

Projektovanje i građenje betonskih konstrukcija 2

Slajdovi uz predavanja

Osnove projektovanja seizmički otpornih
zgrada (III deo)

Principi projektovanja zgrada u seizmičkim oblastima

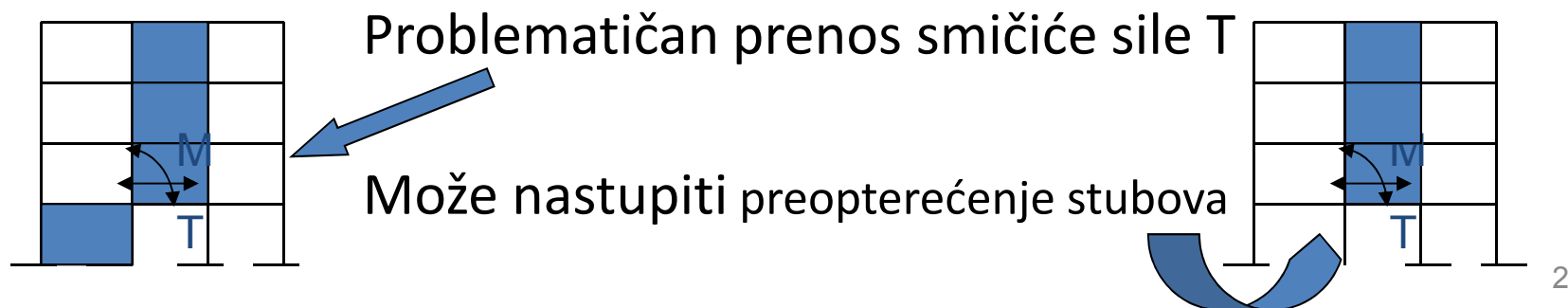
1. Lokacija:

- Urbanistički planovi definišu položaj, spratnost, gabarite, orijentaciju objekta.
- Prethodni istražni radovi → geološki profili, karakteristike tla, eventualno → seizmička mikrorejonzacija,

2. Veličina i raspored mase:

- težiti smanjenju mase, laki pregradni zidovi,
- izbaciti velike konzole i nepotrebne težine; veće mase na nižim etažama,

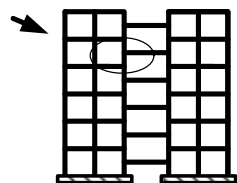
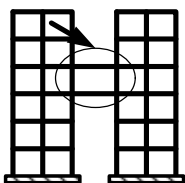
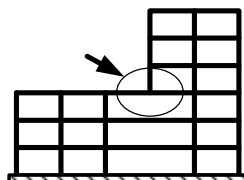
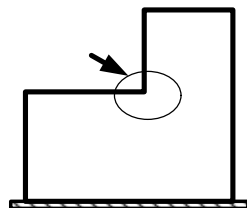
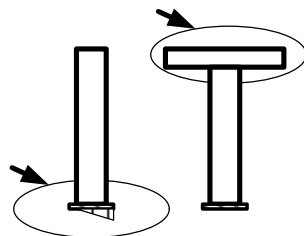
3. Eliminirati diskontinuitete krutosti po visini objekta,



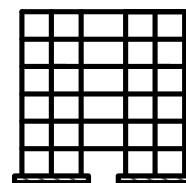
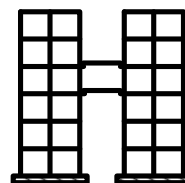
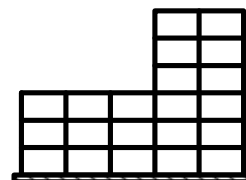
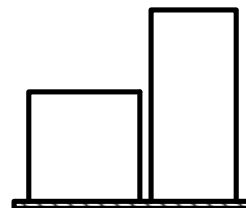
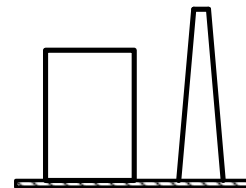
4. Osnova objekta: izbegavati zgrade razuđenih, nepravilnih i nesimetričnih osnova,
5. Zgrade velike dužine su izložene nesinhronom oscilovanju i krutost tavanice u horizontalnoj ravni je pod znakom pitanja → seizmičke dilatacije,
6. Nesimetrične zgrade – kod njih približne metode proračuna nemaju smisla; uticaj torzionog oscilovanja može biti veliki i nepredvidiv,
7. Visoke zgrade sa aneksima je bolje dilatirati zbog nagle promene krutosti, ali i zbog moguće torzije.

