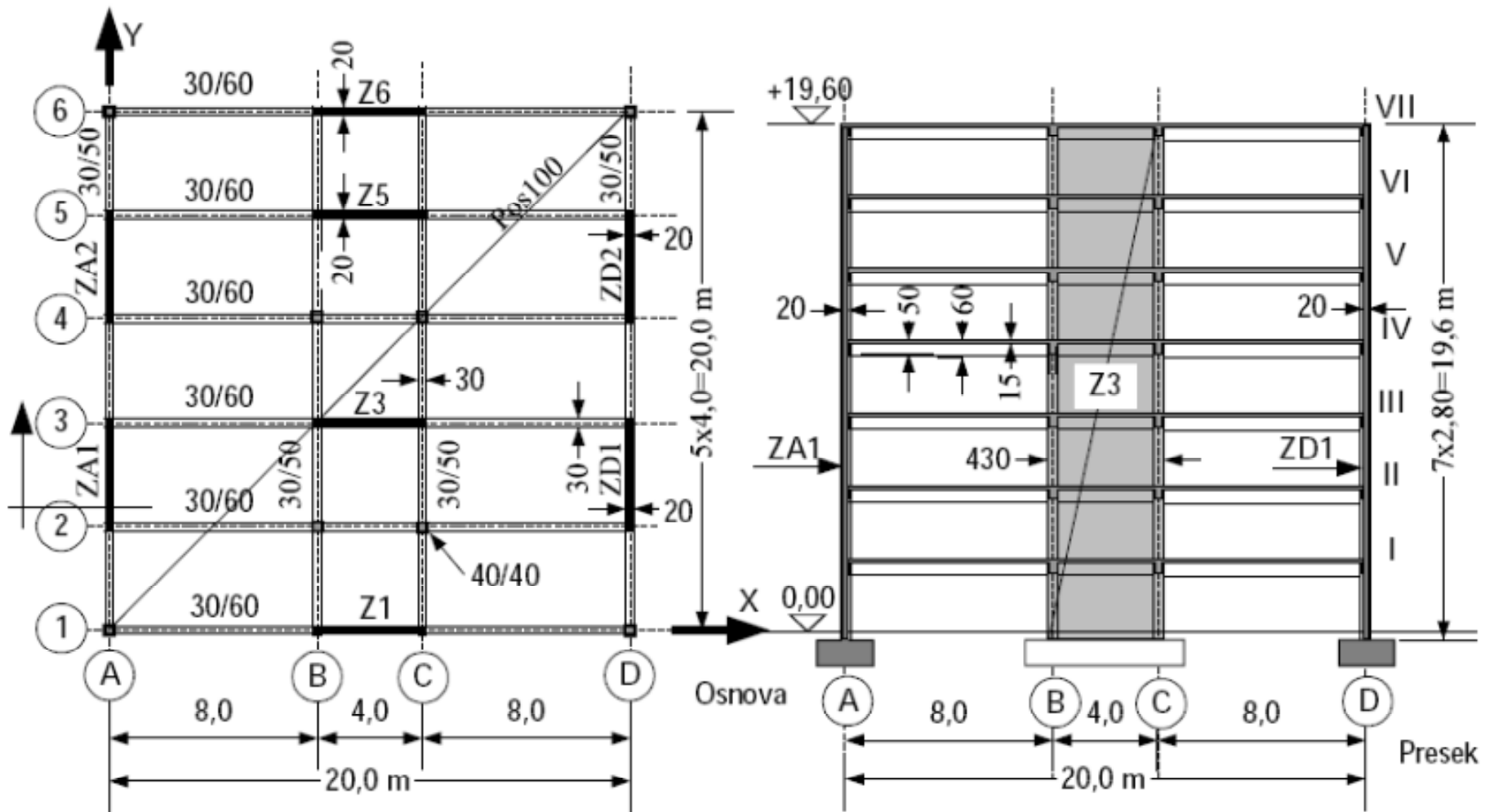


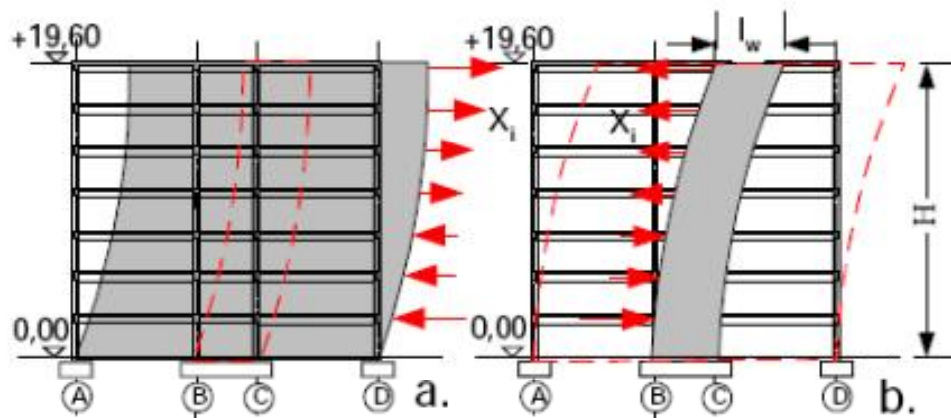
Proračun zgrade sa zidovima



Slika 3.1 - Dispozicija konstrukcije

Koncept konstrukcije i analize

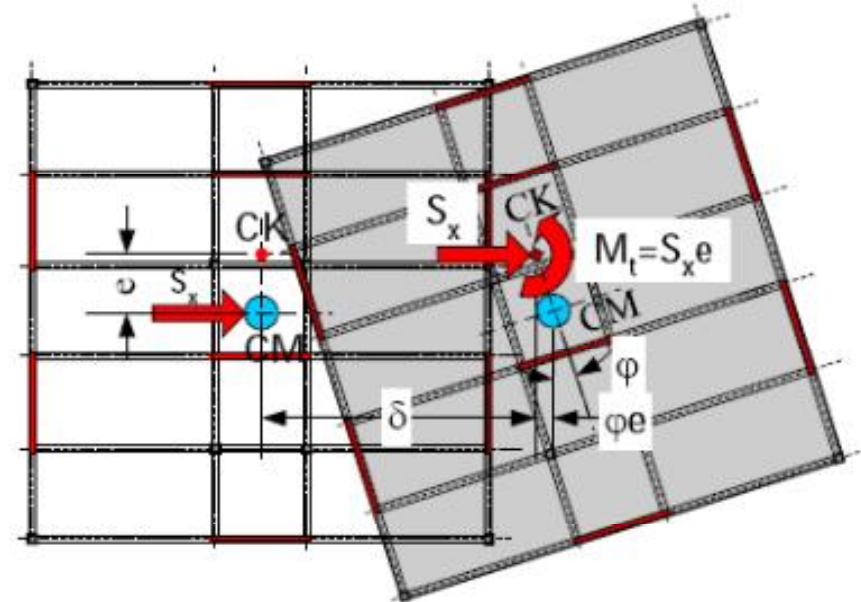
Prema klasifikaciji Yu81 /1/, deo XII, konstrukcija je mešovita - „*okvirna konstrukcija u kombinaciji sa armirano-betonskim (dijafragmama) ili jezgrima*“. Prema članu 77, „*distribucija seizmičkih proračunskih sila vrši se prema deformacionim karakteristikama svakog elementa osnovnog sistema konstrukcije*“. Pored toga, „*okviri se moraju proračunati na za najmanju vrednost od 25% ukupne poprečne seizmičke sile u osnovi*“.



