

VAŽEĆI PROPISI koje ćemo koristiti

PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA ZIDANE ZIDOVE, 1991

ZA BETONSKE I ARMIRANOBETONSKE KONSTRUKCIJE, 1987, PBAB'87

PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA OPTEREĆENJA NOSEĆIH
GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA, 1987

PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA IZGRADNJU OBJEKATA
VISOKOGRADNJE U SEIZMIČKIM PODRUČIJIMA 1981

Osnove proračuna prema PZZ'91

Utjecaji u konstrukcijama proračunavaju se po teoriji konstrukcija, izuzetno utjecaji u presjeku mogu se odrediti i na osnovu rezultata ispitivanja na konstrukcijama i modelima.

Presjeci nosećih zidova proračunavaju se prema graničnim stanjima nosivosti. Mora ju se zadovoljiti granična stanja upotrebljivosti. Ako presjeci nosećih zidova imaju odgovarajuću sigurnost prema lomu, može se pretpostaviti da i postoji sigurnost prema graničnim stanjima upotrebljivosti.

Izuzetak su presjeci nosećih zidova zgrada do pet zidanih etaža, sa svijetlom spratnom visinom do 2.75m, sa rasponom tavanice do 6m i pokretnim opterećenjem do 3kN/m², koji se ne moraju proračunavati prema graničnim stanjima nosivosti, već se mogu računati i prema dozvoljenim naponima zidova.

Sigurnost zida pri lomu je zadovoljena ako je granična nosivost presjeka N_u (negdje oznaka R_d) veća ili jednaka gračnom uticaju u presjeku ili proračunskoj vrijednosti statičkih uticaja N_s (negdje oznaka S_d).

$$N_s \leq N_u$$

Granična nosivost presjeka, sračunava se na osnovu vrijednosti čvrstoće materijala (čvrstoće na pritisak, smicanje, savijanje ili zatezanje) i drugih parametara od značaja.

Primejer određivanja nosivosti presjeka na pritisak:

$$N_u = \frac{f_k}{\gamma_m} A$$

f_k – karakteristična čvrstoća na pritisak
 γ_m – parcijalni faktor za materijal, uzeti iz naredne tabele
 A – površina presjeka

Kao što se vidi iz prethodne jednačine osim parcilajnih koeficijenata sigurnosti za odgovarajuća opterećenja, kod proračuna zidanih zgrada, prema graničnoj nosivosti koriste se i **parcijalni keficijenti sigurnosti za materijal** γ_m .

Ovi koeficijenti definišu se u zavisnosti od kategorije kontrole materijala i kategorije kontrole izvođenja radova pri zidanju.

Vrijednosti keficijenti sigurnosti za materijal γ_m date su u tabeli. Ako se uzima u obzir i efekat tečenja vrijednosti γ_m uzimaju se kao 0.85 vrijednosti iz tabele.

Kategorija kontrole izvođenja radova pri zidanju

		zidovi		stubovi	
		A	B	A	B
Kategorija kontrole materijala	I	2.5	3.0	2.9	3.6
	II	2.8	3.0	3.2	3.6

Određivanje nosivosti presjeka za granične uticaje N_s

Za određivanje nosivosti za granične uticaje N_s , u proračunu se uvode granični uticaji dobijeni kao zbir proizvoda komponenata karakterističnih opterećenja i parcijalnih **faktora sigurnosti za sile** γ_f .

Pri proračunu se uzimaju u obzir sljedeće vrste opterećenja:

- 1) Karakteristične sopstvene težine G_k . To je masa konstrukcije zgrade sa pregradnim zidovima, oblogama zidova, podova i instalacijama;
- 2) Karakteristično promjenjivo opterećenje Q_k . Ovo opterećenje obuhvata nepokretno i pokretno korisno opterećenje, snijeg i led;
- 3) Karakteristično opterećenje vjetrom W_k ;
- 4) Moguća slučajna opterećenja Q_s , uključujući zemljotres;
- 5) Potisak zemlje na podrumске zidove Q_z .

Prema PZZ zgrade se moraju provjeriti na sljedeće proračunske vrijednosti kombinacija uticaja.

Kombinacije uticaja od opterećenja:

1) Stalno + promjenljivo:

$$Q_u = 1.0 G_k + 1.5 Q_k \quad \text{ili} \quad Q_u = 1.35 G_k$$

ako je ovaj drugi uticaj veći.

2) Stalno + vjetar:

$$Q_u = 1.0 G_k + 1.5 W_k \quad \text{ili} \quad Q_u = 1.35 G_k$$

ako je ovaj drugi uticaj veći.

3) Stalno + promjenljivo + vjetar:

$$Q_u = 1.2 G_k + 1.2 Q_k + 1.2 W_k$$

4) Stalno + promjenljivo + vjetar + slučajno:

$$Q_u = 1.0 G_k + 0.35 Q_k + 0.35 W_k + 1.0 Q_s$$

Za zgrade

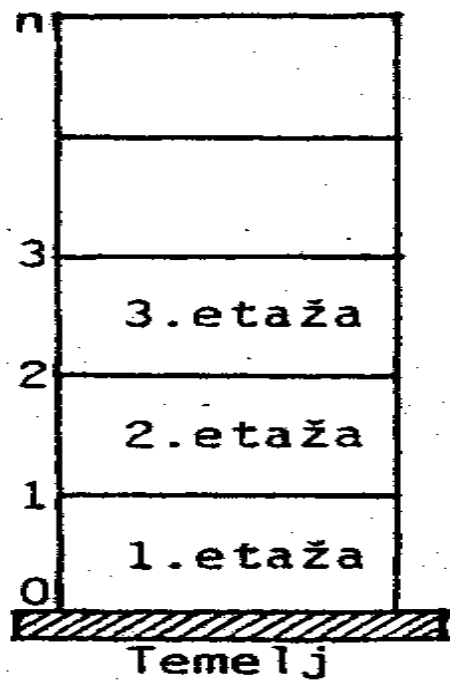
$$Q_u = 1.0 G_k + 1.0 Q_k + 0.35 W_k + 1.0 Q_s$$

