

БЕТОНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ II

СЕМЕСТРАЛНИ РАД ЛИСТ 2

Студент	Број индекса	Податке дао

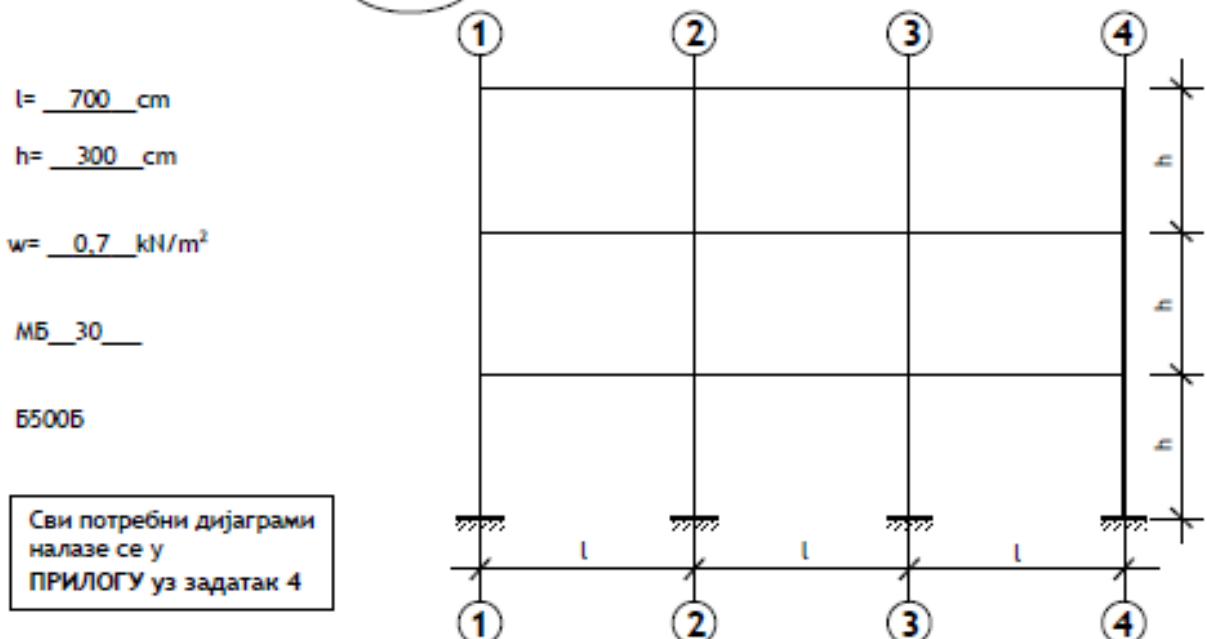
Задатак 4.1 АБ рам - померљивост; АБ стубови - дужина извијања, виткост

Дати АБ рам је део просторне оквирне конструкције.

АБ рамови се налазе на међусобном осовинском растојању $L = 690$ cm. За један средњи АБ рам:

- усвојити димензије попречног пресека АБ стубова и АБ греда,
- извршити анализу вертикалног и хоризонталног оптерећења,
- извршити класификацију конструкције према осетљивости на хоризонтална померања,
- срачунати дужину извијања (ефективну дужину) АБ стубова у оси 1 2 (3) 4,
- срачунати виткост стубова у задатој оси.

Агресивност средине је: слаба, средња, јака.



Задатак 4.2 АБ стубови - димензионисање у области "средње" виткости

АБ стубове у задатој оси димензионисати као елементе у области "средње" виткости.

НАПОМЕНА: Уколико се АБ стубови у задатој оси налазе у области "мале" или "велике" виткости, усвојити димензије попречног пресека из услова $25 \leq \lambda \leq 75$.

План арматуре нацртати у размери 1:25 (подужни пресек) и 1:10 (попечни пресеци).

Задатак 4.3 АБ стубови - димензионисање у области "велике" виткости

АБ стубове у задатој оси димензионисати као елементе у области "велике" виткости.

НАПОМЕНА: Уколико се АБ стубови у задатој оси налазе у области "мале" или "средње" виткости, усвојити димензије попречног пресека из услова $75 \leq \lambda \leq 140$.

План арматуре нацртати у размери 1:25 (подужни пресек) и 1:10 (попечни пресеци).

Задатак 4.1

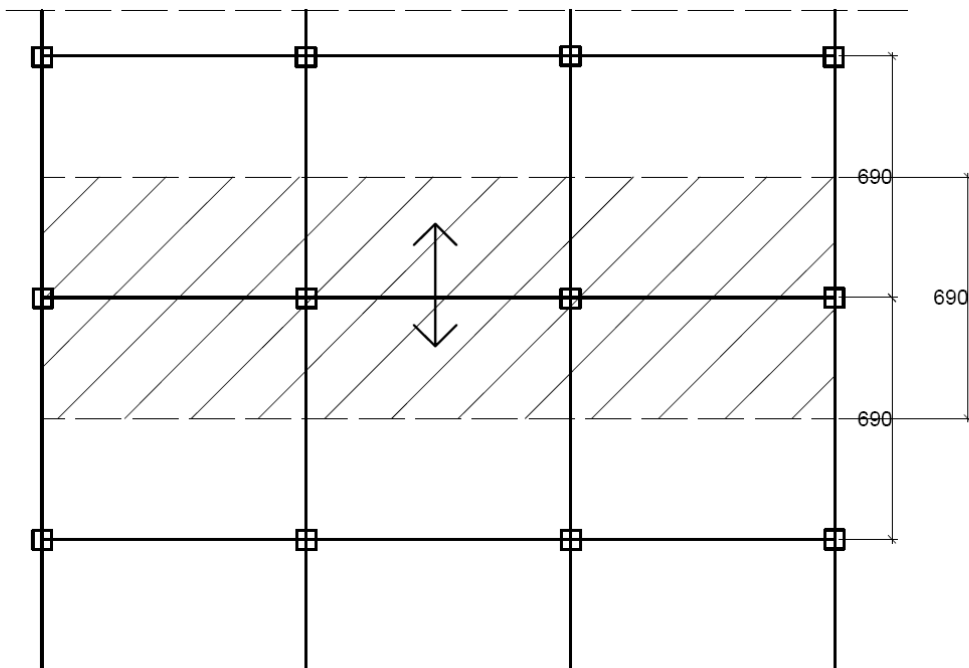
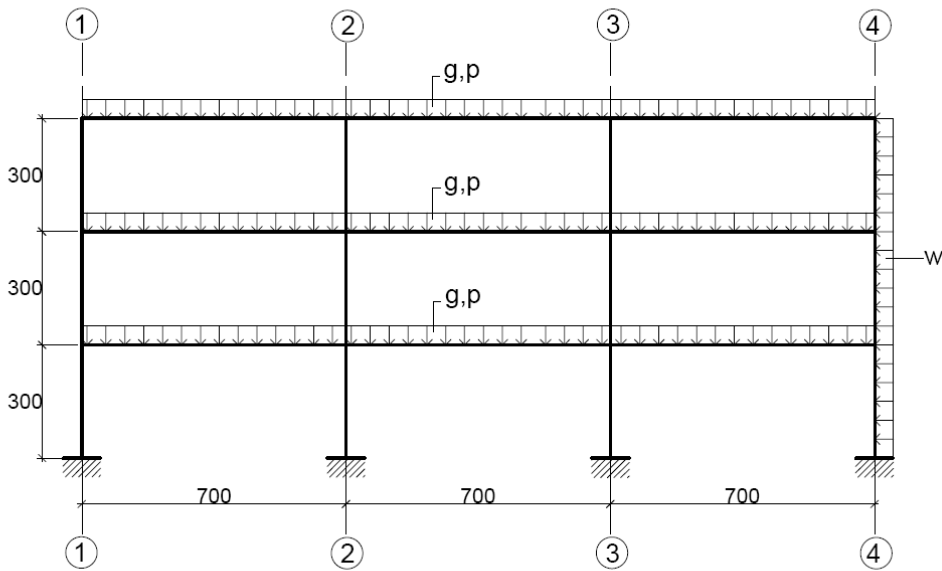
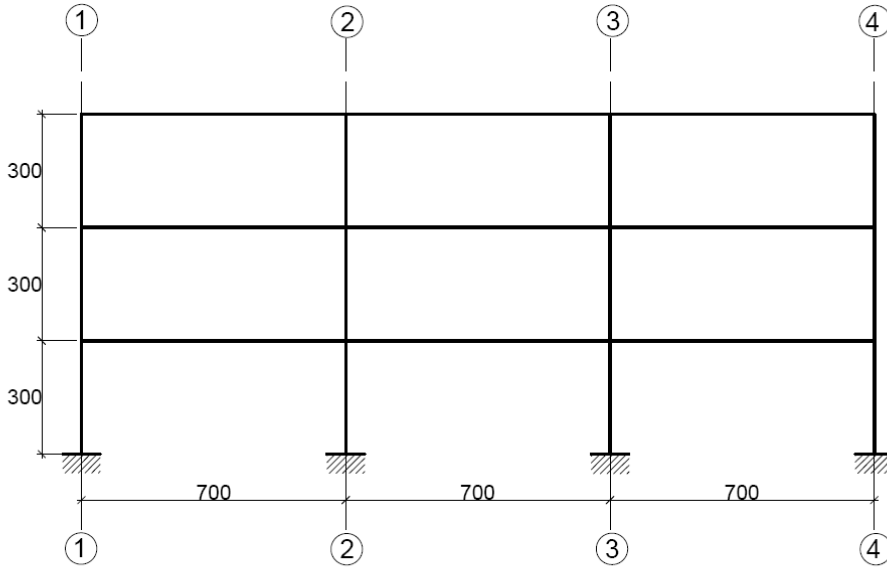
L=690cm

MВ30

B500B

Аресивност средине:
средња

w=0.7 kN/m²



1) Усвајање димензија попречног пресека АБ стубова и греде

- ПЛОЧА

Дебљина плоче типског спрата

$$d = \frac{L}{35} = \frac{690}{35} = 19,71 \text{ cm} \Rightarrow \text{усвајам } d = 20 \text{ cm}$$

2) Анализа оптерећења

Анализа оптерећења за плочу типског спрата

-стално оптерећење

слој	запреминска тежина kN/m ³	дебљина m	g' kN/m ²
храстов паркет	8	0,025	0,2
блиндит	18	0,025	0,45
мршав бетон	22	0,04	0,88
АБ конструкција	25	d = 0,2 m	5
плафон	19	0,015	0,285
		Σ g'	6,815

- повремено (корисно) оптерећење

$$p_p = 2,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- Греда

Димензија греде

$$d = \frac{l}{10 \div 15} = \frac{l}{12}$$

$$d = \frac{l}{12} = \frac{700}{12} = 58,33 \Rightarrow \text{усвајам } d = 60 \text{ cm}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$

Сопствена тежина греде:

$$g_{gr} = b \cdot d \cdot \gamma_{ab} = 0,3 \cdot 0,6 \cdot 25 = 4,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g'_{ts} = g' \cdot L = 6,815 \cdot 6,90 = 47,023 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Укупно стално оптерећење на греду:

$$g_{ts} = g'_{ts} + g_{gr} = 47,023 + 4,5 = 51,523 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Укупно повремено(корисно) оптерећење на греду:

$$p_{ts} = p_p \cdot L = 1,5 \cdot 6,90 = 10,35 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- **СТУБОВИ**

- димензија стуба

$$\frac{\sigma_0}{0,7 \cdot f_{bk}} \leq 0,35$$

$$\sigma_0 = \frac{N_q}{A_b} = \frac{N_g + N_p}{A_b}$$

Нормална сила у стубу од експлоатационог оптерећења:

$$N_{qts} = (g_{ts} + p_{ts}) \cdot l = (51,523 + 10,35) \cdot 7,0 = 433,111 \text{ kN}$$

$$N_q = 3 \cdot N_{qts} = 3 \cdot 433,111 = 1299,333 \text{ kN}$$

$$\frac{\frac{N_q}{A_b}}{0,7 \cdot f_{bk}} \leq 0,35$$

$$A_b \geq \frac{N_q}{0,35 \cdot 0,7 \cdot f_{bk}} = \frac{1299,333}{0,35 \cdot 0,7 \cdot 3,0} = 1767,8 \text{ cm}^2$$

$$b = \sqrt{A_b} = \sqrt{1767,8} = 42,04 \text{ cm} \Rightarrow \text{усвајам } b = 45 \text{ cm}$$

