

BETONSKE KONSTRUKCIJE

RAMOVSKJE KONSTRUKCIJE

Prof. dr Snežana Marinković

Doc. dr Ivan Ignjatović

Semestar: V

ESPB:

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

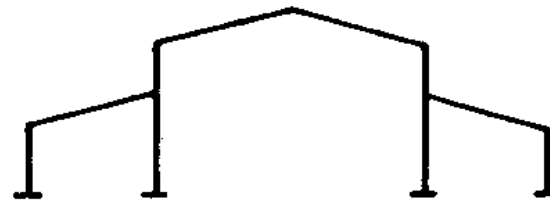
1.11. Kratki elementi

1.1. Podela

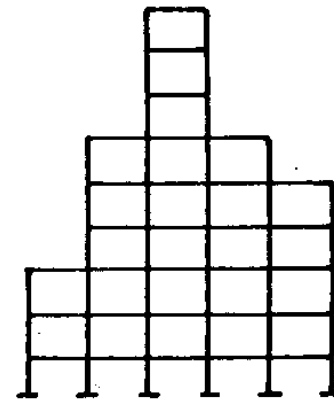
- *Prost jednobrodni ram*



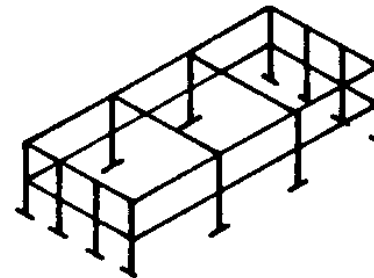
- *Višebrodni ram*



- *Složen ram*



- *Prostorni ram*

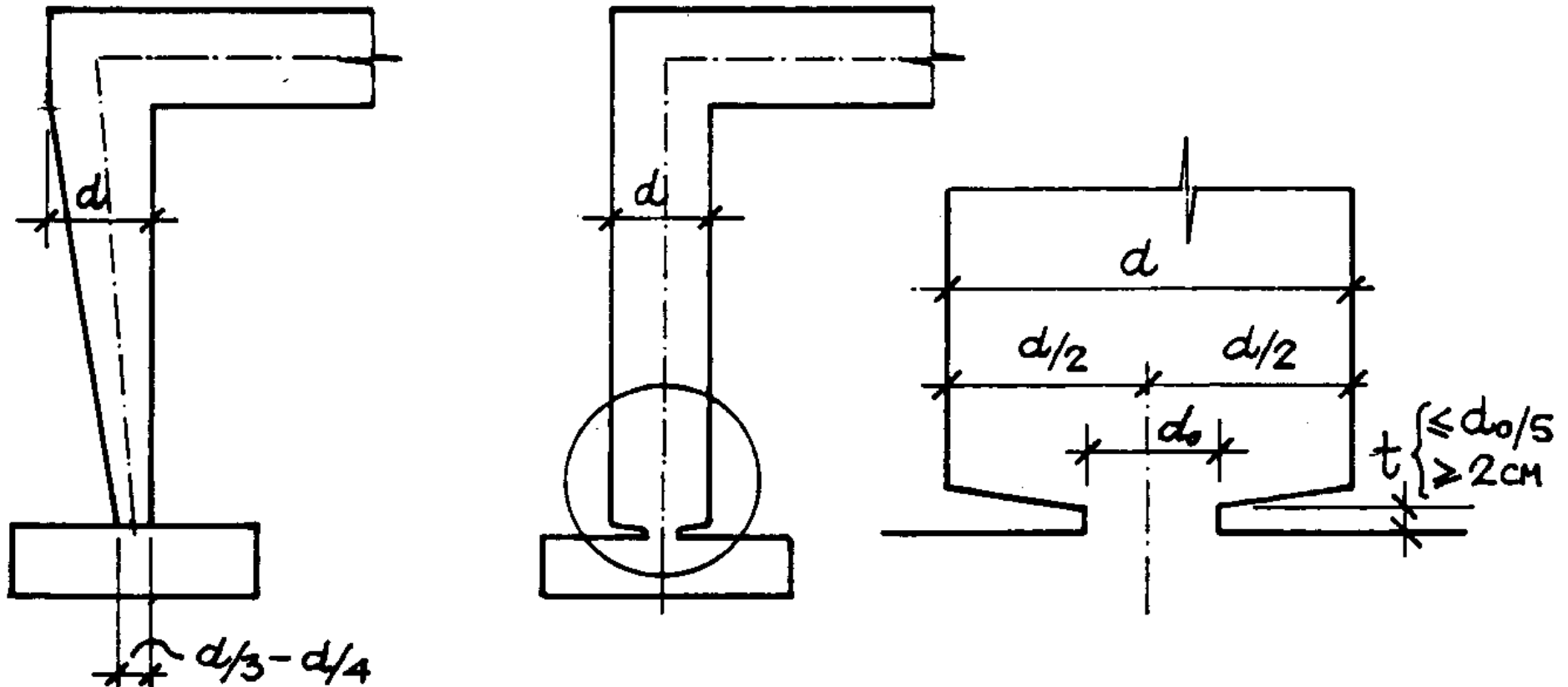


1.2. Statički sistemi i statički proračun

- *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*

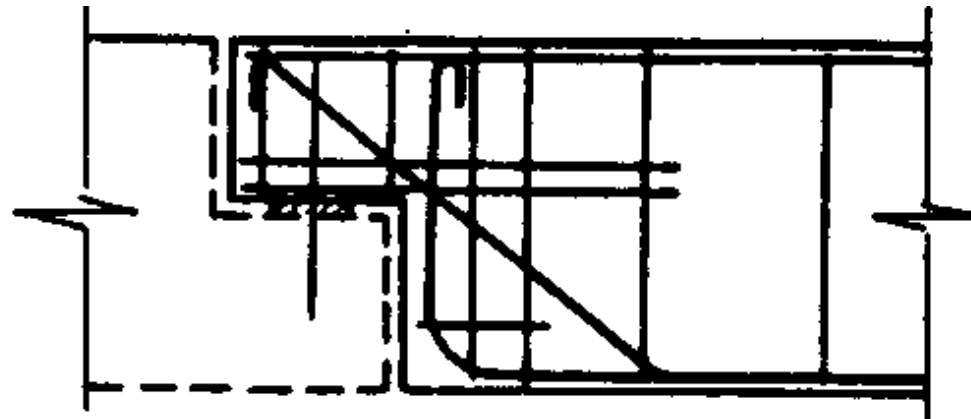
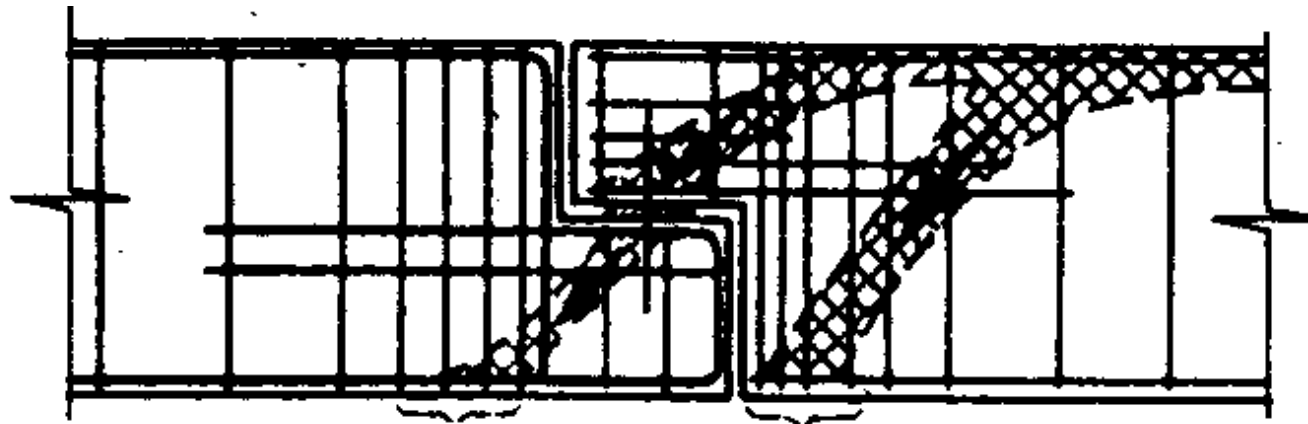
1.2. Statički sistemi i statički proračun

- Stubovi rama oslanjaju se na tlo preko temelja
- Veze stuba i temelja mogu biti:
 - Zglobne
 - Krute



1.2. Statički sistemi i statički proračun

- *Zglobna veza između stuba i grede postiže se redukcijom poprečnog preseka*



1.2. Statički sistemi i statički proračun

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

- *Ramovi sa jednim poljem*

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

- *Ramovi sa više polja*

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

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

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

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

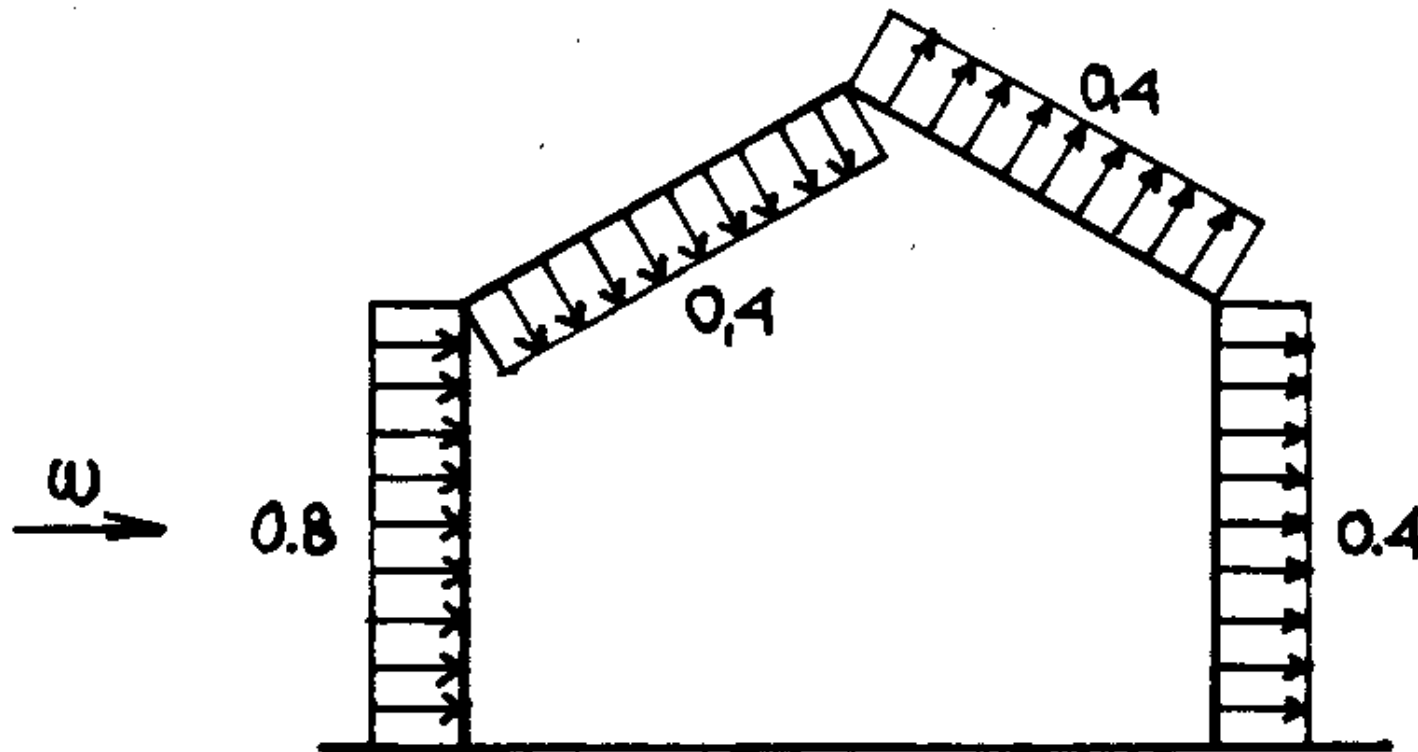
- *Horizontalna opterećenja koja se mogu javiti u eksploataciji su:*
 - *Vetar*
 - *Seizmičke sile*
 - *Pritisak zemlje*

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*

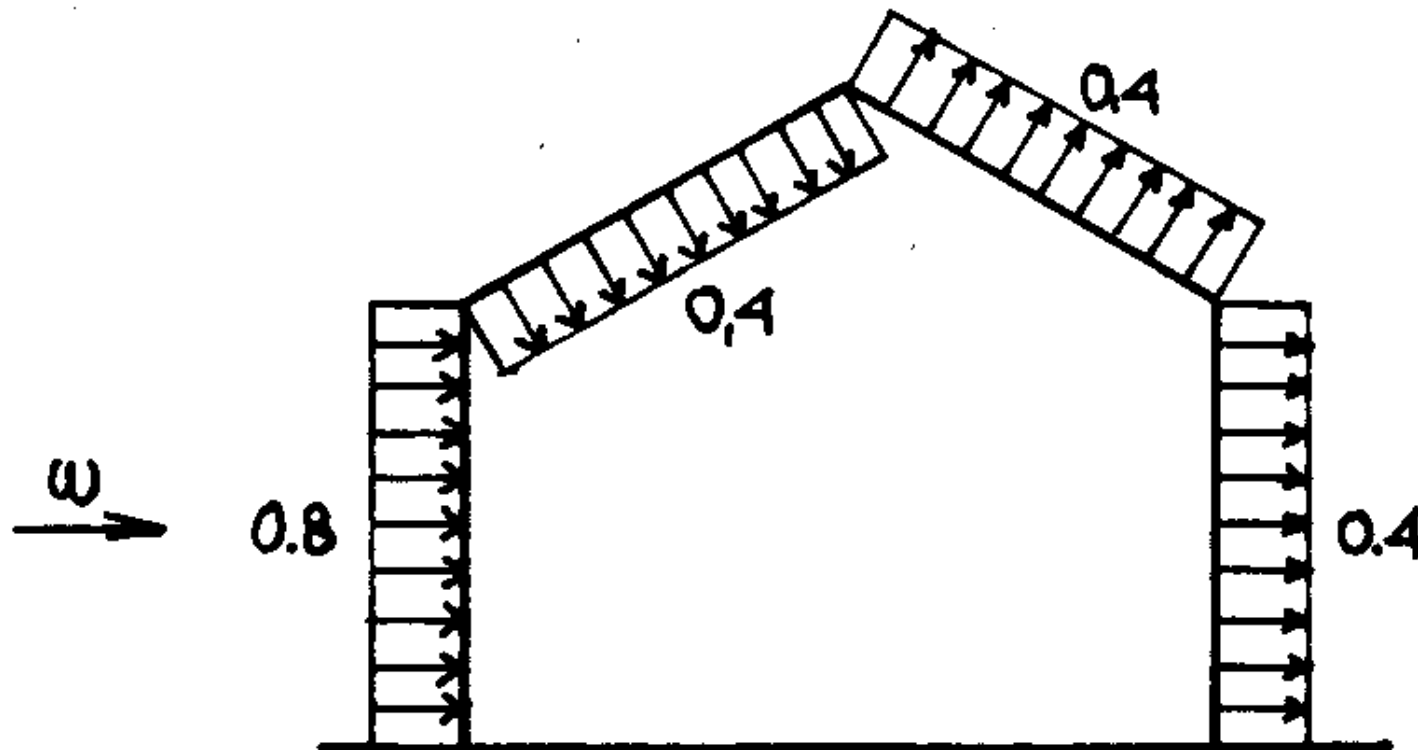
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- 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