Za skladišta

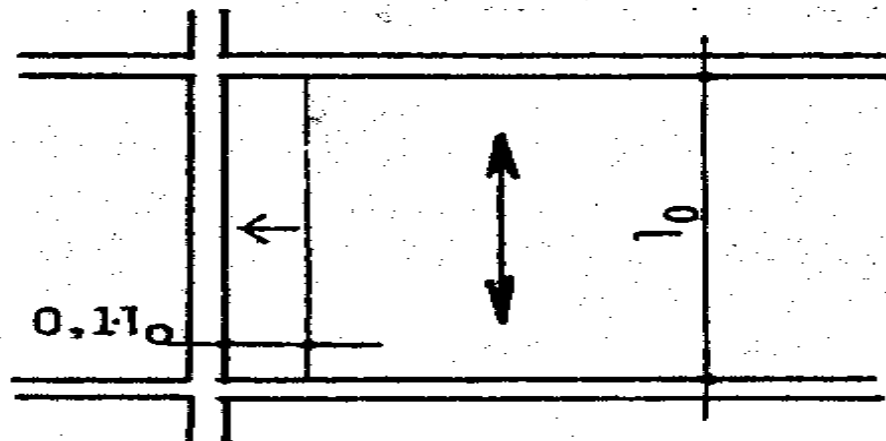
Koeficijenti koji su dati uz pojedinačne komponente opterećenja su parcijani faktori sigurnosti γ_f .

PRORAČUN UTICAJA

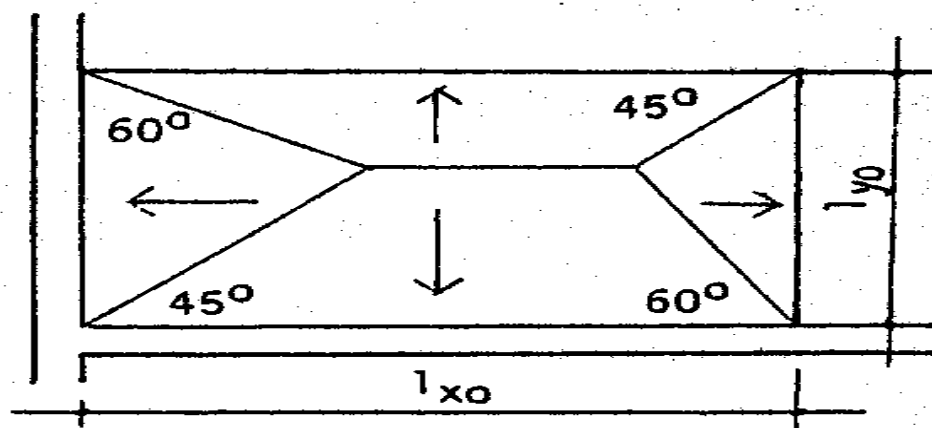
Visinska
šema zgrade



a)



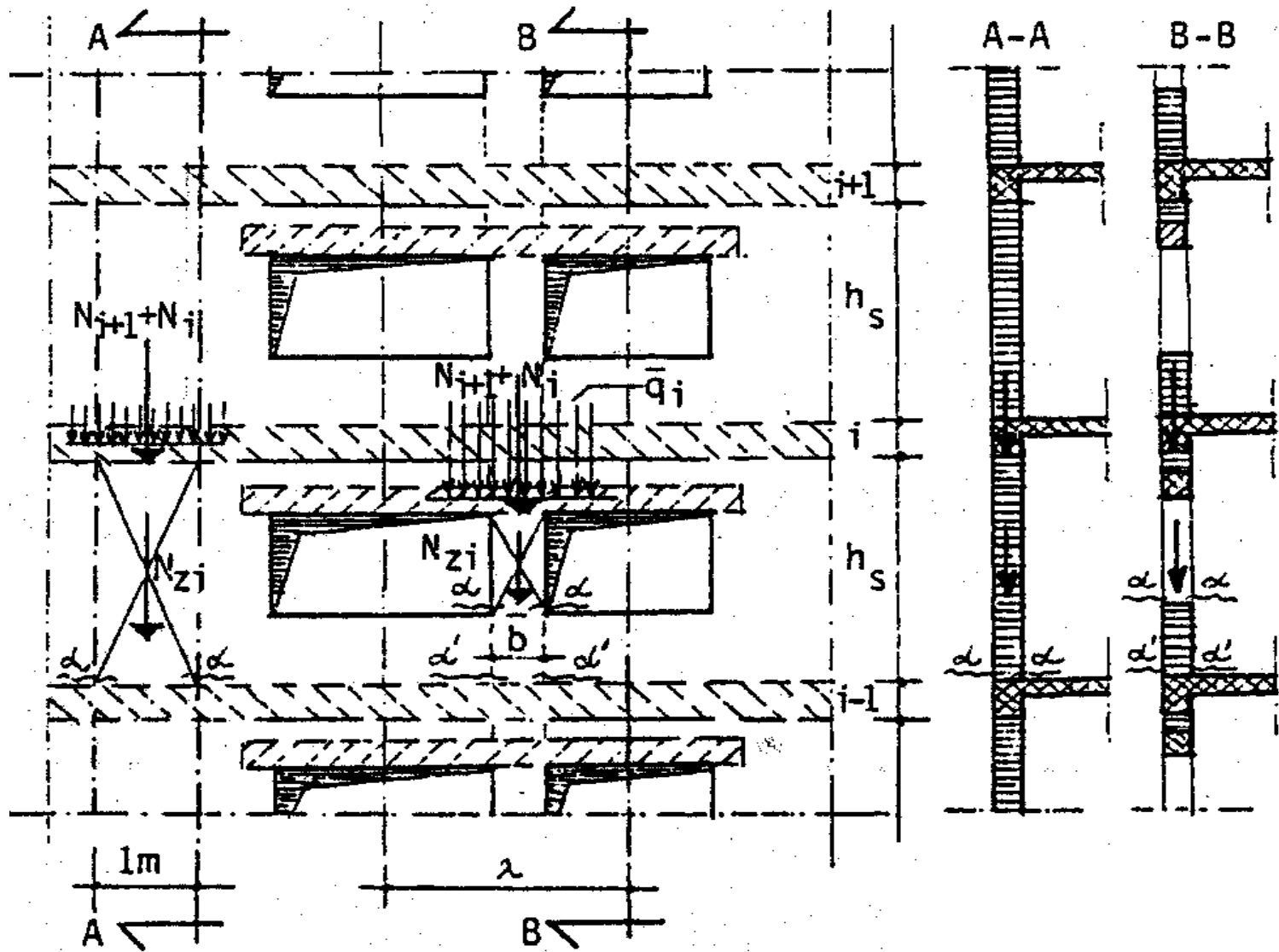
b)



