

PROJEKAT VIŠESPRATNE ARMIRANO BETONSKE ZGRADE PREMA EVROKODU I UPOREDNA ANALIZA DOMAĆIH I EVROPSKIH STANDARDA**DESIGN OF MULTY-STOREY REINFORCED CONCRETE BUILDING AND COMPARATIVE ANALYSIS OF NATIONAL AND EUROPEAN STANDARDS**

Milan Kamberović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan projekat višespratne armirano betonske zgrade spratnosti (Po+Pr + 7) na području Novog Sada, prema Evrokod standardima. U drugom delu rada prikazana je uporedna analiza proračuna zgrada prema domaćim propisima i Evrokodu.

Ključne reči: Višespratna armirano betonska zgrada, upredna analiza, Evrokod.

Abstract – In this work is presented the project of multi-storey reinforced concrete building (B1+Gf+7) in the area of Novi Sad, according to Eurocode standards. In the second part of this work is represented comparative analysis of estimate of the building, according to domestic and Eurocode standards.

Keywords: Multy-storey reinforced concrete building, comparative analysis, Eurocode.

1. UVOD

Projektnim zadatkom je predviđena izgradnja višespratne armirano betonske zgrade spratnosti ((Po+Pr + 7) u Novom Sadu, „Г” oblika u osnovi, a prema zadatom arhitektonskom rešenju. Fundiranje je izvršeno na temeljnoj ploči. Nosača konstrukcija objekta projektovana je kao armirano betonska konstrukcija, sa AB međuspratnim tavanicama, AB stepenicama za vertikalnu komunikaciju i zidovima za ukrućenje. Podaci o dejstvima uzeti su u skladu sa namenom objekta kao i podaci o tlu u skladu sa lokacijom. Projektom su obuhvaćeni analiza opterećenja, proračun merodavnih uticaja, dimenzionisanje, neophodni konstrukcijski detalji, kao i planovi armiranja. U istraživačkom delu sprovedena je uporedna analiza proračuna AB zgrada prema Evrokodu i domaćim propisima.

2. OPIS PROJEKTA**2.1 Arhitektonsko rešenje**

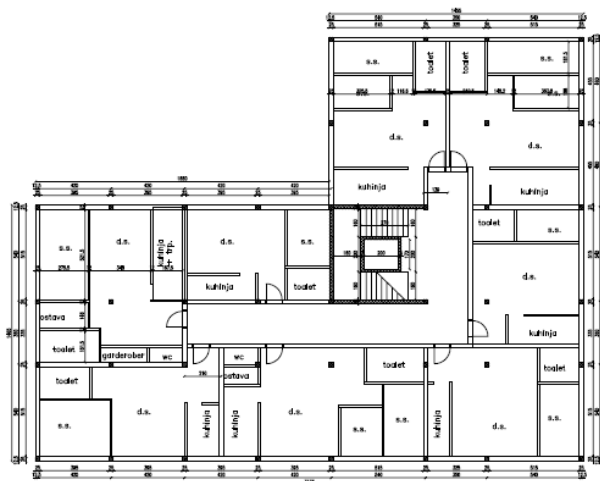
Objekat je „Г” osnove dimenzija 31,10x14,40 m + 14,30x9,60 m. Arhitektonskim konceptom predviđeno je da podrum bude iskorišten kao skladišni prostor, a prizemlje kao prostor za lokale. Sedam tipskih etaža predviđene su kao stambeni deo objekta.

NAPOMENA:

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

Za vertikalnu komunikaciju predviđeno je stepenište postavljeno tako da bude u neposrednoj blizini ulaza u zgradu.

Prilikom odabira položaja stepeništa u zgradi jedan od uslova je bilo i da se seizmička platna iskoriste kao zvučna izolacija stepeništa. Kao krovno rešenje predviđen je ravan krov.