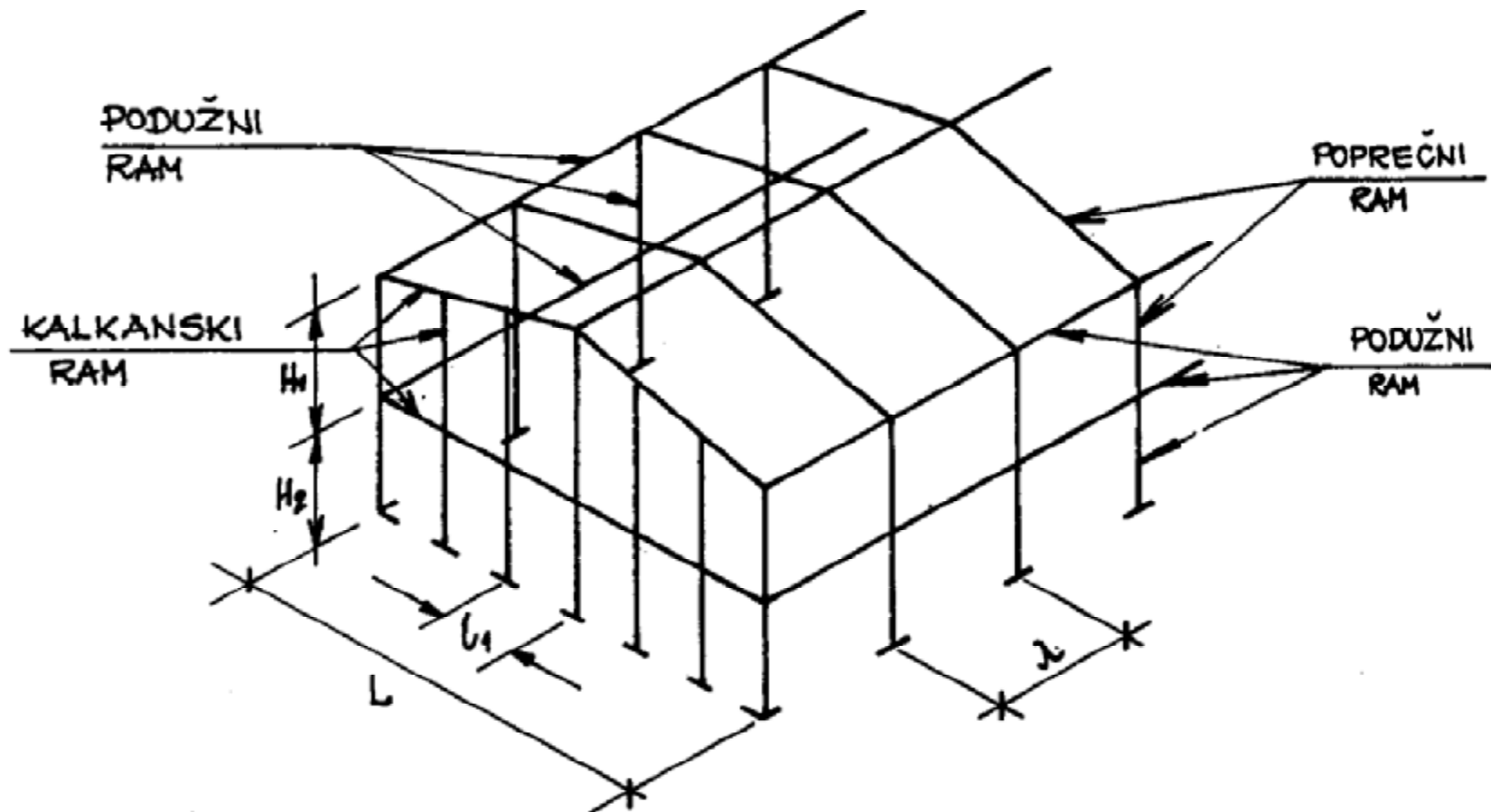
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- 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



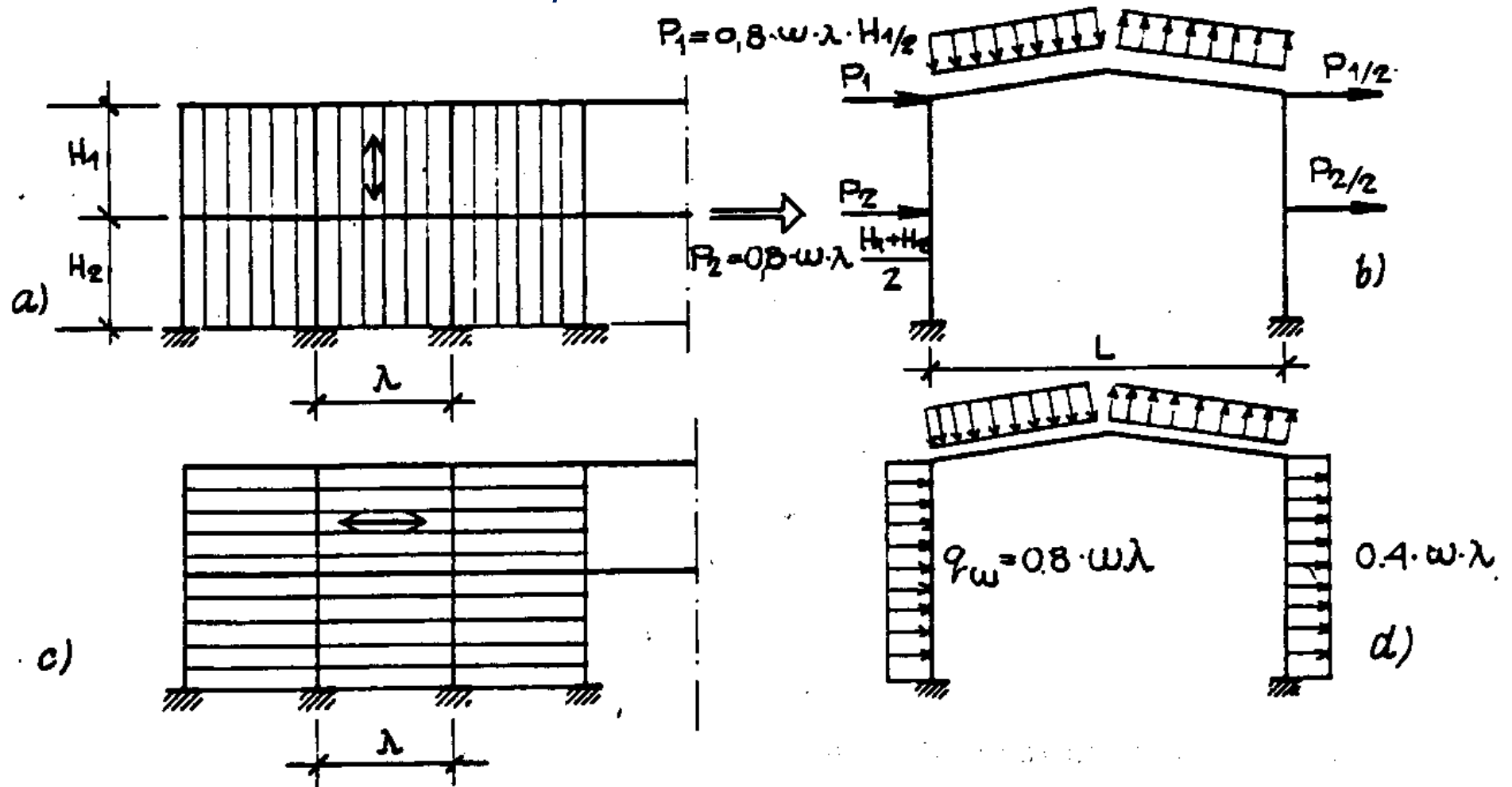
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

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



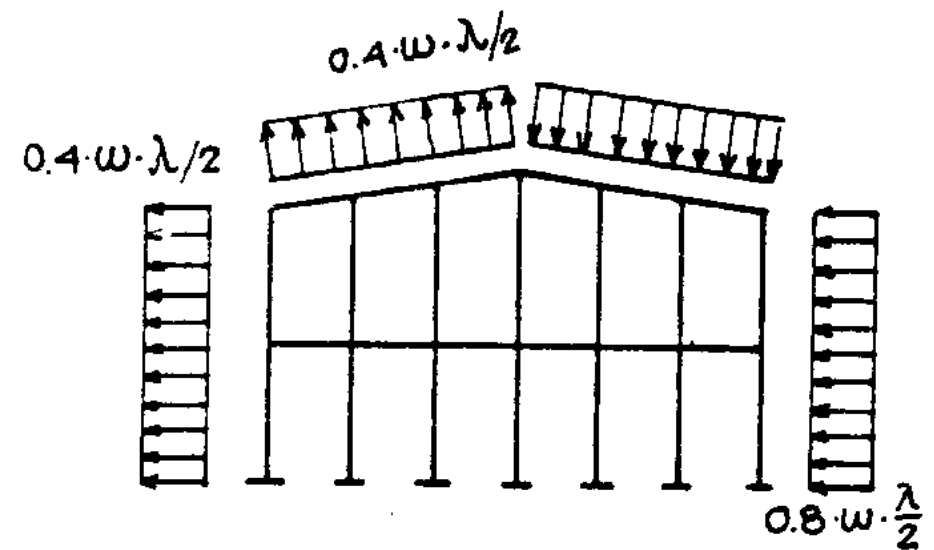
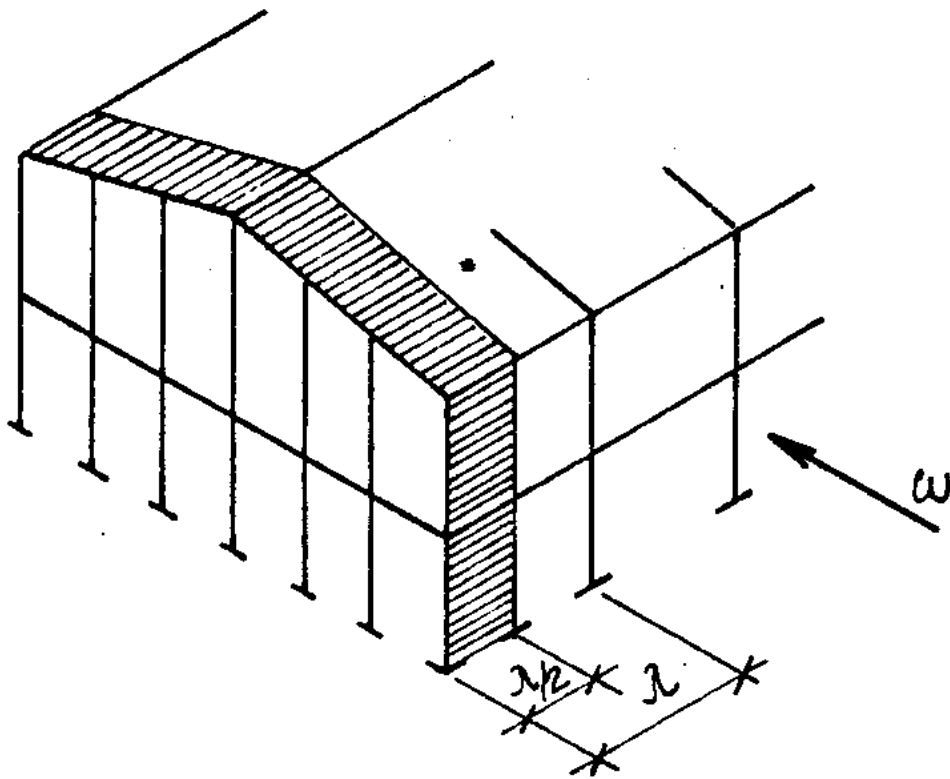
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

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



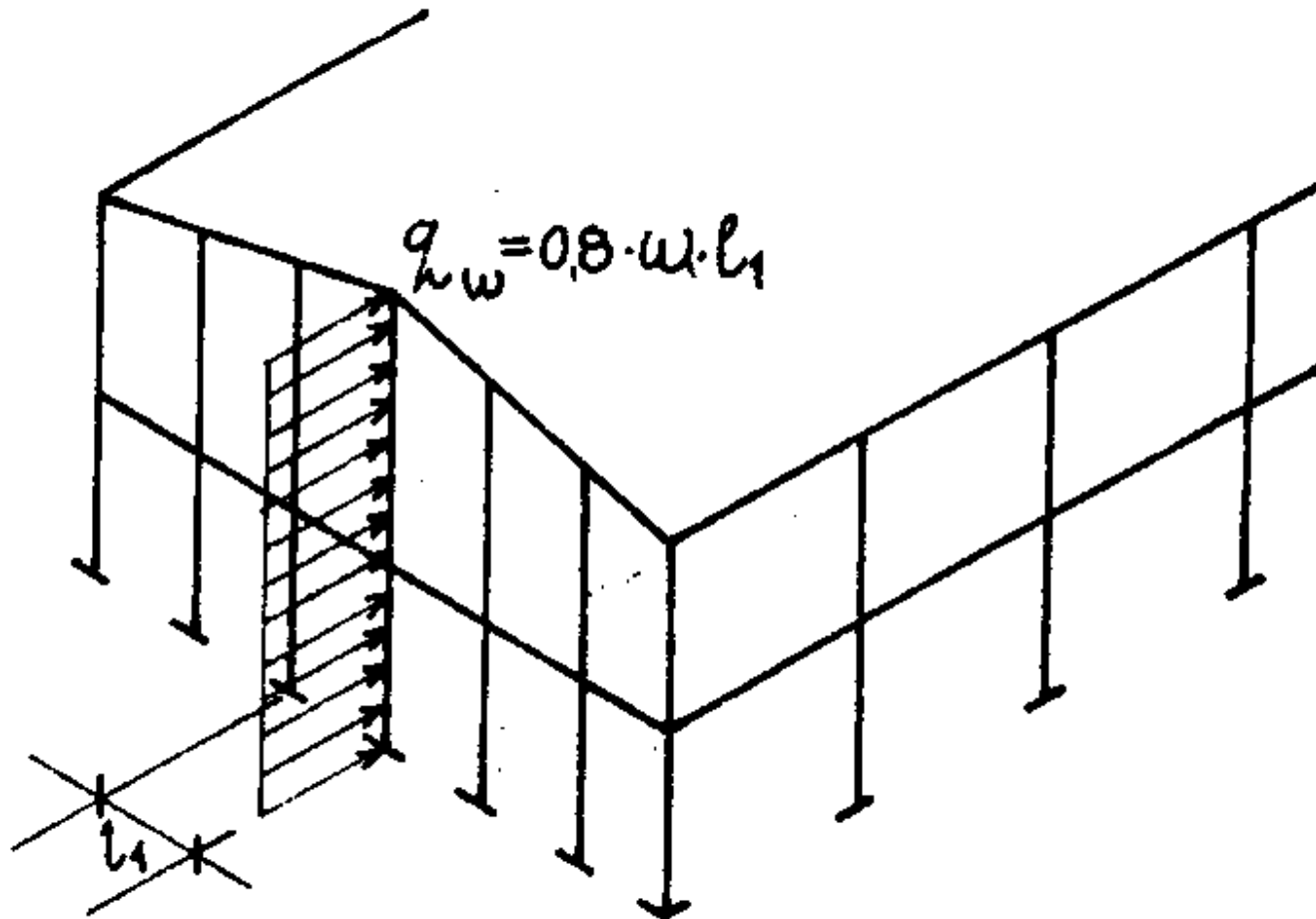
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *Kalkanski ramovi*
 - *Vetar u ravni rama*



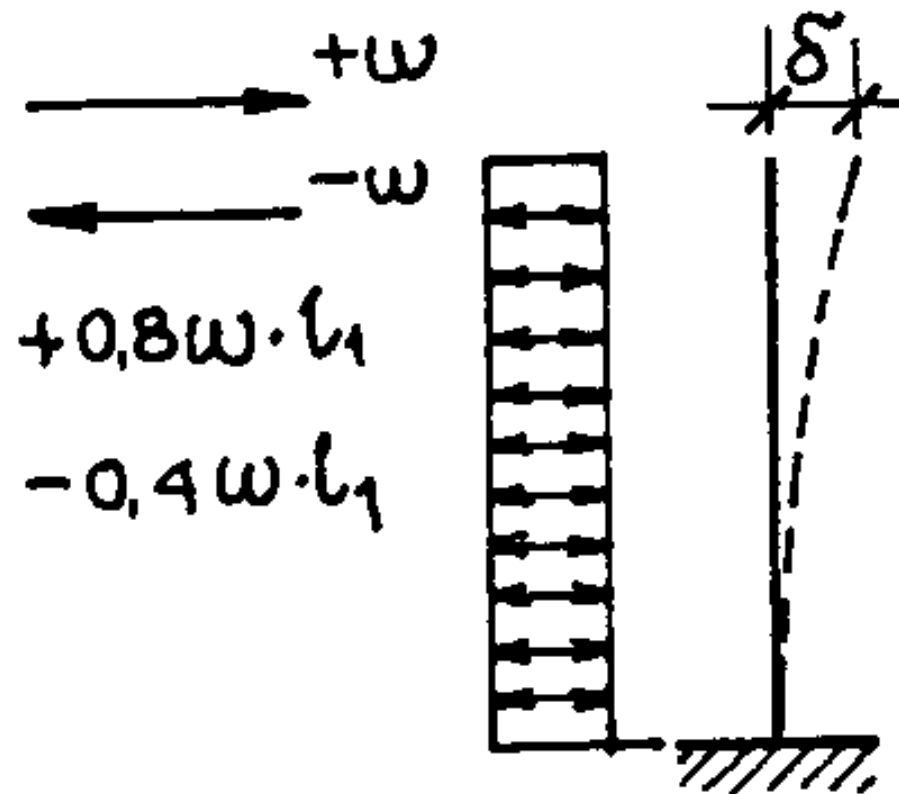
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *Kalkanski ramovi*
- *Vetar upravno na ravan rama*



