8	34.40
3		16	6.12	8	48.96
4		16	6.90	40	276.00
5		16	7.70	8	61.60
6		16	8.20	8	65.60
7		20	4.60	12	55.20
8		8	1.43	498	712.14
9		8	1.58	78	123.24
10		8	1.93	420	810.60
11		8	2.26	68	153.68
57.58,59,510 (4 kom)					

1		20	2.00	16	32.00
2		20	3.20	16	51.20
3		20	4.20	16	67.68
4		20	4.80	16	76.80
5		20	5.40	16	86.40
6		20	6.12	16	97.92
7		20	6.90	80	552.00
8		20	7.61	16	121.76
9		20	7.70	16	123.20
10		8	1.43	996	1424.28
11		8	1.58	156	246.48
12		8	1.93	840	1621.20
13		8	2.26	292	659.92
S11 (1 kom)					

1		16	3.20	8	26.60
2		16	6.10	8	48.80
3		16	6.90	8	55.20
4		20	2.00	10	20.00
5		20	5.35	10	53.50
6		20	6.90	26	179.40
7		20	7.85	10	78.50
8		20	8.35	10	82.50
9		10	1.00	438	438.00
10		10	2.02	253	511.06

Špice - rekapitulacija				
Ø [mm]	l _{sp} [m]	Jednina težina [kg/m]	Težina [kg]	
8		B500B		
8		8030.66	0.40	3408.11
16		946.96	1.87	595.37
16		1432.48	1.56	2293.32
20		1908.94	2.47	4715.06
Ukupno (B500B)				11052.06
Ukupno				11052.06



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЉОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BIAŁYSTOK
АРХИТЕКТОНСКО-ГРАЂЕВИНСКО-ГЕОДЕТСКИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY

MASTER RAD
POREDENJE GREDNJI I BEZGREDNJIH SISTEMA NA PRIMJERU SPO U TREBINJU

Mentor:
prof. dr. Gordana Broćeta, dipl. inž. građ.

Kandidat:
Đorđe Dabić, dipl. inž. građ.

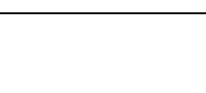
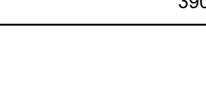
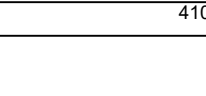
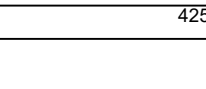
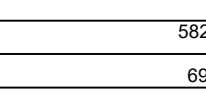
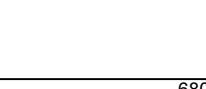
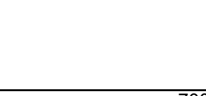
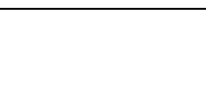
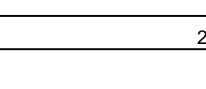
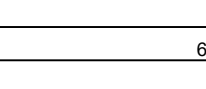
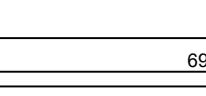
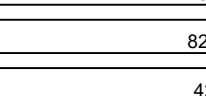
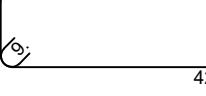
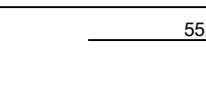
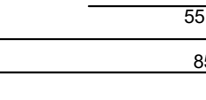
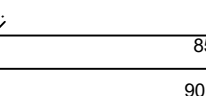
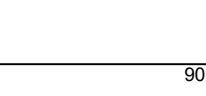
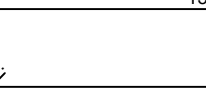
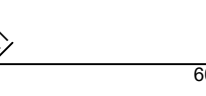
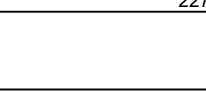
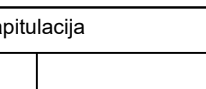
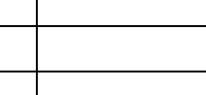
Ime i prezime:
Đorđe Dabić

