

“Aseizmičko projektovanje zidanih konstrukcija zgrada”

Virtuelni seminar

25. novembar 2021.

SU | SA  
ZI | EE

# MODELIRANJE I PRORAČUN

dr Predrag Blagojević, d.i.g.

Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu



# ZIDANI ZIDOVI

PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA  
ZIDANE ZIDOVE (Sl. list SFRJ **87/91**)

Proračun prema  
graničnim stanjima

Proračun prema  
dopuštenim naponima

malteri

zidovi

OSNOVE  
PRORAČUNA

Proračun prema  
dopuštenim naponima

PRAVILNIK O TEH. NOR. ZA IZGRADNJU  
OBJ. VISOKOGRADNJE U SEIZMIČKIM  
PODRUČJIMA (Sl. List SFRJ **31/81**)

PREPORUKE

PRORAČUN

MODELIRANJE I PRORAČUN

mikro  
pristup

makro  
pristup

tehnika  
homogenizacije

primer

# Istorijat tehničke regulative

- Privremeni tehnički propisi za zidove od opeke (PTP7)-**25.05.1949.**
- Privremeni tehnički propisi za građenje u seizmičkim područjima (PTP-12) Sl. List SFRJ br. 39/64 od **30.09.1964.**
- Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za izvođenje zidova zgrada Sl. List SFRJ br.17/70 od **23.04.1970.**
- **Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Sl. list SFRJ br.31/81,49/82,29/83,21,88,52/90.**
- Pravilnik o tehničkim normativima za sanaciju, ojačanje i rekonstrukciju objekata visokogradnje oštećenih zemljotresom i za rekonstrukciju i revitalizaciju objekata visokogradnje, Sl. list SFRJ br.**52/85.**
- **Pravilnik o tehničkim normativima za zidane zidove, Sl. list SFRJ 87/91**
- Pravilnik za građevinske konstrukcije „Sl. glasnik RS“, br. 89/2019, 52/2020, 122/2020

# Periodi građenja usklađeni sa regulativom

- 1949 – zidane konstrukcije sa horizontalnim (HS) ali **bez** vertikalnih serklaža (VS) i bez krutih tavanica,
- 1964 – zidane konstrukcije sa HS i sa **(bez)** VS,
  - Preporuka da treba izbegavati mešanje sistema (4.2.6)
- **1981** – zidane konstrukcije sa VS, HS i kontrolisanom spratnošću (smanjena spratnost),
  - Zabranjuje se mešanje sistema (čl. 94.)
- **1991** – zahtevniji sadržaj proračuna,
  - Proračun prema graničnim stanjima (stabilnost zgrade i građevinskih elemenata),
  - Dozvoljen proračun preseka prema dozvoljenim naponima,

# POREĐENJE PROPISA

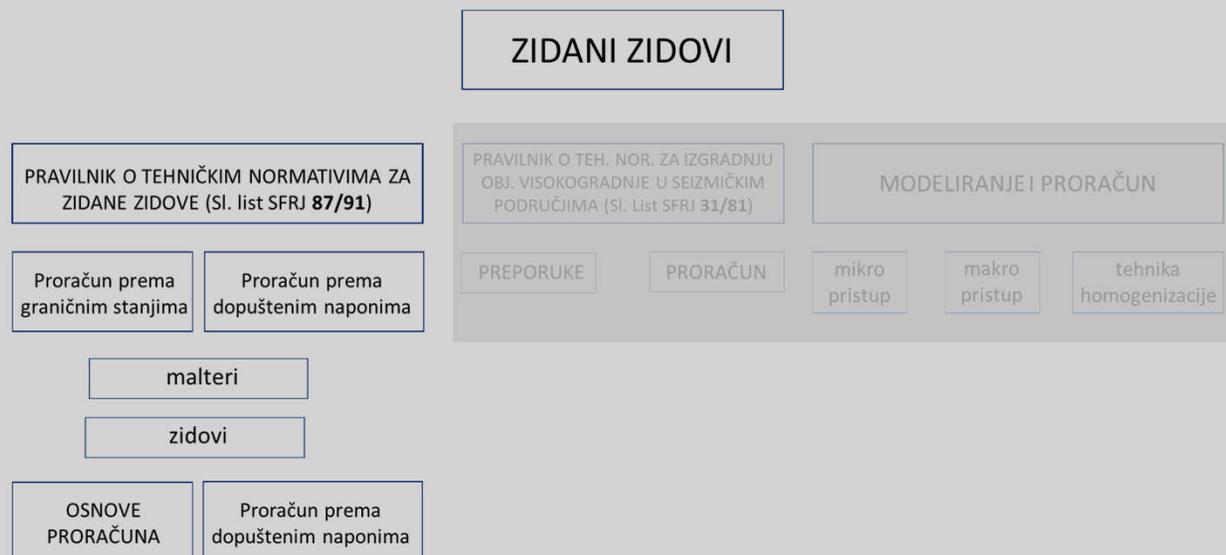
## 1964

Projektno seizmičko područje	Zgrada tipa A		Zgrada tipa B	
	Broj etaža	Ukupna visina (m)	Broj etaža	Ukupna visina (m)
VII stepen	5	18	6	20
VIII stepen	4	15	6	20
IX stepen	3	11	5	18

## 1981

Seizmički stepen	IX STEPEN	VIII STEPEN	VII STEPEN
Vrsta zidanih konstrukcija			
Obične	-	P+1	P+2
Sa vertikalnim serklažima	P+2	P+3	P+4
Armirane	P+7	P+7	P+7

# Pravilnik o tehničkim normativima za zidane zidove, Sl. list SFRJ 87/91



# II - MATERIJALI

- Izbor maltera (čl. 9,10) T.1.
- Definisanje marke zida MZ (T.2.)
  - Karakteristična pritisna čvrstoća zida (čl.13,14,15) T.3.
  - Karakteristična savojna čvrstoća zida (čl. 17)
  - Karakteristična čvrstoća zida pri smicanju (čl. 18) T.4.
- Modul elastičnosti i modul smicanja (čl.19)

PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA ZIDANE ZIDOVE (Sl. list SFRJ 87/91)

Proračun prema graničnim stanjima      Proračun prema dopuštenim naponima

malteri

zidovi

OSNOVE PRORAČUNA

Proračun prema dopuštenim naponima

ZIDANI ZIDOVİ

PRAVILNIK O TEH. NOR. ZA IZGRADNJU OBL. VISOKOGRADNJE U SEIZMIČKIM PODRUČJIMA (Sl. list SFRJ 31/81)

MODELIRANJE I PRORAČUN

PREPORUKE

PRORAČUN

mikro pristup

makro pristup

tehnika homogenizacije

Tabela 1 - Vrste maltera prema pritisnoj čvrstoći

KLASA MALTERA	SREDNJA PRITISNA ČVRSTOĆA POSLE 28 DANA $F_u$ N/MM <sup>2</sup>
M1	1.0
M2	2.0
M5	5.0
M10	10.0
M15	15.0

• Tabela 2 - Uslovi za određivanje marke zida i karakteristične pritisne čvrstoće  $f_c$   
• Ako je vrednost  $f_c$  između dve marke zida iz tabele 2, kao marka zida uzima se manja vrednost.

Marka zida MZ	Najmanje pritisne čvrstoće pri lomu			
	Pritisna čvrstoća pri lomu $f_c$ N/mm <sup>2</sup>	Najmanja pojedinačna vrednost N/mm <sup>2</sup>	Aritmetička srednja uzoraka N/mm <sup>2</sup>	Karakteristična pritisna čvrstoća $f_c$ N/mm <sup>2</sup>
1.5	1.5	1.5	1.8	1.2
2.0	2.0	2.0	1.4	1.6
2.5	2.5	2.5	2.9	2.0
3.5	3.5	3.5	4.1	2.8
5	5.0	5.0	5.9	4.0
6	6.0	6.0	7.0	4.8
7	7.0	7.0	8.2	5.6
9	9.0	9.0	10.6	7.2
11	11.0	11.0	12.9	8.8
13	13.0	13.0	15.3	10.4
16	16.0	16.0	18.8	12.8
20	20.0	20.0	23.5	16.0

• Tabela 2 - Uslovi za određivanje marke zida i karakteristične pritisne čvrstoće  $f_c$   
• Ako je vrednost  $f_c$  između dve marke zida iz tabele 2, kao marka zida uzima se manja vrednost.

Marka zida MZ	Najmanje pritisne čvrstoće pri lomu			
	Pritisna čvrstoća pri lomu $f_c$ N/mm <sup>2</sup>	Najmanja pojedinačna vrednost N/mm <sup>2</sup>	Aritmetička srednja uzoraka N/mm <sup>2</sup>	Karakteristična pritisna čvrstoća $f_c$ N/mm <sup>2</sup>
1.5	1.5	1.5	1.8	1.2
2.0	2.0	2.0	1.4	1.6
2.5	2.5	2.5	2.9	2.0
3.5	3.5	3.5	4.1	2.8
5	5.0	5.0	5.9	4.0
6	6.0	6.0	7.0	4.8
7	7.0	7.0	8.2	5.6
9	9.0	9.0	10.6	7.2
11	11.0	11.0	12.9	8.8
13	13.0	13.0	15.3	10.4
16	16.0	16.0	18.8	12.8
20	20.0	20.0	23.5	16.0

# III - OSNOVE PRORAČUNA



- Preseci nosećih zidova zgrada proračunavaju se prema (čl.22):
  - Graničnim stanjima nosivosti,
  - Graničnim stanjima upotrebljivosti,
  - Proračun prema dozvoljenim naponima – pod određenim uslovima.
- Vrste opterećenja zgrade (čl.25)
  - $G_k$  – karakteristična sopstvena težina,
  - $Q_k$  – karakteristično promenljivo opterećenje,
  - $W_k$  - karakteristično opterećenje vetrom,
  - $Q_s$  – moguća slučajna opterećenja (uticaj od zemljotresa),
  - $Q_z$  – potisak zemlje na podrumске zidove
  - **NAPOMENA:** Nosivost preseka za uticaje od seizmičkih sila samo prema graničnom stanju loma

# KOMBINACIJE OPTEREĆENJA (čl.26)

- Za sopstvenu težinu i promenljivo opterećenje
  - $Q_u = 1,0 G_k + 1,5 Q_k$
  - $Q_u = 1,35 G_k$
- Za sopstvenu težinu i vetar
  - $Q_u = 1,0 G_k + 1,35 W_k$
  - $Q_u = 1,35 G_k$
- Za sopstvenu težinu, promenljivo opterećenje i vetar
  - $Q_u = 1,2 G_k + 1,2 Q_k + 1,2 W_k$
- Za moguća slučajna opterećenja
  - $Q_u = 1,0 G_k + 0,35 Q_k + 0,35 W_k + 1,0 Q_s$
  - $Q_u = 1,0 G_k + 1,0 Q_k + 0,35 W_k + 1,0 Q_s$



# IV - STABILNOST ZGRADE I GRAĐEVINSKIH ELEMENATA

- Ostvaruje se pomoću zidova za ukrućenje i međuspratnim tavanicama (čl. 32.),
- Pri dokazivanju stabilnosti zgrade uzeti u obzir odstupanje od vertikalnosti (čl. 33.)
- Sigurnost zgrade na prevrtanje (faktor sigurnosti veći od 1.5) (čl. 34),
- Proračun opterećenja od udara vozila (čl. 36.)