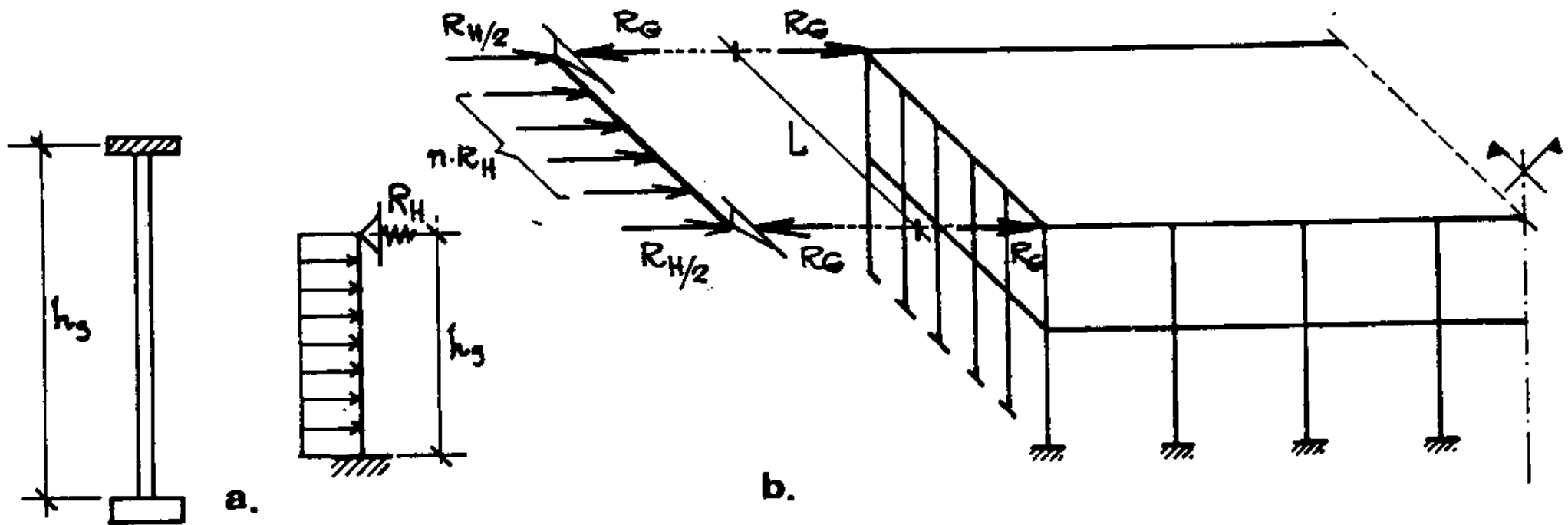
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

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



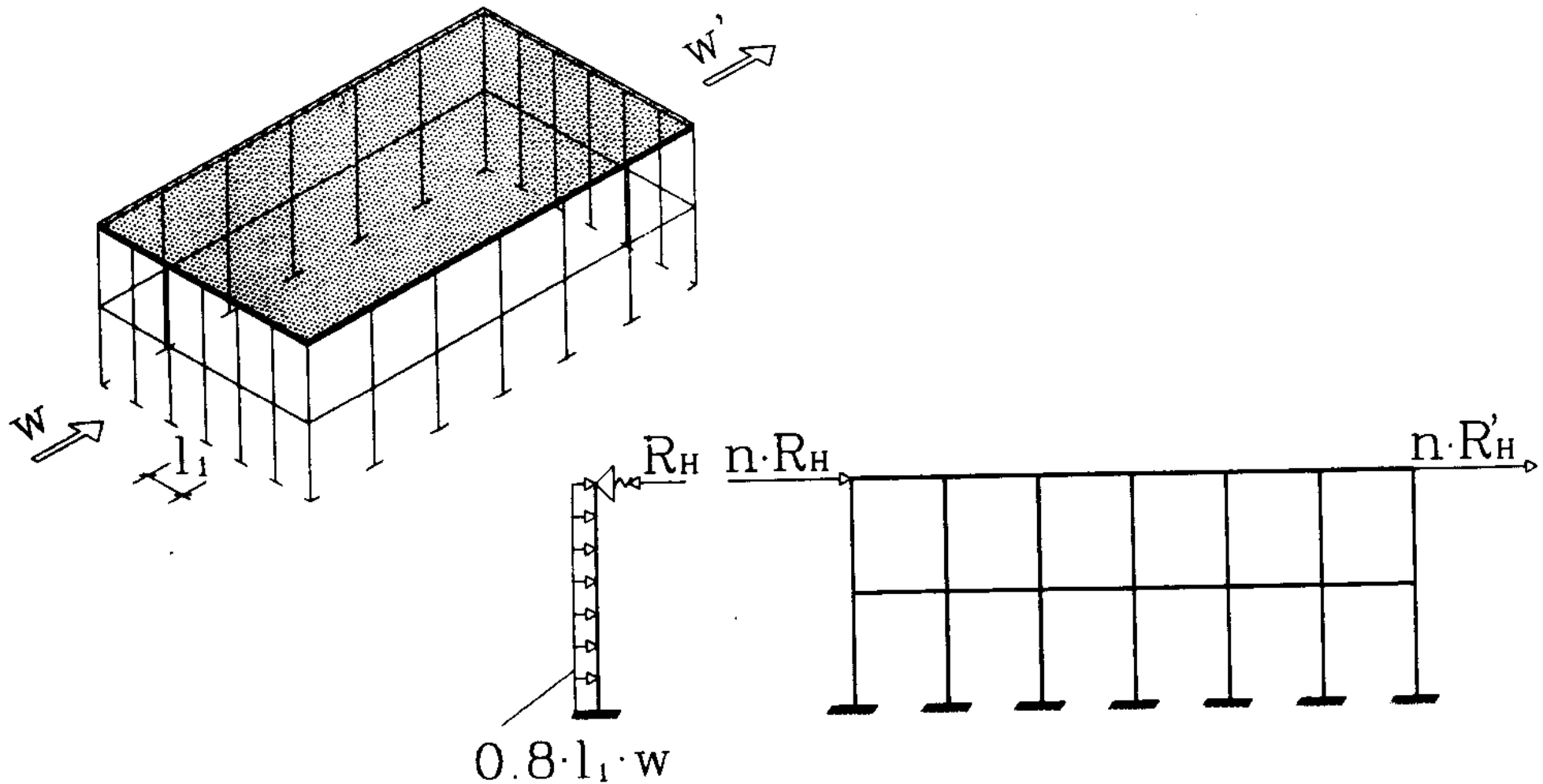
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- Meka krovna ravan
- Raspon kalkana L mali



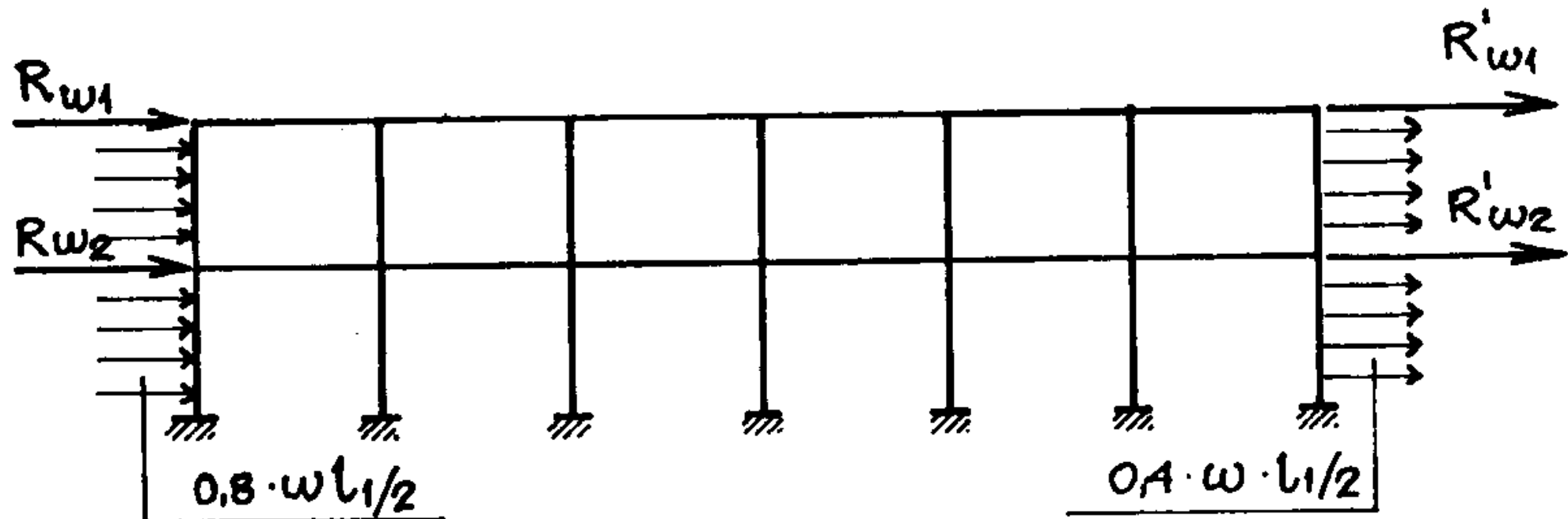
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *Kruta krovna ravan*



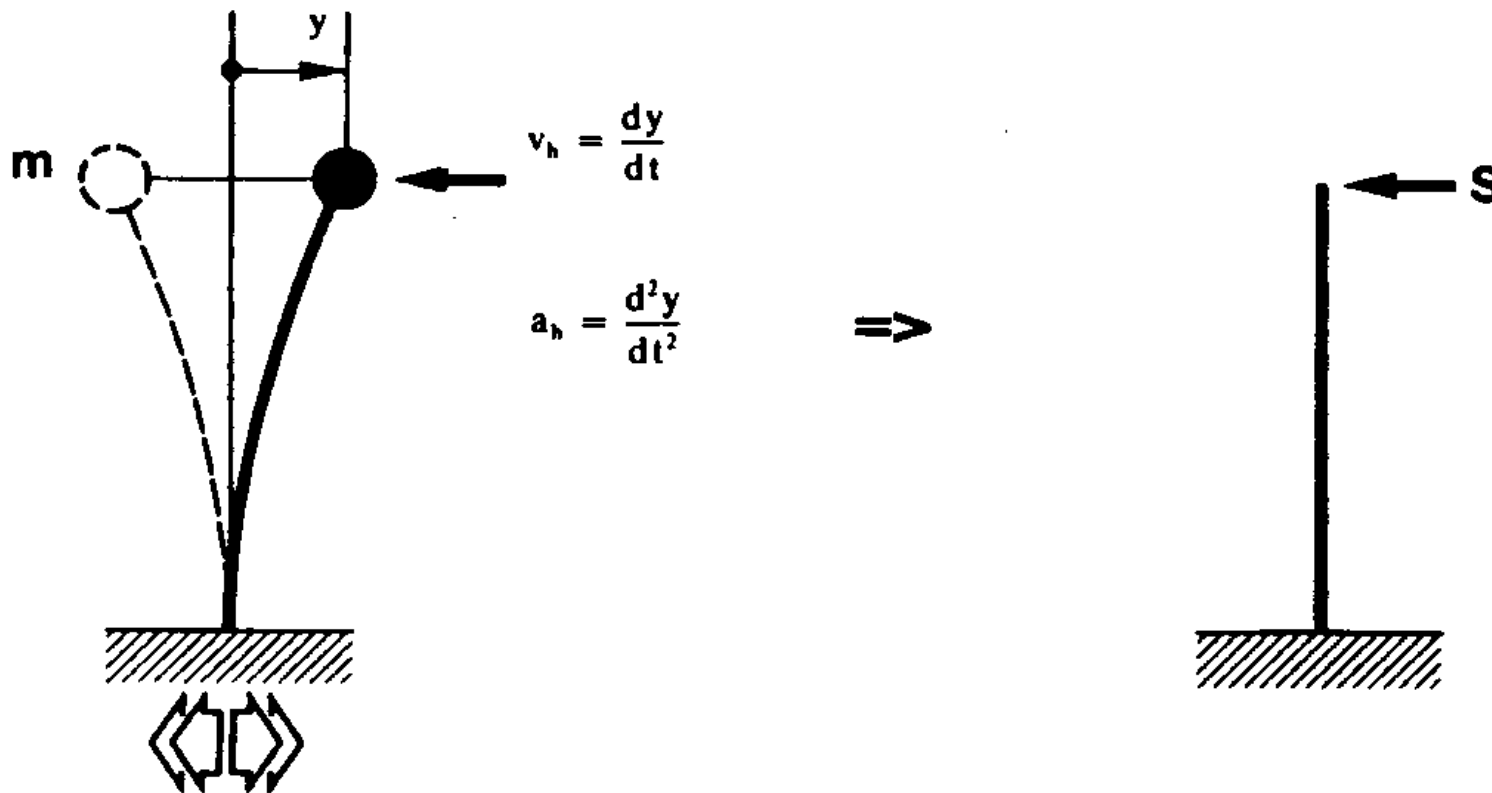
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *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**



1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

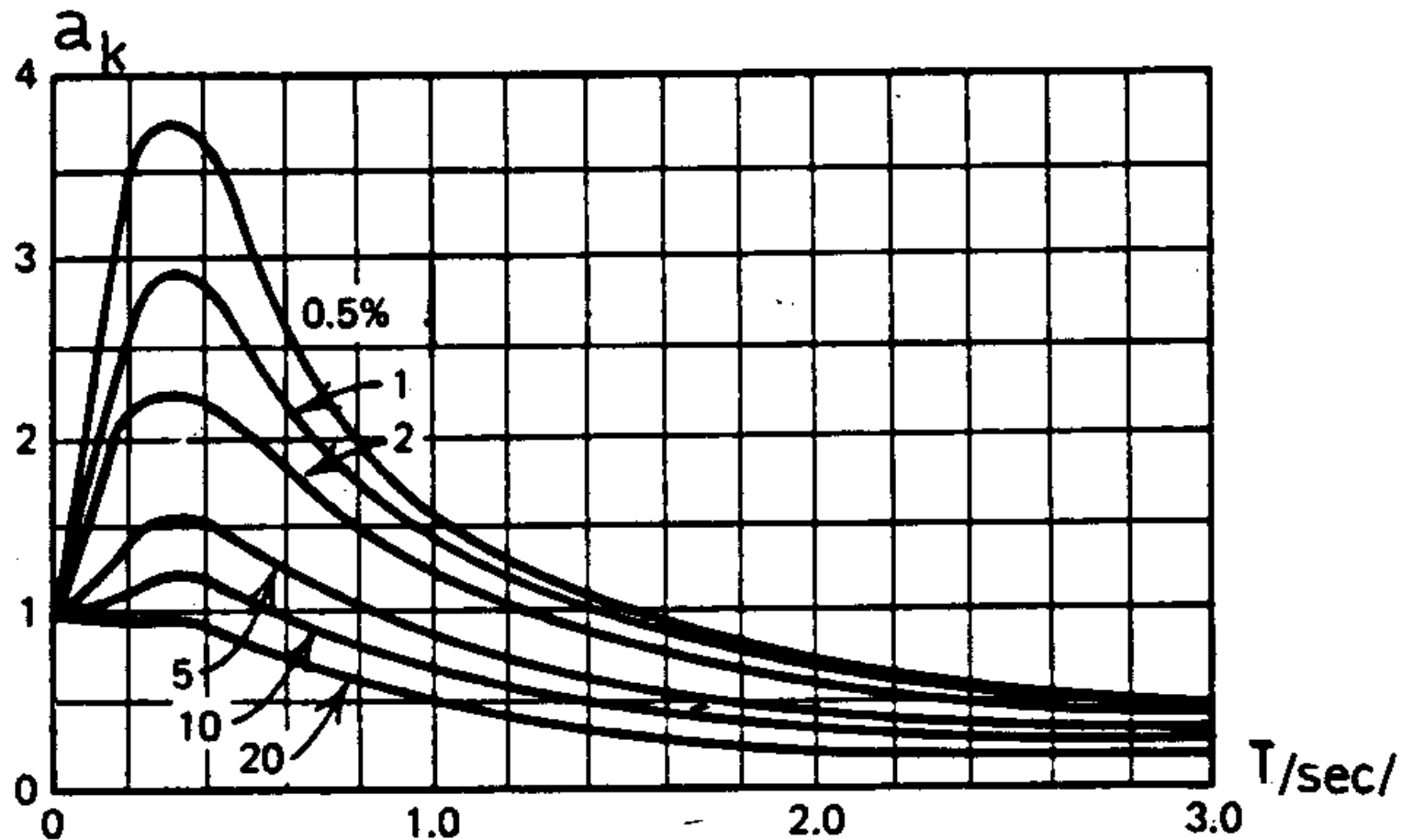
- *Metoda ekvivalentnog statičkog opterećenja*
 - *Stvarno dinamičko opterećenje se zamenjuje sistemom inercijalnih sila koje deluju kao statičko opterećenje S*

$$\mathbf{S} = \alpha \frac{\mathbf{a}_z}{g} \mathbf{G}$$

- *a_z – ubrzanje tla,*
- *g – ubrzanje Zemljine teže,*
- *G – težina (masa) koja osciluje,*
- *α – koeficijent kojim se uzima u obzir tip konstrukcije i drugi parametri od uticaja (kvalitet tla, krutost konstrukcije...)*