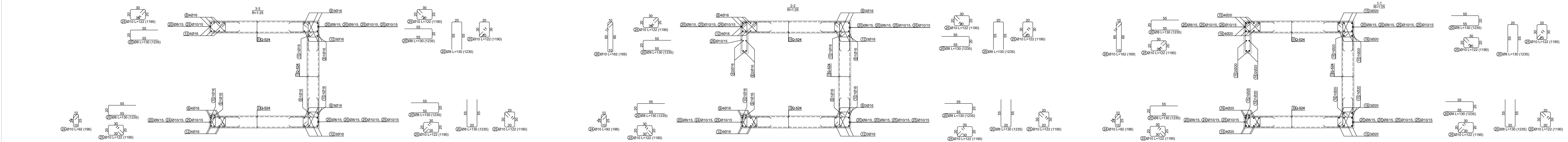
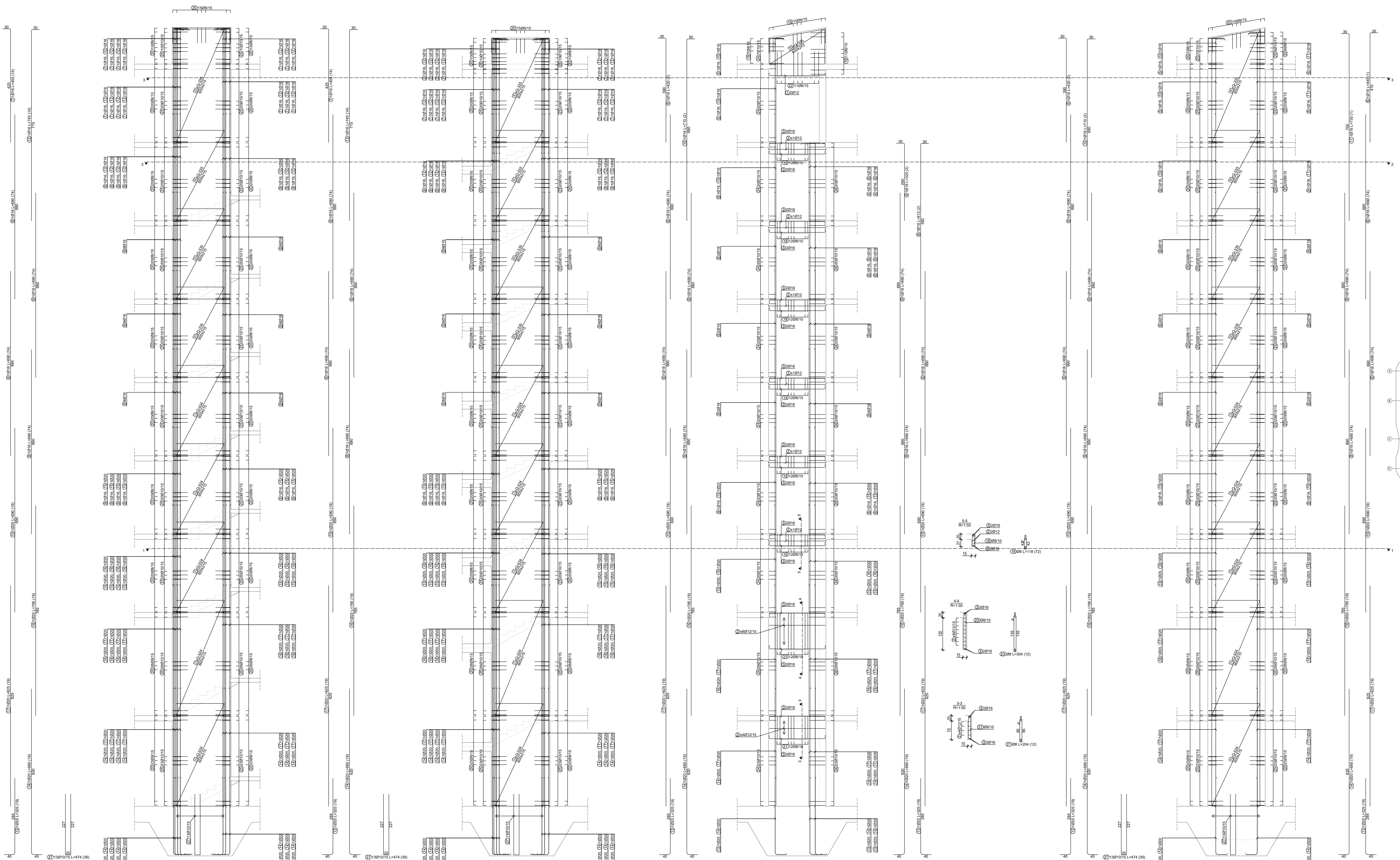
Broj prijave:
150

PLAN ARMATURE STUBOVA
(Model 1)