# JEDNOSLOJNI NOSEĆI ZIDOVI (ČL.37 – 44)

- Najmanja debljina spoljašnjeg nosećeg zida:
  - 19cm – spratna visina veća od 3m – najveći raspon 4.8m,
  - 24cm – spratna visina 3.0m - 3.5m – raspon 4.8m – 6.0m
- Najmanja debljina unutrašnjeg nosećeg zida:
  - 19cm – spratna visina najviše 3m – najveći raspon 4.8m – najviše 4 etaže,
- Uticaj pritiska zemlje na spoljašnje noseće podrumске zidove ... (čl.41-42) T7
- Stub ne sme imati horizontalni presek manji od 0.04m<sup>2</sup>.

# ZIDOVI ZA UKRUĆENJE (čl.45 – čl.48)

- Zidovi za ukrućenje mogu biti noseći i nenoseći,
- Ako zid za ukrućenje nosi veće opterećenje od sopstvene težine u jednom spratu smatra se nosećim zidom
- Debljine i razmaci zidovaza ukrućenje – tabela 8



Tabela 8 - Debljine i razmaci zidova za ukrućenje

Debljina nosećeg zida koji treba ukrućiti, u cm	Spratna visina, u m	Zid za ukrućenje	
		Debljina, u cm	Razmak, u m
> 19 < 30	≤ 3,5	> 19	≤ 6,0
> 30	≤ 4,0	> 19	≤ 8,0

Dužina zidova za ukrućenje mora iznositi najmanje 1/5 njihove visine.

Čl.45. Ako zid za ukrućenje nosi veće opterećenje od sopstvene mase u jednom spratu smatra se nosećim zidom.

# V – PRORAČUN PREMA GRANIČNOM STANJU LOMA

(ČL.67 – ČL.74)

- Nosivost zida pri centručnom pritisku,
- Nosivost zida pri malom ekscentricitetu,
- Nosivost zida izloženog savijanju,
- Nosivost zida izloženog smicanju.



# VI – PRORAČUN PRESEKA PREMA DOZVOLJENIM NAPONIMA

- Dokaz da najveći naponi u zidu nisu veći od dozvoljenih, (čl.75. tabela 13, 14),
- Uslov je da su zidovi zgrade povezani horizontalnim serklažima u nivou tavanice,
- Za slobodno stojeće zidove u proračunu se usvaja dvostruka visina (čl. 76.),
- Lokalni naponi pritiska mogu biti do 50% veći od dozvoljenih (čl.77. tabela 13,14),



• **Tabela 3** - Veličine faktora d

Visina zidnog elementa, u mm	Širina zidnog elementa u mm				
	90	100	150	200	250
50	0,70	0,65	0,60	-	-
65	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55
100	0,90	0,85	0,80	0,70	0,65
150	1,05	1,00	0,95	0,85	0,80
200	1,20	1,15	1,10	1,00	0,90
250 i više	1,25	1,20	1,15	1,05	1,00

- **Tabela 5** - Vrednosti parcijalnog faktora za materijale  $g_m$  za granična stanja loma zida pri pritisku, savijanju i smicanju
- Ako se pri proračunu uzima u obzir i efekat tečenja, vrednosti  $g_m$  uzimaju se kao 0,85 vrednosti iz tabele 5.

		Kategorija kontrole izvođenja radova pri zidanju			
		zidovi		stubovi	
		A	B	A	B
Kategorija kontrole materijala za zidanje	I	2,5	3,0	2,9	3,6
	II	2,8	3,0	3,2	3,6

- **Tabela 6** - Projektne vrednosti za skupljanje, tečenje i toplotnu dilataciju
- 1)  $e_{h\infty}$  je konačna vrednost skupljanja ili širenja usled vlage; minus označava skupljanje, a plus širenje
- 2)  $\varnothing$  je konačni koeficijent tečenja
- $\varnothing = e_v/e_{el}$
- gde je  $e_v$  krajnja deformacija tečenja, a
- $e_{el} = s/E$
- 3)  $a^T$  je koeficijent toplotne dilatacije

Vrsta zidnih elemenata	Skupljanje	Tečenje	Toplotna dilatacija
	$\varepsilon_{h\infty}$ mm/m	$\varnothing \infty$ 2)	$\alpha T$ K <sup>3)</sup> 10 <sup>-6/°C</sup>
	1)		
Pečena glina	- 0,1 do + 0,2	0,7	6
Kalcijum-silikati	-0,2	1,5	8
Autoklavirani gasbeton	-0,5	1,5	8
Beton	-0,2	1,5	10
Lakoagregatni beton	-0,3	2,5	10

Tabela 7 - Najmanja debljina podrumskih zidova

---

Debljina zida, u cm	Visina terena iznad poda podruma, u m
38	2,0
29	1,4
24	1,0

- **Tabela 8** - Debljine i razmaci zidova za ukrućenje
- Dužina zidova za ukrućenje mora iznositi najmanje 1/5 njihove visine.

Debljina nosećeg zida koji treba ukrutiti, u cm	Spratna visina, u m	Zid za ukrućenje	
		Debljina, u cm	Razmak, u m
$\geq 19 < 30$	$\leq 3,5$	$\geq 19$	$\leq 6,0$
$\geq 30$	$\leq 4,0$	$\geq 19$	$\leq 8,0$

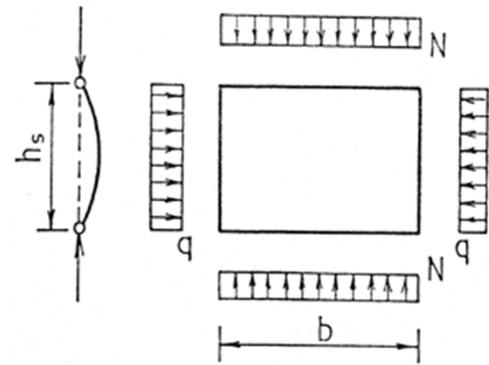
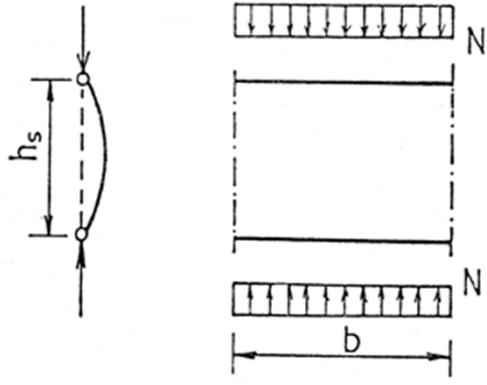
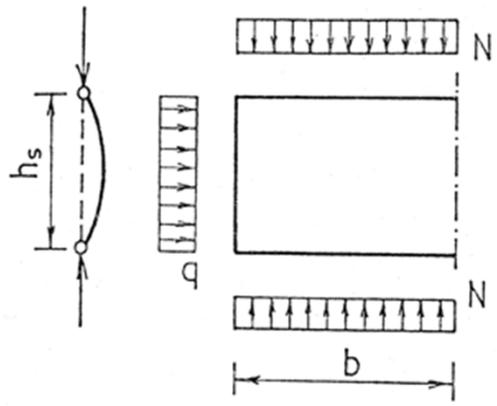


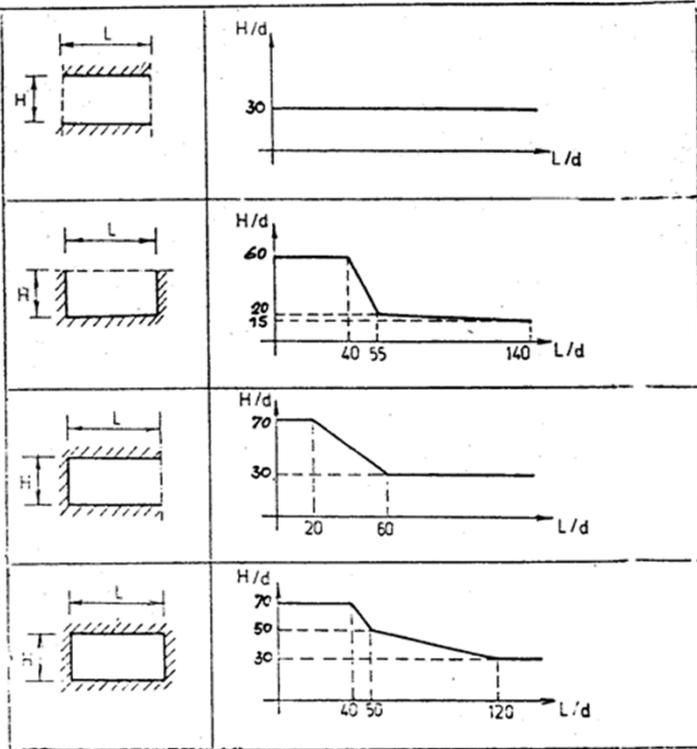
Tabela 9 - Najveća površina nenosećih spoljnih zidova izloženih pretežno opterećenju od vetra



Vrsta zida	Najveća površina zida u m <sup>2</sup>			
	Zid oslonjen na tri strane, a četvrta je slobodna	Zid oslonjen na sve četiri strane	Zid vezan ozubljenjem ili ankerima na tri strane, a četvrta je slobodna	Zid vezan ozubljenjem ili ankerima na sve četiri strane
- jednoslojni zid debljine 19 cm i više	18	22	24	32
- dvoslojni zid sa šupljinom	14	16	18	24

Način oslanjanja  
- uklještenja

Najveće dozvoljene vitkosti zida  $H/d$   
za određene odnose dužine i debljine  
zida  $L/d^*)$



• **Tabela 10** - Najveće dozvoljene vitkosti nenosećih unutrašnjih zidova

- \*)  $L$  - dužina zida  
 $H$  - visina zida  
 $d$  - debljina zida

Tabela 11 - Koeficijenti izvijanja  $w$  pri vrhu i u podnožju zida



Ekscentricitet $e_D^*$ )			
0,05d	0,1 d	0,2 d	0,3 d
0,9	0,8	0,6	0,4

\* Dozvoljena je linearna interpolacija ekscentriciteta i koeficijenta izvijanja.

Tabela 12

Koeficijenti izvijanja zida w<sub>Ƴ</sub> na polovini visine zida\*)

hef d	Ekscentricitet e Ƴ															
	∅ Ƴ = 0				∅ Ƴ = 1,5				∅ Ƴ = 2,0				∅ Ƴ = 2,5			
	0,05t	0,1t	0,2t	0,4t	0,05t	0,1t	0,2t	0,3t	0,05t	0,1t	0,2t	0,3t	0,05t	0,1t	0,2t	0,3t
0	0,9	0,8	0,6	0,4												
6	0,9	0,79	0,56	0,34					slično kao za ∅m = 0							
8	0,87	0,75	0,52	0,30												
10	0,83	0,71	0,48	0,26												
12	0,79	0,67	0,44	0,22	0,77	0,65	0,41	0,17	0,76	0,64	0,40	0,16	0,76	0,63	0,38	0,14
14	0,75	0,63	0,40	0,18	0,72	0,60	0,36	0,12	0,72	0,59	0,35	0,11	0,71	0,58	0,33	0,09
16	0,71	0,59	0,36	0,14	0,68	0,56	0,32	0,08	0,67	0,55	0,30	0,06	0,67	0,53	0,28	0,04
18	0,67	0,55	0,32	0,10	0,64	0,51	0,27	0,03	0,63	0,50	0,25	0,01	0,62	0,59	0,23	-
20	0,63	0,51	0,28	0,06	0,60	0,47	0,22	–	0,59	0,45	0,20	-	0,58	0,44	0,18	-

\* Dozvoljena je linearna interpolacija između ekscentriciteta i koeficijenta izvijanja.

