

**PROJEKAT AB STAMBENO POSLOVNOG OBJEKTA PREMA EVROKODU I
SEIZMIČKA ANALIZA TORZIONO FLEKSIBILNIH SISTEMA****PROJECT OF RESIDENTIAL BUSINESS OBJECTIVE TO EUROPE AND SEISMIC
ANALYSIS OF TORSION FLEXIBLE SYSTEMS.**

Stefan Novičić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad sadrži projekat AB konstrukcije stambeno poslovnog objekta u Novom Sadu spratnosti Po+Pr+4 prema zadatom arhitektonskom rešenju. Konstrukcija objekata projektovana kao skeletni sistem koji je ukrućen zidnim platnima u dva ortogonalna pravca. Detaljna analiza opterećenja i proračun uticaja sprovedeni su prema evropskim standardima, Evrokodovima. Projekat sadrži: analizu dejstava na konstrukciju, statički i dinamički proračun, dimenzionisanje i planove armiranja karakterističnih konstruktivnih elemenata. U istraživačkom delu master rada obrađena je tema projektovanja seizmičkih otpornih konstrukcija klasifikovanih kao "torziona fleksibilnih sistema" i "ekvivalentnih zidnih sistema".

Ključne reči: višespratna zgrada, statički proračun, dimenzionisanje, planovi oplata i armature.

Abstract – The paper contains the design of RC structure of a residential business building in Novi Sad of the basement+ground floor+4 floors, according to the given architectural solution. Structure was designed as a frame system with shear walls in two orthogonal directions. Detailed load analysis and impact calculation carried out according to European standards - Eurocodes. The project contains: analysis of the effects on the construction, static and dimensional budget, dimensioning and plans reinforcing characteristic constructive elements. In the research part of master work, the theme of designing seismic resistance constructions is classified as "Torsion Flexible Systems" and "Equivalent Wall Systems".

Keywords: multistorey building, static calculation, sizing, characteristic details, formwork and reinforcement plans.

1. UVOD

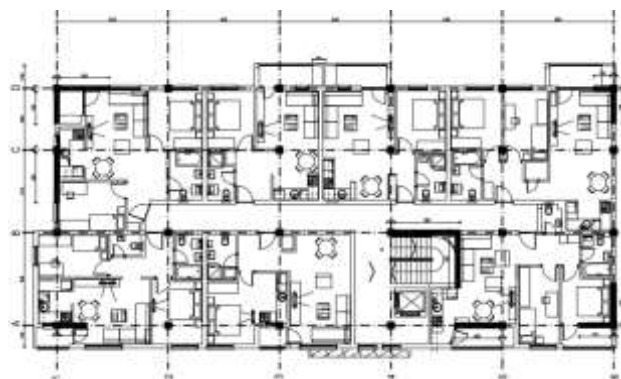
U našoj zemlji još uvek su na snazi propisi za beton, i uopšte za projektovanje konstrukcija koji datiraju još iz 80-tih godina prošlog veka. Težnja je da se pređe na novije Evrokod propise u našoj zemlji, pa je odatle i proistekla ideja za temu ovog rada, a to je uraditi projekat stambeno poslovne zgrade u kompletu prema Evrokod propisima sa lokacijom objekta u našoj zemlji a uz pomoć predloga nacionalnih aneksa naše zemlje iskorišćene karte za vetar, sneg, seizmiku i drugo.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Ladinović, red. prof.

2. TEHNIČKI OPIS**2.1 Arhitektonsko rešenje**

Objekat je u osnovi pravougaonog oblika, dimenzija 32,0 m u podužnom pravcu i 13,6 m u poprečnom. Bruto površina karakteristične etaže iznosi oko 482,0 m, podruma i prizemlja po 435 m, dok ukupna korisna površina zgrade iznosi 2704,0 m². U podrumu se nalazi parking za vozila, na prizemlju su organizovani lokali, dok su ostale etaže predviđene za individualne stanove. Vertikalna komunikacija ostvaruje se pomoću lifta i dvokrakog stepeništa na svim etažama u objektu. Fasadni zidovi su urađeni od YTONG blok $d = 25$ cm. Pregradni zidovi objekta izrađuju se od YTONG bloka debljine 25 cm ili od gips karton ploča sa ispunom od kamene vune kao pregradni zidovi u okviru jednog stan.