PRINCIPI OBLIKOVANJA ZGRADA

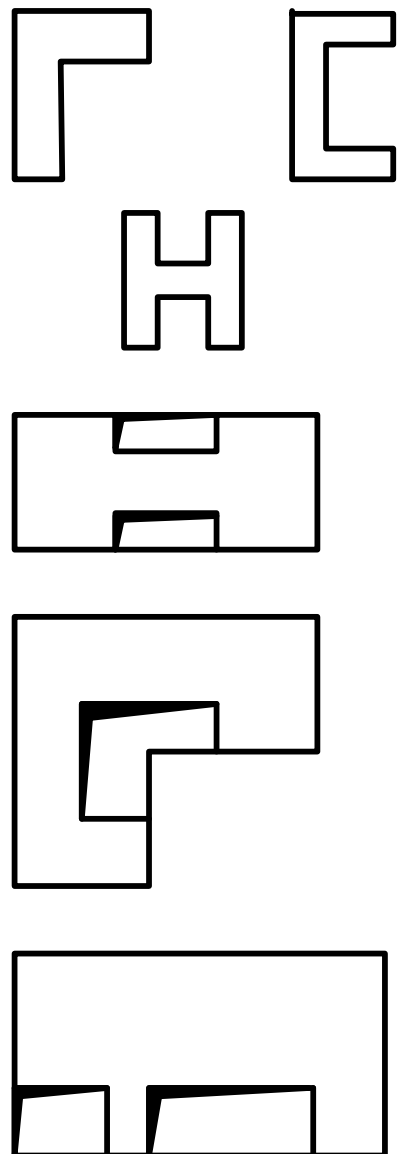
Nepovoljno



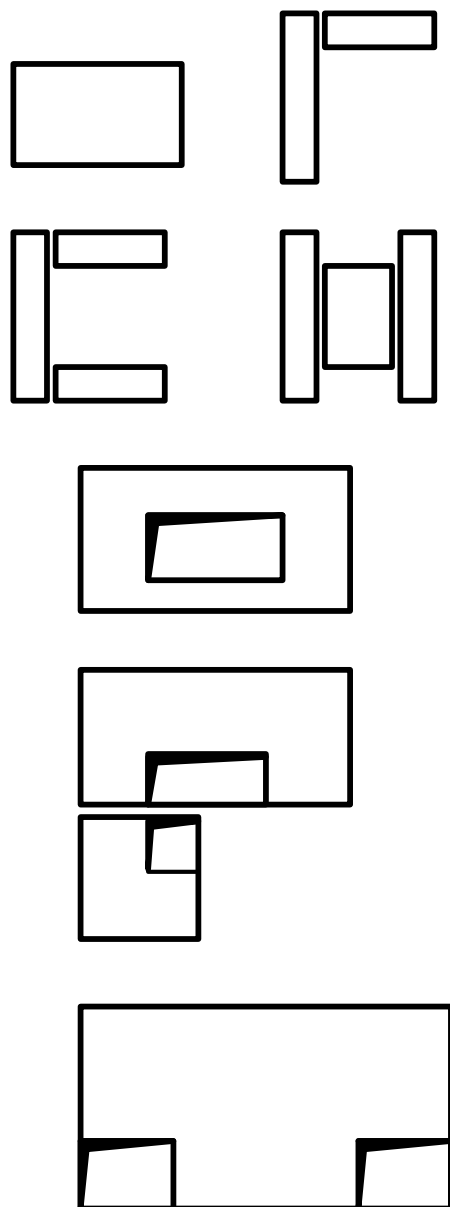
Povoljnije



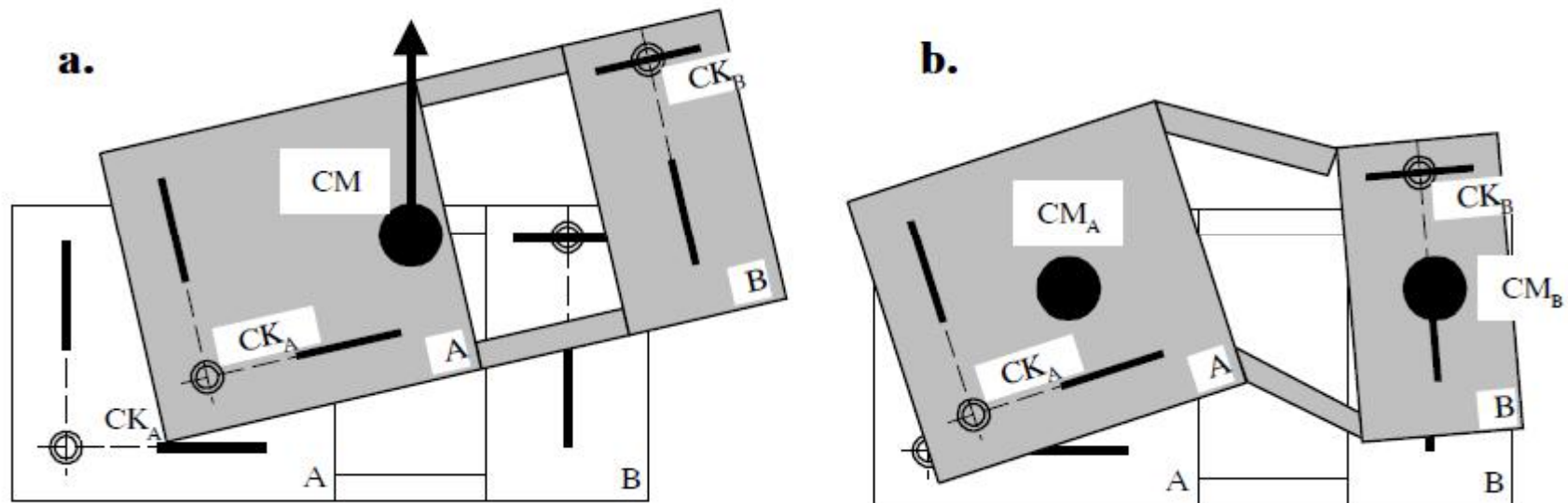
Nepovoljno



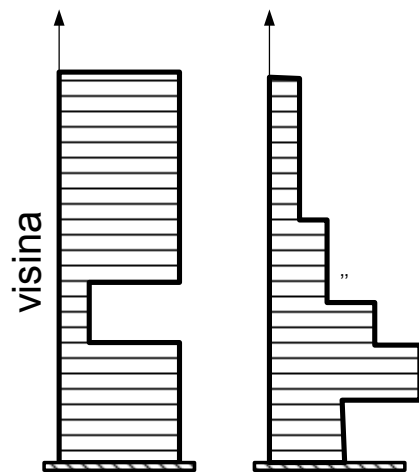
Povoljnije



Krutost tavanica

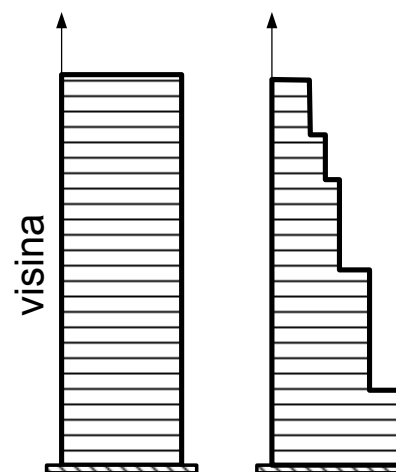


Nepovoljno

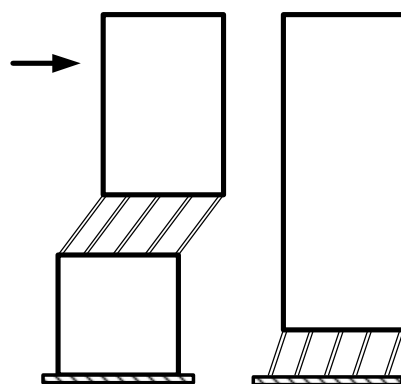


krutost

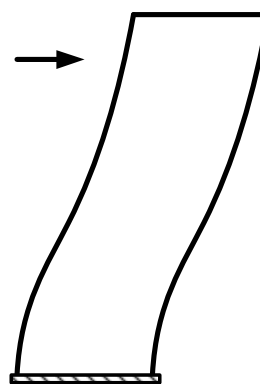
Povoljnije



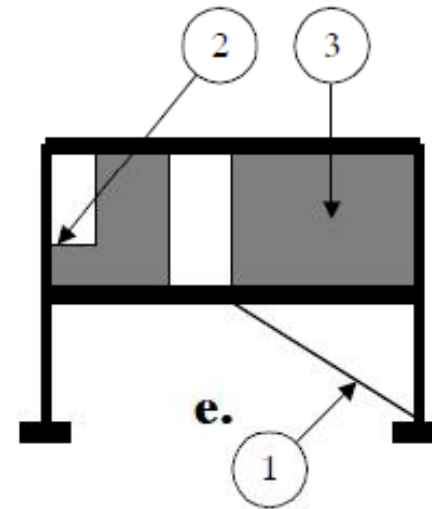
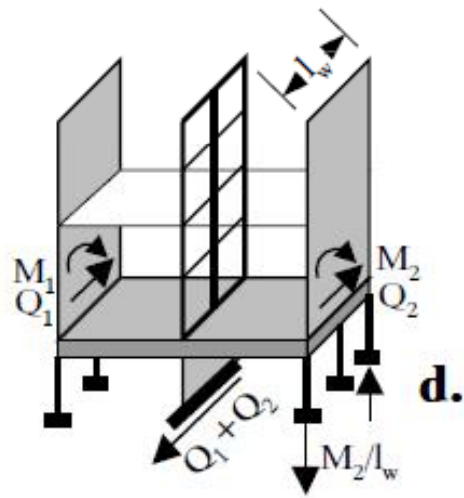
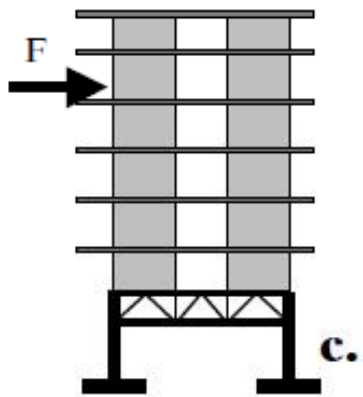
krutost



