



Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet  
www.grf.bg.ac.rs

---

Studijski program: **Građevinarstvo**  
Modul: MTI, HVEI, PŽA  
Godina/Semestar: **III godina / V semestar**

Naziv predmeta (šifra): **Betonske konstrukcije 1**  
**(b2s3bk, b2h3bk, b2m3bk, b1s3bk)**

Nastavnik: **Ivan Ignjatović**

Naslov predavanja: **Ramovske konstrukcije**

Datum : 02.12.2022.

---

Beograd, 2020.

*Sva autorska prava autora prezentacije i/ili video snimaka su zaštićena. Snimak ili prezentacija se mogu koristiti samo za nastavu na daljinu studenta Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu u školskoj 2020/2021 i ne mogu se koristiti za druge svrhe bez pismene saglasnosti autora materijala.*

# Sadržaj

- Uvod
- Osnove proračuna
- Osobine materijala
- ULS-Savijanje
- ULS-Smicanje
- ULS-Stabilnost
- SLS-Ugibi, prsline
- Monolitne, polumontažne i montažne međuspratne konstrukcije
- Ramovske konstrukcije
- Temelji i potporni zidovi
- Prethodno napregnuti beton



## Ramovske konstrukcije

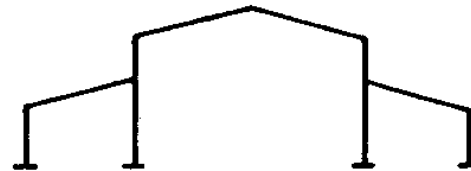
- 1.1. Podela
- 1.2. Statički sistemi i statički proračun
- 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje
- 1.4. Dimenzionisanje
- 1.5. Armiranje čvorova rama
- 1.6. Glavni nosači
- 1.7. Rožnjače
- 1.8. Objekti sa armiranobetonskim zidovima
- 1.9. Armiranobetonski zidni nosači
- 1.10. Lokalni naponi pritiska. Zglobovi
- 1.11. Kratki elementi

## 1.1. Podela

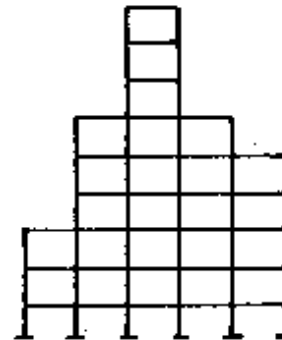
- Prost jednobrodni ram



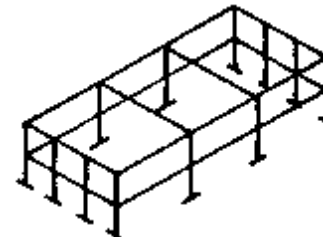
- Višebrodni ram



- Složen ram



- Prostorni ram

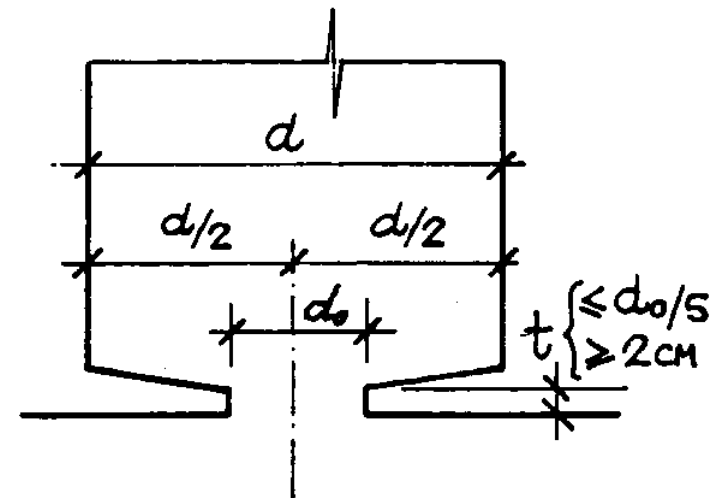
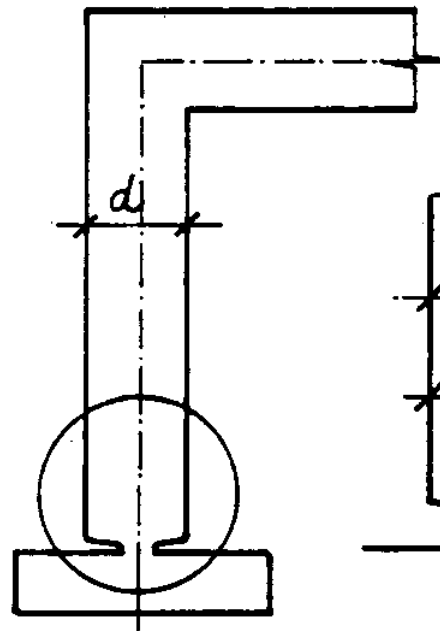
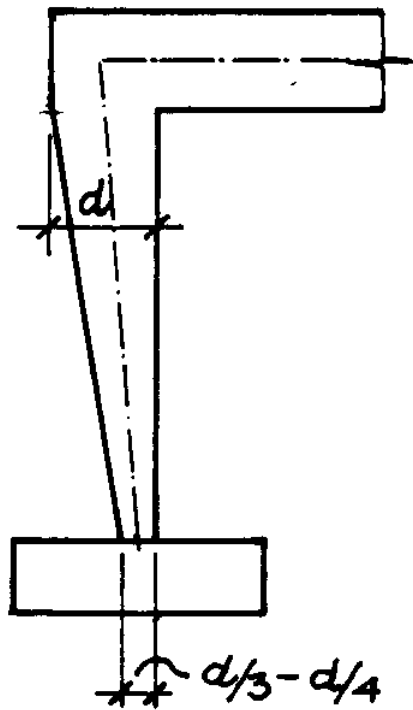


## 1.2. Statički sistemi i statički proračun

- Statički sistemi:
  - Statički određeni (loše tlo)
  - Statički neodređeni (dobro tlo)
- Izbor statičkog sistema zavisi od:
  - Vrste tla
  - Opterećenja
  - Načina građenja
  - Dopuštenih horizontalnih i vertikalnih deformacija
  - Temperaturnih uticaja
  - Skupljanja betona

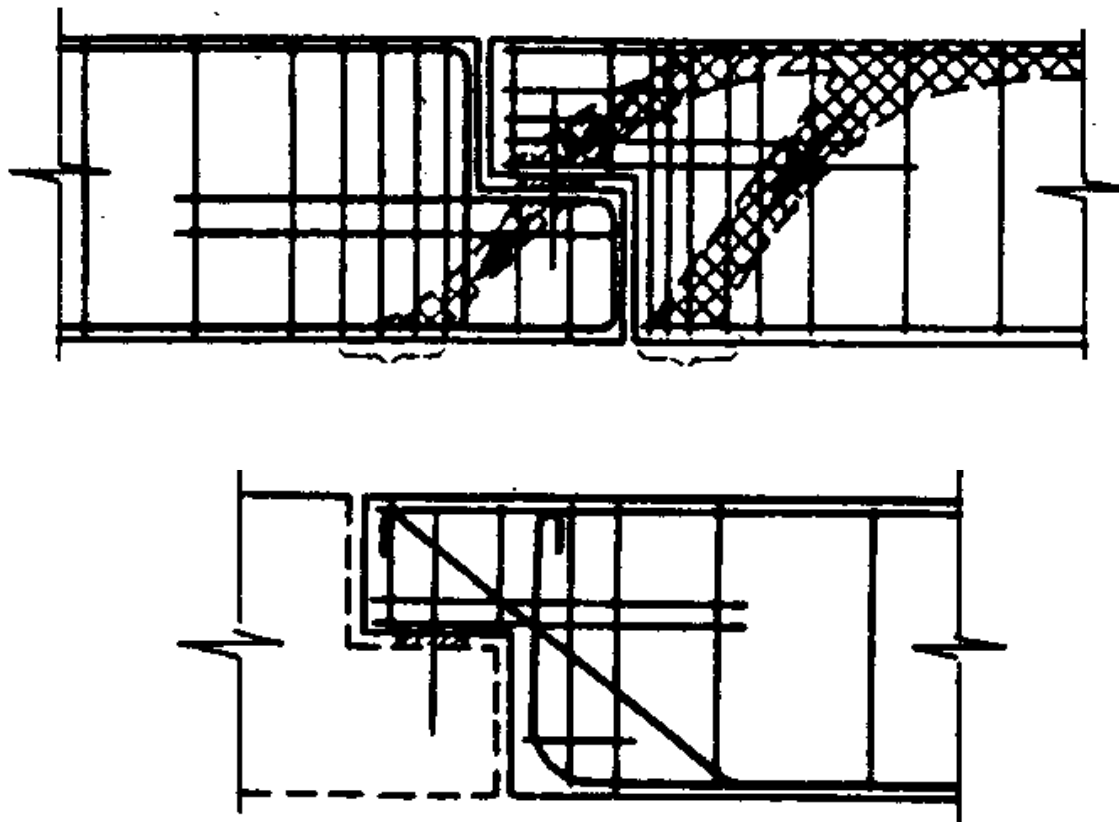
## 1.2. Statički sistemi i statički proračun

- Stubovi rama oslanjaju se na tlo preko temelja
- Veze stuba i temelja mogu biti:
  - Zglobne
  - Krute
- Zglobna veza između stuba i grede postiže se redukcijom poprečnog preseka



## 1.2. Statički sistemi i statički proračun

- Zglobna veza između greda:



## 1.2. Statički sistemi i statički proračun

- Visina armiranobetonskih greda obično se procenjuje u funkciji od raspona l:

- Ramovi sa jednim poljem

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

- Ramovi sa više polja

$$d = \frac{l}{16} \div \frac{l}{12}$$

- Širina greda je obično dva do tri puta manja od visine grede i kreće se u granicama:

$$b = 20 \div 50 \text{ cm}$$



## 1.2. Statički sistemi i statički proračun

- Ako su dužine podužnih ramova veće od 60 do 80m, potrebno je predvideti **dilatacije** – prekide u konstrukciji
- Dilatacije smanjuju uticaje od temperaturne promene i skupljanja betona
- Izvođenje zglobova kod armiranobetonskih stubova se vrši smanjenjem poprečnog preseka stuba na mestu zgloba na približno  $d/4$  do  $d/3$

### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

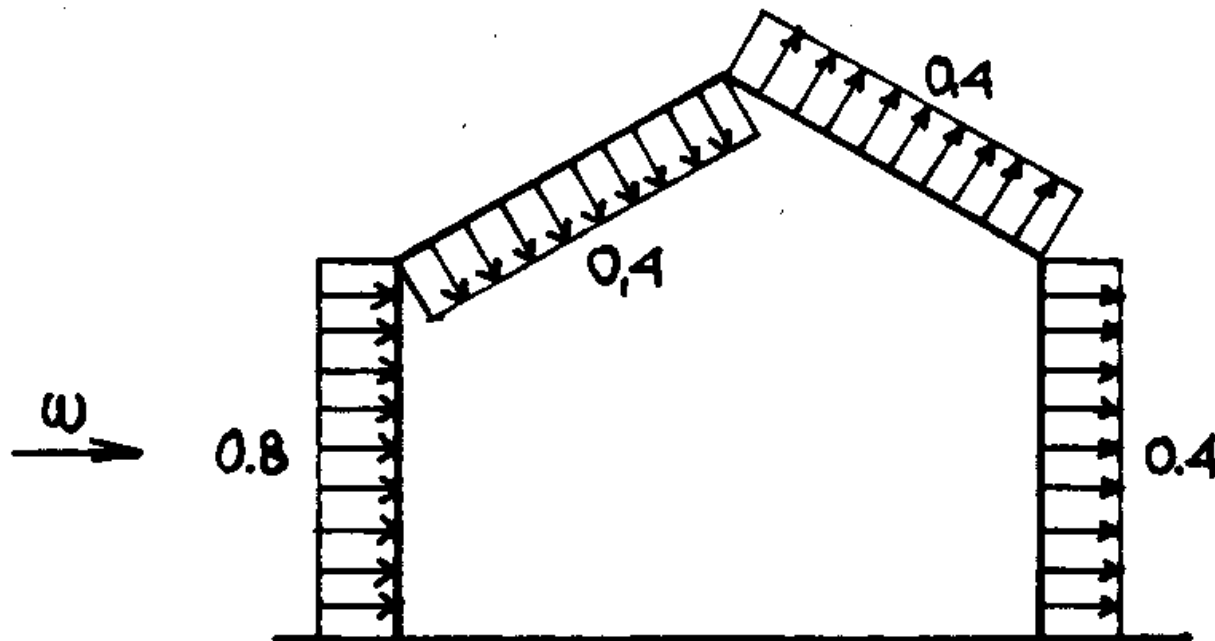
- Horizontalna opterećenja koja se mogu javiti u eksploataciji su:
  - Vetar
  - Seizmičke sile
  - Pritisak zemlje

### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Vetar je horizontalno opterećenje sa izrazito dinamičkim delovanjima – udar vetra
- Za uobičajne objekte određivanje intenziteta opterećenja od vetra vrši se približnim postupkom
- Smatra se da je delovanje na objekte statičke prirode opterećenjem koje nazivamo **osnovno dejstvo vetra  $w_0$**
- Osnovno dejstvo vetra zavisi od:
  - brzine vetra,
  - stepena zaštićenosti,
  - visine objekta,
  - ugla između površine objekta i pravca vetra

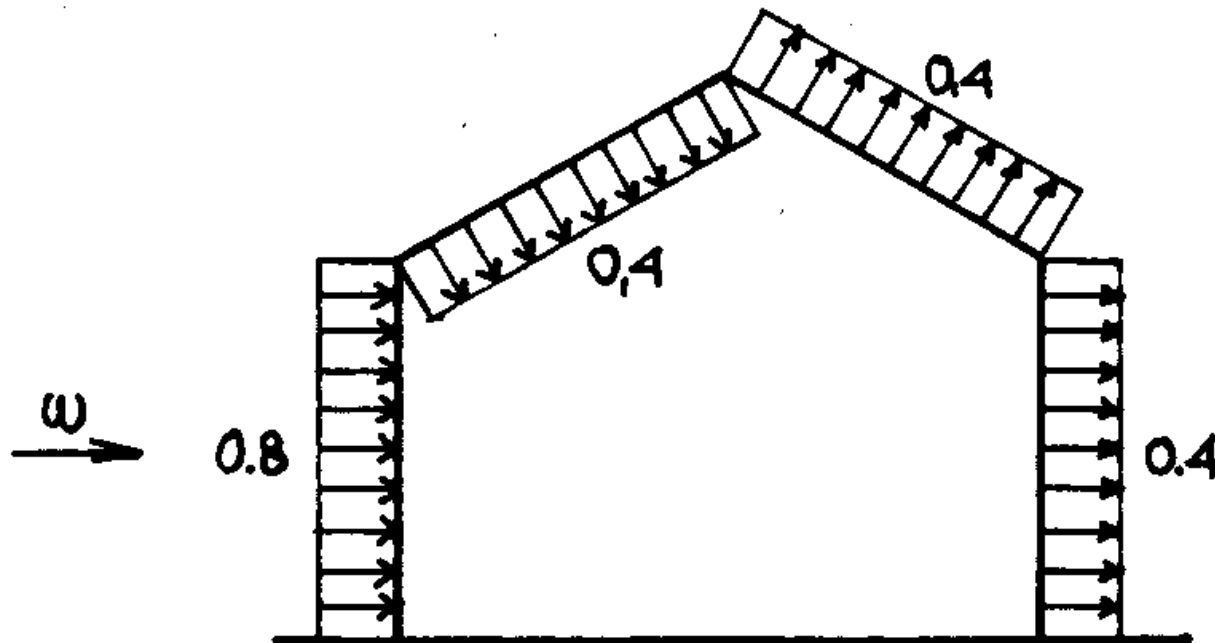
### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Usvaja se takva šema opterećenja da je površina objekta izložena dejstvu vetra opterećena pritiskujućem dejstvu vetra
- Zaklonjeni delovi objekta izloženi su sišućem dejstvu vetra
- Na slici su dati koeficijenti smanjenja osnovnog dejstva od vetra



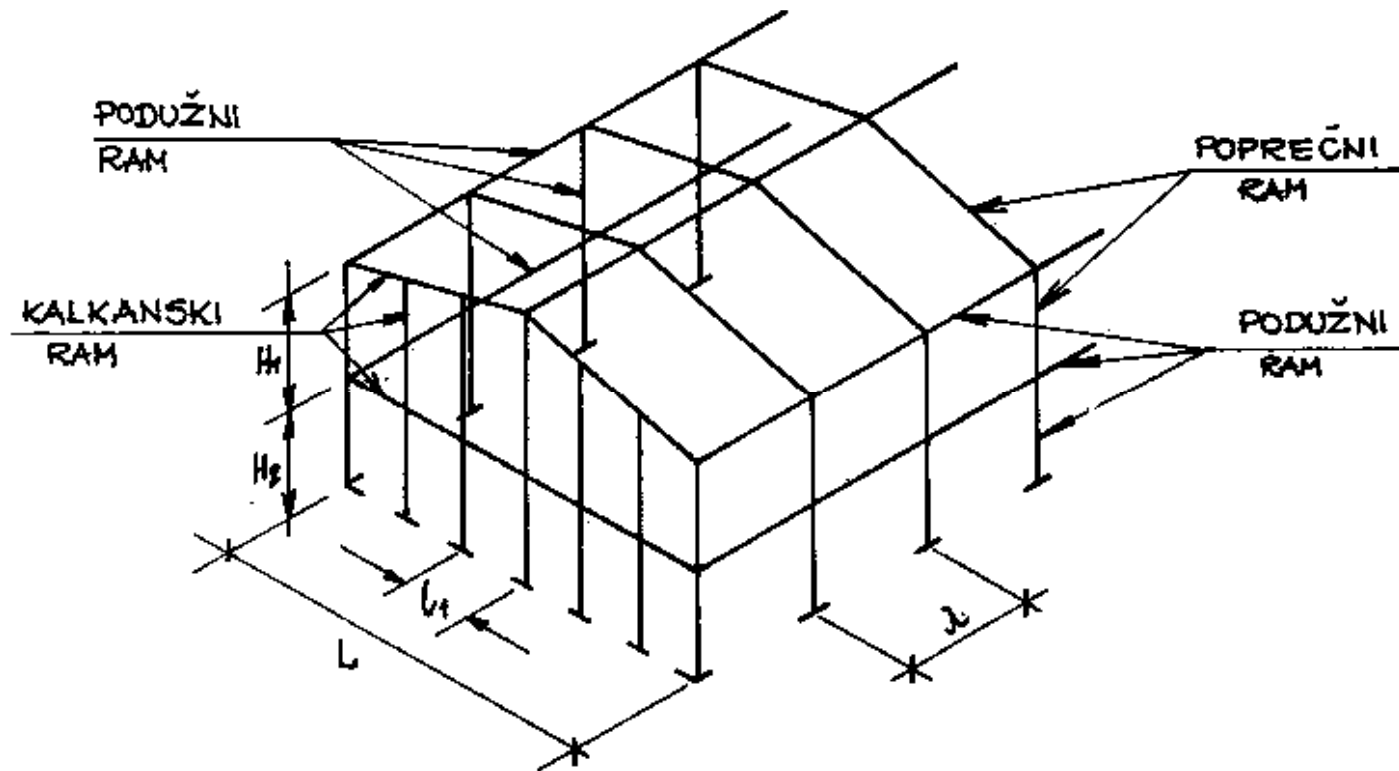
### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Za sve površine na koje deluje sišuće dejstvo, koeficijent smanjenja osnovnog dejstva vetra je 0.4
- Za vertikalne površine izložene pritiskujućem dejstvu vetra koeficijent je 0.8
- Za površine pod uglom  $\alpha \leq 40^\circ$  izložene pritiskujućem dejstvu vetra koeficijent je 0.4