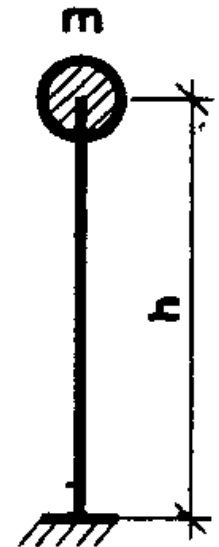
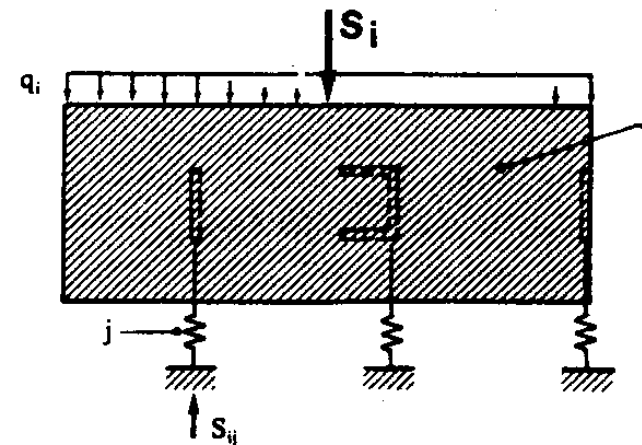
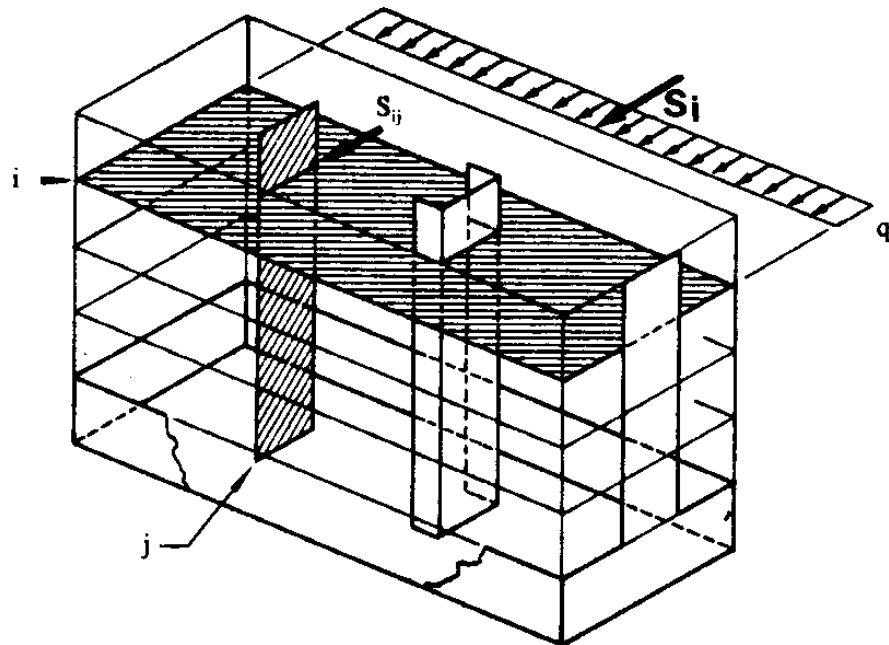
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *Metoda ekvivalentnog statičkog opterećenja*
 - *Odnos ubrzanja konstrukcije i ubrzanja tla u funkciji od perioda oscilovanja*



1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *Metoda ekvivalentnog statičkog opterećenja*
 - *Dinamički model – konzola sa jednim ili više masa koje osciluju*
 - *Uprošćenja:*
 - *Masa jedne etaže skoncentrisana je u nivou tavanice*
 - *Međuspratna konstrukcija je potpuno kruta u svojoj ravni (raspodela seizmičke sile jedne etaže na sve vertikalne elemente prema krutosti)*



1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima*

- *Ukupna horizontalna seizmička sila:*

$$\mathbf{S = K G}$$

- *G – ukupna težina objekta iznad kote terena u koju je uključeno verovatno korisno opterećenje (najčešće 50% korisnog opterećenja) i sneg*
- *K – ukupni seizmički koeficijent*

$$\mathbf{K = K_0 K_s K_p K_d \geq 0.02}$$

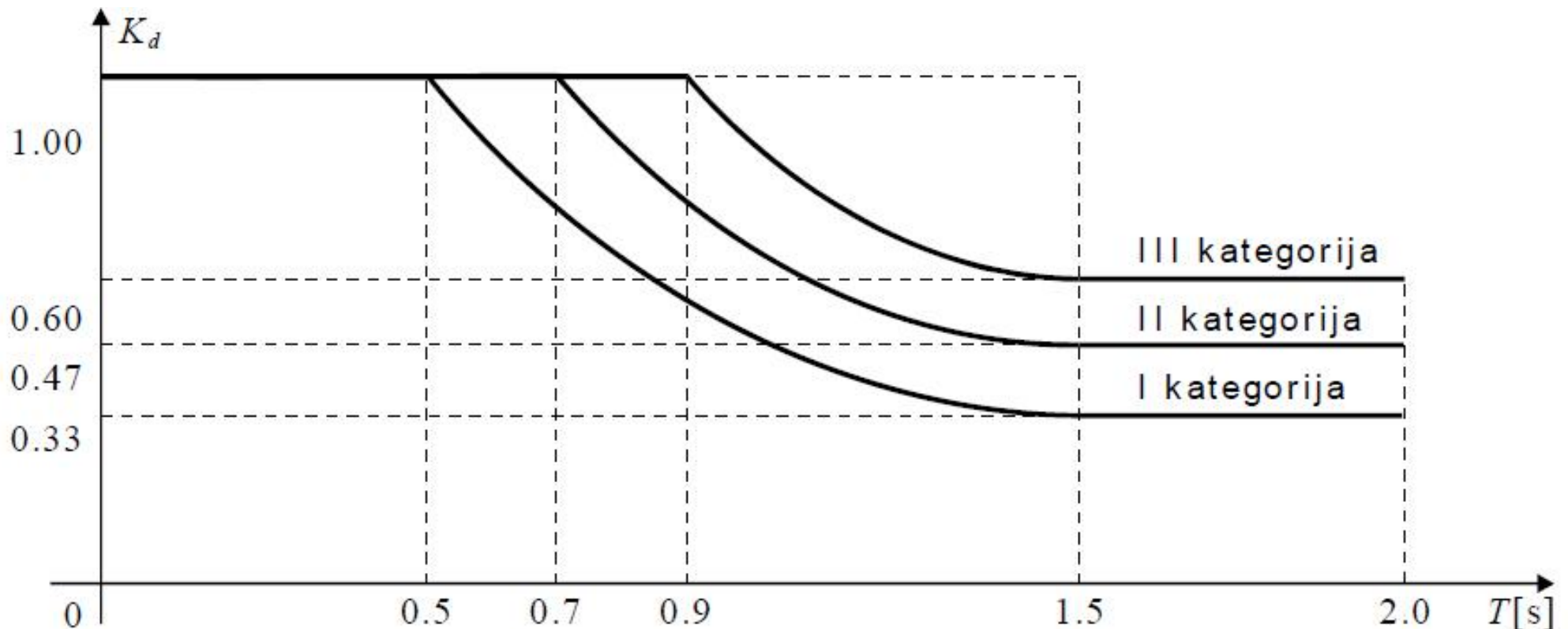
- *K₀ – koeficijent kategorije objekta (0,75 ≤ K₀ ≤ 1,5)*
- *K_s – koeficijent seizmičkog intenziteta*
 - *K_s = 0,025 VII MCS*
 - *K_s = 0,05 VIII MCS*
 - *K_s = 0,1 IX MCS*

1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima*
 - K_p – koeficijent duktiliteta i prigušenja
 - $K_p = 1,0$ za armiranobetonske skeletne konstrukcije,
 - $K_p = 1,3$ za armiranobetonske panelne konstrukcije,
 - $K_p = 1,6$ za zidane objekte sa vertikalnim serklažima i vitke dimnjake,
 - $K_p = 2,0$ za zidane i konstrukcije sa naglim promenama krutosti
 - K_d – koeficijent dinamičnosti (zavisi od kategorije tla i od sopstvenog perioda oscilovanja T)

1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima*
- *Dijagram za određivanje veličine koeficijenta K_d*



1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

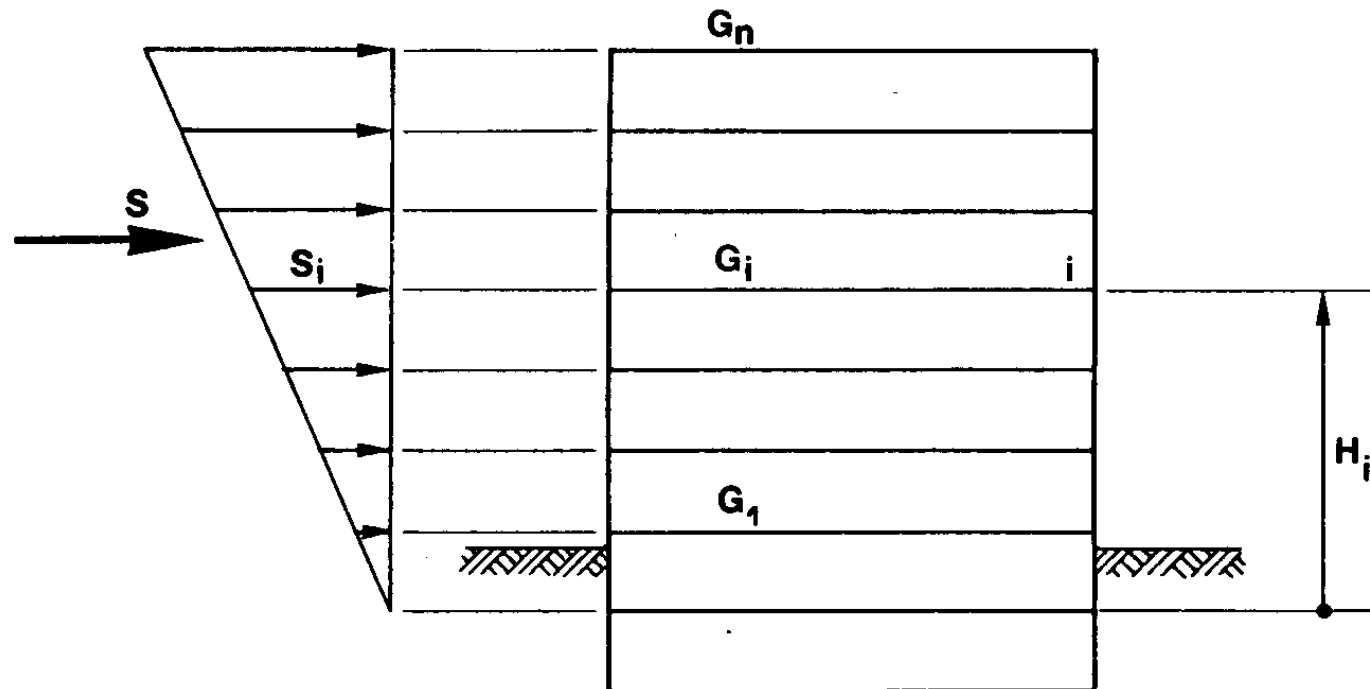
- *Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima*
 - *Ukupna seizmička sila raspoređuje se po spratovima*
 - *Za objekte visine do 5 spratova:*

$$S_i = \frac{G_i H_i}{\sum_{i=1}^n G_i H_i}$$

- *S_i – horizontalna seizmička sila i -tog sprata*
- *G_i – težina i -tog sprata*
- *H_i – visina i -tog sprata, merena od gornje ivice temelja, ili za zgrade sa podzemnim etažama, od prvog podzemnog sprata*

1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima*
 - *Za objekte preko 5 spratova, 15% ukupne seizmičke sile S aplicira se na vrh konstrukcije kao koncentrisana sila, a preostalih 85% se raspoređuje po spratovima*
 - *Raspodela sile je proporcionalna visini i kada su mase svih spratova jednake, raspodela ima oblik prikazan na slici*



1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima*
 - *Sopstveni period oscilovanja rama u poprečnom pravcu određuje se iz izraza:*

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

- *m – masa sistema,*
 - *k – krutost sistema*
- *Krutost konzolnog štapa se može odrediti iz izraza:*

$$k = \frac{1}{\delta}$$

- *δ – pomeranje ramovske konstrukcije u nivou krova usled statičkog delovanja jedinične sile $P=1$ u istom nivou i u pravcu oscilovanja mase*

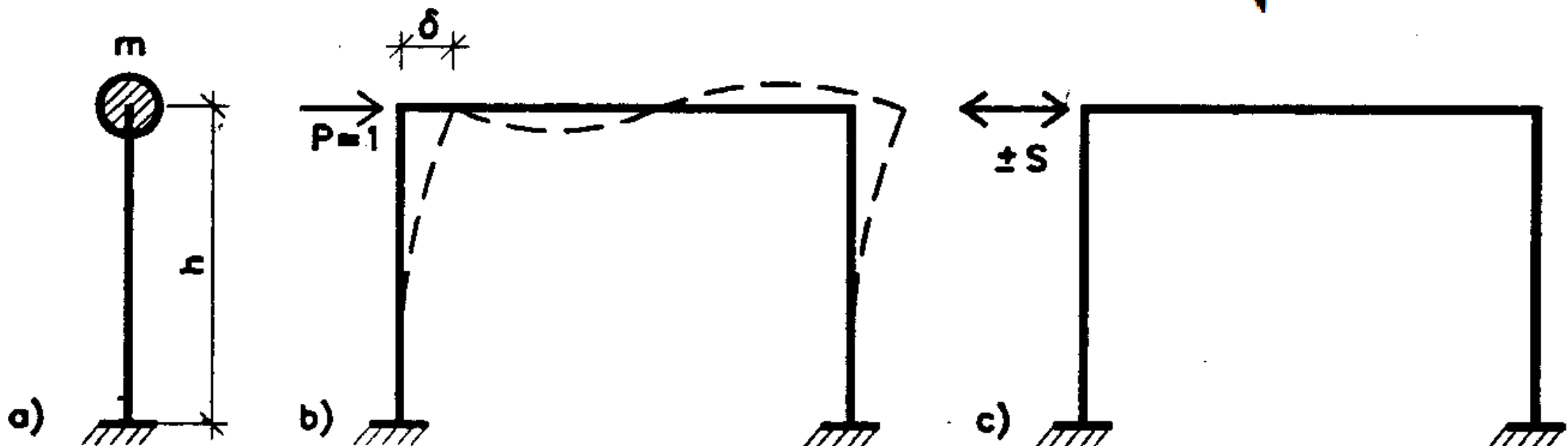
1.3. Proračun ramova za horizontalno opterećenje