Slika 1. Dispozicija tipskog sprata

2.2 Konstruktivni sistem objekta

Konstruktivni sistem objekta je skelet ukrućen armirano-betonskim (AB) platnima. Noseću konstrukciju objekta formiraju krovna i međuspratne konstrukcije, koje se oslanjaju na okvirnu konstrukciju i zidove za ukrućenje kao i zidove suterena u prizemlju. Međuspratne konstrukcije projektovane su kao sistem kontinualnih krstasto armiranih AB ploča, debljine 20 cm. Krovna konstrukcija je takođe kontinualna krstasto armirana AB ploča debljine 20 cm. Grede su na svim spratovima pravougaonog poprečnog preseka dimenzija 40/60 cm. Dimenzije stubova su 60/60 cm u podrumu i prizemlju, dok na svim ostalim etažama su 40/40 cm.

Zidovi za ukrućenje postavljeni su u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da prime horizontalno opterećenje i prenesu ga na temelje, kao i da doprinesu krutosti celog sistema. Debljina zidova za ukrućenje je 20 cm.

Zidovi suterena su projektovani za prihvatanje opterećenja od bočnog pritiska tla. Ovi zidovi se nalaze po objektu između stubova u suterenu. Debljina ovih zidova iznosi $d = 30$ cm. Stepenište je projektovano kao dvokrako. Debljina stepenišne armiranobetonske ploče i debljina ploče podesta iznosi 15 cm.

Temeljnu konstrukciju čini AB ploča debljine 70 cm.

Za sve konstruktivne elemente predviđeno je izvođenje betonom C35/45. Armiranje se predviđa rebrastom armaturom B500B.

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

Analiza opterećenja urađena je prema evropskim standardima [1], [2], [5] opterećenje vetrom, opterećenje snegom i seizmičko opterećenje.

3.1 Stalno opterećenje

Stalna opterećenja su ona koja deluju na konstrukciju tokom celog eksploatacionog veka. U stalno opterećenje ulazi sopstvena težina elemenata konstrukcije, slojeva podova, plafona i zidova. Stalno opterećenje je naneto kao površinsko opterećenje na međuspratne tavanice, dok je opterećenje od zidova naneto kao linijsko opterećenje.

3.2 Korisno opterećenje

Prema [2] korisna opterećenja iznose za suteran 2.5 kN/m^2 , za tipski sprat 2.0 kN/m^2 , a za terase 2.5 kN/m^2 .

3.3 Opterećenje snegom

Opterećenje snegom se uzima 1.0 kN/m^2 na površini krovne ploče.

3.4 Opterećenje vetrom

Opterećenje vetrom je određeno prema [2] na konstrukciju je nanoseno kao površinsko, zatim konvertovano u linijsko.

3.5 Seizmičko opterećenje

Seizmičko dejstvo je određeno prema [5] Objekat se nalazi u VIII seizmičkoj zoni, a projektovan je za srednju klasu duktilnosti – DCM. Usvojen je tip tla B.

Gornja vrednost faktora ponašanja q koji služi za ocenu kapaciteta disipacije energije, mora se odrediti za svaki proračunski pravac prema izrazu (1):

$$q = q_0 \times k_w \geq 1.5 \quad (1)$$

gde je:

q_0 – osnovna vrednost faktora ponašanja, zavisna od tipa konstrukcijskog sistema,

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

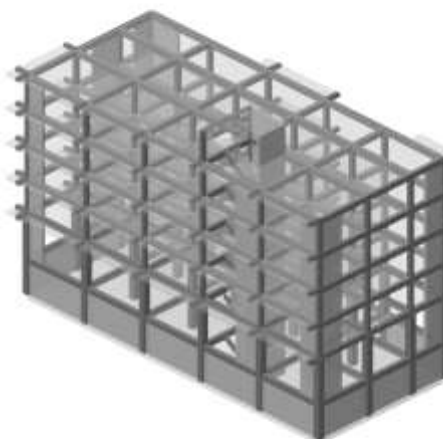
Korišćen je tip 1 elastičnog spektra odgovora sa vrednostima parametara iz tabele 1.

Tabela 1. Vrednosti parametara koji opisuju preporučni tip 1 elastičnog spektra odgovora

Tip tla	S	TB (s)	TC (s)	TD (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

4. MODELIRANJE OBJEKTA

Konstrukcija je modelirana u softveru "Tower 7" baziranom na metodi konačnih elemenata. Svi uticaji u konstrukciji određeni su na prostornom proračunskom modelu. Grede i stubovi su modelirani kao linijski, a međuspratne tavanice, krovna ploča, zidna platna i temeljna ploča kao površinski elementi. Mehaničke karakteristike kao što su računski čvrstoća betona na pritisak, modul elastičnosti i Poasonov koeficijent, određeni su klasom betona C35/45. Izgled modela je prikazan na slici 2.