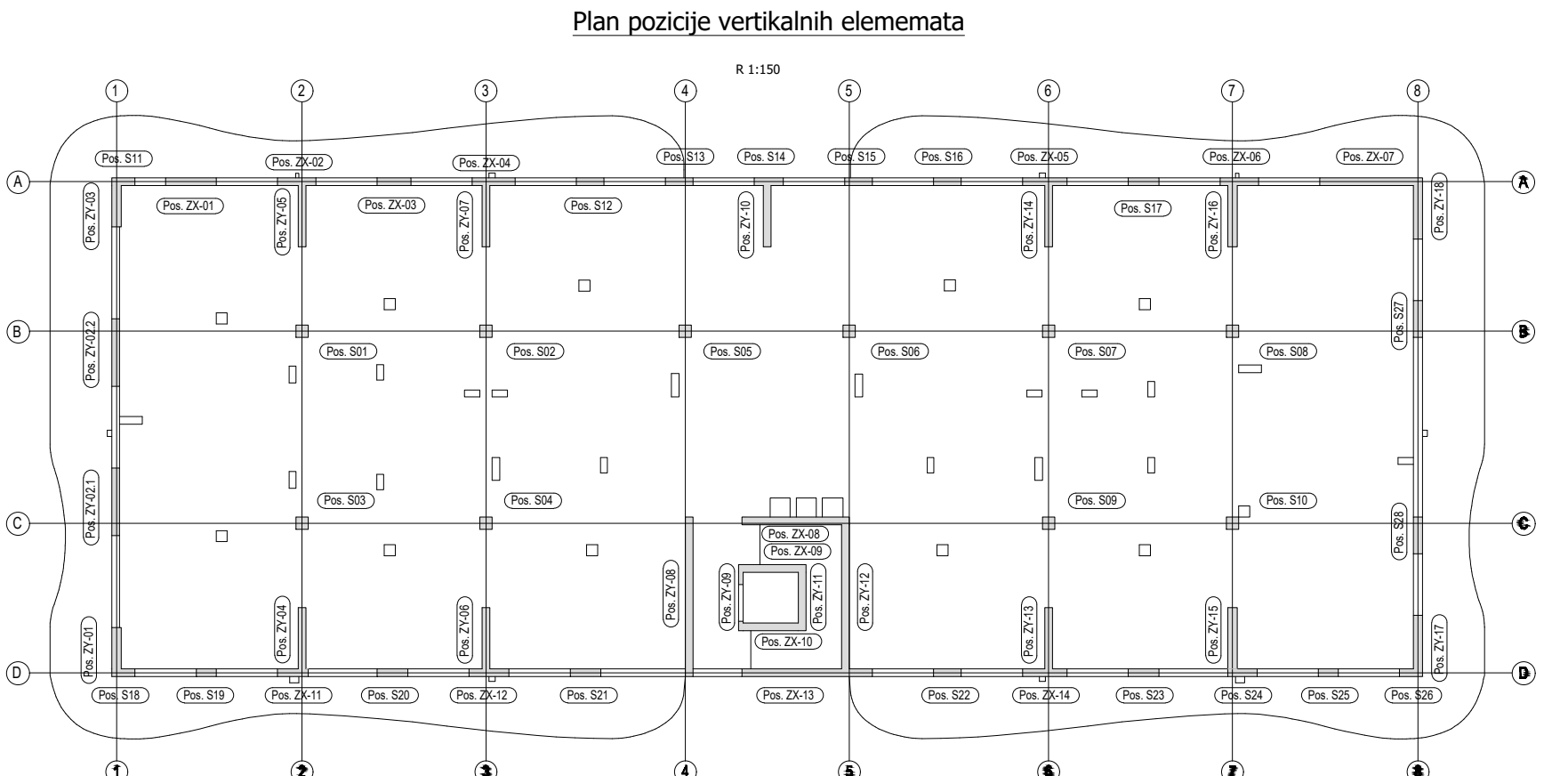
Datum:
oktobar 2025. god.

K-05

Špeke - specifikacija								
ozn	ozn i mere [mm]	Ø [mm]	h [mm]	n (kum)	lgn [mm]	Napomena		
Z90.ZX10.ZY9.ZY11 (1 kom)								
1		12	2.24	2	4.48			
2		12	2.10	36	75.60			
3		15	2.30	32	73.60			
4		15	3.20	2	6.40			
5		15	4.20	2	8.40			
6		15	4.40	1	4.40			
7		15	4.55	14	63.70			
8		15	6.12	2	12.24			
9		15	6.90	74	516.60			
10		15	7.10	2	14.20			
11		15	7.30	1	7.30			
12		15	7.45	14	104.30			
13		20	3.25	19	61.75			
14		20	6.60	19	125.40			
15		20	6.90	19	131.10			
16		20	7.85	19	149.15			
17		20	8.25	19	156.75			
18		8	1.18	72	84.96			
19		8	1.20	33	39.60			
20		8	1.30	1235	1605.50			
21		8	2.04	12	24.48			
22		8	1.90	11	20.90			
23		8	3.04	12	36.48			
24		10	0.92	198	180.32			
25		10	1.22	1190	1451.80			
26		10	1.62	169	273.78			
27		10	4.74	30	154.86			
Špeke - rekapitulacija								
Ø [mm]		lgn [mm]		Jednina težina [kg/m2]		Težina [kg]		
B500B								
8		1811.92		0.40	715.71			
10		2090.76		0.62	1296.00			
12		80.09		0.89	71.11			
16		885.14		1.58	1272.12			
20		624.15		2.47	1541.65			
Ukupno (B500B)					4890.59			
Ukupno					4890.59			
Mreže - specifikacija								
Pozicija		Značka mreže	B [mm]	L [mm]	n	Jednina težina [kg/m2]	Ukupna težina [kg]	Napomena
Z90.ZX10.ZY9.ZY11 (1 kom)								
I-1		Q-524	180	384	6	8.22	340.90	
I-2		Q-524	180	431	6	8.22	382.62	
I-3		Q-524	180	336	18	8.22	600.16	
II-1		Q-335	180	424	2	5.26	80.33	
II-2		Q-335	180	338	18	5.26	576.03	
II-3		Q-335	180	386	2	5.26	73.13	
II-4		Q-335	209	130	2	5.26	28.09	
II-5		Q-335	180	422	2	5.26	79.87	
Ukupno						2481.18		
Mreže - rekapitulacija								
Značka mreže		B [mm]	L [mm]	n	Jednina težina [kg/m2]	Ukupna težina svih mreži [kg]	Neto upotrebljena težina [kg]	
Q-335	215	600	24	5.26		1628.50	830.51	
Q-524	215	600	30	8.22		3181.14	1623.71	
Ukupno						4809.64	2454.22	



