



## PROJEKAT AB UKRUĆENE SKELETNE KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ZGRADE PREMA EVROKODU I UPOREDNA ANALIZA OKVIRA PREMA EC8 I BAB87

## PROJECT OF RC BRACED STRUCTURE OF MULTI-STOREY RESIDENTIAL BUILDING ACCORDING TO EUROCODE AND COMPARATIVE ANALYSIS OF FRAMES ACORDING TO EC8 AND BAB 87

Vladimir Kućerović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

### Oblast – SEIZMIČKA ANALIZA KONSTRUKCIJA

**Kratak sadržaj** – Ovim radom predstavljena je analiza opterećenja i statičko-dinamički proračun armirano betonske konstrukcije sa dimenzionisanjem elemenata prema Evrokodu. Izvršeno je i upoređivanje načina armiranja okvira prema BAB87 i Evrokodu.

**Ključne reči:** Zbornik FTN, Master rad, Armirani beton

**Abstract** – This work represents load analysis and static-dynamic calculation of reinforced concrete construction with sizing of the elements. Comparing of reinforcement layouts of frames between BAB87 and Eurocode standards was also made.

**Keywords:** Proceedings of the FTS, Master work, Reinforced concrete

### 1. UVOD

Nov standard Evrokod, nadovezuje se na prethodni domaći standard BAB87. Već sam taj prethodni standard je bio napredan, koristeći granična stanja nosivosti i tretiranje seizmičkog opterećenja kao jednog najvažnijeg za betonske konstrukcije.

Betonske konstrukcije se odlikuju velikom masom, zbog svojih punih preseka. Ta masa generiše, seizmičke sile tj. seizmičko opterećenje, koje se ispostavlja kao dominantno. Zato je seizmičkom opterećenju i data pažnja u ovom radu. Ona se odnosi na opis pojave seizmičkog dejstva i na princip projektovanja sa smanjenim seizmičkim dejstvom. To se dešava na račun programiranog ponašanja okvira sa ukrućenjem u vidu seizmičkih zidova.

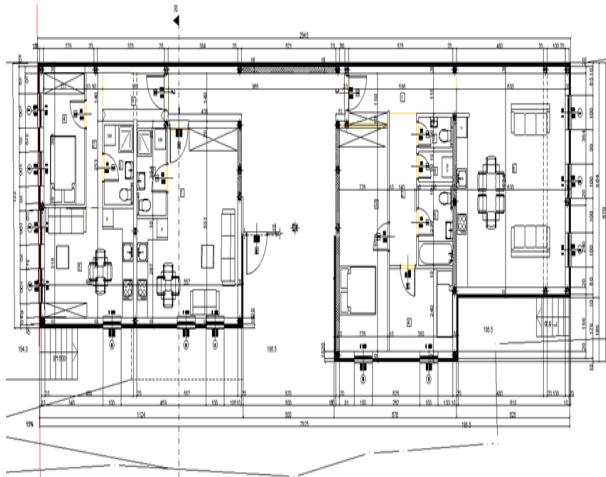
Uobičajena praksa danas je, predstavljanje buduće konstrukcije linijskim i površinskim elementima, napadnuti odgovarajućim opterećenjima, u nekom softverskom rešenju. U radu je korišćen softver domaćeg proizvođača Radimpex Tower 8. Programirano ponašanje se izvršava dimenzionisanjem u nekoliko koraka, naizmeničnim proračunom i usvajanjem armature.

### 2. PODACI O OBJEKTU

Posmatrani objekat je višespratna stambena zgrada čiji su okviri pridržani sa po dva zida u oba pravca okvira. Spratnost je Po+P+4, visine 14,7m a lokacija je Kragujevac.

#### 2.1. Arhitektonsko rešenje

Dispoziciono rešenje čine ortogonalni okviri različitog rastara stubova 2,79m do 5,75m. Spratne visine su 2,90m izuzev podruma gde je 2,38m. Dimenzije objekta u prizemlju su 29,4mx9,15m.



Slika 1. Arhitektonsko rešenje

#### 2.2. Noseći elementi

Armirano-betonska konstrukcija je skeletnog tipa sa zidovima za ukrućenje. Skelet je ramovski, 5 okvira u „x“ pravcu i 7 okvira u „y“ pravcu. Okviri sadrže grede i stubove, sledećih dimenzija:

Stubovi:

- b/h=40/40cm od poduma do vrha

Grede:

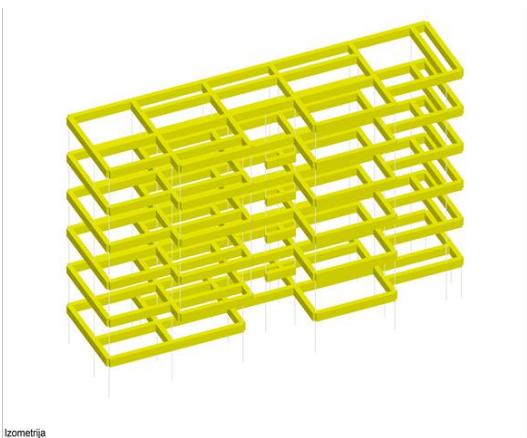
- b/h=40/60cm sve etaže

Međuspratne konstrukcije su debljine 20cm, a temljna ploča 50cm. Zidovi su debljine 20cm.