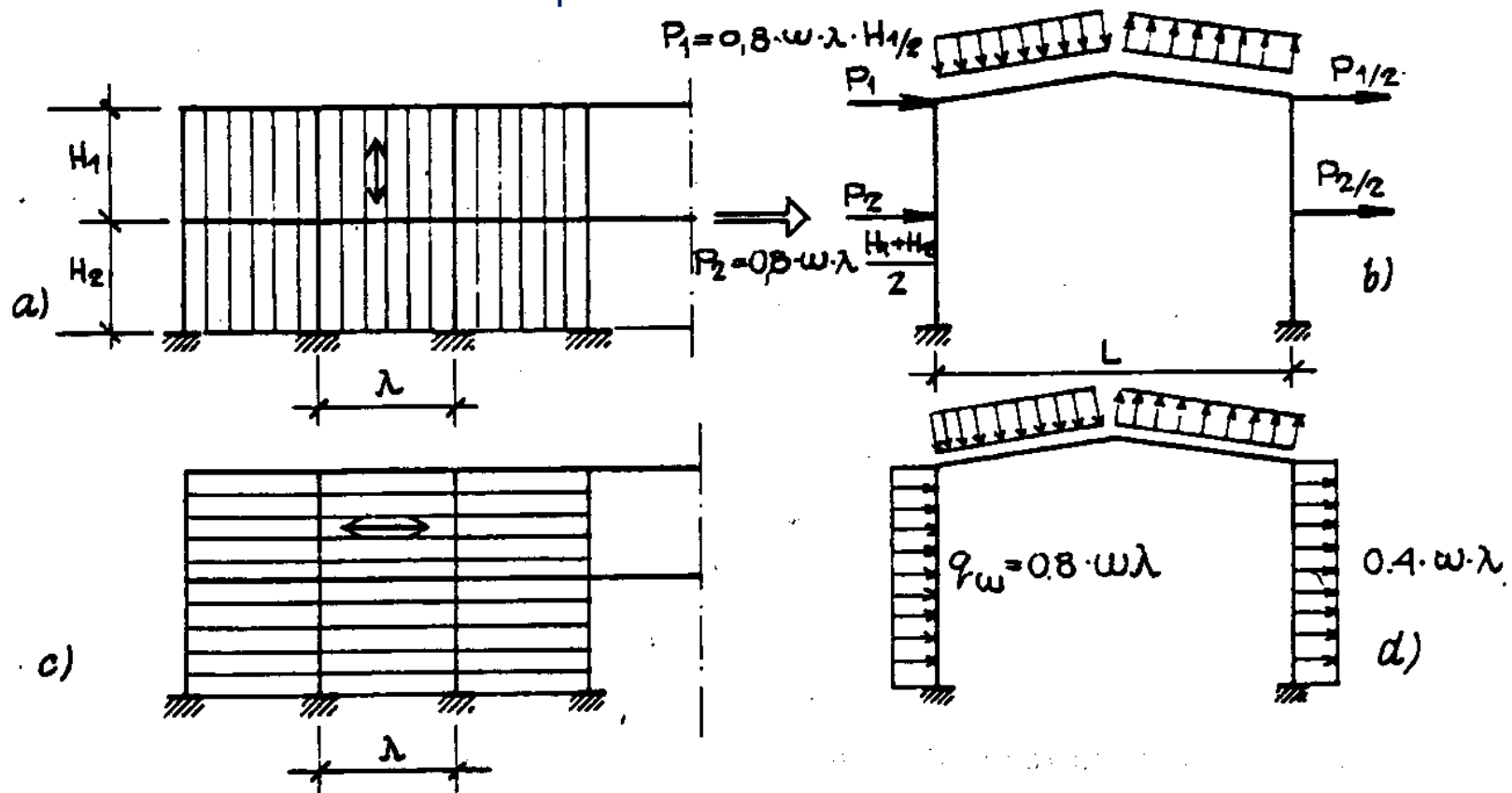
### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Intenzitet opterećenja izražen je u  $\text{kN/m}^2$  upravno na površinu objekta
- **Vetar u poprečnom pravcu prihvataju poprečni i kalkanski ramovi**
- **Vetar u podužnom pravcu prihvataju podužni ramovi**



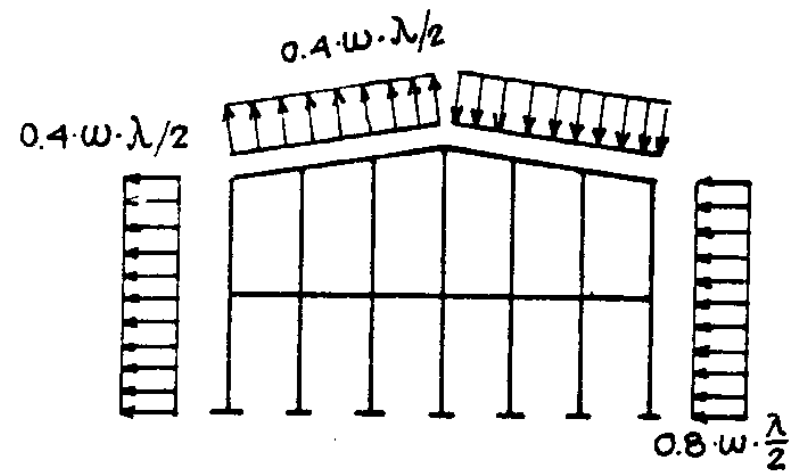
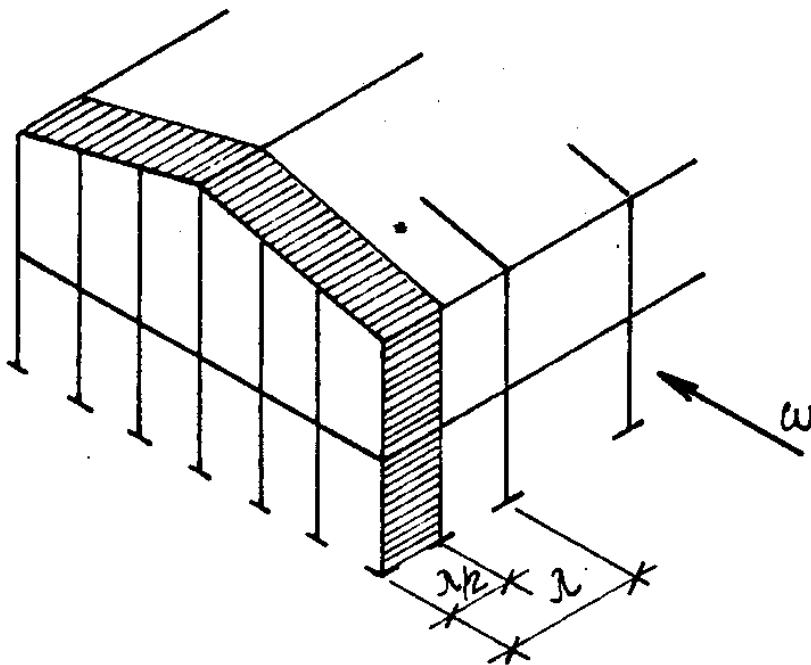
## 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Poprečni ramovi
  - Raspodela opterećenja na poprečne ramove zavisi od načina oslanjanja fasadnih elemenata na podužne ramove



### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

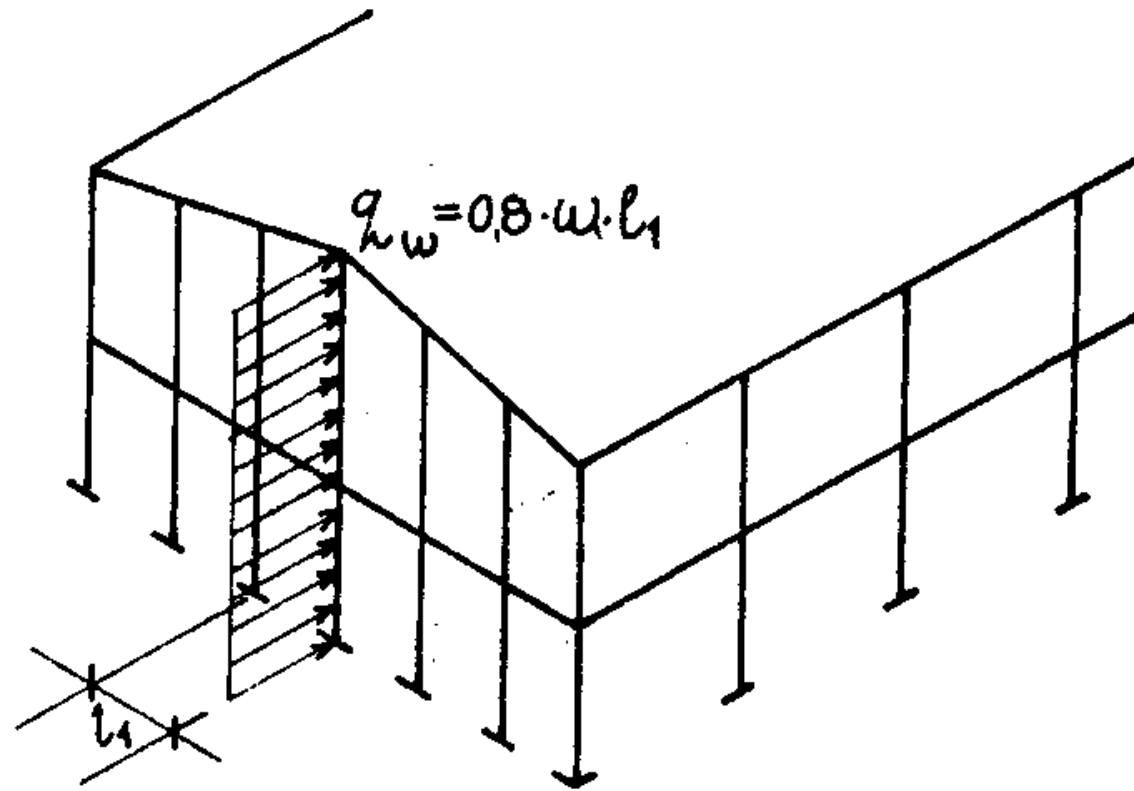
- Kalkanski ramovi
- Vetar u ravni rama





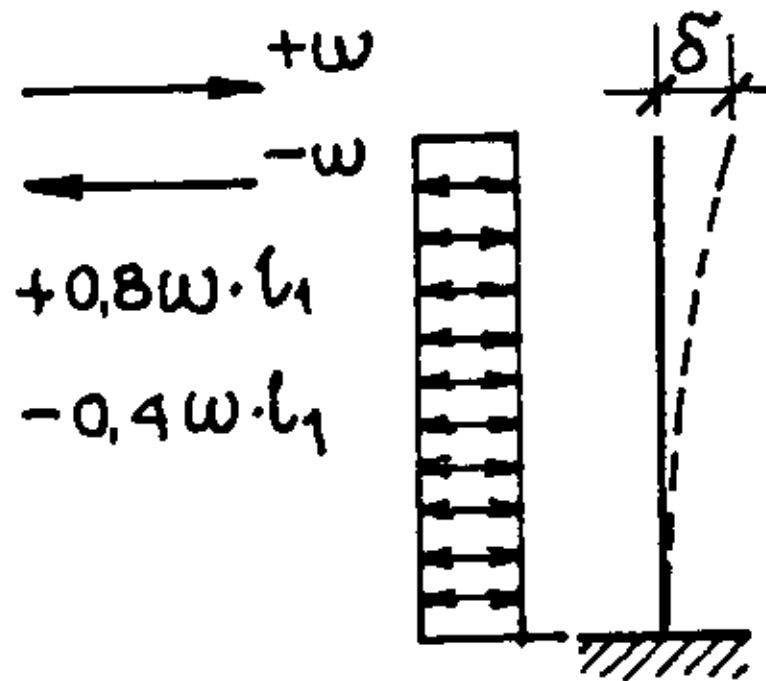
## 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Kalkanski ramovi
- Vetar upravno na ravan rama



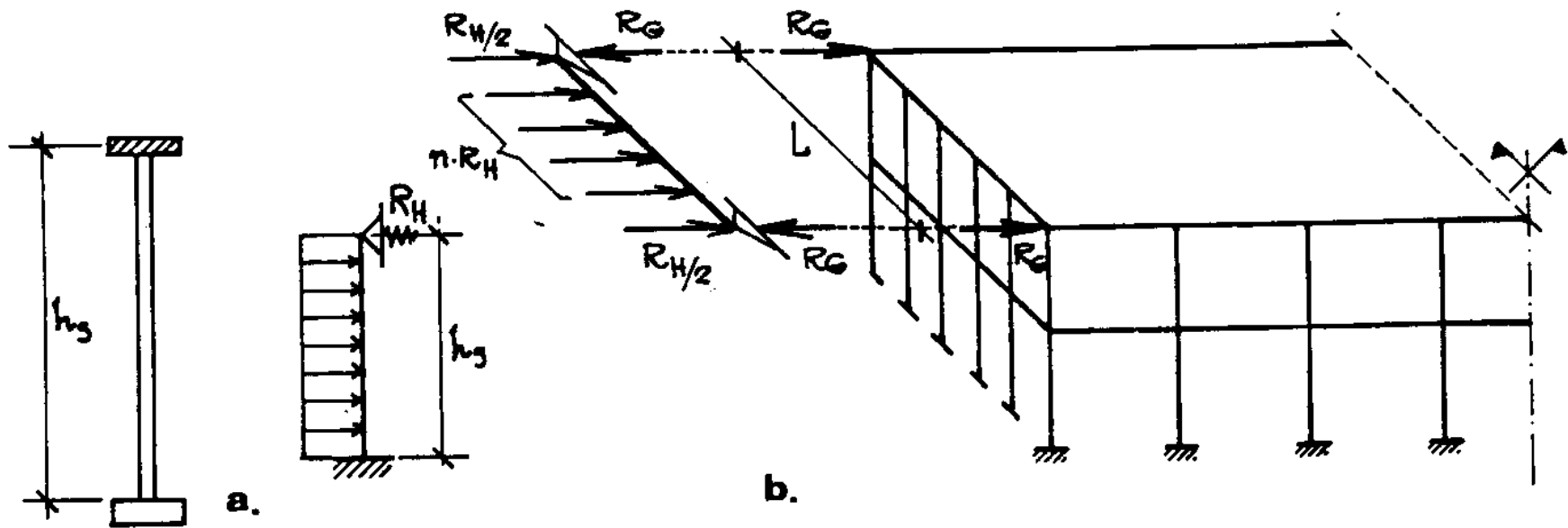
### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Meka krovna ravan
- Kalkanski stubovi se usled pripadajućeg opterećenja ponašaju kao konzolni stubovi sa slobodno pomerljivim krajevima sa pomeranjem vrha za veličinu  $\delta$



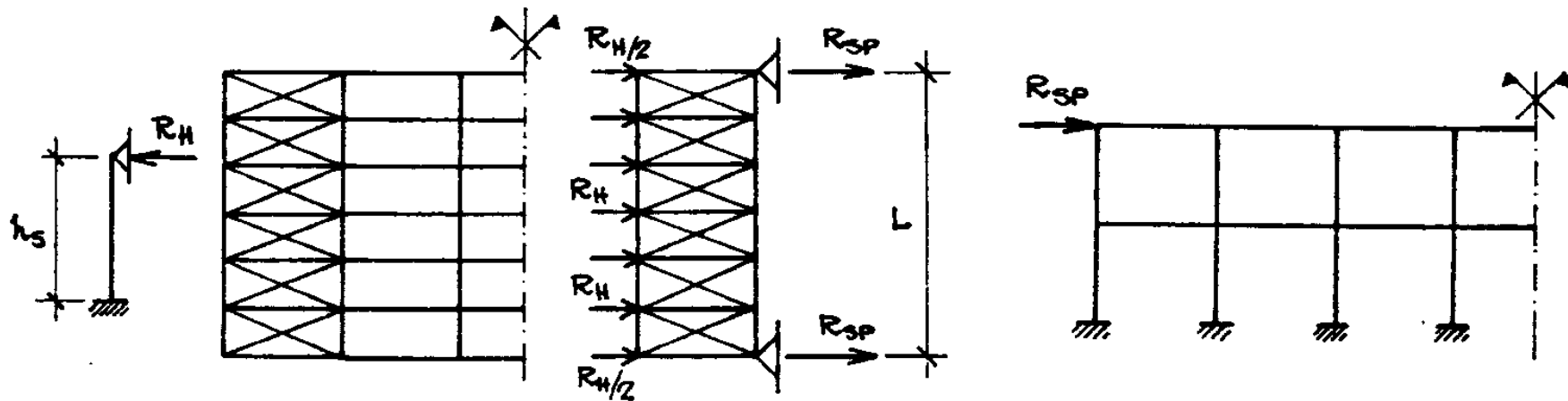
### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Meka krovna ravan
- Raspon kalkana L mali



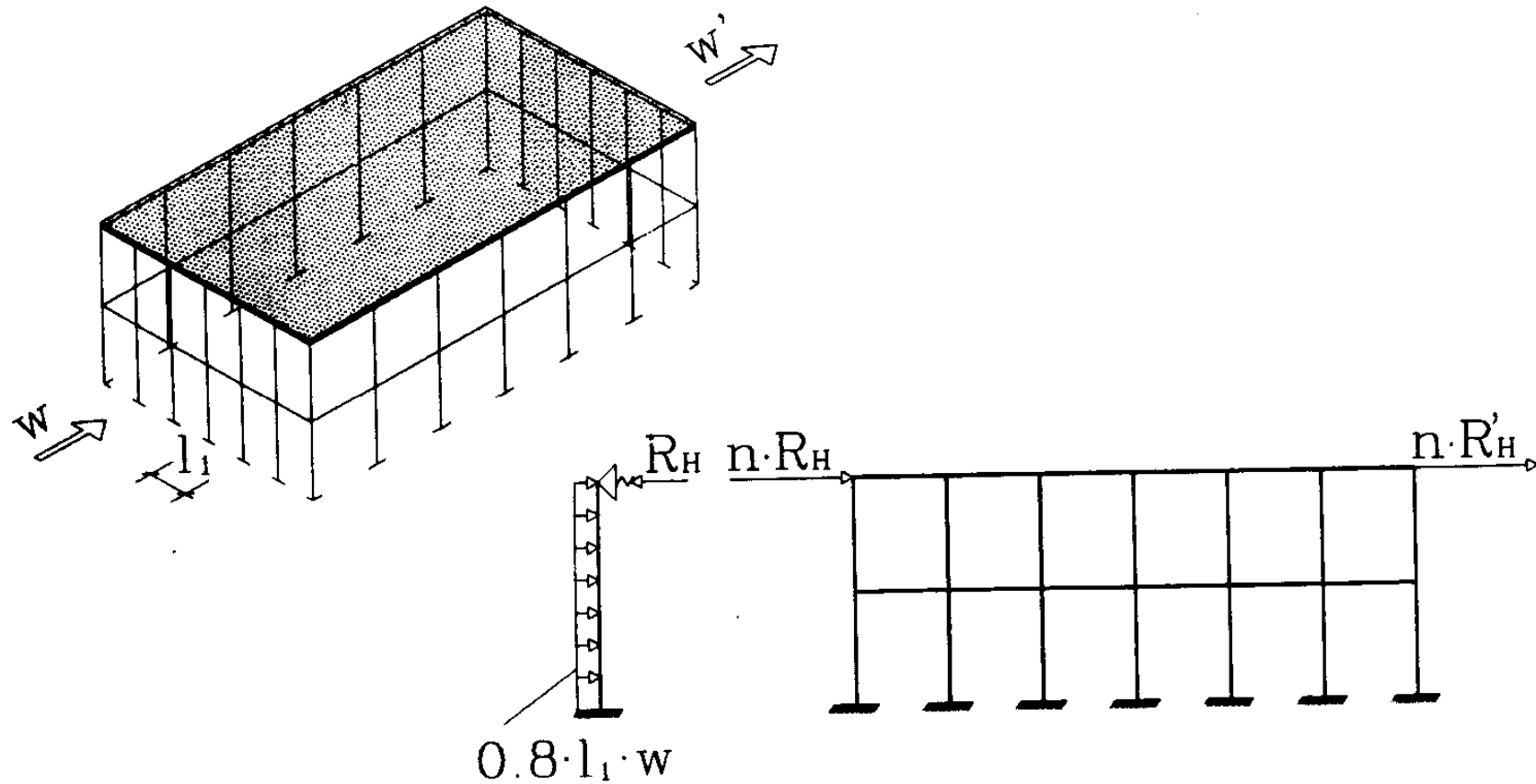
### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Meka krovna ravan
- Raspon kalkana L veliki