- *Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima*
 - *Kako je masa sistema:*

$$\mathbf{m} = \frac{\mathbf{G}}{\mathbf{g}}$$

- *Period oscilovanja se može napisati kao:*

$$\mathbf{T} = 2\pi \sqrt{\frac{\mathbf{G}\delta}{\mathbf{g}}}$$

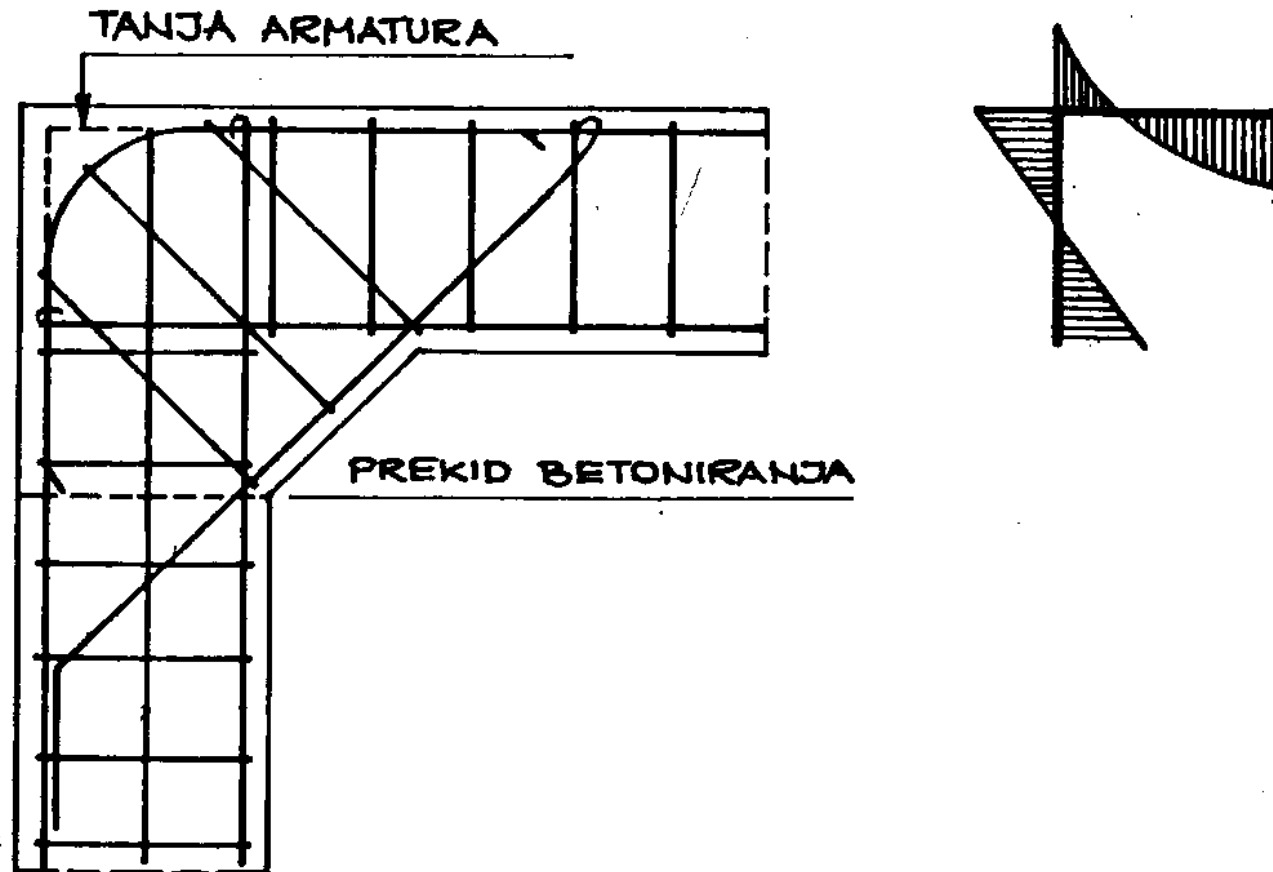


1.4. Dimenzionisanje

- *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

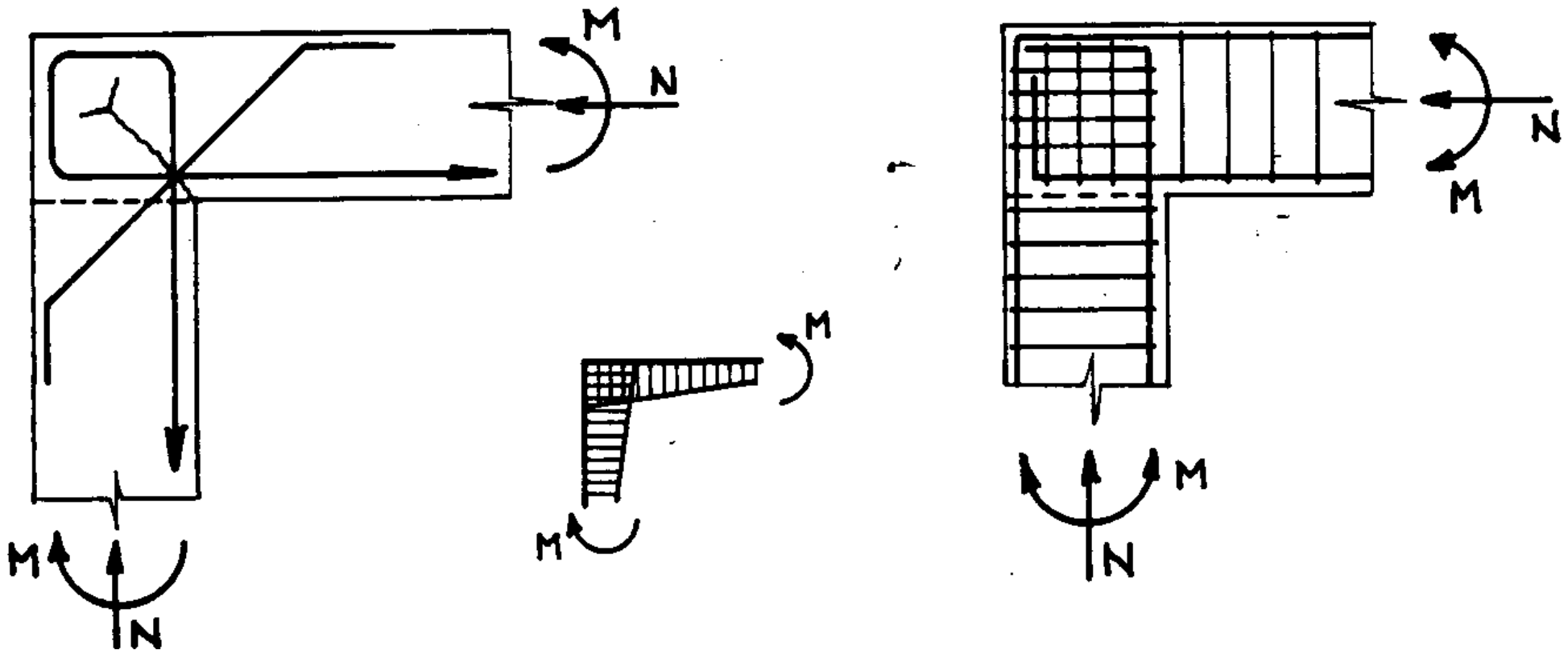
- Čvor rama mora da omogući prenošenje statičkih uticaja M , N , T između ta dva elementa



Armiranje čvora na poslednjoj etaži

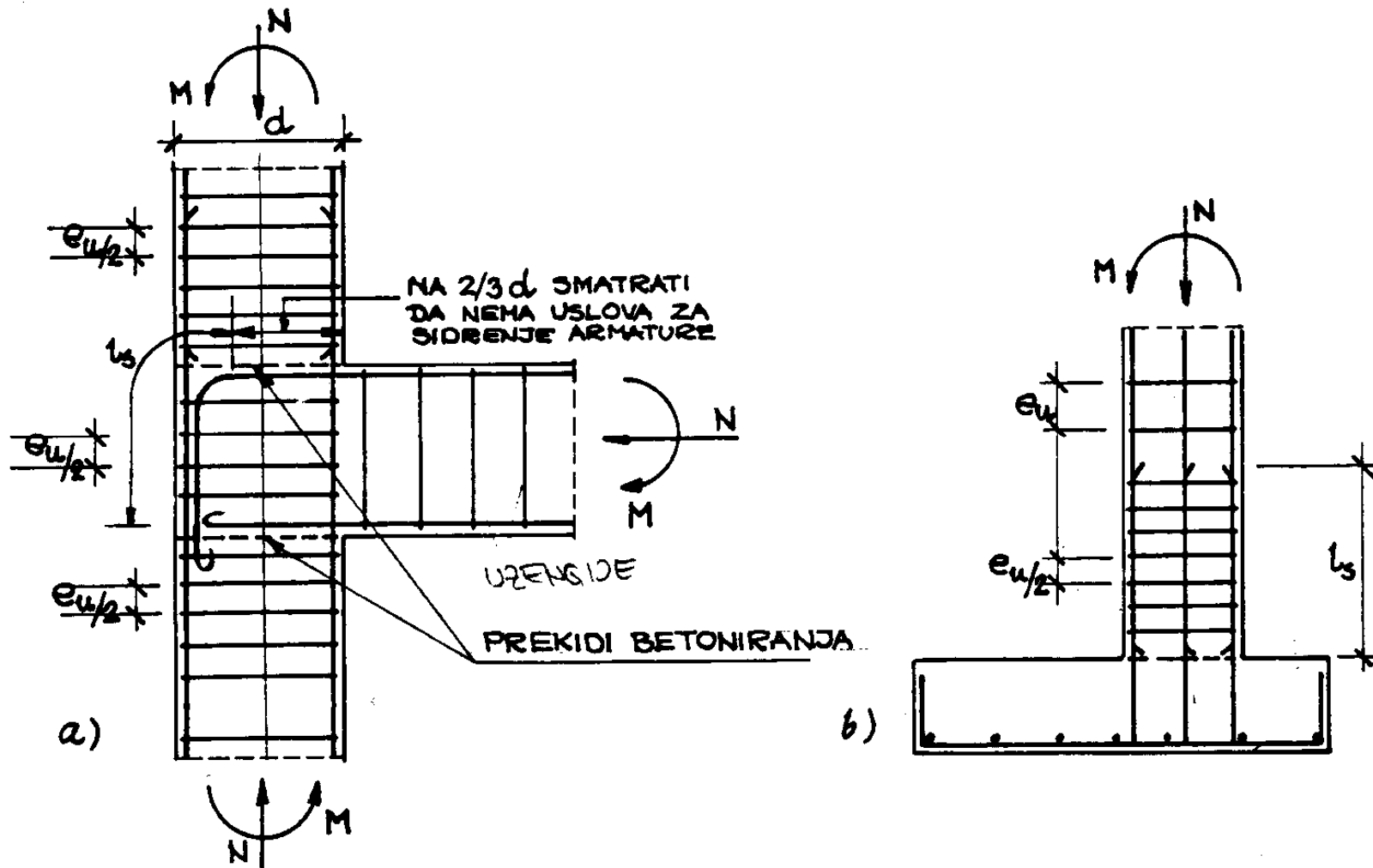
1.5. Armiranje čvorova rama

- 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)*

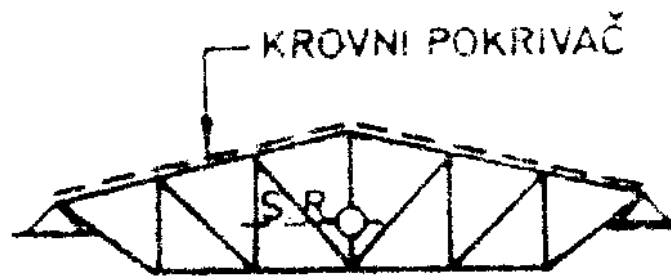
1.6. Glavni nosači

- *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*

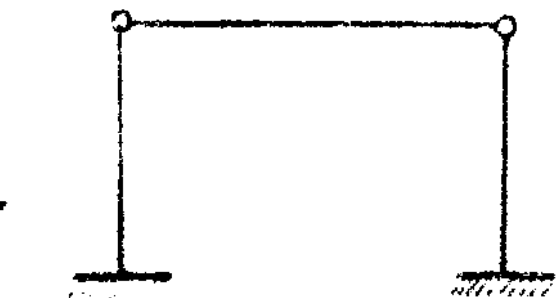
$$H = \frac{l}{10} \div \frac{l}{8}$$



a.



b.



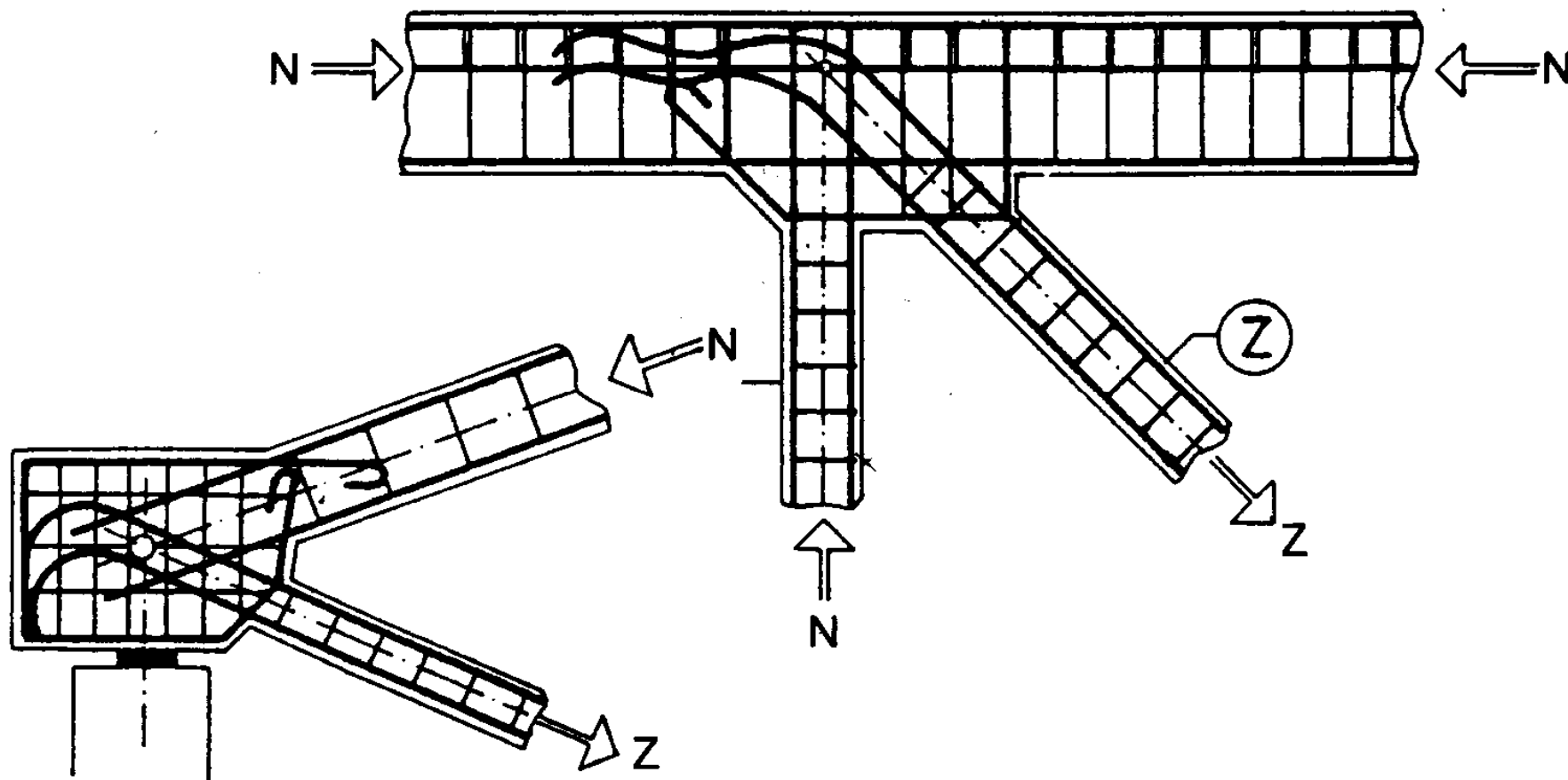
c.

