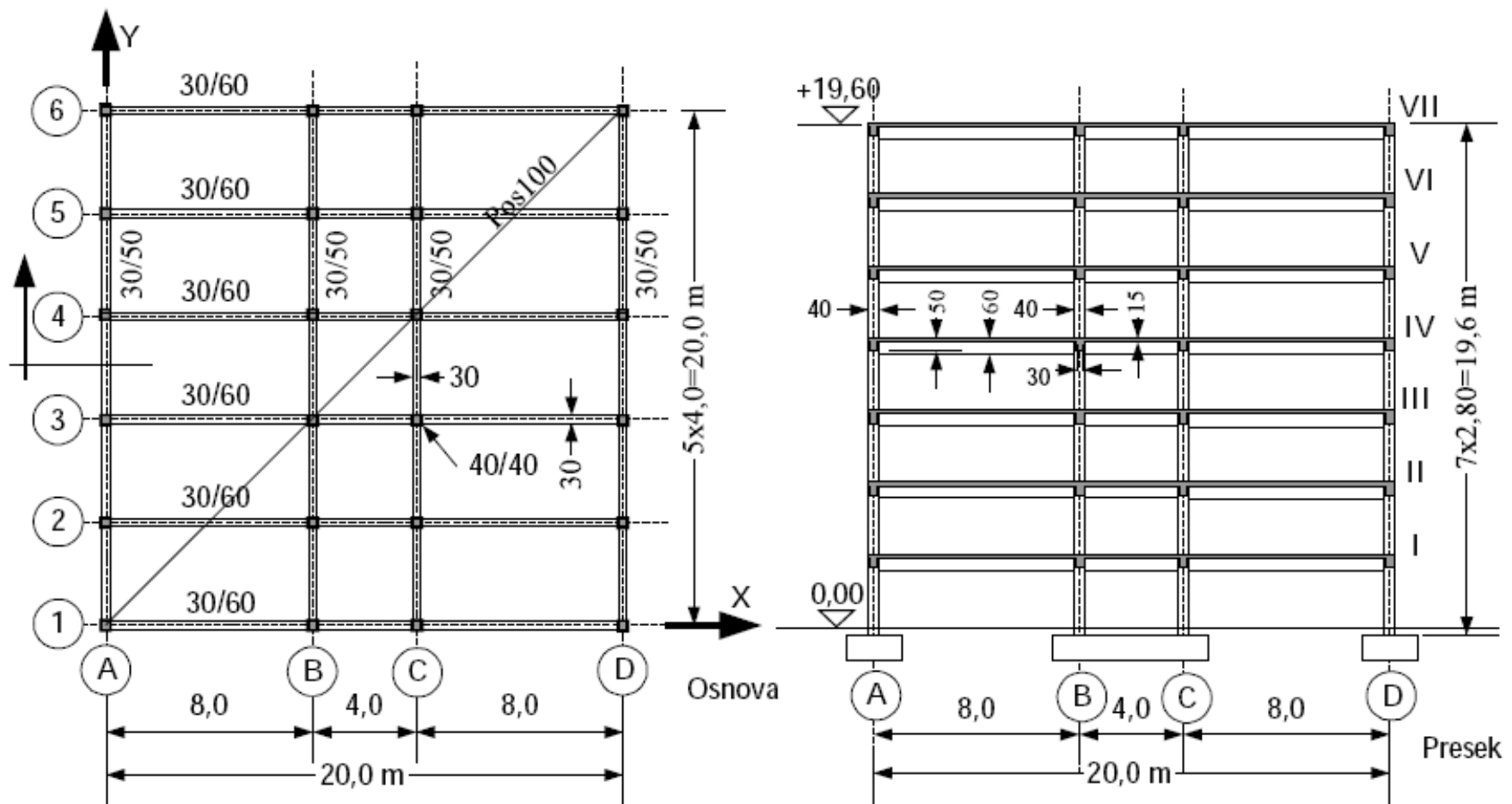


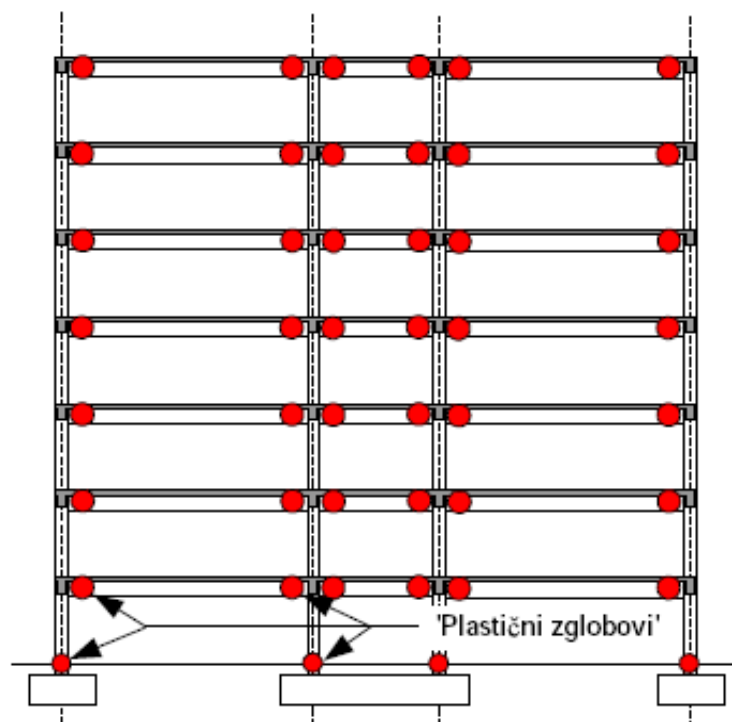
Višespratna zgrada – okvirni (ramovski) sistem



Slika 2.1 - Dispozicija konstrukcije

Pretpostavke za proračun

- Jednako podeljeno opterećenje po osnovi
 - “Razmazano” opterećenje od pregradnih zidova
 - 1.0-1.5 kN/m² “lake” pregrade (gipskarton i sl.)
 - 2.5-3.5 kN/m² pregradni zidovi (pla opeke, šuplji pegradni blok i sl.)
 - Povremeno (korisno) opterećenje
 - 1.5 kN.m² stambene prostorije
 - 2.0 kN.m² poslovne prostorije
 - 4.0 kN.m² prodajni prostor
- Centar mase u težištu površine
- Obostrano simetrična osnova
- Centar mase i centar krutosti se poklapaju



Slika 2.2 - 'Idealan' plastični mehanizam konstrukcije

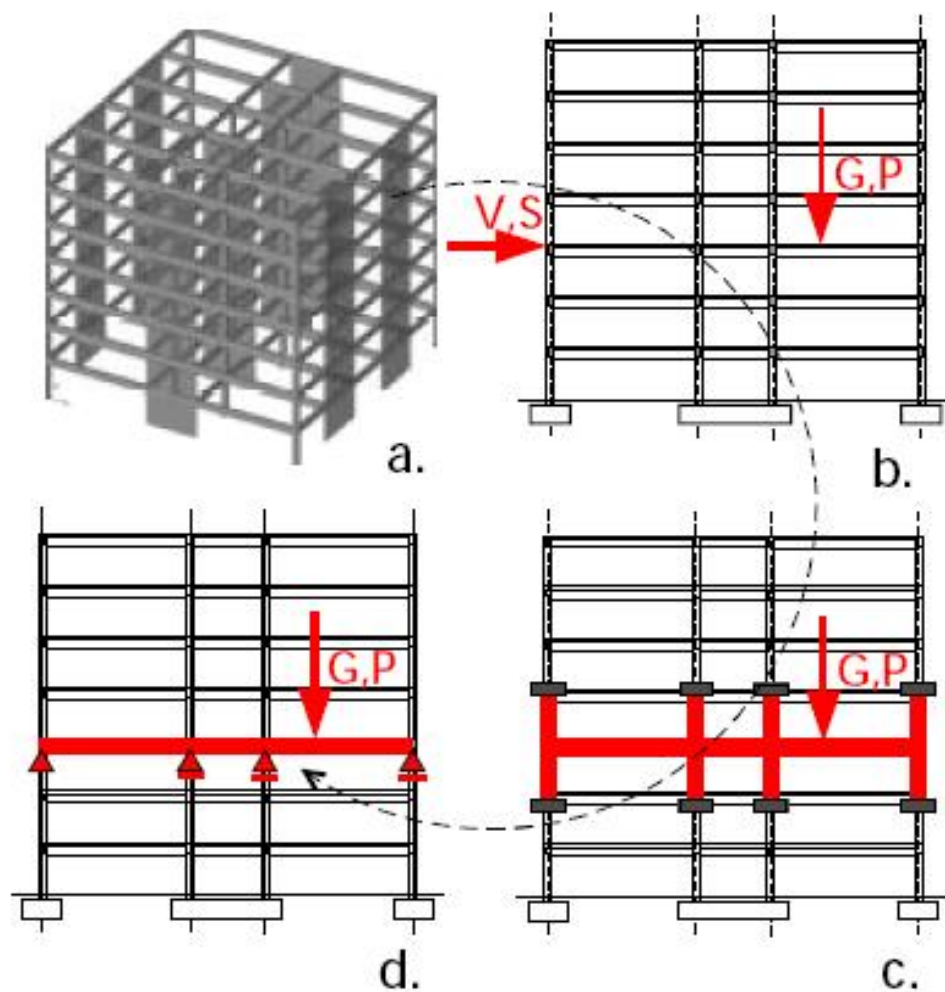
Plastični mehanizam konstrukcije

Konstrukcija je regularna u osnovi i po visini, pa analiza dejstva zemljotresa može da se izvrši „*metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja*“. Za dejstvo zemljotresa se pretpostavlja da deluje ili u pravcu podužne, X - ose, ili u pravcu poprečne, Y - ose.