Сопствена тежина стуба:

$$g_s = b^2 \cdot H \cdot \gamma_{ab} = 0,45^2 \cdot 25 = 5,06 \text{ kN/m}$$

***Дејство ветра**

$$W = W' \cdot L = 0,7 \cdot 6,9 = 4,83 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

*Сеизмичка анализа

- сеизмичке масе

$$m_1 = g_{ts} \cdot 7,0 \cdot 3 + 0,5 \cdot p_{ts} \cdot 7,0 \cdot 3 + 4 \cdot 3,0 \cdot g_s = 1251,378 \text{ kN}$$

$$m_2 = g_{ts} \cdot 7,0 \cdot 3 + 0,5 \cdot p_{ts} \cdot 7,0 \cdot 3 + 4 \cdot 3,0 \cdot g_s = 1251,378 \text{ kN}$$

$$m_3 = g_{ts} \cdot 7,0 \cdot 3 + 0,5 \cdot p_{ts} \cdot 7,0 \cdot 3 + 4 \cdot 1,5 \cdot g_s = 1221,018 \text{ kN}$$

- укупна хоризонтална сеизмичка сила

$$S = k \cdot G$$

Укупна тежина објекта према члану 19. (Правилник о техничким нормативима за изградњу објеката високоградње у сеизмичким подручјима):

$$G = \sum m = m_1 + m_2 + m_3 = 3723,774 \text{ kN}$$

Укупни сеизмички коефицијент за хоризонтални правац:

$$k = k_0 \cdot k_s \cdot k_d \cdot k_p$$

$$k_0 = 1,0 \text{ - коефицијент категорије објекта}$$

$$k_d = 1,0 \text{ - коефицијент сеизмичког интензитета}$$

$$k_s = 0,05 \text{ (VIII zona) - коефицијент динамичности}$$

$$k_p = 1,0 \text{ - коефицијент дуктилитета и пригушења}$$

$$k = 1,0 \cdot 0,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0$$

$$k = 0,05$$

$$S = k \cdot G = 0,05 \cdot 3723,774 = 186,187 \text{ kN}$$

- распоред сеизмичких сила

$$S_i = S \cdot \frac{G_i \cdot H_i}{\sum G_i \cdot H_i}$$

$$S_1 = S \cdot \frac{G_1 \cdot H_1}{G_1 \cdot H_1 + G_2 \cdot H_2 + G_3 \cdot H_3} = 186,187 \cdot \frac{1251,378 \cdot 3}{1251,378 \cdot 3 + 1251,378 \cdot 6 + 1221,018 \cdot 9} = 31,41 \text{ kN}$$

$$S_2 = S \cdot \frac{G_2 \cdot H_2}{G_1 \cdot H_1 + G_2 \cdot H_2 + G_3 \cdot H_3} = 186,187 \cdot \frac{1251,378 \cdot 6}{1251,378 \cdot 3 + 1251,378 \cdot 6 + 1221,018 \cdot 9} = 62,82 \text{ kN}$$

$$S_3 = S \cdot \frac{G_3 \cdot H_3}{G_1 \cdot H_1 + G_2 \cdot H_2 + G_3 \cdot H_3} = 186,187 \cdot \frac{1221,018 \cdot 9}{1251,378 \cdot 3 + 1251,378 \cdot 6 + 1221,018 \cdot 9} = 91,95 \text{ kN}$$

3) Класификација конструкције према осетљивости на хоризонтална померања

Конструкција се може сматрати практично непомерљивом уколико је испуњено:

$$H \cdot \sqrt{\frac{\sum Q}{\sum E_b \cdot I_b}} \leq 0,2 + 0,1 \cdot n, n \leq 3$$

$$H \cdot \sqrt{\frac{\sum Q}{\sum E_b \cdot I_b}} \leq 0,6, n \geq 4$$

Укупан број спратова конструкције:

$$n = 3 \Rightarrow H \cdot \sqrt{\frac{\sum Q}{\sum E_b \cdot I_b}} \leq 0,2 + 0,1 \cdot 3$$

Укупна висина деформабилног померљивог дела конструкције:

$$H = 9 \text{ m}$$

Сума свих вертикалних експлоатационих оптерећења:

$$\sum Q = 3 \cdot (g_{ts} + p_{ts}) \cdot (3 \cdot l) + 4 \cdot 9,0 \cdot g_s$$

$$\sum Q = 3 \cdot (51,523 + 10,35) \cdot (3 \cdot 7) + 4 \cdot 9,0 \cdot 4,83$$

$$\sum Q = 4071,879 \text{ kN}$$

$$E_b = 31,5 \text{ GPa} = 31,5 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 31,5 \cdot 10^6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \text{ (из табеле 8)}$$

$$I_b = \frac{b \cdot d^3}{12} = \frac{0,45 \cdot 0,45^3}{12} = 0,003417188 \text{ m}^4$$

$$\sum E_b \cdot I_b = 4 \cdot E_b \cdot I_b = 4 \cdot 31,5 \cdot 10^6 \cdot 0,003417188 = 430565,625 \text{ kNm}^2$$

$$9 \cdot \sqrt{\frac{4080,279}{430565,625}} \leq 0,5$$

$0,88 \geq 0,5 \Rightarrow$ систем је са померљивим чворовима

4) Дужина извијања (ефективна дужина) АБ стубова у оси „3”

$$h_i = k \cdot h$$

- коефицијент Ψ

$$\Psi = \frac{\sum \left(\frac{E \cdot I}{h} \right)_S}{\sum \left(\frac{E \cdot I}{l} \right)_R}$$

- чворови 3 , 7 , 11 , 15

$$\Psi_3 = 0$$

$$\Psi_7 = \frac{\sum \left(\frac{E \cdot I}{h} \right)_S}{\sum \left(\frac{E \cdot I}{l} \right)_R} = \frac{\left(\frac{E \cdot I}{h} \right)_{3-7} + \left(\frac{E \cdot I}{h} \right)_{7-11}}{\left(\frac{E \cdot I}{l} \right)_{6-7} + \left(\frac{E \cdot I}{l} \right)_{7-8}} = \frac{\frac{107641,406}{3} + \frac{107641,406}{3}}{\frac{170100}{7} + \frac{170100}{7}} = 1,476$$

$$\Psi_{11} = \frac{\sum \left(\frac{E \cdot I}{h} \right)_S}{\sum \left(\frac{E \cdot I}{l} \right)_R} = \frac{\left(\frac{E \cdot I}{h} \right)_{7-11} + \left(\frac{E \cdot I}{h} \right)_{11-15}}{\left(\frac{E \cdot I}{l} \right)_{10-11} + \left(\frac{E \cdot I}{l} \right)_{11-12}} = \frac{\frac{107641,406}{3} + \frac{107641,406}{3}}{\frac{170100}{7} + \frac{170100}{7}} = 1,476$$

$$\Psi_{15} = \frac{\sum \left(\frac{E \cdot I}{h} \right)_S}{\sum \left(\frac{E \cdot I}{l} \right)_R} = \frac{\left(\frac{E \cdot I}{h} \right)_{11-15}}{\left(\frac{E \cdot I}{l} \right)_{14-15} + \left(\frac{E \cdot I}{l} \right)_{15-16}} = \frac{\frac{107641,406}{3}}{\frac{189000}{7} + \frac{189000}{7}} = 0,738$$

$$k = \min \begin{cases} 1,0 + 0,15 \cdot (\Psi_a + \Psi_b) \\ 2,0 + 0,3 \cdot \Psi_{\min} \end{cases}$$

- стуб 3-7

$$k_{3-7} = \min \begin{cases} 1,0 + 0,15 \cdot (0 + 1,476) = 1,221 \\ 2,0 + 0,3 \cdot 0 = 2,0 \end{cases} \Rightarrow k_{3-7} = 1,221$$

$$h_{3-7} = k_{3-7} \cdot h = 1,221 \cdot 3,0 = 3,664 \text{ m}$$

- стуб 7-11

$$k_{7-11} = \min \begin{cases} 1,0 + 0,15 \cdot (1,476 + 1,476) = 1,443 \\ 2,0 + 0,3 \cdot 1,476 = 2,443 \end{cases} \Rightarrow k_{7-11} = 1,443$$

$$h_{7-11} = k_{7-11} \cdot h = 1,443 \cdot 3,0 = 4,328 \text{ m}$$

- стуб 11-15

$$k_{11-15} = \min \begin{cases} 1,0 + 0,15 \cdot (1,476 + 0,738) = 1,332 \\ 2,0 + 0,3 \cdot 0,738 = 2,221 \end{cases} \Rightarrow k_{11-15} = 1,332$$

$$h_{11-15} = k_{11-15} \cdot h = 1,332 \cdot 3,0 = 3,996 \text{ m}$$

5) Виткост АБ стубова у оси „3”

$$\lambda = \frac{h_i}{i}$$

$$\text{за све стубове } i = \sqrt{\frac{I_b}{A_b}} = \sqrt{\frac{0,45^4}{12}} = 0,13 \text{ m}$$

- стуб 3-7

$$\lambda_{3-7} = \frac{h_i}{i} = \frac{3,664}{0,13} = 28,18$$

- стуб 7-11

$$\lambda_{7-11} = \frac{h_i}{i} = \frac{4,328}{0,13} = 33,29$$

- стуб 11-15

$$\lambda_{11-15} = \frac{h_i}{i} = \frac{3,996}{0,13} = 30,74$$

Osnovni podaci o modelu	9
Ulazni podaci	
Ulazni podaci - Konstrukcija	10
Ulazni podaci - Opterećenje	11
Rezultati	
Modalna analiza	12
Seizmicki proračun	13
Staticki proračun	14

Osnovni podaci o modelu

Datoteka: ugledni primer4.twp
Datum proračuna: 25.3.2020

Nacin proračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

- Teorija I-og reda Modalna analiza Stabilnost
 Teorija II-og reda Seizmicki proračun Faze gradjenja
 Nelinearan proračun

Velicina modela

Broj cvorova: 16
Broj plocaštih elemenata: 0
Broj grednih elemenata: 21
Broj granicnih elemenata: 24
Broj osnovnih slucajeva opterećenja: 6
Broj kombinacija opterećenja: 0

Jedinice mera

Duzina: m [cm,mm]
Sila: kN
Temperatura: Celsius

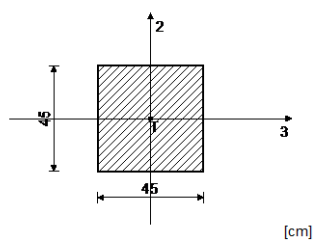
Ulazni podaci - Konstrukcija

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Betoni MB 30	3.150e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20

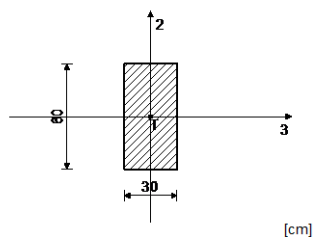
Setovi greda

Set: 1 Presek: b/d=45/45, Fiktivna ekscentricnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Betoni MB 30	2.025e-1	1.688e-1	1.688e-1	5.775e-3	3.417e-3	3.417e-3