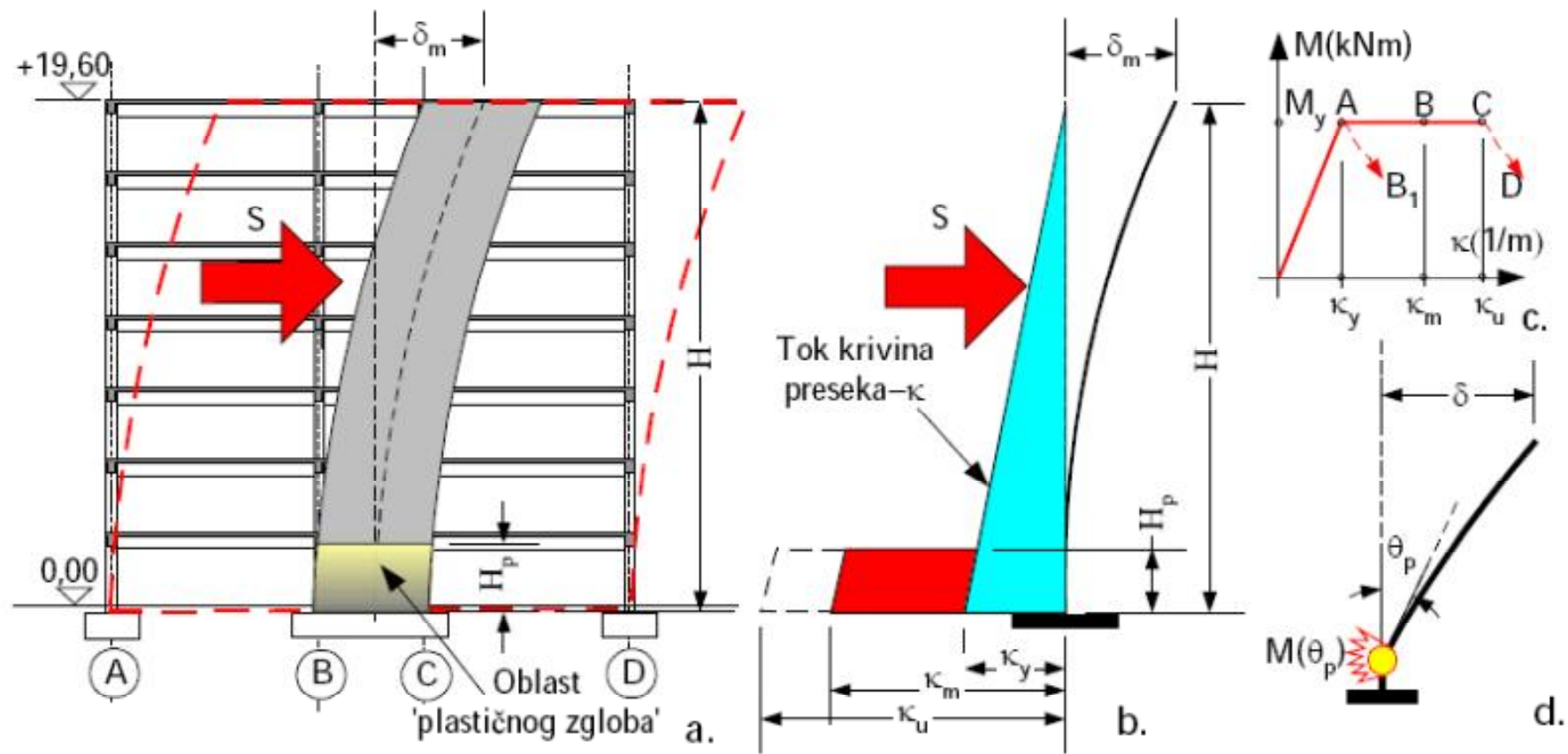
Slika 3.2 - Usaglašavanje deformacija okvira i zida

Za dejstvo iz X pravca se ne poklapaju centar mase i centar krutosti – javlja se rotacija oko centra krutosti

Dominantan uticaj zidova – osnovni sistem za prijem seizmičkih sila

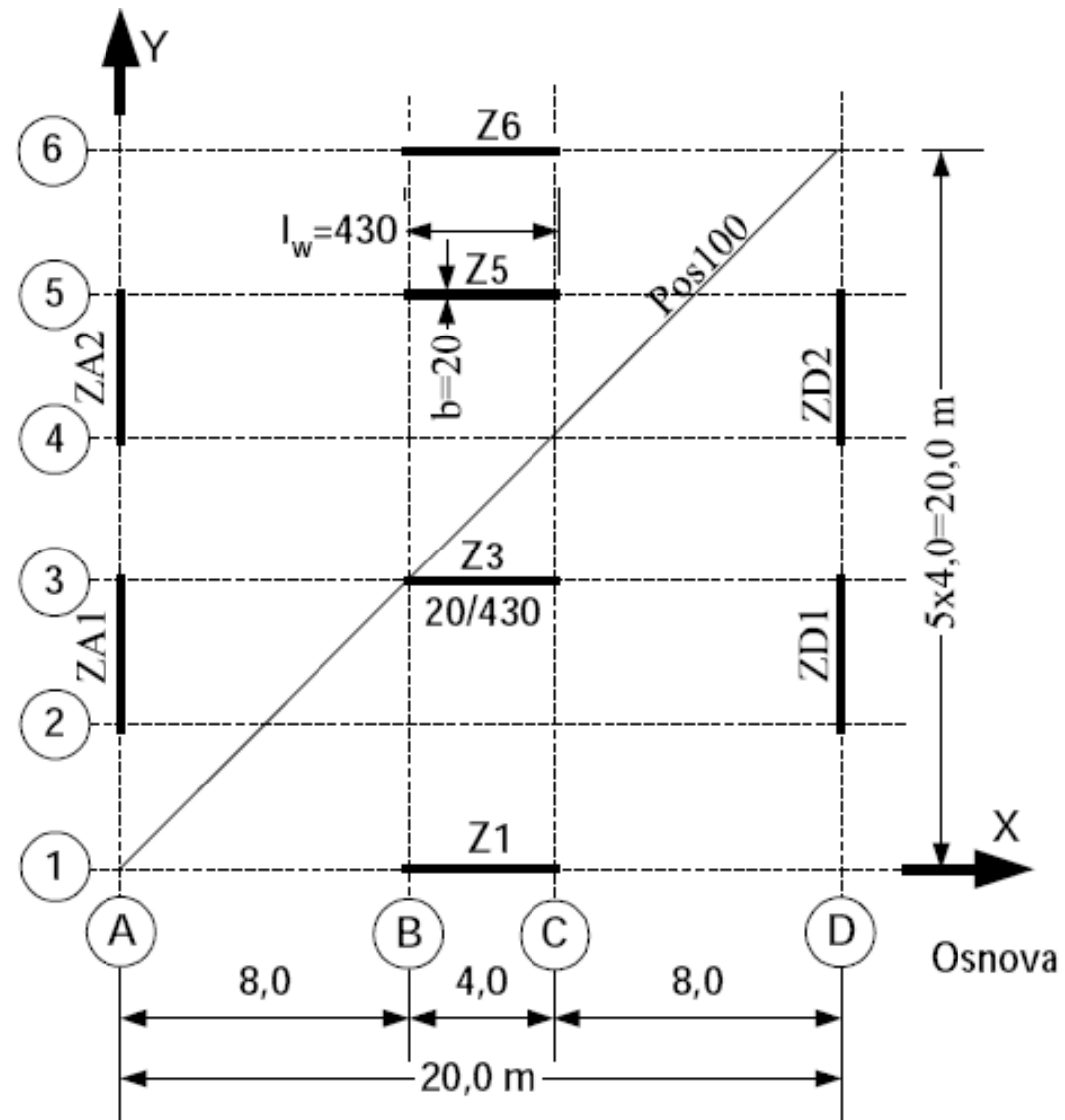


Slika 3.3 - Pomeranje tavanice usled translacije i rotacije oko centra krutosti - CK