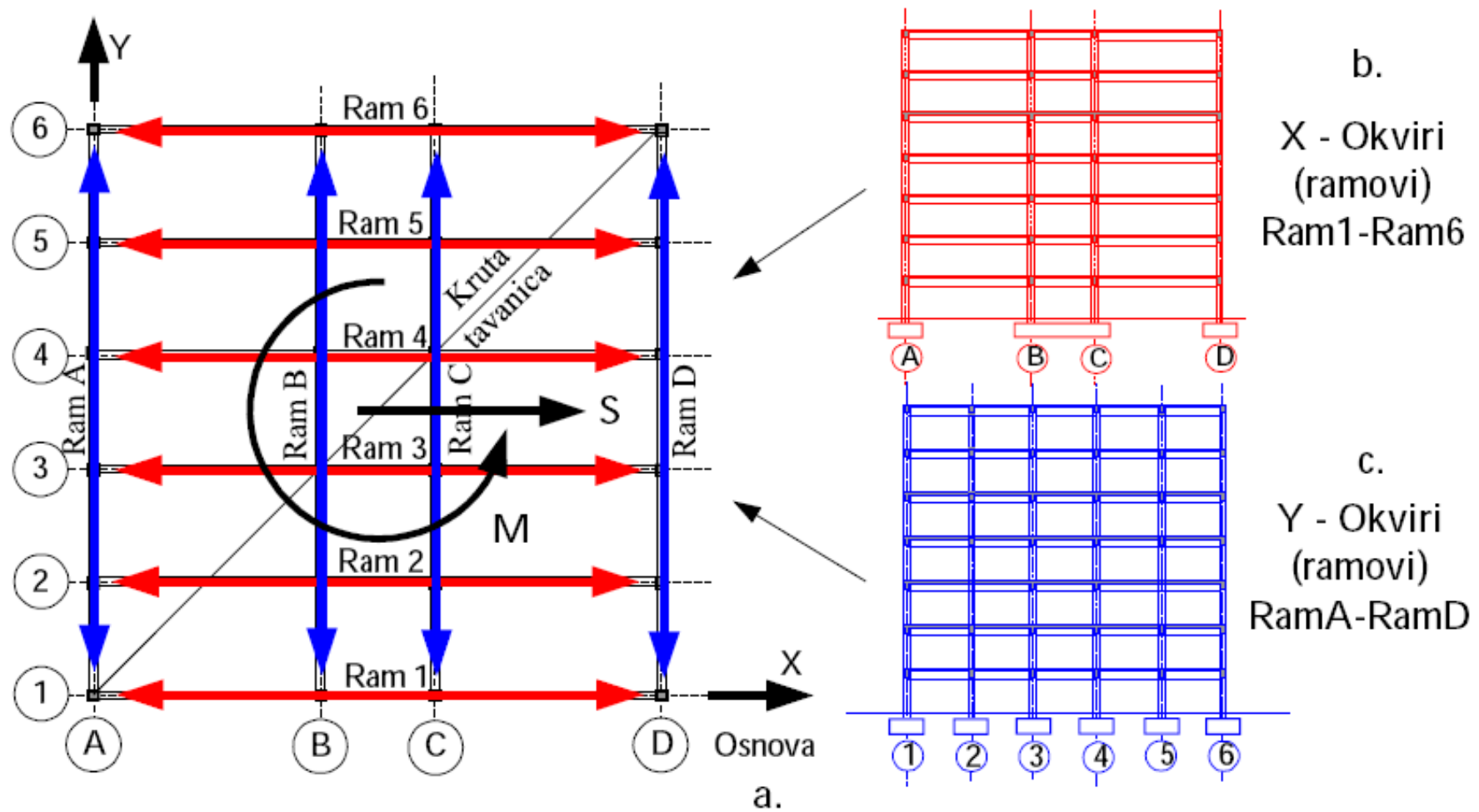
Za konstrukcije tavanica se pretpostavlja da su dovoljno krute u svojoj ravni, tako da se za dinamički model konstrukcije može usvojiti konzola sa sedam masa koncentrisanih u nivou tavanica. Zanemarujući vertikalna pomeranja i rotacije masa, dinamički model ima sedam stepeni slobode- horizontalnih pomeranja spratova.

Konstrukcijskim merama poželjno je obezbediti da se pri dejstvu zemljotresa „plastični mehanizam konstrukcije“ oformi pojavom plastičnih zglobova samo u gredama i uklještenju stubova, slika 2.2. U svakom slučaju, pojava „fleksibilnog sprata“ nije dozvoljena.