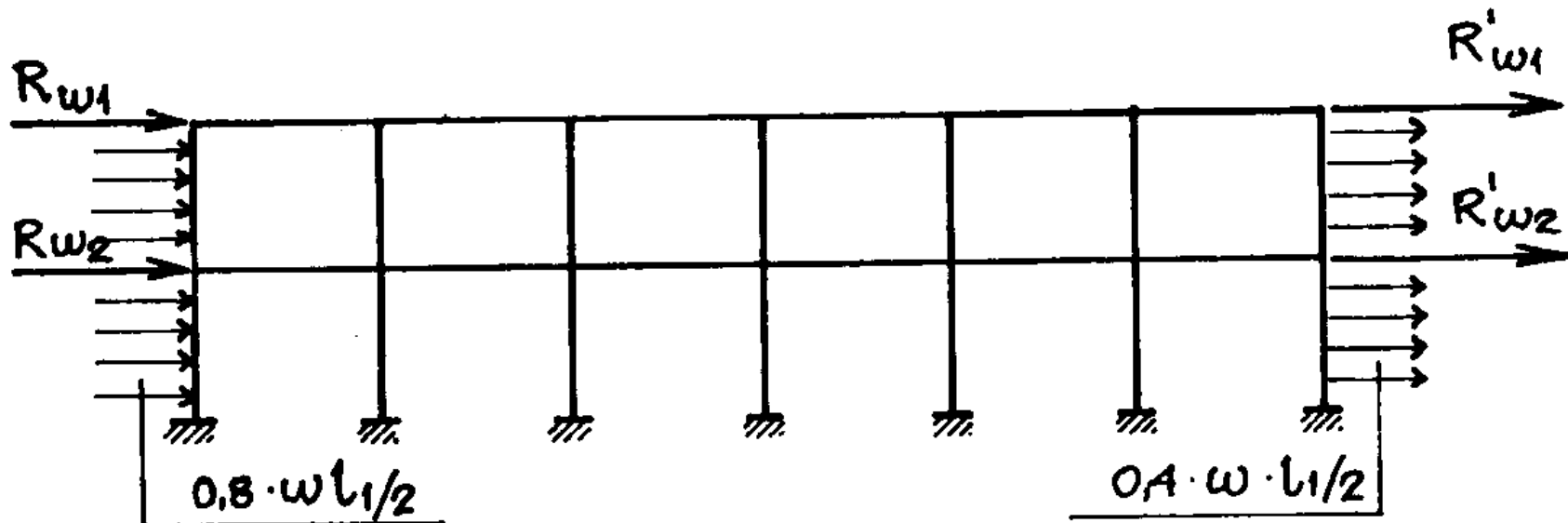
### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Kruta krovna ravan



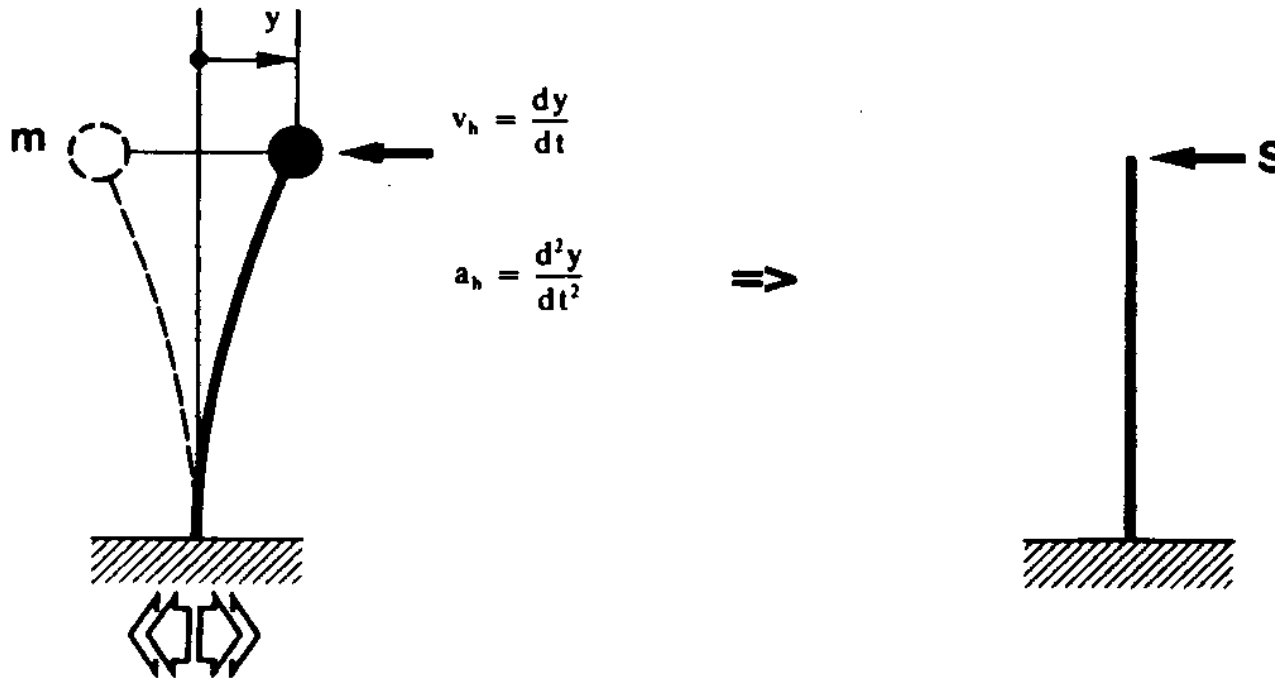
### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Podužni ramovi
  - Šema opterećenja podužnih ramova zavisi od proračuna kalkanskih ramova
  - Koncentrisana opterećenja na podužnom ramu javljaju se na mestima kalkanskih greda kao njihove reakcije
  - Jednako podeljeno opterećenje je deo koji se prenosi preko pripadajuće površine fasade



## 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Opterećenje od seizmičkih sila
  - Inercijalne sile koje nastaju tokom zemljotresa izazivaju znatna dinamička opterećenja konstrukcije objekta
  - Za objekte manjeg značaja i složenosti proračun na dejstvo od zemljotresa sprovodi se metodom **ekvivalentnog statičkog opterećenja**

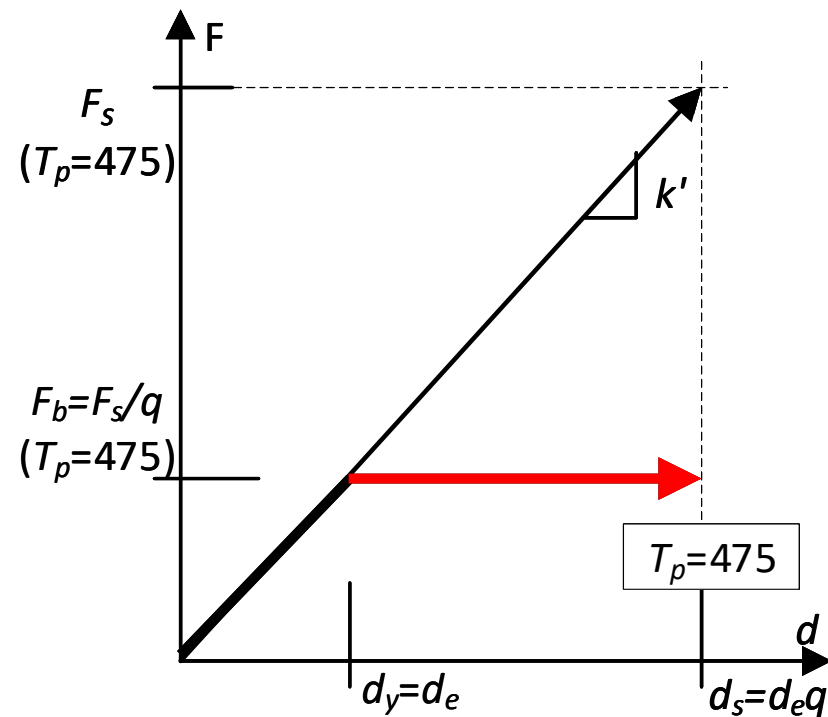
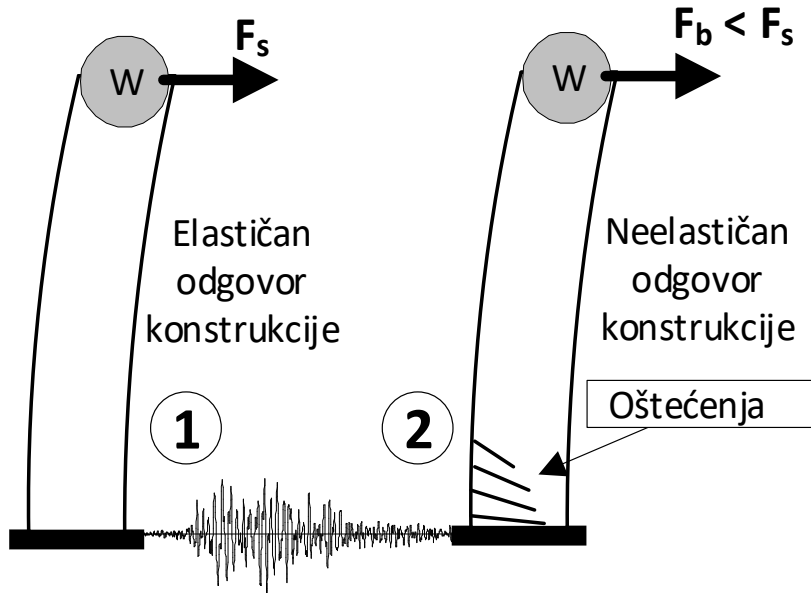


# Analiza konstrukcije za dejstvo zemljotresa (SRPS EN 1998-1: 2015)

## Tradicionalni koncept aseizmičkog projektovanja

Paradoks ?

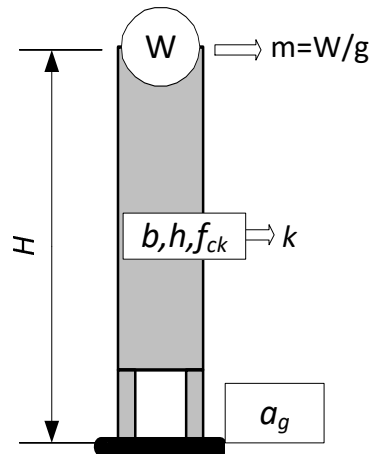
Manja sila - veća oštećenja



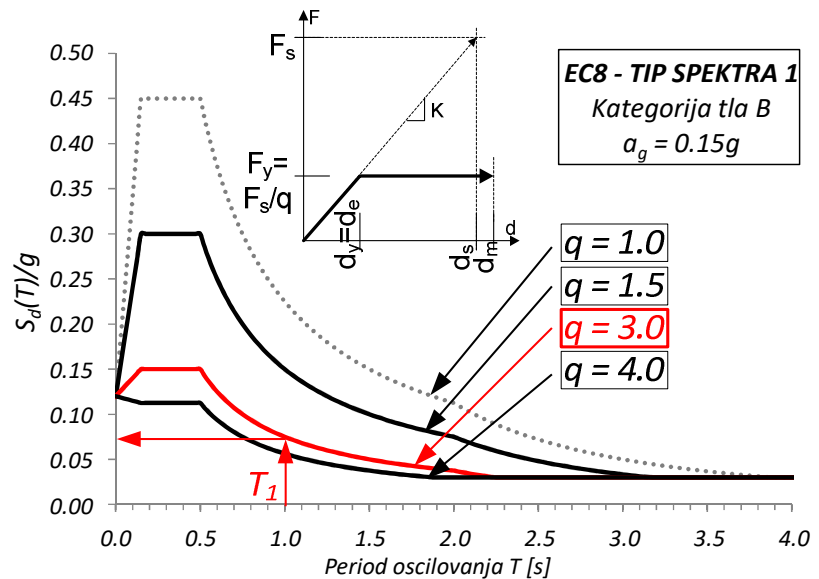


# Analiza konstrukcije za dejstvo zemljotresa (SRPS EN 1998-1: 2015)

## Koncept proračuna AB konstrukcija prema Evrokodu 8

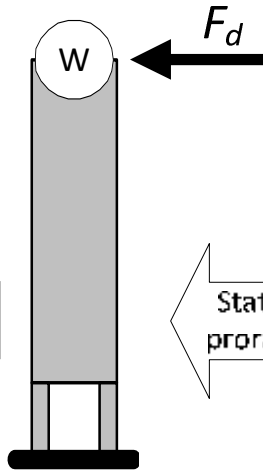


$a_g$ , tip tla  
 $T_1 = 2\pi(m/k)^{1/2}$   
**Usvajanje  $q = 3.0$**



1. Kontrola pomeranja
2. Kontrola efekata drugog reda
3. Dimenzionisanje preseka

$d, M, N, V$

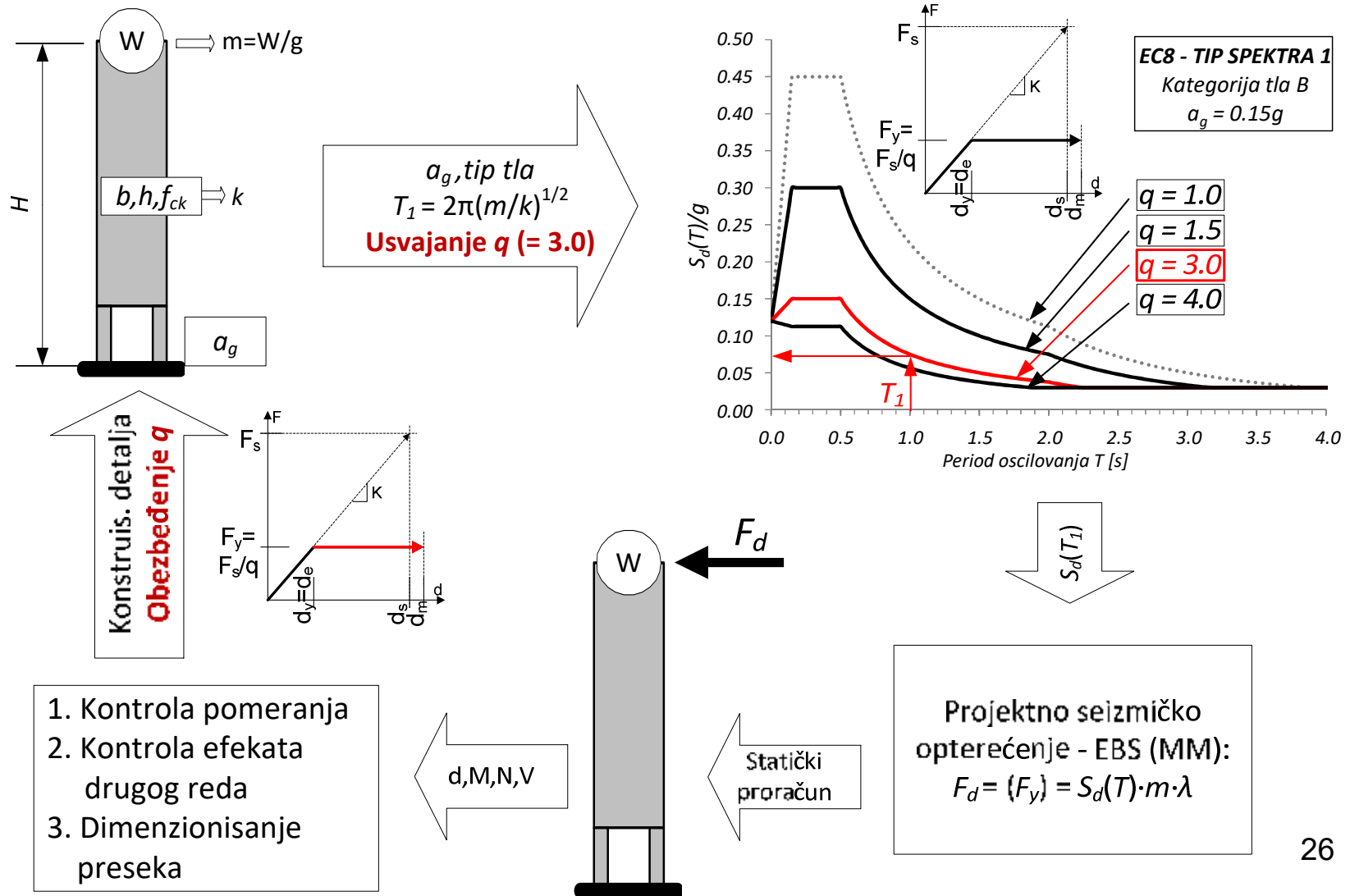


Statički proračun

Projektno seizmičko opterećenje - EBS (MM):  
 $F_d = \{F_y\} = S_d(T) \cdot m \cdot \lambda$

# Analiza konstrukcije za dejstvo zemljotresa (SRPS EN 1998-1: 2015)

## Koncept proračuna AB konstrukcija prema Evrokodu 8

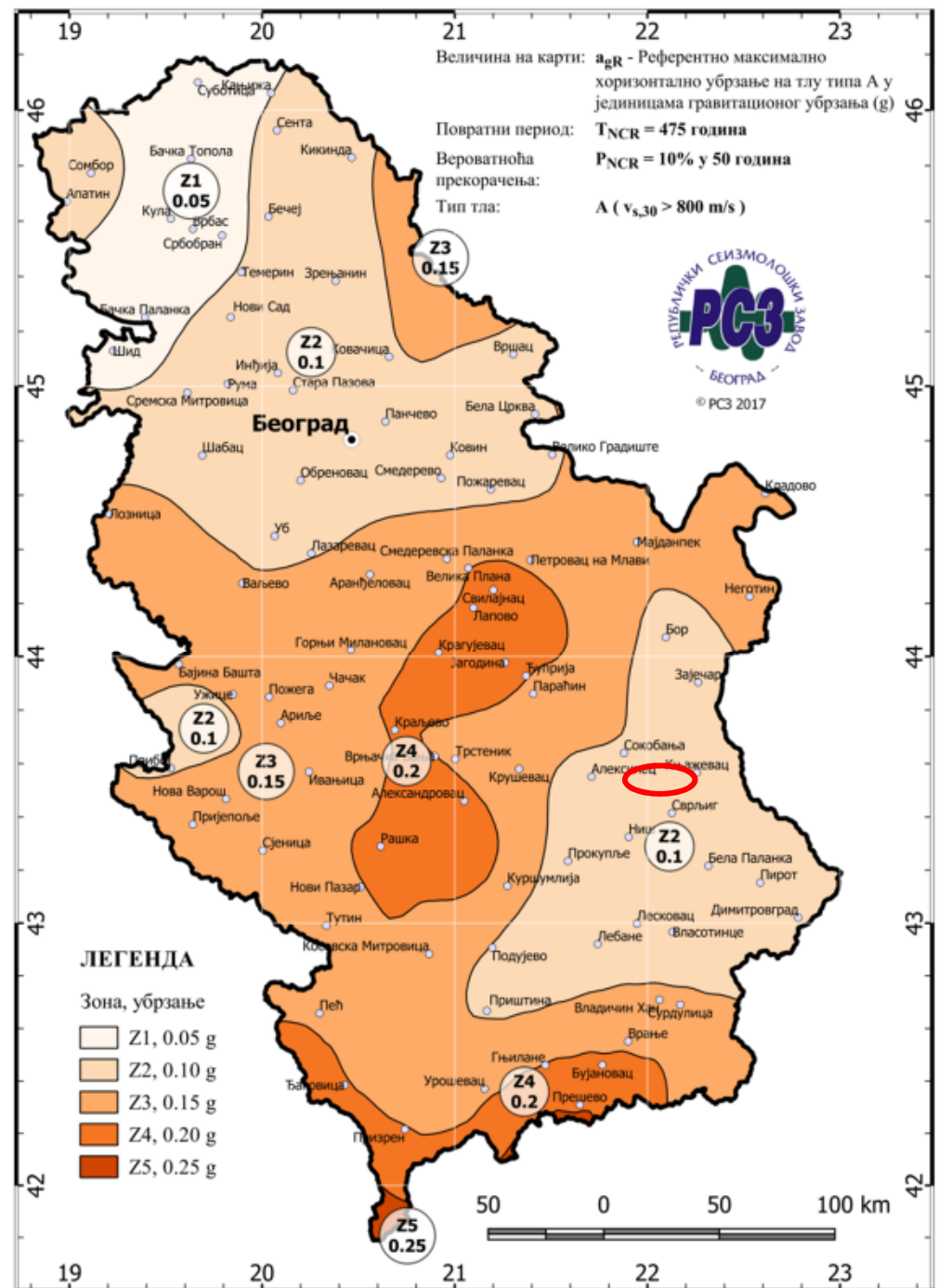


# Analiza konstrukcije za dejstvo zemljotresa (SRPS EN 1998-1: 2015)

## Ulazni podaci – parametri seizmičkog opterećenja

- Osnovni podaci za određivanje seizmičkog opterećenja su:
  - referentno maksimalno horizontalno ubrzanje na tlu ( $a_{gR}$ )
  - Tip tla
  - Tip spektra

Karta zona maksimalnih horizontalnih ubrzanja na tlu tipa A za povratni period od  $T_{NCR} = 475$  godina (SRPS EN 1998-1/NA 2018, Prilog A)



# Analiza konstrukcije za dejstvo zemljotresa (SRPS EN 1998-1: 2015)

## Dinamičke karakteristike konstrukcije – proračun mase konstrukcije

- Seizmička sila i period oscilovanja konstrukcije određuju se na osnovu masa koje su povezane sa gravitacionim opterećenjima koja se javljaju u sledećoj kombinaciji dejstava:

$$\sum G_{k,j} + \sum \psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}$$

gde je  $\psi_{E,i} = \varphi \cdot \psi_{2,i}$  koeficijent kombinacije promenljivog dejstva  $i$ .