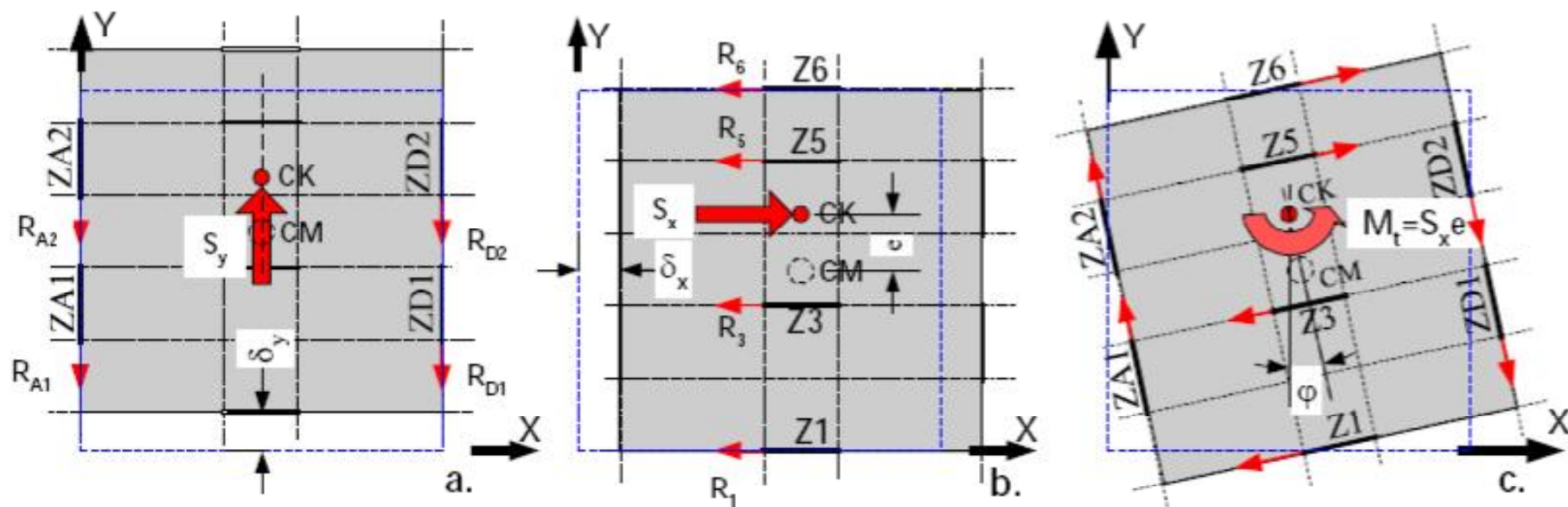


Slika 3.4 - Plastični mehanizam osnovnog sistema konstrukcije

Proračunski model konstrukcije

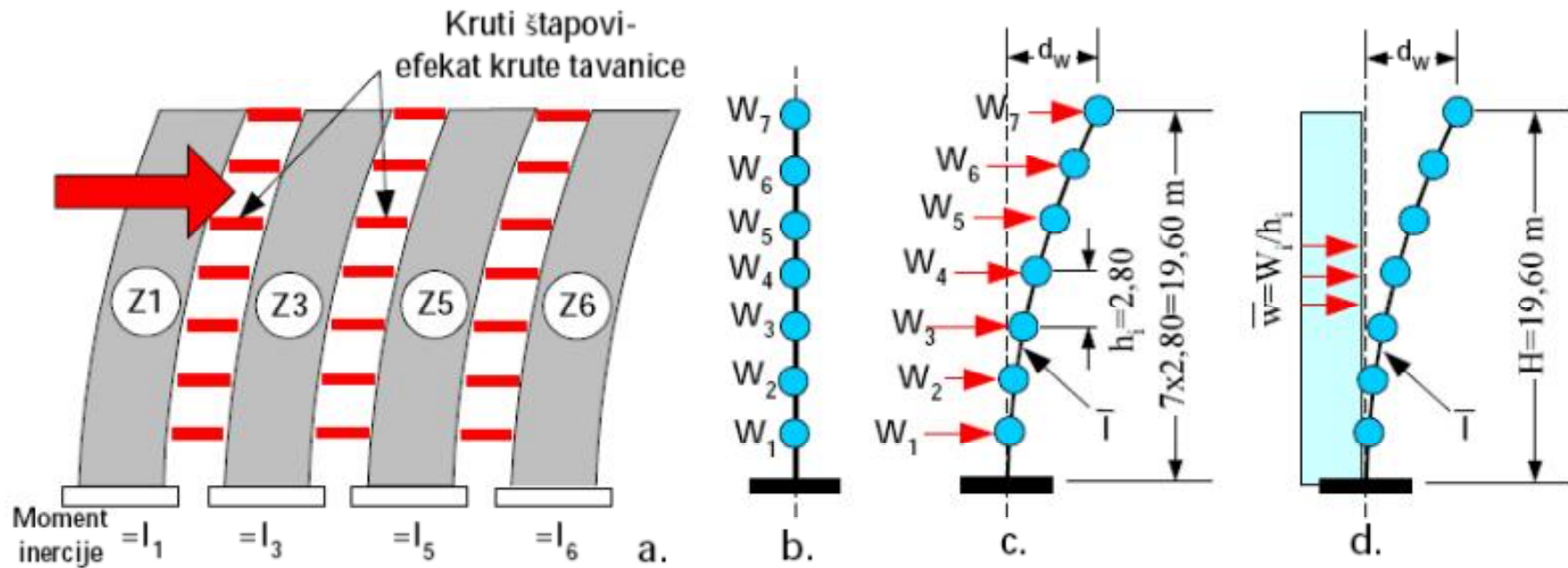


Stubovi na krajevima zidova



Slika 3.6 - Proračunski modeli konstrukcije: a.) za uticaj zemljotresa u Y-pravcu;
 b.) za uticaj pomeranja-translacije usled zemljotresa u X-pravcu;
 c.) za uticaj rotacije ϕ od momenta torzije M_t usled zemljotresa u X-pravcu