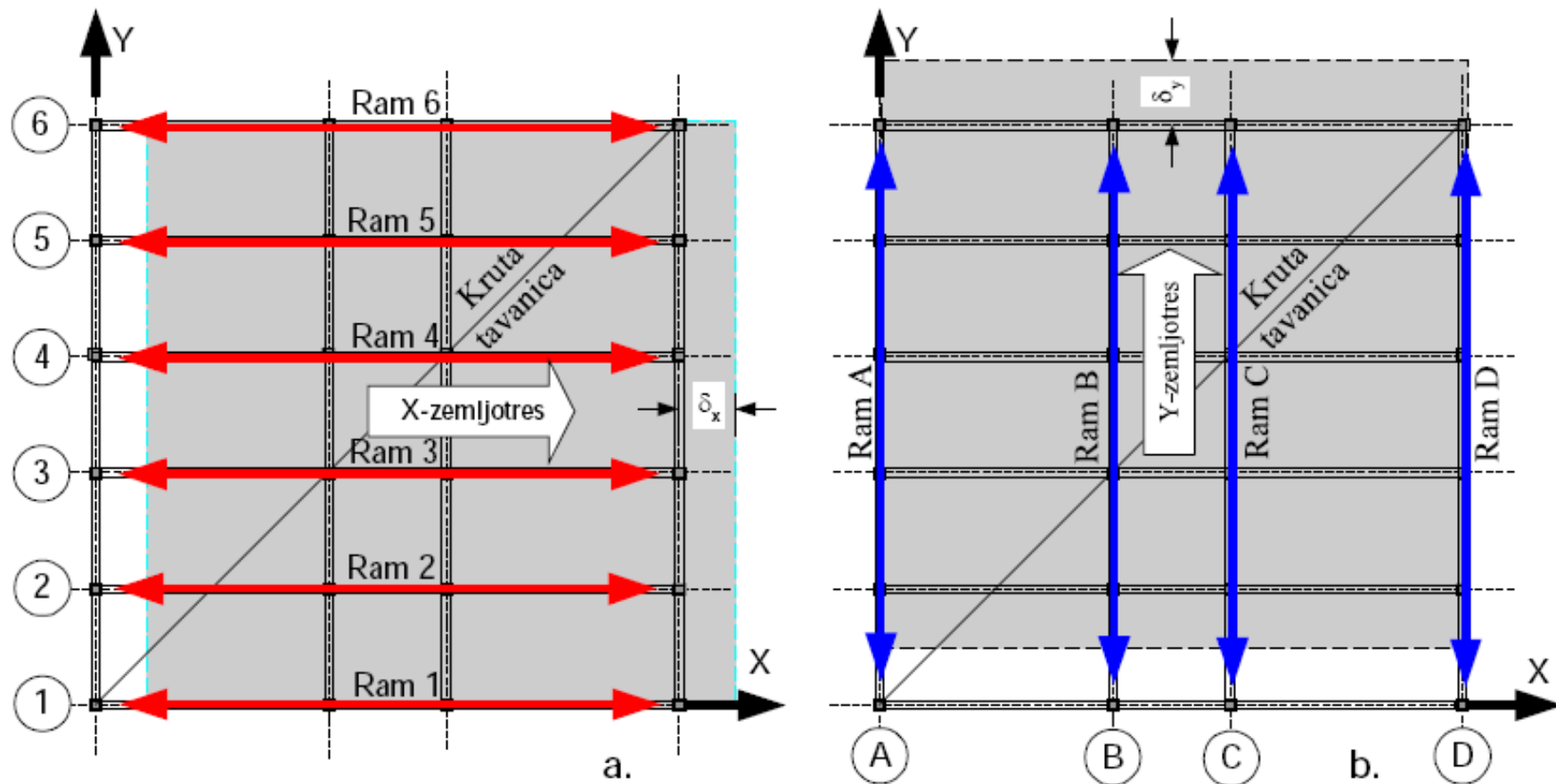
Proračunski model konstrukcije



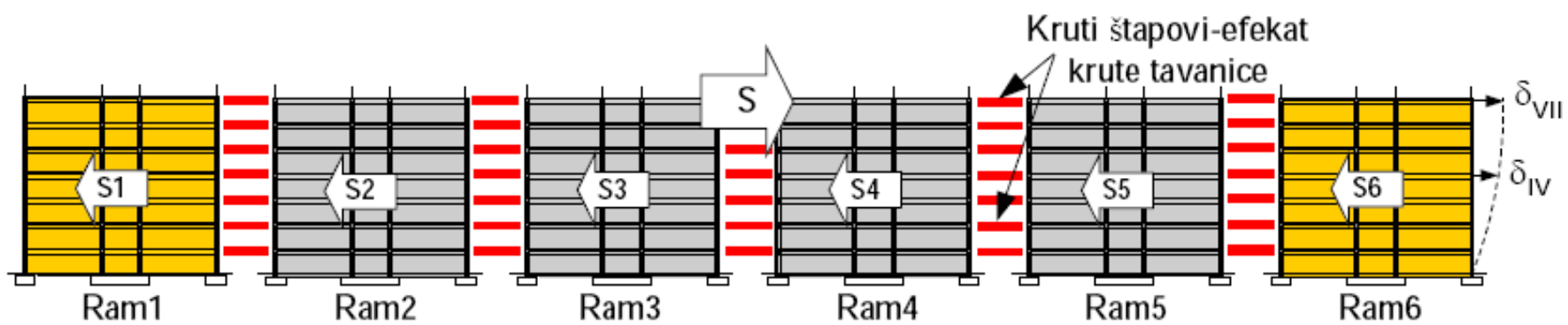
Slika 2.3 - Proračunski modeli: a) kompletan trodimenzionalan model konstrukcije, metoda konačnih elemenata (program TOWER- „Radimpex“ Beograd /6/.); b) podkonstrukcija okvira u osi 4 za analizu uticaja gravitacionih i seizmičkih dejstava; c) „spratni model“ sa modeliranjem i krutosti stubova; d.) „lokalni model“ - za proračun grede okvira;



Slika 2.4 - Kvazi-trodimenzionalni dinamički model konstrukcije

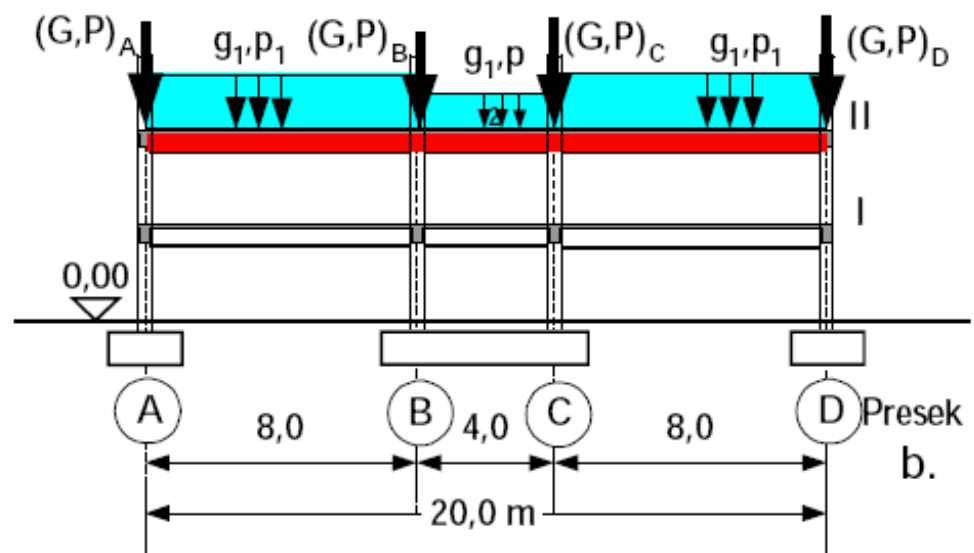
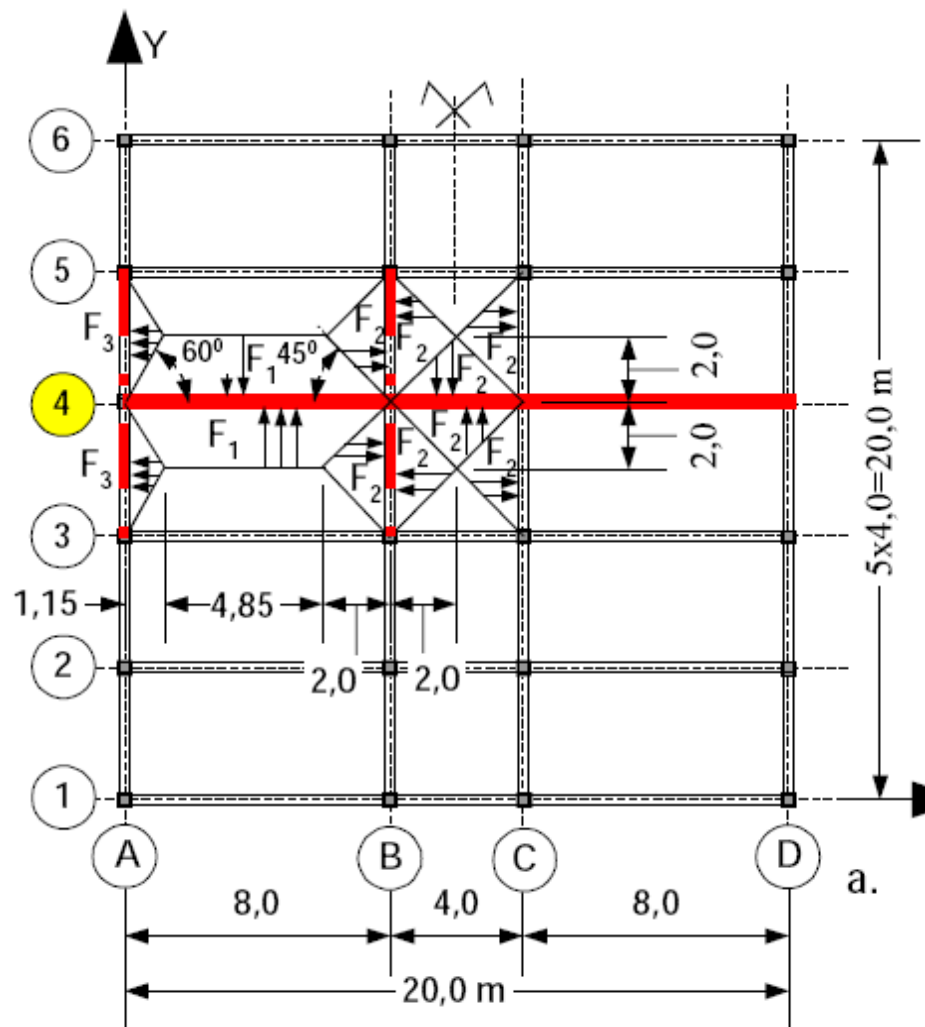


Slika 2.5 - Proračunski modeli simetrične konstrukcije sa zanemarljivim efektima torzije (centar mase i centar krutosti se poklapaju). Dejstvo zemljotresa izaziva samo pomeranje u jednom pravcu- translaciju δ_x , odnosno δ_y



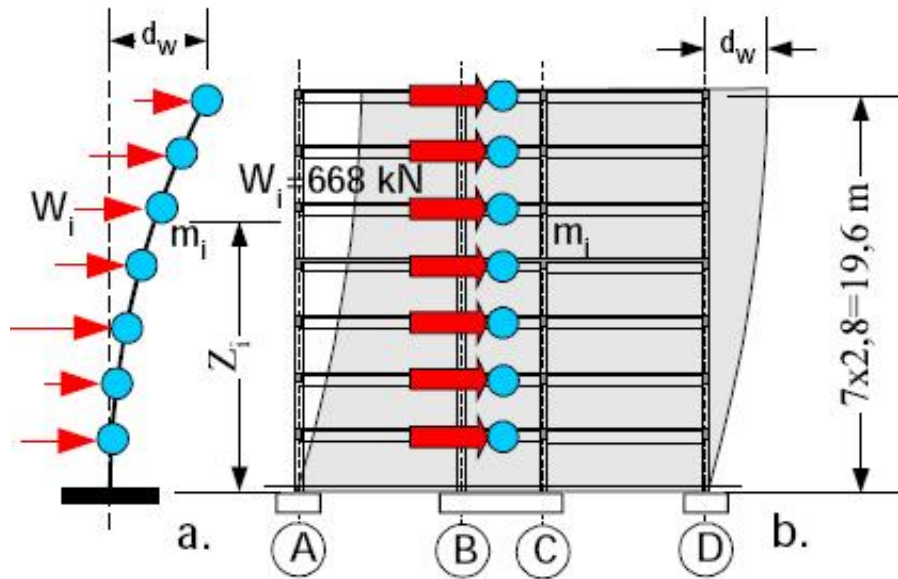
Slika 2.6 - Niz okvira u ravni za analizu uticaja zemljotresa u X-pravcu