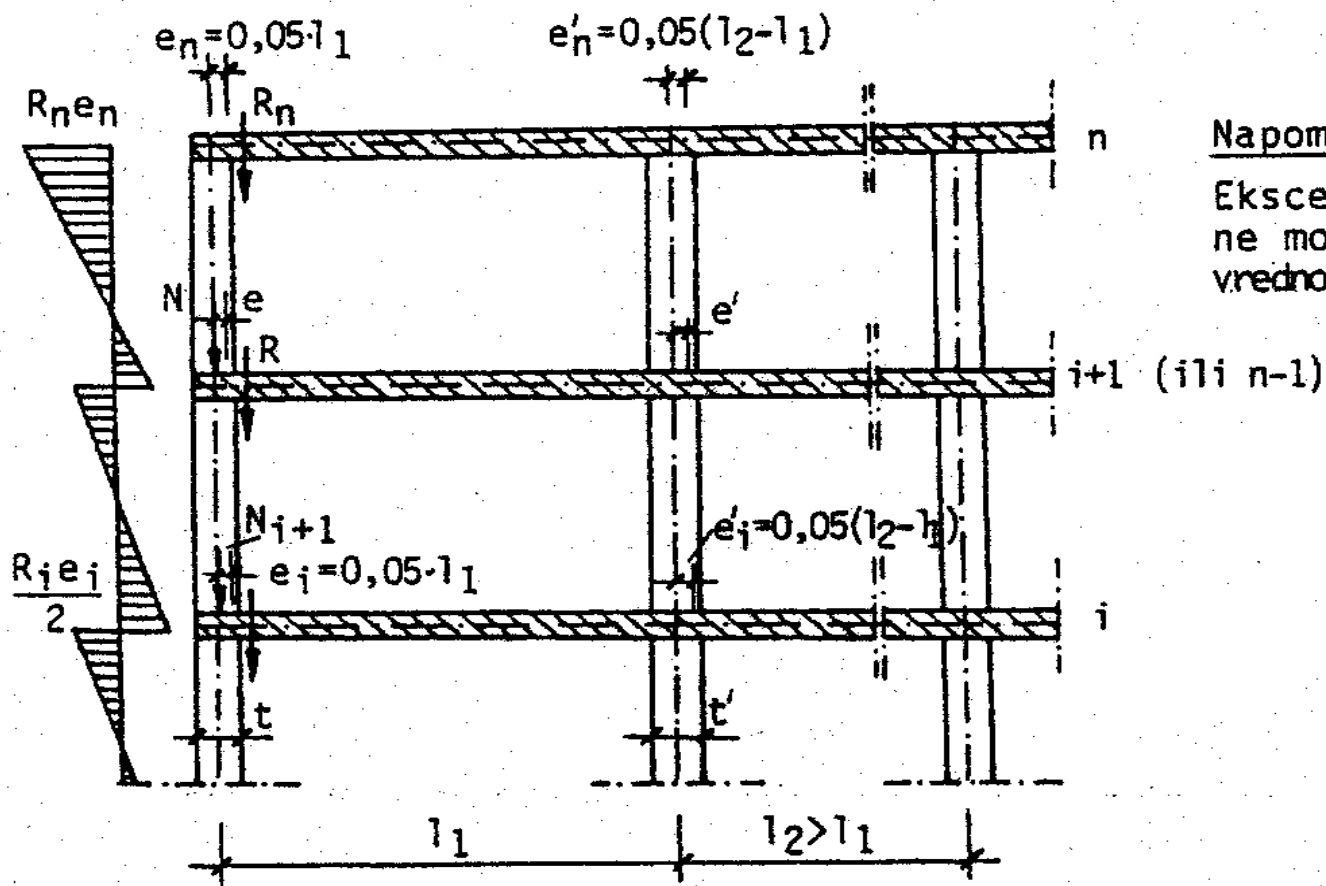
Šeme za proračun reakcija ploča koje nose opterećenje a) u jednom i b) u dva pravca

IZGLED FASADE

PRESECI



Elementi za proračun normalnih sila u spoljašnjim zidovima



Napomena

Ekscentriciteti $e(e')$ ne mogu biti veći od vrednosti $t/3(t'/3)$!