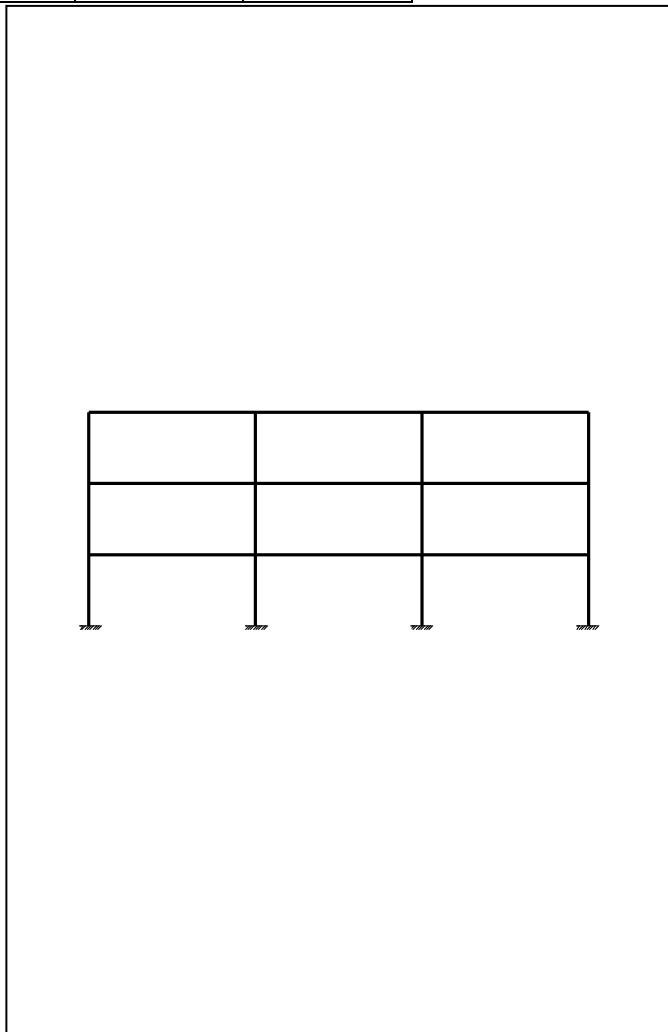
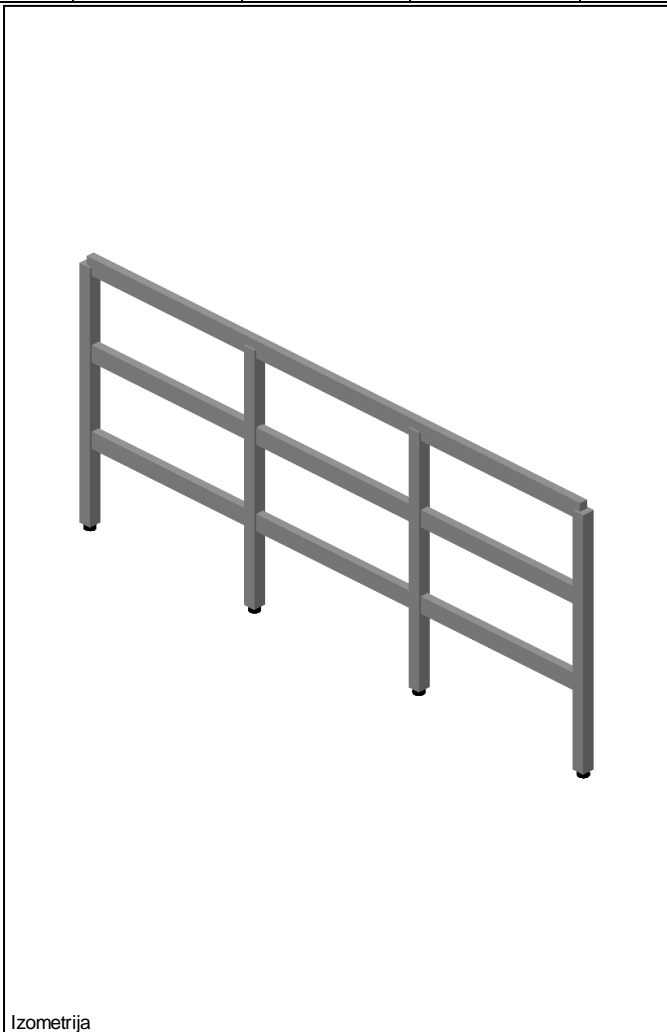
Set: 2 Presek: b/d=30/60, Fiktivna ekscentricnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Betoni MB 30	1.800e-1	1.500e-1	1.500e-1	3.708e-3	1.350e-3	5.400e-3

Setovi tacakstih oslonaca

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10



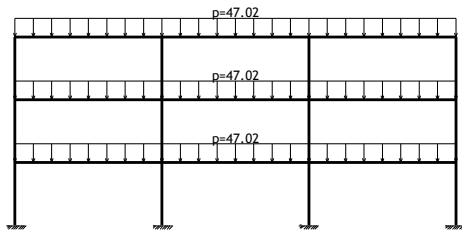
Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slucajeva opterećenja

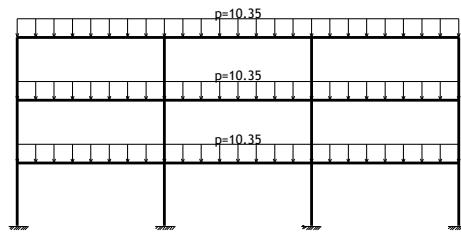
No	Titulli	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	g (g)	0.00	0.00	-3428.20
2	p	0.00	0.00	-652.05
3	w1	43.47	0.00	0.00
4	w2	-43.47	0.00	0.00
5	Sx1	186.19	0.00	0.00
6	Sx2	-186.19	0.00	0.00
7	Komb.: 1.9xl+2.1xll	0.00	0.00	-7882.88

8	Komb.: 1.9xl+2.1xll+2.1xlll	91.29	0.00	-7882.88
9	Komb.: 1.9xl+2.1xll+2.1xlv	-91.29	0.00	-7882.88
10	Komb.: 1.3xl+1.3xll+1.3xv	242.05	0.00	-5304.32
11	Komb.: 1.3xl+1.3xll+1.3xvl	-242.05	0.00	-5304.32

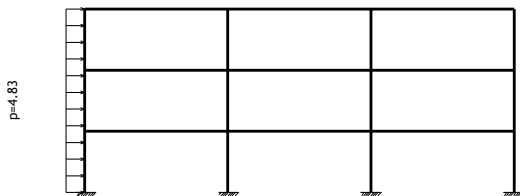
Opt. 1: g (g)



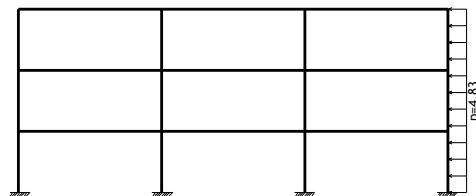
Opt. 2: p



Opt. 3: w1



Opt. 4: w2



Faktori opterećenja za proračun masa

No	Titulli	Koeficienti
1	g (g)	1.00
2	p	0.50
3	w1	0.00
4	w2	0.00

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m2
	0.00	10.50	0.00	382.82	
Ukupno:	0.00	10.50	0.00	382.82	

Periodi oscilovanja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.5557	1.7994
2	0.1731	5.7769
3	0.1005	9.9529

Seizmicki proračun

Seizmicki proračun: JUS (Ekvivalentno staticko opterećenje)

Kategorija tla: II
Seizmicka zona: VIII ($K_s = 0.050$)
Kategorija objekta: II
Vrsta konstrukcije: 1
Kota ukljesteња: $Z_d = 0.00$ m

Ugao dejstva zemljotresa:

Titulli	T [sec]	α [°]
Sx1	0.556	0.00
Sx2	0.556	180.00

Raspored seizmickih sila po visini objekta (Sx1)

Nivo	Z [m]	S [kN]
	0.00	186.19
	$\Sigma=$	186.19

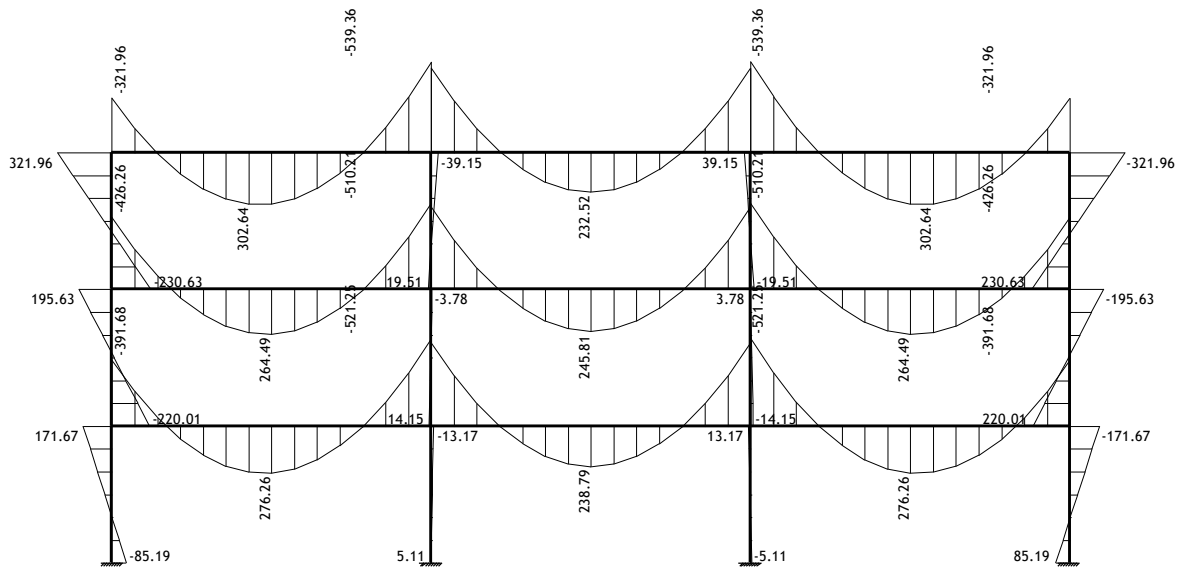
Raspored seizmickih sila po visini objekta (Sx2)

Nivo	Z [m]	S [kN]
	0.00	186.19
	$\Sigma=$	186.19

Raspored masa po visini objekta

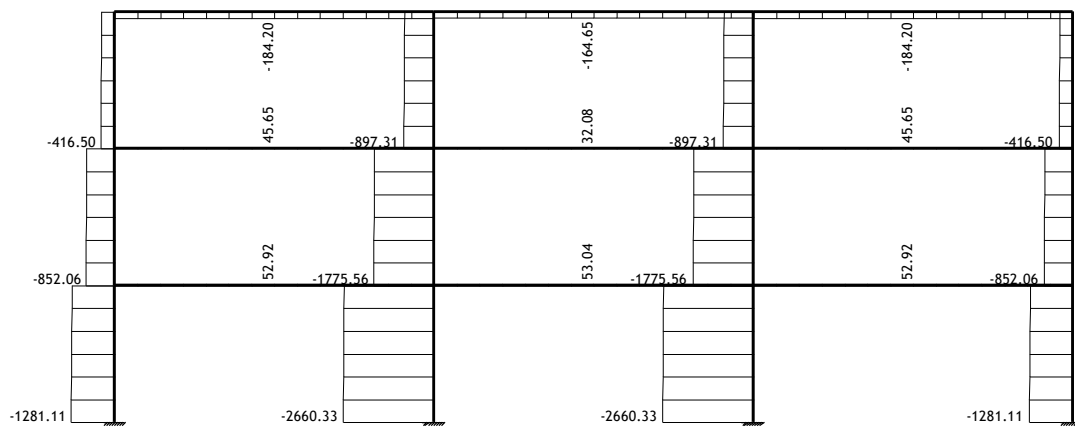
Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m2
	0.00	10.50	0.00	382.82	
Ukupno:	0.00	10.50	0.00	382.82	

Opt. 7: 1.9x+2.1xll



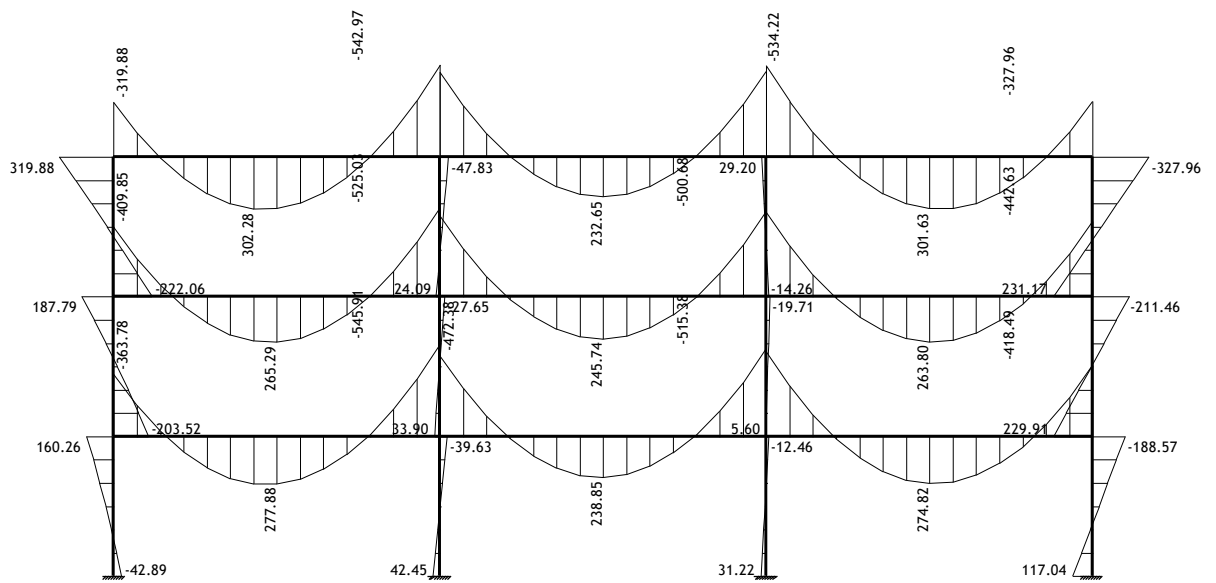
Uticaji u gredi: max M3= 321.96 / min M3= -539.36 kNm