Analiza gravitacionog opterećenja



Slika 2.7 - Analiza opterećenja tipske grede u osi 4

Analiza seizmičkog opterećenja (okvir R4)



Pripadajuća težina jednog okvira

$$W_i = (G + P/2)/6 = 4007,8/6 = 668,0 \text{ kN/spratu}$$

$$T \sim 2\sqrt{d_w}$$

Pomeranje d_w sračunato na računaru

$$S = K \times W$$

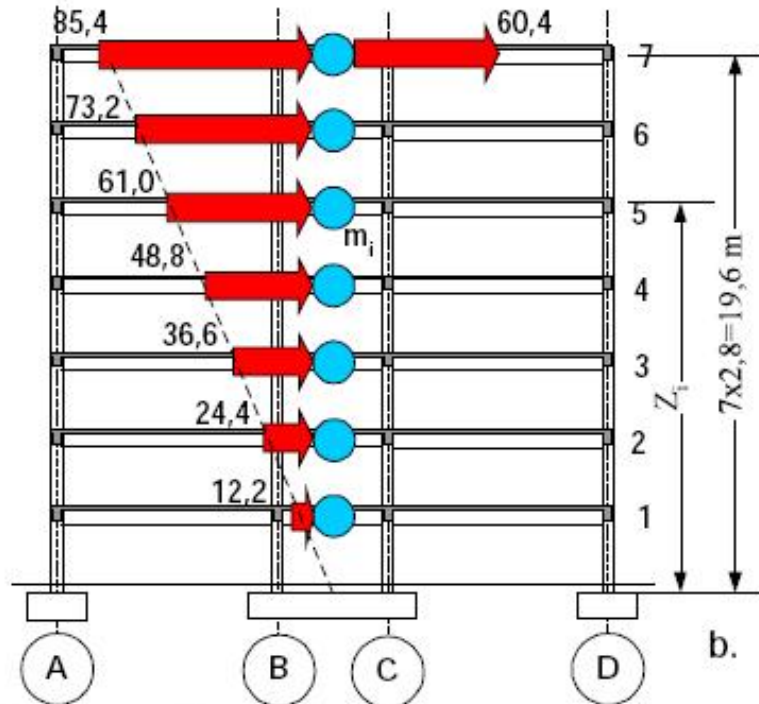
Seizmička sila po spratovima

S obzirom da objekat ima više od pet etaža, prema Yu81 /1/ 85% ukupnog opterećenja S raspoređuje se po tavanicama prema relaciji

$$S_i = S \frac{W_i \times Z_i}{\sum_{j=1}^7 W_j \times Z_j}$$

dok se 15% S postavlja na nivo poslednje tavanice.

Tabelarni proračun - primer

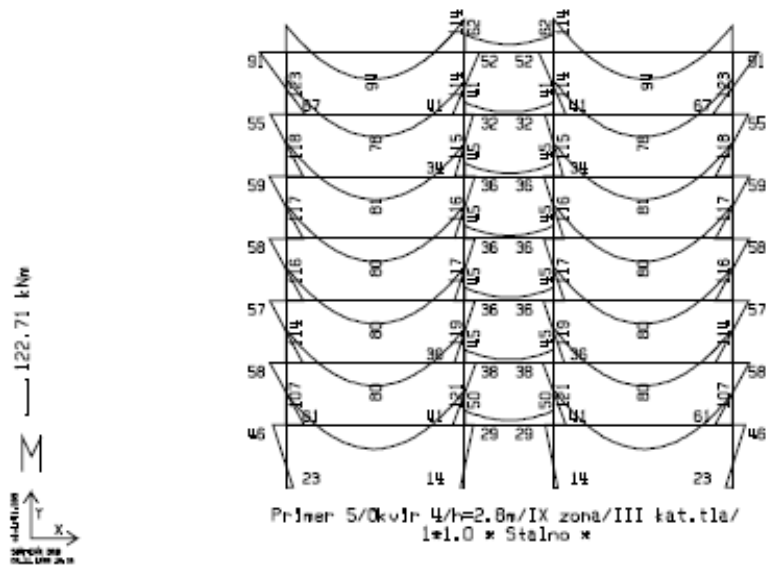


Slika 2.9 - Raspodela ukupnog seizmičkog opterećenja

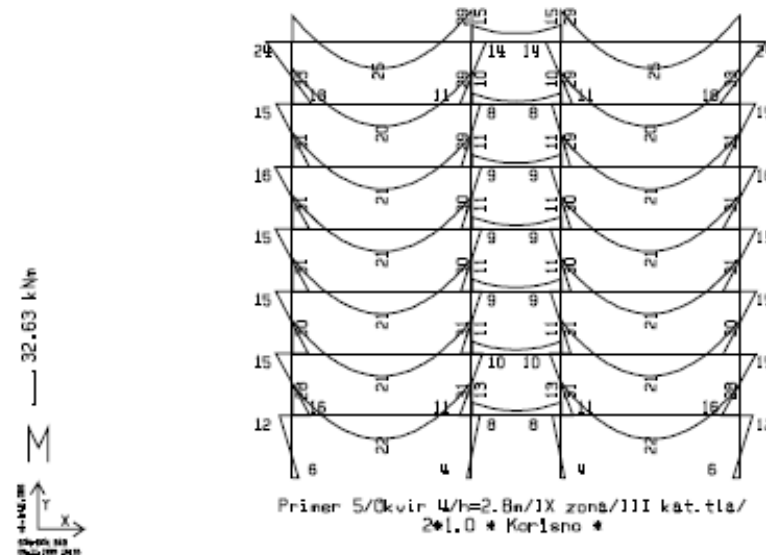
Tabela 2.1

Nivo	Z_i	W_i	$W_i Z_i$	$0,85 S \frac{W_i \times Z_i}{\sum W_j \times Z_j}$
	m	kN	kNm	
7	19.6	668	13092.8	85.4
6	16.8	668	11222.4	73.2
5	14.0	668	9352.0	61.0
4	11.2	668	7481.6	48.8
3	8.4	668	5611.2	36.6
2	5.6	668	3740.8	24.4
1	2.8	668	1870.4	12.2
$\sum W_j \times Z_j =$			52371.2	($\Sigma = 341.6$ kN)

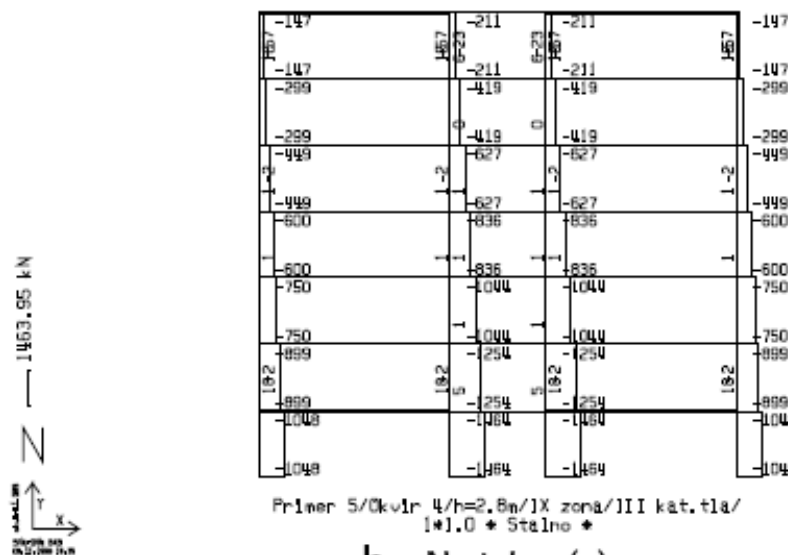
Statički proračun (primer: proračun programom SAN)