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:



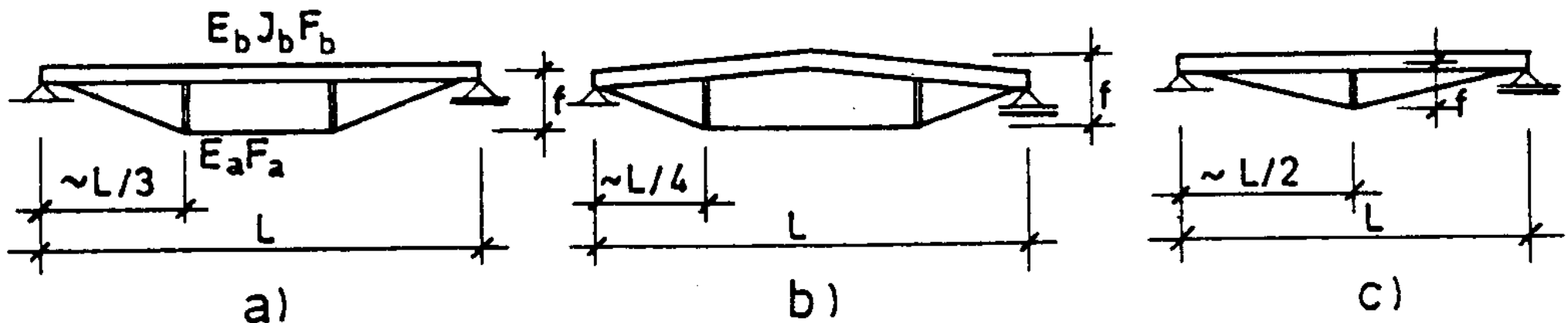
1.6. Glavni nosači

- *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

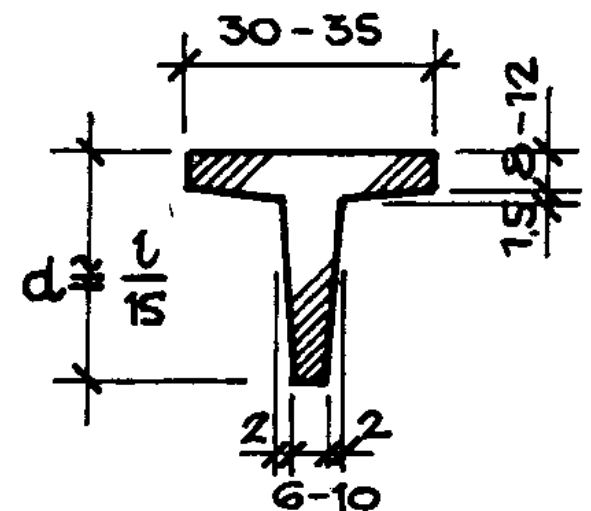
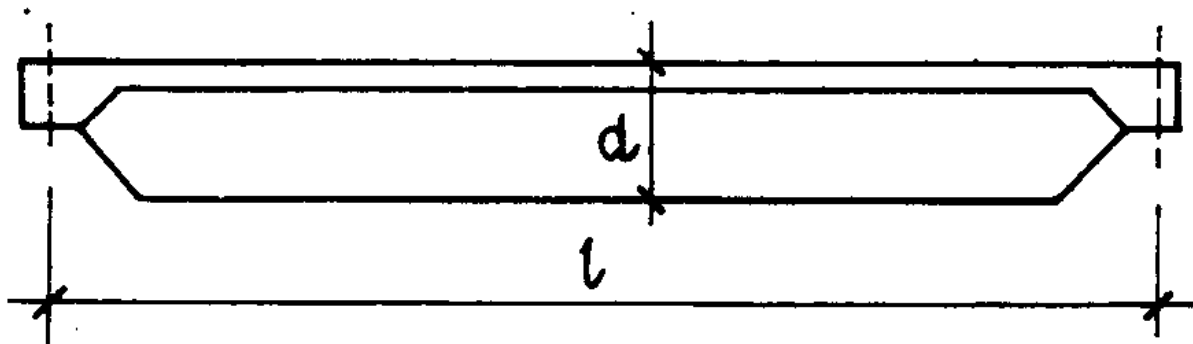
- *Nosači sa zategom*
 - *Prednosti: laka montaža, manja sopstvena težina*
 - *Kombinacija grede i zatege*
 - *Koriste se za raspone do 30 metara*
 - *Vertikale se postavljaju obično u trećinama raspona*
 - *Visina ovih nosača je okvirno*

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



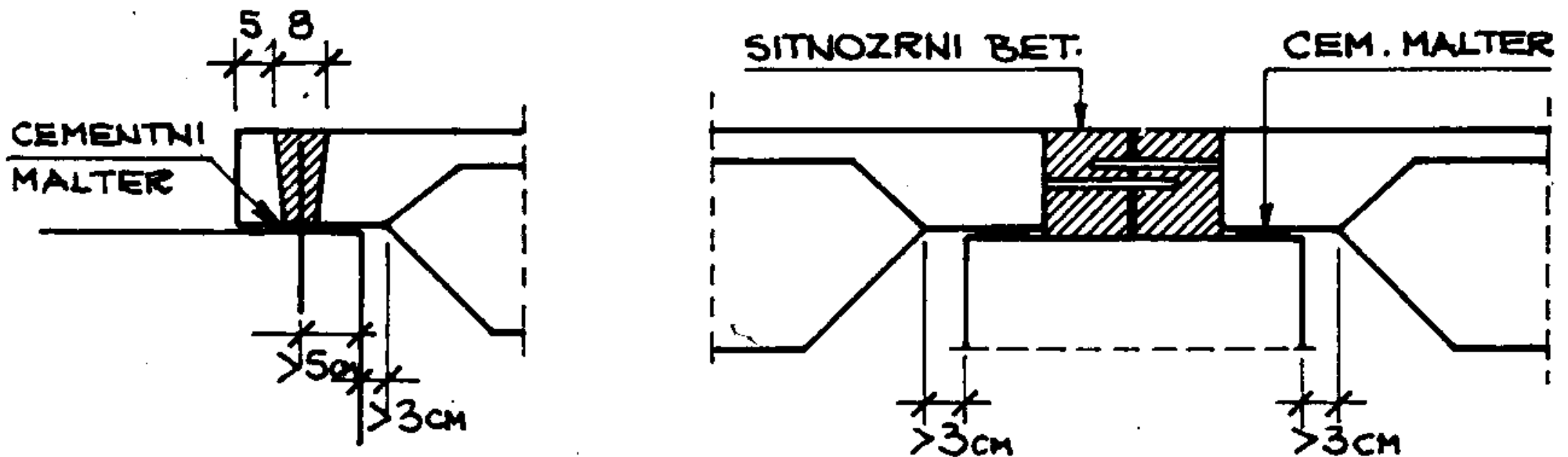
1.7. Rožnjače

- 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



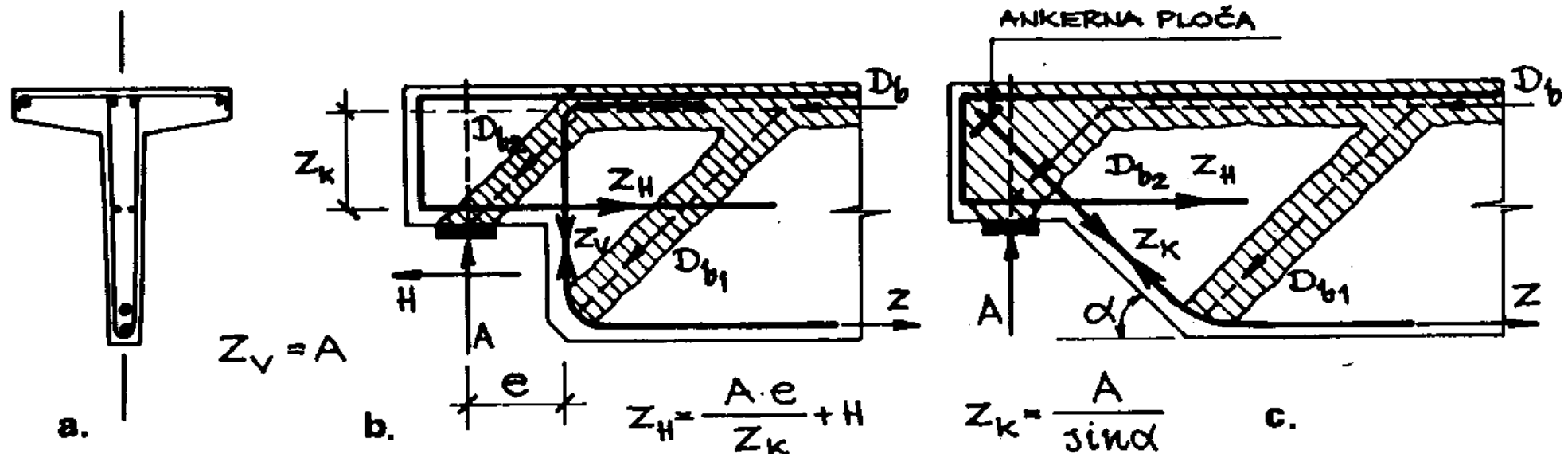
1.7. Rožnjače

- 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



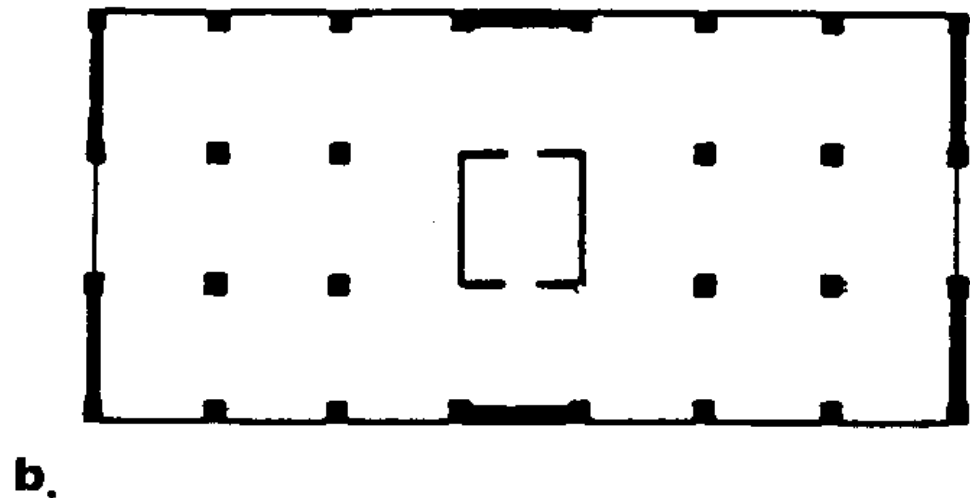
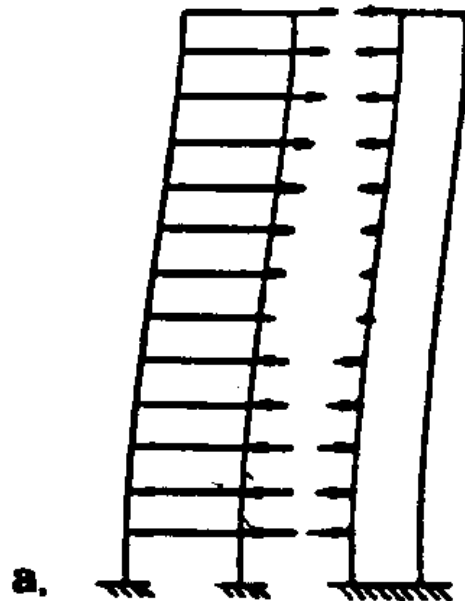
1.7. Rožnjače

- 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



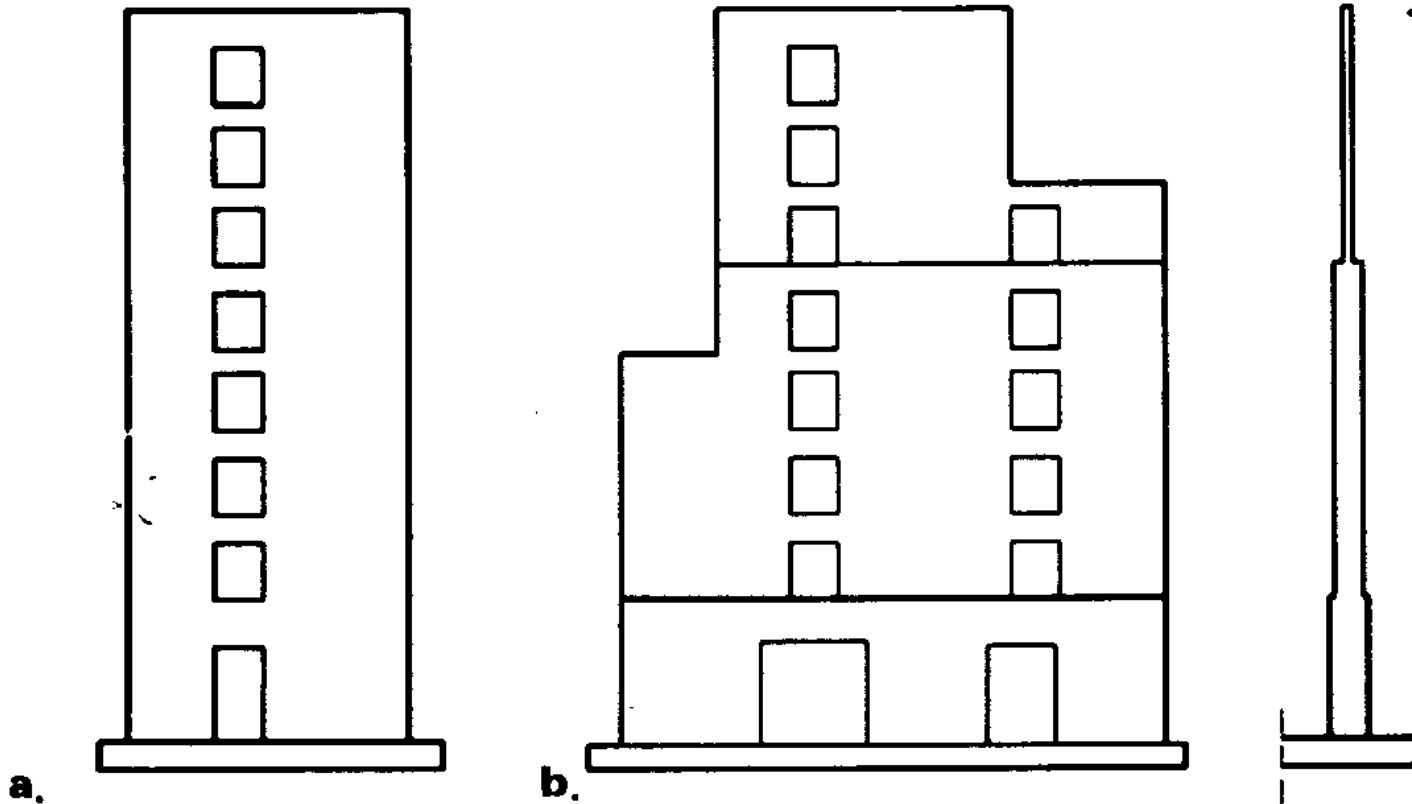
1.8. Objekti sa armiranobetonskim zidovima