Opt. 7: 1.9x+2.1xll



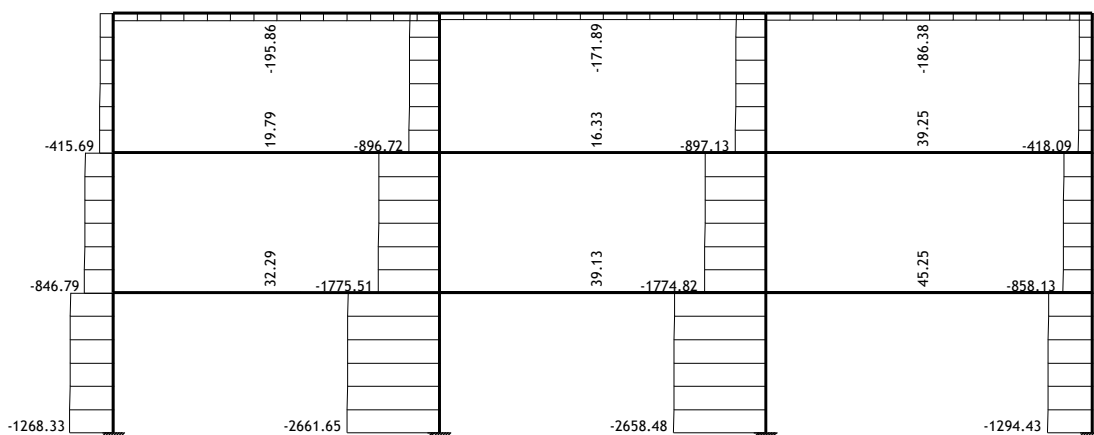
Uticaji u gredi: max N1= 53.04 / min N1= -2660.33 kN

Opt. 8: 1.9xl+2.1xII+2.1xIII



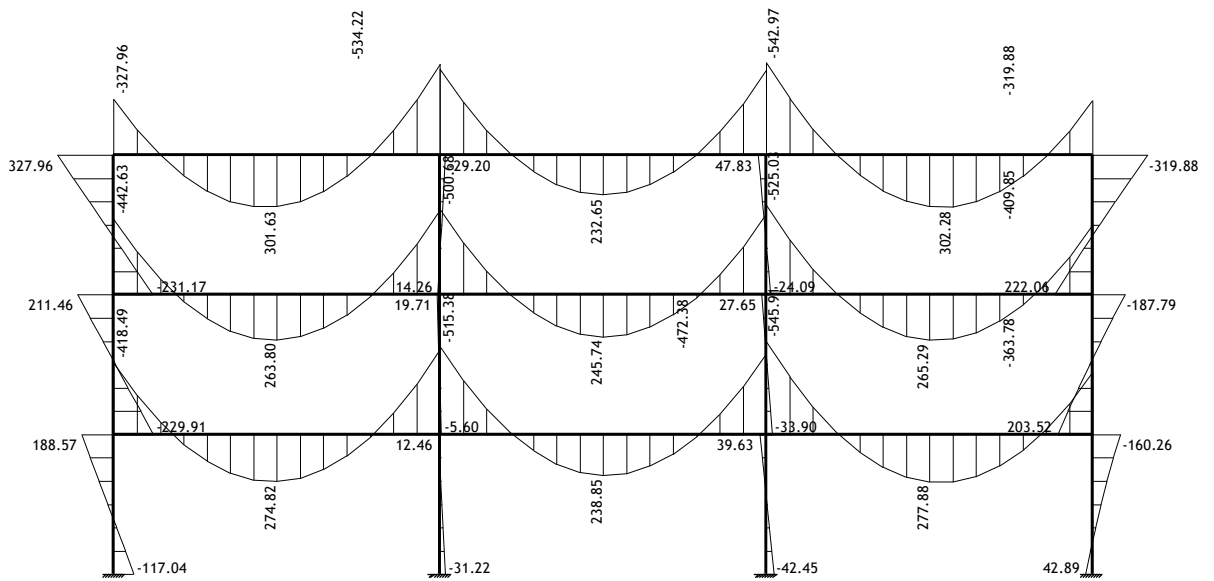
Uticaji u gredi: max M3= 319.88 / min M3= -545.91 kNm

Opt. 8: 1.9xl+2.1xII+2.1xIII



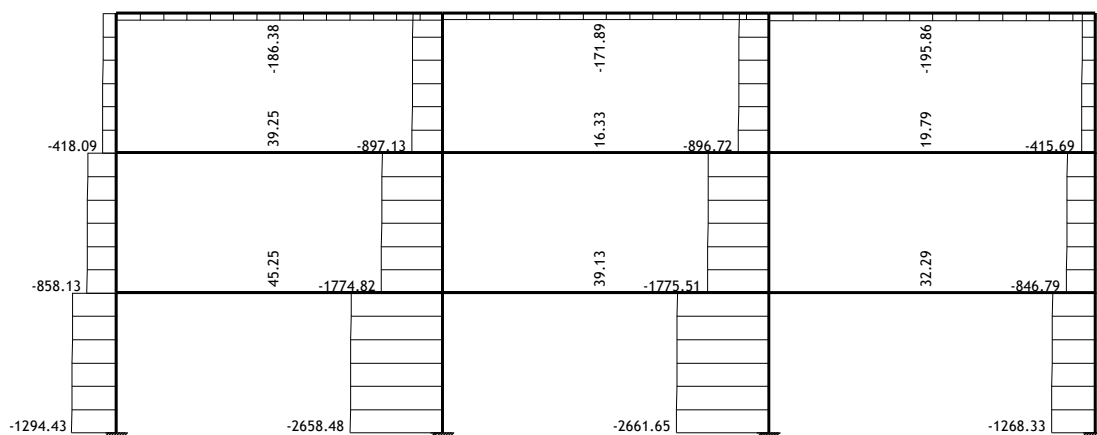
Uticaji u gredi: max N1= 45.25 / min N1= -2661.65 kN

Opt. 9: 1.9xI+2.1xII+2.1xIV



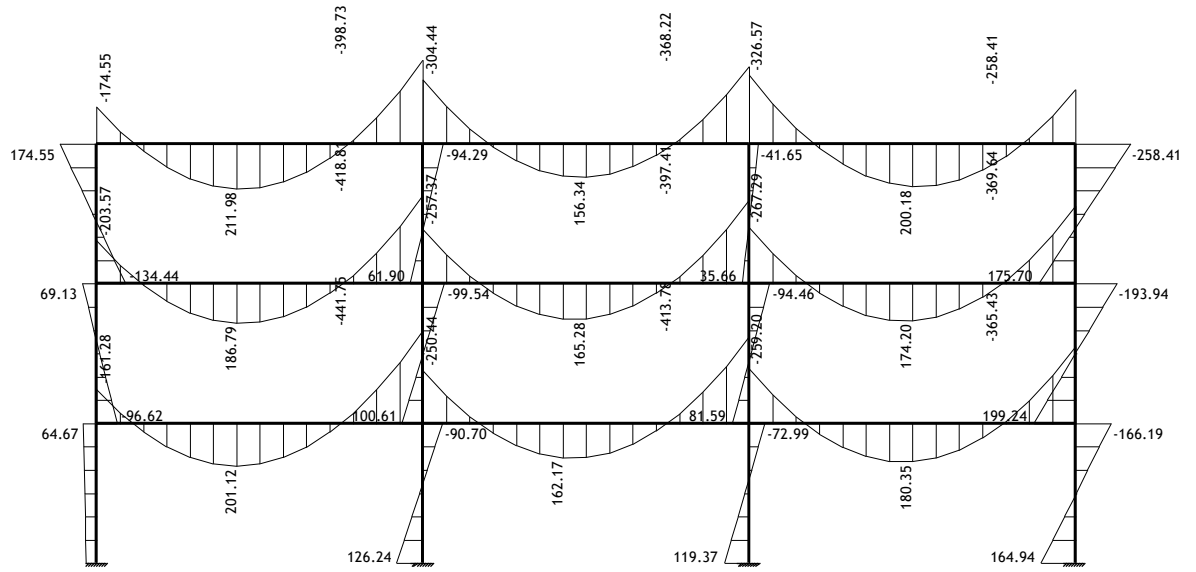
Uticaji u gredi: max M3= 327.96 / min M3= -545.91 kNm

Opt. 9: 1.9xI+2.1xII+2.1xIV



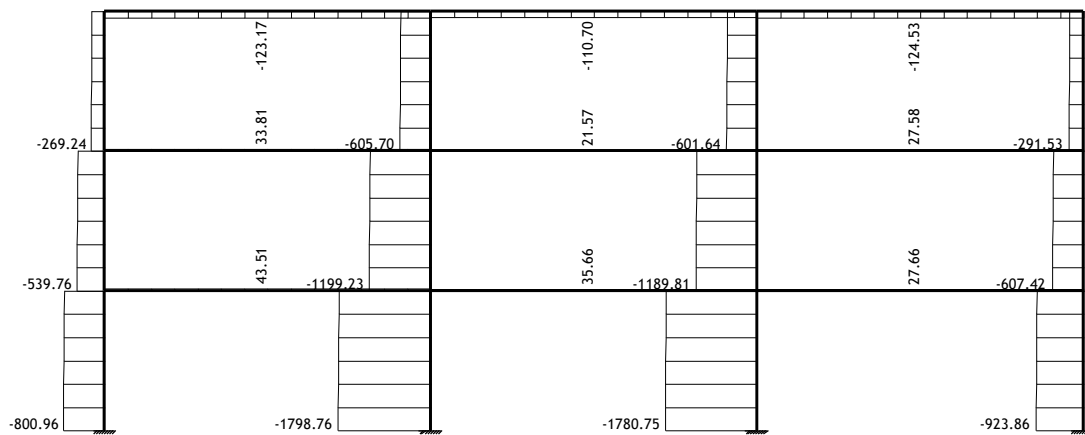
Uticaji u gredi: max N1= 45.25 / min N1= -2661.65 kN

Opt. 10: 1.3xI+1.3xII+1.3xV



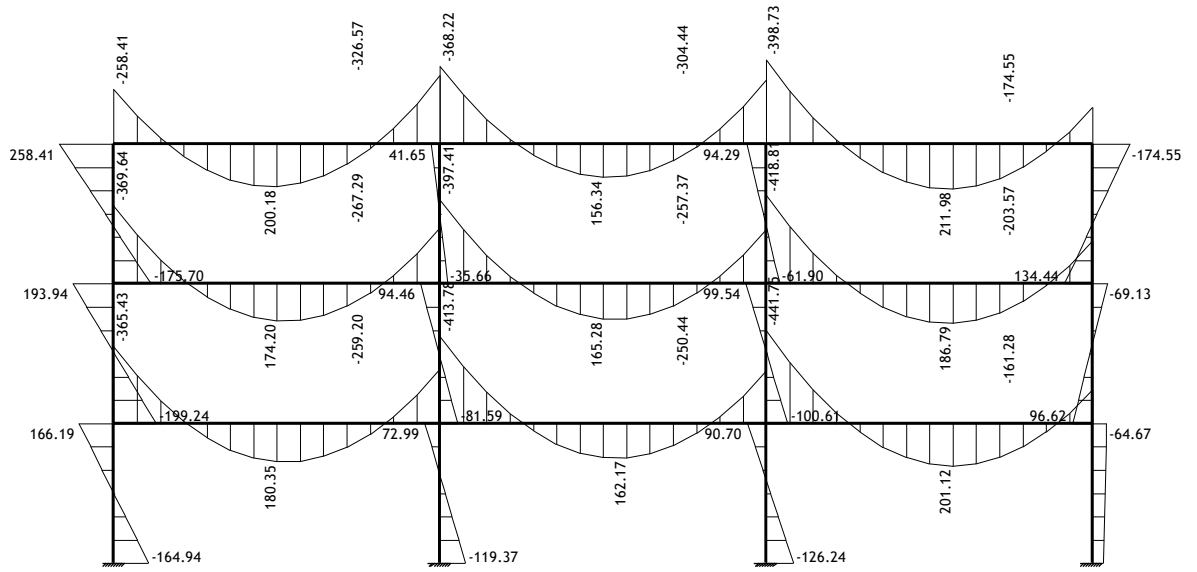
Uticaji u gredi: max M3= 211.98 / min M3= -441.75 kNm