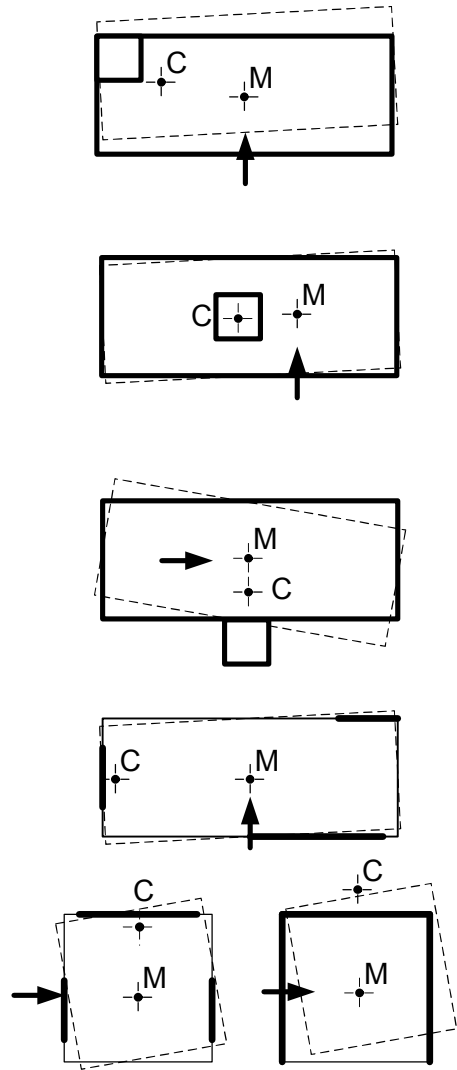
«fleksioni»
sprat



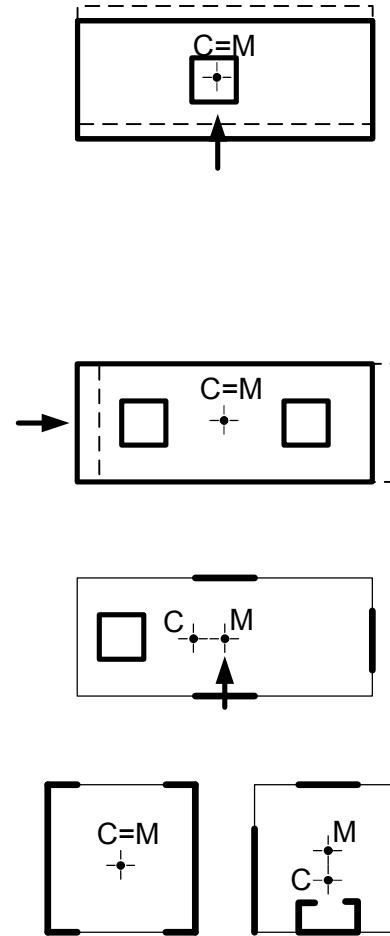
kontinualna
deformacija

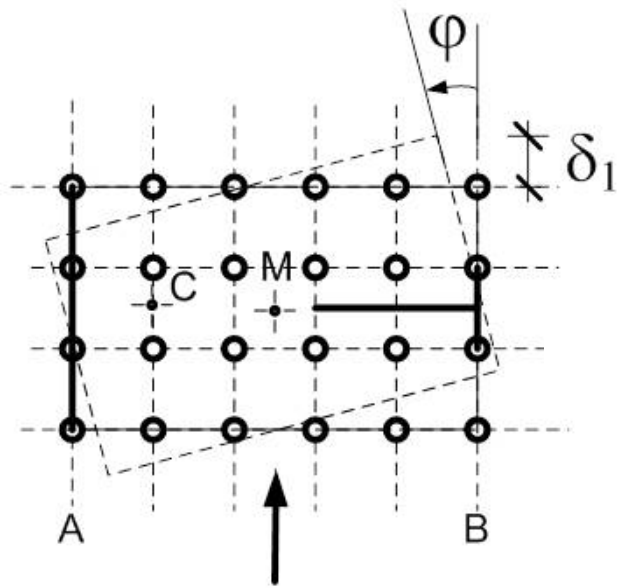


Nepovoljno

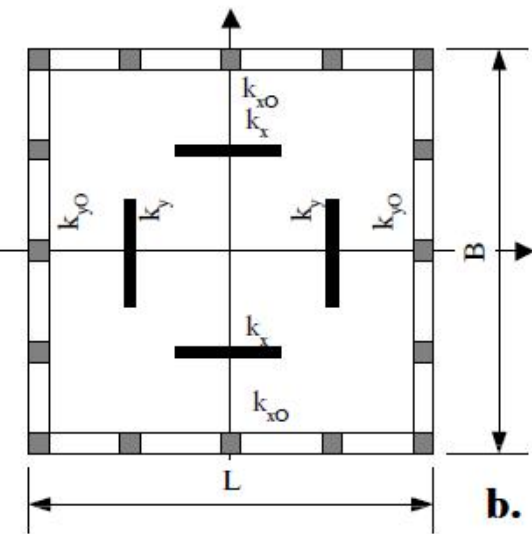
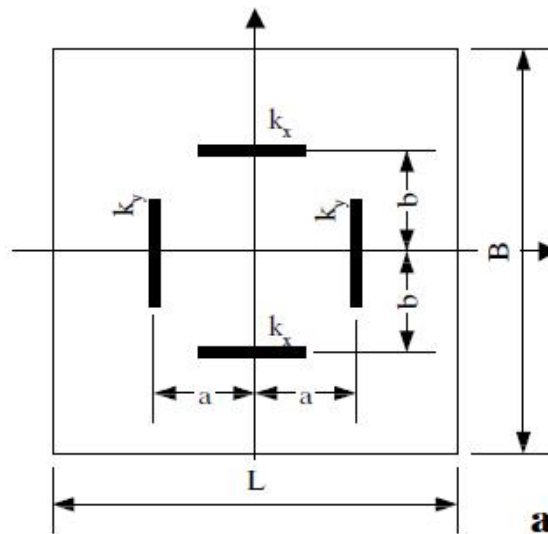


Povoljnije

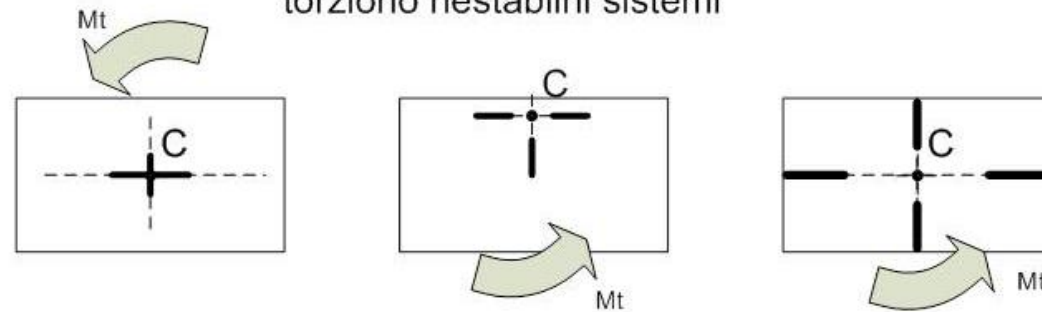




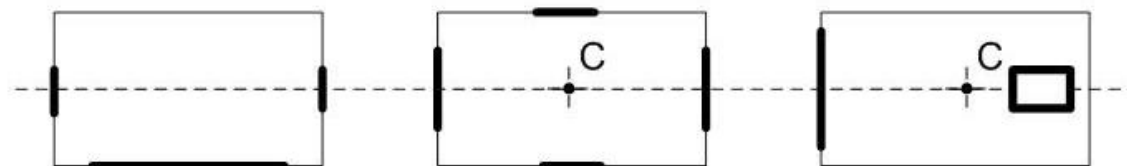
Ako se plastifikuje zid u osi B → konstrukcija je torziono nestabilna



torziono nestabilni sistemi



torziono stabilni sistemi



Tipovi konstrukcijskih sistema zgrada

a) Ramovske konstrukcije (okvirni sistemi):

- Nosivosti vertikalna i horizontalna opterećenja se prihvataju pretežno prostornim okvirima, čija je nosivost na smicanje u osnovi veća od **65%** ukupne na smicanje.
- Ostvaruju se vezama vertikalnih (stubova) i horizontalnih (ili kosih) elemenata (greda).
- Podela: prosti i složeni – višespratni ramovi; prostorni ramovi.
- Kod složenih ramova osovinski razmaci stubovai se kreću uobičajeno od 3.5 m do 10 m.

- Stubovi su konstantnih preseka, ili se menjaju skokovito po visini.
- Fundiranje na temeljima samcima, trakastim temeljima, temeljnim roštiljima ili, danas najčešće, temeljnim pločama.
- Dimenzije greda zavise od raspona, broja polja i opterećenja; visina se kreće od $L/8$ do $L/16$, širina je obično $b \geq 25$ cm.