Tabela 13 - Dozvoljeni naponi u zidu pri centričnom pritisku, u N/mm<sup>2</sup>

Marka zidnih elemenata	Marka maltera	Vitkost zida $h_{ef}/d$					
		10	12	14	16	18	20
7,5	1	0,40	0,35	-	-	-	-
	2	0,50	0,45	0,35	-	-	-
10	1	0,50	0,45	0,35	-	-	-
	2	0,60	0,50	0,45	0,35	-	-
	5	0,70	0,60	0,50	0,40	-	-
15	2	0,90	0,80	0,65	0,55	0,40	-
	5	1,10	0,95	0,80	0,65	0,50	-
	10	1,30	1,15	0,95	0,80	0,60	-
20	2	1,00	0,85	0,70	0,60	0,45	-
	5	1,30	1,15	0,95	0,80	0,60	-
	10	1,60	1,40	1,20	0,95	0,75	0,50

**Tabela 14** - Dozvoljeni naponi u zidu sa elementima od autoklaviranog ćelijastog betona pri centričnom pritisku, u N/mm<sup>2</sup>

Marka zidnih elemenata	Marka maltera	Vitkost zidova $h_{ef}/d$		
		10	12	14
2	2	0,14	0,13	0,12
		(0,16)*	(0,15)	(0,14)
2,5	2	0,16	0,15	0,14
		(0,21)	(0,20)	(0,19)
3	2	0,20	0,18	0,16
		(0,28)	(0,25)	(0,22)
3,5	2	0,23	0,20	0,18
		(0,35)	(0,30)	(0,27)
4	2	0,27	0,25	0,21
		(0,38)	(0,38)	(0,29)
4,5	2	0,30	0,27	0,24
		(0,40)	(0,36)	(0,32)
5	2	0,33	0,30	0,27
		(0,44)	(0,40)	(0,36)

\* Vrednosti dozvoljenih napona u zidu date u zgradama primenjuju se kada se zida primenom građevinskog lepila.

Tabela 15 - Mere horizontalnih i kosih žlebova u zidu dozvoljenih bez statičkog proračuna



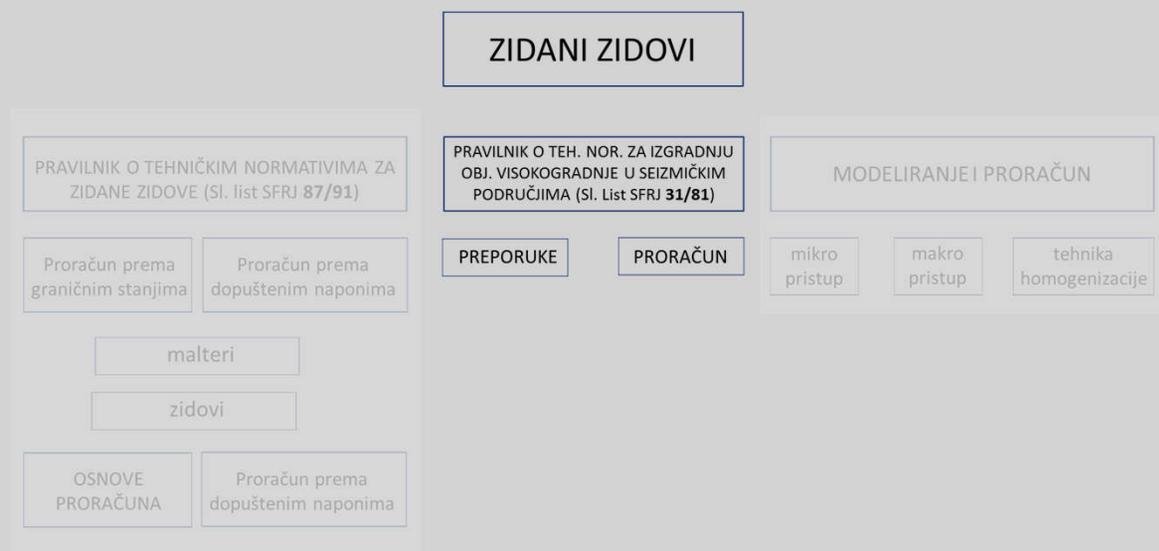
Debljina zida, mm	Najveća dubina žleba, mm	
	Neograničena dužina	Dužina < 1 250 mm
175	0	25
240	15	25
290	20	30
380	20	30

Tabela 16 - Mere vertikalnih žlebova u zidu dozvoljenih bez statičkog proračuna



Debljina zida mm	Žlebovi formirani posle zidanja zida		Žlebovi formirani tokom zidanja zida	
	Najveća dubina mm	Najveća širina mm	Najveća širina mm	Najmanja preostala debljina zida mm
175	30	100	260	115
240	30	150	260	115
290	30	200	260	175
380	30	200	260	250

# Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima, Sl. list SFRJ br.31/81,49/82,29/83,21,88,52/90.



## 89

Osnovni sistem zidanih konstrukcija su noseći zidovi u oba ortogonalna pravca objekta povezana u visini krutih međuspratnih konstrukcija horizontalnim serklažima.

Pod zidanim konstrukcijama u smislu ovog pravilnika podrazumevaju se:

- 1) obične zidane konstrukcije,
- 2) zidane konstrukcije sa vertikalnim serklažima,
- 3) armirane zidane konstrukcije armatura u horizontalnim spojnicama, armatura na sredini zida i armatura na obimu spoljnih strana zida.





## 90

Pod običnim zidanim konstrukcijama, u smislu ovog pravilnika, podrazumevaju se zidovi od opeke ili glinenih blokova i drugih materijala povezanih među sobom produžnim malterom čvrstoće najmanje M 25.

## 91

Pod zidanim konstrukcijama sa vertikalnim serklažima, u smislu ovog pravilnika podrazumevaju se zidovi koji su ojačani vertikalnim serklažima prema odredbama čl. 98, 100. i 101. ovog pravilnika.

## 92

Pod armiranim zidanim konstrukcijama, u smislu ovog pravilnika, podrazumevaju se zidovi u produžnom malteru čvrstoće M 50, ojačani armaturom u horizontalnom ili u vertikalnom pravcu.



## 94

Zidane konstrukcije projektuju se sa jednostavnim i pravilnim rešenjem osnove. Noseći i vezni zidovi raspoređuju se što ravnomernije u oba pravca objekta.

Pod nosećim i veznim zidovima podrazumevaju se zidovi debljine  $d \geq 19\text{cm}$ .

Nije dozvoljena kombinacija vertikalnih nosećih elemenata od betona i na pojedinim spratovima zgrade.

Nije dozvoljeno primenjivanje mešoviten sistema, odnosno donji deo objekta visokogradnje od armiranobetonskog skeleta, a gornji — od nosećih zidova.

## 95

Međuspratne konstrukcije moraju biti krute u svojoj ravni. One se izvode kao monolitne armiranobetonerske ploče ili kao montažne tavanice sa pritisnutom pločom debljine najmanje 4 cm. armiranom najmanje sa po  $\varnothing 6\text{ mm}/25\text{ cm}$  u dva ortogonalna pravca.

Međuspratne konstrukcije moraju biti povezane sa svim nosećim veznim zidovima.

## 96

Kod određenih debljina zidova jednog pravca najveći razmak zidova drugog pravca sme iznositi najviše:

- 1) 5.00 m - za zidove debljine 19 cm,
- 2) 6.00 m - za zidove debljine 24 cm,
- 3) 6.50 m - za zidove debljine 29 cm,
- 4) 7.50 m - za zidove debljine 38 cm.

## 97

Vertikalni serklaži obavezno se izvode posle zidanja vezom za zub. Presek vertikalnih serklaža mora biti jednak debljini zida ali ne manji od 19/19 cm.

Vertikalni serklaži obavezno se postavljaju na svim uglovima objekta na mestima sučeljavanja nosivih zidova, kao i na slobodnim krajevima zidova čija je debljina  $d \geq 19$  cm.

Kod zidova veće dužine maksimalni razmak između vertikalnih serklaža ne sme biti veći od 5,00 m.



## 98

Horizontalni serklaži obavezno se izvode na svim zidovima debljine  $d \geq 19$  cm.

Debljina horizontalnog serklaža mora biti jednaka debljini zidova (izuzetno mogu biti uži za 5 cm zbog termoizolacije). Visina serklaža mora biti najmanje 20 cm, ali ne manja od visine međuspratne konstrukcije.

## 99

Vertikalni serklaži armiraju se sa najmanje 4  $\varnothing$  14 mm, a horizontalni serklaži sa najmanje 4  $\varnothing$  12 mm.

## 100

Armatura u serklažima se određuje proračunom. Dopušta se proračun zamene zidnog panela ekvivalentnom dijagonalom.

## 101

Širina međuprozorskih stubova ne sme biti manja od  $2/3$  širine otvora za IX i VIII stepen seizmičnosti i ne sme biti manja od  $1/3$  širine otvora za VII stepen seizmičnosti.

## 102

Najveća širina otvora može iznositi 2,50 m za IX i VIII stepen seizmičnosti, a 3,50 m za VII stepen seizmičnosti. Ona se može povećati za najviše 30% ako se otvor uokviri armiranobetonskim elementima, čvrsto povezanim horizontalnim serklažima u visini međuspratnih konstrukcija.

## 103

Kalkanski zidovi i nadzidi iznad tavanice, viši od 50 cm, moraju biti povezani vertikalnim i horizontalnim serklažima sidrenim u noseće konstrukcije.

## 104

Slobodno stojeći dimnjaci izvode se kao primarne zidane konstrukcije. Dimnjaci koji prolaze kroz krovnište odvajaju se razdelnicom od krovne konstrukcije.

## 105

Konzolna stepeništa uklještena u zidove nisu dozvoljena.

## 106

Konzolne konstrukcije uklještene u zidove nisu dozvoljene, osim kad se za njih može obezbediti kontinuitet sa tavanicama.

## 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 za vertikalna opterećenja zidova prema tehničkim normativima za zidove zgrada povećavaju za 50%.

## 108

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

**Tabela br. 4**

Tip zidova	$\sigma_n$ dozv Kp/cm <sup>2</sup> (KPa)
Puna opeka (6 x 12 x 24 cm) MO 100, MM 25	0,9 (90)
Šuplja opeka (6 x 12 x 24 cm) MO 150, MM 25	1,1 (110)
Modularni blok (29 x 19 x 19 cm) MO 150, MM 25	0,6 (60)
Modularni blok (29 x 19 x 19 cm) MO 150, MM 50	0,9 (90)
Keramizitni blok (39 x 19 x 19 cm) MO 75, MM 50	1.3 (130)

gde je:

$\sigma_n$  dozv - dozvoljeni glavni zatežući naponi

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

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sigma_0^2}{4} + (1.5\tau_0)^2} - \frac{\sigma_0}{2} \leq \sigma_{ndoz}$$

gde je:

$\tau_0$  - prosečni napon smicanja u zidnom elementu od seizmičkog dejstva koji prima element,

$\sigma_0$  - prosečni napon u zidnom elementu od vertikalnog opterećenja.