Opt. 10: 1.3xI+1.3xII+1.3xV



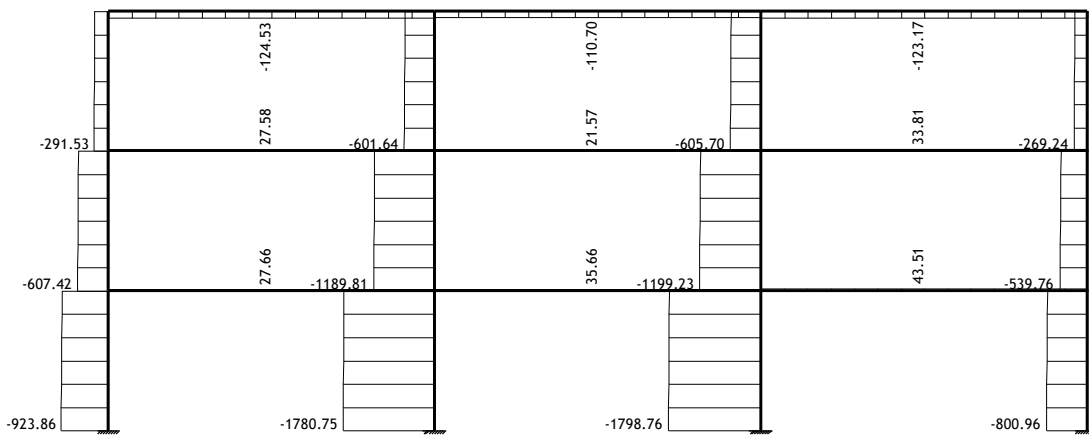
Uticaji u gredi: max N1= 43.51 / min N1= -1798.76 kN

Opt. 11: 1.3xI+1.3xII+1.3xVI



Uticaji u gredi: max M3= 258.41 / min M3= -441.75 kNm

Opt. 11: 1.3xI+1.3xII+1.3xVI



Uticaji u gredi: max N1= 43.51 / min N1= -1798.76 kN

4.2. Димензионисање АБ стубова „средње” виткости у оси „3”

Стуб 3-7

1) комбинација оптерећења 1,9·g+2,1·p+2,1·w (десно)

Максимална очитана вредност $N_u \Rightarrow N_U = 2661,65 \text{ kN}$ (притисак)

Одговарајућа очитана вредност $M_u \Rightarrow M_U = 42,45 \text{ kNm}$

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II}$$

$$e_I = \frac{M}{N} = \frac{42,45}{2661,65} = 0,0159 \text{ m} \Rightarrow e_I = 1,59 \text{ cm}$$

$$2 \text{ cm} \leq e_0 = \frac{h_i}{300} \leq 10 \text{ cm}$$

$$e_0 = \frac{h_i}{300} = \frac{3664,4}{300} = 1,22 \text{ cm} \Rightarrow e_0 = 3 \text{ cm}$$

-испуњен је услов да је виткост $\lambda \leq 50$ ($\lambda = 28,18$) $\Rightarrow e_\varphi = 0$

$$\frac{e_I}{d} = \frac{1,59}{45} = 0,035 \Rightarrow 0 \leq \frac{e_I}{d} = 0,035 \leq 0,3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow e_{II} = d \cdot \frac{\lambda - 25}{100} \cdot \sqrt{0,1 + \frac{e_I}{d}}$$

$$e_{II} = 45 \cdot \frac{28,18 - 25}{100} \cdot \sqrt{0,1 + 0,035} = 0,53 \text{ cm} \Rightarrow e_{II} = 0,53 \text{ cm}$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II} = 1,59 + 2 + 0 + 0,53 \Rightarrow e = 4,12 \text{ cm}$$

$N_u = 2661,65 \text{ kN}$ (притисак)

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$M_u = 2661,65 \cdot 0,0412 = 109,66 \text{ kNm}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} \quad m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_b}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} = \frac{2661,65}{45 \cdot 45 \cdot 2,05} = 0,641$$

$$m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_b} = \frac{109,66 \cdot 100}{45 \cdot 45^2 \cdot 2,05} = 0,059$$

из дијаграма интеракције $\Rightarrow \bar{\mu} < 0 \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$

$$\mu_{\min}^\lambda = \frac{\lambda}{50} - 0,4 = \frac{28,18}{50} - 0,4 = 0,16\% \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$$

$$A_a = \frac{\mu_{\min}}{100} \cdot b \cdot d = \frac{1,0}{100} \cdot 45 \cdot 45 = 20,25 \text{ cm}^2$$

Стуб 3-7

2) комбинација оптерећења 1,3·(g+p+s) (десно)

Одговарајућа очитана вредност $N_u \Rightarrow N_u = 1798,76 \text{ kN}$ (притисак)

Максимална очитана вредност $M_u \Rightarrow M_u = 126,24 \text{ kNm}$

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II}$$

$$e_I = \frac{M}{N} = \frac{126,24}{1798,76} = 0,0702 \text{ m} \Rightarrow e_I = 7,02 \text{ cm}$$

$$2 \text{ cm} \leq e_0 = \frac{h_i}{300} \leq 10 \text{ cm}$$

$$e_0 = \frac{h_i}{300} = \frac{3664,4}{300} = 1,22 \text{ cm} \Rightarrow e_0 = 2 \text{ cm}$$

-испуњен је услов да је виткост $\lambda \leq 50$ ($\lambda = 28,18$) $\Rightarrow e_\varphi = 0$

$$\frac{e_I}{d} = \frac{7,02}{45} = 0,156 \Rightarrow 0 \leq \frac{e_I}{d} = 0,156 \leq 0,3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow e_{II} = d \cdot \frac{\lambda - 25}{100} \cdot \sqrt{0,1 + \frac{e_I}{d}}$$

$$e_{II} = 45 \cdot \frac{28,18 - 25}{100} \cdot \sqrt{0,1 + 0,156} = 0,724 \text{ cm} \Rightarrow e_{II} = 0,72 \text{ cm}$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II} = 7,02 + 2 + 0 + 0,72 \Rightarrow e = 9,74 \text{ cm}$$

$N_u = 1798,76 \text{ kN}$ (притисак)

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$M_u = 1798,76 \cdot 0,0974 = 175,2 \text{ kNm}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} \quad m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_b}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} = \frac{1798,76}{45 \cdot 45 \cdot 2,05} = 0,433$$

$$m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_b} = \frac{175,2 \cdot 100}{45 \cdot 45^2 \cdot 2,05} = 0,094$$

из дијаграма интеракције $\Rightarrow \bar{\mu} < 0 \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$

$$\mu_{\min}^\lambda = \frac{\lambda}{50} - 0,4 = \frac{28,18}{50} - 0,4 = 0,16\% \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$$

$$A_a = \frac{\mu_{\min}}{100} \cdot b \cdot d = \frac{1,0}{100} \cdot 45 \cdot 45 = 20,25 \text{ cm}^2$$

из свих комбинација следи да је $A_a = 20,25 \text{ cm}^2$

Усвојено 12 \varnothing 16 ($A_a = 24,12 \text{ cm}^2$)

Стуб 7-11

1) комбинација оптерећења 1,9·g+2,1·p+2,1·w (десно)

Максимална очитана вредност $N_u \Rightarrow N_u = 1775,51 \text{ kN}$ (притисак)

Одговарајућа очитана вредност $M_u \Rightarrow M_u = 33,90 \text{ kNm}$

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II}$$

$$e_I = \frac{M}{N} = \frac{33,90}{1775,51} = 0,0191 \text{ m} \Rightarrow e_I = 1,91 \text{ cm}$$

$$2 \text{ cm} \leq e_0 = \frac{h_i}{300} \leq 10 \text{ cm}$$

$$e_0 = \frac{h_i}{300} = \frac{432,8}{300} = 1,44 \text{ cm} \Rightarrow e_0 = 2 \text{ cm}$$

-испуњен је услов да је виткост $\lambda \leq 50$ ($\lambda = 33,29$) $\Rightarrow e_\varphi = 0$

$$\frac{e_I}{d} = \frac{1,91}{45} = 0,042 \Rightarrow 0 \leq \frac{e_I}{d} = 0,042 \leq 0,3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow e_{II} = d \cdot \frac{\lambda - 25}{100} \cdot \sqrt{0,1 + \frac{e_I}{d}}$$

$$e_{II} = 45 \cdot \frac{33,29 - 25}{100} \cdot \sqrt{0,1 + 0,042} = 1,40 \text{ cm} \Rightarrow e_{II} = 1,40 \text{ cm}$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II} = 1,91 + 2 + 0 + 1,40 \Rightarrow e = 5,31 \text{ cm}$$

$N_u = 1775,51 \text{ kN}$ (притисак)

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$M_u = 1775,51 \cdot 0,0531 = 94,28 \text{ kNm}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} \quad m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_b}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} = \frac{1775,51}{45 \cdot 45 \cdot 2,05} = 0,43$$

$$m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_b} = \frac{94,28 \cdot 100}{45 \cdot 45^2 \cdot 2,05} = 0,05$$

из дијаграма интеракције $\Rightarrow \bar{\mu} < 0 \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$

$$\mu_{\min}^\lambda = \frac{\lambda}{50} - 0,4 = \frac{33,29}{50} - 0,4 = 0,26\% \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$$

$$A_a = \frac{\mu_{\min}}{100} \cdot b \cdot d = \frac{1,0}{100} \cdot 45 \cdot 45 = 20,25 \text{ cm}^2$$

Стуб 7-11

2) комбинација оптерећења $1,3 \cdot (g+p+s)$ (десно)

Одговарајућа очитана вредност $N_u \Rightarrow N_u = 1199,23 \text{ kN}$ (притисак)

Максимална очитана вредност $M_u \Rightarrow M_u = 100,61 \text{ kNm}$

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II}$$

$$e_I = \frac{M}{N} = \frac{100,61}{1199,23} = 0,0839 \text{ m} \Rightarrow e_I = 8,39 \text{ cm}$$

$$2 \text{ cm} \leq e_0 = \frac{h_i}{300} \leq 10 \text{ cm}$$

$$e_0 = \frac{h_i}{300} = \frac{432,8}{300} = 1,44 \text{ cm} \Rightarrow e_0 = 2 \text{ cm}$$

-испуњен је услов да је виткост $\lambda \leq 50$ ($\lambda = 33,29$) $\Rightarrow e_\varphi = 0$

$$\frac{e_I}{d} = \frac{8,39}{45} = 0,186 \Rightarrow 0 \leq \frac{e_I}{d} = 0,186 \leq 0,3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow e_{II} = d \cdot \frac{\lambda - 25}{100} \cdot \sqrt{0,1 + \frac{e_I}{d}}$$

$$e_{II} = 45 \cdot \frac{33,29 - 25}{100} \cdot \sqrt{0,1 + 0,186} = 2,0 \text{ cm} \Rightarrow e_{II} = 2,0 \text{ cm}$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II} = 8,39 + 2 + 0 + 2,00 \Rightarrow e = 12,39 \text{ cm}$$

$N_u = 1199,23 \text{ kN}$ (притисак)

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$M_u = 1199,23 \cdot 0,1239 = 148,58 \text{ kNm}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} \quad m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_b}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} = \frac{1199,23}{45 \cdot 45 \cdot 2,05} = 0,29$$

$$m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_b} = \frac{148,58 \cdot 100}{45 \cdot 45^2 \cdot 2,05} = 0,08$$

из дијаграма интеракције $\Rightarrow \bar{\mu} < 0 \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$

$$\mu_{\min}^\lambda = \frac{\lambda}{50} - 0,4 = \frac{33,29}{50} - 0,4 = 0,26\% \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$$

$$A_a = \frac{\mu_{\min}}{100} \cdot b \cdot d = \frac{1,0}{100} \cdot 45 \cdot 45 = 20,25 \text{ cm}^2$$

из свих комбинација следи да је $A_a = 20,25 \text{ cm}^2$

Усвојено 12 \varnothing 16 ($A_a = 24,12 \text{ cm}^2$)

Стуб 11-15

1) комбинација оптерећења 1,9·g+2,1·p+2,1·w (десно)

Максимална очитана вредност $N_u \Rightarrow N_u = 896,72 \text{ kN}$ (притисак)

Одговарајућа очитана вредност $M_u \Rightarrow M_u = 47,83 \text{ kNm}$

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II}$$

$$e_I = \frac{M}{N} = \frac{47,83}{896,72} = 0,0533 \text{ m} \Rightarrow e_I = 5,33 \text{ cm}$$

$$2 \text{ cm} \leq e_0 = \frac{hi}{300} \leq 10 \text{ cm}$$

$$e_0 = \frac{hi}{300} = \frac{399,6}{300} = 1,33 \text{ cm} \Rightarrow e_0 = 2 \text{ cm}$$