- U proračunima se usvaja da se krutosti elemenata rama određuju na bazi homogenih preseka sa početnim modulom E_{b0} .
- Za proračun stabilnosti po teoriji II reda: grede $0.4E_{b0}J_b$ a stubovi $0.8E_{b0}J_b$ čime se približno uzima u obzir pojava prslina.

- Kombinacije opterećenja za dimenzionisanje obuhvataju: stalna, pokretna, vetar, seizmiku, temperaturne promene, skupljanje betona.
- Za veliki broj kombinacija statičkih uticaja sa različitim parcijalnim koeficijentima sigurnosti, merodavne su one kombinacije koje daju najveću armaturu u preseku i najveća naprezanja u betonu.
- Za velika pokretna opterećenja → ekstremne vrednosti uticaja.
- Karakteristični preseci: greda - polje i oslonci prema M_u (obično su $N_u \sim 0$), oslonci prema T_u ; stubovi - presek na vrhu i u dnu stuba za $(\max M_u, \text{odg } N_u)$ i $(\max N_u \text{ i } \text{odg } M_u)$.

- Čvorove rama armirati tako da se omogući prenos unutrašnjih sila sa priključnih elemenata – greda (“utezanje” poprečnom armaturom – uzengijama naročito ivičnih stubova i čvorova poslednje etaže),
- Čvorovi moraju ostati elastični posle zemljotresa; njihova nosivost mora biti veća od nosivosti priključnih greda i stubova.