Cela konstrukcija je rađena u klasi betona C30/37.

### NAPOMENA:

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



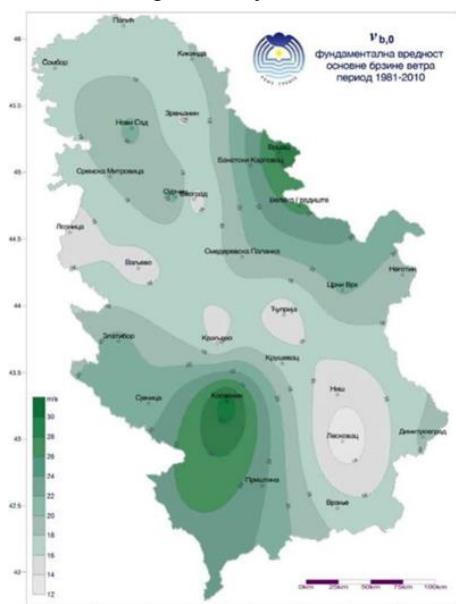
Slika 2. Primer modeliranih greda

### **3. ANALIZA OPTEREĆENJA**

Analiza opterećenja izvedena je primenom Evrokoda 0 i 1 a seizmičko dejstvo Evrokodom 8. Evrokodom su definisana stalna, promenljiva incidentna i seizmička opterećenja. U stalna opterećenja ubrojana je sopstvena težina generisana programski, i težina obloga, pregradnih i punih zidova. Promenljiva su definisana namenom površina ili dejstvima, poput snega i vетра. Tako je korisno opterećenje u stanovima  $2,0\text{kN/m}^2$ , sneg  $1,2\text{kN/m}^2$  a vетар osnovne brzine  $16\text{m/s}$ .

Kat.	Narrena	Primer / pod-kategorija	q <sub>i</sub>	Q <sub>i</sub>	
A	Stambene površine	Sobe u stambenim zgradama i kućama, spavaće sobe i odjeljenja u bolnicama, spavaće sobe u hotelima i prenoćistima, kuhinje i toaleti.	Podovi Stepeništa Balkoni	1,5-2,0 2,0-4,0 2,0-3,0	
	Kancelarijske površine	Kancelarije.	2,0-3,0	1,5-4,5	
		C1: Površine sa stolovima (u školama, čitaonicama, trpezarijama...)	2,0-3,0	3,0-4,0	
C		C2: Površine s nepokretnim stepeništima (u crkvama, pozorištu, bioskopima, učionicama, čekaonicama...)	3,0-4,0 (4,0)	2,5-7,0	
		C3: Površine bez prepreka za krećanje (u muzejima, izložbenim prostorima, površine u javnim i administrativnim zgradama, hotelima, bolnicama...)	3,0-5,0	4,0-7,0	
		C4: Površine sa mogućim fizičkim aktivnostima (plesne dvorane, gimnastičke sale, pozorišne...)	4,0-5,0	3,5-7,0	
		C5: Površine osjetljive na veliko okupljanje (zgrade za javne događaje, koncerte, sportske dvorane uključujući tribine, terase; zeleničke platforme	5,0-7,5	3,5-4,5	
D	Prodajne površine	D1: Površine u maloprodajnim radnjama D2: Površine u robnim kućama	4,0-5,0 4,0-5,0	3,5-7,0 3,5-7,0	
F	Saobraćajne i parking površine za bruto vozila (ni više od 30kN bruto težine vozila i ni više od 8 sedista, ne uključujući vozača)	Garaže, parking površine, parking hale	1,5-2,5	10-20	
G	Saobraćajne i parking površine za srednja vozila (više od 30kN, ali manje od 160kN, na dve osovine)	Priilazi, dostavne zone, pristupne zone za vatrogasnica vozila	5,0	40-90	

Slika 3. Preporučene vrednosti korisnih opterećenja [1]