- *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*



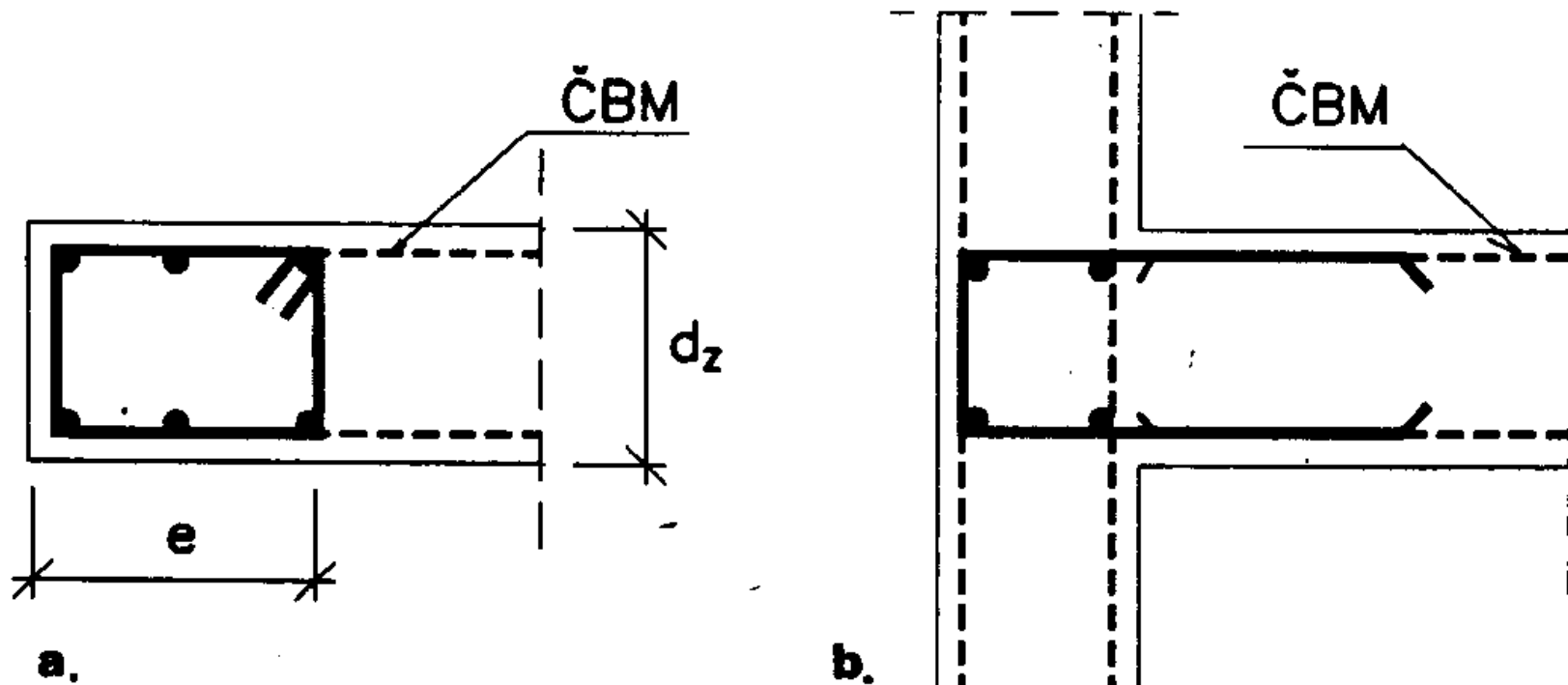
1.8. Objekti sa armiranobetonskim zidovima

- *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

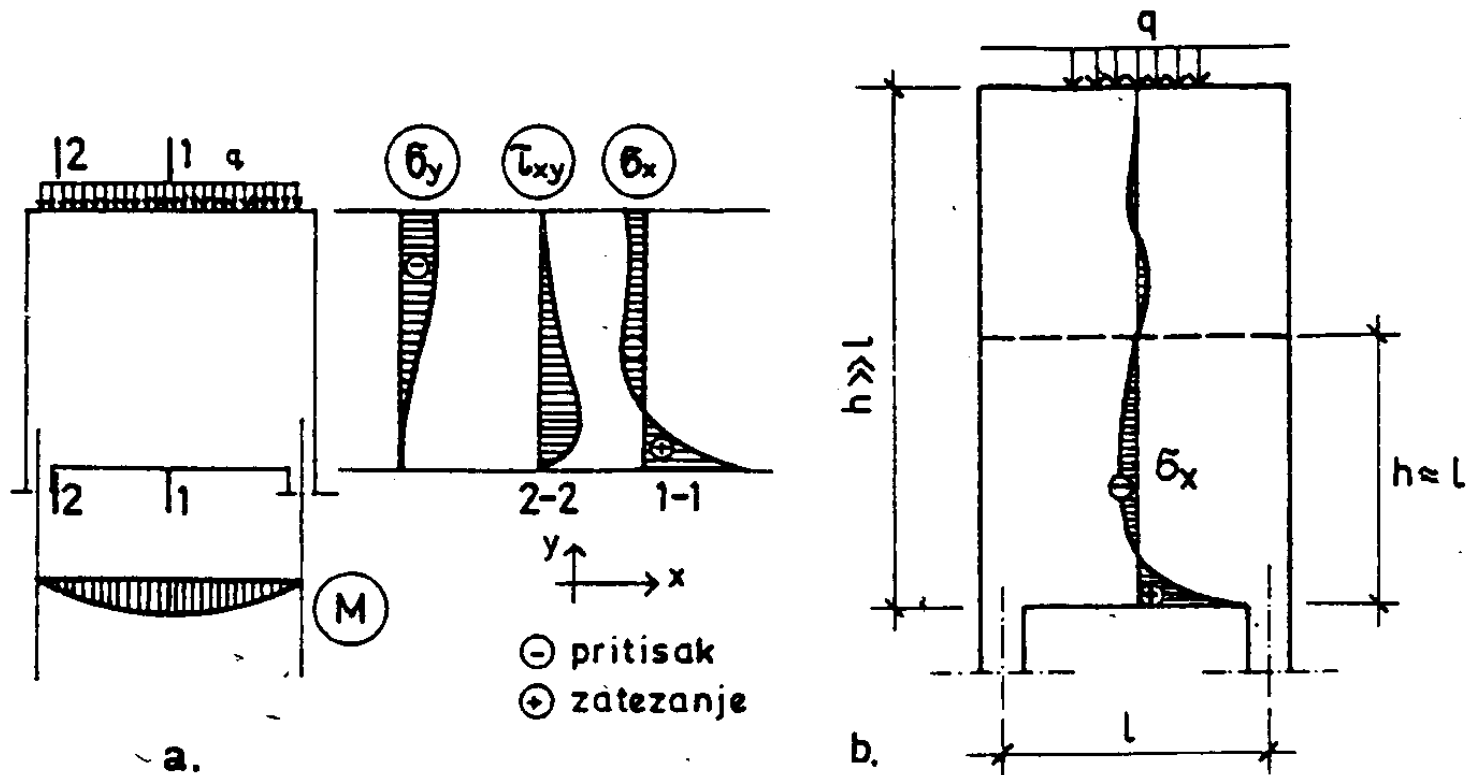


1.8. Objekti sa armiranobetonskim zidovima

- *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*

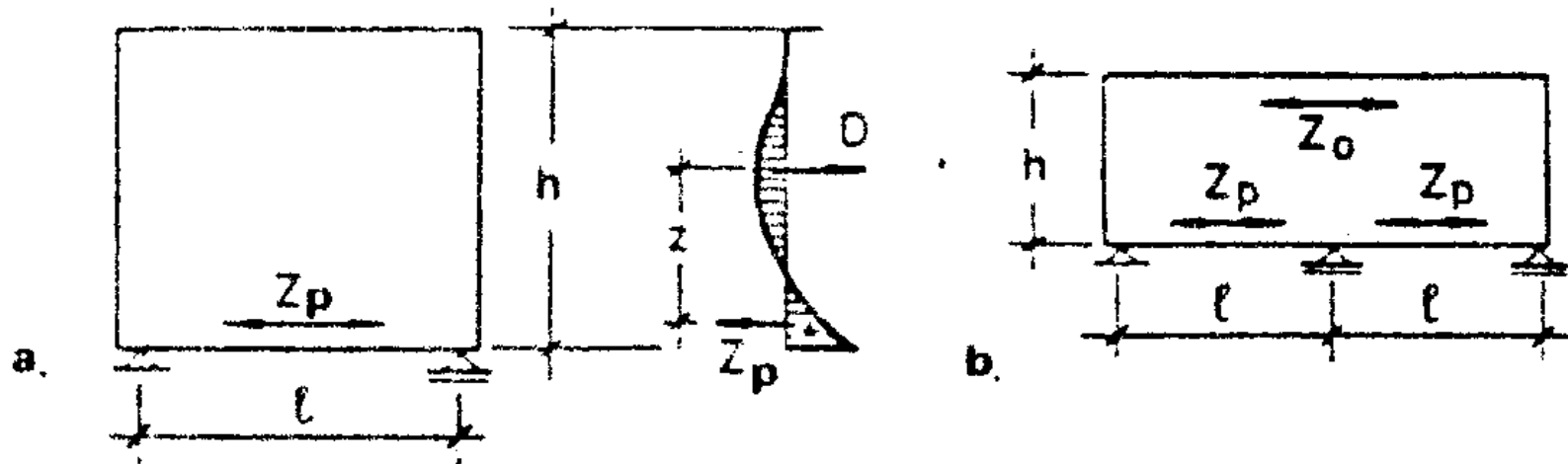
1.9. Armiranobetonski zidni nosači

- 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:*

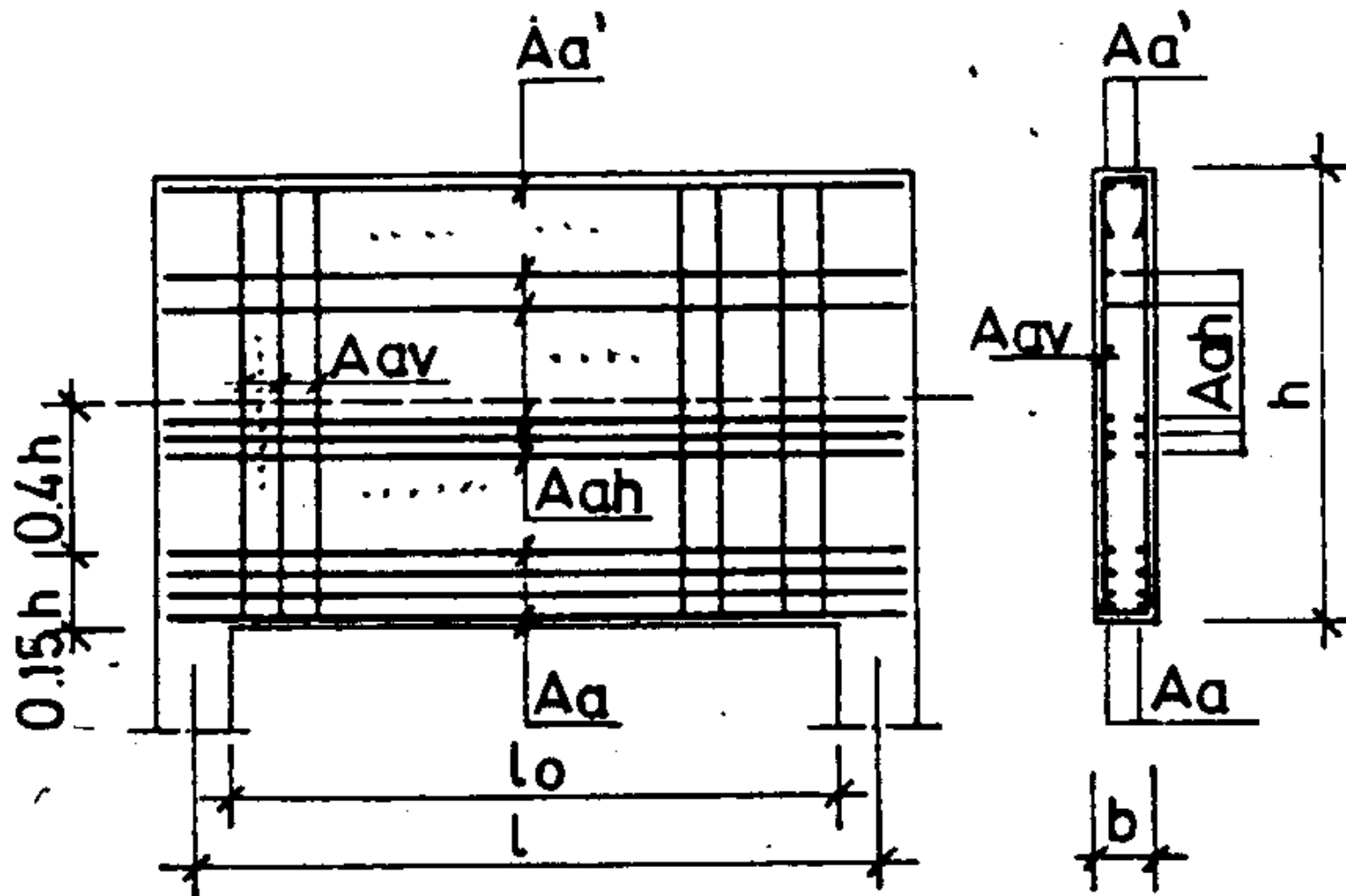
$$z_p = 0.5h \left(1.8 - \frac{h}{l} \right) \text{ za } 0.5 \leq \frac{h}{l} \leq 1.0$$