Zahtevi EC8

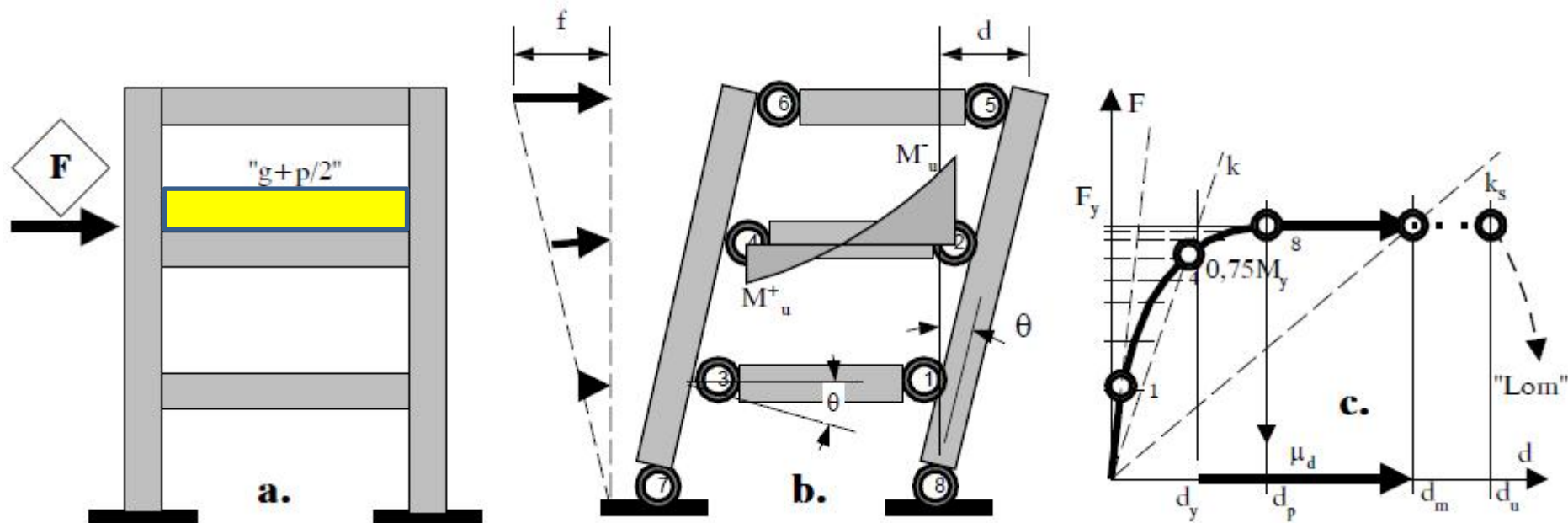
- Krajevi stubova – obezbediti visoku duktilnost
- Podužna armatura stubova: $1\% \leq \mu \leq 4\%$
- Zabranjeno nastavljati armaturu zavarivanjem u kritičnoj oblasti

- Za DCH – šipke se vode kroz kritičnu oblast bez prekida; za ostale oblasti preklapanjem 50 %
- Ograničenje prečnika podužne armature greda koja se vodi kroz čvor rama

Zahtevi YU-81

- Krutost greda manja od krutosti stubova
- Čvorovi moraju ostati elastični
- Plastični zglobovi na kraju greda
- Grede iznad oslonaca armirati sa $\mu' \geq 0.5 \mu$
- Uzengije greda zatvorene, sa preklopom po kraćoj strani, $e_u \leq 20 \text{ cm}$; na $0.2 L$ od čvora rama $e_u \leq 10 \text{ cm}$

- Napon u stubovima ramovske konstrukcije od gravitacionog opterećenja ograničen na $\sigma_o \leq 0.35 \times 0.7 mb$
- Uzengije u stubovima: $e_u \leq 15 \text{ cm}$, na 1 m od čvora $e_u \leq 7.5 \text{ cm}$
- Nastavljanje armature stubova za $\varnothing > 20 \text{ mm}$ zavarivanjem (!), ili preklapanjem 50 % na svakom spratu
- Uzengije stubova se provlače i kroz čvorove ramova



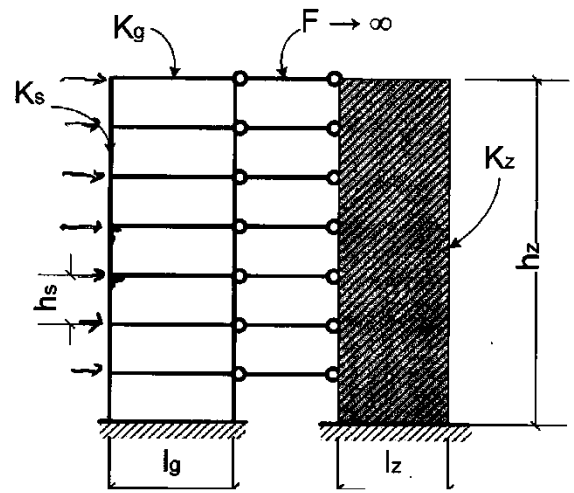
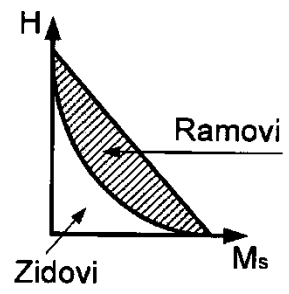
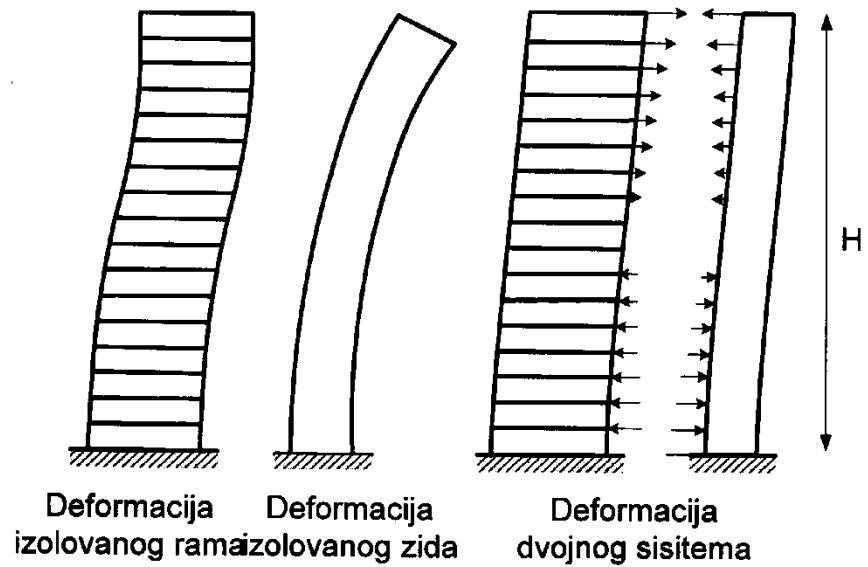
b) Dvojni sistemi: u prijemu horizontalnih opterećenja učestvuju delom okvirni sistemi, a delom konstrukcijski zidovi, pojedinačni ili povezani;

b1) Dvojni sistem sa dominantnim delovanjem zidova:

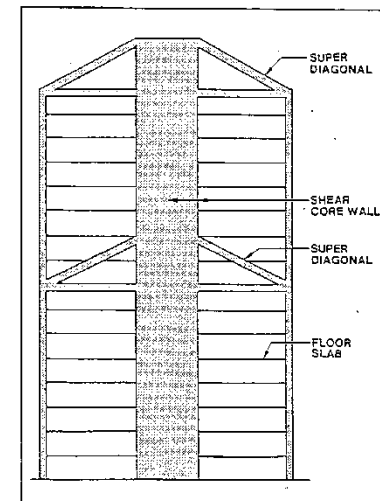
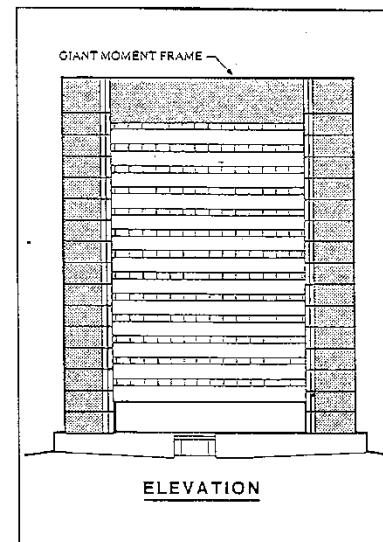
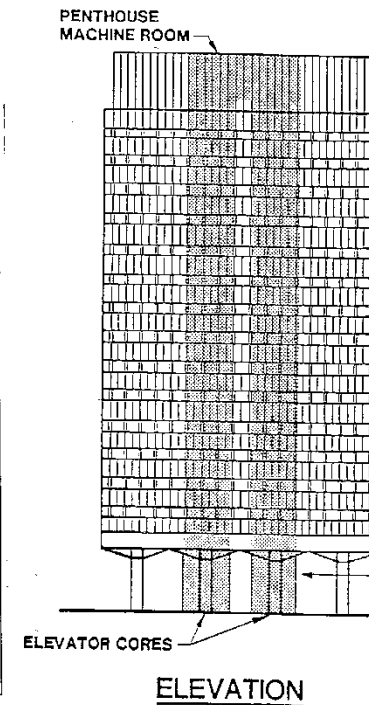
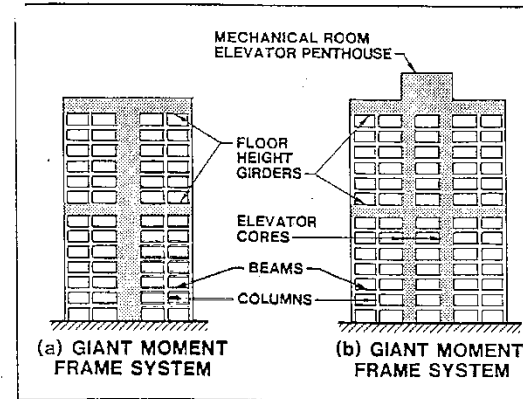
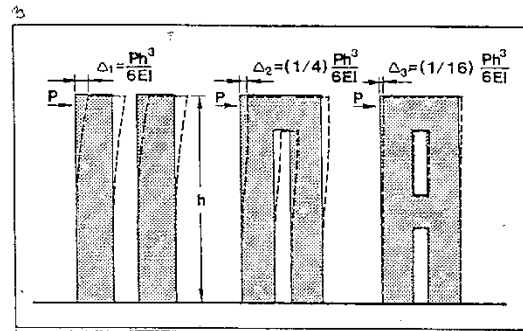
nosivost na smicanje zidova u nivou temelja je veća od **50%** ukupne nosivosti

b2) Duktilni sistem zidova (povezani ili nepovezani): vertikalna i horizontalna opterećenja prihvataju se pretežno vertikalnim konstrukcijskim zidovima, bilo povezanim ili nepovezanim, a čija je nosivost na smicanje u osnovi veća od **65%** ukupne nosivosti na smicanje

DVOJNI SISTEM → RAMOVI + ZIDOVI



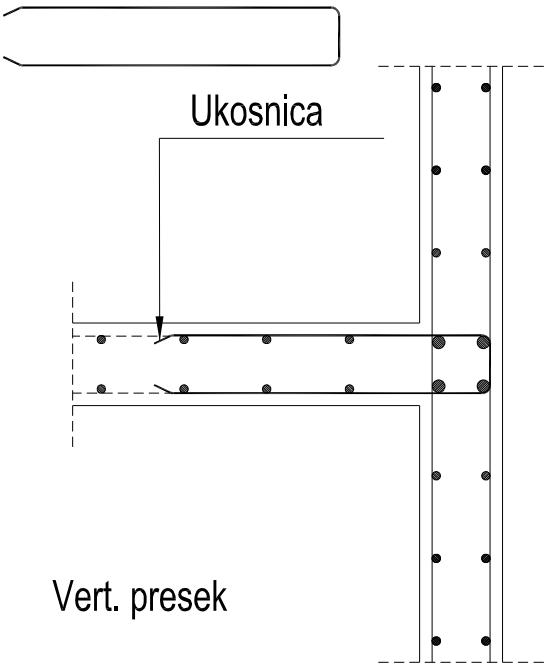
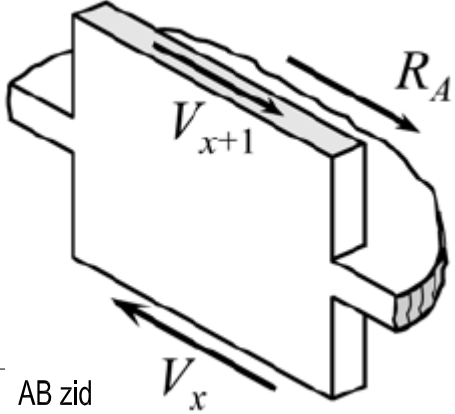
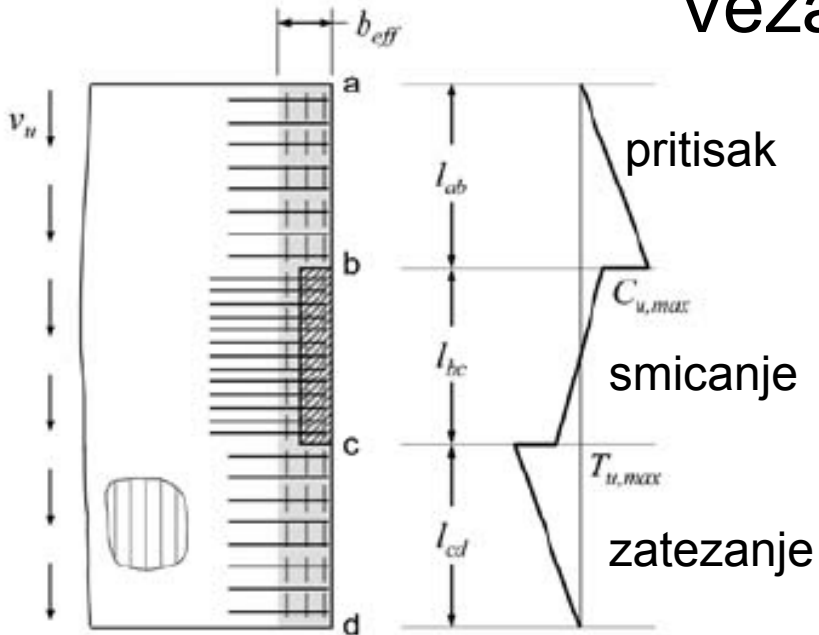
Sistemi sa jakim povezanim ramovima