- Koeficijenti kombinacije:

a) Korisno opterećenje (Kategorija A):

$$\psi_{2,q} = 0.3$$

b) Opterećenje od snega:

$$\psi_{2,s} = 0.0$$

Vrednosti parametra  $\varphi$  u proračunu  $\psi_{E,i}$

Vrsta promenljivog dejstva	Sprat	$\varphi$
Kategorije A-C*	<b>Krov</b>	<b>1.0</b>
	<b>Spratovi sa sadržajima u korelaciji</b>	<b>0.8</b>
	Spratovi sa nezavisnim sadržajem	0.5
Kategorije D-F* i Arhive		1.0

\*Kategorije kao što je definisano u EN 1991-1-1:2002

## Proračun seizmičkih sila prema Evrokodu 8

### Metoda Ekvivalentnih bočnih sila

Prema EN 1998-1:2004, ukupna seizmička sila  $F_b$  jednaka je:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda$$

gde je

$S_d(T_1)$  ordinata projektnog spektra za period  $T_1$

$T_1$  osnovni period slobodnih vibracija za posmatrani horizontalni pravac

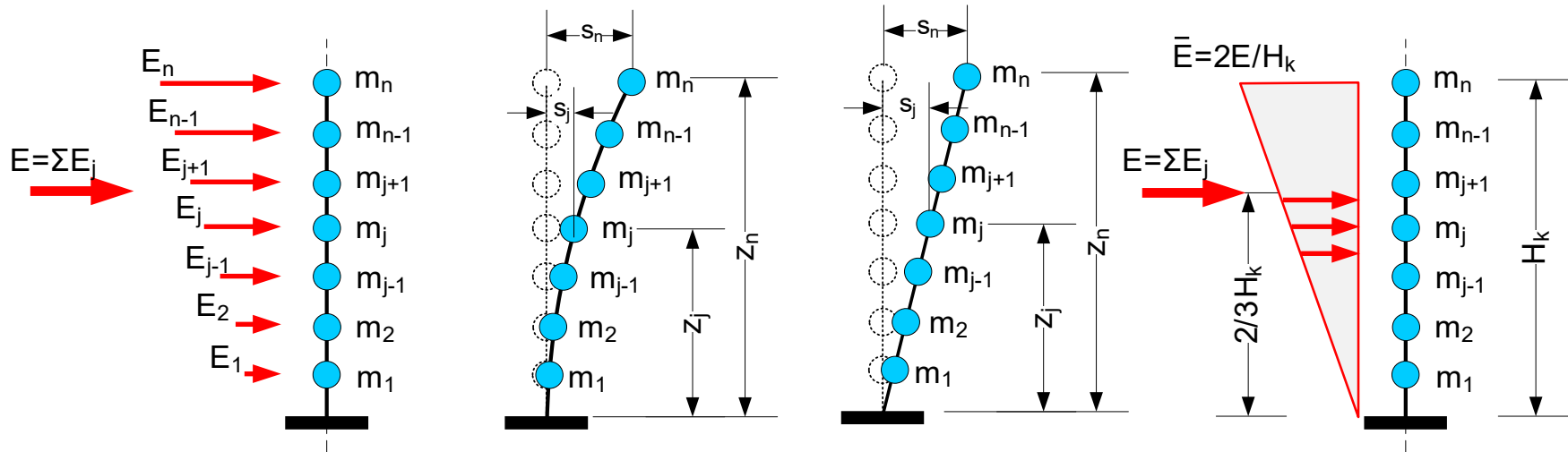
$m$  ukupna masa zgrade iznad temelja

$\lambda$  korekcionni faktor, čija je vrednost jednaka  $\lambda = 0,85$  ako je  $T_1 < 2T_c$  i ako zgrada ima više od dva sprata, dok je  $\lambda = 1,0$  u svim ostalim slučajevima

# Proračun AB zgrade sa zidovima

## 5 Proračun seizmičkih sila prema Evrokodu 8

### Raspodela seizmičkih sila po visini konstrukcije



a) Proračunski model – raspodela ukupne seizmičke sile po visini

b) Raspodela sile prema pomezanjima spratova u osnovnom tonu

c.1) Raspodela sile pod pretpostavkom linearne promene pomezanja spratova po visini (koristiti u elaboratu)

c.2) Uprošćenje linearne raspodele sile - „trougona“ raspodela (koristiti u ispitnim zadacima)

Raspodela seizmičke sile po visini:

Moment savijanja u uklještenju:

$$E_j = E \cdot \frac{s_j \cdot m_j}{\sum s_j \cdot m_j}$$

$$M_E = \sum E_j \cdot z_j$$

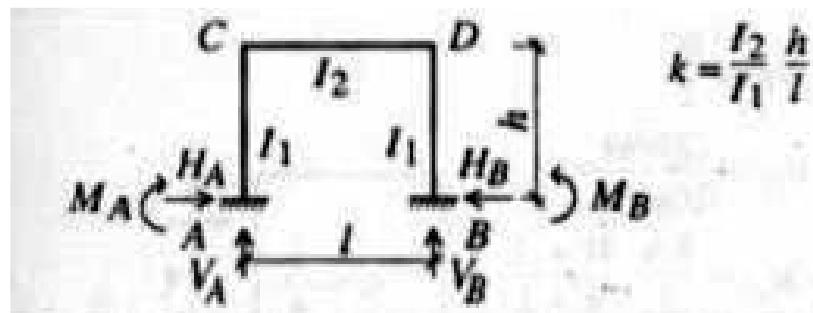
$$E_j = E \cdot \frac{z_j \cdot m_j}{\sum z_j \cdot m_j}$$

$$M_E = \sum E_j \cdot z_j$$

$$\bar{E} = 2 \cdot E / H_k$$

$$M_E = \bar{E} \cdot H_k^2 / 3 = E \cdot 2H_k / 3$$

### 1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

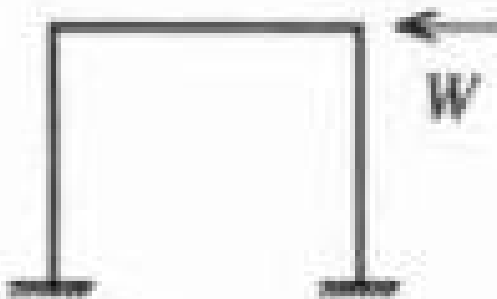


$$H = H_A = H_B = \frac{ql^2}{4h(k+2)}$$

$$V_A = V_B = \frac{ql}{2}$$

$$M_A = M_B = \frac{ql^2}{12(k+2)} = H \frac{h}{3}$$

$$M_C = M_D = \frac{ql^2}{6(k+2)} = -2H \frac{h}{3}$$



$$H_A = -H_B = \frac{W}{2}$$

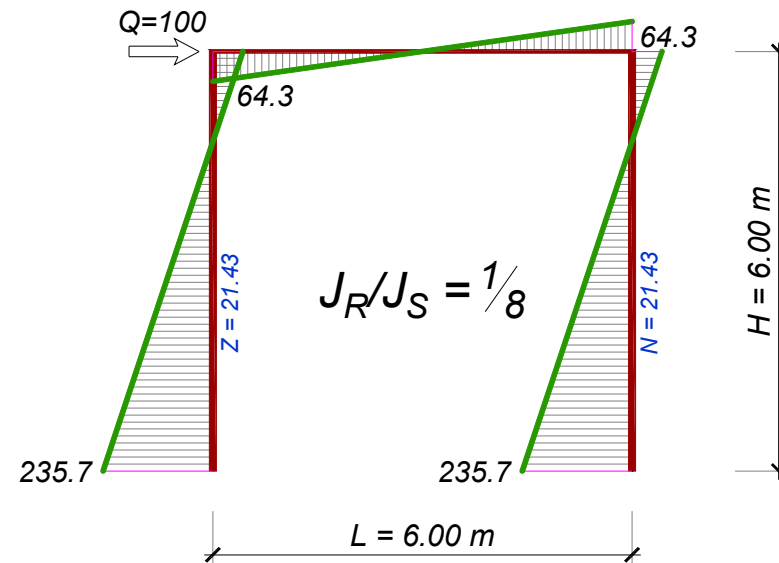
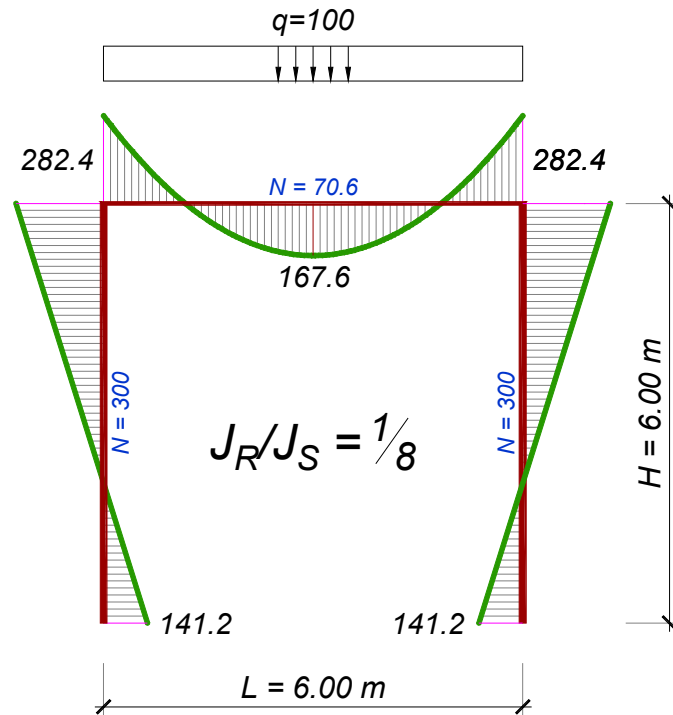
$$V_A = -V_B = \frac{3Whk}{k(6k+1)}$$

$$M_A = -M_B = \frac{Wh}{2} \frac{3k+1}{6k+1}$$

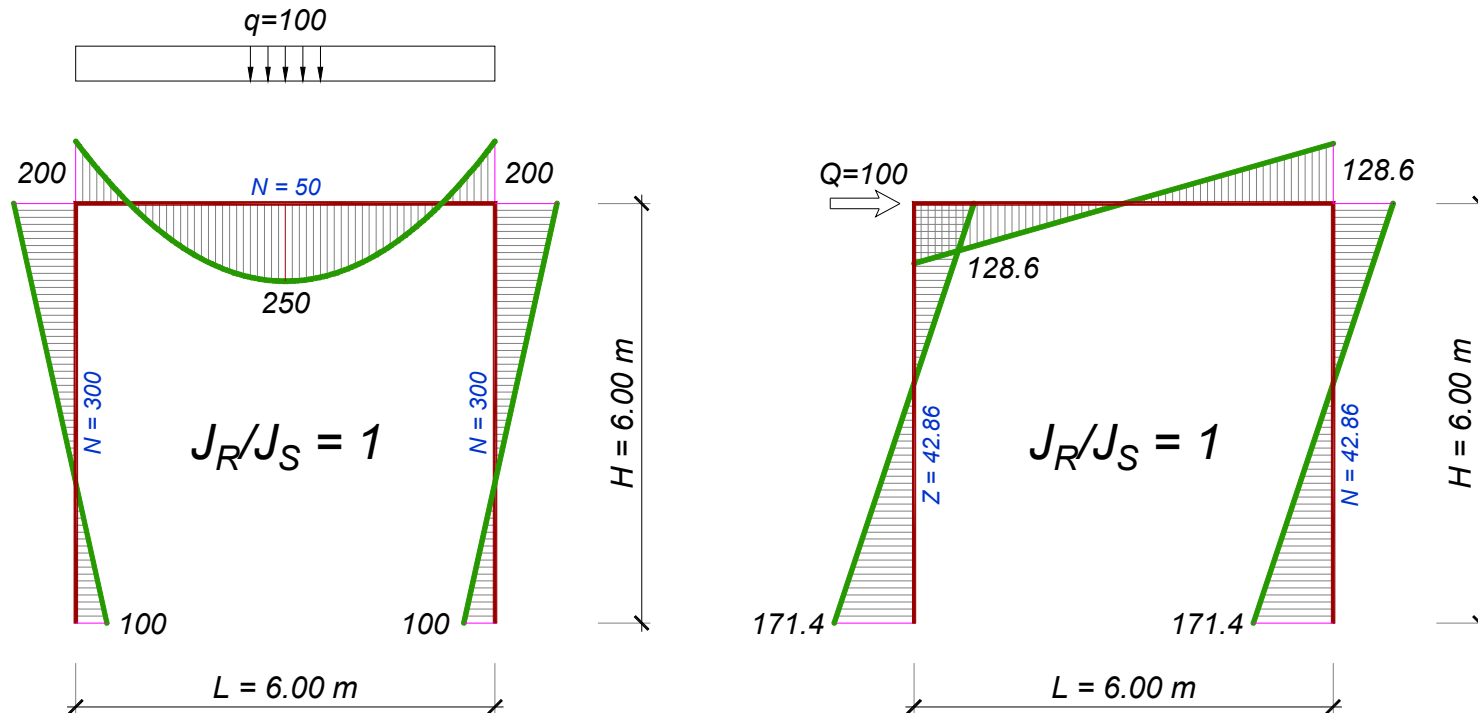
$$M_C = -M_D = \frac{Wh}{2} \frac{3k}{6k+1}$$



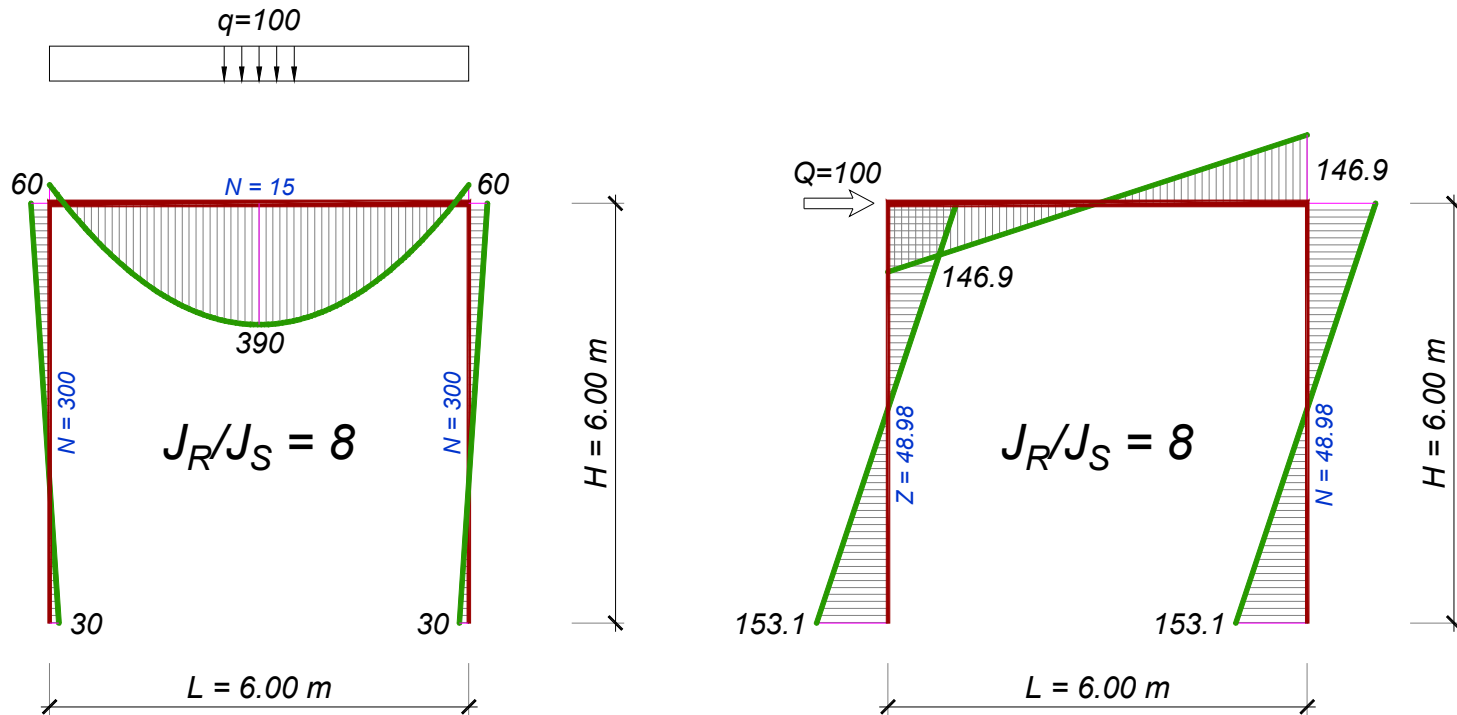
# Greda 30/30 cm, stubovi 30/60 cm



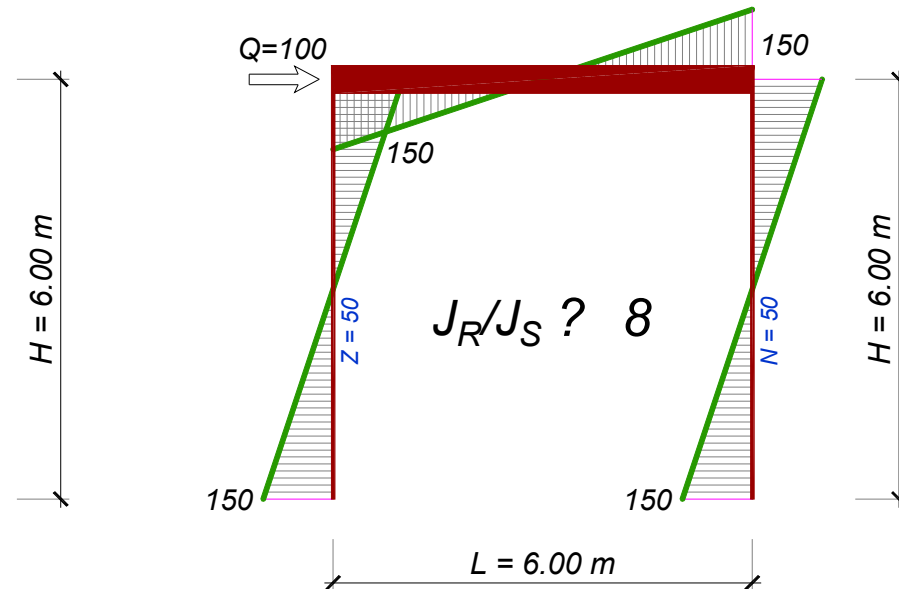
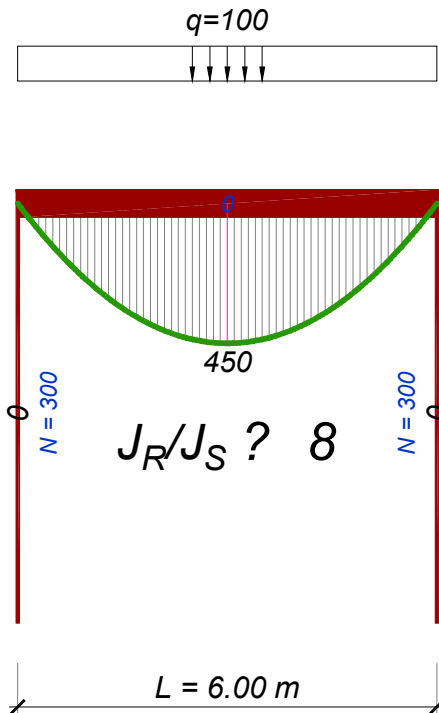
# Greda 30/60 cm, stubovi 30/60 cm