Slika 2. 3D model konstrukcije.

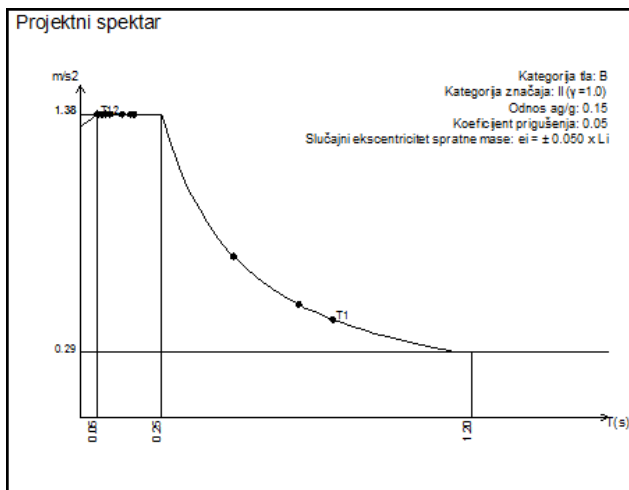
5. UPOREĐIVANJE UTICAJA NA OBJEKTU PROGLAŠENIM KAO "TORZIONO FLEKSIBILNI SISTEM" SA "EKVIVALENTNIM ZIDNIM SISTEMOM"

Torziono fleksibilni sistemi su oni kod kojih je radijus/krak spratne mase veći od torzionog radijusa u jednom ili oba pravca. Tipičan primer bi bio dvojni sistem kod kojeg su svi zidovi koncentrisani u sredini osnove konstrukcije. Za okvirne, dvojne i zidne sisteme se postavlja obaveza ispunjenosti zahteva regularnosti u osnovi koji se odnosi na radijus inercije, ali se za konstrukcije sa dobro (ravnomerno, simetrično) raspoređenim vertikalnim elementima u osnovi može smatrati da je zahtev ispunjen i bez proračunske provere. Ukoliko raspored vertikalnih elemenata implicira neregularnost, a provera kriterijuma regularnosti po radijusu inercije nije zadovoljena, sistem se (jedinstveno; za oba pravca) klasifikuje kao torziona fleksibilan.

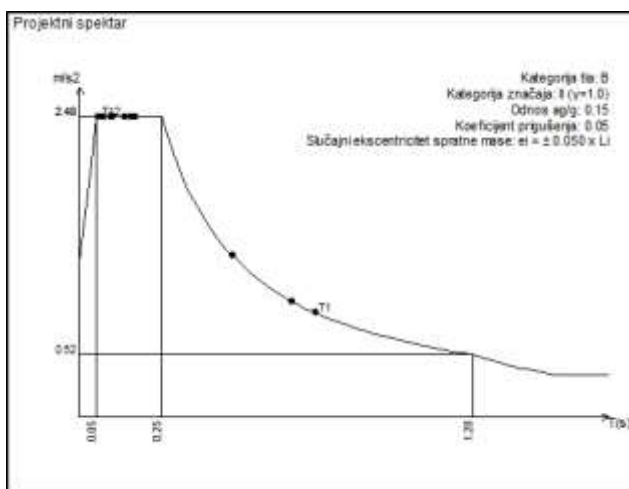
Dualni sistemi su oni koji vertikalno opterećenje prenose primarno okvirima, a horizontalno i okvirima i zidovima. Iz prethodnog je jasno da se dualnim smatraju oni sistemi kod kojih se ni jednim od elemenata ne prenosi više od 65% bazne sile. Pri tome, ako je doprinos okvira veći – reč je o ekvivalentnim zidnim sistemima.

Glavna razlika u modeliranju seizmičkog opterećenja na modelu između dva navedena sistema jeste u faktoru ponašanja. Faktorom ponašanja se inercijalno opterećenje koje odgovara elastičnom spektru redukuje na račun predviđenog nelinearnog odgovora konstrukcije. Njegova vrednost u konkertnom slučaju za "torziona fleksibilni sistem" iznosi $q = 2,0$ dok za "ekvivalentnim zidni sistem" iznosi $q = 3,6$.