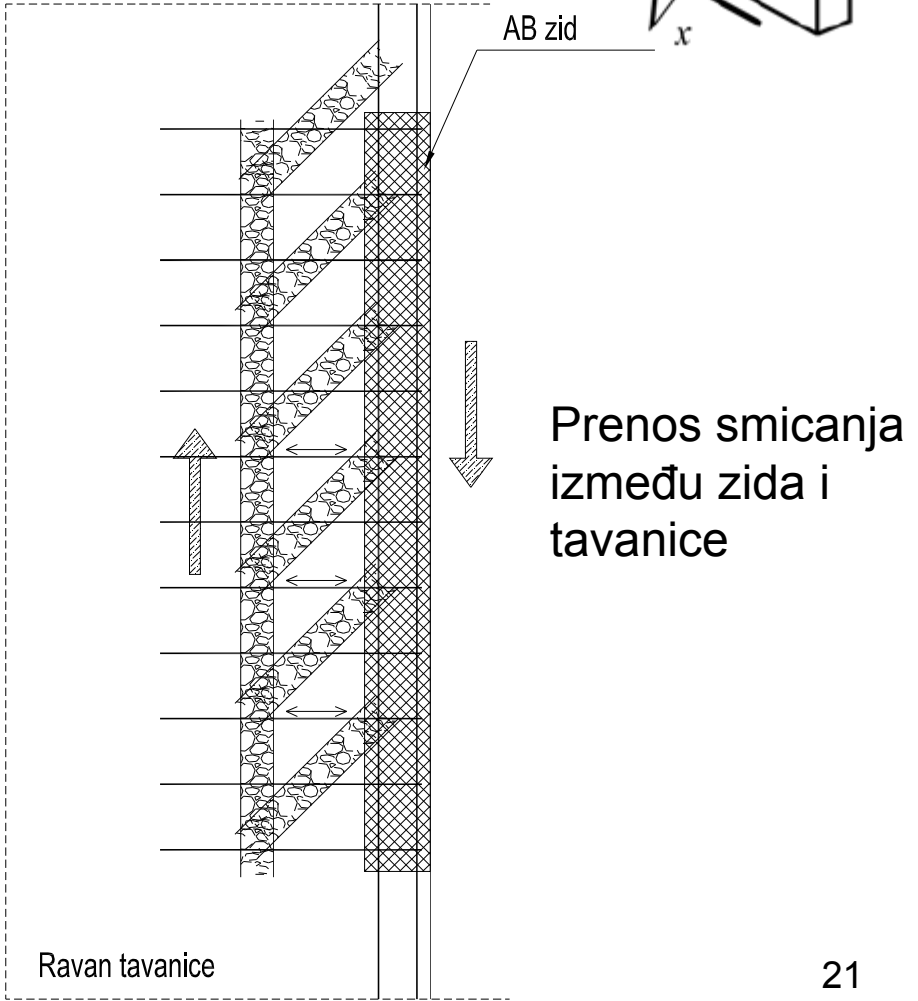
ARMIRANOBETONSKI ZIDOVI TREBA DA OBEZBEDE:

- Potpuno elastično ponašanje i male deformacije za najjači vetar i umerene zemljotrese
- Kontrolu horizontalnih pomeranja (spratnih i ukupnih) za projektni zemljotres
- Simetriju krutosti objekta u osnovi
- Torzionu stabilnost objekta (efikasni su po obimu objekta)
- Sigurnost na preturanje celog objekta
- Prihvatanje inercijalnih sila sa međuspratne konstrukcije – važno je obezbediti vezu tavanice i zida