Slika 1. Tipiska stambena etaža

2.2. Konstruktivni sistem

Projektnim zadatkom predviđen je konstruktivni sistem kao armirano betonska zgrada, što znači da su noćeci elementi ramovi (grede i stubovi) i međuspratne krstastoarmirane tavanice. Konstrukcija je dodatno okružena i seizmičkim platnima i to u osama: A, D, F, 2, 5 i 8. Osnova rastojanja variraju od 3,50(3,60) do 5,40 m u oba pravca.

Temelj je urađen kao temeljna ploča debljine 70 cm bez ojačanja (temeljnih greda).

Stubovi su promenljivog poprečnog preseka po visini objekta. Fasadni stubovi su pri dnu 60/40 pa 50/40 i gore su 40/40 cm; unutrašnji stubovi su 50/50 zatim 45/45 i na kraju 40/40 cm.

Dimenzije greda: 30/30 cm (krov); 30/35 cm (tipski spratovi) i 30/40 (prizemlje).

Seizmička platna su debljine 20 cm, sem u osi D gde je debljina 25 cm.

Stepenice su formirane kao dvokrako stepenište sa međupodestom na polovini spratne visine. Armirano betonsko delovi konstrukcije su izvedeni u klasi betona C30/37, a korišćen je čelika za armiranje S500.

2.3. Analiza opterećenja

Sopstvena težina konstruktivnih elemenata (grede, stubovi, zidovi, ploče...) automatski su generisani prema zadatim parametrima. Sopstvena težina nekonstruktivnih elemenata koji imaju karakter stalnog opterećenja (podne podloge i obloge, krov, pregradni zidovi, instalacije, opterećenje od tla i td.) imaju karakteristične vrednosti usvojene u skladu sa EN 1991-1-1:2002 [2] a potom dodatno aplicirane na model za proračun.

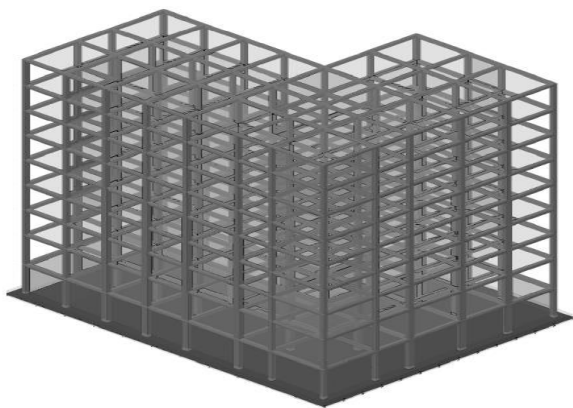
Korisna opterećenja, u zavisnosti od namene objekta i njegovih delova usvojena su prema EN 1991-1-1:2002, u ovom slučaju razmatrane su sledeće grupe prostorija: stamebi prostor; balkoni i stepeništa; hodnici; ostave; krov.

Opterećenje snegom je razmatrano za datu lokaciju, Novi Sad, čija je nadmorska visina oko 81 mnm, usvojeno je u skladu sa EN 1991-1-3:2003 [3], u iznosu od 1,2 kN/m² (na strani sigurnosti).

Seizmičko opterećenje je generisano primenom softwera Tower 7.0, a u skladu sa EN 1998-1-2004 [5]. Za izračunavanje seizmičkih sila primenjena je multimodalna spektralna analiza – Metoda poprečnih sila.

2.4. Statički i dinamički proračun

Statički i dinamički proračun je izvršen primenom softverskog paketa Tower 7.0, primenom teorije prvog reda.



Slika 2. 3D model

Tlo je modelirano kao Vinklerov model [6] tla, što podrazumeva niz elastičnih opruga koje omogućavaju rad konstrukcije koja odgovara približno realnim uslovima. Prilikom modalne analize usvojene su pretpostavke da je međuspratna tavanica kruta i da su mase koncentrisane u nivoima tavanica, usvojeni su konačni elementi dimenzija 0,40x0,40 m radi tačnijih rezultata.

Kao rezultat dinamičke analize modela dobijeni su periodi oscilovanja koji su dalje iskorišćeni pri seizmičkom proračunu, a za definisanje koeficijenata učešća masa za modalnu analizu korišćene su odredbe EN 1991:2002.