**Preporuke za projektovanje  
zidanih zidova u seizmičkim područjima  
nalaze se u čl. od 89 do 108**

## 109

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  $\gamma = 1,5$ .

Otpornost pojedinog zidnog elementa proračunava se po obrascu:

$$\tau_0 = \frac{\sigma_{\text{nrš}}}{1.5} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{\sigma_{\text{nrš}}}}$$

gde je:

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

**Tabela br. 5**

Tip zidova	$\sigma_{\text{nrš}}$ Kp/cm <sup>2</sup> (KPa)
Puna opeka (6 x 12 x 24 cm) MO 100, MM 25	1,8 (180)
Šuplja opeka (6 x 12 x 24 cm) MO 150, MM 25	2,2 (220)
Modularni blok (29 x 19 x 19 cm) MO 150, MM 25	1,2 (120)
Modularni blok (29 x 19 x 19 cm) MO 150, MM 50	1,8 (180)
Keramizitni blok (39 x 19 x 19 cm) MO 75, MM 50	2,7 (270)

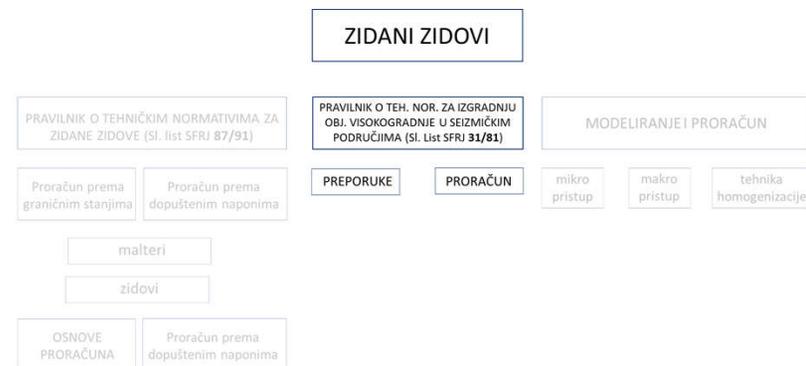


## 111

Dozvoljeni broj spratova za pojedine sisteme zidanih konstrukcija dat je u tabeli br. 6.

Tabela br. 6

Seizmički stepen	IX stepen	VIII stepen	VII stepen
Vrsta zidanih konstrukcija			
Obične	—	P + 1	P + 2
Sa vertikalnim serklažima	P + 2	P + 3	P + 4
Armirane	P + 7	P + 7	P + 7



## 112

Ako se zidane zgrade ne proračunavaju na seizmička dejstva, konstruišu se prema ovom pravilniku. Dozvoljeni broj spratova, nezavisno od sistema konstrukcije ograničava se na:

- P + 1 za VIII stepen seizmičnosti,
- P + 2 za VII stepen seizmičnosti.

## 113

Za zidanje u seizmičkim područjima dozvoljena je upotreba samo produžnog cementnog maltera.

U područjima VII i VIII stepena intenziteta seizmičnosti upotrebljava se malter najmanje čvrstoće M 25.

U područjima IX stepena intenziteta seizmičnosti upotrebljava se malter čvrstoće M 50.

Za izvođenje armiranih zidanih konstrukcija u područjima svih stepena intenziteta seizmičnosti upotrebljava se malter čvrstoće M 50.

Nije dozvoljena upotreba čistog cementnog maltera.

# MODELIRANJE I RORAČUN

## ZIDANI ZIDOVI

PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA ZIDANE ZIDOVE (Sl. list SFRJ 87/91)

Proračun prema graničnim stanjima

Proračun prema dopuštenim naponima

malteri

zidovi

OSNOVE PRORAČUNA

Proračun prema dopuštenim naponima

PRAVILNIK O TEH. NOR. ZA IZGRADNJU OBJ. VISOKOGRADNJE U SEIZMIČKIM PODRUČJIMA (Sl. List SFRJ 31/81)

PREPORUKE

PRORAČUN

## MODELIRANJE I PRORAČUN

mikro pristup

makro pristup

tehnika homogenizacije

primer

# PRORAČUNSKI MODELI ZIDANOG ZIDA (1/2)

- Na kvalitet zidanih konstrukcija utiču:
  - Kvalitet zidnog elementa,
  - Kvalitet maltera,
  - Način gradnje – kvalitet spoja između zidnog elementa i maltera,
  - Razlika u nosivosti i deformabilnosti horizontalne i vertikalne spojnice,
  - Horizontalne spojnice su kvalitetnije od vertikalnih (prenos normalnih i smičućih napona),
- Zidane zidove delimo na:
  - Nearmirane zidane zidove,
  - Armirane zidane zidove,
  - Nearmirane zidane zidove oivičene vertikalnim i horizontalnim serklažima,
  - Naknadno ozidane zidove između već izvedenih stubova i greda,

# PRORAČUNSKI MODELI ZIDANOG ZIDA (2/2)

- JOŠ UVEK NEMA OPŠTEPRIHVAĆENOG NUMERIČKOG MODELA KOJI JE POUZDAN I JEDNOSTAVAN ZA PRAKTIČNU PRIMENU,
- Za tačniji proračun zidanog zida neophodno je analizirati:
  - Nelinearno ponašanje zidnog elementa, armiranog betona i maltera,
  - Deformacija zidnog elementa pri pritisku,
  - Pojava prslina pri zatezanju (otvaranje i zatvaranje prslina pri cikličnom opterećenju),
  - Uticaj brzine deformacije na karakteristike zidnog elementa pri dinamičkom opterećenju,
  - Sleganje tla,
  - Način i redosled građenja.

# MIKRO PRISTUP



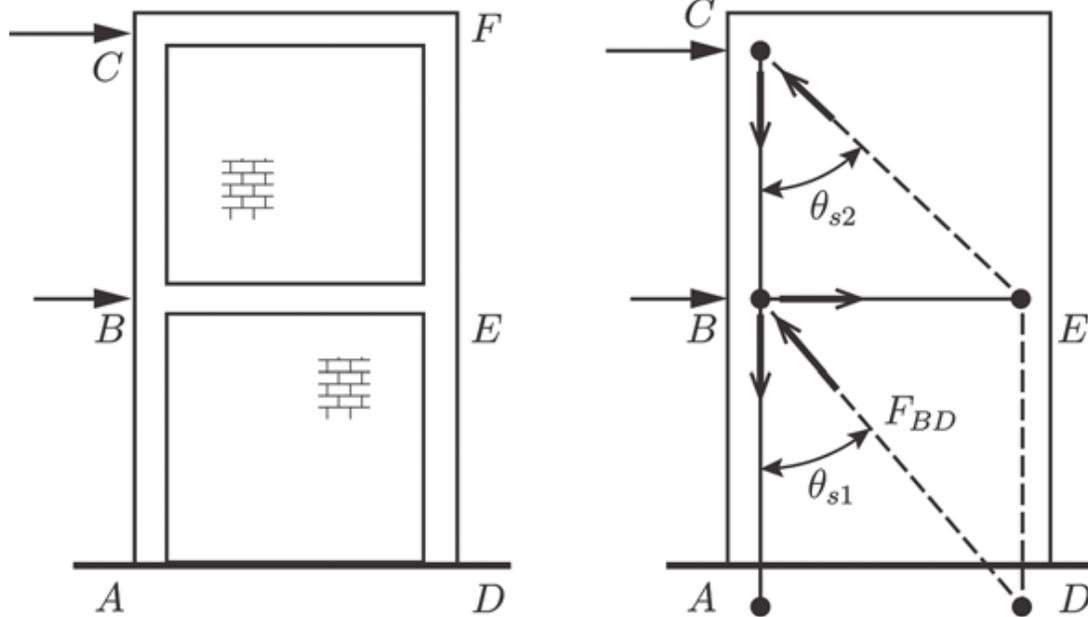
- Posebno se modelira zidni element, malter i njihov spoj,
- Ovaj pristup je precizniji i znatno složeniji i dugotrajniji,
- Ređe se primenjuje u inženjerskoj praksi,
- Primenjuju se za manje delove zidanih konstrukcija pri eksperimentalnim istraživanjima.

# MAKRO PRISTUP



- Složena struktura zida se aproksimira zamenjujućim materijalom,
- Prednosti ovog pristupa su:
  - Veći konačni elementi,
  - Smanjen broj nepoznatih,
  - Brži proračun

# TEHNIKA HOMOGENIZACIJE

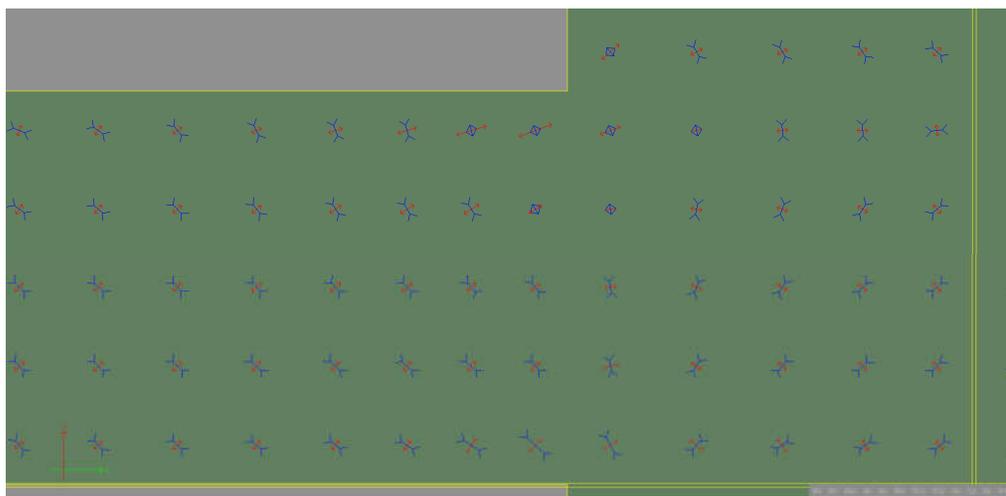
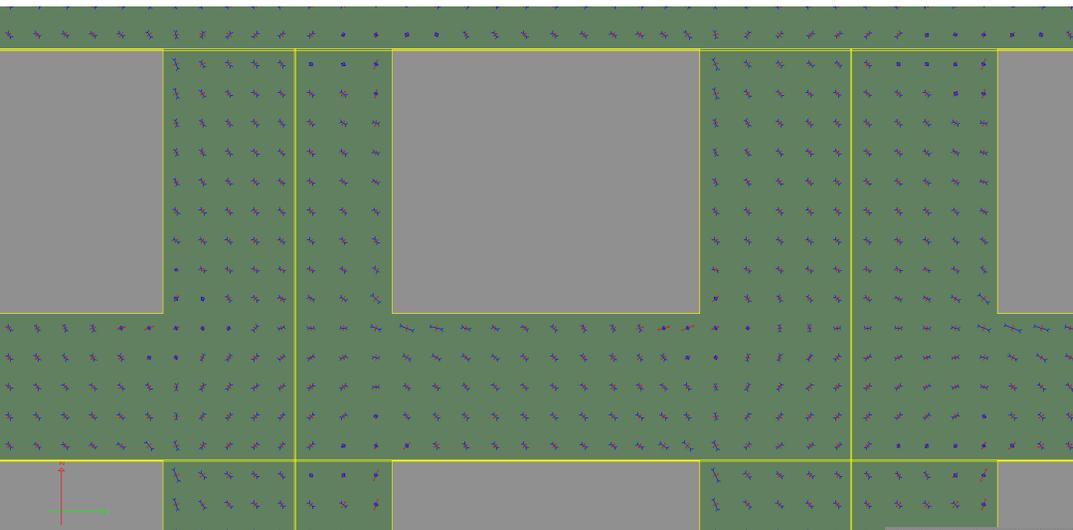