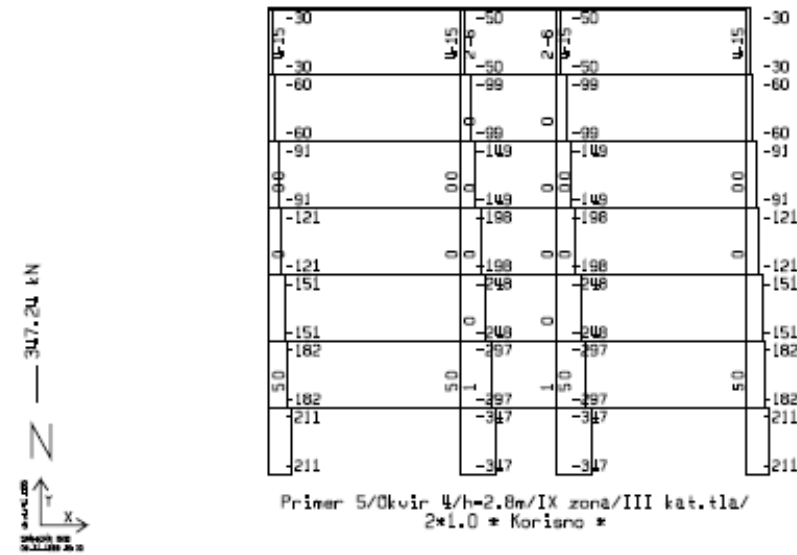
a. M-stalno (g)



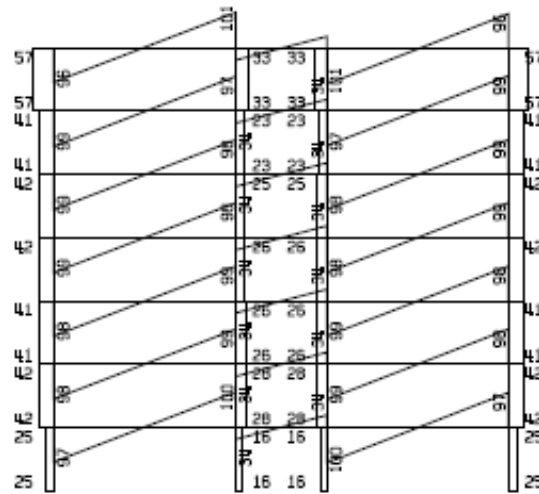
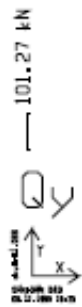
d. M-korisno (p)



b. N-stalno (g)

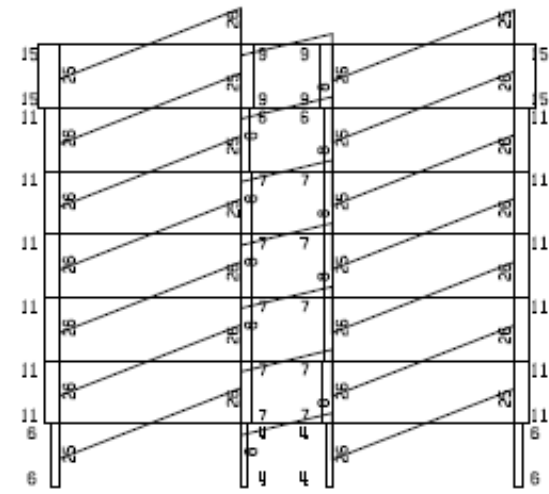
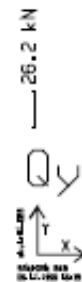


e. N-korisno (p)



Primer 5/Okvir 4/h=2.8m/IX zona/III kat.tla/
1x1.0 * Stalno *

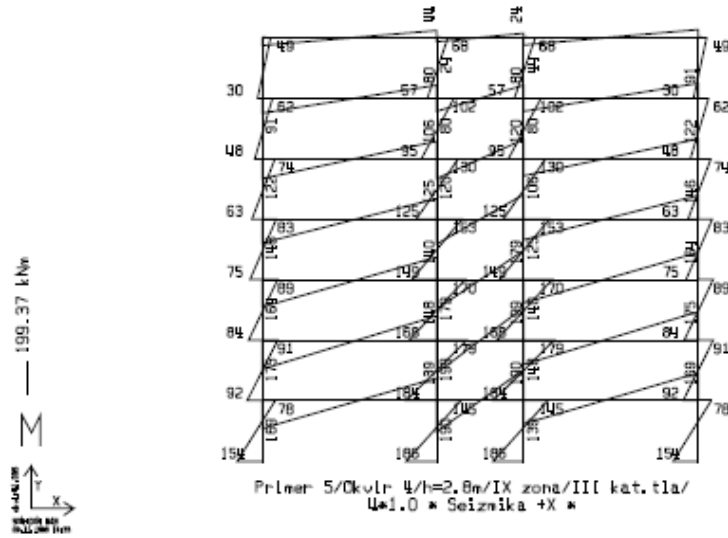
c. Q-stalno (g)



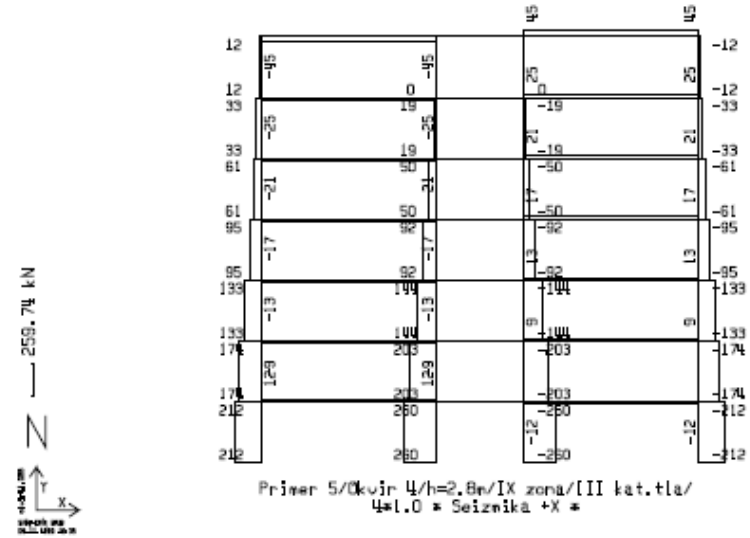
Primer 5/Okvir 4/h=2.8m/IX zona/III kat.tla/
2x1.0 * Korisno *

f. Q-korisno (p)

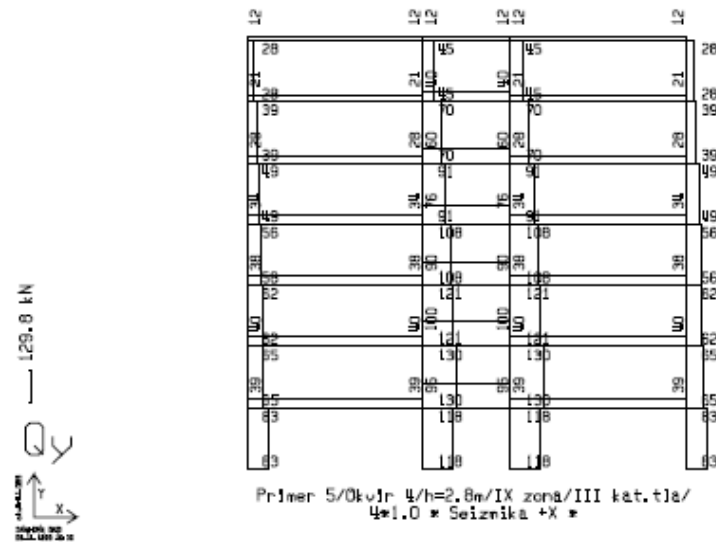
Uticaji od zemljotresa



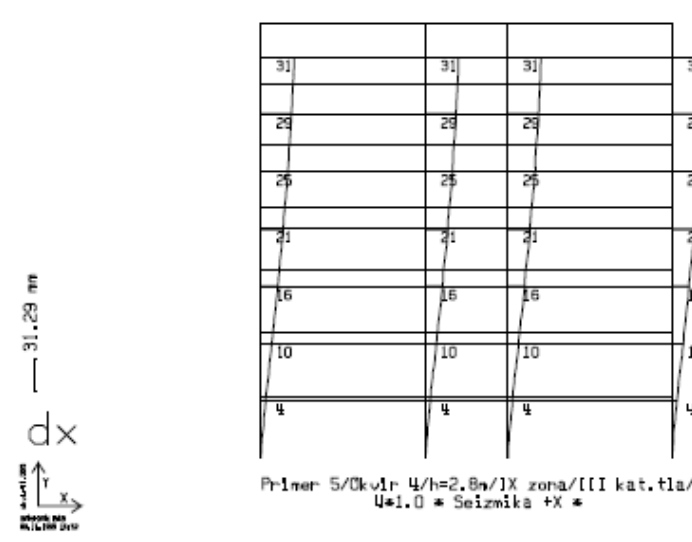
a. M-seizmika x (S_x)



b. N-seizmika x (S_x)

