

doi: 10.67563/ASESCONF2026053P

Jana Pudar¹, Luka Manojlović², Vedran Carević³

FLAT SLAB AS THE PRIMARY SEISMIC ELEMENT ACCORDING TO THE NEW GENERATION OF EUROCODES

Summary: The flat slab is a favourable construction type from the aspect of architecture, functionality and execution. However, the shortcoming is the impossibility, according to current regulations, to participate in the primary seismic system. In this case, it is not possible to ensure energy dissipation at the column slab joint, so they must be treated as secondary elements, which makes their application even more difficult. However, in the draft of the new Eurocode 8 there is a significant change because it introduces the possibility that they be treated as a primary seismic element, with a series of requirements that need to be met. The aim of this paper was to analyse under which conditions a flat slab can be the primary seismic element, which design checks must satisfy and finally to draw a conclusion. The entire analysis and design process were carried out on an example of an office building. The paper presents the seismic analysis of the subject structure, the design procedure for a typical slab, and punching, all in accordance with the new drafts of Eurocode 2 and Eurocode 8.

Keywords: flat slab, seismic analysis, punching shear

PLOČE DIREKTNO OSLO NJENE NA STUBOVE KAO PRIMARNI SEIZMIČKI ELEMENT PREMA NOVOJ GENERACIJI EVROKODOVA

Rezime: Sistem ploča direktno oslonjenih na stubove predstavlja povoljan sistem sa aspekta arhitekture, funkcionalnosti kao i izvođenja. Međutim nedostatak ovog sistema je nemogućnost, prema važećim propisima, da učestvuje u sistemu za prijem horizontalnih uticaja od seizmike. Kod ovakvih sistema nije moguće obezbediti disipaciju energije na spoju stuba i ploče, pa se moraju tretirati kao sekundarni elementi, što dodatno oteževa njihovu primenu. Međutim, u nacrtu novog Evrokoda 8 dolazi do značajne promene jer se uvodi mogućnost da one budu tretirane kao primarni seizmički element, uz niz zahteva koje je potrebno ispuniti. Cilj ovog rada je bila analiza pod kojim uslovima ploča direktno oslonjena na stubove može biti primarni seizmički element, koje sve kontrole ona mora zadovoljiti i na kraju da se izvede zaključak. Celokupan proračun je urađen na primeru poslovnog objekta spratnosti. U radu je prikazana seizmička analiza za predmetni objekat, kao i postupak dimenzionisanja tipske ploče i proračun proboja za istu, a sve u skladu sa novim nacrtom Evrokoda 2 i Evrokoda 8.

Ključne reči: ploča direktno oslonjena na stubove, seizmička analiza, proboj

¹ Bekament, Belgrade, Serbia, pudarjana@gmail.com

² AS Commerce Stan, Belgrade, Serbia

³ Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bul. Kralja Aleksandra 73, Belgrade, Serbia

1. UVOD

Sistem ploča direktno oslonjenih na stubove predstavlja povoljan sistem sa aspekta arhitekture, funkcionalnosti kao i izvođenja. Jednostavna oplata, veće spratne visine, kao i laka ugradnja instalacija ga čine primamljivim rešenjem prilikom usvajanja konstruktivnog sistema. Međutim nedostatak ovog sistema je nemogućnost, prema važećim propisima, da učestvuje u sistemu za prijem horizontalnih uticaja od seizmike.