PODACI O MATERIJALIMA					
Konstrukcijski element	Beton		Armatura	Zaštitni sloj betona	
	Klasa kvaliteta	Klasa izdrživosti			
AB elementi Lamela 1					
Ploče					
Podlozici betona d=10 cm	C12/15		B500B	9.0 cm	
Stepenište	C30/37	XC2	XA2	B500B	4.0 cm
Tavanjska ploča d=60 cm	C30/37	XC1		B500B	2.5 cm
Medjupramne ploče	C30/37	XC1		B500B	2.5 cm
Medjupramne ploče	C25/30	XC1		B500B	2.5 cm
Stepenište d=15 cm	C30/37	XC1		B500B	2.5 cm
Stepenište d=15 cm	C25/30	XC1		B500B	2.5 cm
Grede					
Grede	C30/37	XC2		B500B	2.5 cm
Grede	C25/30	XC2		B500B	2.5 cm
Stubovi					
Pos. S01-S10, Pos. S27-S28	C40/50	XC1		B500B	2.5 cm
Pos. S01-S10, Pos. S27-S28	C35/45	XC1		B500B	2.5 cm
Pos. S01-S10, Pos. S27-S28	C30/37	XC1		B500B	2.5 cm
Pos. S11-S26	C30/37	XC1		B500B	2.5 cm
Pos. S11-S26	C25/30	XC1		B500B	2.5 cm
Zidovi					
Pos. ZY-18	C40/50	XC1		B500B	2.5 cm
Pos. ZX-01 - Pos. ZX-14	C30/37	XC1		B500B	2.5 cm
Pos. ZY-01 - Pos. ZY-17	C35/45	XC1		B500B	2.5 cm
Pos. ZX-01 - Pos. ZX-14	C25/30	XC1		B500B	2.5 cm
Pos. ZY-01 - Pos. ZY-18	C30/37	XC1		B500B	2.5 cm



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BANJA LUKA
АРХИТЕКТОНСКО-ГРАЂЕВИНСКО-ГЕОДЕТСКИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY

MASTER RAD
POREĐENJE GREĐNIH I BEZGREĐNIH SISTEMA NA PRIMJERU SPO U TREBINJU

Mentor:
prof. dr. Gordana Brodeta, dipl. inž. grad.

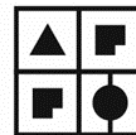
Korisnik:
prof. dr. Anđelko Čumbo, dipl. inž. grad.

Naučni pripisnik:
Brij pripisnik:

PLAN ARMATURE ZIDOVA
(Model 1)

Skala: 1:50
Datum: oktobar 2025.god.

K-06



На основу члана 42. Став (2) и 61. Закона о високом образовању („Службени гласник Републике Српске“, број 73/10, 104/11 и 84/12) члан 54. Статута Универзитета у Бањој Луци и приједлога Вијећа СП Грађевинарство Архитектонско-грађевинско-геодетског факултета Универзитета у Бањој Луци, Научно-наставно вијеће Архитектонско-грађевинско-геодетског факултета на 11. сједници, одржаној дана 19. 6. 2025. године, донијело је одлуку (број: 14/3.773-23/25) о именовању Комисије за преглед, оцјену и одбрану мастер рада кандидата Жарка Дабића под називом:

Поређење гредних и безгредних система на примјеру СПО у Требињу

Именована комисија је у сљедећем саставу:

1. проф. др Мато Уљаревић, дипл. инж. грађ., Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет, Универзитет у Бањој Луци, предсједник и члан комисије;
2. доц. др Анђелко Цумбо, дипл. инж. грађ., Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет, Универзитет у Бањој Луци, коментор и члан комисије;
3. проф. др Гордана Броћета, дипл. инж. грађ., Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет, Универзитет у Бањој Луци, ментор и члан комисије.