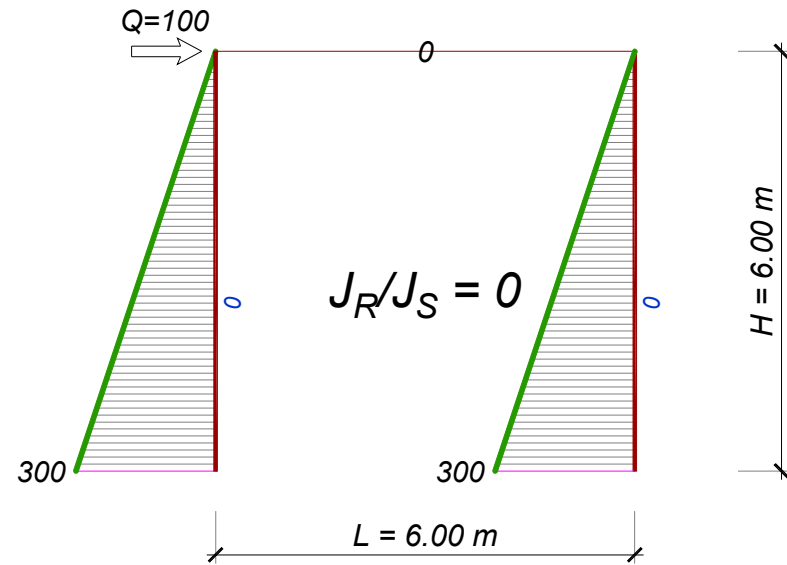
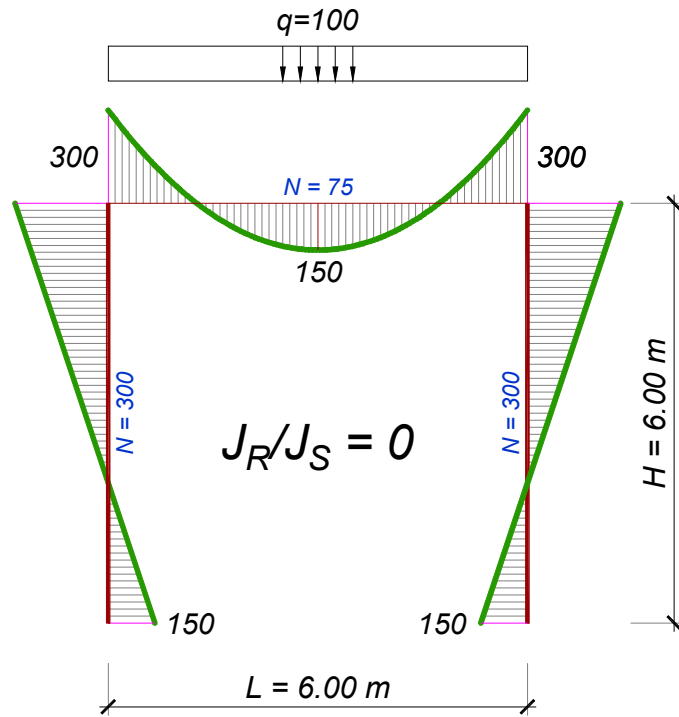
# Greda 30/60 cm, stubovi 30/30 cm



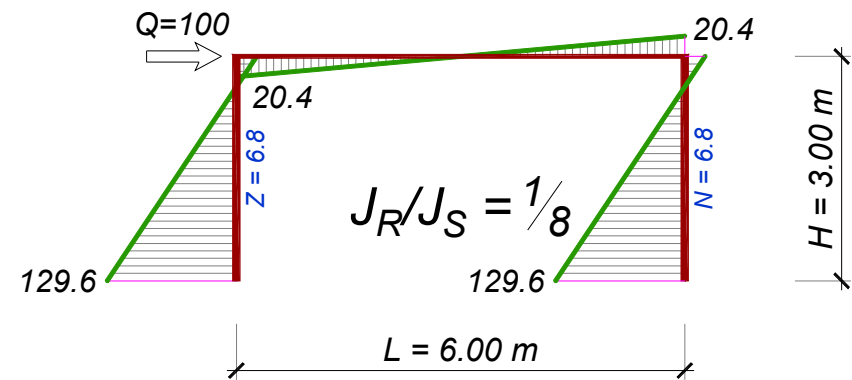
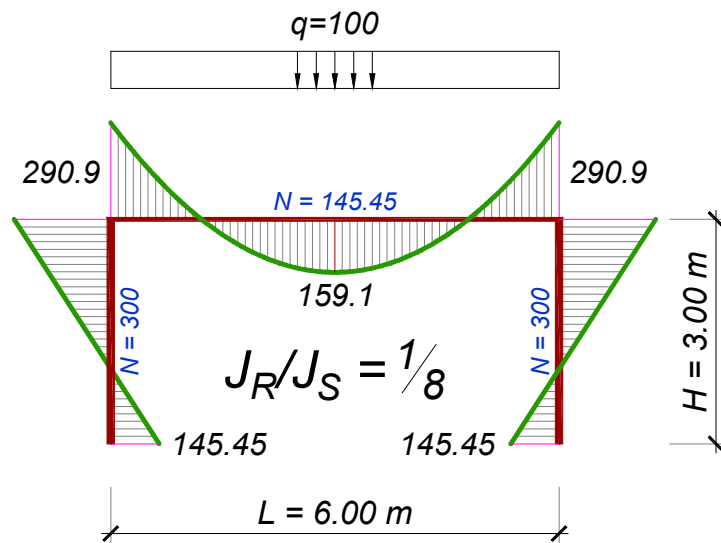
# “beskonačno” kruta greda



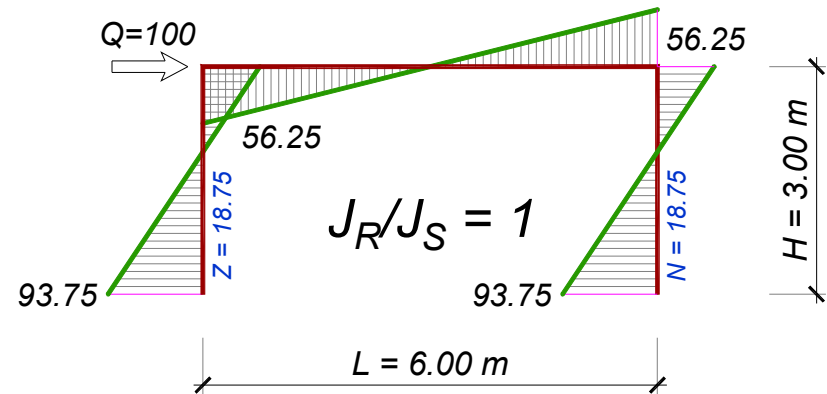
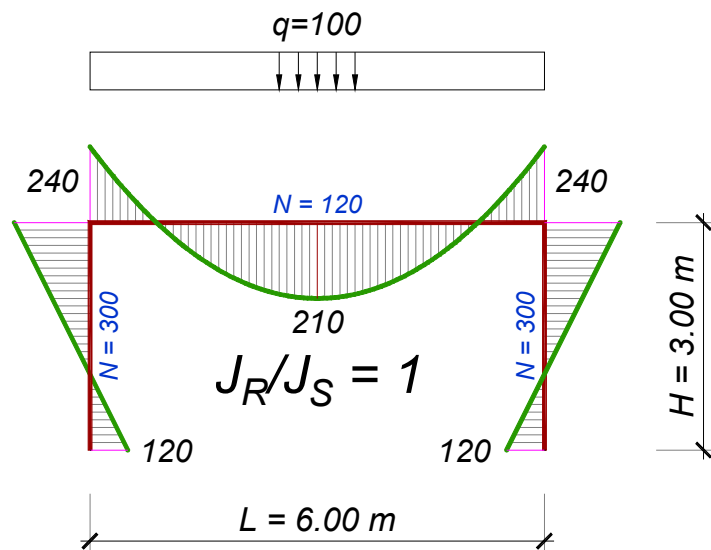
# “beskonačno” kruta ploča



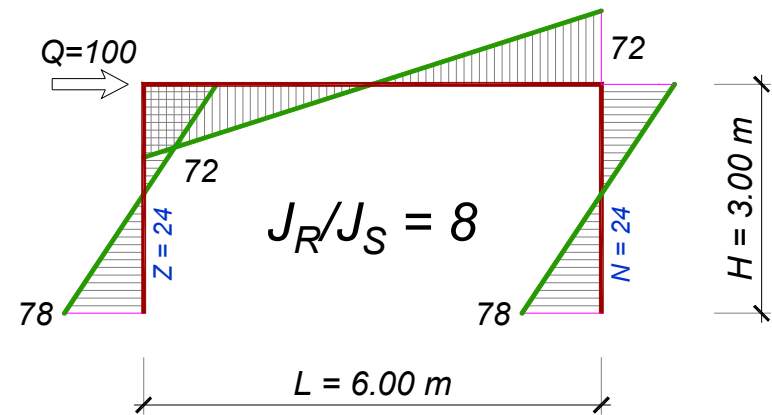
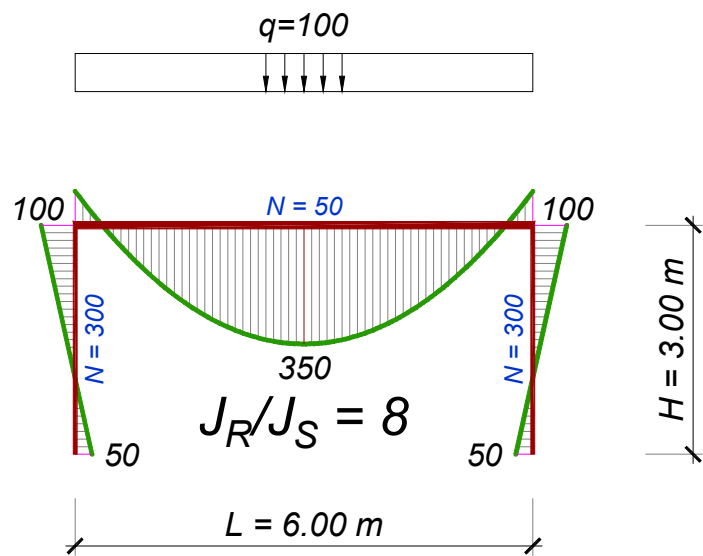
# Greda 30/30 cm, kratki stubovi 30/60 cm



# Greda 30/60 cm, kratki stubovi 30/60 cm

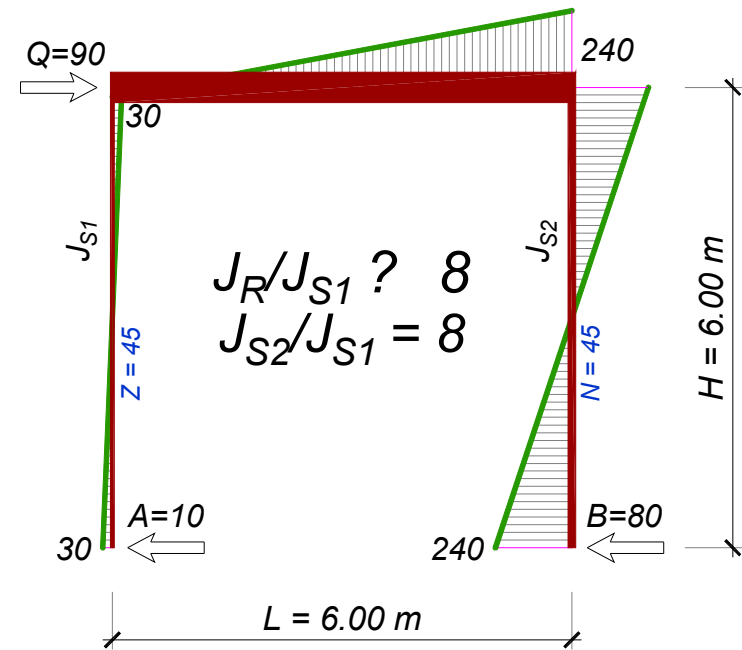
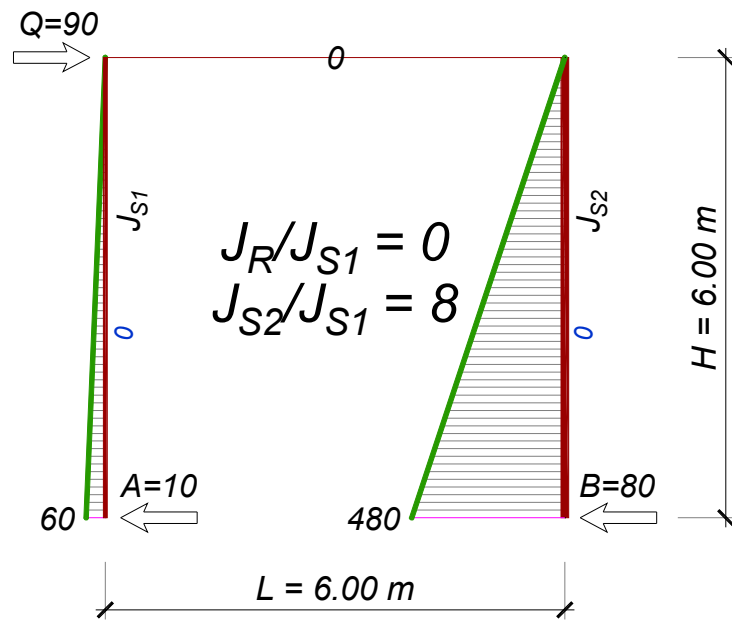


# Greda 30/60 cm, kratki stubovi 30/30 cm

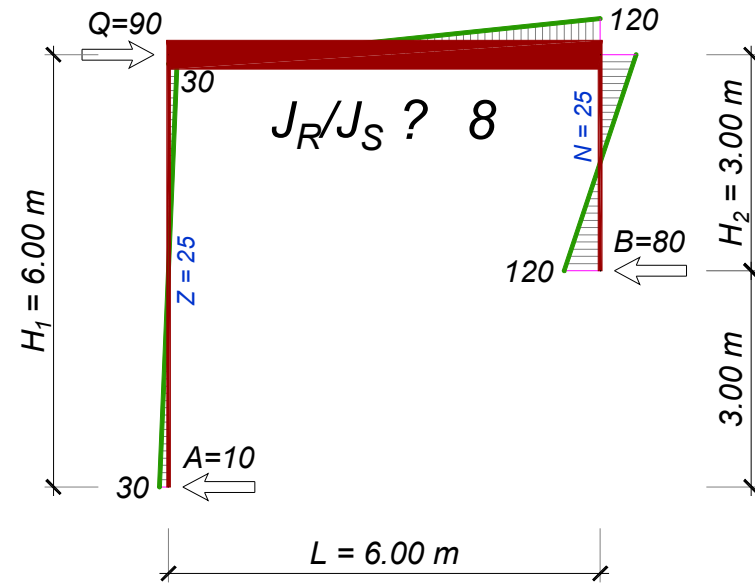
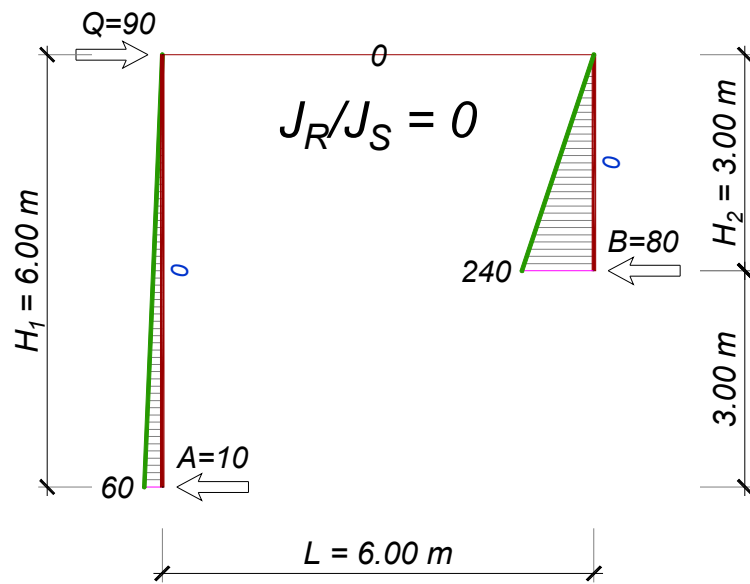




# Stubovi različite krutosti



# Stubovi različite krutosti i visine

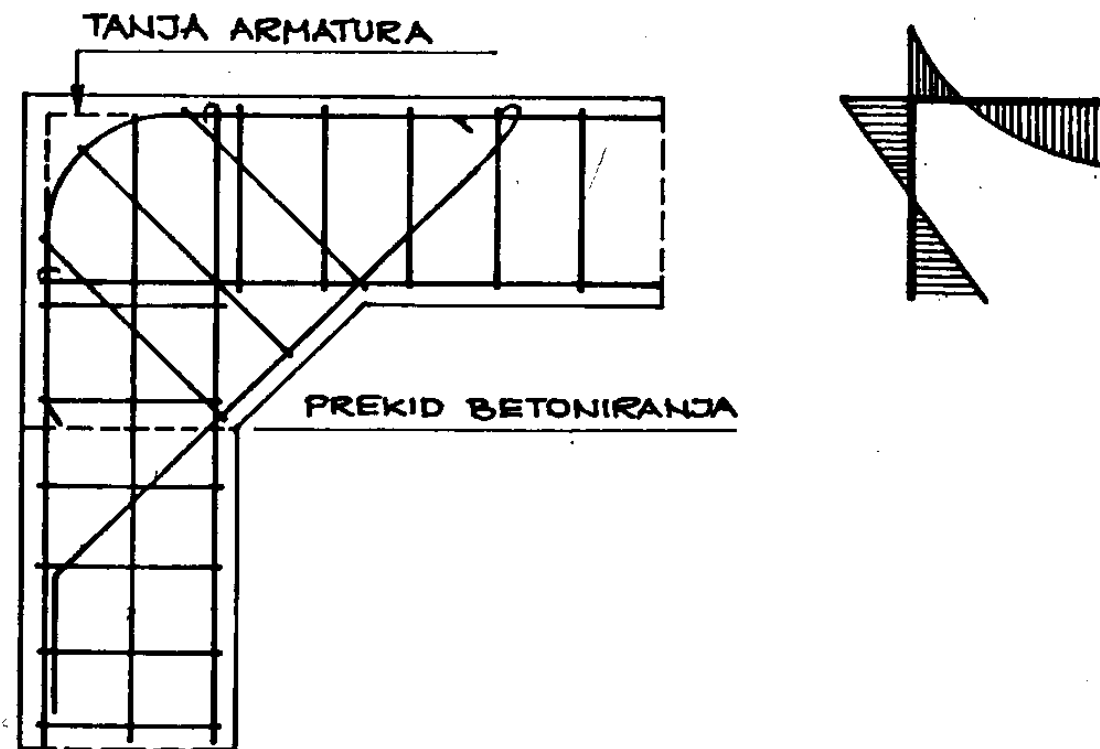


## 1.4. Dimenzionisanje

- Dimenzionisanje se vrši u karakterističnim presecima elemenata konstrukcije
  - Za grede rama su to obično preseci na spoju sa stubovima gde su najveći negativni momenti i preseci u polju gde su ekstremne vrednosti pozitivnih momenata
  - Za stubove su to preseci na krajevima stuba jedne etaže
- Za dimenzionisanje je potrebno odrediti realno moguće najnepovoljnije kombinacije opterećenja
  - Najčešće su to kombinacije u kojima jedan statički uticaj dostiže svoju ekstremnu vrednost
  - Grede se dimenzionišu za kombinacije uticaja koje daju najveće momente savijanja i transferzalne sile
  - Stubovi se dimenzionišu za kombinacije uticaja koje daju najveće normalne sile