Sl. 8.3. Ekscentriciteti normalnih sila u zidovima

U zidovima i stubovima vertikalna opterećenja su nastala usljed dejstva opterećenja sa vrha zgrade prema dolje, koja su nastala usljed prenosa opterećenja sa tavanica, ali i sopstvene težine konstrukcije.

Zidovi i stubovi su izloženi osim normalnim silama i određenim momentima savijanja.

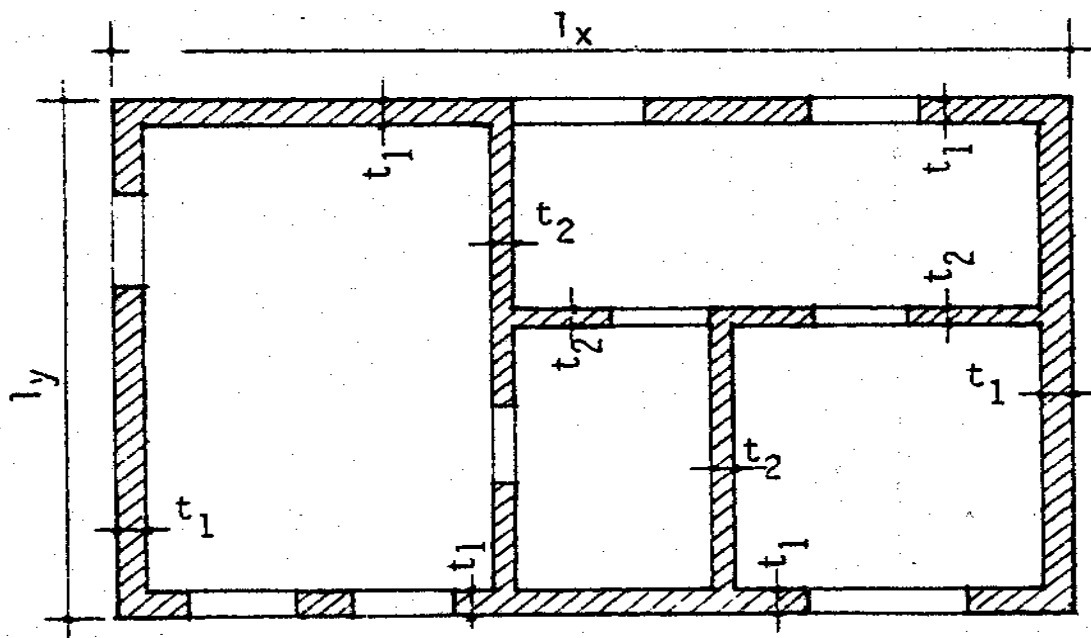
Ovi uticaji mogu se dobiti nekim od postupaka teorije konstrukcija, ali mogu se sračunati i na bazi pravilnika PZZ, tako što se odredi ekcentricitet vertikalnih opterećenja u čvorovima zid-tavanica.

Smatra se da opterećenje sa gornjeg sprata N djeluje centrično, a da opterećenja sa tavanica, R , djeluju ekcentrično u odnosu na zid.

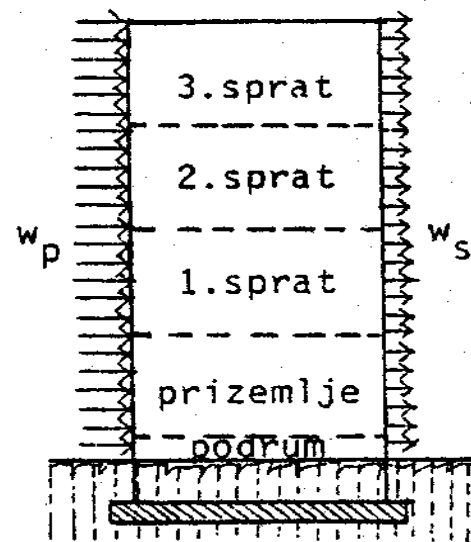
Horizontalna opterećenja (vjetar i zemljotres)

Horizontalno dejstvo vjetra na zgrade posmatra se pod pretpostavkom da vjetar može na zgradu djelovati u podužnom i poprečnom pravcu. Ova dejstva tretiraju se kao posebni slučajevi opterećenja. U proračunu traži se odgovor koji dio opterećenja prihvataju pojedini zidovi, gdje se objekat posmatra kao skup konzolnih elemenata povezanih krutom tavanicom.