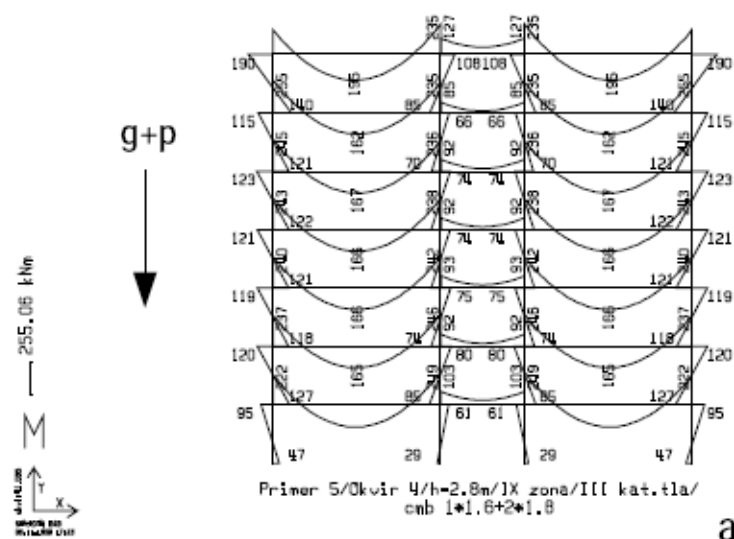


c. Q-seizmika x (S_x)

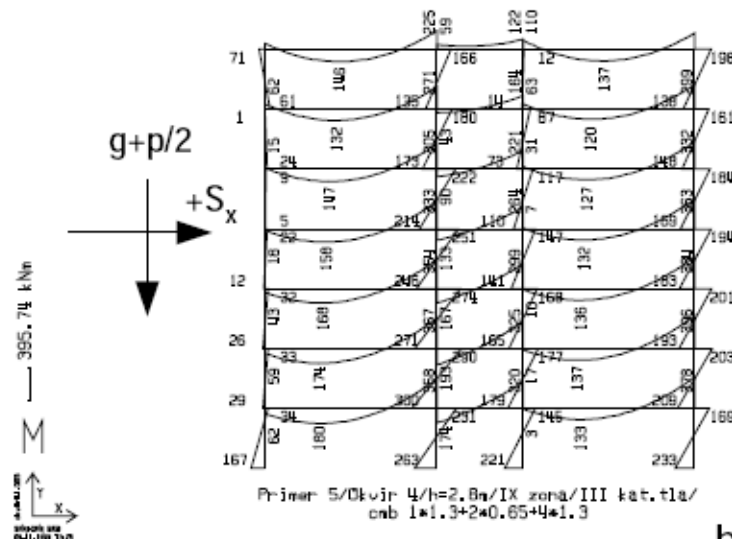


d. d_x -seizmika x (S_x)

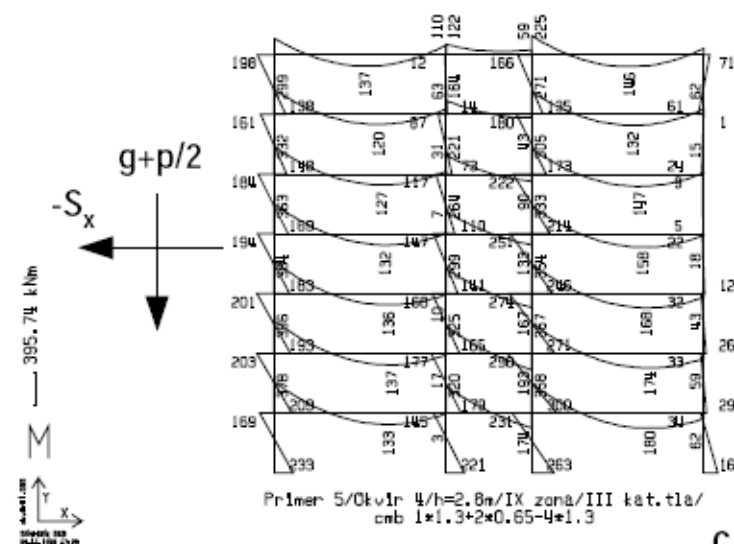
Momenti savijanja - kombinacija



a.



b.

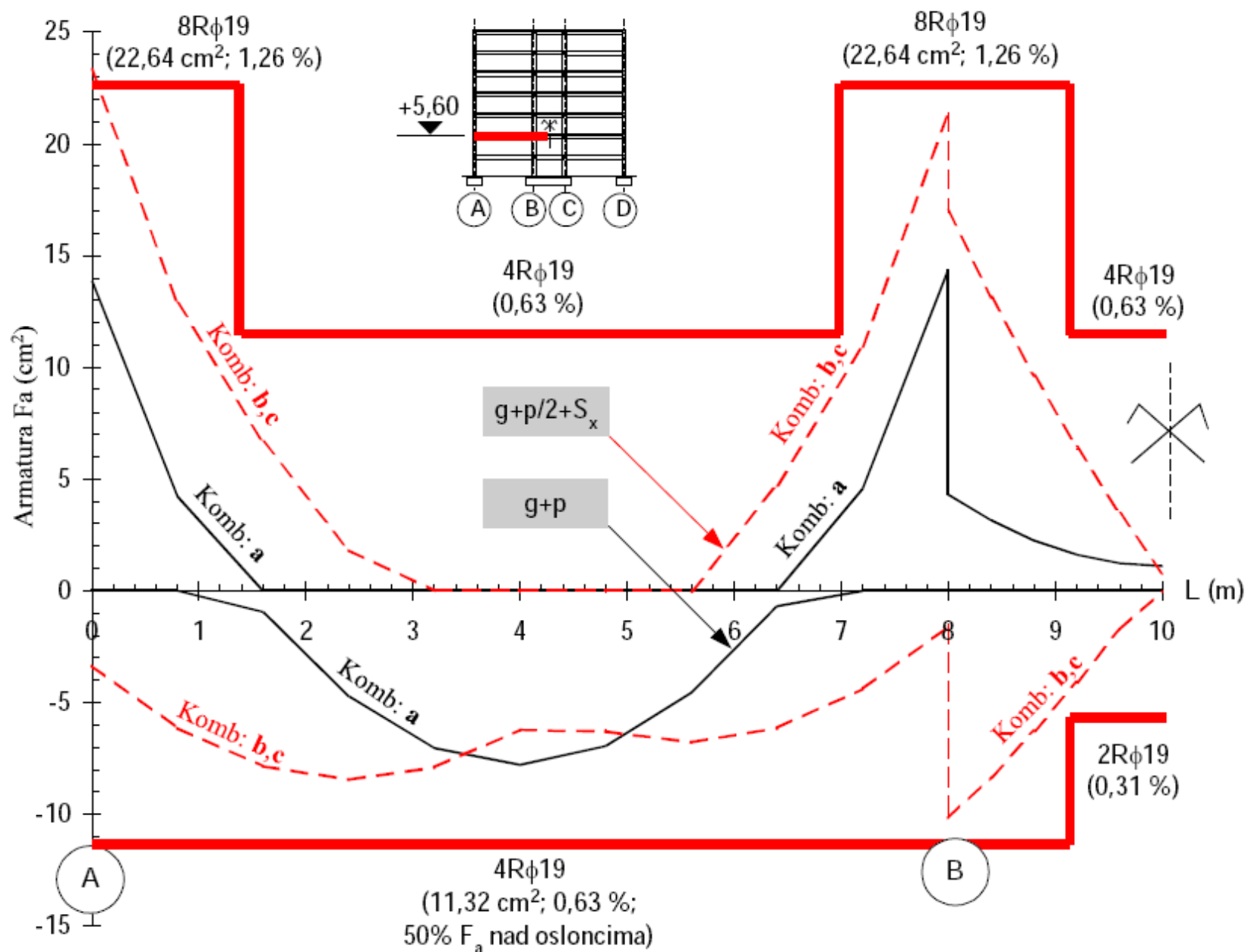


c.

Slika 2.12 - Momenti savijanja usled kombinacije dejstava:

- a.) stalno x 1,6 + korisno x 1,8
- b.) stalno x 1,3 + 1/2 korisno x 1,3 + seizmika x 1,3
- c.) stalno x 1,3 + 1/2 korisno x 1,3 - seizmika x 1,3

Dimenzionisanje grede na savijanje



- minimalni procenat armiranja greda je 0,2%;
- za maksimalni procenat armiranja usvojeno je 1,6% (BAB i Yu81 ne definišu ovu vrednost);
- pritisnuta armatura u zoni oslonca grede mora biti najmanje jednaka 50% zategnute armature u istom preseku ($\mu' \geq 0,5\mu$), radi obezbeđenja zahtevane duktilnosti preseka greda u zoni potencijalnih plastičnih zglobova - uz stubove.