Izvor: <https://www.researchgate.net/publication/311314152> Application of Strut-and-Tie Model for seismic design of confined masonry shear walls

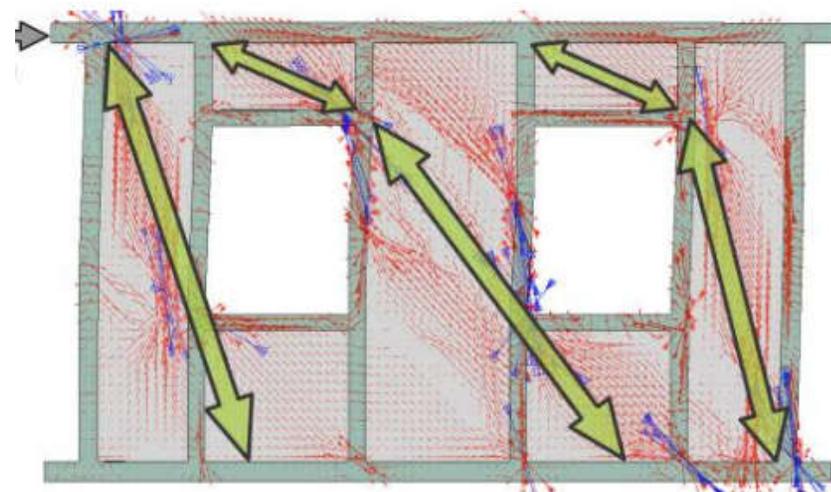
Širina pritisnute dijagonale se usvaja kao 0,25 od dužine iste (dijagonala iz ugla u ugao).

Širina pritisnute dijagonale se usvaja kao 0,13 od dužine iste (dijagonala iz ugla na 2/3 visine naspramnog VS).

ZIDANI ZIDOVI		
PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA ZIDANE ZIDOVE (SI-101/SFRJ 87/91)	PRAVILNIK O TEH. NOR. ZA IZGRADNUG OBU. VYSDROGRADNE U SEIZMIČKIM PODRUČJIMA (SI-101/SFRJ 91/91)	
Proračun prema granicnim stanjima	Proračun prema dopuštenim naponima	
PREPORUKE	PRORAČUN	
mikro pristup	makro pristup	tehnika homogenizacije
malteri		
zidovi		
OSNOVE	Proračun prema prenim naponima	



Pravci glavnih napona kao podloga  
za orijentaciju pritisnutih dijagonala



Izvor: <https://www.wcee.nicee.org/wcee/article/16WCEE/WCEE2017-4605.pdf>

# PRIMER PRORAČUNA ZIDANE ZGRADE

## ZIDANI ZIDOVI

PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA ZIDANE ZIDOVE (Sl. list SFRJ 87/91)

Proračun prema  
graničnim stanjima

Proračun prema  
dopuštenim naponima

malteri

zidovi

OSNOVE  
PRORAČUNA

Proračun prema  
dopuštenim naponima

PRAVILNIK O TEH. NOR. ZA IZGRADNJU  
OBJ. VISOKOGRADNJE U SEIZMIČKIM  
PODRUČJIMA (Sl. List SFRJ 31/81)

PREPORUKE

PRORAČUN

mikro  
pristup

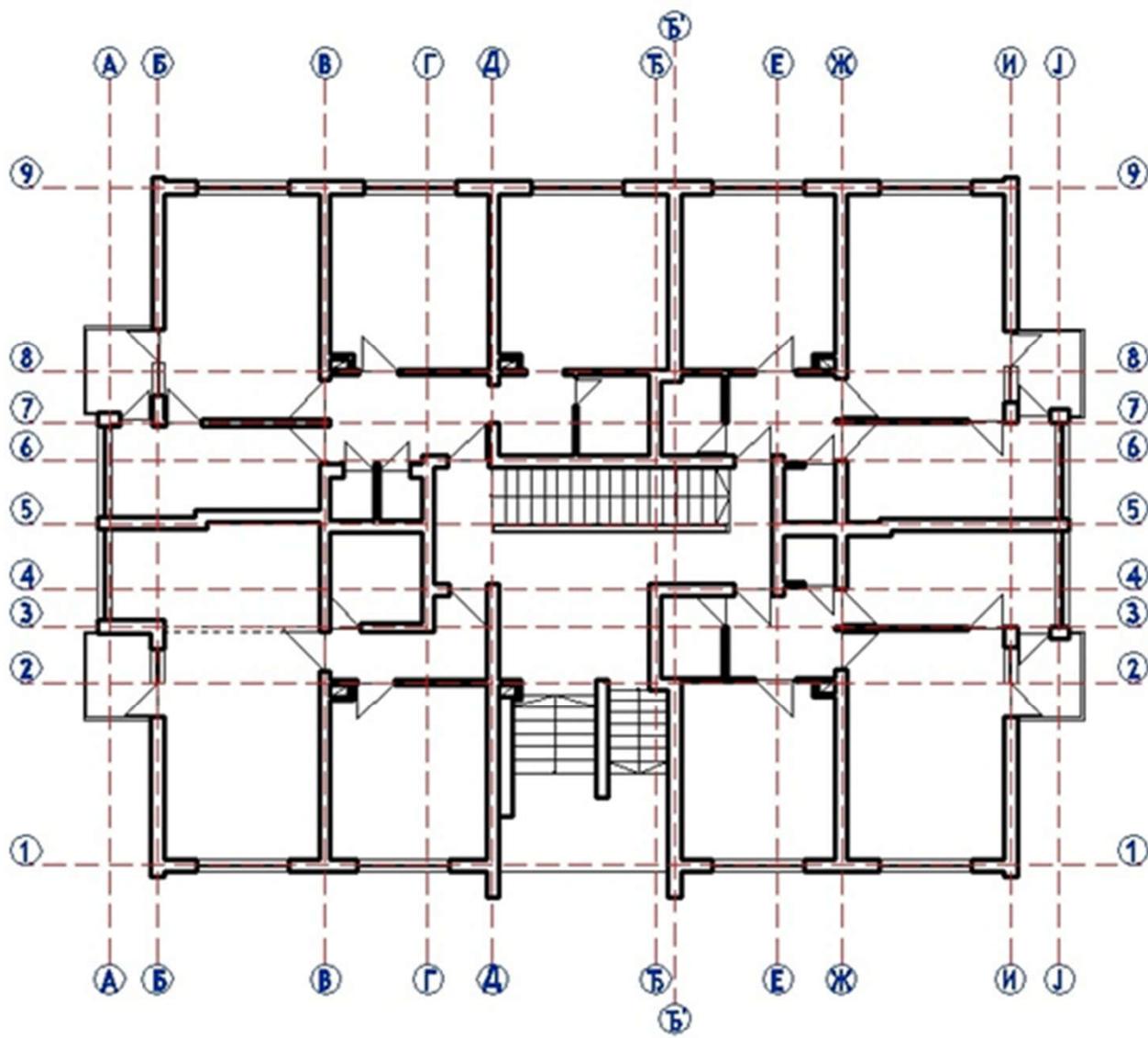
makro  
pristup

tehnika  
homogenizacije

MODELIRANJE I PRORAČUN

primer





Osnova prizemlja

Утицаји у пресецима зидова прорачунати су по теорији конструкција при чему су уведена оптерећења према одговарајућим прописима о техничким нормативима за оптерећење конструкција (ЈУС У.Ц7.121/1988, ЈУС У.Ц7.122/1988, ЈУС У.Ц7. 123/1988)

- Тежине међуспратних конструкција  $3.0kN/m^2$
- Тежина подова и плафона  $1.5kN/m^2$
- Повремено оптерећење  $1.5kN/m^2$
- Повремено оптерећење у комуникацијама и терасама  $3.0kN/m^2$

Запреминска тежина зидова од опеке је :

опис	дебљина зида [cm]	тежина /m2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Тежина/м3 [kN/m <sup>2</sup> ]
Зид од пуне опеке обострано малтерисан	38	7.0	18.42
	25	4.9	19.60
	12	2.8	23.33
	7	2.0	28.57

Прорачун према граничним стањима дозвољава се само ако је зид зидан у продужном или цементном малтеру марке М2 и више. Изузетак од овога чине пресеци носећих зидова зграда висине до пет зиданих етажа, са светлом спратном висином до 2.75 м, са распонима таваница до 6.0м и покретним оптерећењем до  $3.0kN/m^2$

Срачунате вредности карактеристичних притисних чврстоћа зидова су:

Зид зидан у кречном малтеру од пуне опеке:

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta = K \cdot f_b^{0,65} \cdot f_m^{0,25} = 0,55 \cdot (0,675 \cdot f_{ev})^{0,65} \cdot 1,0^{0,25}$$

$$f_b = \delta \cdot f_{ev} = 0,675 \cdot f_{ev}$$

M	25	50	75	100	150
$f_{ev} [N/mm^2]$	2.5	5.0	7.5	10.0	15.0
$f_k [N/mm^2]$	0.77	1.213	1.578	1.903	2.477

Зид зидан у продужном малтеру од пуне опеке:

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta = K \cdot f_b^{0,65} \cdot f_m^{0,25} = 0,55 \cdot (0,675 \cdot f_{ev})^{0,65} \cdot 2,0^{0,25}$$

$$f_b = \delta \cdot f_{ev} = 0,675 \cdot f_{ev}$$

M	25	50	75	100	150
$f_{ev} [N/mm^2]$	2.5	5.0	7.5	10.0	15.0
$f_k [N/mm^2]$	0.92	1.442	1.876	2.263	2.946

Ако се ради о зидовима или стубовима чији су пресеци мањи од  $0,1m^2$ , и ако чврстоће при притиску таквих конструкцијских елемената нису одређене испитивањем прорачун се спроводи са смањеним чврстоћама  $f_{ks}$  које се добијају на основу израза.

$$f_{ks} = (0,70 + 3 \cdot A) f_k$$

Модул еластичности зиданих зидова је срачунат на основу израза из члана 19.

$$E_z = K_e \cdot f_k = 1000 \cdot 2,024 = 2024 N/mm^2 \text{ за зид у кречном малтеру}$$

$$E_z = K_e \cdot f_k = 1000 \cdot 2,41 = 2410 N/mm^2 \text{ за зид у продужном малтеру}$$

Упоредне вредности за главне затежуће напоне преузете су из табеле број 4 ( “Службени лист СФРЈ”, бр.31/81).

За зид од пуне опеке  $\sigma_n = 0.09MPa$

За зид од гитер блока  $\sigma_n = 0.06MPa$

Приликом прорачуна просечног напона смицања по методи граничних стања преузета је вредност из табеле број 5 за главни затежући напон у зиду код рушења  $\sigma_{o,ruš} = 0.18MPa$





Glavni zatežujući naponi u pojedinim zidovima (čl. 108.)