Комисија је прегледала и анализирала мастер рад, те установила да је кандидат Жарко Дабић испунио све услове и предао текст мастер рада II циклуса у прописаној форми, те Научно-наставном вијећу подносимо сљедећи

ИЗВЈЕШТАЈ

О ПРЕГЛЕДУ И ОЦЈЕНИ МАСТЕР РАДА

БИОГРАФИЈА КАНДИДАТА

Жарко Дабић рођен је 26. 9. 1996. године у Бањој Луци. Завршио је Грађевинску школу у Бањој Луци 2015. године. Дипломирао је на студијском програму Грађевинарство, усмјерење Конструктивно Архитектонско-грађевинско-геодетског факултета Универзитета у Бањој Луци 2020. године са завршним радом „Димензионисање распонске конструкције моста“.

ПОДАЦИ О ЗАВРШЕНОМ РАДУ

Кандидат Жарко Дабић је свој мастер рад урадио из уже научне области Грађевински материјали и конструкције. Рад под називом „**Поређење гредних и безгредних система на примјеру СПО у Требињу**“ садржи 301 страну, 67 слика, 100 табела и 6 графичких прилога. У раду је приказано поређење гредних и безгредних система на примјеру стамбено-пословног објекта у Требињу, моделираног у три варијантна рјешења конструкцијског система са извршеним статичким и динамичким анализама.

Садржај рада приказан је у наставку.

1. УВОД
2. ТЕХНИЧКИ ОПИС
 - 2.1. Увод
 - 2.2. Сеизмолошке карактеристике терена
 - 2.3. Инжењерско-геолошке карактеристике терена и услови за темељење
 - 2.4. Опис конструкције објекта
 - 2.4.1. Темељна конструкција
 - 2.4.2. Међуспратна конструкција
 - 2.4.2.1. Плоче
 - 2.4.2.2. Греде
 - 2.4.3. Вертикални елементи
 - 2.4.3.1. Стубови
 - 2.4.3.2. Зидови АБ платна
 - 2.4.4. Степениште
3. РАЧУНСКИ ДИО
 - 3.1. Усвојени параметри за прорачун
 - 3.2. Анализа оптерећења
 - 3.2.1. Стално оптерећење
 - 3.2.2. Корисно оптерећење
 - 3.2.2.1. Корисно оптерећење за кровове
 - 3.2.2.2. Снијег
 - 3.2.2.3. Сеизмичко оптерећење
 - 3.3. Принципи прорачуна према граничним стањима
 - 3.4. Гранично стање носивости (GSN) (ULS)
 - 3.5. Гранично стање употребљивости (GSU) (SLS)
 - 3.5.1. Контрола угиба
 - 3.5.2. Контрола прелина
 - 3.5.3. Контрола напона
4. СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН
 - 4.1. Основни подаци о објекту – услови трајности и поузданости
 - 4.1.1. Увод
 - 4.1.2. Прорачунски експлоатациони вијек
 - 4.1.3. Поузданост конструкције

- 4.1.4. Поузданост конструкције
- 4.1.5. Заштитни слој бетона
- 4.1.6. Материјали
- 4.1.7. Положај арматуре у попречном пресеку
 - 4.1.7.1. Минимални дозвољени размак између шипки у попречном пресеку
 - 4.1.7.2. Дозвољени пречници ваљака за савијање шипки
 - 4.1.7.3. Сидрење подужне арматуре
 - 4.1.7.4. Настављање арматуре преклапањем
 - 4.1.7.5. Минимална површина арматуре у елементима
- 4.2. Прорачун конструкције
 - 4.2.1. Сеизмичка анализа
 - 4.2.1.1. Увод
 - 4.2.1.2. Класификација локалног тла
 - 4.2.1.3. Еластични спектри одговора
 - 4.2.1.3.1. Хоризонтални еластични спектар одговора
 - 4.2.1.3.2. Вертикални еластични спектар одговора
 - 4.2.1.3.3. Пројектни спектар одговора за еластичну анализу
 - 4.2.1.4. Анализа конструкције
 - 4.2.1.4.1. Крутост елемената
 - 4.2.1.5. Доказ регуларности конструкције
 - 4.2.1.5.1. Регуларност у основи
 - 4.2.1.5.2. Регуларност по висини
 - 4.2.1.5.3. Коефицијент комбинације за стална и промјењива дјеловања
 - 4.2.1.6. Класификација конструкцијског система, фактор понашања и пројектни спектар одговора
 - 4.2.1.6.1. Тип конструкцијског система
 - 4.2.1.6.2. Фактор понашања
 - 4.2.2. Статички прорачун
 - 4.2.2.1. Контрола угиба
 - 4.2.2.1.1. Модел 1 – безгредни систем (без пуне симетрије)
 - 4.2.2.1.2. Модел 2 – побољшан безгредни систем
 - 4.2.2.1.3. Модел 3 – гредни систем
 - 4.2.2.2. Статички прорачун и димензионисање карактеристичних елемената конструкције
 - 4.2.2.2.1. Статички прорачун – улазни подаци
 - 4.2.2.2.1.1. Модел 1 – безгредни систем (без пуне симетрије)
 - 4.2.2.2.1.2. Модел 2 – побољшан безгредни систем
 - 4.2.2.2.1.3. Модел 3 – гредни систем
 - 4.2.2.2.2. АБ плоче
 - 4.2.2.2.2.1. Модел 1 – безгредни систем (без пуне симетрије)
 - 4.2.2.2.2.2. Модел 2 – побољшан безгредни систем
 - 4.2.2.2.2.3. Модел 3 – гредни систем
 - 4.2.2.2.3. АБ греде
 - 4.2.2.2.3.1. Модел 1 – безгредни систем (без пуне симетрије)