Analiza seizmičkog opterećenja



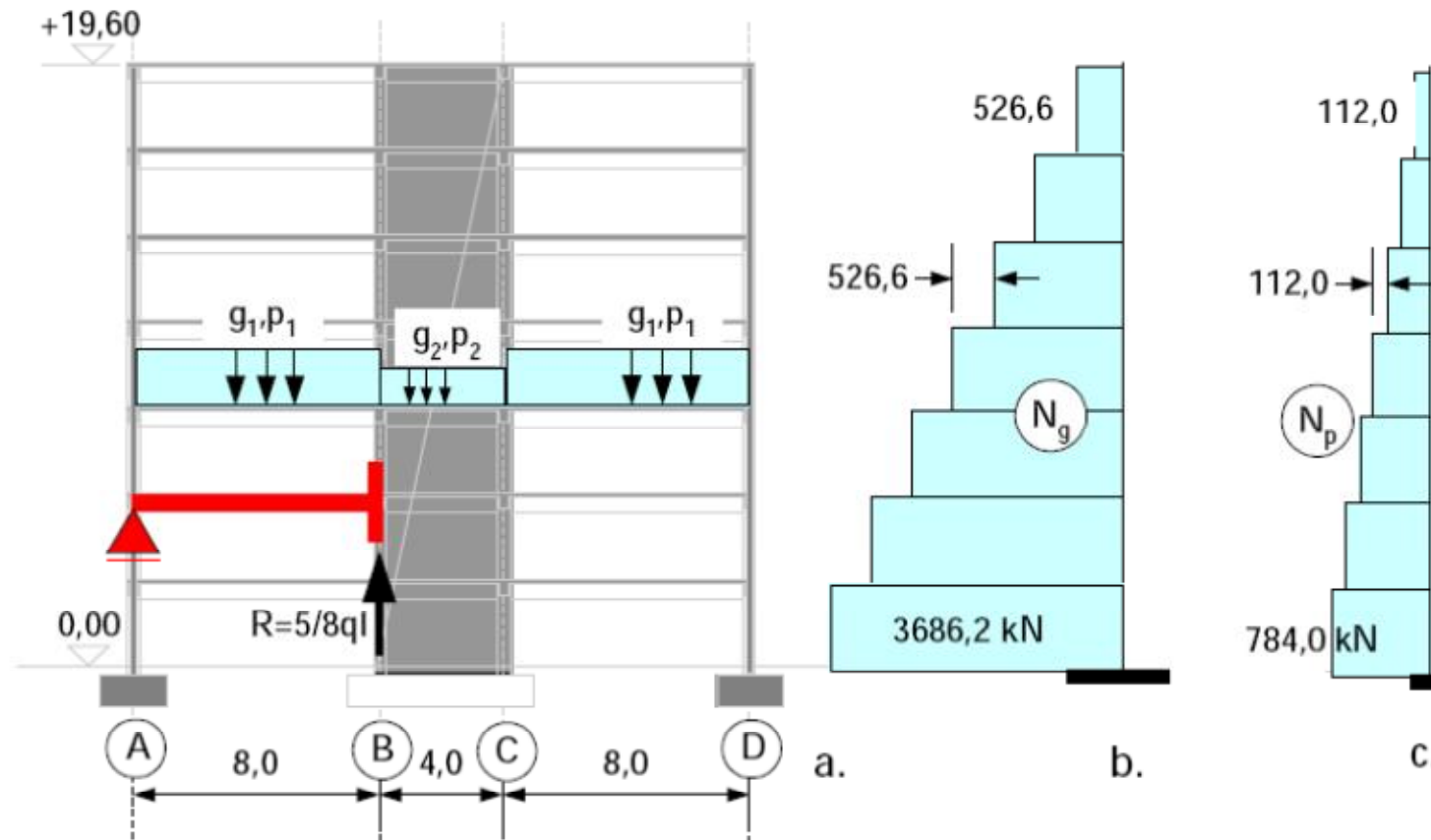
$$T_1 = 2\sqrt{d_w}$$

$$S = KW$$

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

Uticaji od gravitacionog opterećenja

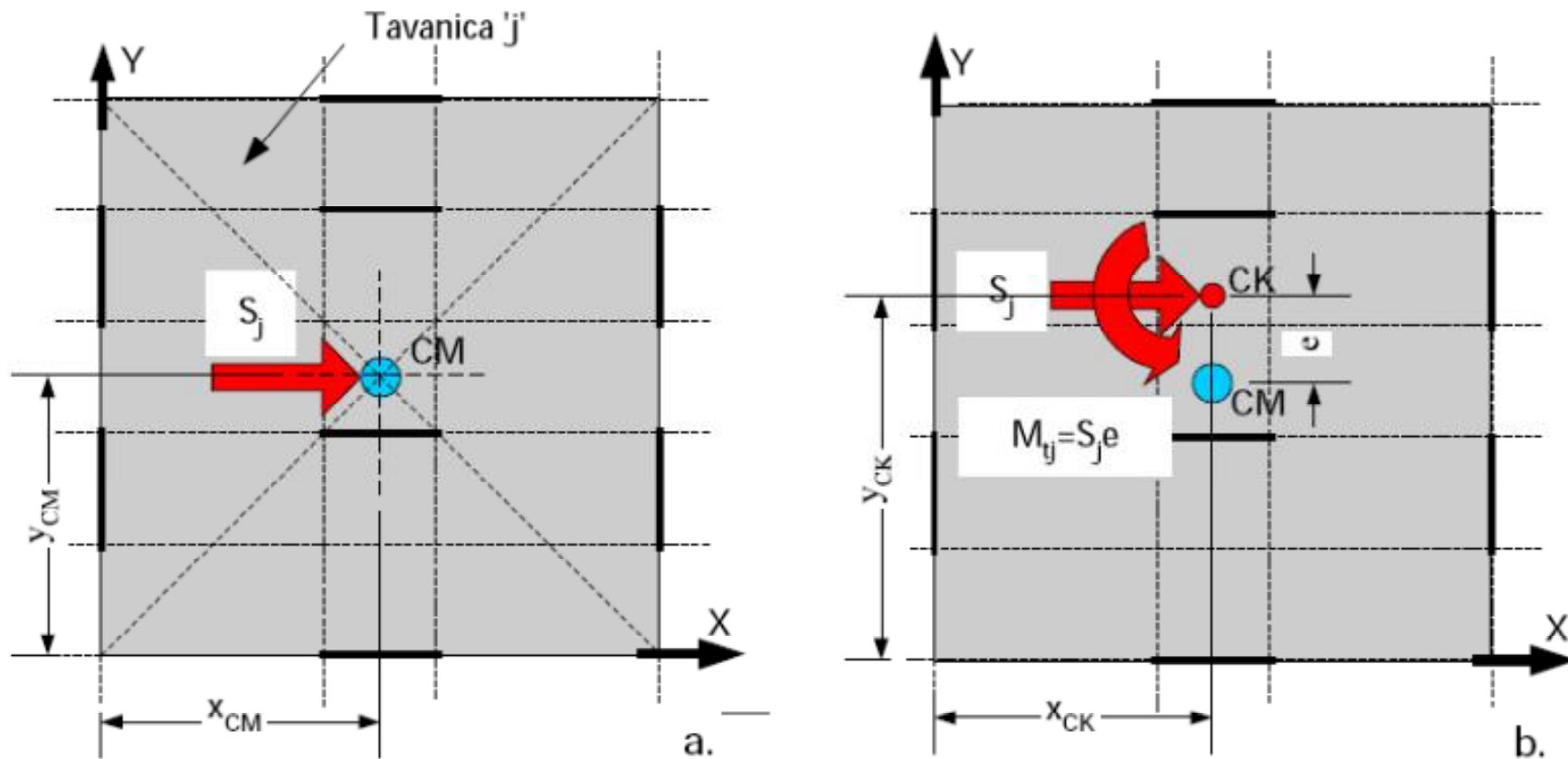
Kao za prethodni primer



Slika 3.9 - Gravitaciono opterećenje zida Z3

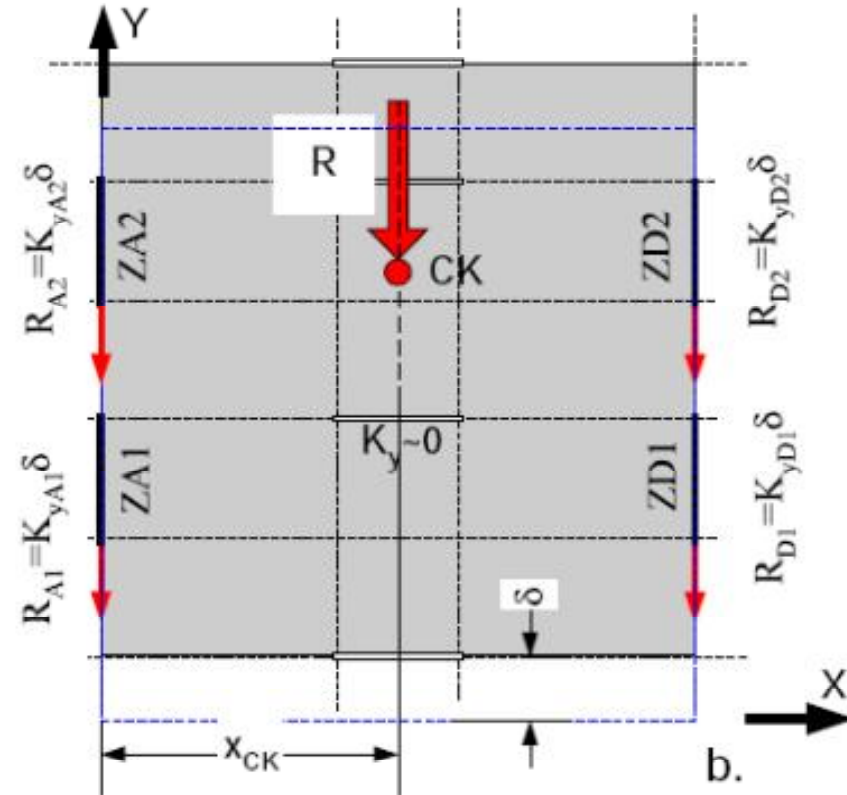
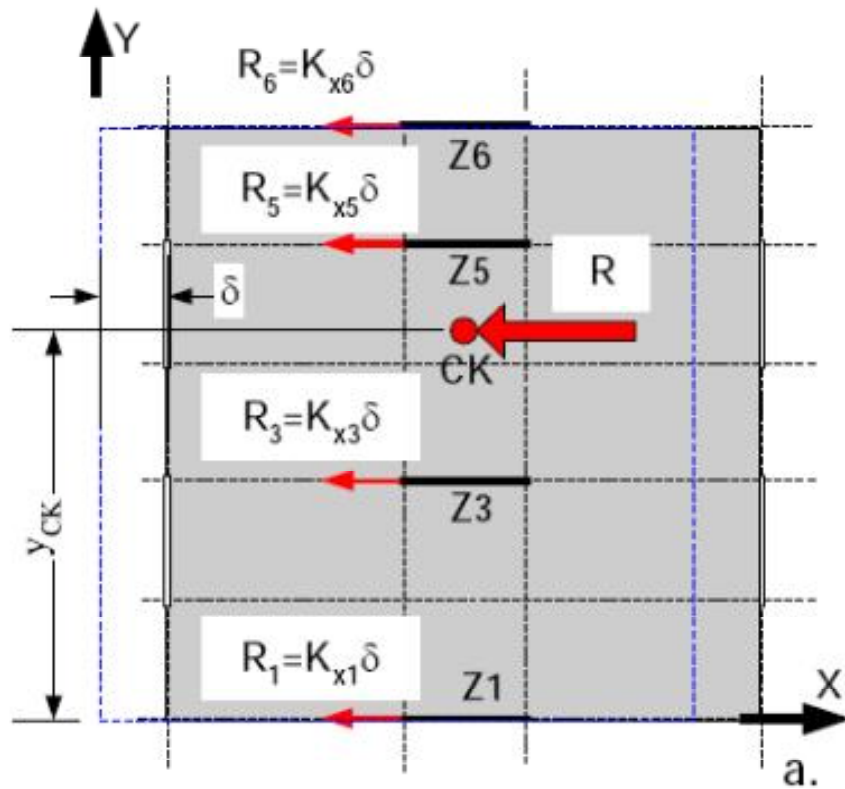
Dijagrami normalnih sila zida Z3 dati su na slici 3.9. Za fasadni zid Z1 u osi 1, usvajaju se vrednosti u iznosu od $\approx 50\%$ opterećenja zida Z3.

Uticaji od zemljotresa (X pravac)



Slika 3.10 - Seizmičko opterećenje u nivou tavanice 'j': a.) inercijalna sila S_j u centru mase CM; b.) inercijalna sila S_j redukovana na centar krutosti - CK

Određivanje koordinata centra krutostu CK



Reakcija zida „i“

$$R_i^\delta = \delta K_{xi}$$

gde je K_{xi} krutost zida „i“ na pomeranje u X - pravcu

Rezultanta reakcija zidova