Za određivanje uticaja u nosećoj konstrukciji od dejstva seizmičkih sila primenjena je multimodalna spektralna analiza u saglasnosti sa odredbama EN 1998-1:2004, a proračun je sproveden primenom softverskog paketa Tower 7.0.

Prema seizmološkoj karti za predmetnu lokaciju objekta usvojeno je projektno ubrzanje tla u iznosu $a_g = 0,15g$, a projektni elastični spektar je konstruisan za kategoriju tla tipa „C“ i III kategorija objekta.

Za potrebe dimenzionisanja definisana su dva pravca delovanja seizmičkih sila u X i Y pravcu.

2.5. Proračunske kontrole

Sprovedene su proračunske kontrole u cilju potvrde kvaliteta odabranog koncepta konstrukcije. Izvršene su sledeće kontrole:

- Provera graničnog stanja nosivosti za nosivost tla, napon se kontroliše za dve kombinacije opterećenja.
- Kontrola ploča na probijanje.

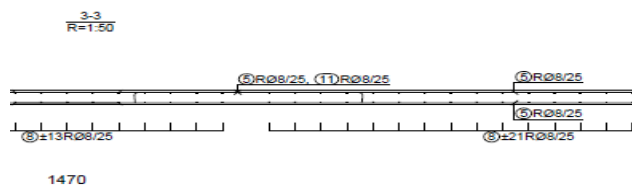
2.5. Dimenzionisanje elemenata

Primenom softverskog paketa izvršeno je dimenzionisanje prema kompletnoj šemi opterećenja, merodavne kombinacije opterećenja su automatski odabrane. Dimenzionisanje i armiranje elemenata je izvedeno prema EN 1992-1-1:2004 [4]. Zaštitni slojevi su definisani prema klasama izloženosti.

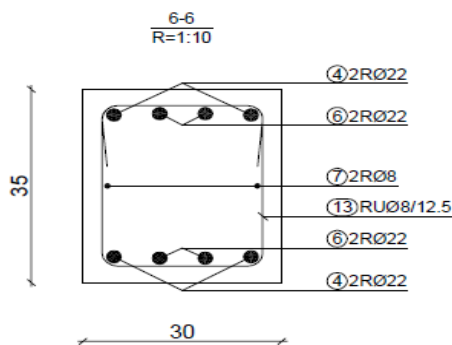
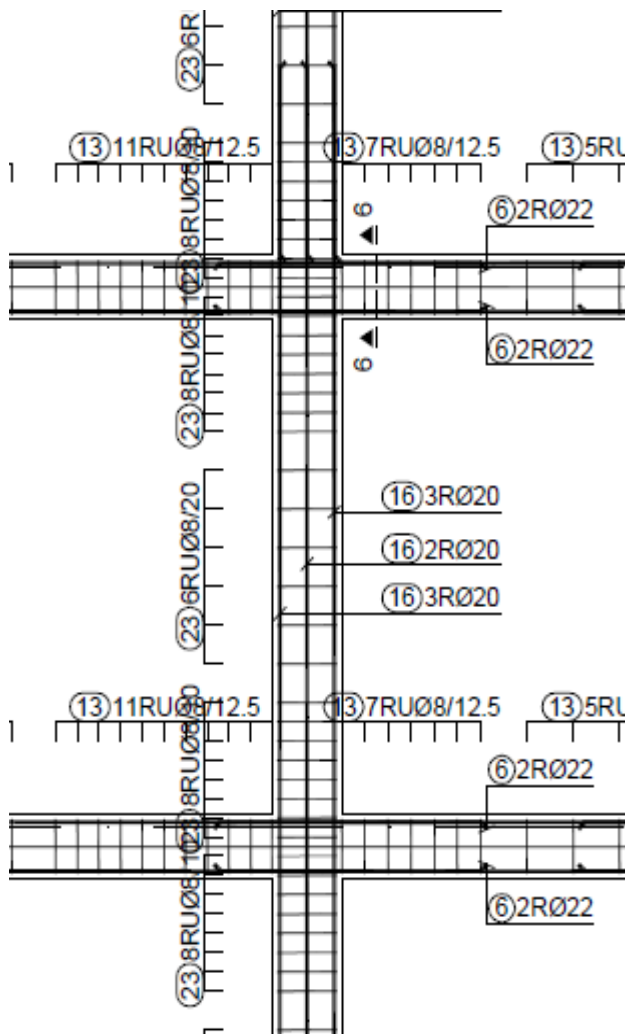
Dimenzionisani su svi AB elementi: ploče, stubovi, grede i seizmička platna.