- 4.2.2.2.3.2. Модел 2 – побољшан безгредни систем
- 4.2.2.2.3.3. Модел 3 – гредни систем
- 4.2.3. Сеизмички прорачун
 - 4.2.3.1. Мултимодална спектрална анализа
 - 4.2.3.1.1. Модел 1 – безгредни систем (без пуне симетрије)
 - 4.2.3.1.2. Модел 2 – побољшан безгредни систем
 - 4.2.3.1.3. Модел 3 – гредни систем
 - 4.2.3.2. Случајни торзиони ефекти
 - 4.2.3.3. Комбиновање сеизмичке силе у различитим правцима
 - 4.2.3.4. Извод из софтвера за прорачун – сеизмички прорачун
 - 4.2.3.4.1. Модел 1 – безгредни систем (без пуне симетрије)
 - 4.2.3.4.2. Модел 2 – побољшан безгредни систем
 - 4.2.3.4.3. Модел 3 – гредни систем
 - 4.2.3.5. Провјера релативног спратног помјерања
 - 4.2.3.5.1. Провјера ефеката другог реда (GSN)
 - 4.2.3.5.1.1. Модел 1 – безгредни систем (без пуне симетрије)
 - 4.2.3.5.1.2. Модел 2 – побољшан безгредни систем
 - 4.2.3.5.1.3. Модел 3 – гредни систем
 - 4.2.3.5.2. Провјера релативног спратног помјерања са аспекта ограничавања оштећења
 - 4.2.3.5.3. Извод прорачуна контроле релативног спратног помјерања
 - 4.2.3.6. Одређивање примарних и секундарних сеизмичких елемената
 - 4.2.3.7. Провјера нормализоване силе према EN 1998 члан 5.4.3.2.1. (3)P
 - 4.2.3.7.1. Стубови
 - 4.2.3.7.2. Зидови
 - 4.2.3.7.3. Интегрални пресјечи
 - 4.2.3.8. Извод из софтвера за прорачун вертикалних елемената конструкције
 - 4.2.3.8.1. Стубови
 - 4.2.3.8.2. Зидови
 - 4.2.3.8.3. Интегрални пресјечи
 - 4.2.3.9. Прорачун дуктилности вертикалних елемената конструкције
 - 4.2.3.9.1. Стубови
 - 4.2.3.9.2. Зидови
 - 4.2.3.9.3. Интегрални пресјечи
- 5. ПОРЕЂЕЊЕ ГРЕДНИХ И БЕЗГРЕДНИХ СИСТЕМА
 - 5.1. Дебљина типске плоче
 - 5.2. Потребна површина арматуре у типској плочи
 - 5.3. Потребна површина арматуре типских греда
 - 5.4. Помјерање плоча
 - 5.5. Угиби типске греде
 - 5.6. Угиби типске плоче
 - 5.7. Нормализована сила – примарни стубови
 - 5.8. Нормализована сила – секундарни стубови
 - 5.9. Нормализована сила – зидови

- 5.10. Нормализована сила – интегрални пресеци
- 5.11. Потребна површина арматуре у вертикалним елементима
- 5.12. Сеизмички утицаји
- 5.13. Економска анализа трошкова конструкције
- 5.14. Поређење сопствених резултата са резултатима других аутора
- 6. ЗАКЉУЧАК
- 7. ЛИТЕРАТУРА
- 8. СПИСАК СЛИКА
- 9. СПИСАК ТАБЕЛА
- 10. ПРИЛОЗИ
- 11. КРАТКА БИОГРАФИЈА АУТОРА

ПРИКАЗ И АНАЛИЗА МАСТЕР РАДА

Развој грађевинских конструкција континуирано је усмјерен ка унапређењу статичке и динамичке сигурности, рационализацији употребе материјала и оптимизацији трошкова извођења. Посебан изазов у пројектовању армиранобетонских објеката представља избор оптималног конструкцијског система, који истовремено треба да задовољи захтјеве носивости, употребљивости и сигурности у сеизмички активним подручјима, а да притом буде и економски што повољнији.

Међу најчешће примјењиваним системима у пракси издвајају се гредни и безгредни системи, чије карактеристике у значајној мјери утичу на понашање конструкције и укупне трошкове изградње објекта.