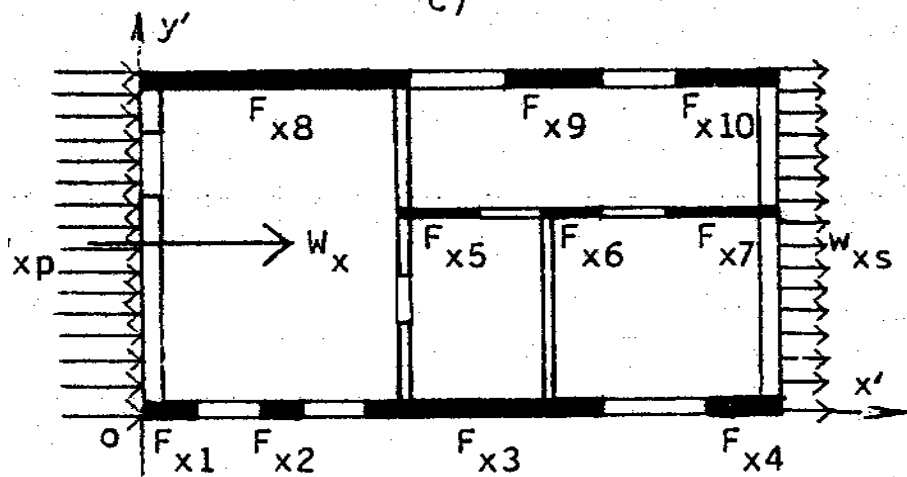
a) OSNOVA ZGRADE



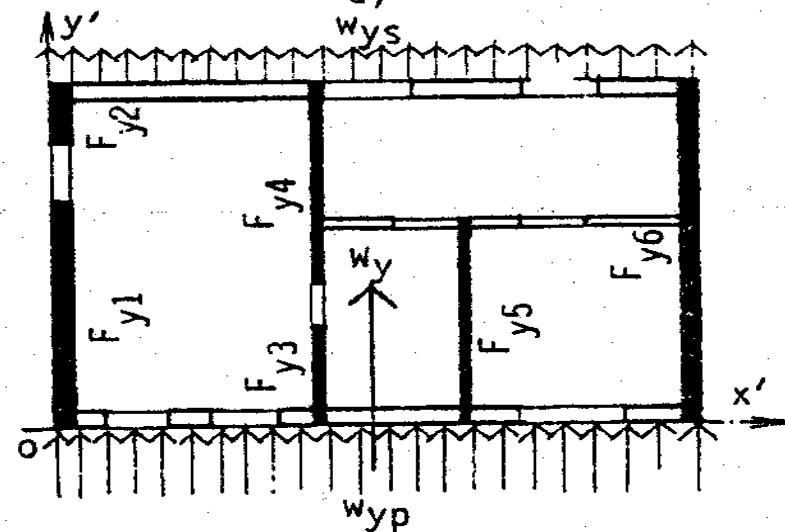
b) VERTIKALNA DISPOZICIJA



c)

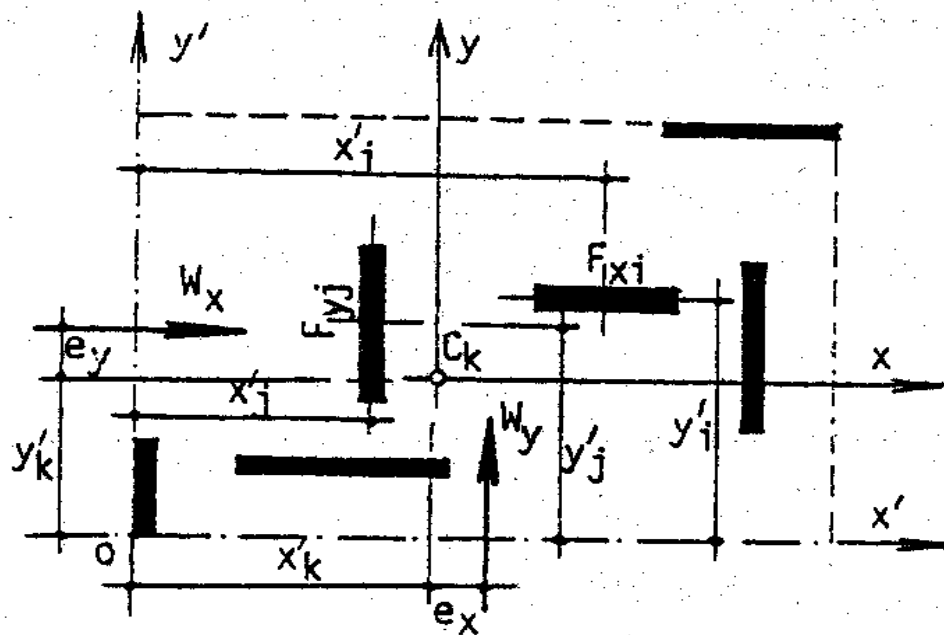


d)

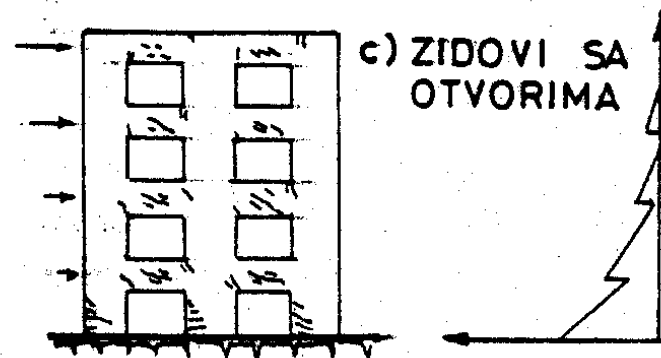
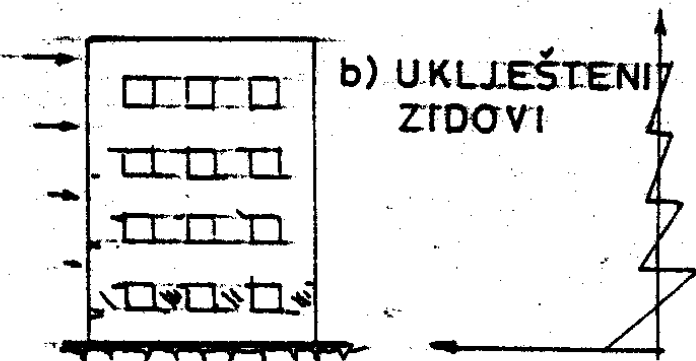
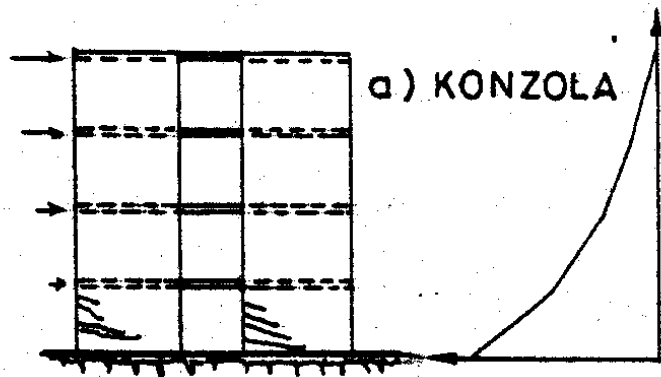