$$R^\delta = \sum R_i^\delta = \delta \sum K_{xi}$$

Položaj rezultante $\sum M_0 = 0$ (oko koordinatnog početka)

$$R^\delta y_{CK} = \sum R_i^\delta y_i$$

gde je y_i koordinata y zida „i“

(3.1) (3.2) (3.3) →

$$y_{CK} = \frac{\sum K_{xi} y_i}{\sum K_{xi}}$$

$$\delta = S_x / \sum K_{xi}$$

$$S_i = S_x K_{xi} / \sum K_{xi}$$

$$x_{CK} = \frac{\sum K_{yi} x_i}{\sum K_{yi}}$$

$$\dot{S}_i = S_y K_{yi} / \sum K_{yi}$$

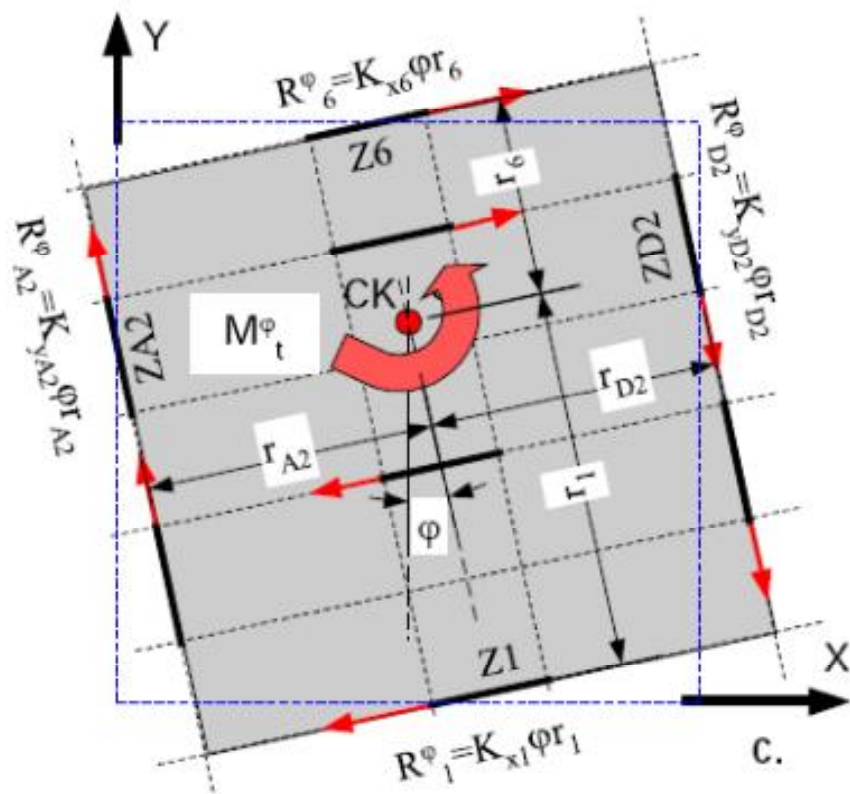
Rotacija tavanice

Pomeranje zida „i“

$$\delta_i^\varphi = \varphi r_i$$

(voditi računa o definiciji i znaku r_i)

$$(3.8)$$



Reakcija zida „i“

$$R_i^\varphi = \delta_i^\varphi K_i$$

$$(3.9)$$

(3.8) (3.9) \rightarrow

$$R_i^\varphi = \varphi K_i r_i$$

$$(3.10)$$

gde je K_i krutost zida „i“

Rezultujući moment torzije oko CK

$$M_t = \sum R_i^\varphi r_i = \varphi \sum K_i r_i^2$$

$$(3.11)$$

Ako u centru krutosti deluje poznati moment torzije M_t , obrtanje tavanice φ i opterećenje zida „i“ iznose:

(3.11) \rightarrow

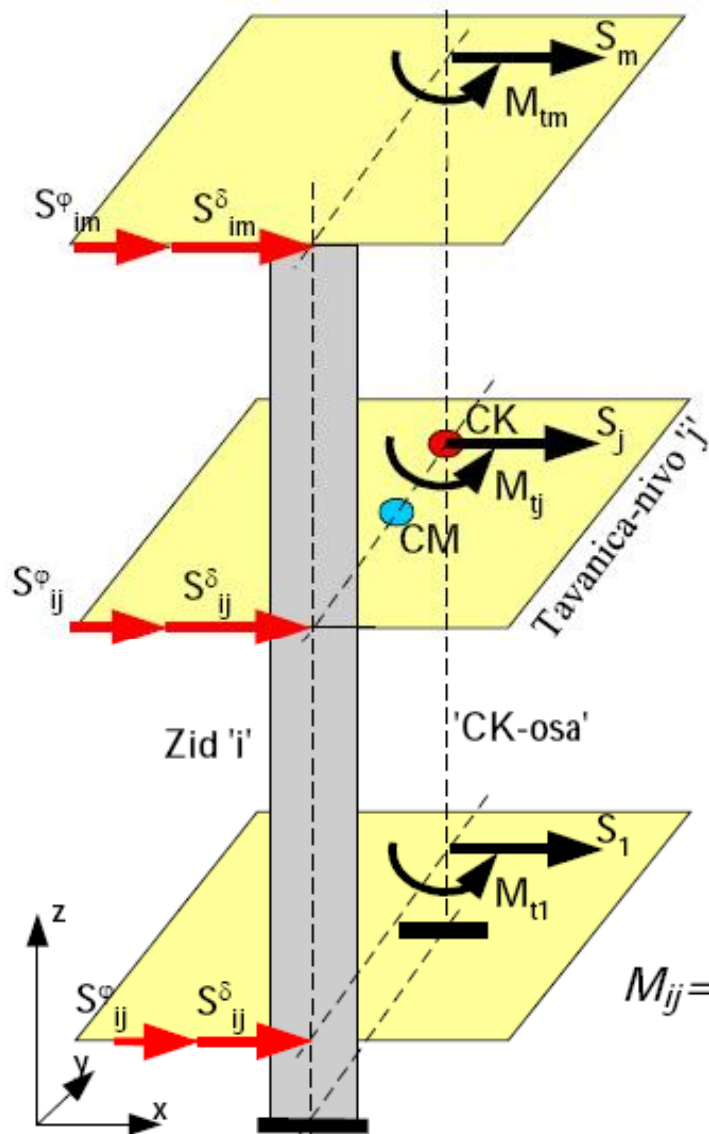
$$\varphi = M_t / \sum K_i r_i^2$$

$$(3.12)$$

(3.12) \rightarrow (3.10) \rightarrow

$$S_i^\varphi = M_t K_i r_i / \sum K_i r_i^2$$

$$(3.13)$$



Slika 3.12 - Seizmičko opterećenje zida 'i'

Uticaji u zidu "i" na spratu "j"

- Transverzalna sila zida „i“ u nivou sprata „j“

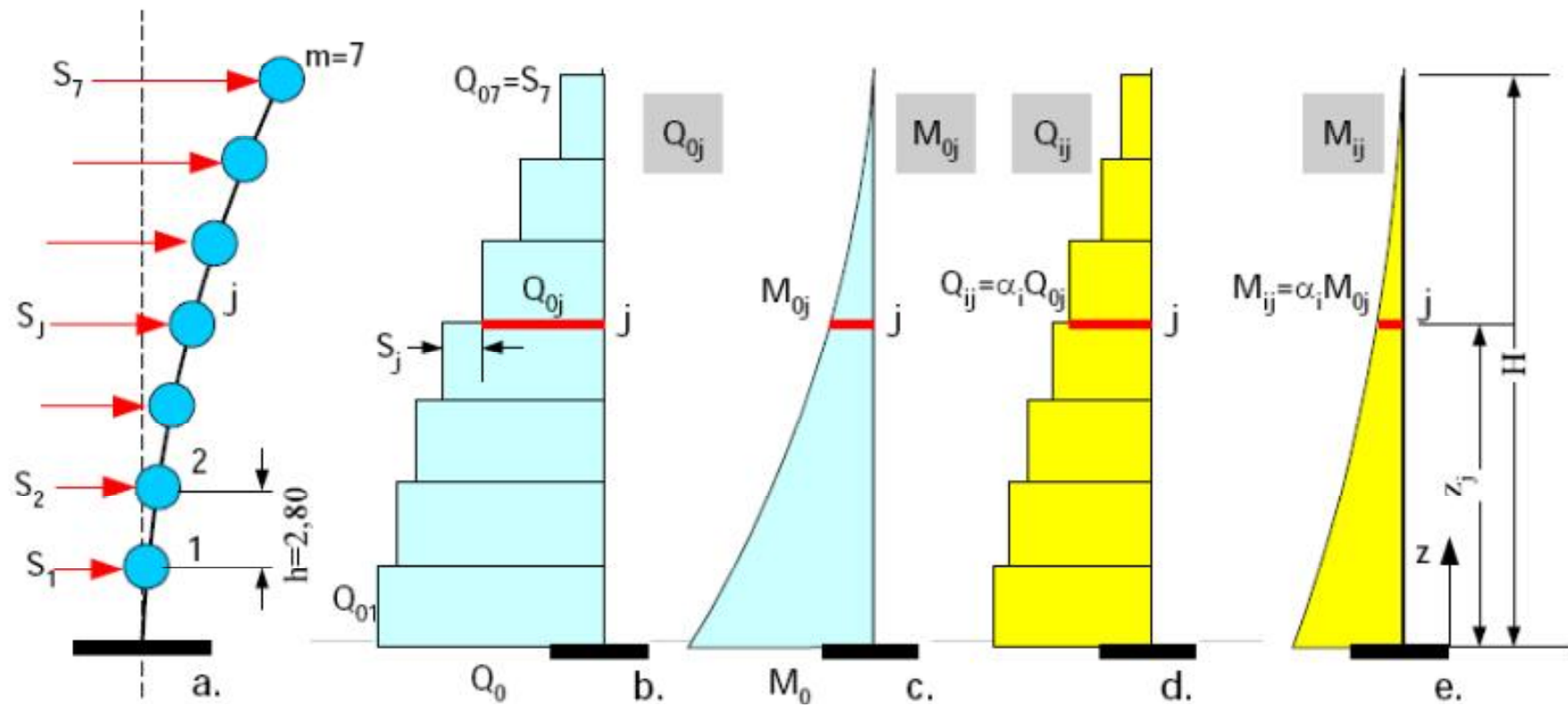
$$\begin{aligned}
 Q_{ij} &= \sum_{k=j+1}^m S_{ik} = \sum_{k=j+1}^m (S_{ik}^{\varphi} + S_{ik}^{\delta}) = \\
 &= \sum_{k=j+1}^m (S_k l_i / \sum_l I_l + S_k e l_i r_i / \sum_l I_l r_l^2) \\
 &= (l_i / \sum_l I_l + e l_i r_i / \sum_l I_l r_l^2) \sum_{k=j+1}^m S_k \\
 Q_{ij} &= \alpha_i Q_{0j}
 \end{aligned}$$

$$\alpha_i = l_i / \sum_l I_l + e l_i r_i / \sum_l I_l r_l^2; \quad Q_{0j} = \sum_{k=j+1}^m S_k$$

- Moment savijanja zida „i“ u nivou sprata „j“

$$M_{ij} = \sum_{k=j+1}^m S_{ik} (z_k - z_j) = \sum_{k=j+1}^m (S_{ik}^{\varphi} + S_{ik}^{\delta}) (z_k - z_j) = \alpha_i \sum_{k=j+1}^m S_k (z_k - z_j)$$

$$M_{ij} = \alpha_i M_{0j}, \text{ gde je } M_{0j} = \sum_{k=j+1}^m S_k (z_k - z_j)$$