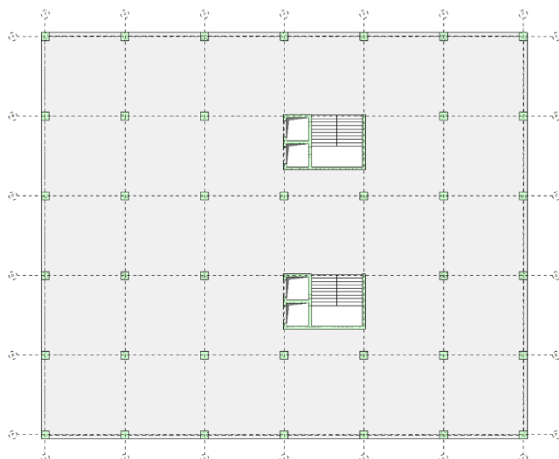
Prema važećem SRPS EN 1998-1 [1], sistemi sa pločama direktno oslonjenim na stubove ne mogu da budu deo primarnog seizmičkog sistema, jer nije moguće obezbediti disipaciju energije na spoju stuba i ploče. Samim tim, ovakvi sistemi se moraju tretirati kao sekundarni elementi, što dodatno otežava njihovu primenu. Klasifikacija stubova, koji predstavljaju oslonce za ovakve ploče, kao sekundarnih elemenata podrazumeva da se omogući kapacitet pomeranja koji odgovara pomeranju primarne seizmičke konstrukcije, a da pri tome ne izgube svoju osnovnu funkciju – vertikalnog oslonca ploče. Ovo podrazumeva da se stubovi dimenzionišu na značajno veće seizmičke momente savijanja od onih koji se dobijaju linearnim proračunom (uvećani najmanje faktorom ponašanja q), kao i da se ovi momenti koriste pri proračunu proboja kroz koeficijent β kojim se uzima u obzir ekscentričnost oslonačke reakcije. Sve to rezultuje većim dimenzijama elemenata i količinom armature, kako u stubovima, tako i u ploči.

Međutim, u nacrtu novog Evrokoda 8 [2,3] dolazi do značajne promene kada su u pitanju ploče direktno oslonjene na stubove. Novi nacrt uvodi mogućnost da one budu tretirane kao primarni seizmički element, uz niz zahteva koje je potrebno ispuniti.

Cilj ovog rada je bila analiza pod kojim uslovima ploča direktno oslonjena na stubove može biti primarni seizmički element, koje sve kontrole ona mora zadovoljiti i na kraju da se izvede zaključak zašto sistem ploče direktno oslonjenih na stubove nije pokriven trenutno važećim Evrokodom 8, a u budućoj verziji će biti.

2. KONSTRUKCIJA OBJEKTA

Primena ploče direktno oslonjene na stubove (flat slab) kao primarnog seizmičkog sistema analiziran je na primeru jedne tipske konstrukcije poslovnog objekta na teritoriji grada Beograda. Osnova tipskog sprata prikazan je na slici 1 [4].



Slika 1: Osnova tipskog sprata poslovnog objekta

Objekat je spratnosti podrum, prizemlje i 7 spratova. Spratna visina je ista na svakom spratu i iznosi 3.3 m. Osnova objekta je pravilna, pravougaonog oblika, dimenzija 39×32.5 m. Konstrukcija je regularna po visini, ne postoje promene gabarita tavanica po visini. Za

međuspratne tavanice su usvojene AB ploče direktno oslonjene na stubove, bez kapitela, debljine 26 cm.

Stubovi su dimenzija 65×65 cm, određenih iz uslova duktilnosti, sa rasterom od 6.5 m u oba pravca. Preko fasadnih stubova nalazi se obodna fasadna greda dimenzija 30×60 cm. U objektu se nalaze i dva liftovska jezgra sa zidovima debljine 25 cm.

Objekat je fundiran na temeljnoj ploči debljine 60 cm. Zapitrebe ovog primera usvojena je kategorija tla tipa B.

Pored sopstvene težine, objekat je opterećen jednakopodeljenim dodatnim stalnim gravitacionim opterećenjem intenziteta 3.2 kN/m², kao i korisnim opterećenjem intenziteta 2.0 kN/m², u nivou svake tavanice. Takođe, u liniji fasade se na svakom nivou nalazi zamenjujuće linijsko opterećenje od fasade.

Za konstrukciju je usvojen beton klase C30/37, dok je za zidove jezgra usvojen beton klase C45/55, diktiran uslovom duktilnosti. Armatura je klase B500B.