-испуњен је услов да је виткост $\lambda \leq 50$ ($\lambda = 30,74$) $\Rightarrow e_\varphi = 0$

$$\frac{e_I}{d} = \frac{5,33}{45} = 0,12 \Rightarrow 0 \leq \frac{e_I}{d} = 0,12 \leq 0,3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow e_{II} = d \cdot \frac{\lambda - 25}{100} \cdot \sqrt{0,1 + \frac{e_I}{d}}$$

$$e_{II} = 45 \cdot \frac{30,74 - 25}{100} \cdot \sqrt{0,1 + 0,12} = 1,21 \text{ cm} \Rightarrow e_{II} = 1,21 \text{ cm}$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II} = 5,33 + 2 + 0 + 1,21 \Rightarrow e = 8,54 \text{ cm}$$

$N_u = 896,72 \text{ kN}$ (притисак)

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$M_u = 896,72 \cdot 0,0854 = 76,58 \text{ kNm}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_B} \quad m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_B}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} = \frac{896,72}{45 \cdot 45 \cdot 2,05} = 0,22$$

$$m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_b} = \frac{76,58 \cdot 100}{45 \cdot 45^2 \cdot 2,05} = 0,04$$

из дијаграма интеракције $\Rightarrow \bar{\mu} < 0 \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$

$$\mu_{\min}^\lambda = \frac{\lambda}{50} - 0,4 = \frac{30,74}{50} - 0,4 = 0,21\% \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$$

$$A_a = \frac{\mu_{\min}}{100} \cdot b \cdot d = \frac{1,0}{100} \cdot 45 \cdot 45 = 20,25 \text{ cm}^2$$

Стуб 11-15

2) комбинација оптерећења 1,3·(g+p+s) (десно)

Одговарајућа очитана вредност $N_u \Rightarrow N_u = 605,7 \text{ kN}$ (притисак)

Максимална очитана вредност $M_u \Rightarrow M_u = 94,29 \text{ kNm}$

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II}$$

$$e_I = \frac{M}{N} = \frac{94,29}{605,7} = 0,15567 \text{ m} \Rightarrow e_I = 15,57 \text{ cm}$$

$$2 \text{ cm} \leq e_0 = \frac{h_i}{300} \leq 10 \text{ cm}$$

$$e_0 = \frac{h_i}{300} = \frac{399,6}{300} = 1,33 \text{ cm} \Rightarrow e_0 = 2 \text{ cm}$$

-испуњен је услов да је виткост $\lambda \leq 50$ ($\lambda = 30,74$) $\Rightarrow e_\varphi = 0$

$$\frac{e_I}{d} = \frac{15,57}{45} = 0,35 \Rightarrow 0,3 \leq \frac{e_I}{d} = 0,35 \leq 2,5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow e_{II} = d \cdot \frac{\lambda - 25}{160}$$

$$e_{II} = 45 \cdot \frac{30,74 - 25}{160} = 1,61 \text{ cm} \Rightarrow e_{II} = 1,61 \text{ cm}$$

$$e = e_I + e_0 + e_\varphi + e_{II} = 15,57 + 2 + 0 + 1,61 \Rightarrow e = 19,18 \text{ cm}$$

$N_u = 605,7 \text{ kN}$ (притисак)

$$M_u = N_u \cdot e$$

$$M_u = 605,7 \cdot 0,1918 = 116,17 \text{ kNm}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} \quad m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_B}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} = \frac{605,7}{45 \cdot 45 \cdot 2,05} = 0,15$$

$$m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_B} = \frac{116,17 \cdot 100}{45 \cdot 45^2 \cdot 2,05} = 0,06$$

из дијаграма интеракције $\Rightarrow \bar{\mu} = 0,02$

$$\mu = \bar{\mu} \cdot \frac{f_b}{\sigma_v} = 0,02 \cdot \frac{20,5}{500} = 0,0008 = 0,08\%$$

$$\Rightarrow \bar{\mu} < 0 \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$$

$$\mu_{\min}^\lambda = \frac{\lambda}{50} - 0,4 = \frac{30,74}{50} - 0,4 = 0,21\% \Rightarrow \mu = \mu_{\min} = (0,8 \div 1,0) \%$$

$$A_a = \frac{\mu_{\min}}{100} \cdot b \cdot d = \frac{1,0}{100} \cdot 45 \cdot 45 = 20,25 \text{ cm}^2$$

из свих комбинација следи да је $A_a = 20,25 \text{ cm}^2$

Усвојено 12 φ 16 ($A_a = 24,12 \text{ cm}^2$)

4.3. Димензионисање АБ стубова „велике” виткости у оси „3” ($75 \leq \lambda \leq 140$)

$$\lambda = \frac{h_i}{i}$$

усвојено $\lambda = 75$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{b^4}{12}}{b^2}} = \frac{b}{\sqrt{12}}$$

$$i = \frac{h_i}{\lambda} = \frac{b}{\sqrt{12}} \Rightarrow b = \frac{\sqrt{12} \cdot h_i}{\lambda} = \frac{\sqrt{12} \cdot 366,4}{75} = 16,92 \text{ cm}$$

усвојене димензије стуба $b/d = 15/15 \text{ cm}$

1) комбинација оптерећења $1,9 \cdot g + 2,1 \cdot p$

$$V_{u1} = 1,9 \cdot g_{ts} \cdot L + 2,1 \cdot p_{ts} \cdot L$$

$$V_{u1} = 1,9 \cdot 51,523 \cdot (3 \cdot 7,0) + 2,1 \cdot 10,35 \cdot (3 \cdot 7,0) = 2512,20 \text{ kN}$$

$$V_{u2} = 1,9 \cdot g_{ts} \cdot L + 2,1 \cdot p_{ts} \cdot L$$

$$V_{u2} = 1,9 \cdot 51,523 \cdot (3 \cdot 7,0) + 2,1 \cdot 10,35 \cdot (3 \cdot 7,0) = 2512,20 \text{ kN}$$

$$V_{u3} = 1,9 \cdot g_{ts} \cdot L + 2,1 \cdot p_{ts} \cdot L$$

$$V_{u3} = 1,9 \cdot 51,523 \cdot (3 \cdot 7,0) + 2,1 \cdot 10,35 \cdot (3 \cdot 7,0) = 2512,20 \text{ kN}$$

$$H_{u1} = 0$$

$$H_{u2} = 0$$

$$H_{u3} = 0$$

$$\Delta H_{uk} = \alpha_{II} \cdot V_{uk}$$

$$\alpha_{II} = \frac{\alpha_0 + \frac{a_1(H_{uk} + V_{uk})}{H}}{1 - \frac{a_1(H_{uk}) \cdot \sum V_{uk} \cdot Y_k}{H \cdot \sum H_{uk} \cdot Y_k}}$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{200}$$

$$a_1(H_{uk}) = 0 \text{ (очитано из „Tower-a”)}$$

$$a_1(H_{uk} + V_{uk}) = 0 \text{ (очитано из „Tower-a”)}$$

$$\alpha_{II} = \frac{1}{200} = 0,005$$

$$\Delta H_{u1} = \alpha_{II} \cdot V_{u1} = 0,005 \cdot 2512,2 = 12,561 \text{ kN}$$

$$\Delta H_{u2} = \alpha_{II} \cdot V_{u2} = 0,005 \cdot 2512,2 = 12,561 \text{ kN}$$

$$\Delta H_{u3} = \alpha_{II} \cdot V_{u3} = 0,005 \cdot 2512,2 = 12,561 \text{ kN}$$

2) комбинација оптерећења 1,9g+2,1p+2,1w(десно)

$$V_{u1} = 1,9 \cdot g_{ts} \cdot L + 2,1 \cdot p_{ts} \cdot L$$

$$V_{u1} = 1,9 \cdot 51,523 \cdot (3 \cdot 7,0) + 2,1 \cdot 10,35 \cdot (3 \cdot 7,0) = 2512,20 \text{ kN}$$

$$V_{u2} = 1,9 \cdot g_{ts} \cdot L + 2,1 \cdot p_{ts} \cdot L$$

$$V_{u2} = 1,9 \cdot 51,523 \cdot (3 \cdot 7,0) + 2,1 \cdot 10,35 \cdot (3 \cdot 7,0) = 2512,20 \text{ kN}$$

$$V_{u3} = 1,9 \cdot g_{ts} \cdot L + 2,1 \cdot p_{ts} \cdot L$$

$$V_{u3} = 1,9 \cdot 51,523 \cdot (3 \cdot 7,0) + 2,1 \cdot 10,35 \cdot (3 \cdot 7,0) = 2512,20 \text{ kN}$$

$$H_{u1} = 2,1 \cdot w \cdot 3\text{m} = 2,1 \cdot 4,83 \cdot 3\text{m} = 30,43 \text{ kN}$$

$$H_{u2} = 2,1 \cdot w \cdot 3\text{m} = 2,1 \cdot 4,83 \cdot 3\text{m} = 30,43 \text{ kN}$$

$$H_{u3} = 2,1 \cdot w \cdot 1,5\text{m} = 2,1 \cdot 4,83 \cdot 1,5\text{m} = 15,21 \text{ kN}$$

$$\Delta H_{uk} = \alpha_{II} \cdot V_{uk}$$

$$\alpha_{II} = \frac{\alpha_0 + \frac{a_1(H_{uk} + V_{uk})}{H}}{1 - \frac{a_1(H_{uk}) \cdot \sum V_{uk} \cdot Y_k}{H \cdot \sum H_{uk} \cdot Y_k}}$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{200}$$

$$a_1(H_{uk}) = 61,01\text{mm}(\text{очитано из „Tower-a”})$$

$$a_1(H_{uk} + V_{uk}) = 61,01\text{mm}(\text{очитано из „Tower-a”})$$

$$\alpha_{II} = \frac{\frac{1}{200} + \frac{0,06101}{9}}{1 - \frac{0,06101}{9} \cdot \frac{3 \cdot 2512,2 + 6 \cdot 2512,2 + 9 \cdot 2512,2}{3 \cdot 30,43 + 6 \cdot 30,43 + 9 \cdot 15,21}} = 0,003$$

$$\Delta H_{u1} = \alpha_{II} \cdot V_{u1} = 0,003 \cdot 2512,2 = 7,54 \text{ kN}$$

$$\Delta H_{u2} = \alpha_{II} \cdot V_{u2} = 0,003 \cdot 2512,2 = 7,54 \text{ kN}$$

$$\Delta H_{u3} = \alpha_{II} \cdot V_{u3} = 0,003 \cdot 2512,2 = 7,54 \text{ kN}$$

3) комбинација оптерећења 1,3(g+p+s) (десно)

$$V_{u1} = 1,9 \cdot g_{ts} \cdot L + 2,1 \cdot p_{ts} \cdot L$$

$$V_{u1} = 1,9 \cdot 51,523 \cdot (3 \cdot 7,0) + 2,1 \cdot 10,35 \cdot (3 \cdot 7,0) = 2512,20 \text{ kN}$$

$$V_{u2} = 1,9 \cdot g_{ts} \cdot L + 2,1 \cdot p_{ts} \cdot L$$

$$V_{u2} = 1,9 \cdot 51,523 \cdot (3 \cdot 7,0) + 2,1 \cdot 10,35 \cdot (3 \cdot 7,0) = 2512,20 \text{ kN}$$

$$V_{u3} = 1,9 \cdot g_{ts} \cdot L + 2,1 \cdot p_{ts} \cdot L$$

$$V_{u3} = 1,9 \cdot 51,523 \cdot (3 \cdot 7,0) + 2,1 \cdot 10,35 \cdot (3 \cdot 7,0) = 2512,20 \text{ kN}$$

$$H_{u1} = 1,3 \cdot S_1 = 1,3 \cdot 31,41 = 40,83 \text{ kN}$$

$$H_{u2} = 1,3 \cdot S_2 = 1,3 \cdot 62,82 = 81,67 \text{ kN}$$

$$H_{u3} = 1,3 \cdot S_3 = 1,3 \cdot 91,95 = 119,54 \text{ kN}$$

$$\Delta H_{uk} = \alpha_{II} \cdot V_{uk}$$

$$\alpha_{II} = \frac{\alpha_0 + \frac{a_1(H_{uk} + V_{uk})}{H}}{1 - \frac{a_1(H_{uk})}{H} \cdot \frac{\sum V_{uk} \cdot Y_k}{\sum H_{uk} \cdot Y_k}}$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{200}$$

$$a_1(H_{uk}) = 113,57 \text{ mm (очитано из „Tower-a”)}$$

$$a_1(H_{uk} + V_{uk}) = 113,57 \text{ mm (очитано из „Tower-a”)}$$

$$\alpha_{II} = \frac{\frac{1}{200} + \frac{0,11357}{9}}{1 - \frac{0,11357}{9} \cdot \frac{3 \cdot 2512,20 + 6 \cdot 2512,20 + 9 \cdot 2512,2}{3 \cdot 40,83 + 6 \cdot 81,67 + 9 \cdot 119,54}} = 0,0266$$

$$\Delta H_{u1} = \alpha_{II} \cdot V_{u1} = 0,0266 \cdot 2512,2 = 66,82 \text{ kN}$$

$$\Delta H_{u2} = \alpha_{II} \cdot V_{u2} = 0,0266 \cdot 2512,2 = 66,82 \text{ kN kN}$$

$$\Delta H_{u3} = \alpha_{II} \cdot V_{u3} = 0,0266 \cdot 2512,2 = 66,82 \text{ kN kN}$$