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

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

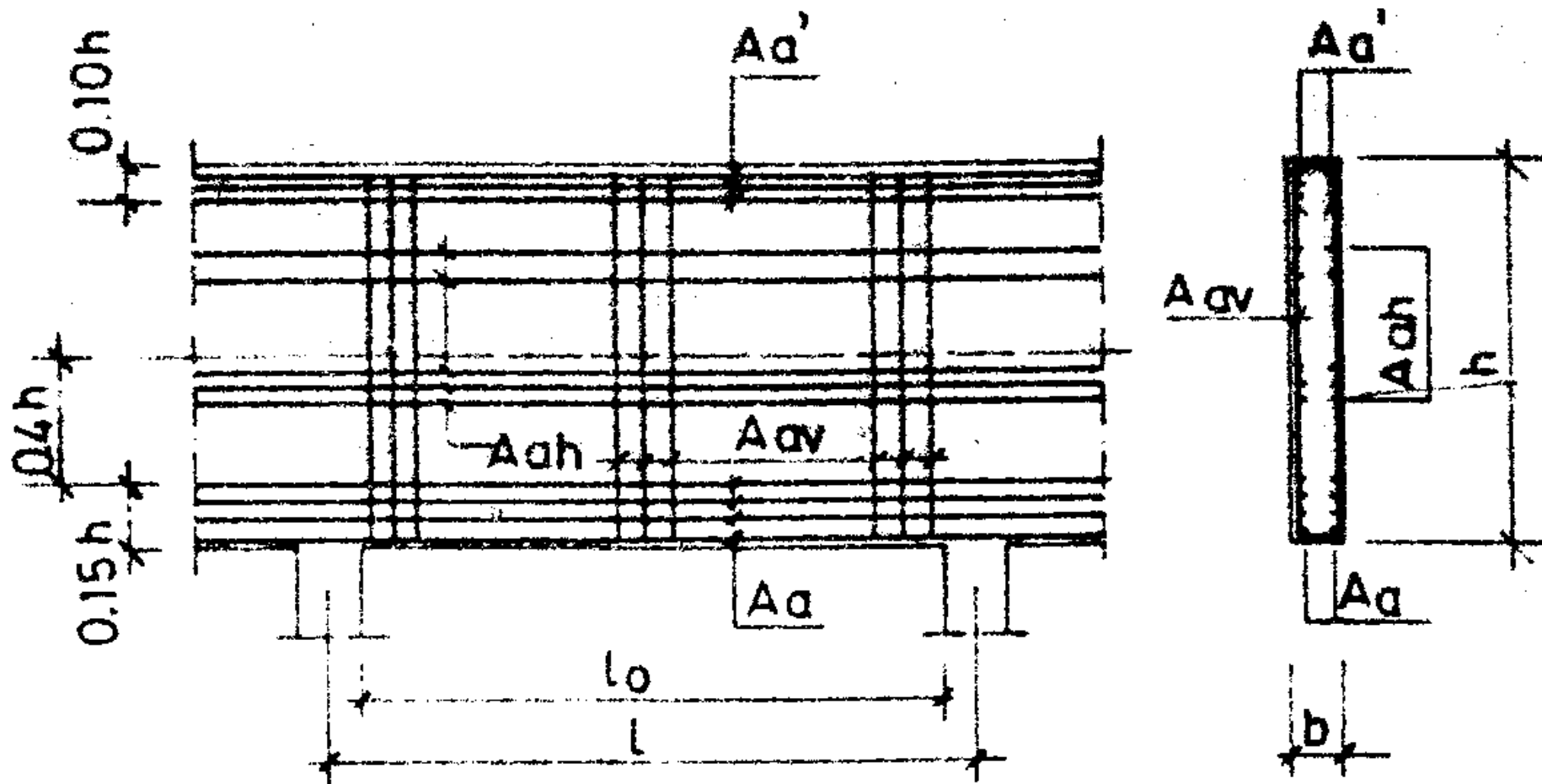
1.9. Armiranobetonski zidni nosači

- *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:*

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

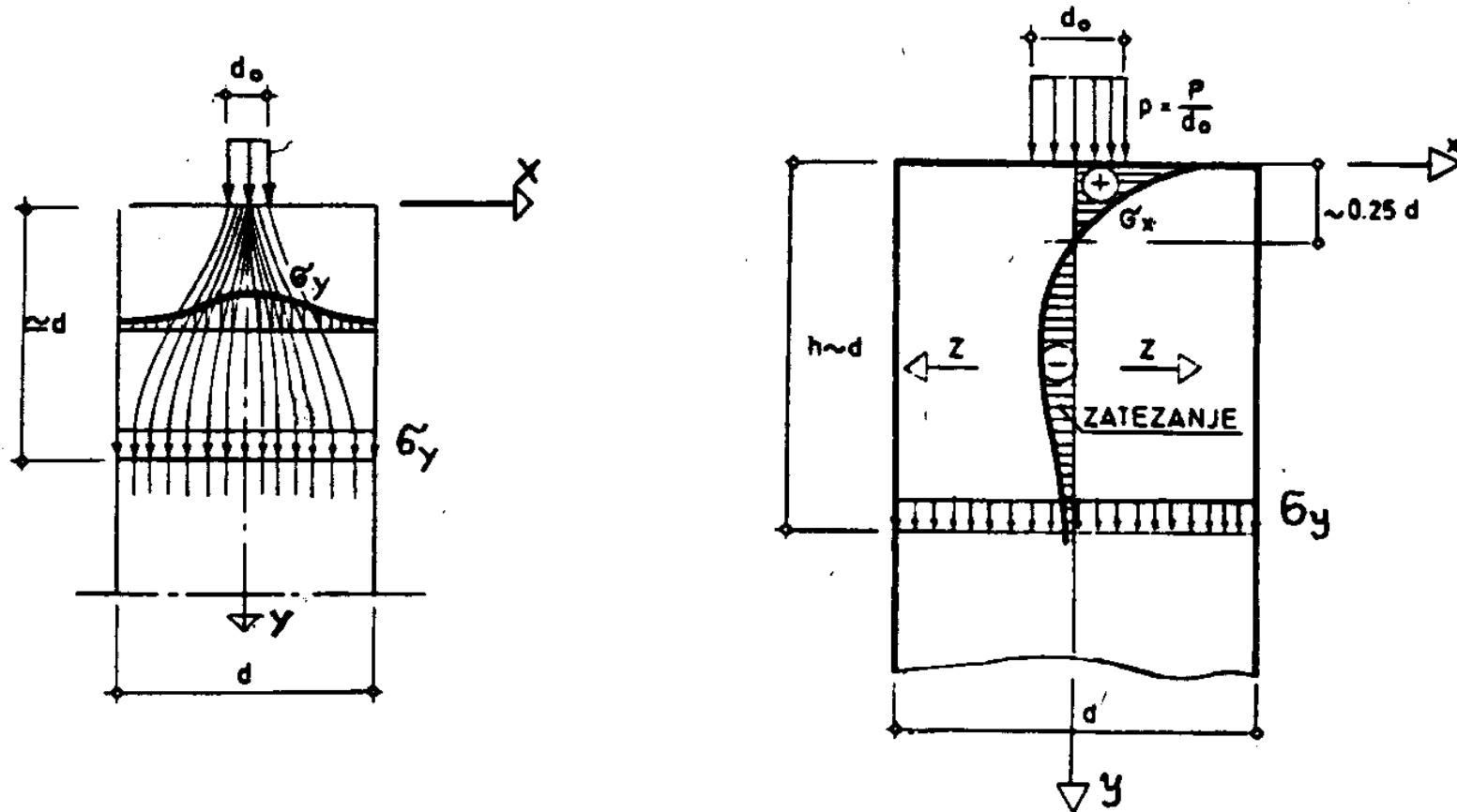
- *Minimalni procenti armiranja ukupnom horizontalnom i vertikalnom armaturom odnose se na pravougaoni presek $b \times h$, odnosno $b \times l$ ako je $h > l$ i iznose:*

0.3% GA

0.2% RA

1.10. Lokalni naponi pritiska

- *Kada se na armiranobetonski element prenosi sila pritiska preko male površine $b_o \times d_o$, 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:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{0.3P} \left(\mathbf{1} - \frac{\mathbf{d}_o}{\mathbf{d}} \right) \quad \mathbf{Z}_u = \mathbf{0.3P}_u \left(\mathbf{1} - \frac{\mathbf{d}_o}{\mathbf{d}} \right)$$

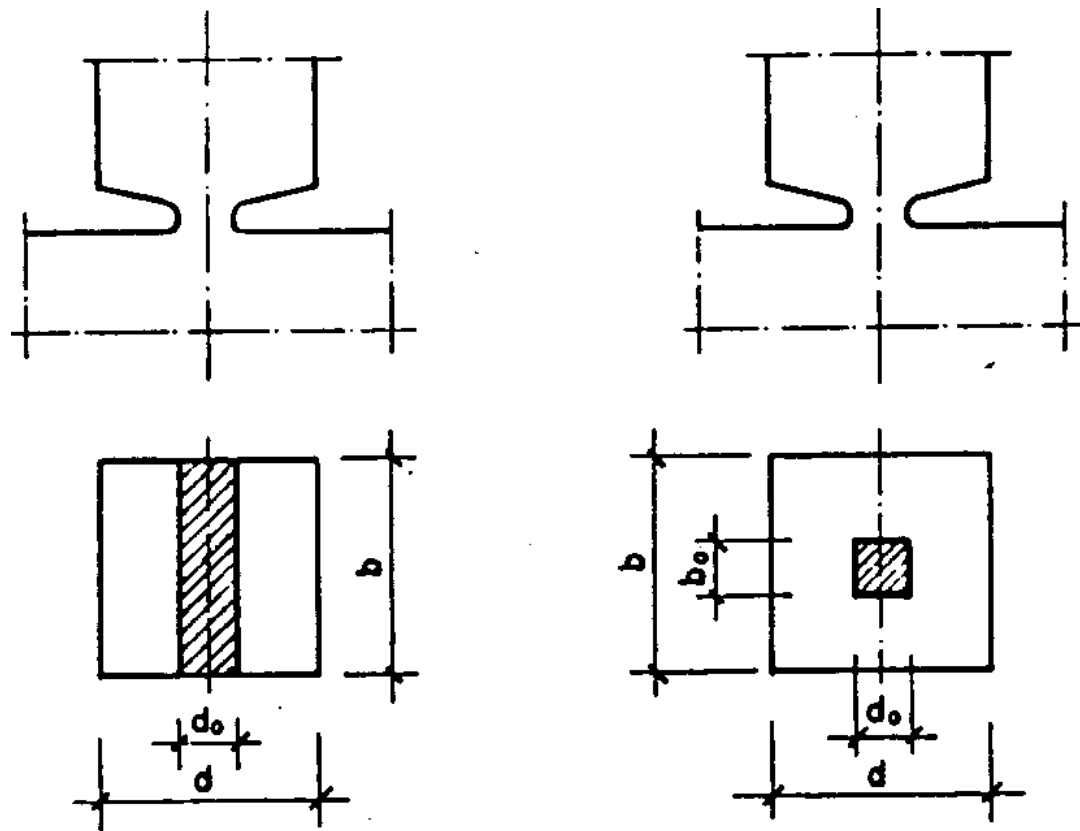
- Dopušteni lokalni naponi pritiska σ_0 ne smeju prekoračiti vrednosti date izrazom:

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

- σ_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

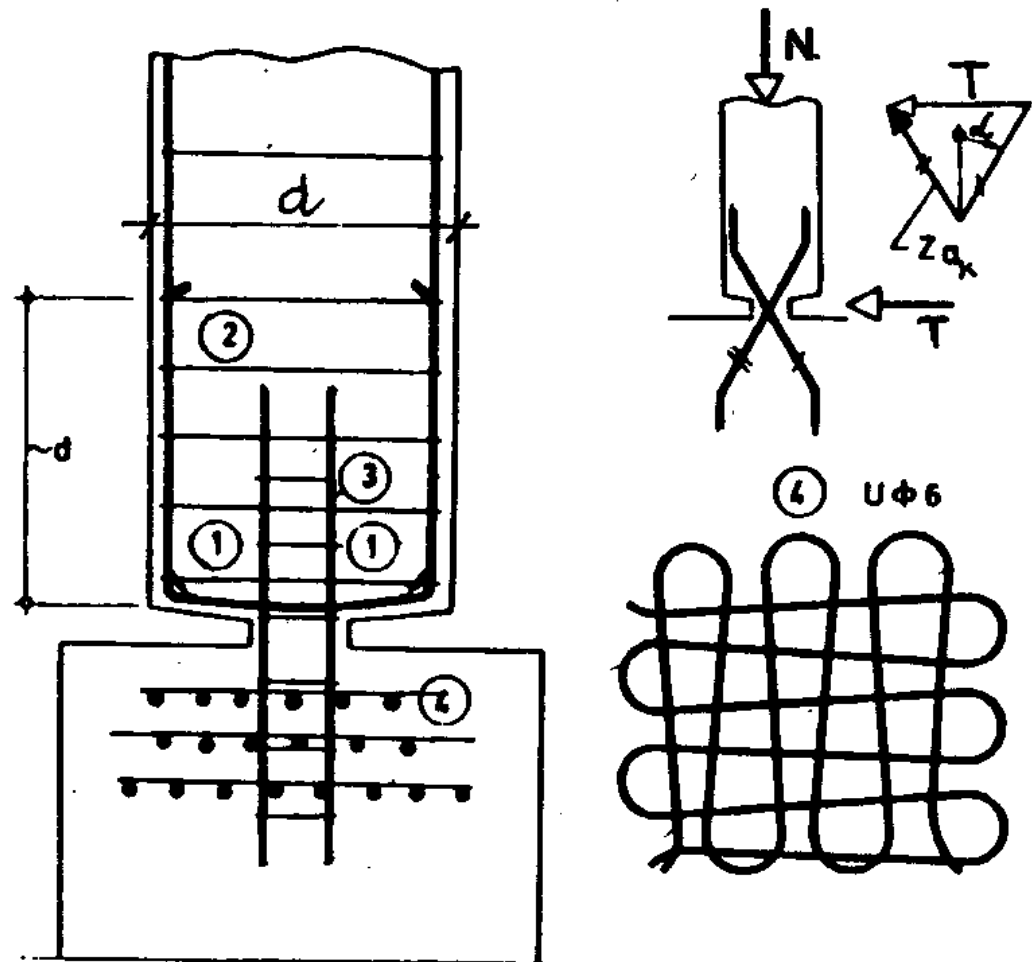
- Za prihvatanje sile cepanja u temeljima, postavlja se armatura u obliku češljeva

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

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

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

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



1.10. Zglobovi

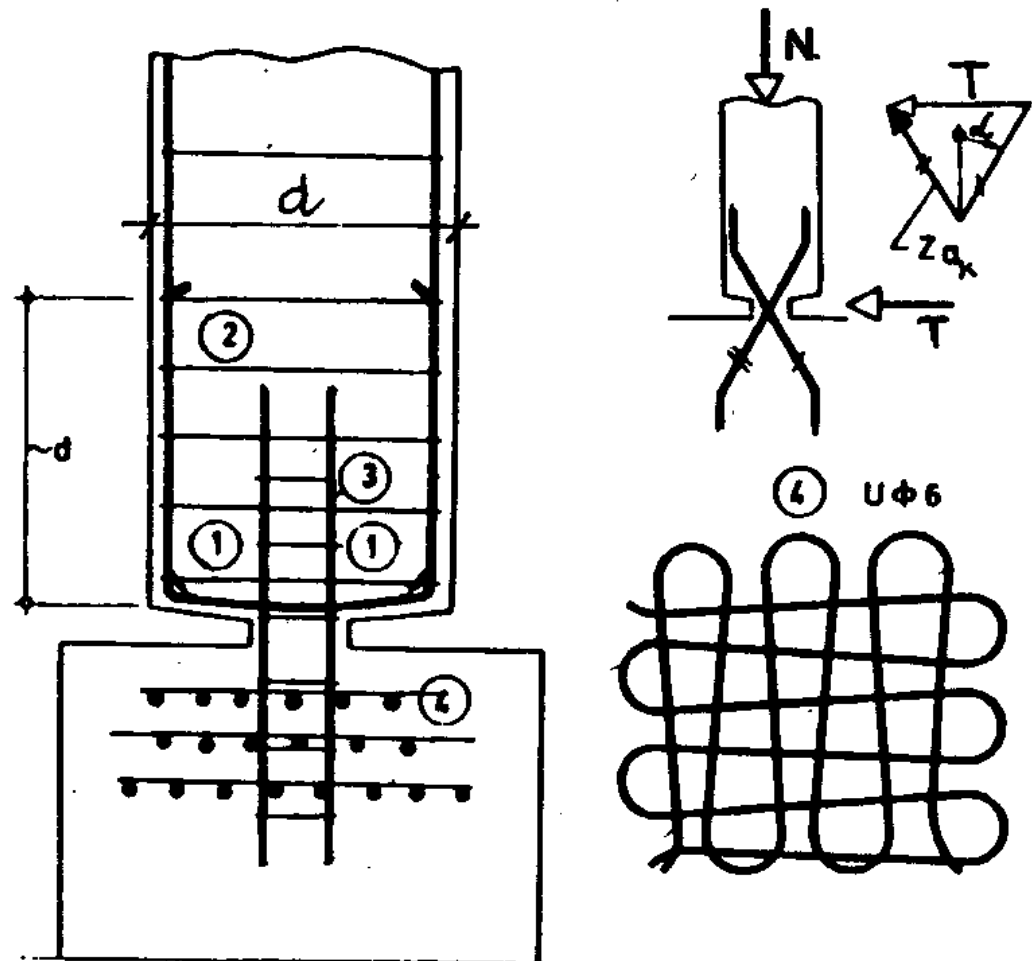
- Za prihvatanje sile cepanja u temeljima, postavlja se armatura u obliku češljeva

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

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

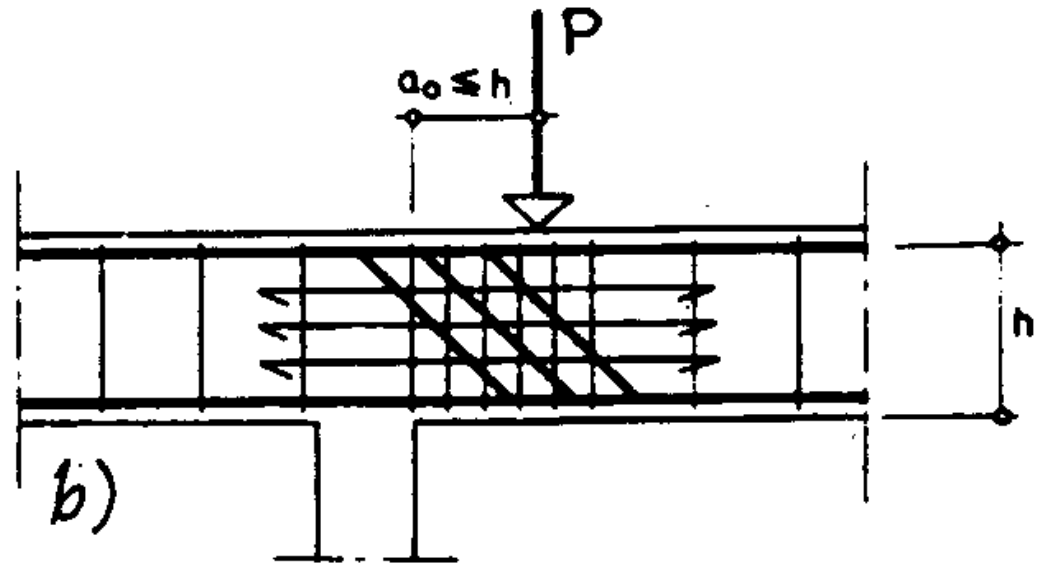
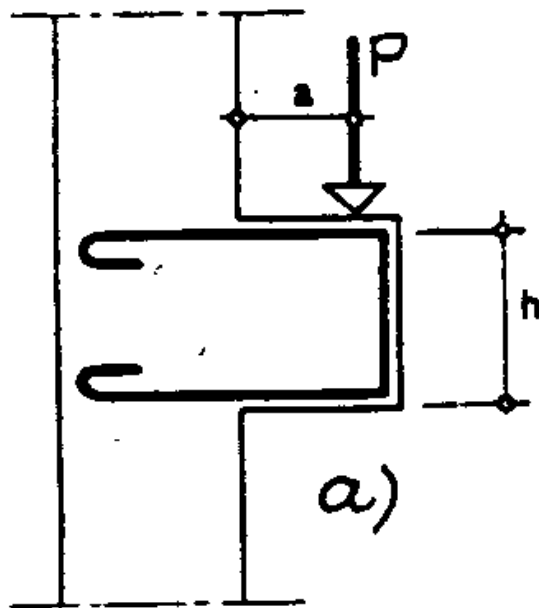
$$A_V = (0.8 \div 1.0)\% b_0 d_0$$

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



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 transverzalnim 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*