Slika 3.13 - Određivanje uticaja u zidu 'i' : a.) seizmičko opterećenje objekta - prema slici 3.7.a; b.) ukupna transverzalna sila sprata Q_{0j} ; c.) ukupni moment savijanja - 'preturanja' M_{0j} u nivou sprata 'j'; d.) transverzalna sila zida u nivou sprata 'j' - $Q_{ij} = \alpha_i Q_{0j}$; e.) moment savijanja zida 'i' u nivou sprata 'j' $M_{ij} = \alpha_i M_{0j}$, gde je α_i - 'koeficijent participacije' zida 'i' u ukupnoj nosivosti

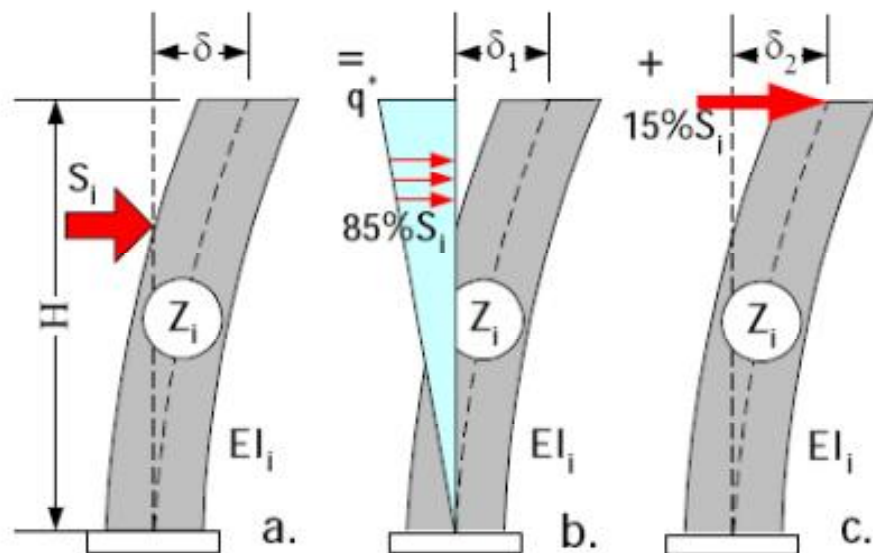
Prema Yu81, član 34, momente torzije $M_t = S \times e$ sračunate iz čisto statičkih razmatranja treba uvećati faktorom $K_T = 1,50$, zbog „spregnutosti bočnih i torzionih vibracija“ sistema sa dva stepena slobode (ili tri) po spratu. To znači da treba korigovati i izraz (3.13) za S_i^p , odnosno koeficijent participacije α_i zida „i“:

$$\alpha_i = \frac{l_i}{\sum_i l_i + K_T e \frac{l_i r_i}{\sum_i l_i r_i^2}}$$

Kontrola duktilnosti zida

$$\sigma_0 / \beta_B \leq 0,20 \quad \text{gde je } \sigma_0 = N/F \quad \beta_B = 0,7 \beta_K$$

Kontrola pomeranja zida (pomeranje kritičnog zida)



Slika 3.15 - Odredjivanje 'pomeranja' vrha zida

$$\alpha_1 = 0,2759$$

$$\max Q_{0j} = 2805,4 \text{ kN} \quad (\text{slika 3.14})$$

$$S_1 = \alpha_1 \max Q_{0j}$$

$$= 0,2759 \times 2805,4 = 774,0 \text{ kN}$$

$$0,85 S_1 = 0,85 \times 774,0 = 658,0 \text{ kN}$$

$$0,15 S_1 = 0,15 \times 774,0 = 116,0 \text{ kN}$$

$$0,5 q^* H = 658,0 \rightarrow$$

$$q^* = 658,0 / (0,5 \times 19,6) = 67,2 \text{ kN/m'}$$

(sl. 3.15.b)

$$MB 30 \rightarrow EI_1 = 3 \times 10^7 \times 1,325 =$$

$$3,975 \times 10^7 \text{ kNm}^2$$

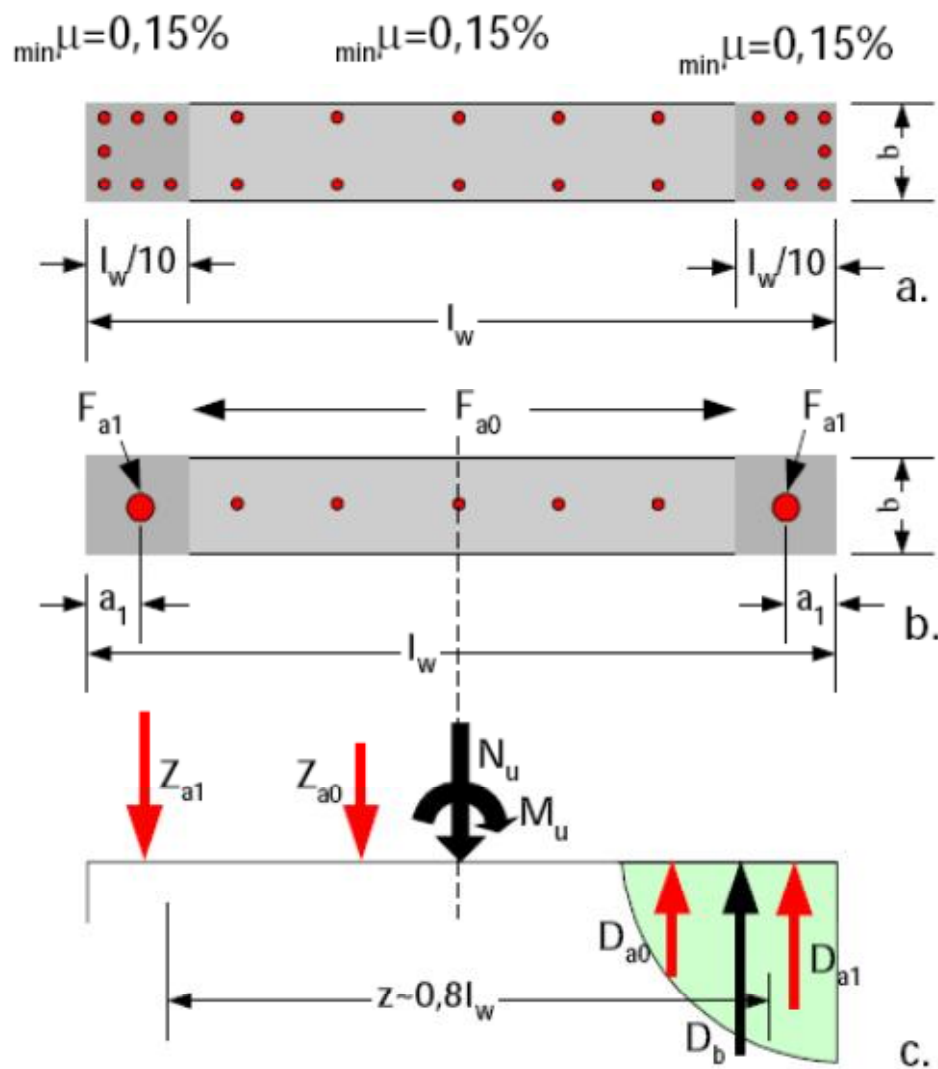
$$\delta_1 = 11 q^* H^4 / 120 EI_1 =$$

$$11 \times 67,2 \times 19,6^4 / (120 \times 3,975 \times 10^7) = 0,023 \text{ m}$$