Ploče su dimenzionisane serijama šipki. Krovna ploča, ploča tipskog sprata i prizemlja su armirani armaturom prečnika 8 mm a temeljna ploča armaturom prečnika 19 mm (donja zona) i 12 mm (gornja zona).

Poštujući sve odredbe i preporuke Evrokoda izrađeni su planovi armature za sve razmatrane elemente. Kao primer, prikazani su planovi armiranja ploče prizemlja, sl. 3 i rama 5, sl.4.



Slika 3. Detalj armiranja ploče tipskog sprata



Slika 4. Detalj armiranja rama 5

3. UPOREDNA ANALIZA

U okviru istraživačkog dela master rada zadatak je da se izvrši poređenje proračuna armirano betonskih konstrukcija prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton (BAB) i proračuna armirano betonskih konstrukcija prema EN 1992.

Poređenje je sprovedeno teoretski uz opisivanje pojedinačno svakog koraka pri procesu proračuna.

Uporednom analizom trebalo bi da se dođe do zaključka kolike su razlike (kvantitativno i kvalitativno) između domaćih (BAB) i evropskih (Evrokod) propisa.

3.1. Analiza opterećenja

Pored opterećenja stalnog karaktera koja su jednaka u oba slučaja, veoma bitnu su ona opterećenja koja su u funkciji namene objekta kao i opterećenja u zavisnosti od spoljnih uticaja (sneg i seizmičko dejstvo).

-Korisna opterećenja su ona koja se značajno razlikuju, te je uočeno da EN detaljnije razmatra moguće slučajeve te daje mogućnost boljeg definisanja opterećenja.

-Opterećenje od snega ima približno iste vrednosti,

-Značajno se razlikuje seizmičko opterećenje gde je kod domaćeg pravilnika za određivanje uticaja primenjena metoda statički ekvivalentnih sila, a u slučaju EN multi modalna spektralna analiza – metoda poprečnih ramova.

3.2. Analiza materijala

Prema domaćem pravilniku za armirano betonske konstrukcije primenio sam marku betona MB40, dok je po evropskim standardima EN1992 ekvivalent klasa betona c30/37.

Prema domaćem pravilniku korišćena je rebrasta armature RA400/500 a prema evropskim standardima (prema Evrokodu) korišćena je armature S500.

3.3. Analiza elemenata konstrukcije

Radi boljeg upoređivanja utrošene armature nisam menjao dimenzije elemenata.

-Tako da su dimenzije greda: 30/30 na krovu, 30/35 na tipskom spratu i 30/40 prizemlju.

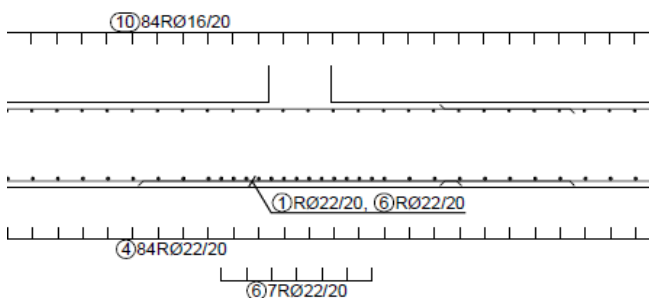
-Dimenzije stubova: pri dnu 60/40 i 50/50 u sredini 50/40 i 45/45 i pri vrhu 40/40 cm.

-Debljine seizmičkih platana su u oba slučaja debljine 20 cm sem u osi D gde je debljina 25 cm.