Kontrola pomeranja konstrukcije

$$d < H/600$$

Kontrola aksijalnog opterećenja stubova

$$\sigma_0 / \beta_B \leq 0,35 \quad \text{gde je } \sigma_0 = N/F; \beta_B = 0,7 \beta_k$$

Dimenzionisanje grede na smicanje

$max Q_u = 204,6 \text{ kN}$ - oslonac u osama B,C
 $b/d = 30/60$; $a \approx 4,5 \text{ cm} \rightarrow h \approx 60 - 4,5 = 55,5 \text{ cm}$

MB 40; $\tau_r = 1,3 \text{ MPa}$

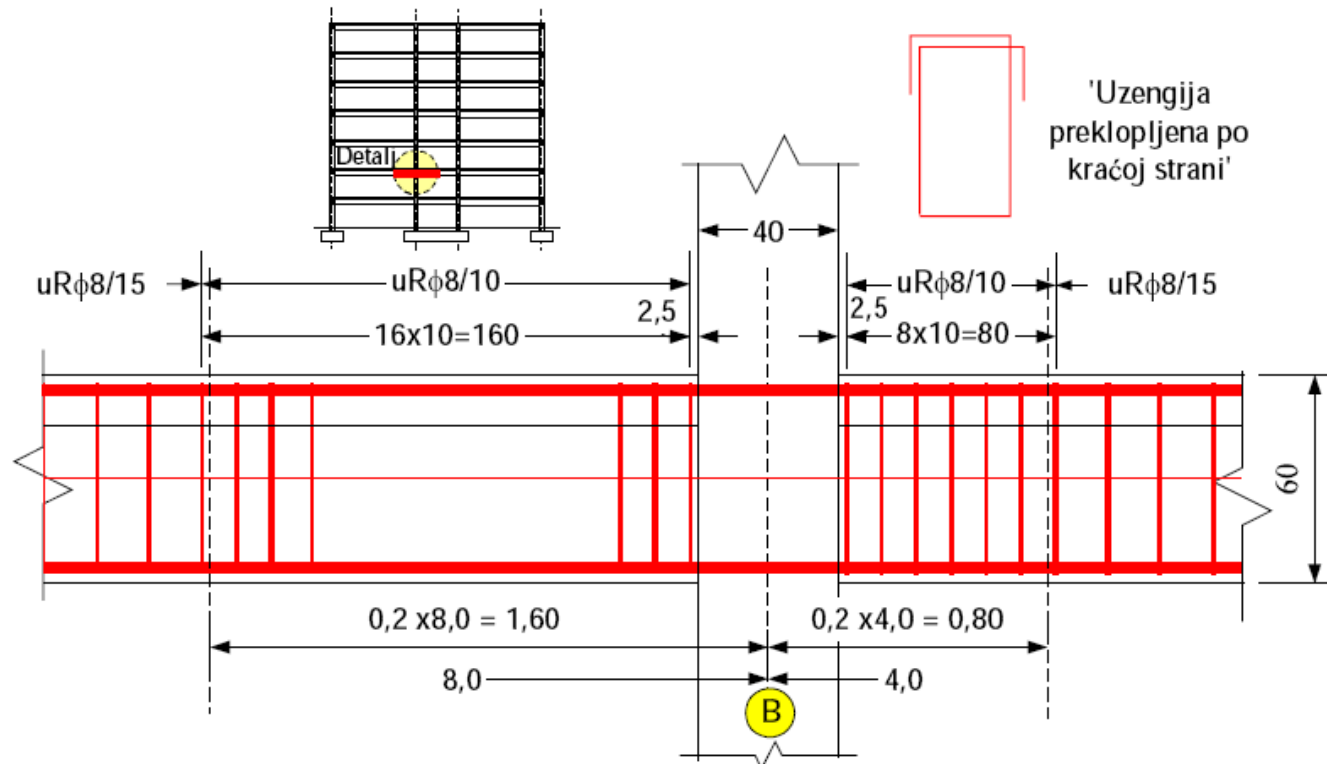
$\tau_n = Q_u / (bz) = 204,6 / (30 \times 0,9 \times 55,5) = 0,137 \text{ kN/cm}^2 = 1,37 \text{ MPa} \approx \tau_r = 1,3 \text{ MPa}$

Usvaja se minimalni procenat armiranja uzengijama. Prema BAB-u, član 94, minimalni procenat armiranja uzengijama iznosi

$$\min \mu_u = \frac{mf_u}{bs} 100 \geq 0,2\%$$

Za dvosečne uzengije ($m=2$) RØ8 ($f_u = 0,5 \text{ cm}^2$), na razmaku $s = 15 \text{ cm}$

$$\mu_u = 2 \times 0,5 \times 100 / (30 \times 15) = 0,22\% > 0,2\%$$



Dimenzionisanje stuba na savijanje

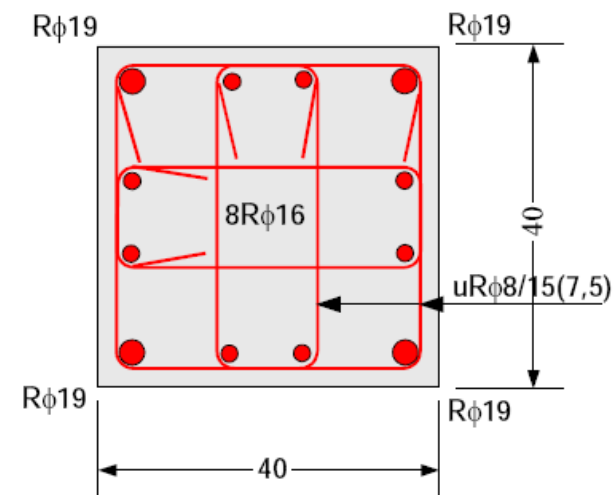
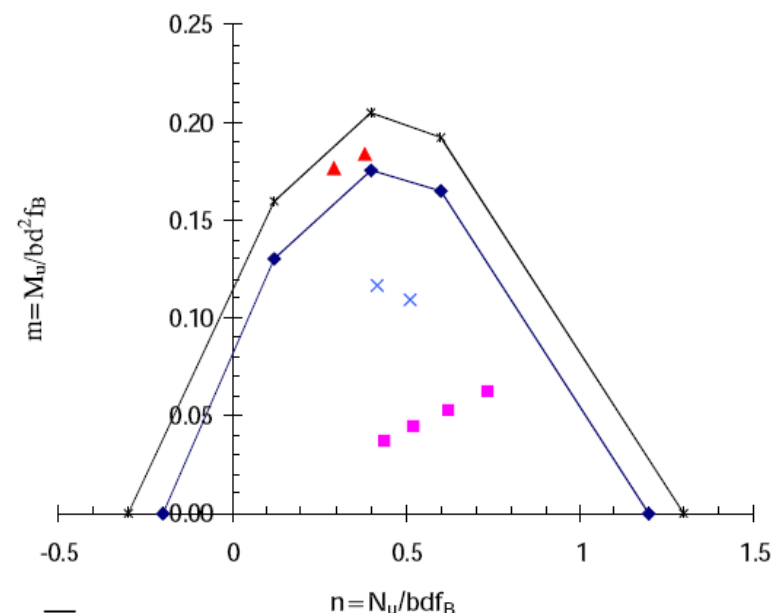
$$\bar{\mu} = 0,2 \text{ i } 0,3$$

Širina preseka b(cm)= 40 f_B (MPa) = 25.5
 Visina preseka d(cm)= 40 σ_{02} (MPa) = 400

Slučaj	Osnovno opt.	M	N		
		kNm	kN	n	m
g	Stalno	41	1254		
p	Povremeno	11	297		
ZX	Zemljotres u X-pravcu	184	-203		
Kombinacija				n	m
1	1,6g + 1,8p	85.4	2541.0	0.623	0.052
2	(1,9g + 2,1p)	101.0	3006.3	0.737	0.062
3	1,0g + 1,8p	60.8	1788.6	0.438	0.037
4	(1,2g + 2,1p)	72.3	2128.5	0.522	0.044
5	1,3g+1,3p/2+1,3ZX	299.7	1559.4	0.382	0.184
6	1,3g+1,3p/2-1,3ZX	-178.8	2087.2	0.512	0.110
7	1,0g+1,3p/2+1,3ZX	287.4	1183.2	0.290	0.176
8	1,0g+1,3p/2-1,3ZX	-191.1	1711.0	0.419	0.117

Dijagram interakcije - pravo savijanje (Broj 139 /3/)

n	-0.2	0.12	0.4	0.6	1.2
m ($\bar{\mu}=0,20$)	0	0.13	0.175	0.165	0
n	-0.3	0.12	0.4	0.6	1.3
m ($\bar{\mu}=0,30$)	0	0.16	0.205	0.192	0