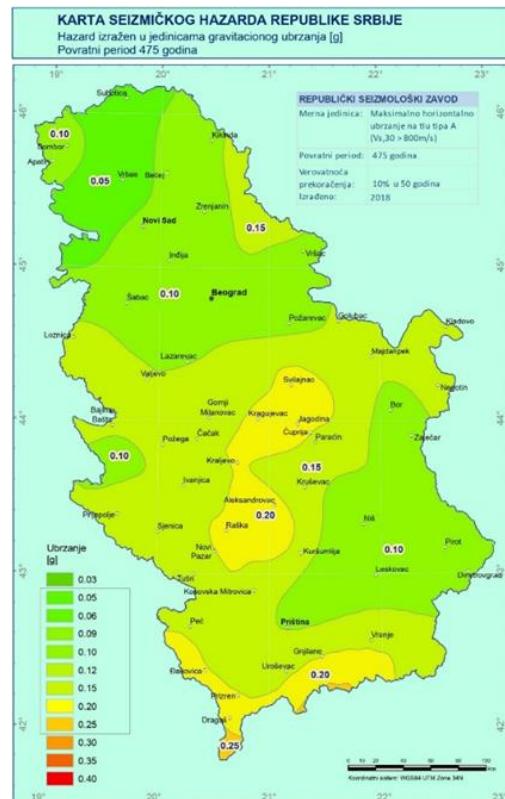


Slika 4. Osnovna brzina vетра [2]

### 3.1 Seizmičko opterećenje

Seizmičko dejstvo je posledica inertnosti mase(stalno i korisno opterećenje), koja je preko krutosti konstrukcije vezana za podlogu koja se pomera. Tako dobijamo sile koje napadaju konstrukciju, indukovane masom, koja je pripadajuća za svaki čvor posmatrajući MKE model i ubrzanjem tla, koje je dato kartom povratnog perioda za sve zemlje gde važe Evrokodovi a predstavlja referentno ubrzanje koje odgovara zahtevima da se konstrukcija ne sruši (NCR no-collapse requirement): povratnom periodu dejstva od 475 godina, odnosno referentnom periodu od 50 godina u kojem je verovatnoća prekoračenja agR vrednosti 10%. Umnožak ubrzanja zavisi i od tipa tla na kome konstrukcija leži, važnosti konstrukcije kao i sopstvenog perioda oscilovanja. Pripadajuće mase su u funkciji odnosa prema ukupnoj masi i udela pomeranja u datom tonu oscilovanja.

Dalje postavljanje seizmičkih sila se redukuje projektnim spektrom. Time želimo da ekvivalentnost pomeranja nelineranog odgovora i elastičnog, dovedemo u istu ravan, time što ćemo snižavanje vrednosti sila poveriti duktilnosti čvorova, tj. da njih „isprogramiramo“ da suksesivnim plastifikovanjem odvedemo konstrukciju u duže periode oscilovanja.

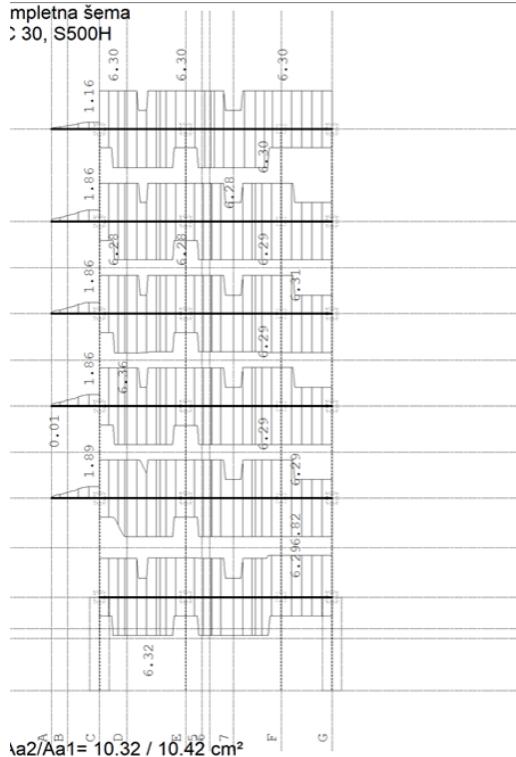


Slika 5. Karta seizmičkog hazarda za povratni period 475g [2]

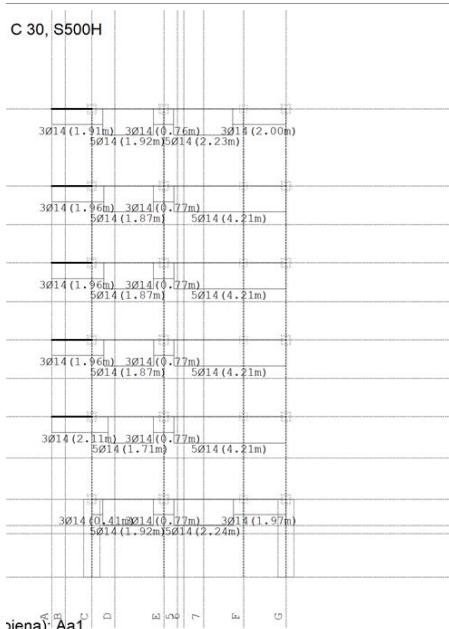
#### 4. DIMENZIONISANJE ELEMENATA

Sa dobijenim presečnim silama, softver dimenziniše preseke prema standardu. U svemu se primenjuje Evrokod 2 a Evrokod 8 se provlači kroz softver, procedurom sukcesivnog proračuna i usvajanja armature. Ona podrazumeva da se usvaja minimalna zategnuta armatura duplo većom nego po Evrokodu 2. U kritičnim zonama mora postojati određena razika između pritisnute i zategute armature. Sa usvojenom podužnom armaturom