Na osnovu pomenutih rednosti projektne spektri odgovora izgledaju na sledeći način:



Slika 3. Projektni spektar odgovora za "ekvivalentnim zidnim sistemom"



Slika 4. Projektni spektar odgovora za "torziona fleksibilni sistem"

Na osnovu pokazanih spektara odgovora može se uočiti da je seizmičko opterećenje na koje se projektuje objekat kod "Torziona fleksibilni sistem" u mnogo veće pa samim tim i očekivano je da potrebe za dimenzijama konstruktivnih elemenata budu veće.

6. ZAKLJUČAK

Iz analiziranih uticaja dobijenih na dva različita modela i to "torziona fleksionog sistema" u odnosu na "ekvivalentni sistem sa dominantnim zidovima" iz dobijenih rezultata, da moment savijanja stubova višestruko veći kod "torziona fleksionog sistema", što je i očekivano s obzirom da je projektni faktor ponašanja kod "torziona fleksionog sistema" dosta manji pa su projektne seizmičke sile veće kao i veća pomeranja, koja i u ovom slučaju nisu prešla dozvoljena i nisu izazvala uticaje drugog reda. Takođe u drugom modeliranju nema zidova koji će primiti horizontalne sile već je sve predato stubovima što za posledicu daje potrebu za mnogo većim dimenzijama stubova i više armiranim što u mnogome poskupljuje samu konstrukciju.

Glavni zaključak je da konstrukciju treba što je više moguće organizovati tako da bude regularna u osnovi i po visini, kao i napraviti dobar raspored zidova za ukrućenje u osnovi. Težiti da budu postavljeni uz obode objekata

kako bi imali sto veći efekat u prijemu i prenosu horizontalnog opterećenja, sve to su bitni parametri koji utiču na klasifikaciju objekta prema Evrokodu u određeni tip konstrukcija, što automatski povlači faktore koji direktno određuju vrednost seizmičke sile i načine na koje ista može biti simulirana na modelu.

U koliko se dispozicija konstruktivnih elemenata objekata dominantno misleći na zidove i stubove reši tako da objekat u osnovi bude simetričan oko jedne, a vrlo poželjno i oko obe ose, zidovi koncentrisani na što većem kraku od centra krutosti, izbegavati koncentrisanje zidova unutar objekta na malim radiusima, voditi računa da radius inercije ne prekorači vrednosti veće od radiusa torzije u oba glavna pravca, zatim ispuniti uslove regularnosti po visini misleći da mase po etažama zadovoljavaju

Evrokodom predviđene kriterije kao i sažimanja po visini objekta zadovolje pravilnikom predviđene uslove vrlo je izvesno očekivati da objekat osciluje pravilno u prvom i drugom tonu što znači da njihovi pravci oscilovanja budu upravni jedan na drugi.

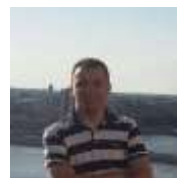
Kako se kod objekata kod kojih imamo i ramove i zidove za ukrućenja kojima predajemo seizmičko opterećenje, procentualno udeo prijema ovog opterećenja raste na zidove kako ih je više na objektu, misli se na njihovu veću površinu u osnovi, umanjuje periode oscilovanja, smanjuje vrednosti spratnih pomeranja i propisima je definisano kako utiče na faktor ponašanja, što izaziva različitu seizmičku silu koju nanosimo na model objekta u zavisnosti u koji je tip konstrukcije ona klasifikovana prema Evrokodu.

Sve to za posledicu daje uticaje u elementima, prvenstveno stubovima od seizmičkog opterećenja manjih vrednosti kada imamo zidove za ukrućenje za razliku od slučaja kada ih nemamo. Naročito je to izraženo kod "torziona fleksionih sistema" kod kojih su vrednosti faktora ponašanja znatno manjih vrednosti, a samim tim projektne seizmičke sile dosta veće dolazi do jasnog zaključka da je pored dobro rešene dispozicije objekta značaj zidova za ukrućenje višestruk kako je i već navedeno.

7. LITERATURA

- [1] EN 1990: 2002 Evrokod 0
- [2] EN 1991: 2002 Evrokod 1
- [3] EN 1992: 2002 Evrokod 2
- [4] EN 1997: 2002 Evrokod 7
- [5] EN 1998: 2002 Evrokod 8
- [6] <http://www.radimpex.rs> – Uputstvo za Tower (7631).
- [7] <http://www.radimpex.rs> – Uputstvo za Armcad 6.

Kratka biografija:



Stefan Novičić rođen je u Kruševcu 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Seizmičke analize konstrukcija odbranio je 2018.god.

kontakt: novicicstefan@gmail.com