$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sigma_o^2}{4} + (1.5\tau_n)^2} - \frac{\sigma_o}{2}$									
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>7</sub>	Y <sub>8</sub>	
$\sigma_o$ [kN/m <sup>2</sup> ]	374.76	537.24	435.76	556.72	484.92	563.72	544.16	369.76	
$\tau$ [kN/m <sup>2</sup> ]	68.22	68.22	68.22	68.22	68.22	68.22	68.22	68.22	
$\sigma_n$ [MPa]	0.0261	0.0188	0.0228	0.0182	0.0207	0.0179	0.01859	0.0264	≤ 0.09MPa

Otpornost pojedinog zidnog elementa (čl. 109.)

$\tau_n = \frac{\sigma_{o,ruš}}{1,5} \sqrt{1 + \frac{\sigma_o}{\sigma_{o,ruš}}}$									
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>7</sub>	Y <sub>8</sub>	
$\sigma_{o,ruš}$ [MPa]	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	
$\sigma_o$ [kN/m <sup>2</sup> ]	374.76	537.24	435.76	556.72	484.92	563.72	544.16	369.76	
$\tau_n$	0.2107	0.2395	0.2219	0.2428	0.2306	0.2439	0.2407	0.2097	≥ 0.06822





Glavni zatežučí naponi u pojedinim zidovima (čl. 108.)

$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sigma_o^2}{4} + (1.5\tau_n)^2} - \frac{\sigma_o}{2}$									
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$				
$\sigma_o [kN/m^2]$	539.20	521.80	515.16	433.76	513.68				
$\tau [kN/m^2]$	115.73	115.73	115.73	115.73	115.73				
$\sigma_n [MPa]$	0.05105	0.05248	0.05304	0.06092	0.05317				$\leq 0.09MPa$

Otpornost pojedinog zidnog elementa (čl. 109.)

$\tau_n = \frac{\sigma_{o,ruš}}{1,5} \sqrt{1 + \frac{\sigma_o}{\sigma_{o,ruš}}}$									
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$				
$\sigma_{o,ruš} [MPa]$	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18				
$\sigma_o [kN/m^2]$	539.20	521.80	515.16	433.76	513.68				
$\tau_n$	0.2399	0.2369	0.2358	0.2216	0.2356				$\geq 0.11573$

Centri masa po nivoima.

Распоред маса			
z	x	y	Masa
11.20	9.74	9.11	110.54
8.40	9.82	7.99	351.56
5.60	9.82	8.03	345.81
2.80	9.82	8.03	345.81
0.00	9.74	8.11	60.56
			1214.27

Centri krutosti nivoima.

Положај центра крутости			
z	x	y	
11.20	8.30	9.44	
8.40	9.05	9.15	
5.60	9.30	9.00	
2.80	9.30	9.00	
0.00	9.30	9.00	

кота	маса	сеизмичке силе	$e_x$	$e_y$
м	т	кN	м	м
11.20	110.54	197.40	1.44	0.33
8.40	351.56	470.86	0.77	1.16
5.60	345.81	308.77	0.52	0.97
2.80	345.81	154.38	0.52	0.97
0.00	60.56		0.43	0.89
укупно	1214.27	1131.40		

## Прорачун носивости зида у оси Б између оса 1-2 - приземље

Врх зида	$M = 0.664kNm,$	$N = 73.22kN,$	$e = 0.664/73.22 = 0.0091m$
Половина висине зида	$M = 0.000kNm,$	$N = 88.63kN,$	$e = 0.000/73.22 = 0.000m$
Подножје зида	$M = 0.664kNm,$	$N = 93.13kN,$	$e = 0.664/93.13 = 0.0071m$

### Врх зида:

$$e_o/t = 0.0091/0.25 = 0.0364$$

tabela – 11

$$\left( \begin{array}{l} e_o = 0.05d \Rightarrow \omega = 0.9 \\ e_o = 0.10d \Rightarrow \omega = 0.8 \end{array} \right) \Rightarrow \omega = 0.9$$

tabela – 5

$$\gamma_m = 3.0$$

$$N_{ue} = \omega \cdot \frac{d}{\left(1 + 2 \cdot \frac{e_o}{d}\right)} \cdot \frac{f_k}{\gamma_m} = 0.9 \cdot \frac{0.25}{\left(1 + 2 \cdot \frac{0.0125}{0.25}\right)} \cdot \frac{1.903}{3} = 0.112975MN = 112.975kN$$

112.975kN > 73.22kN.....zadovoljava

**Средина зида:**

$$h_{ef} = \beta_n \cdot h_s =$$

$$l = 3.35\text{cm}$$

$$h_s = 260\text{cm}$$

$$\beta_3 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\beta_2 \cdot h_c}{3l}\right)^2} \cdot \beta_2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{1.00 \cdot 2.6}{3 \cdot 3.35}\right)^2} \cdot 1.00 = 0.794$$

$$h_{ef} = \beta_n \cdot h_s = 0.794 \cdot 2.6 = 2.065$$

$$e = e_\infty = e_o + \Delta e_\infty$$

$$\phi_\infty = 0.7 \quad (\text{tabela7})$$

$$\Delta e_\infty = 0.002 \cdot \phi_\infty \cdot \frac{h_{ef}}{d} \sqrt{d \cdot e_o} = 0.002 \cdot 0.7 \cdot \frac{2.065}{0.25} \sqrt{0.25 \cdot 0.00} = 0.00$$

$$e_\infty = e_o + \Delta e_\infty = 0.0 + 0.0 = 0.0\text{m}$$

$$\frac{h_{ef}}{d} = \frac{2.065}{0.25} = 8.26$$

$$\text{tabela } 12 \Rightarrow \omega = 0.87 \Rightarrow e_\infty = 0.05 \cdot d = 0.05 \cdot 0.25 = 0.0125$$

$$N_{ue} = 0.87 \cdot \frac{0.25}{\left(1 + 2 \cdot \frac{0.0125}{0.25}\right)} \cdot \frac{1.903}{3} = 0.125425 = 125.425\text{kN}$$

125.425kN > 88.63kN.....zadovoljava

### Подножје зида

$$e_o/t = 0.0071/0.25 = 0.0284$$

tabela – 11

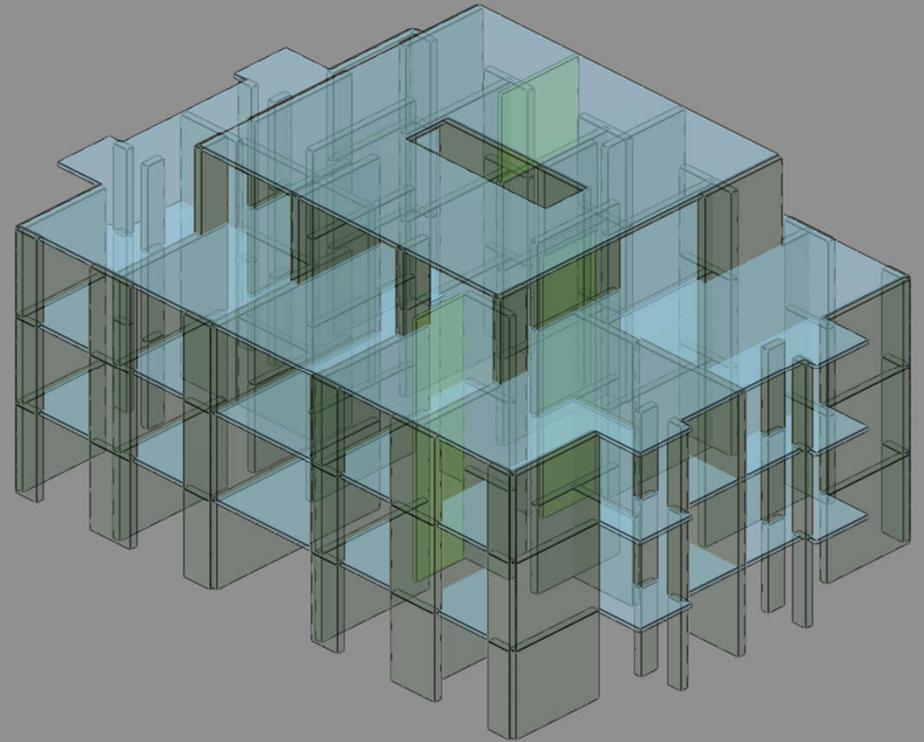
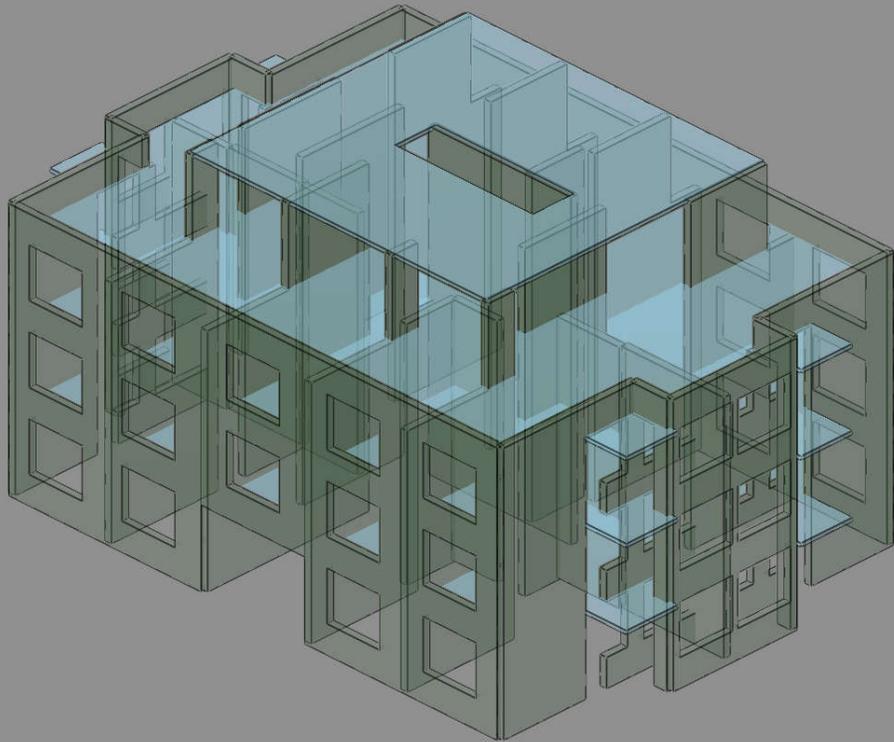
$$\left( \begin{array}{l} e_o = 0.05d \Rightarrow \omega = 0.9 \\ e_o = 0.10d \Rightarrow \omega = 0.8 \end{array} \right) \Rightarrow \omega = 0.9 \Rightarrow e_o = 0.05 \cdot 0.25 = 0.0125$$