sledi proračun potrebne podužne armature stubova. Uzrok ovom postupku jeste uzročnost podužne armature stubova od nosivosti krajeva greda. Za okvirne i dvojno dominatne ukrućene okvire važi pravilo da suma momenata nosivosti na krajevima stubova mora biti uvećana koeficijentom 1,3.



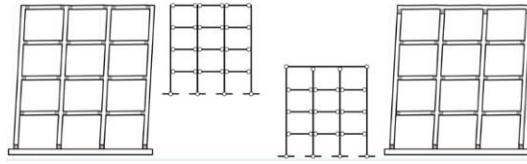
Slika 6 Primer potrebe za podužnom armaturom, obe zone



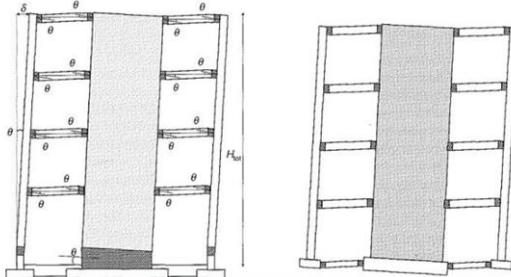
Slika 7. Primer usvojene podužne armature, donja zona

Zatim se proračunava potreba za poprečnom armaturom greda i stubova, na osnovu projektnih sila iz momenata nosivosti greda i stubova, jer se smičući lom smatra krtim te se od njega obezbeđujemo dimenzionisanjem na maksimalne pojavnje sile. Posebna pažnja se pridaje proveri lokalnih duktilnosti donjeg dela stuba i zida iznad uklještenja. Rotacije čvorova koje se prihvataju

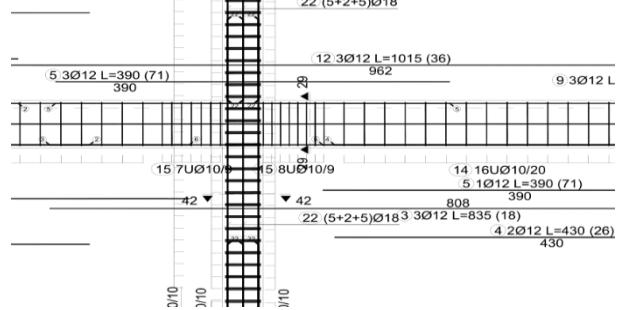
duktilnošću, moraju se zbog jednakosti preneti na donje delove stubova i zidova.



Slika 8. Poželjno ponašanje okvirne konstrukcije [1]



Slika 9. Poželjno ponašanje ukrućenog okvira [1]



Slika 10. Primer armiranja stubova i greda

## 5. ZAKLJUČAK

Postupkom programiranog ponašanja nudi se sigurnost konstrukcije da se ne sruši za krajnje dejstvo zemljotresa a po kriterijumu oštećenja konstrukcija ostaje u elastičnoj oblasti za „uobičajene“ vrednosti zemljotresa. Pridavanjem važnosti detaljima armiranja, koje su sa globalnog nivoa prenete na lokalne, misleći se na čvorove, posebnim formulama koje zavise od perioda oscilovanja i tipa konstrukcije, sažimaju se iskustva prethodnih standarda i važećih u Evrokodove, mada su u toku pisanja rada, već najavljenе nove iteracije Evrokodova. Takođe se nudi mogućnost, poznavanjem Evrokoda, za šire tržište od domaćeg na koje se može konkurisati kroz projektovanje i izvođenje.

## 6. LITERATURA

- [1] Evrokod 1: Dejstva na konstrukcije
- [2] Evrokod 2: Proračun betonskih konstrukcija
- [3] Evrokod 8: Proračun seizmički otpornih konstrukcija
- [4] Zoran Brujić: Betonske konstrukcije prema Evrokodu

## Kratka biografija:



Vladimir Kućerović rođen je u Kragujevcu 1994. god. Osnovne akademske studije završio je 2018. god na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije odbranio je 2022. god.

kontakt: [kucerovic034@gmail.com](mailto:kucerovic034@gmail.com)