Димензионисање АБ стубова „велике” виткости у оси „3”

Стуб 3-7

1) комбинација оптерећења $1,9 \cdot g + 2,1 \cdot p + 2,1 \cdot w + \Delta N_u$ (десно)

Максимална очитана вредност $N_u \Rightarrow N_u = 2739,04 \text{ kN}$ (притисак)

Одговарајућа очитана вредност $M_u \Rightarrow M_u = 42,22 \text{ kNm}$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} \quad m_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_b}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} = \frac{2739,04}{15 \cdot 15 \cdot 2,05} = 5,94$$

$$m_u = \frac{M_{Uu}}{b \cdot d^2 \cdot f_b} = \frac{42,22 \cdot 100}{15 \cdot 15^2 \cdot 2,05} = 0,61$$

из дијаграма интеракције $\Rightarrow \bar{\mu}$ је ван дијаграма интеракције

\Rightarrow потребно је повећати димензије попречног пресека.

Sadržaj

Osnovni podaci o modelu	9
Ulazni podaci	
Ulazni podaci - Konstrukcija	10
Ulazni podaci - Opterećenje	11
Rezultati	
Modalna analiza	12
Seizmicki proračun	13
Staticki proračun	14

Osnovni podaci o modelu

Datoteka: p-delta.twp
Datum proračuna: 26.3.2020

Nacin proračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

- Teorija I-og reda Modalna analiza Stabilnost
 Teorija II-og reda Seizmicki proračun Faze gradjenja
 Nelinearan proračun

Velicina modela

Broj cvorova: 16
Broj pločastih elemenata: 0
Broj grednih elemenata: 21
Broj granicnih elemenata: 24
Broj osnovnih slučajeve opterećenja: 12
Broj kombinacija opterećenja: 7

Jedinice mera

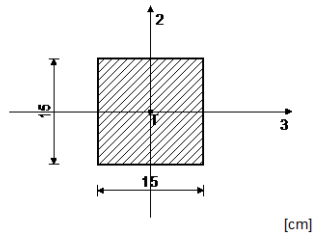
Duzina: m [cm,mm]
Sila: kN
Temperatura: Celsius

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Betoni MB 30	3.150e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20

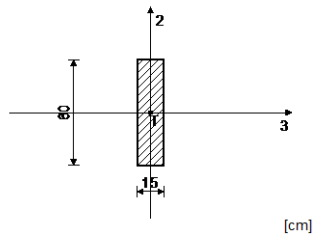
Setovi greda

Set: 1 Presek: b/d=15/15, Fiktivna ekscentricnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Betoni MB 30	2.250e-2	1.875e-2	1.875e-2	7.130e-5	4.219e-5	4.219e-5

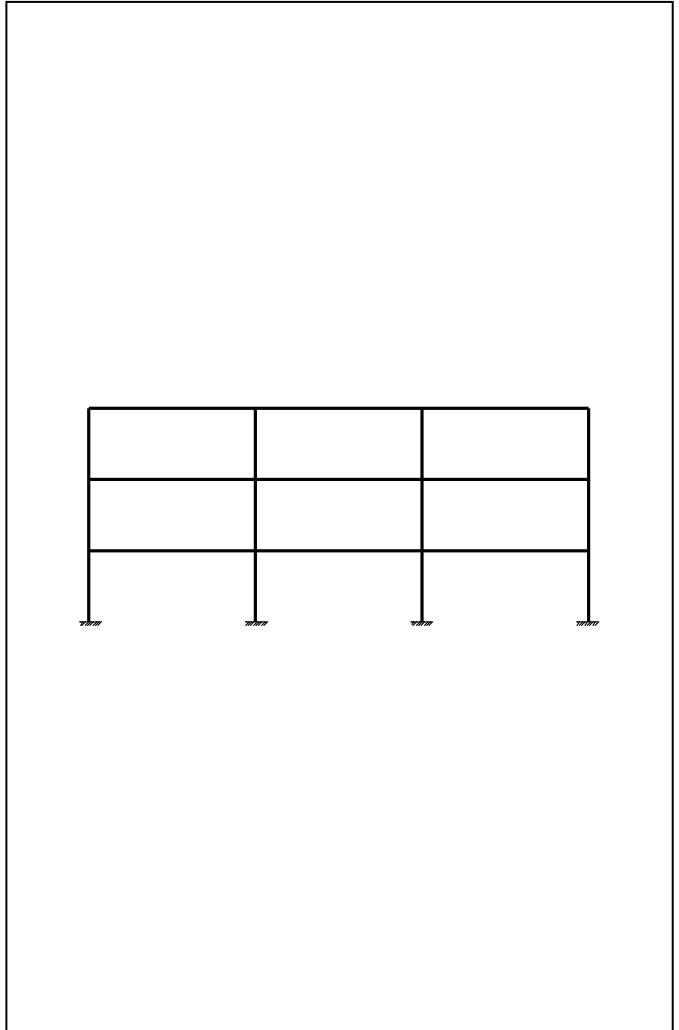
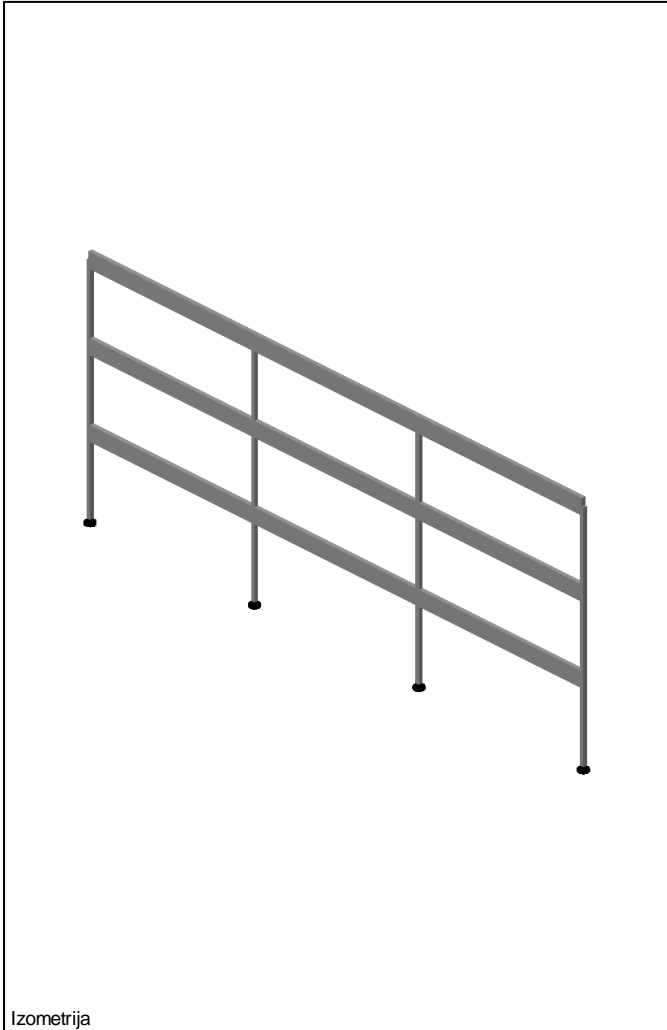
Set: 2 Presek: b/d=15/60, Fiktivna ekscentricnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Betoni MB 30	9.000e-2	7.500e-2	7.500e-2	5.687e-4	1.688e-4	2.700e-3

Setovi tacakstih oslonaca

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10

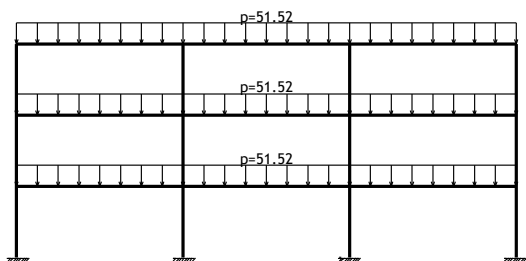


Lista slučajeva opterećenja

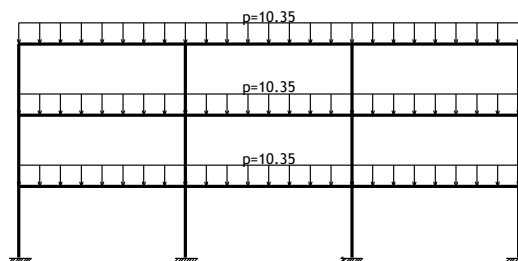
No	Titulli	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	g	0.00	0.00	-3245.95
2	p	0.00	0.00	-652.05
3	w1	43.47	0.00	0.00
4	w2	-43.47	0.00	0.00
5	dH(g+p)u	37.68	0.00	0.00
6	-dH(g+p)u	-37.68	0.00	0.00
7	dHu(g+p+w)u	22.62	0.00	0.00
8	-dHu(g+p+w)u	-22.62	0.00	0.00
9	dH(g+p+s)u	200.46	0.00	0.00
10	-dH(g+p+s)u	-200.46	0.00	0.00
11	Sx1	83.94	0.00	0.00

12	Sx2	-83.94	0.00	0.00
13	Komb.: 1.9xl+2.1xII	0.00	0.00	-7536.61
14	Komb.: 1.9xl+2.1xII+2.1xIII	91.29	0.00	-7536.61
15	Komb.: 1.9xl+2.1xII+2.1xIV	-91.29	0.00	-7536.61
16	Komb.: 1.9xl+2.1xII+V	37.68	0.00	-7536.61
17	Komb.: 1.9xl+2.1xII+VI	-37.68	0.00	-7536.61
18	Komb.: 1.9xl+ +2.1xII+2.1xIII+VII	113.91	0.00	-7536.61
19	Komb.: 1.9xl+2.1xII+2.1xIV+ +VIII	-113.91	0.00	-7536.61