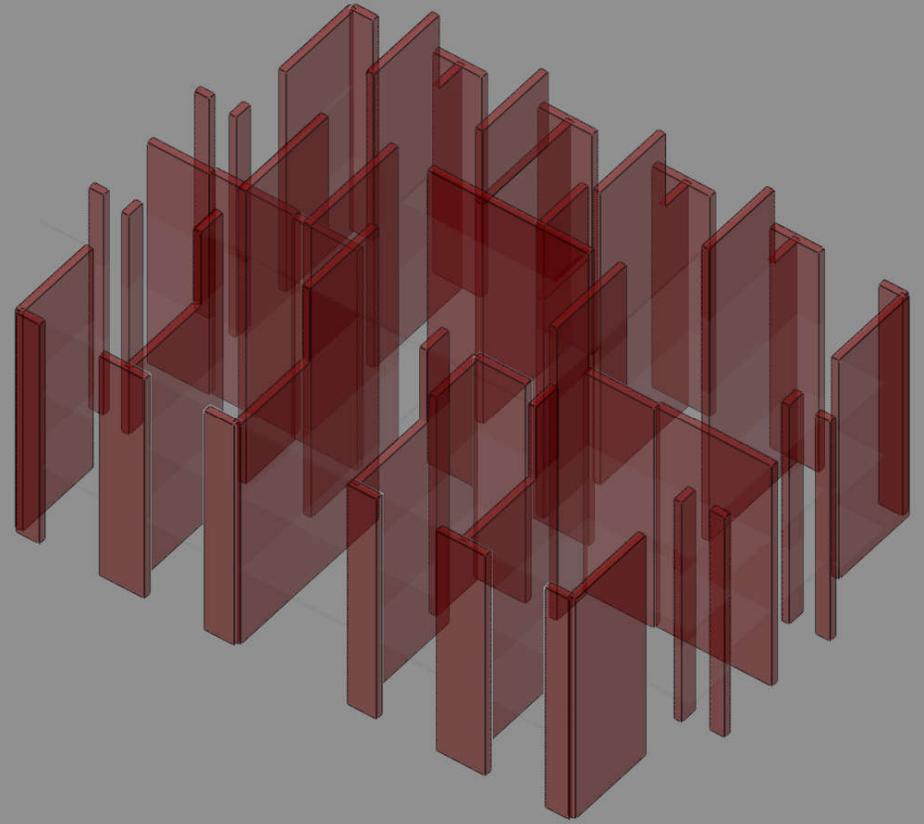
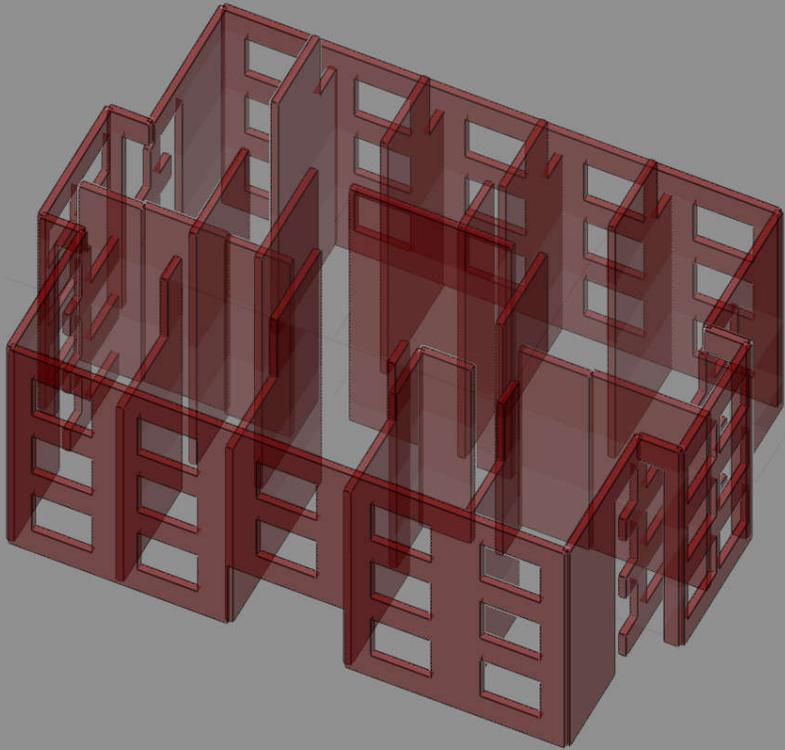
tabela – 5

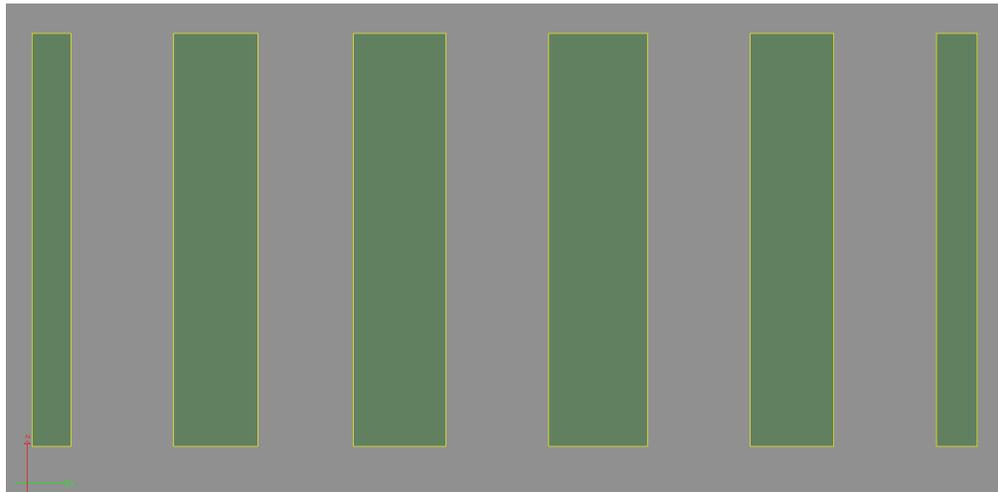
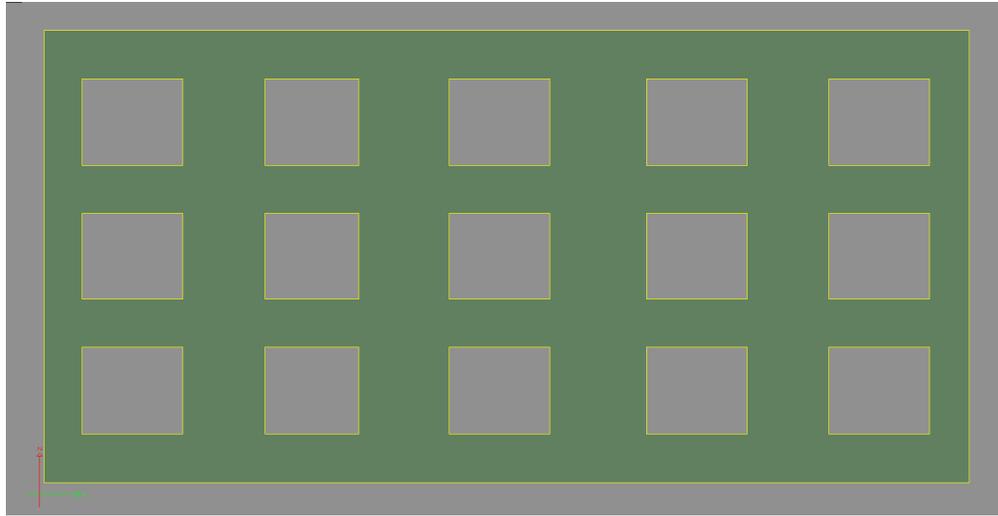
$$\gamma_m = 3.0$$

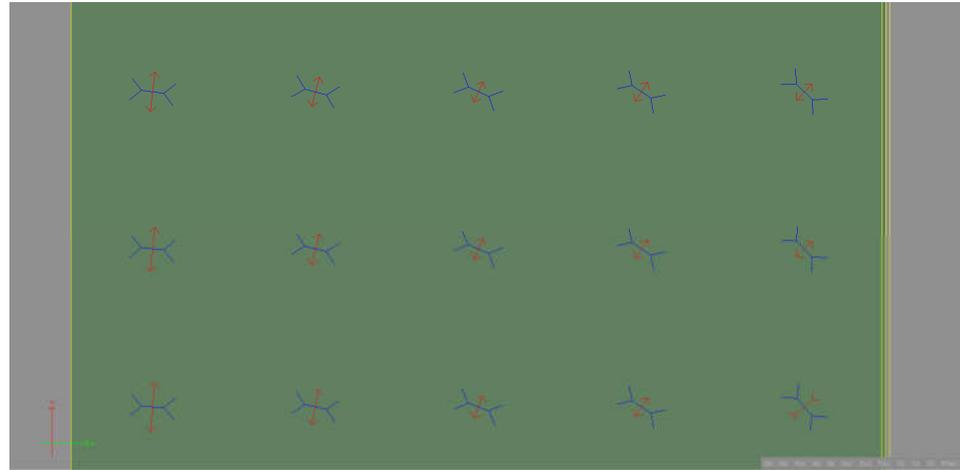
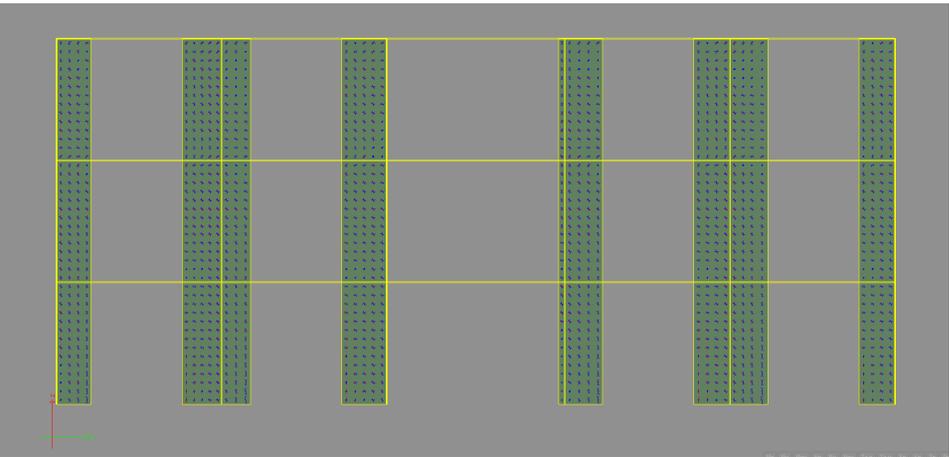
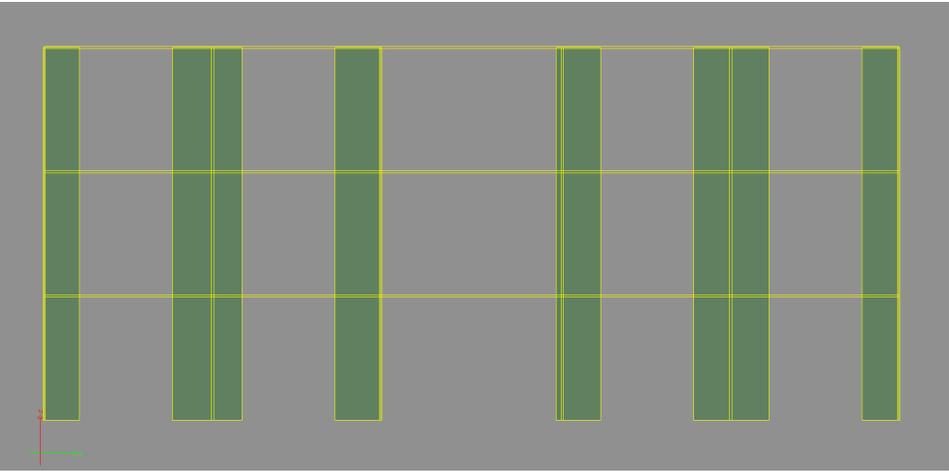
$$N_{ue} = \omega \cdot \frac{d}{\left(1 + 2 \cdot \frac{e_o}{d}\right)} \cdot \frac{f_k}{\gamma_m} = 0.9 \cdot \frac{0.25}{\left(1 + 2 \cdot \frac{0.0125}{0.25}\right)} \cdot \frac{1.903}{3} = 0.112975 \text{ MN} = 112.975 \text{ kN}$$