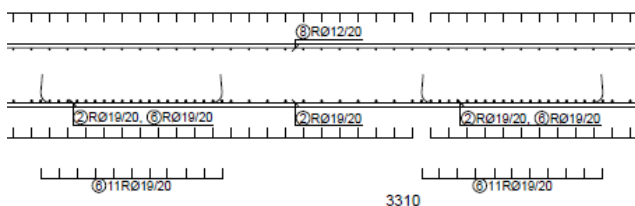
3.4. Analiza usvojene armature

Upoređivanjem usvojene armature prema domaćim standardima i Evrokodu uočio sam da je više armature potrebno po Evrokodu kad je reč o gredama i stubovima, a po domaćim standardima je potrebno više armature u pločama.

Dat je prikaz istog detalja temeljne ploče po domaćim standardima (slika 5) i Evrokodu (slika 6)



Slika 5. Detalj temeljne ploče po domaćim standardima



Slika 6. Detalj temeljne ploče po Evrokodu

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu svega gore navedenog, moguće je uočiti tri značajne razlike:

- Prva razlika odnosi se na vrednosti korisnih opterećenja zgrada – u evropskim standardima vrednosti opterećenja su malo veće nego u našim propisima, pa se mogu očekivati i razlike u veličini uticaja u nosećoj konstrukciji;
- Druga razlika se odnosi na seizmičku analizu i na proračun seizmičkog dejstva – u nacionalnim propisima se za proračun uticaja od seizmičkog dejstva koristi statički ekvivalentna metoda dok se u evropskim standardima proračun sprovodi metodom multi modalne analize – metodom poprečnih ramova;
- Treća razlika je količina upotrebljene armature

Kada se sve sabere i oduzme razlike su toliko male da po mom mišljenju ne bi trebalo da menjamo naše postojeće standard, odnosno da nema potrebe da prelazimo na Evrokod. Trebalo bimotoifikovati malo domaće standard I uesti iz Evrokoda ono što valja, npr. analiza opterećenja za korisno opterećenje (preciznije je)

5. LITERATURA

- [1] Pakvor Aleksandar, Perišić Života, Ačić Mirko, "Evrokod 0: EN 1990:2002. Osnove proračuna konstrukcija".Prevod sa Engleskog jezika: dr Aleksandar Pakvor. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Beograd 2009.
- [2] Najdanović Dušan, "Evrokod 1: EN 1991-1-1:2002. Dejstva na konstrukcije; deo 1-1: Zapreminske težine, sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade".Prevod sa Engleskog jezika: dr Aleksandar Pakvor. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Beograd 2009.

- [3] Najdanović Dušan, "Evrokod 1: EN 1991-1-3:2003. Dejstva na konstrukcije; deo 1-3: Dejstva snega".Prevod sa Engleskog jezika: dr Aleksandar Pakvor. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Beograd 2009.
- [4] Dr Života Perišić, de Mirko Ačić, dr Aleksandar Pakvor, "Evrokod 2: EN 1992-1-1:2006. Proračun betonskih konstrukcija;".Prevod sa Engleskog jezika: dr Života Perišić. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Beograd 2006.
- [5] Đorđe Lađinović, "Evrokod 8: EN 1998-1:2004. Proračun seizmički otpornih konstrukcija; deo 1:Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade".Prevod sa Engleskog jezika: dr Lađinović Đorđe, dr Folić Radomir, dr Brčić Stanko, dr Brujić Zoran, dr Tatjana Kočetov Mišulić, Andrija Rašeta. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Beograd 2009.
- [6] Zoran Brujić: Betonske konstrukcije u zgradarstvu

Kratka biografija:



Milan Kamberović rođen je u Novom Sadu 1993. godine. Osnovne akademske studije završio je 2017. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Master rad iz oblasti "Seizmička analiza konstrukcija" pod mentorstvom prof. dr Đorđa Lađinovića odbranio je 2019. godine.

Kontakt:
milan.kambe@hotmail.com@hotmail.com