У свом раду кандидат је успјешно извршио поређење ова два система, с препоруком за праксу да се при пројектовању армиранобетонских зграда подстиче употреба гредних система, нарочито у сеизмички активним подручјима.

Мастер рад под називом „**Поређење гредних и безгредних система на примјеру СПО у Требињу**“ структурисан је у једанаест поглавља.

У првом, уводном дијелу, наглашени су најчешће примјењивани системи у пројектовању армиранобетонских зграда. Такође, прецизирани су предмет истраживања, циљ рада, као и опис и диспозиција статичких модела коришћених за анализу.

Друго поглавље доноси основне податке о објекту – његовој локацији, намјени и спратности. Додатно, приказане су димензије и описи конструкцијских елемената, диспозиција објекта, те сеизмолошке и инжењерско-геолошке карактеристике терена.

Треће и четврто поглавље обухватају рачунску обраду, односно статичку и динамичку анализу објекта, за сва три разматрана модела: безгредни систем (без пуне симетрије), побољшани безгредни систем и гредни систем.

Пето поглавље посвећено је поређењу гредног и безгредних система, са посебним акцентом на однос између побољшаног безгредног и гредног система. Анализа је спроведена кроз статичке и сеизмичке утицаје, након чега је извршена и економска анализа трошкова

конструкције. У овом дијелу дат је и осврт на претходна истраживања сличне тематике, те поређење њихових резултата са налазима представљеним у раду. Добијени резултати јасно указују на значајне предности гредних система у односу на безгредне.

Шесто поглавље, тј. закључак, доноси синтезу кључних резултата добијених анализом. Констатовано је да гредни системи посједују изражене предности над безгредним, како са статичког и сеизмичког аспекта, тако и са економског становишта. Посебно је наглашена препорука да се у пројектовању армиранобетонских зграда, нарочито у сеизмички угроженим подручјима, гредни системи афирмишу као основно конструкцијско рјешење.

Поглавља од седам до једанаест обухватају литературу, списак слика, табела, прилога и кратку биографију аутора. У референцама је наведено укупно 15 извора, укључујући радове из часописа, књигу, стандарде, правилнике и национални додатак.

ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

Кандидат Жарко Дабић је у свом мастер раду под називом „**Поређење гредних и безгредних система на примјеру СПО у Требињу**“ извршио свеобухватно поређење гредних и безгредних система, анализирајући њихово понашање под статичко-динамичким утицајима, као и економске аспекте трошкова конструкције за све разматране системе.

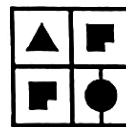
Резултати истраживања јасно указују на потребу да се у инжењерској пракси подстиче примјена гредних система приликом пројектовања армиранобетонских зграда, нарочито у сеизмички активним подручјима.

Рад садржи све елементе наведене у пријави, написан је у складу са образложењем, концептуално и методолошки добро постављен и технички квалитетно изведен. Рад је такође прошао званичну провјеру оригиналности уз помоћ софтвера за откривање плагијата.

Научни и стручни допринос овог рада је значајан. Истраживање је кандидату пружио нова сазнања, усмјеравајући га ка дубљем разумијевању предности гредних система у односу на безгредне, али је његов домет и знатно шири. У том смислу, промовисање резултата овог рада може имати позитиван утицај на актуелно стање у домаћој грађевинској пракси, гдје се у посљедњим годинама све више форсирају безгредни системи, често без довољно критичког преиспитивања њихових ограничења у сеизмички угроженим подручјима.

Стога, препорука за инжењерску праксу јесте да се при пројектовању армиранобетонских зграда, посебно у сеизмички активним подручјима (што у суштини обухвата цијелу територију Босне и Херцеговине, са посебним нагласком на подручја Требиња и Бањалуке), примјена гредних система афирмише као примарно конструкцијско рјешење. Оваквим приступом, уз пажљиву оптимизацију распореда конструкцијских елемената, омогућава се постизање максималне ефикасности и сигурности, а истовремено обезбјеђује дугорочно повољније и економичније рјешење.

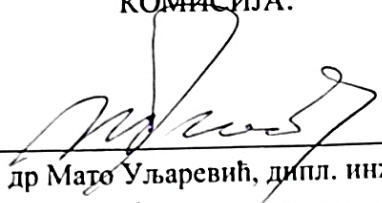
На основу свега наведеног, Комисија једногласно и са задовољством предлаже Наставно-научном вијећу Архитектонско-грађевинско-геодетског факултета Универзитета у Бањој

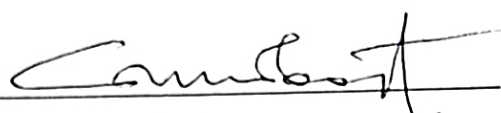


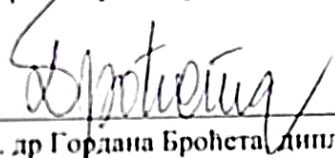
Луци да усвоји овај извјештај и да, у складу са предвиђеном процедуром, закаже јавну одбрану рада, пошто су се за то стекли сви неопходни услови. Комисија је убјеђена да се ради о раду на који ће поносно гледати и факултет и кандидат, као на значајан резултат заједничког труда и научног напретка.