3. SEIZMIČKA ANALIZA

Pre seizmičke analize, potrebno je sagledati uslove i ograničenja koje ploča direktno oslonjena na stubove mora da zadovolji, kako bi se mogla svrstati u primarni noseći sistem za prihvatanje seizmičkih sila, a koje propisuje nova generacija Evrokoda 8 [3]. U nastavku su navedeni uslovi:

- Prvi uslov koji se uočava u samoj definiciji jeste da je to ploča u dva pravca sa konstantnom debljinom. (EN 1998-1-2-2022-10.10.1),

- Ploča mora biti betonirana na licu mesta. (EN 1998-1-2-2022-10.10.1(1)),

- Vertikalni oslonci bi trebalo da budu pravilno raspoređeni u dva ortogonalna pravca,

- Spoj ploče sa ivčnim i ugaonim stubom trebalo bi da bude sa punim presekom stuba i da postoje ivčne grede,

- Debljina ploče ne bi trebalo da bude manja od 3,5% njenog najvećeg raspona, $l=6.5\text{m}$, usv. $h_{pl}=26\text{ cm} > 22.75\text{ cm}$

- Ploča direktno oslonjena na stubove ne bi trebalo da se projektuje za klasu duktilnosti DC3,

- Ploča direktno oslonjena na stubove ne bi trebalo da se projektuje za DC1 klasu duktilnosti, ako je $S_\delta > 2.5\text{ m/s}^2$. ($S_\delta = 1.95\text{ m/s}^2$ u konkretnom primeru),

- Ploča direktno oslonjena na stubove ne bi trebalo da se koristi kao primarni seizmički element u slučaju kada je $S_\delta > 5.0\text{ m/s}^2$,

- Maksimalni faktor ponašanja konstrukcije, koja je regularna po visini i u osnovi, je $q=2.0$.

U tabeli 1 su prikazani seizmički parametri, koji su sračunati seizmičkom analizom u skladu sa budućim propisima. Seizmičke sile su određene metodom bočnih sila.

Tabela 1: Seizmički parametri za konkretni primer

Parametar	Vrednost	Jedinica	Opis
Klasa duktilnosti	DC2	/	DCM po trenutnim propisima
Kategorija tla	B	/	
$S_{\alpha,475}$	1.5	m/s ²	Spektralni parametri za referentni povratni period od 475 godina
$S_{\beta,475}$	0.5	m/s ²	
S_δ	1.95	m/s ²	Indeks seizmičkog dejstva
T_1	1.56	s	Prvi ton - torzija
T_2	1.22	s	translacija - Y pravac
T_3	1.05	s	translacija - X pravac
q	1.5	/	Torziono-fleksibilni sistem
F_{bx}^*	6978	kN	Seizmička sila – X pravac
F_{by}^*	6003	kN	Seizmička sila – Y pravac

Proračunom smičućih sila na nivou prizmelja, utvrđeno je da u X pravcu stubovi nose 40.5%, a zidovi 59.5%, dok u Y pravcu stubovi nose 49%, a zidovi 51%. Na osnovu ovoga može se zaključiti da je sistem koji prihvata seizmičko opterećenje kombinovani sistem koga čine zidovi i ploča direktno oslonjena na stubove. Obzirom da je ovo kombinovani sistem, faktor ponašanja bi mogao da se poveća prema novim propisima sa 1.5 na 1.55 ($q_D=1.3$, svi ostali članovi ostaju isti), međutim kako je ta izmena zanemarljiva, odlučeno je da se proračun sprovede sa faktorom 1.5, što je na strani sigurnosti.

4. DIMENZIONISANJE TIPSKE MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE

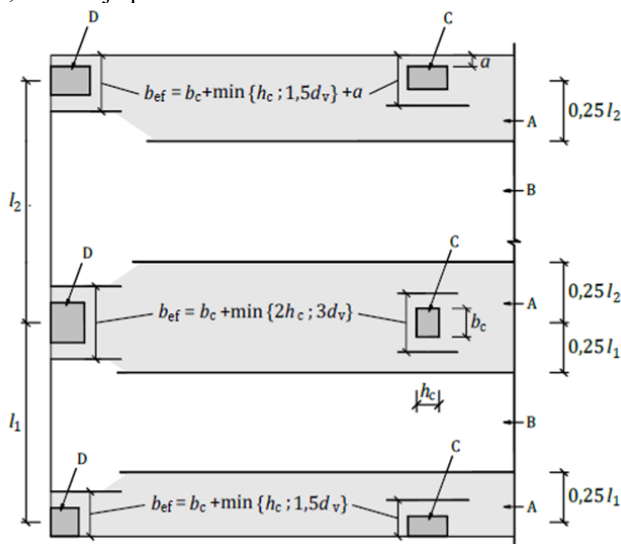
4.1. EVROKOD 2- PRORAČUN ZA KOMBINACIJU 1.35g+1.5q

Što se tiče nacрта novog Evrokoda 2 [5], on ne daje konkretne smernice za proračun ploče direktno oslonjene na stubove, već definiše da raspored armature treba da odgovara ponašanju konstrukcije tokom eksploatacije, što dovodi do koncentracije armature iznad stubova. Uticaji u X i Y pravcu su približno isti, pa je usvojena ista armatura.