## 1.5. Armiranje čvorova rama

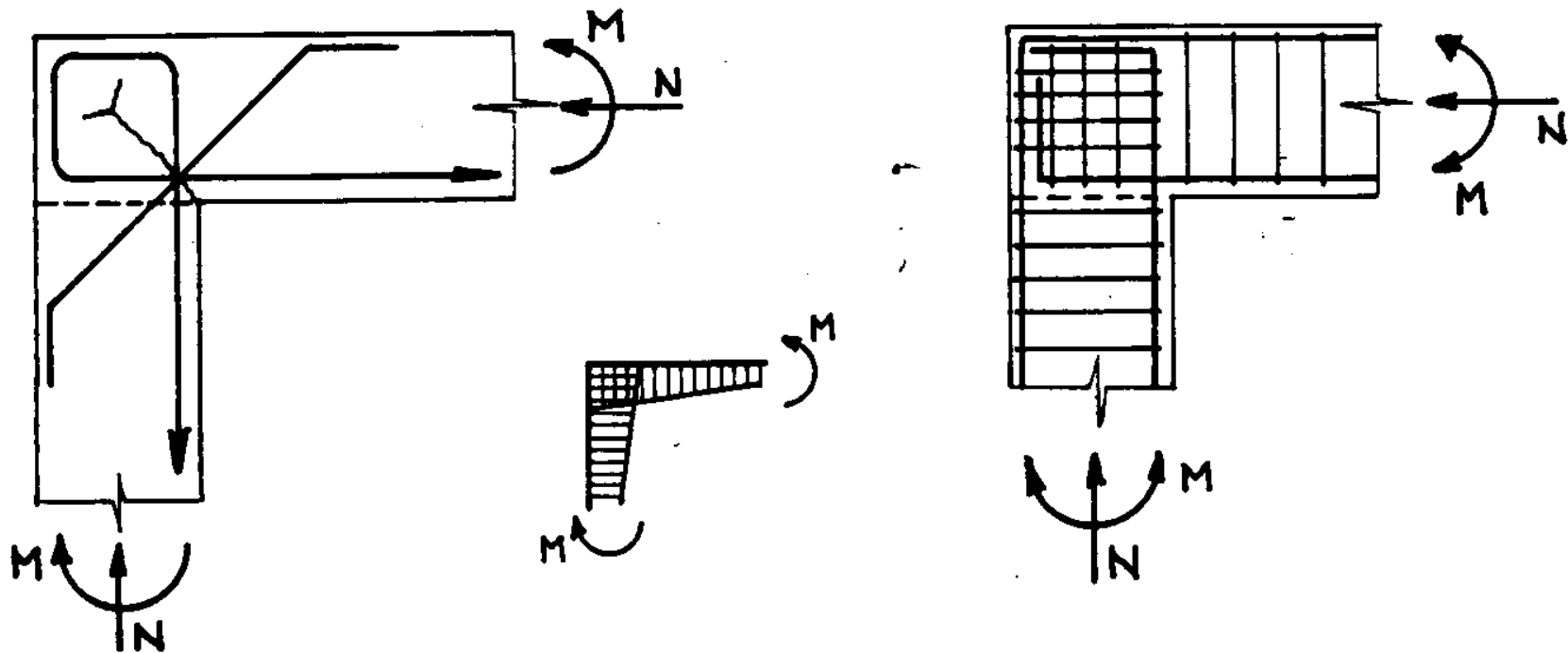
- Čvor rama mora da omogući prenošenje statičkih uticaja M, N, T između ta dva elementa



Armiranje čvora na poslednjoj etaži

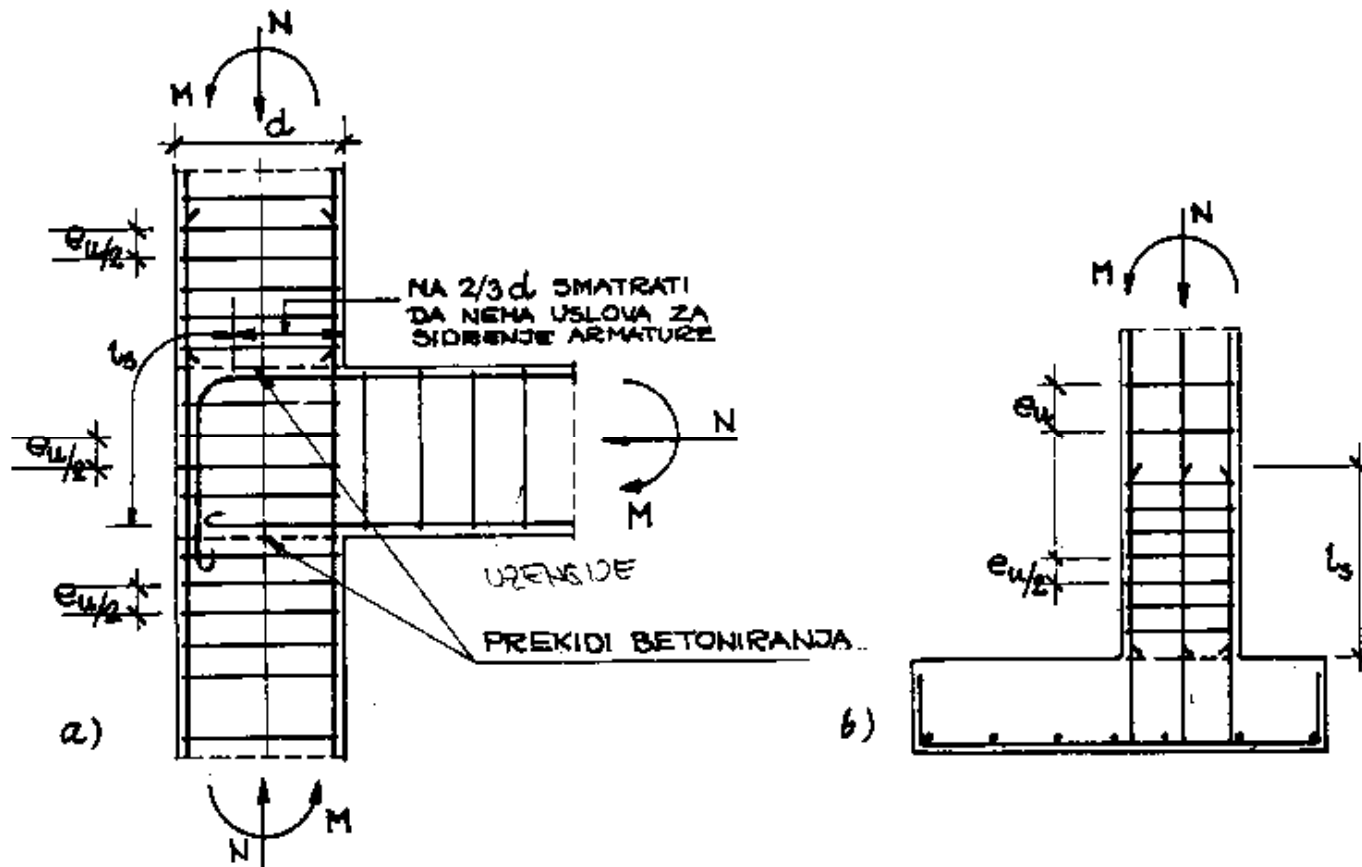
## 1.5. Armiranje čvorova rama

- U slučaju alternativnog dejstva momenata savijanja, formiranje petlje je najbolje rešenje povijanja armature
- Prekidi betoniranja su prikazani ispredanim linijama



## 1.5. Armiranje čvorova rama

- Na slici je prikazan detalj armiranja čvora u kome su vezani stub i greda na nižim etažama i uklještenje stuba u temelj



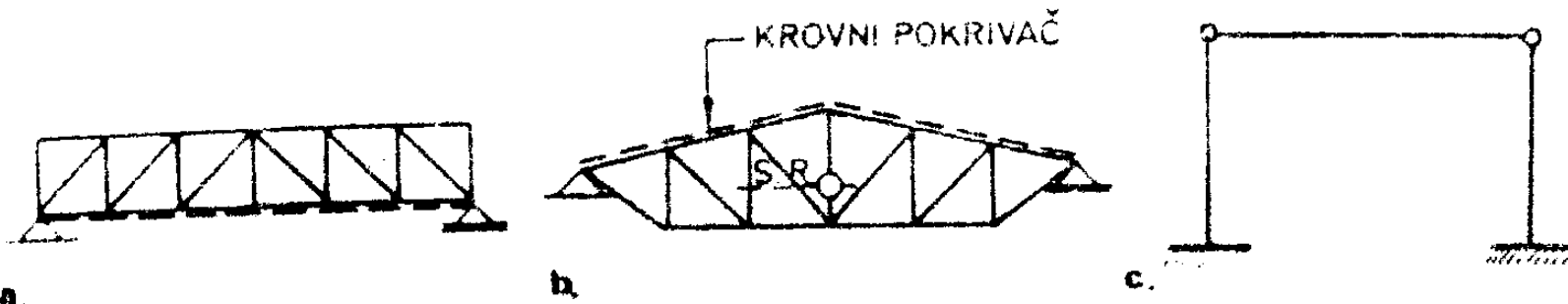
## 1.6. Glavni nosači

- Za raspone veće od 20m dimenzije elemenata armiranobetonskih ramova postaju isuviše velike
- Danas se sve više pribegava montažnom načinu građenja
- Često se koristi ramovski sistem kod koga su stubovi uklješteni u temelje, a u poprečnom pravcu, u nivou krova, se radi nosač zglobno oslonjen na stubove
- Takav nosač se naziva **glavni nosač** i na njega se oslanjaju montažni **sekundarni nosači** koji nose krovni pokrivač
- Glavni nosači mogu biti:
  - puni nosači (prethodno napregnuti)
  - rešetkasti nosači (nosači sa zategom)

## 1.6. Glavni nosači

- Rešetkasti glavni nosači
  - Prednost: smanjenje sopstvene težine, mali utrošak armature, manja deformabilnost nosača
  - Mane: komplikovana izrada oplata, veliki gubitak prostora zbog velike visine nosača
  - Koriste se za raspone od 15 do 30 metara
  - Visina rešetke se obično usvaja kao

$$H = \frac{l}{10} \div \frac{l}{8}$$



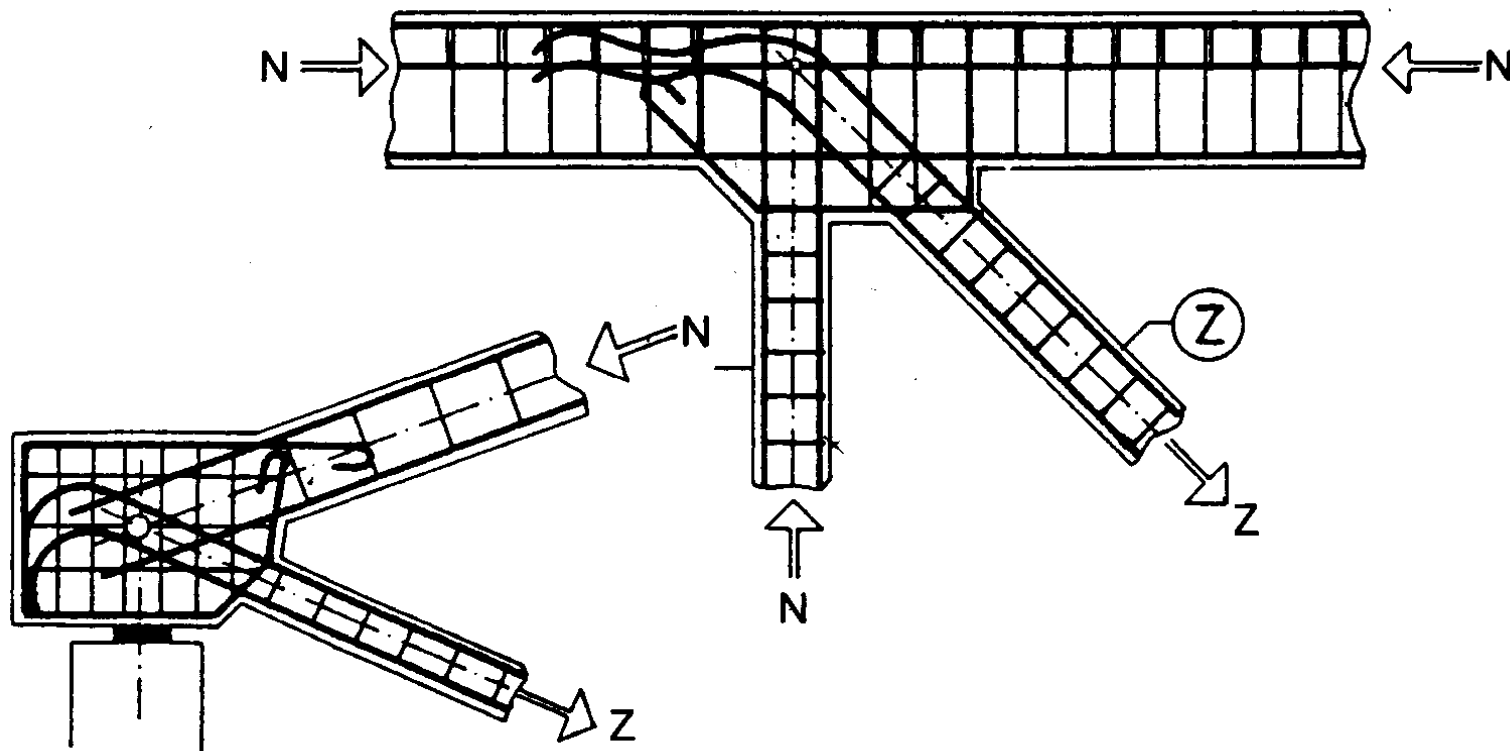


## 1.6. Glavni nosači

- Rešetkasti glavni nosači
  - Sistemne linije štapova treba da se seku u jednoj tački
  - Štapovi su opterećeni aksijalnim silama pritiska ili zatezanja
  - Javljaju se i sekundarni momenti savijanja u štapovima, koji se smanjuju biranjem poprečnih preseka štapova manjih momenata inercije
  - Treba težiti da se sekundarni krovni nosači oslanjaju na mestu čvorova rešetke
  - Rešetka se betonira u oplati najčešće u horizontalnom položaju

## 1.6. Glavni nosači

- Rešetkasti glavni nosači
- Detalji armiranja:



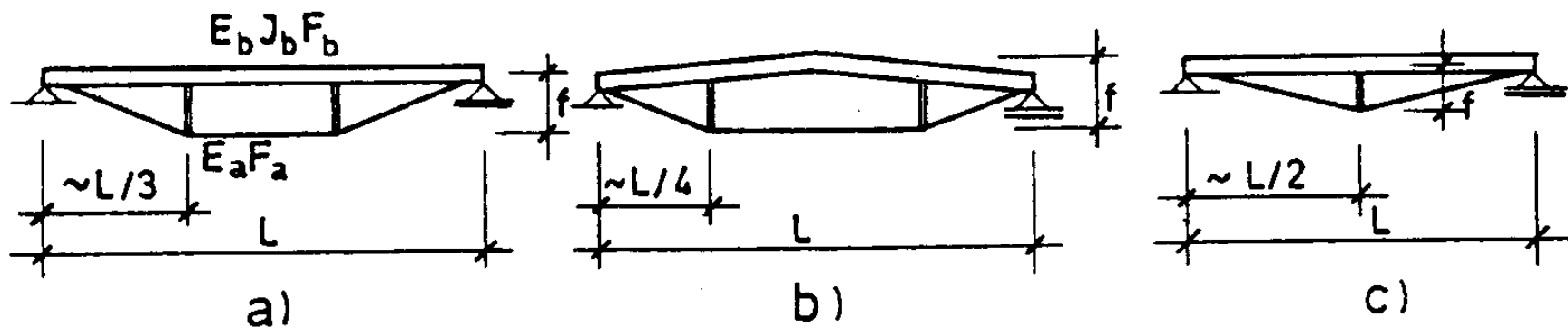
## 1.6. Glavni nosači

- Rešetkasti glavni nosači
  - Detalji armiranja:
    - Armatura zategnutih dijagonala mora biti dobro usidrena u pojasne štapove
    - U oslonačkom čvoru treba voditi računa o sidrenju armature donjeg pojasa
    - Oslonački čvor treba armirati tanjom armaturom u obliku kaveza

## 1.6. Glavni nosači

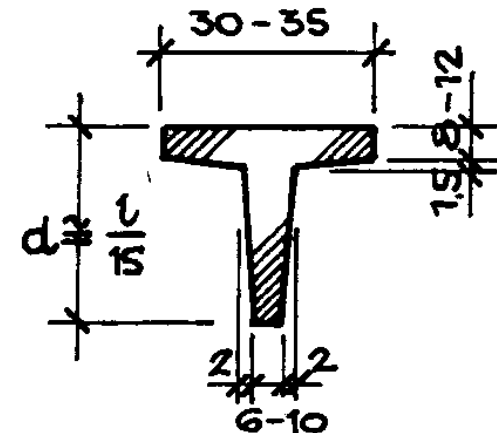
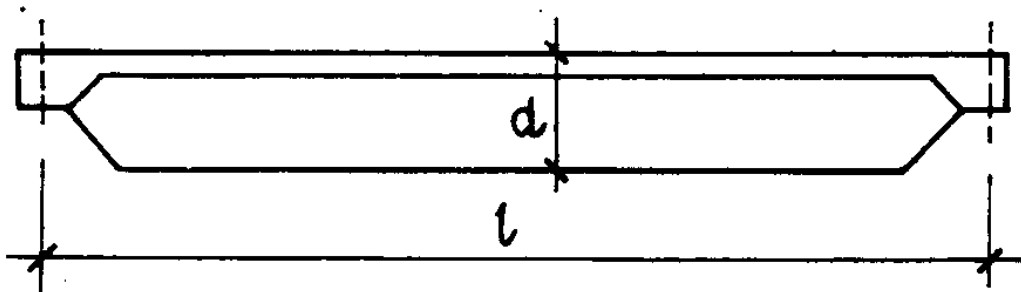
- Nosači sa zategom
  - Prednosti: laka montaža, manja sopstvena težina
  - Kombinacija grede i zatege
  - Koriste se za raspone do 30 metara
  - Vertikale se postavljaju obično u trećinama raspona
  - Visina ovih nosača je okvirno

$$h = \frac{l}{10}$$



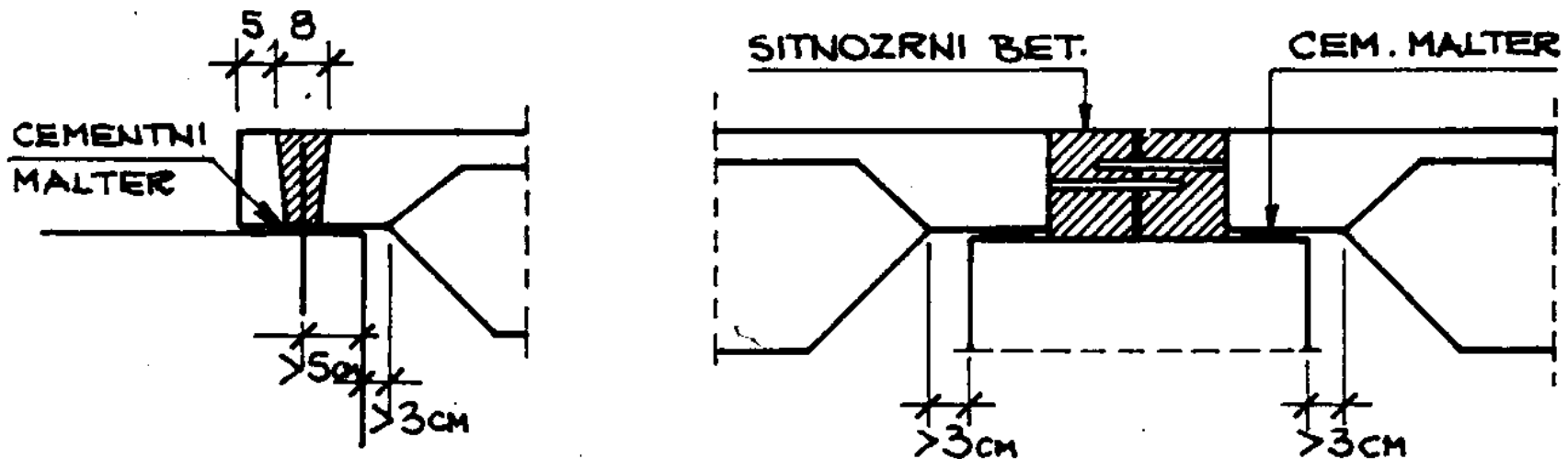
## 1.7. Rožnjače

- Grede oslonjene na glavne nosače koje nose krovni pokrivač
- Raspona su do 10 metara, poprečnog presekeka oblika T, ali u blizini oslonca prelaze u pravougaoni presek manje visine
- Za veće raspone od 10 metara mogu se raditi i u varijanti adhezionog prethodnog naprezanja