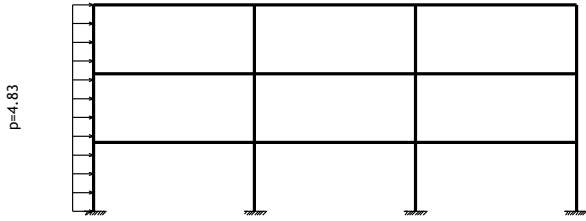
Opt. 1: g



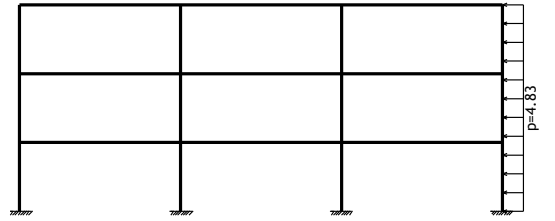
Opt. 2: p



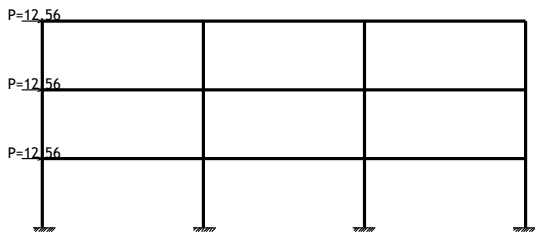
Opt. 3: w1



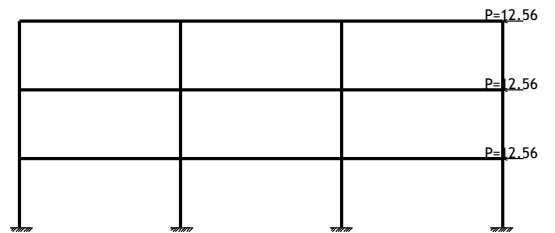
Opt. 4: w2



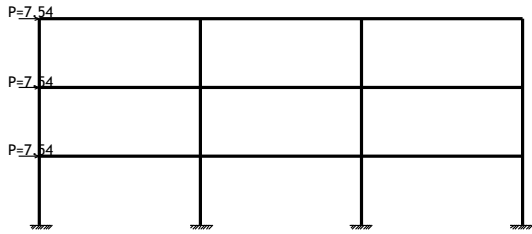
Opt. 5: dH(g+p)u



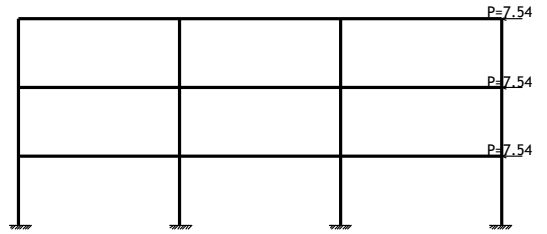
Opt. 6: -dH(g+p)u



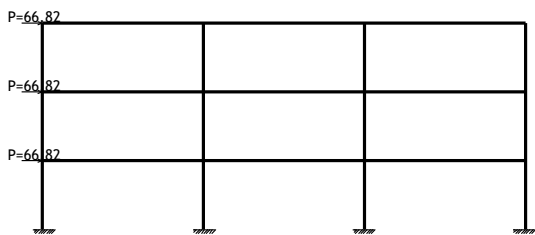
Opt. 7: $dHu(g+p+w)u$



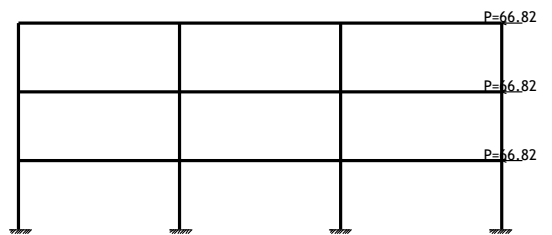
Opt. 8: $-dHu(g+p+w)u$



Opt. 9: $dH(g+p+s)u$



Opt. 10: $-dH(g+p+s)u$



Modalna analiza

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Titulli	Koeficienti
1	g	1.00
2	p	0.50
3	w1	0.00
4	w2	0.00
5	dH(g+p)u	0.00

6	-dH(g+p)u	0.00
7	dHu(g+p+w)u	0.00
8	-dHu(g+p+w)u	0.00
9	dH(g+p+s)u	0.00
10	-dH(g+p+s)u	0.00

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m2
	0.00	10.50	0.00	364.24	
Ukupno:	0.00	10.50	0.00	364.24	

Periodi oscilovanja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	3.2796	0.3049
2	1.1620	0.8606
3	0.7966	1.2553

Seizmicki proračun

Seizmicki proračun: JUS (Ekvivalentno staticko opterećenje)

Kategorija tla: II
Seizmicka zona: VIII ($K_s = 0.050$)
Kategorija objekta: II
Vrsta konstrukcije: 1
Kota ukljesteņa: $Z_d = 0.00$ m

Ugao dejstva zemljotresa:

Titulli	T [sec]	α [°]
Sx1	3.280	0.00
Sx2	3.280	180.00

Raspored seizmickih sila po visini objekta (Sx1)

Nivo	Z [m]	S [kN]
	0.00	83.94
	$\Sigma=$	83.94

Raspored seizmickih sila po visini objekta (Sx2)

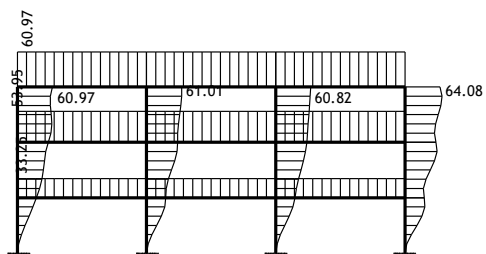
Nivo	Z [m]	S [kN]
	0.00	83.94
	$\Sigma=$	83.94

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m2
	0.00	10.50	0.00	364.24	
Ukupno:	0.00	10.50	0.00	364.24	

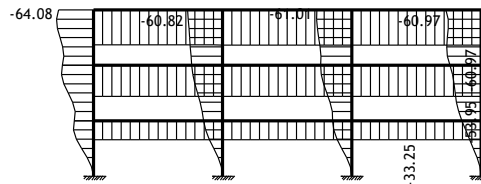
Staticki proračun

Opt. 14: 1.9xI+2.1xII+2.1xIII



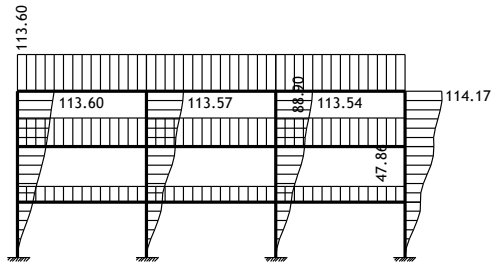
Uticaji u gredi: max $X_p = 64.08$ / min $X_p = 0.00$ m / 1000

Opt. 15: 1.9xI+2.1xII+2.1xIV



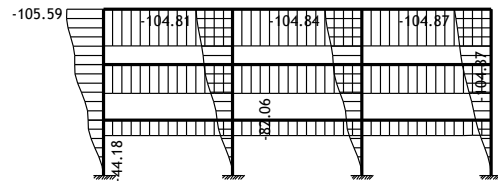
Uticaji u gredi: max $X_p = -0.00$ / min $X_p = -64.08$ m / 1000

Opt. 16: 1.3xl+1.3xlI+1.3xXI



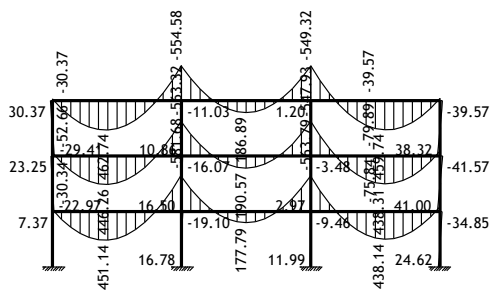
Uticaji u gredi: max $X_p = 114.17$ / min $X_p = 0.00$ m / 1000

Opt. 17: 1.3xl+1.3xlI+1.2xXI



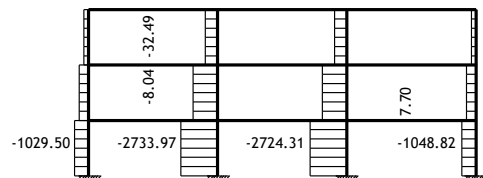
Uticaji u gredi: max $X_p = -0.00$ / min $X_p = -105.59$ m / 1000

Opt. 18: 1.9xl+2.1xlI+V



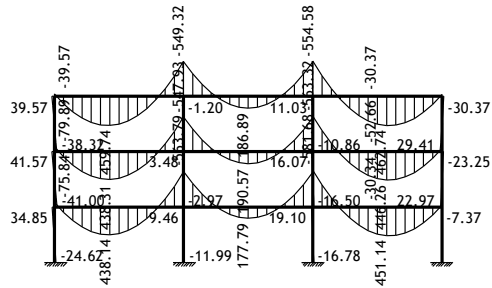
Uticaji u gredi: max $M_3 = 462.74$ / min $M_3 = -581.68$ kNm

Opt. 18: 1.9xl+2.1xlI+V



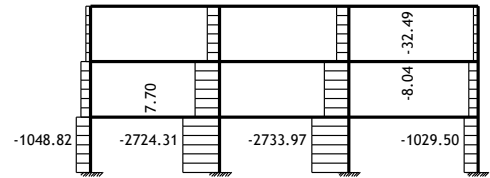
Uticaji u gredi: max $N_1 = 7.70$ / min $N_1 = -2733.97$ kN

Opt. 19: 1.9xl+2.1xII+VI



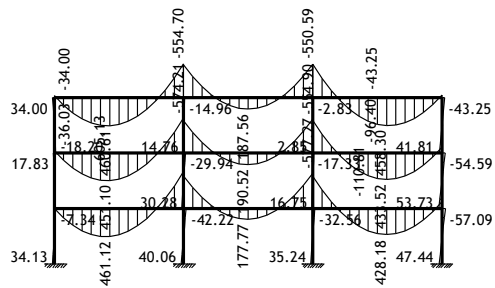
Uticaji u gredi: max M3= 462.74 / min M3= -581.68 kNm

Opt. 19: 1.9xl+2.1xII+VI



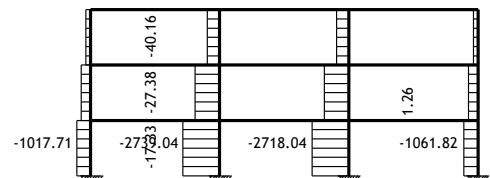
Uticaji u gredi: max N1= 7.70 / min N1= -2733.97 kN

Opt. 20: 1.9xl+2.1xII+2.1xIII+VII



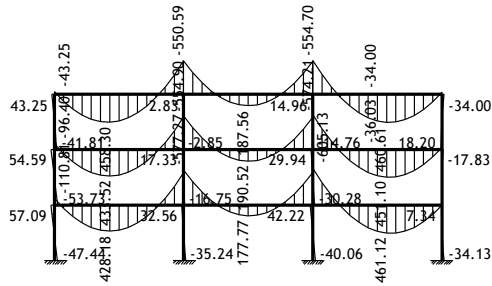
Uticaji u gredi: max M3= 461.12 / min M3= -605.13 kNm

Opt. 20: 1.9xl+2.1xII+2.1xIII+VII



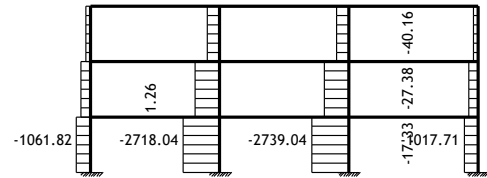
Uticaji u gredi: max N1= 1.26 / min N1= -2739.04 kN

Opt. 21: 1.9xI+2.1xII+2.1xIV+VIII



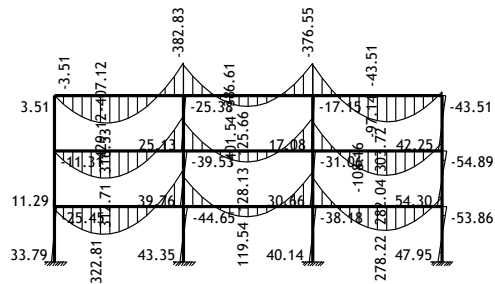
Uticaji u gredi: max M3= 461.12 / min M3= -605.13 kNm

Opt. 21: 1.9xI+2.1xII+2.1xIV+VIII



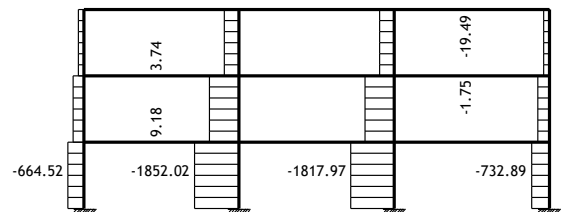
Uticaji u gredi: max N1= 1.26 / min N1= -2739.04 kN

Opt. 22: 1.3xI+1.3xII+1.3xIII



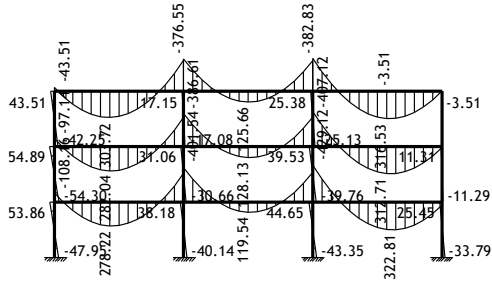
Uticaji u gredi: max M3= 322.81 / min M3= -429.12 kNm

Opt. 22: 1.3xI+1.3xII+1.3xIII



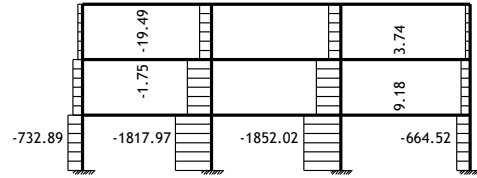
Uticaji u gredi: max N1= 9.18 / min N1= -1852.02 kN

Opt. 23: 1.3xI+1.3xII+1.3xXII



Uticaji u gredi: max M3= 322.81 / min M3= -429.12 kNm

Opt. 23: 1.3xI+1.3xII+1.3xXII



Uticaji u gredi: max N1= 9.18 / min N1= -1852.02 kN