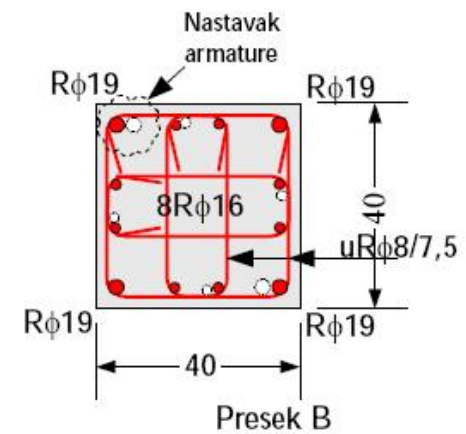
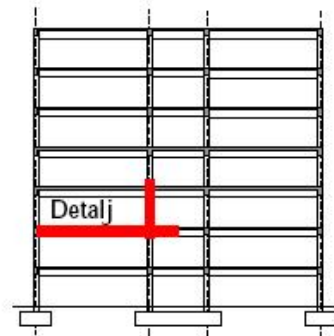
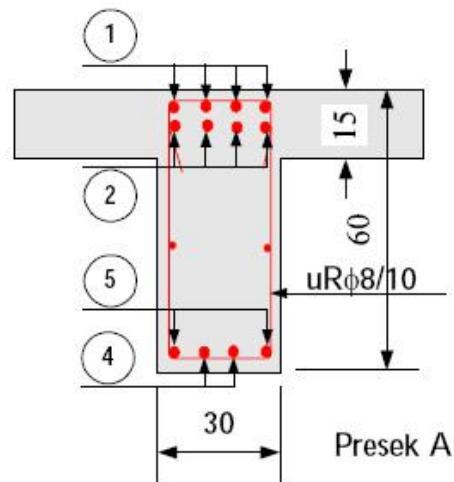
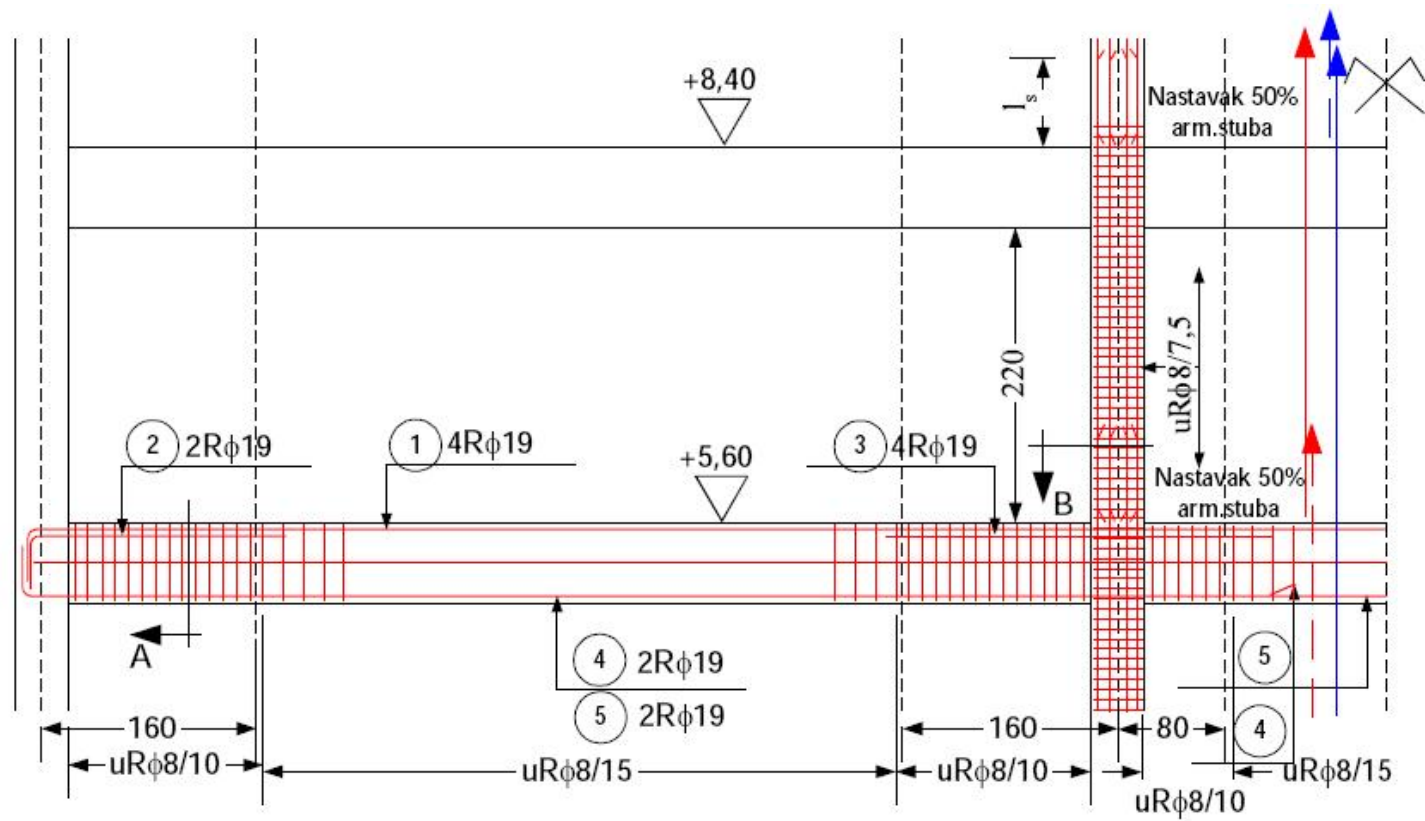
Dimenzionisanje stuba na smicanje

$$\begin{aligned}Q_u &= 1,3Q_g + 1,3Q_p + 1,3Q_s \\ &= 1,3 \times 28 + 1,3 \times 7/2 + 1,3 \times 130 = 214,5 \text{ kN} \\ b/d &= 40/40 \quad a = 4,5 \text{ cm} \quad h = 40 - 4,5 = 35,5 \text{ cm} \\ \tau_n &= Q_u / (0,9bz) = 214,5 / (0,9 \times 35,5 \times 40) = 0,17 \text{ kN/cm}^2 = 1,7 \text{ MPa} \quad > \tau_r = 1,3 \text{ MPa} \\ & \quad < 3\tau_r = 3,9 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$mf_u \sigma_v z / s = 4 \times 0,50 \times 40 \times 0,9 \times 35,5 / 7,5 = 340,8 \text{ kN} > Q_u = 214 \text{ kN}$$

Nosivost uzengija je veća od granične transverzalne sile, i bez sadejstva betona, ali treba imati u vidu da je količina uzengija kod stubova prvenstveno posledica zahteva za utezanjem preseka betona.

Shema armiranja



ILUSTRACIJE PONAŠANJA RAMOVSKIH KONSTRUKCIJA PRI ZEMLJOTRESU



Slika 2.20 - *Velika oštećenja ramovske konstrukcije (Turska 1999.)*



Slika 2.21 - *Kolaps montažne ramovske konstrukcije (Spitak-Jermenija 1988.)*



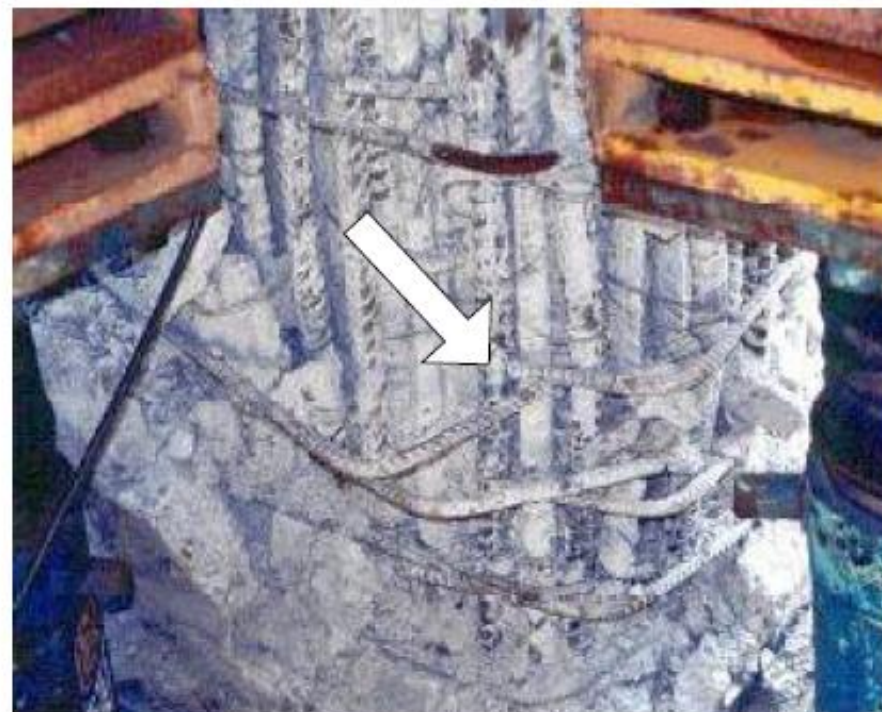
Slika 2.22 - Velika oštećenja-lom ramovske konstrukcije (Turska 1999.)



Slika 2.23 - Praktično neoštećena ramovska konstrukcija u izgradnji (Turska 1999.)



Slika 2.24 - Lom čvorova i greda ramovske konstrukcije (Tajvan 1999.)



Slika 2.25 - Otvaranje uzengija neusidrenih u masu jezgra stuba (kuke pod 90°)