Sl. 8.5. Zidovi za prihvatanje sila vetra u x i y pravcu za slučaj jedne konkretne zgrade

$$x'_k = \frac{\sum_{j=1}^n x'_j F_{y_j}}{\sum_{j=1}^n F_{y_j}}, \quad y'_k = \frac{\sum_{i=1}^m y'_i F_{x_i}}{\sum_{i=1}^m F_{x_i}}$$



Sl. 8.6. Elementi za proručun raspodele sila vetra za pojedine zidove



Konzolni model konstrukcije:

- a) konzolni zidovi povezani tavanicama krutim u svojoj ravni
- b) $h_z/l_z < 1.5 \rightarrow$ dominantno je smicanje zidova, raspodjela sila prema smičućim površinama:

$$\Sigma_i = \Sigma A_{si} / \Sigma A_{si}$$

- c) $h_z/l_z \geq 1.5 \rightarrow$ dominantno je savijanje zidova raspodjela sila prema krutostima zidova na savijanje:

$$\Sigma_i = \Sigma k_i / \Sigma k_i$$

Slika 5.9 Raspored momenata savijanja po-visini konstrukcija od zidova

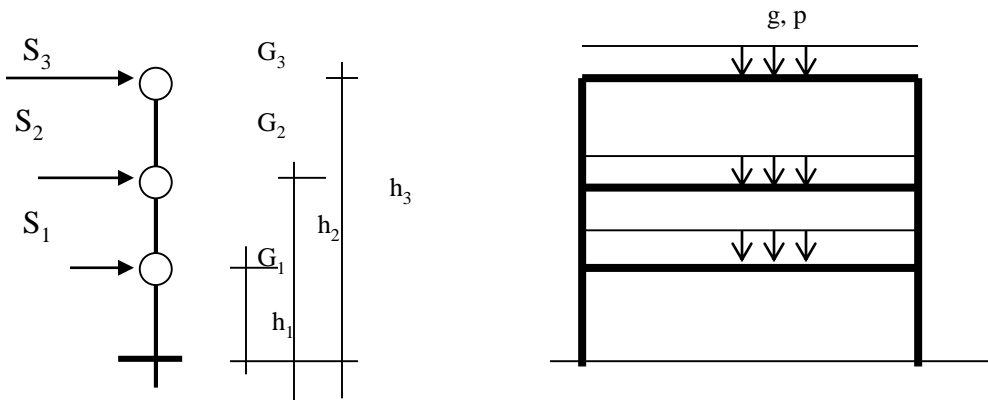
Približni proračun seizmičkih sila:

Metoda ekvivalentnog statičkog opterećenja - ESO metoda

Ukupni seizmički koeficijent: $K = K_o K_s K_p K_d$

Ukupna seizmička sila: $S = K \sum G_i$

Spratne seizmičke sile: $S_i = S h_i G_i / \sum h_i G_i$



Gdje je

K – ukupni seizmički koeficijent za horizontalni pravac

G_i – spratna težina određena kao suma stalnog opterećenja i 50% korisnog opterećenja i opterećenja snijegom.

Ukupni seizmički koeficijent proračunava se prema obrascu:

$$K = K_o \times K_s \times K_d \times K_p$$

gdje je

K_o - koeficijent kategorije objekta.

K_s - koeficijent seizmičkog inteziteta

K_d - koeficijent dinamičnosti

K_p - koeficijent prigušenja.

Stambene zgrade spadaju u objekte II kategorije pa je za njih ovaj koeficijent jednak $K_0=1.0$

Koeficijent seizmičkog, K_s , intezitete dat je u sljedećoj tabeli

Stepen MCS	K_s
VII	0.025
VIII	0.050
IX	0.100

Koeficijent dinamičnosti, K_d , zavisi od kategorije tla i sopstvene periode konstrukcije i ako se period konstrukcije ne računa, uzima se maksimalna vrijednost $K_d=1.0$.

Koeficijent prigušenja, K_p , zavisi od tipa konstrukcije:

- za armirane zidane zgrade $K_p=1.3$,
- za zidane konstrukcije uokvirene vertikalnim serklažima $K_p=1.6$,
- za obične zidane konstrukcije $K_p=2.0$.

Objekti se proračunavaju za dejstvo sile S u dva pravca, u podužnom i poprečnom pravcu.

Na osnovu dobijenih sila po visini S_{xi} i S_{yi} određuju se dijagrami momenata i transverzalnih sila.