4.2. EVROKOD 8 – SEIZMIČKI PRORAČUN TAVANICE

prEN 1998-1-2 [2], u delu 6.2.8., definiše da je potrebno uticaje od seizmike u tavanicama pomoći faktorom $\gamma_d=1.2$, u konkretnom primeru, za klasu duktilnosti DC2 i uticaje kod kojih postoji mogućnost pojave krto g loma, čime im se obezbeđuje dovoljna rezerva nosivosti, kako bi mogle da prenesu seizmičke uticaje.

Za razliku od Evrokoda 2 [5], Evrokod 8 [3] definiše oslonačku traku, traku u polju, kao i efektivnu širinu ploče, kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2: Efektivna širina ploče iznad stubova [3]

Član 10.10.2.(2), definiše širinu oslonačke trake koji treba uzeti u obzir kao maksimalnu vrednost od sledećih:

- zbir 1/4 raspona sa svake strane ose stuba = $0.25 \cdot 6.5 + 0.25 \cdot 6.5 = 3.25$ m,
- dimenzija oslonačkog elementa upravna na oslonačku traku = 0.65m,

dok član 10.10.2.(7) definiše vrednosti b_{ef} efektivnu širinu ploče:

- $b_{ef} = b_c + \min(2h_c; 3d_v)$ – za unutrašnje oslonce

- $b_{ef} = b_c + \min(h_c; 1.5d_v) + a$ – za spoljašnje oslonce

Generalno, podužna armatura treba da bude koncentrisana u oslonačkim trakama, dok je u okviru efektivne širine ploče potrebno smestiti podužnu armaturu koja odgovara momentima koji se sa ploče prenose na stub. U nastavku će tabelarno biti prikazani momenti i potrebna/usvojena armatura na osnovu uticaja u ploči. Uticaji u X i Y pravcu su približno isti, usvojena je ista armatura.

4.2.1. Gornja zona

Uticaji i potrebna armatura u ploči su podeljeni u tri grupe:

- efektivna širina ploče $b_{ef} = 1.2 \text{ m}$ i $b_{ef} = 0.9 \text{ m}$,
- traka pored oslonaca, širine 1.05 m (0.75 m),
- traka u polju, širine 3.25 m .

4.2.2. Donja zona

Uticaji i potrebna armatura u ploči su podeljeni u tri grupe i tabelarno prikazani:

- traka iznad oslonaca – ivična polja
- traka iznad oslonaca – srednja polja
- traka u polju

Tabela 2: Potrebna i usvojena armatura donje zone

Širina trake (cm)	M_{Ed} (kNm/m)	$A_{s,1,req}$ (cm ² /m)	$A_{s,1,usv}$ (cm ² /m)
325	30.31	3.57	3.95 (Ø10/20)
325	21.52	2.52	3.95 (Ø10/20)
325	17.90	2.09	2.50 (Ø8/20)

Član 10.10.2.(8) definiše da unutar b_{ef} treba biti minimum 50% armature u oslonačkoj traci:

$$A_{usv}(3.25 \text{ m}) = 1.2 * 20.10 + 1.05 * 11.31 * 2 = 47.87 \text{ cm}^2$$

$$A_{usv}(3.25 \text{ m})/2 = 23.94 \text{ cm}^2$$

$$A_{usv}(1.2 \text{ m}) = 1.2 * 20.10 = 24.12 \text{ cm}^2$$

$$24.12 \text{ cm}^2 > 23.94 \text{ cm}^2$$

Takođe, potrebno je ispoštovati uslove minimalne armature u oslonačkim trakama:

- na celom rasponu oslonačke trake, armature gornje zone ne sme biti manja od 1/4 arm. gornje zone iznad oslonaca:

$$\rightarrow 0.25 * 20.10 \text{ cm}^2/\text{m} = 5.025 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Uzbaja se } \text{Ø}12/20 (5.66 \text{ cm}^2/\text{m})$$

- na celom rasponu oslonačke trake, arm. u donjoj zoni ne sme biti manja od 1/3 arm. u gornjoj zoni iznad oslonaca:

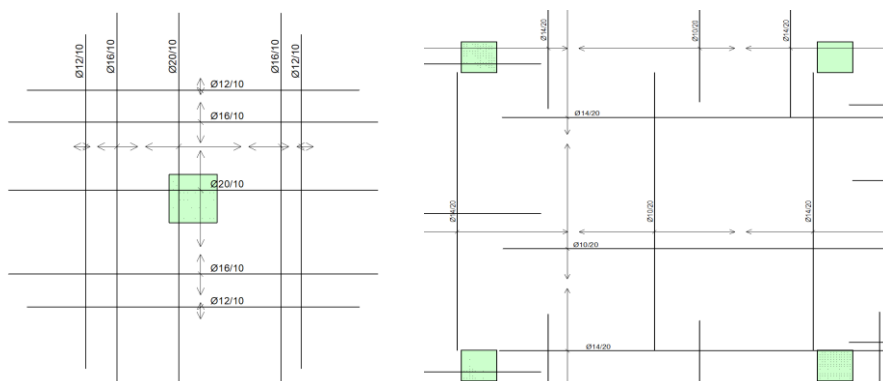
$$\rightarrow 0.333 * 20.10 \text{ cm}^2/\text{m} = 6.699 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Uzbaja se } \text{Ø}14/20 (7.70 \text{ cm}^2/\text{m}),$$

- donja zona na ivici stuba/zida, ne sme biti manja od donje zone u sredini raspon:
 $\rightarrow \text{Ø}14/20 (7.70 \text{ cm}^2/\text{m})$

Uslovi rasporeda armature trake u polju prema 10.10.2.(5) propisuju da u traci u polju, donja zona na mestu ukrštanja sa oslonačkom trakom iz suprotnog pravca, ne sme biti manja od polovine armature u sredini raspona trake u polju:

$\rightarrow$ u sredini raspona za traku u polju je usvojeno Ø10/20 ($3.95 \text{ cm}^2/\text{m}$), što znači da armatura donje zone na mestu ukrštanja mora biti minimum Ø8/20 ($2.50 \text{ cm}^2/\text{m}$), ali zbog uslova minimalne armature, usvaja se Ø10/20 ($3.95 \text{ cm}^2/\text{m}$) u celoj traci u polju.

Na kraju je izvršena sinteza usvojenih armatura u skladu sa EC2 i EC8 za karakterističan središnji oslonac, kao i za karakteristično srednje polje (slika 3).



Slika 3: Usvojenja armatura u skladu za karakterističan središnji oslonac (levo) i za karakteristično srednje polje (desno) [4]

4.2.3. Integritetna armatura

Prilikom proračuna ploče direktno oslonjene na stubove, potrebno je posvetiti pažnju armaturi za očuvanje konstrukcijskog integriteta, tj. armaturi u donjoj zoni iznad oslonaca. Obzirom da je moguća i pojava pozitivnih momenata na mestima oslonaca, usled dejstva zemljotresa koje ima reverzibilnu prirodu.

U novom nacrtu Evrokoda 8 [3], definišu se uslovi koje ova armatura mora da zadovolji, a to su:

- moraju postojati minimum 4 kontinualne šipke preko širine oslonca, prečnika ne većeg od $0.12d_v$, sa dužinom sidrenja ne manjom od $d_v + l_b$ od ivice oslonca

$$\rightarrow \max. \phi = 0.12 * 19 = 22.8 \text{ mm} \rightarrow \max. \phi 22$$

- otpornost na smicanje, koju obezbeđuje armatura u donjoj zoni iznad oslonaca mora biti veća od proračunske smičuće sile za seizmičku proračunsku situaciju

$$V_{Rd,int} = \sum A_{s,int} * f_{yd} * k * \sin \alpha_{ult} \leq \frac{0.5 * \sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c} d_v * b_{int} > V_{ed}$$

$$b_{int} = \sum (s_{int} + \frac{\pi}{2} * d_v)$$

Gde su:

$A_{s,int}$ - zbir poprečnih preseka svih šipki armature koje prelaze ivicu stuba, (ista šipka se može računati dvaput ako prolazi kroz stub i potpuno je ankerisana sa obe strane, izvan ivica stuba),

k - koeficijent koji predstavlja odnos čvrstoće pri zatezanju i granice razvlačenja čelika za armiranje, vrednosti su date u tabeli 3,

Tabela 3: Klase duktilnosti armaturnog čelika - prevedeno iz [2]

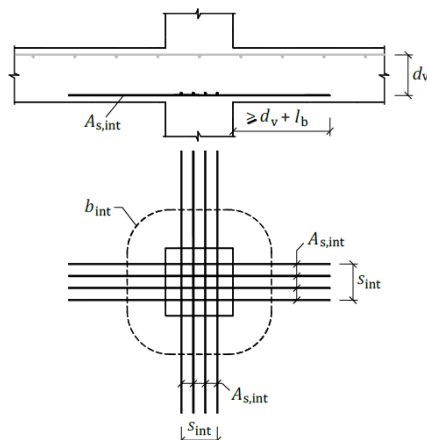
Vrednosti dijagrama napon-dilatacija	Klase duktilnosti armaturnog čelika		
	A	B	C
Karakteristična vrednost $k = (f_t/f_y)_k$	1.05	1.08	1.15 do 1.35
Karakt. dilatacija pri max sili ϵ_{uk}	2.5 %	5.0 %	7.5 %

α_{ult} – ugao između donje armature nad osloncem i ravni ploče pri lomu (za čelik klase B, $\alpha_{ult} = 20^\circ$).

U konkretnom primeru sila je $V_{ed,max} = 535 \text{ kN}$. Kako bi prethodno pomenuti uslov bio zadovoljen, potrebno je usvojiti 4Ø20.

$$\rightarrow V_{Rd,int} = 807 \text{ kN} > V_{ed,max} = 535 \text{ kN} \text{ (sa 4Ø16 uslov ne bi bio zadovoljen)}$$

Armatura donje zone prikazana je na slici 4.



Slika 4: Dispozicija armature za integritet [3]

5. KONTROLA PROBOJA

Kontrola proboja ploče direktno oslonjene na stubove predstavlja jedan od ključnih kriterijuma prilikom projektovanja istih. Kontrola se sprovodi kao i u važećem standardu za granično stanje nosivosti, s tim da novi Evrokod 8 propisuje posebna pravila prilikom proračuna proboja za seizmičku proračunsku situaciju.

Značajna promena u odnosu na trenutno važeći Evrokod jeste da je kontrolni obim umesto na $2d$, sada na $0.5d_v$. Takođe, u slučaju velikih oslonaca, potrebno je redukovati kontrolni obim (dužina ravnog segmenta kontrolnog obima ne sme da prelazi $3d_v$), kako bi se uzeo u obzir efekat koncentracije sile smicanja na uglovima velikih oslonaca, što je slučaj u konkretnom primeru.

Kako bočna stabilnost predmetne konstrukcije zavisi od ramovskog dejstva između ploče i stuba, nije dozvoljeno koristiti približne vrednosti za koeficijent β_e , već je potrebno izračunati ga tačnim postupkom.

$$\beta_e = 1 + 1.1 * \frac{e_b}{b_b} = 1.40$$

$$e_b = \sqrt{e_{b,x}^2 + e_{b,y}^2} = 30.77 \text{ cm}$$

$$b_b = \sqrt{b_{b,min} * b_{b,max}} = 76 \text{ cm}$$

b_b – min./max. dužina kontrolnog obim

Nacrt Evrokoda 8 [2], u okviru ploče direktno oslonjene na stubove, daje posebne smernice proboja za ploče direktno oslonjene na stubove u seizmičkoj proračunskoj situaciji. Prilikom proračuna koeficijenta β_e , za razliku od EC2 [5] gde u ekscentricitetu figuriše proračunska vrednosti momenta, Evrokod 8 [3] nalaže da se ekscentricitet računa sa momentom nosivosti preseka:

$$e_{b,x} = \frac{M_{Rd,x}}{V_{ed}}, e_{b,y} = \frac{M_{Rd,y}}{V_{ed}}$$

Za momenat nosivosti se uzima minimalna vrednost u odnosu na zbir momenta nosivosti stuba u preseccima iznad i ispod spoja sa pločom i 80% sume momenata nosivosti gornje i donje zone ploče na mestu stuba.