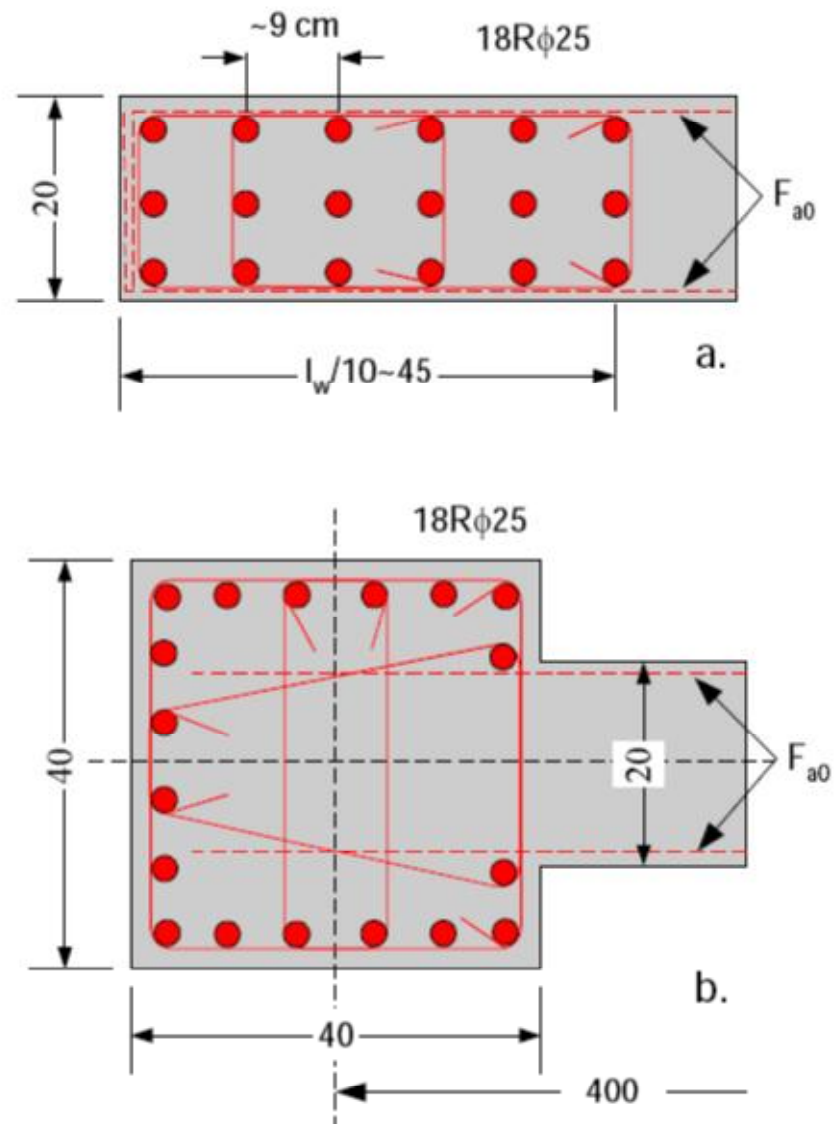
$$\delta_2 = 0,15 S_1 H^3 / 3 EI_1 = 116,0 \times 19,6^3 / (3 \times 3,975 \times 10^7) = 0,007 \text{ m}$$

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 = 0,023 + 0,007 = 0,030 \text{ m} < H/600 = 19,6/600 = 0,033 \text{ m}$$

Dimenzionisanje zida na savijanje

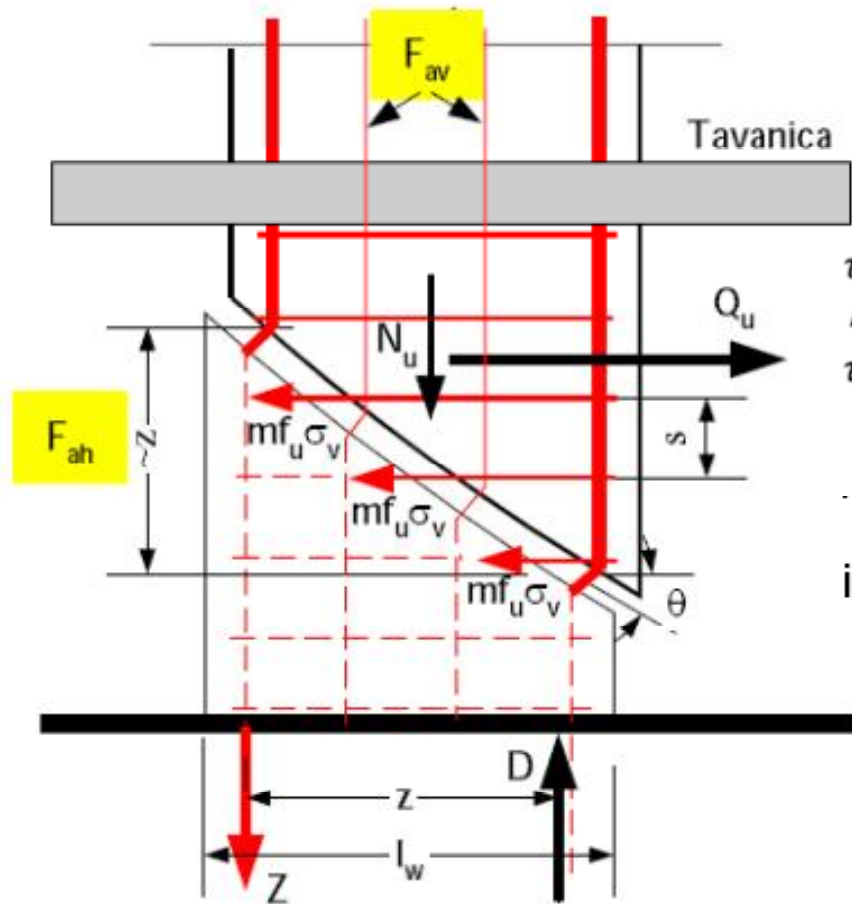


Slika 3.16 - Koncept armiranja zida



Slika 3.17 - Armiranje kraja zida

Dimenzionisanje na transverzalne sile



Maksimalni uticaji u uklještenju zida

$$Q_1 = \alpha_1 Q_{0j} = 0,2759 \times 2805,4 = 774,0 \text{ kN}$$

$$\tau_m = \gamma Q_1 / bz \leq 5 \tau_r$$

$$MB 30 \rightarrow \tau_r = 1,1 \text{ MPa}$$

$$\tau_m = 1,3 \times 774,0 / (20 \times 334) = 0,15 \text{ kN/cm}^2 = 1,5 \text{ MPa} < 5 \tau_r$$

$$\theta = 45^\circ \text{ (ugao prsline } \sim 45^\circ)$$

$$\Sigma X = 0 \rightarrow F_{aH} \sigma_v = \gamma Q = Q_u$$

ili, na metar dužni visine zida

$$f_{aH} = F_{aH} / z \approx Q_u / 0,8 l_w \sigma_v \text{ (cm}^2/\text{cm)}$$

$$f_{aH} = 1,3 \times 774,0 / (40 \times 344) = 0,073 \text{ (cm}^2/\text{cm)}$$

$$\mu = f_{aH} / b = 0,073 / 20 = 0,36\% > \mu_{\min} = 0,2\%$$

usvojeno: $\pm R\text{Ø} 10/20$

$$R\text{Ø} 10 \rightarrow f_u = 0,59 \text{ cm}^2$$

$e = 20 \text{ cm}$ (razmak)

$$\sigma_v \mu = 2 f_u / be = 2 \times 0,79 / (20 \times 20)$$

$$= 0,395\% > \mu_{\text{pot}} = 0,36\%$$

Konstruisanje armature zida