Provjera otpornosti zidanih zgrda na dejstvo zemljotresa, kada su poznati statički uticaji, N , M i Q , vrši se po metodi dozvoljenih napona ili po metodi graničnih stanja. Obavezna je provjera zidova na smicanje. Ako su u pitanju zgrade sa odnosom visine i širine većim od 1.5 zidovi se moraju provjeriti i na savijanje, član 107.

Provjera otpornosti nearmiranih zidova na glavne napone zatezanja, po metodi dozvoljenih napona, definisana je u članu 108.

107.

Proveravanje otpornosti zidanih zgrada vrši se po metodi dozvoljenih napona ili po metodi graničnih stanja. Proračun otpornosti zidova na smicanje je obavezan. Ako su u pitanju zgrade visine i širine veće od 1,5 zidovi se proveravaju i na savijanje pri čemu se dozvoljeni naponi vertikalno opterećenje zidova prema tehničkim normativima za zidove zgrada povećavaju za 50%.

108.

Ako se provera otpornosti vrši po metodi dozvoljenih napona, kontrolišu se glavni zatežućí naponi u pojedinim elementima (zidovima), čije vrednosti za pojedine vrste zidova ne smeju da pređu vrednosti date u tabeli br. 4.

Glavni zatežućí naponi u pojedinim elementima (zidovima) računaju se po obrascu:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sigma_o^2}{4} + (1,5\tau_o)^2} - \frac{\sigma_o}{2} \leq \sigma_o \text{ dozv}$$

gde je:

- τ_o - prosečni napon smicanja u zidnom elementu od seizmičkog dejstva koji prima element.
- σ_o - prosečni napon u zidnom elementu od vertikalnog opterećenja.

Provjera otpornosti nearmiranih zidova na glavne napone zatezanja, po metodi dozvoljenih napona, definisana je u članu 109.

Tabela br. 4

Tip zidova	σ_o dozv Kp/cm ² (Kpa)
- Puna opeka (6 × 12 × 24 cm) MO 100, MM 25	0,9 (90)
- Šuplja opeka (6 × 12 × 24 cm) MO 150, MM 25	1,1 (110)
- Modularni blok (29 × 19 × 19 cm) MO 150, MM 25	0,6 (60)
- Modularni blok (29 × 19 × 19 cm) MO 150, MM 50	0,9 (90)
- Keramizitni blok (39 × 19 × 19 cm) MO 75, MM 50	1,3 (130)
gde je: σ_o dozv - dozvoljeni glavni zatežujući naponi	

Ako se provera otpornosti vrši po metodi graničnih stanja upoređuje se otpornost objekta sa ukupnom horizontalnom seizmičkom silom prema članu 22. ovog pravilnika, pri čemu faktor sigurnosti iznosi najmanje $Y = 1,5$.

Otpornost pojedinog zidnog elementa pmračunava se po obrascu:

$$\tau_n = \frac{\sigma_{o \text{ ruš}}}{1,5} \sqrt{1 + \frac{\sigma_o}{\sigma_{o \text{ ruš}}}}$$

gde je:

$\sigma_{o \text{ ruš}}$ - glavni zatežući napon u zidu kod rušenja čije su vrednosti za pojedine vrste zidova date u tabeli br. 5.

Tabela br. 5

Tip zidova	$\sigma_{o \text{ ruš}}$ Kp/cm ² (Kpa)
- Puna opeka (6 × 12 × 24 cm) MO 100, MM 25	1,8 (180)
- Šuplja opeka (6 × 12 × 24 cm) MO 150, MM 25	2,2 (220)
- Modularni blok (29 × 19 × 19 cm) MO 150, MM 25	1,2 (120)
- Modularni blok (29 × 19 × 19 cm) MO 150, MM 50	1,8 (180)
- Keramizitni blok (39 × 19 × 19 cm) MO 75, MM 50	2,7 (270)

Zidanje zidova i kontrola tokom zidanja

1. Materijal za zidanje

Materijali za zidanje na gradilištu moraju biti uredno složeni prema vrstama i markama i zaštićeni od atmosferskih uticaja.

Kreč i cement se na gradilištu čuvaju na način i pod uslovima, koji ne utiču na njihov kvalitet. Kreč i cement uskladišteni na gradilištu duže od 3 mjeseca ne smiju se upotrijebiti ako se prethodno ispitivanjem ne utvrdi da odgovaraju propisanom kvalitetu.

Pijesak za spravljanje maltera mora biti čist i na gradilištu se vrste i frakcije pijeska posebno deponuju. Pijesak se deponuje na podlozi sa dovoljnim nagibom za odvodnjavanje.

Dodaci maletru moraju biti propisno označeni i uskladišteni prema upustu proizvođača.

Sastojci maltera moraju se pri mješanju tačno dozirati, po zapremini ili masi.

Malter i građevinski lijepak koji se upotrebljavaju za zidanje moraju se mašinski mješati i moraju se ugraditi u zid prije nego počne vezivanje maltera. Malter koji počne da vezuje ne smije se upotrijebiti.

2. Zidanje zidova

Zidovi se moraju zidati primjenom zidarskih veza, preklop između elemenata mora biti minimalno 0.4 visine elementa ili 0.25 dužine elementa, treba izabrati veću vrijednost. Horizontalne i vertikalne spojnice između zidnih elemenata moraju u potpunosti biti popunjene malterom ili lijepkom.

Debljina maltera u spojnici ne smije biti veća od 15 mm. Ako se koristi lijepak debljina spojnice ne smije biti manja od 1mm ni veća od 3mm.