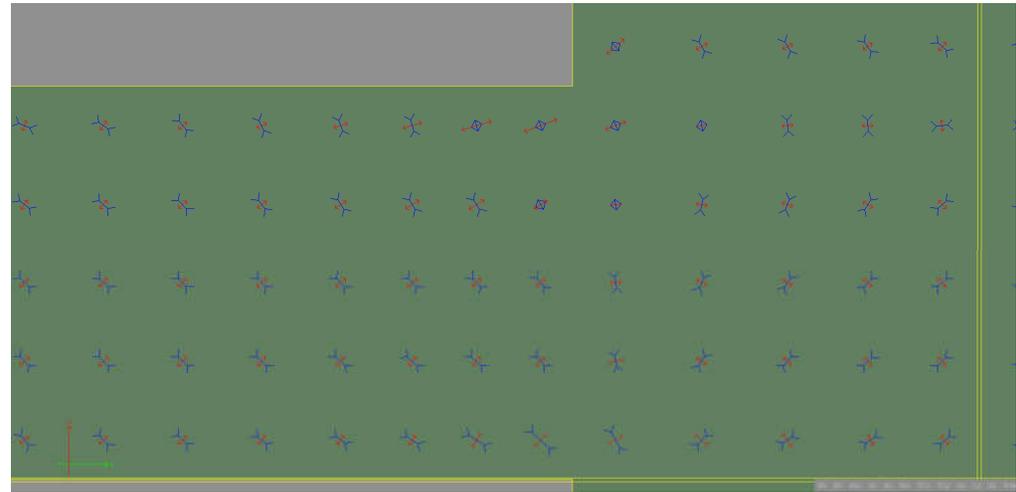
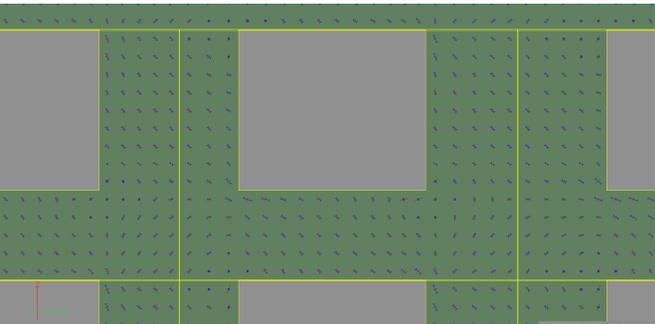
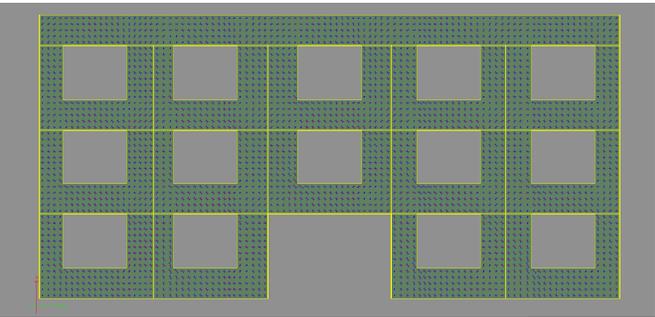
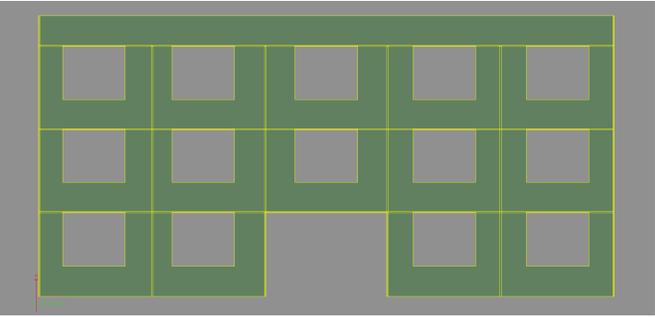
112.975 kN > 93.13 kN.....zadovoljava

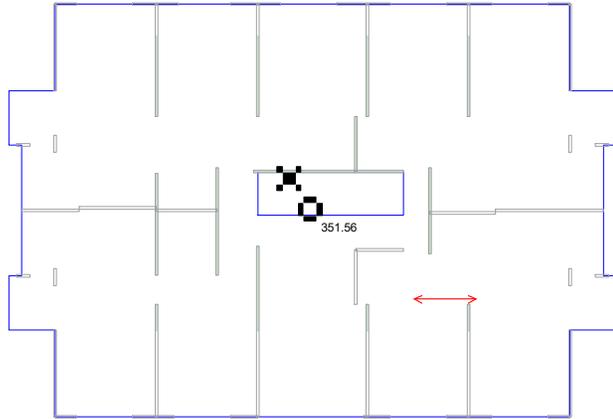




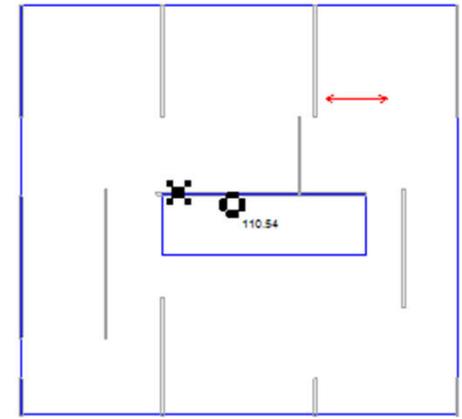




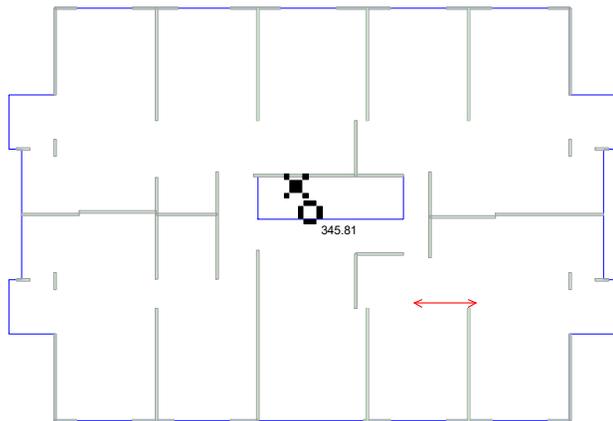




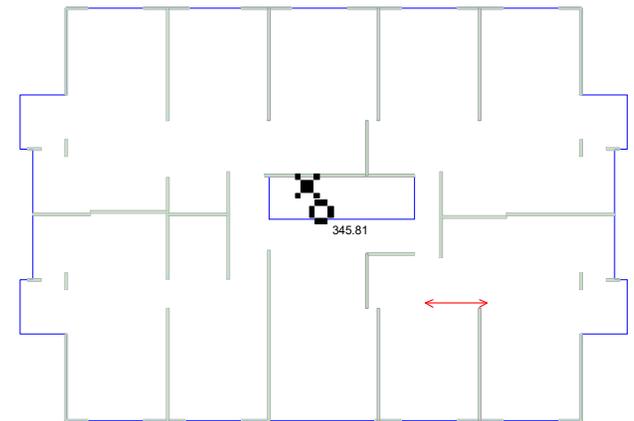
Ниво: [8.40 m]  
 Маса у тежишту нивоа 351.56 Т. Положај масе (9.82,7.99)  
 Положај центра крутости (9.05,9.15)



Ниво: [11.20 m]  
 Маса у тежишту нивоа 110.54 Т. Положај масе (9.74,9.11)  
 Положај центра крутости (8.30,9.44)



Ниво: [2.80 m]  
 Маса у тежишту нивоа 345.81 Т. Положај масе (9.82,8.03)  
 Положај центра крутости (9.30,9.00)



Ниво: [5.60 m]  
 Маса у тежишту нивоа 345.81 Т. Положај масе (9.82,8.03)  
 Положај центра крутости (9.30,9.00)

# ZAKLJUČAK

- Modeliranje zidanih konstrukcija je složeno i zahtevno,
- Razvijen je veliki broj numeričkih metoda za analizu zidanih konstrukcija,
- Primena određene metode zavisi od iskustva projektanta:
  - Jednostavne metode sa inženjerskim pristupom mogu dati dobre rezultate
  - Komplikovane metode sa pogrešnim ulaznim podacima mogu dati loše rezultate
- Prikladne su metode graničnih stanja,
- Modeliranje zasnovano na mikro pristupu,
- Modeliranje zasnovano na makro pristupu,
- Značajno mesto trenutno zauzima tehnika homogenizacije  
(veza između modeliranja na prethodna dva načina)

**dr Predrag Blagojević, d.i.g.**

Tel/Vib. +381 (0)63 460 210  
predrag.blagojevic@gaf.ni.ac.rs



Дозвољени напони у зиду при централном притиску у директној су зависности од марке зидних елемената и виткости зида.  
Провера виткости за зид у оси Б између оса 1-2

$$h_{ef} = \beta_n \cdot h_s = 0.7229 \cdot 2.6 = 1.879m$$

$$l = 335cm$$

$$h_s = 260cm$$

$$\beta_3 = \frac{1}{1 + \left( \frac{\beta_2 \cdot h_c}{3l} \right)^2} \cdot \beta_2 = \frac{1}{1 + \left( \frac{0.75 \cdot 2.6}{3 \cdot 3.35} \right)^2} \cdot 0.75 = 0.7229$$

$$\frac{h_{ef}}{d} = \frac{1.879}{0.25} = 7.516$$

Из табеле 13 за одговарајућу марку зидних елемената, марке малтера и виткости зидова се читава дозвољени напон од

$$0.6MPa$$

Дозвољени напони у зиду при центричном притиску у директној су зависности од марке зидних елемената и виткости зида.

Провера виткости за зид у оси Б између оса 1-2

$$h_{ef} = \beta_n \cdot h_s = 0.7229 \cdot 2.6 = 1.879m$$

$$l = 335cm$$

$$h_s = 260cm$$

$$\beta_3 = \frac{1}{1 + \left( \frac{\beta_2 \cdot h_c}{3l} \right)^2} \cdot \beta_2 = \frac{1}{1 + \left( \frac{0.75 \cdot 2.6}{3 \cdot 3.35} \right)^2} \cdot 0.75 = 0.7229$$

$$\frac{h_{ef}}{d} = \frac{1.879}{0.25} = 7.516$$

Из табеле 13 за одговарајућу марку зидних елемената, марке малтера и виткости зидова се читава дозвољени напон од **0.6MPa**

**Table 6.** Total horizontal seismic force (multiplied by applicable partial safety factors).

Design code	Total seismic force (kN)		Total seismic weight (kN)
	Longitudinal (X) direction	Transverse (Y) direction	
PTN-S	948.6	948.6	11912.0
EC 8-T1 (Type 1 spectra)	2301.7	2127.2	11416.4
PTN-S/EC8-T1	0.41	0.45	1.04
EC8-T2 (Type 2 spectra)	2851.4	2781.8	11416.4
PTN-S/EC8-T2	0.33	0.34	1.04