У Бањој Луци, 17. 9. 2025

КОМИСИЈА:


проф. др Мато Уљаревић, дипл. инж. грађ.,
Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет,
Универзитет у Бањој Луци, предсједник и члан


доц. др Анђелко Цумбо, дипл. инж. грађ.,
Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет,
Универзитет у Бањој Луци, коментор и члан


проф. др Гордана Броћета, дипл. инж. грађ.,
Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет,
Универзитет у Бањој Луци, ментор и члан

Prilog 2.

UNIVERZITET U BANJOJ LUCI

PODACI O AUTORU ODBRANJENOG MASTER/MAGISTARSKOG RADA

Ime i prezime autora master/magistarskog rada

Žarko Dabić

Datum, mjesto i država rođenja autora

26. 9. 1996. godine, Banja Luka, Bosna i Hercegovina (Republika Srpska)

Naziv završenog fakulteta/Akademije autora i godina diplomiranja

Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, 2020.

Datum odbrane završnog/diplomskog rada autora

28. 2. 2020. godine

Naslov završnog/diplomskog rada autora

Dimenzionisanje rasponske konstrukcije mosta

Akademsko zvanje koje je autor stekao odbranom završnog/diplomskog rada

Diplomirani inženjer građevinarstva

Akademsko zvanje koje je autor stekao odbranom master/magistarskog rada

Master inženjer građevinarstva

Naziv fakulteta/Akademije na kome je master/magistarski rad odbranjen

Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet

Naslov master/magistarskog rada i datum odbrane

Poređenje grednih i bezgrednih sistema na primjeru SPO u Trebinju

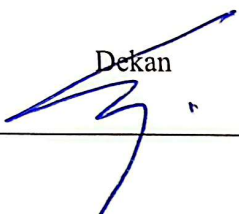
Naučna oblast master/magistarskog rada prema CERIF šifrarniku

Građevinarstvo/Konstrukcija, T220

Imena mentora i članova komisije za odbranu master/magistarskog rada

1. prof. dr Mato Uljarević, dipl. građ. inž., predsjednik i član komisije
2. doc. dr Anđelko Cumbo, dipl. građ. inž., komentor i član komisije
3. prof. dr Gordana Broćeta, dipl. građ. inž., mentor i član komisije

U Banjoj Luci, dana 13.10.2025. godine


Dekan

Izjava 1

IZJAVA O AUTORSTVU

**Izjavljujem da je
master/magistarski rad**

Naslov rada: Poređenje grednih i bezgrednih sistema na primjeru SPO u Trebinju

Naslov rada na engleskom jeziku: Comparison of beamed and beamless systems in the case
of a residential-commercial building in Trebinje

- ☐ rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- ☐ da master/magistarski rad, u cjelini ili u dijelovima, nije bio predložen za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- ☐ da su rezultati korektno navedeni i
- ☐ da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Banjoj Luci 17.09.2025. godine

Potpis kandidata



Izjava 2

Izjava kojom se ovlašćuje Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet/Akademija umjetnosti Univerziteta u Banjoj Luci da master/magistarski rad učini javno dostupnim

Ovlašćujem Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet/Akademiju umjetnosti Univerziteta u Banjoj Luci da moj master/magistarski rad, pod naslovom

Poređenje grednih i bezgrednih sistema na primjeru SPO u Trebinju

koji je moje autorsko djelo, učini javno dostupnim.

Master/magistarski rad sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu, pogodnom za trajno arhiviranje.

Moj master/magistarski rad, pohranjen u digitalni repozitorijum Univerziteta u Banjoj Luci, mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (*Creative Commons*), za koju sam se odlučio/la:

1. Autorstvo
2. Autorstvo – nekomercijalno
- ☒ 3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – dijeliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licence dat je na poledini lista.)

U Banjoj Luci 17.09.2025. godine

Potpis kandidata



Izjava 3

Izjava o identičnosti štampane i elektronske verzije master/magistarskog rada

Ime i prezime autora: Žarko Dabić, dipl. inž. građ.

Naslov rada: Poređenje grednih i bezgrednih sistema na primjeru SPO u Trebinju

Mentor: prof. dr Gordana Broćeta, dipl. inž. građ.

Komentor: doc. dr Anđelko Cumbo, dipl. inž. građ.

Izjavljujem da je štampana verzija mog master/magistarskog rada identična elektronskoj verziji koju sam predao/la za digitalni repozitorijum Univerziteta u Banjoj Luci.

U Banjoj Luci 17.09.2025. godine

Potpis kandidata