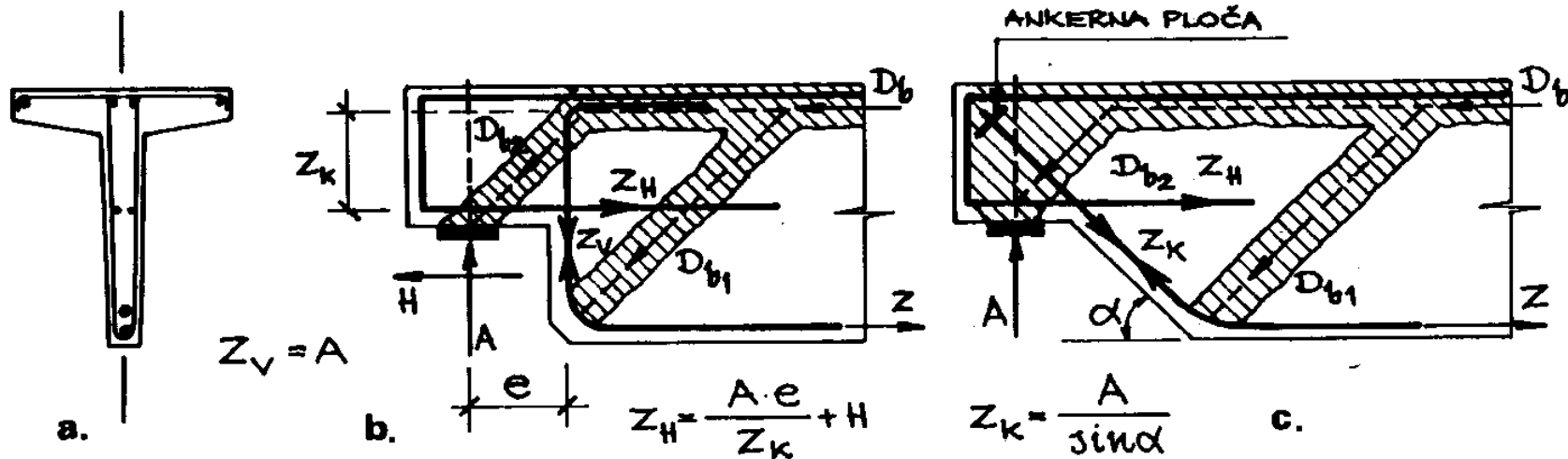
## 1.7. Rožnjače

- Na krajevima rožnjače se ostavlja jedan ili dva otvora kroz koje prolaze bolcnovi ispušteni iz glavnog nosača
- Zalivanjem otvora cementnim malterom ostvaruje se veza koja prenosi horizontalne sile



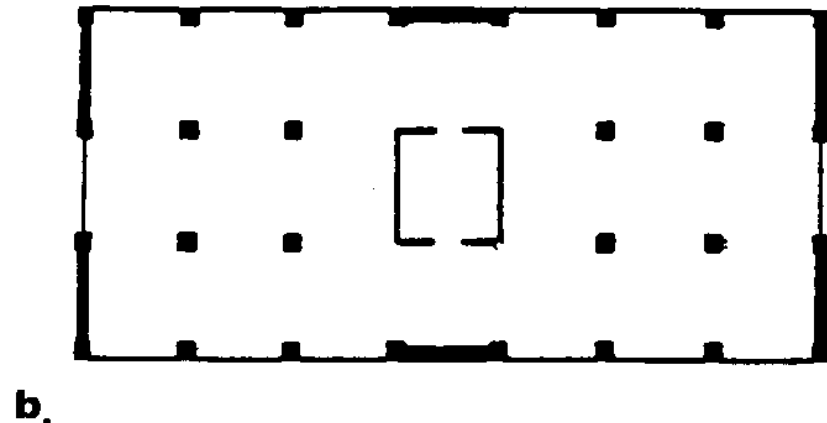
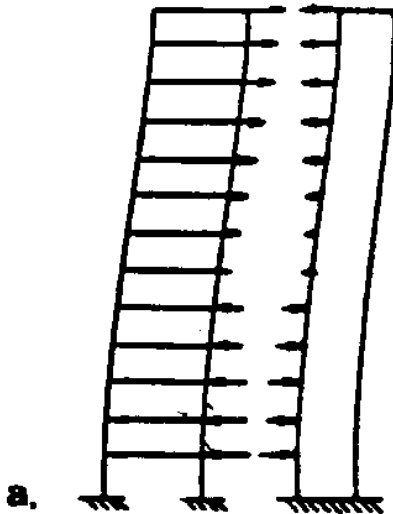
## 1.7. Rožnjače

- Na slici je prikazan princip armiranja rožnjače u području oslonaca i izrazi za proračun sile zatezanja u armaturi
- Naročito je bitno dobro usidriti zategnutu armaturu
- Posebnu pažnju treba posvetiti proračunu i oblikovanju armature za prijem glavnih napona zatezanja



## 1.8. Objekti sa armiranobetonskim zidovima

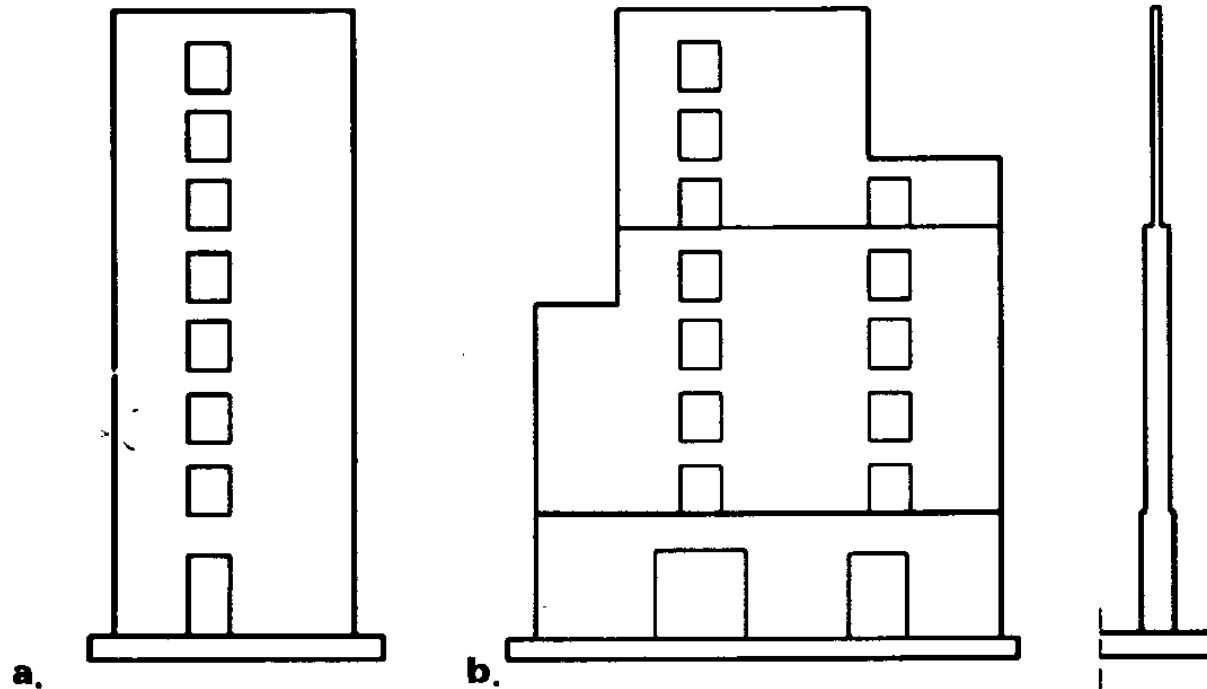
- Ramovske konstrukcije se često kombinuju sa armiranobetonskim zidovima koji znatno povećavaju krutost objekta
- Najveća dozvoljena horizontalna pomeranja takvih konstrukcija su  $H/1000$  za delovanje vetra, odnosno  $H/600$  za delovanje seizmičkih sila, pri čemu je  $H$  ukupna visina objekta
- Raspored zidova u osnovi treba da je simetričan i ravnomeran





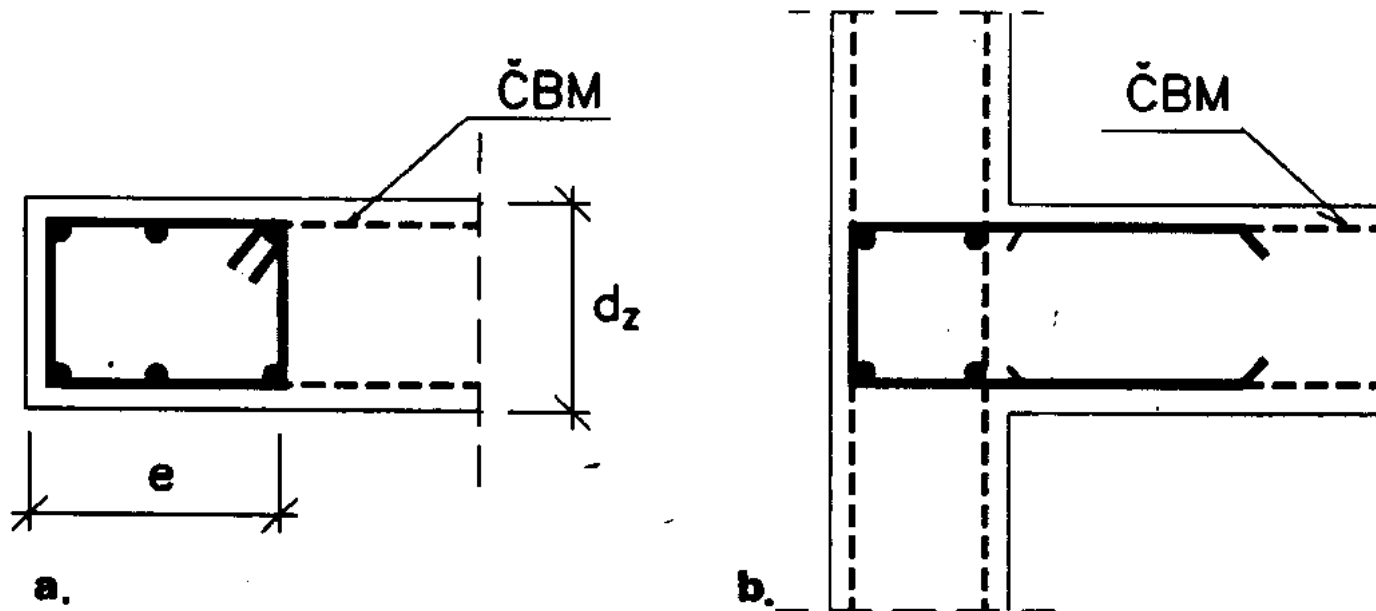
## 1.8. Objekti sa armiranobetonskim zidovima

- Armiranobetonski zidovi se javljaju po celoj visini objekta
- Fundiraju se na trakastim temeljima
- Debljina zidova je od 15 do 30 cm



## 1.8. Objekti sa armiranobetonskim zidovima

- Za gravitaciona opterećenja, zidovi se dimenzionišu kao pravougaoni centrično pritisnuti elementi širine 1 metra
- Armiraju se vertikalnom i horizontalnom armaturom, a na krajevima zidova na dužini  $e \leq 2d_z$  formira se ojačanje od profila prečnika 12 mm ili većeg

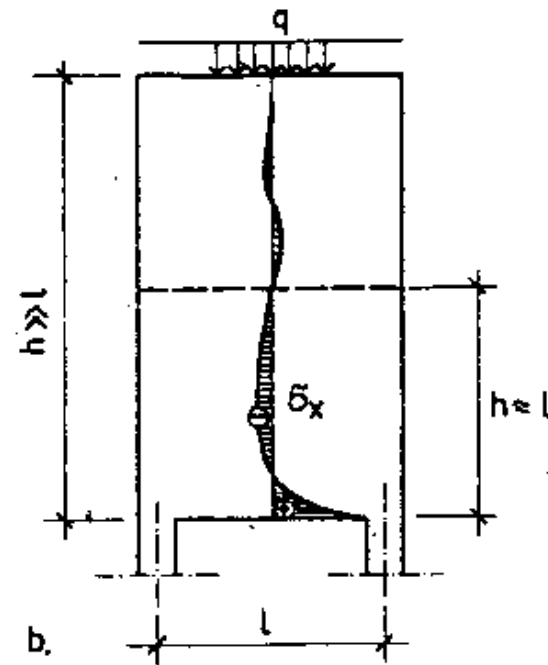
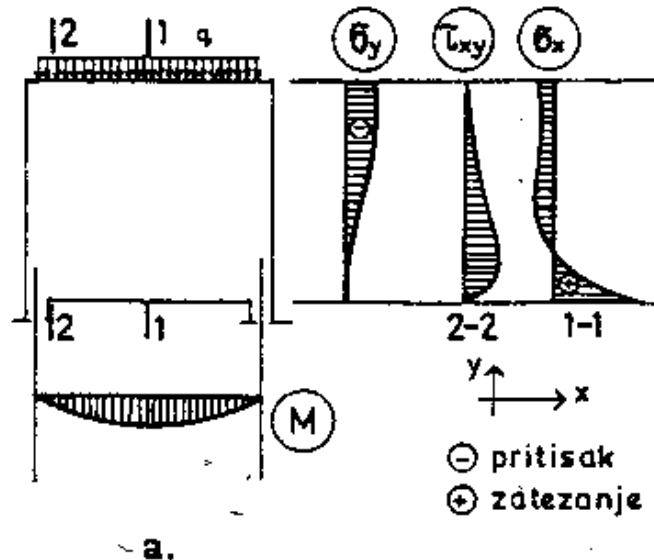


## 1.8. Objekti sa armiranobetonskim zidovima

- Od gravitacionog opterećenja naponi u zidovima obično nisu iskorišćeni, pa je dovoljna minimalna vertikalna armatura koja se raspoređuje simetrično na oba lica zida
- U horizontalnom pravcu, zidovi se armiraju simetričnom horizontalnom armaturom koja obuhvata vertikalnu armaturu
- Za dejstvo horizontalnog opterećenja zidovi se dimenzionišu prema istovremenim uticajima od normalnih sila i momenata savijanja koji imaju alternativni znak
- Dimenzionisanje se vrći za pravougaoni presek dimenzija  $l_z \times d_z$  pri čemu je  $d_z$  debljina zida, a  $l_z$  dužina zida
- Zid se armira simetrično, grupisanjem armature na krajevima zida

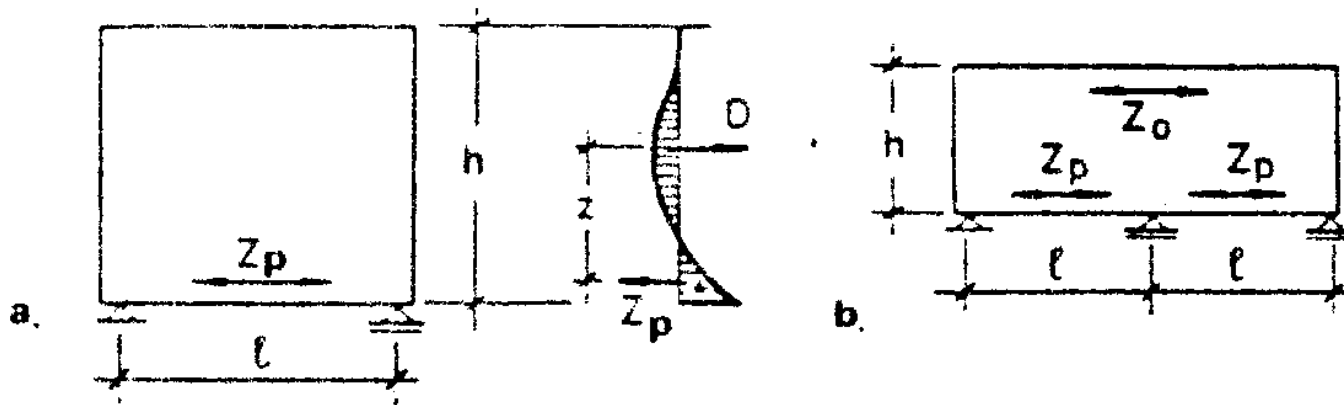
## 1.9. Armiranobetonski zidni nosači

- Armiranobetonski zidni nosači su površinski nosači opterećeni u svojoj ravni, za koje važi odnos  $h/l \geq 0.50$ , gde je  $h$  označena visina, a  $l$  raspon zidnog nosača
- Kada ovaj uslov nije ispunjen nosači se tretiraju kao linijski – gredni nosači



## 1.9. Armiranobetonski zidni nosači

- Armiranobetonski zidni nosači mogu biti statičkog sistema proste grede ili kontinualnih zidnih nosača



- Ukupna granična sila zatezanja poverava se glavnoj armaturi koja se dobija iz izraza:

$$A_a = \frac{Z_{au}}{\sigma_v} = \frac{M_u}{Z\sigma_v}$$

- $M_u$  je granična vrednost momenta savijanja u karakterističnim presecima, a  $z$  je krak unutrašnjih sila u istom preseku

## 1.9. Armiranobetonski zidni nosači

- Zidni nosači sistema proste grede:

$$z_p = 0.3h \left( 3 - \frac{h}{l} \right) \text{ za } 0.5 \leq \frac{h}{l} \leq 1.0$$

$$z_p = 0.6l \text{ za } h \geq l$$

- Kontinualni zidni nosači:

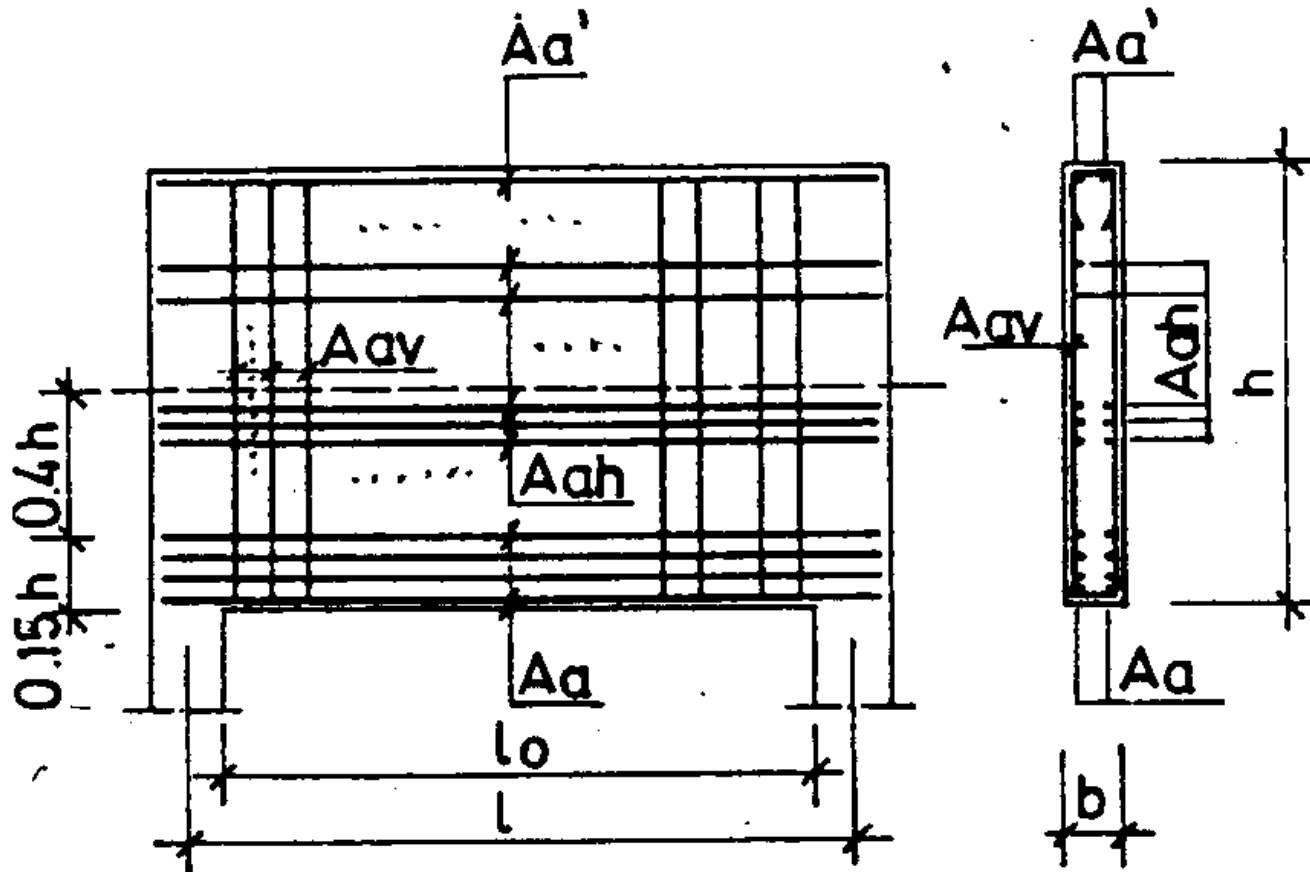
$$z_p = 0.5h \left( 1.8 - \frac{h}{l} \right) \text{ za } 0.5 \leq \frac{h}{l} \leq 1.0$$

$$z_p = 0.4l \text{ za } h \geq l$$

- Glavna armatura se rapoređuje na visini od 0.15h od donje ivice
- Ako je  $h > l$  armatura se rapoređuje u zoni visine 0.15l mereno od donej ivice nosača