Malter koji iscure na površinu zida mora se, dok je svjež, očistiti.

Početna temperatura svježeg maltera u fazi ugrađivanja ne smije biti niža od $+5^{\circ}\text{C}$. Najviša temperatura svježeg maltera ne smije biti veća od 35°C .

Ako je srednja dnevna temperatura manja od $+5^{\circ}\text{C}$ ili veća od 35°C potrebno je odložiti planiranu aktivnost ili preduzeti sve mjere zaštite pri zidanju na niskim ili visokim temperaturama.

Svježe ozidan zid mora se zaštititi od mogućih udar, potresa ili atmosferskih uticaja. Gornja površina treba da bude pokrivena pokrivačima za zaštitu od kiše i snijega. Daske sa radnih skela treba da budu postavljene tako da voda sa njih ne kvasi zid.

Prije početka zidanja treba nakvasiti zidne elemente toliko da ne dođe do upijanja vode iz maltera.

3. Kontrola kvaliteta

Prije početka zidanje mora se provjeriti da li materijali odgovaraju zahtjevima propisanim projektom.

Prema propisima PZZ materijal za zidanje se, prema kontroli kvaliteta na gradilištu, kategoriše u dvije kategorije, označene kao kategorija I i kategorija II.

Kontrola kvaliteta materijala I

Zidni elementi

Uslovi kontrole kvaliteta materijala za zidanje kategorije I su ispunjeni ako:

- 1) Za svaku ukupnu zapreminu zidova manju od 300 m^3 postoji pozitivan izvještaj o ispitivanju marke i drugih osobina zidnih elemenata koji će biti ugrađeni u zidove. Ako je ukupna zapremina zidova na objektu veća od 300 m^3 , a manja od 400 m^3 ne mora se vršiti drugo ispitivanje. Za sve ukupne zapremine zidova veće od 400 m^3 , a manje od 600 m^3 mora se izvršiti naredno ispitivanje;
- 2) Za elemente koji se ispituju izračunavaju se aritmetička sredina čvrstoće na pritisak m , standardna devijacija S i koeficijent V pritisnih čvrstoća, pomoću sledećih jednačina:

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{ei}$$

Gdje je:

n – broj uzoraka

m – aritmetička sredina čvrstoća na pritisak f_{ei} zidnih elemenata

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ei} - m)^2}{n}}$$

Gdje je:

S – standardna devijacija;

V – koeficijent varijacije, u procentima.

$$V = \frac{S}{m} 100$$

Koeficijent varijacije za zidane elemente ne smije biti veći od 15%. Ako je V veće od 15%, ispitivani zidni elementi ne mogu se ugraditi u zid za koji je statičkim proračunom pretpostavljeno γ_m koje odgovara I kvalitetu kontrole kvaliteta materijala za zidanje.

Malter

- 1) Smatra se da su ispunjeni uslovi kontrole kvaliteta I za malter za zidanje zidova ako postoje pozitivni izvještaji o prethodnom ispitivanju svake projektom predviđene marke maltera, sastavljenog od materijala koji će biti korišćeni pri zidanju. Za svaku ukupnu zapreminu zida manju od 300 m³ mora da postoji jedan ispitani uzorak maltera. Ako je zapremina veća od 300 m³, a manja od 400 m³ ne mora se vršiti dodatno ispitivanje. Za svaku ukupnu zapreminu zidova veću od 400 m³, a manje od 600 m³ mora se izvršiti naredno ispitivanje.

Kontrola kvaliteta materijala II

Smatra se da su ispunjeni uslovi kontrole kvaliteta materijala za zidanje II ako:

- a) Za sve zidove postoji pozitivan izvještaj o ispitivanju svojstava zidnih elemenata, koji nije stariji od šest mjeseci;
- b) za malter za zidanje zidova postoji pozitivni izvještaji o prethodnom ispitivanju svake projektom predviđene marke maltera, sastavljenog od materijala koji će biti korišćeni pri zidanju, koji nije stariji od šest mjeseci.

Kontrola kvaliteta zidnih elemenata mora se vršiti za sve zidove, bez obzira na način proračuna.

Kontrola načina izvođenja

Na gradilištu mogu da postoje dvije kontrole načina izvođenja radova pri zidanju nosećih i veznih zidova. Označene su kao kategorija A i kategorija B.

Prilikom izvođenja moraju se kontrolisati svi zidovi bez obzira na način proračuna.

Ako rezultati ispitivanja materijala za zidove ne zadovoljavaju mora se izvršiti naknadno ispitivanje ozidanih zidova.

Kategorisanje kontrole izvođenja

Propis PZZZ prepoznaje dvije kategorije kontrole izvođenja, A i B, ali nije naglašeno kako se kategorizacija vrši.

EC 6 predviđa 3 kategorije izvođenja A, B i C.

A kategorija predviđa stalni nadzor i kontrolu kvaliteta;

B je povremeni nadzor i povremena kontrola kvaliteta;

C se odnosi na zidanje bez nezavisnog nadzora, nadzor vrši izvođač.

Kod nas se, na žalost, za zidane objekte ne vrši kontrola kvaliteta, a i nadzor vrlo često izostaje, pa je preporučljivo u projektovanju usvajati faktore koji važe za II kategoriju kontrole materijal i za B kontrolu izvođenja.

Kategorija kontrole izvođenja radova pri zidanju

zidovi

stubovi

A

B

A

B

Kategorija kontrole
materijala

I

2.5

3.0

2.9

3.6

II

2.8

3.0

3.2

3.6

γ_m prema PZZ'91