Posebna pravila koja se tiču ploče direktno oslonjene na stubove, obuhvaćene novim Evrokodom 8:

- koso povijene šipke nisu dozvoljene da se koriste kao armatura za osiguranje od proboja
- prvi red osiguranja mora biti na razmaku od ivice stuba manjem od $0.25d_v$
- rastojanje armature za proboj ne sme biti veće od $0.5d_v$
- obezbeđenje mora biti na minimalnoj dužini od $4d_v$ od ivice stuba

6. ZAKLJUČAK

Dve ključne novine u okviru nacrtu Evrokoda 8 [2,3], a koje su važne sa aspekta projektovanja ploča direktno oslonjenih na stubove, jesu proboj i proračun armature u donjoj zoni nad osloncem, koja je važna za održavanje integriteta konstrukcije prilikom dejstva zemljotresa. Trenutno važeći Evrokod 8 [1] nije obrađivao ove teme, pa se rešavanje problema ploče direktno oslonjene na stubove u seizmici nalazilo u deklarisanju stubova kao sekundarnih elemenata, ukoliko je to moguće.

Ovakav pristup povlači to da nije potrebno računati koeficijent β tačnim postupkom, čime se može doći do veće greške ($\beta = 1.15$, preporučena vrednost za unutrašnji stub, a $\beta = 1.95$, tačan postupak, prema novom nacrtu Evrokoda 8). Takođe, trenutno važeći Evrokod definiše da je potrebno usvojiti najmanje dve šipke u oba pravca, u donjoj zoni iznad stuba, ali isključivo kao konstruktivni detalj, bez proračuna armature na osnovu uticaja. Ovakvim pristupom se takođe može doći do greške, s obzirom da iz priloženog rada vidimo da su proračunom prema nacrtu novog Evrokoda 8 dobijene 4Ø20 u donjoj zoni iznad stuba, u oba ortogonalna pravca.

Ukoliko nije moguće definisati stubove kao sekundarne, kao što bi bio slučaj u ovakvoj konstrukciji, suštinski ne bismo mogli da svrstamo konstrukciju ni u jedan tip konstruktivnog sistema prema EC8 i jedno rešenje bi bilo dodavanje zidova, koji bi prihvatili glavnu ulogu, a drugi način bi bio da projektujemo konstrukciju za nisku klasu duktilnosti, ukoliko nismo u visokoj seizmičkoj zoni.

Dakle, po novoj generaciji Evrokoda adekvatnije rešenje je usvojiti ploču direktno oslonjenu na stubove kao primaran seizmički element uz zadovoljenje svih potrebnih uslova koje propisuje novi nacrt Evrokoda 8.

Svakako treba se osvrnuti i na to da postoje uslovi pod kojim se ploča direktno oslonjena na stubove može koristiti kao primaran element, a tiču se ograničenja za primenu ovog sistema za DC2 klasu u odnosu na nivo seizmičnosti, kao i maksimalne vrednosti faktora ponašanja $q = 2$, čime se može zaključiti da ovaj sistem nema visok kapacitet duktilnog ponašanja.

REFERENCE

- [1] SRPS EN 1998-1:2015, Evrokod 8: Projektovanje seizmički otpornih konstrukcija - Deo 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade, 2015.
- [2] draft prEN_1998-1-1_2021_ENQ – Design of structures for earthquake resistance – Part 1-1: General rules and seismic action
- [3] draft prEN1998-1-2_version_10-07-202-Design of structures for earthquake resistance – Part 1-2: Buildings
- [4] Jana Pudar. Ploče direktno oslonjene na stubove kao primarni seizmički element prema novoj seriji Evrokodova. Građevinski Fakultet Univerziteta u Beogradu, Master rad, 2025.
- [5] draft prEN 1992-1-1 – Design of concrete structures – Part 1-1: General rules-Rules for buildings, bridges, and civil engineering structures.