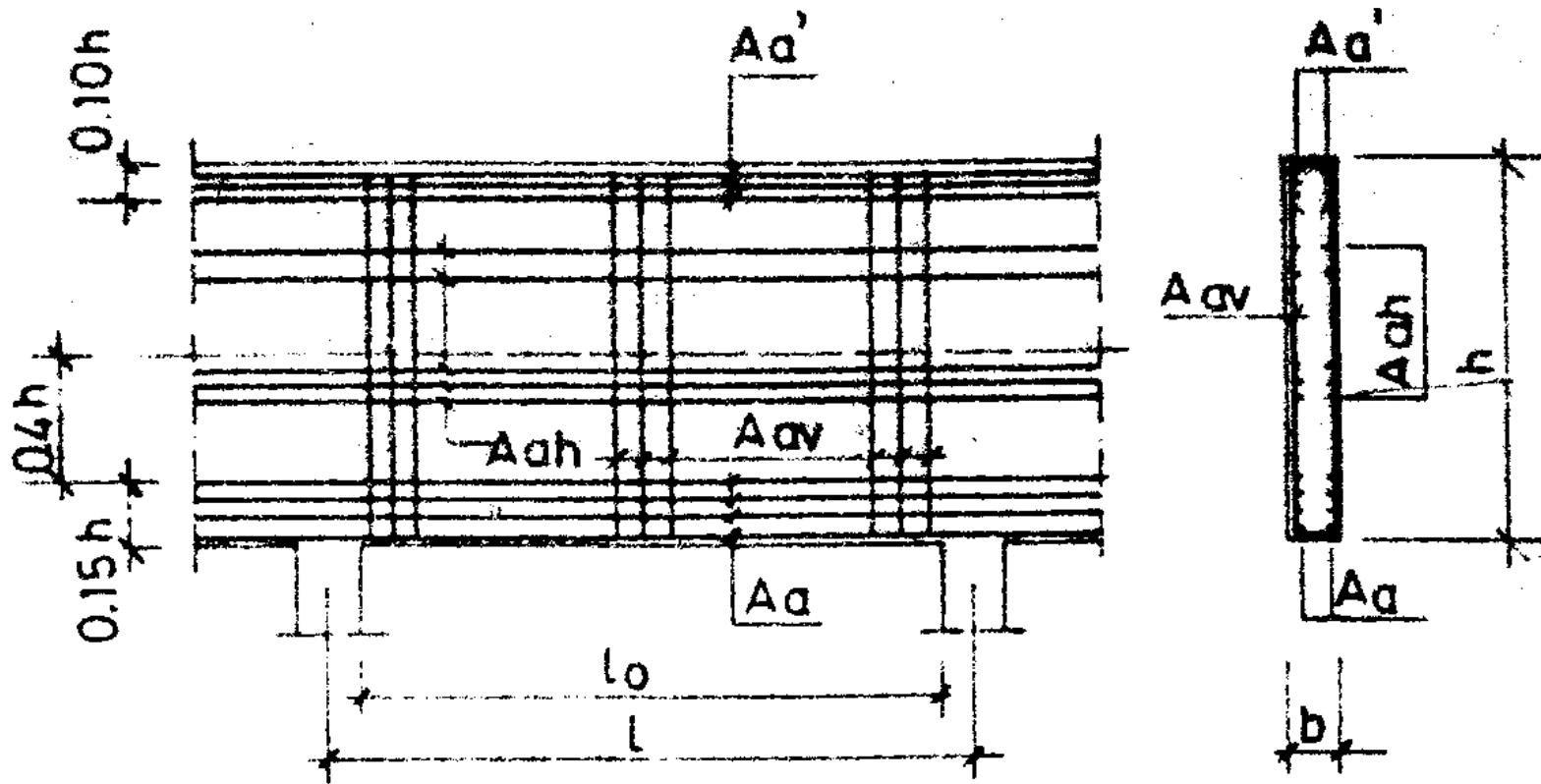
## 1.9. Armiranobetonski zidni nosači

- Armatura proste grede:



## 1.9. Armiranobetonski zidni nosači

- Armatura kontinualne grede:





## 1.9. Armiranobetonski zidni nosači

- Minimalna količina glavne armature:

$$A_{a,\min} = 0.20bh \frac{f_{bzm}}{\sigma_v}$$

- $f_{bzm}$  – srednja vrednost čvrstoće betona pri aksijalnom zatezanju
  - $b$  – debljina zidnog nosača
- 
- Za  $h > l$  u izraz treba uneti umesto visine  $h$  raspon  $l$

## 1.9. Armiranobetonski zidni nosači

- Pored glavne armature zidni nosači se armiraju i horizontalnom i vertikalnom armaturom koja se raspoređuje ortogonalno sa obe strane zida:

$$A_{ah} = 0.8 \frac{T_u}{\sigma_v} \quad A_{av} = \frac{T_u}{\sigma_v}$$

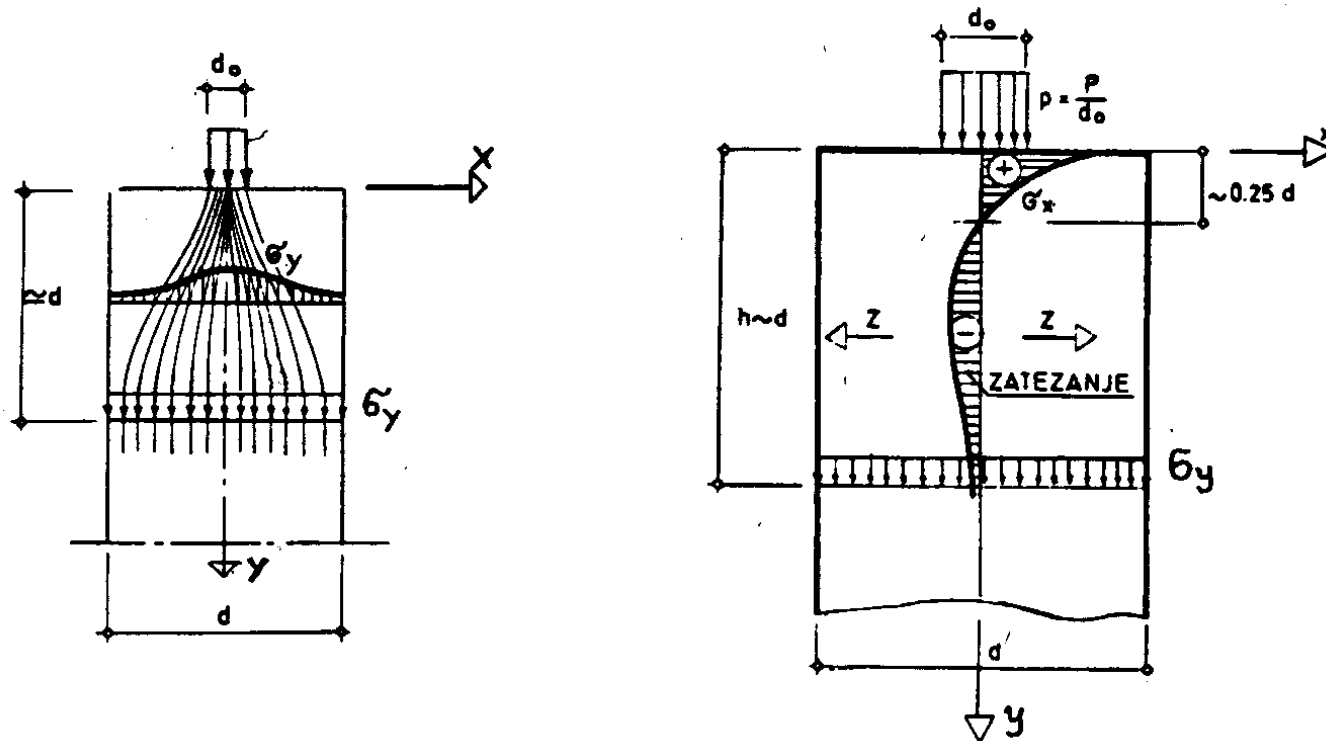
- Minimalni procenti armiranja ukupnom horizontalnom i vertikalnom armaturom odnose se na pravougaoni presek  $b \times h$ , odnosno  $b \times l$  ako je  $h > l$  i iznose:

**0.3% GA**

**0.2% RA**

## 1.10. Lokalni naponi pritiska

- Kada se na armiranobetonski element prenosi sila pritiska preko male površine  $b_0 \times d_0$ , javljaju se unutar elementa, u jednom užem području, znatni naponi pritiska u pravcu delovanja sile i naponi zatezanja upravno na pravac delovanja sile



## 1.10. Lokalni naponi pritiska

- Ukupnu silu zatezanja možemo približno odrediti iz izraza:

$$Z = 0.3P \left( 1 - \frac{d_o}{d} \right) \quad Z_u = 0.3P_u \left( 1 - \frac{d_o}{d} \right)$$

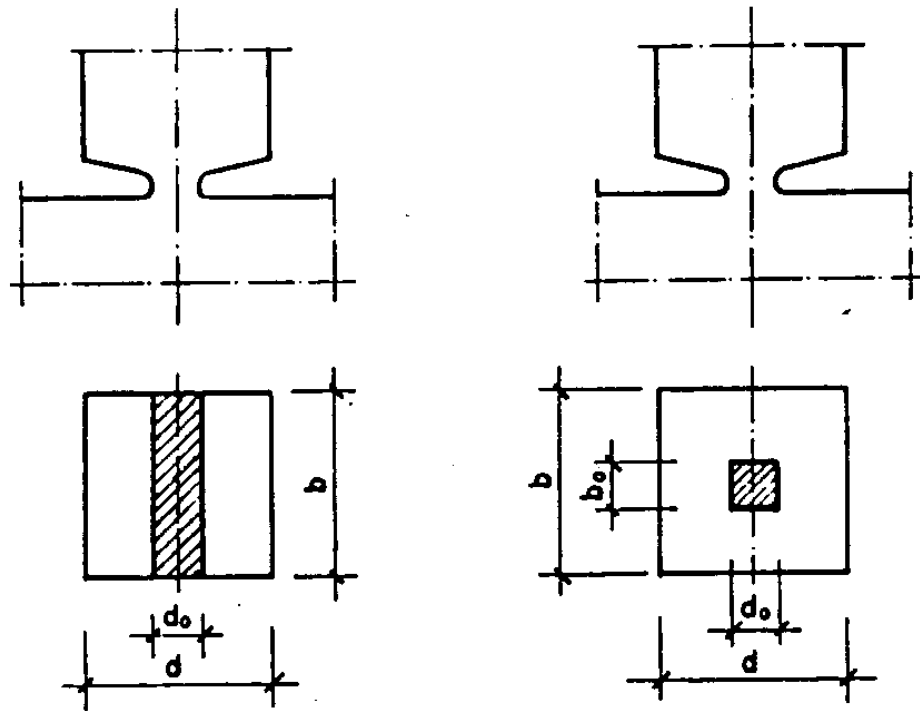
- Dopušteni lokalni naponi pritiska  $\sigma_0$  ne smeju prekoračiti vrednosti date izrazom:

$$\sigma_0 = \sigma_s \sqrt{\frac{A_{b1}}{A_{bo}}} \leq 0.75f_{bk} \quad \sigma = f_B \sqrt{\frac{A_{b1}}{A_{bo}}} \leq 1.6f_{bk}$$

- $\sigma_s$  - dopušteni srednji napon u betonu, definisan Pravilnikom,
- $A_{bo}$  – lokalno opterećena površina,
- $A_{bi}$  – površina sa istom težinom kao i  $A_{bo}$

## 1.10. Zglobovi

- Kontrola lokalnih napona pritiska se vrši kod zglobova ramovskih konstrukcija i ležišta mostova
- Redukcijom poprečnog preseka se omogućava prenošenje samo normalnih i transferzalnih sila



## 1.10. Zglobovi

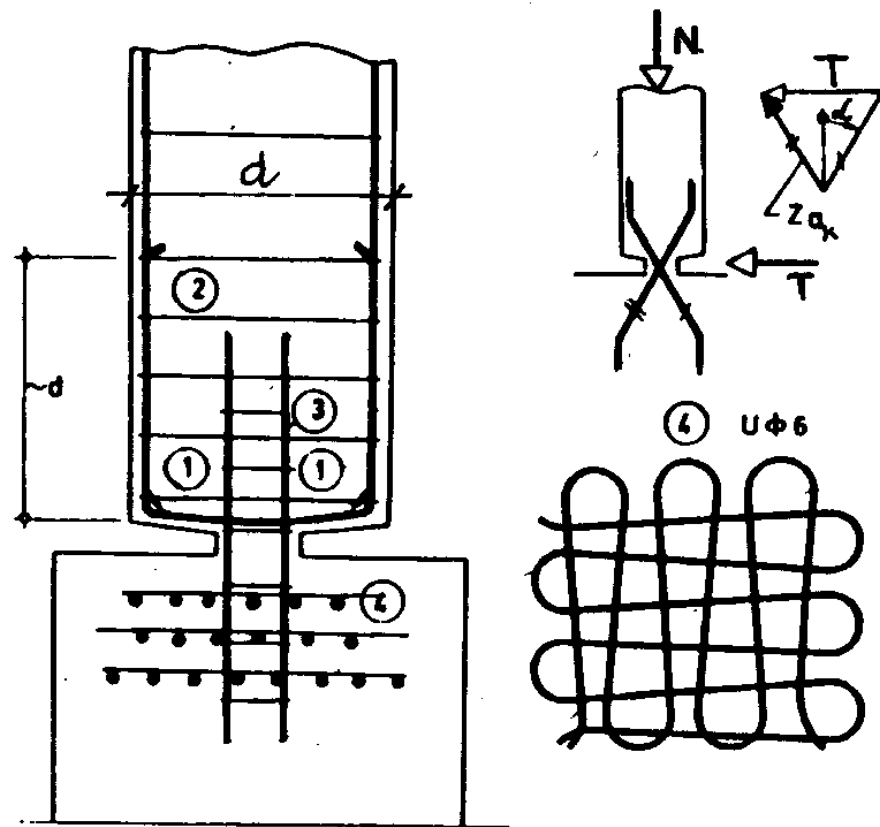
- Za prihvatanje sile cepanja u temeljima, postavlja se armatura u obliku češljeva

$$A_s = 0.3 \frac{N_u}{\sigma_v} \left( 1 - \frac{d_0}{d} \right)$$

$$A_T = 0.3 \frac{N_u}{\sigma_v} \left( 1 - \frac{d_0}{d_T'} \right)$$

$$A_V = (0.8 \div 1.0)\% b_0 d_0$$

( $\emptyset 8 \div \emptyset 10$ )



## 1.10. Zglobovi

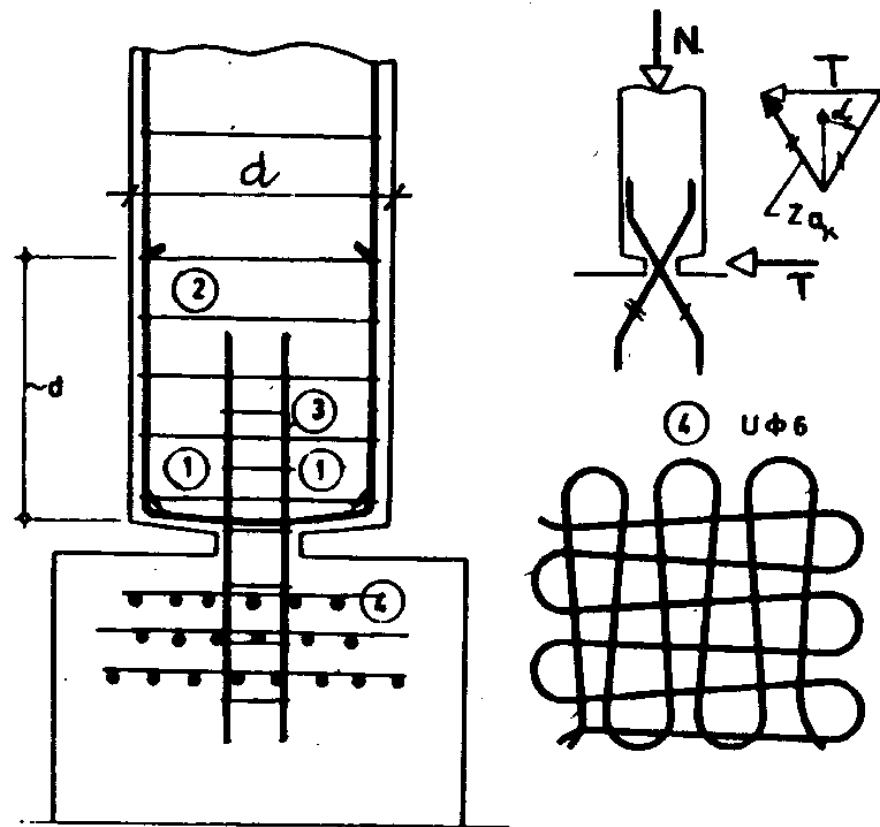
- Za prihvatanje sile cepanja u temeljima, postavlja se armatura u obliku češljeva

$$A_s = 0.3 \frac{N_u}{\sigma_v} \left( 1 - \frac{d_0}{d} \right)$$

$$A_T = 0.3 \frac{N_u}{\sigma_v} \left( 1 - \frac{d_0}{d_T'} \right)$$

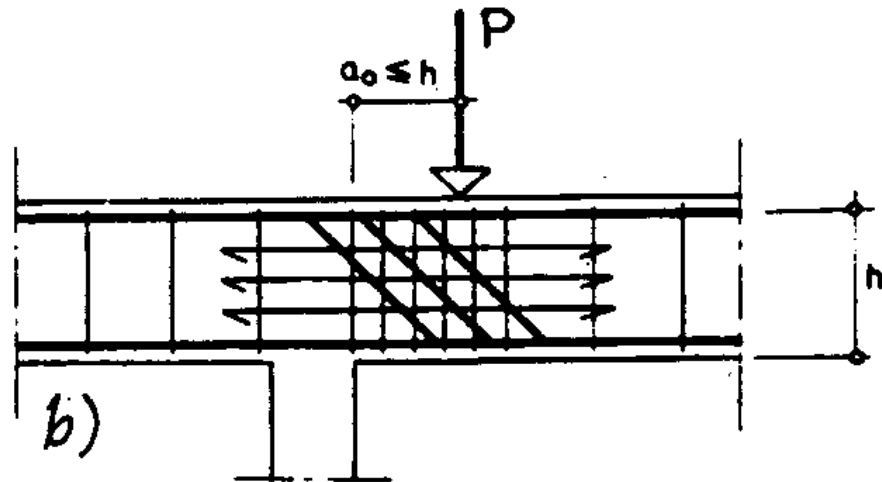
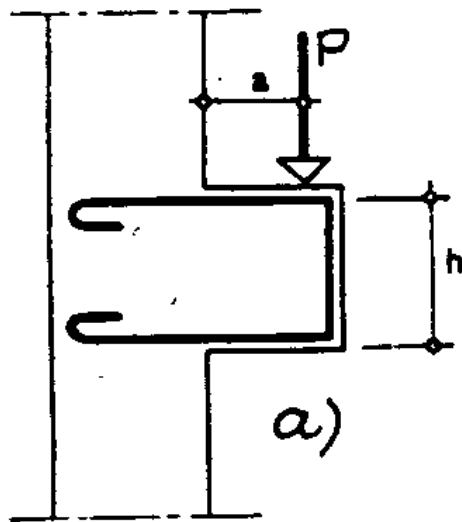
$$A_V = (0.8 \div 1.0)\% b_0 d_0$$

( $\emptyset 8 \div \emptyset 10$ )



## 1.11. Kratki elementi

- Elementi kod kojih je krak sila od mesta uklještenja  $a$  manji ili jednak statičkoj visini  $h$
- Opterećeni su koncentrisanim silama koje potiču od drugih elemenata konstrukcije ili od opreme
- Opterećeni su momentima savijanja i transferzalnim silama





## 1.11. Kratki elementi

- Potrebna površina armature za prihvatanje momenata savijanja u preseku u uklještenju određuje se iz izraza:

$$A_a = \frac{M}{z\sigma_a} \approx \frac{Pa}{0.85h\sigma_a}$$

- Površina potrebne kose armature za prihvatanje glavnih napona zatezanja, u slučaju da je armatura postavljena pod uglom od 45°, određuje se izrazom:

$$A_a = \frac{P}{\sigma_a \sqrt{2}}$$

- Potrebna površina horizontalne armature za prihvatanje glavnih napona zatezanja se određuje iz izraza:

$$A_a = \frac{P}{\sigma_a}$$

## 1.11. Kratki elementi

- Armiranje kratkih elemenata je prikazano na slici