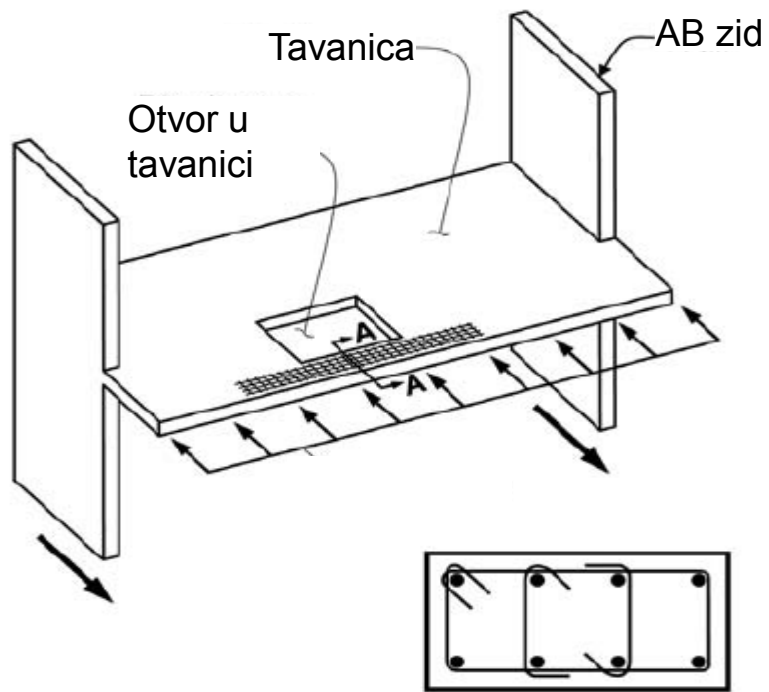
Veza tavanice i zida



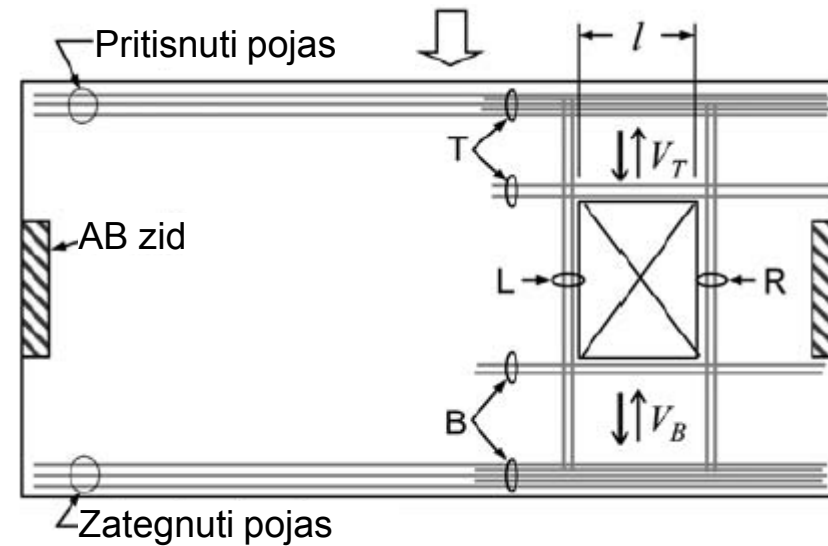
Vert. presek



Armiranje otvora u tavanici



Armatura oko otvora:
T, B – za lokalno savijanje
L, R – za prenos smicanja V_T i V_B
levo i desno od otvora

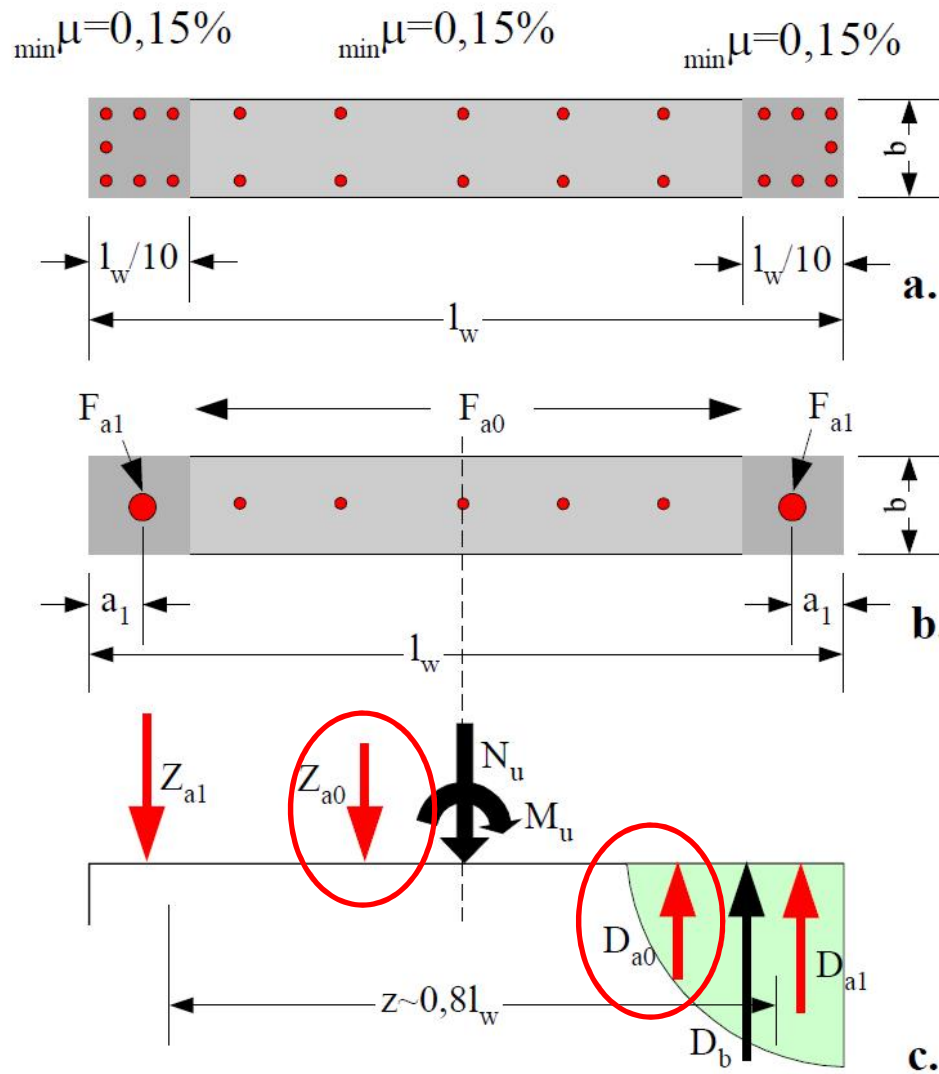


TREBA TEŽITI:

- Da se angažuju i zidovi drugog pravca (projektovati zidove oblika T, L ili I) sa dobrom vezom pomoću horizontalne armature
- Da se što više zidova postavi po periferiji objekta (voditi računa o temperaturnim promenama)
- Kod dvojnih sistema da se što više gravitacionog opterećenja prenese preko zidova (problem nom. sile)
- Da zidovi budu povezani prečkama (formiranje plastičnih zglobova)
- Da se prošire ivice zidova (smeštaj grupisane armature, izbočavanje pritisnute ivice pri zemljotresu...).

YU PROPISI - AB ZIDOVI – DIJAFRAGME

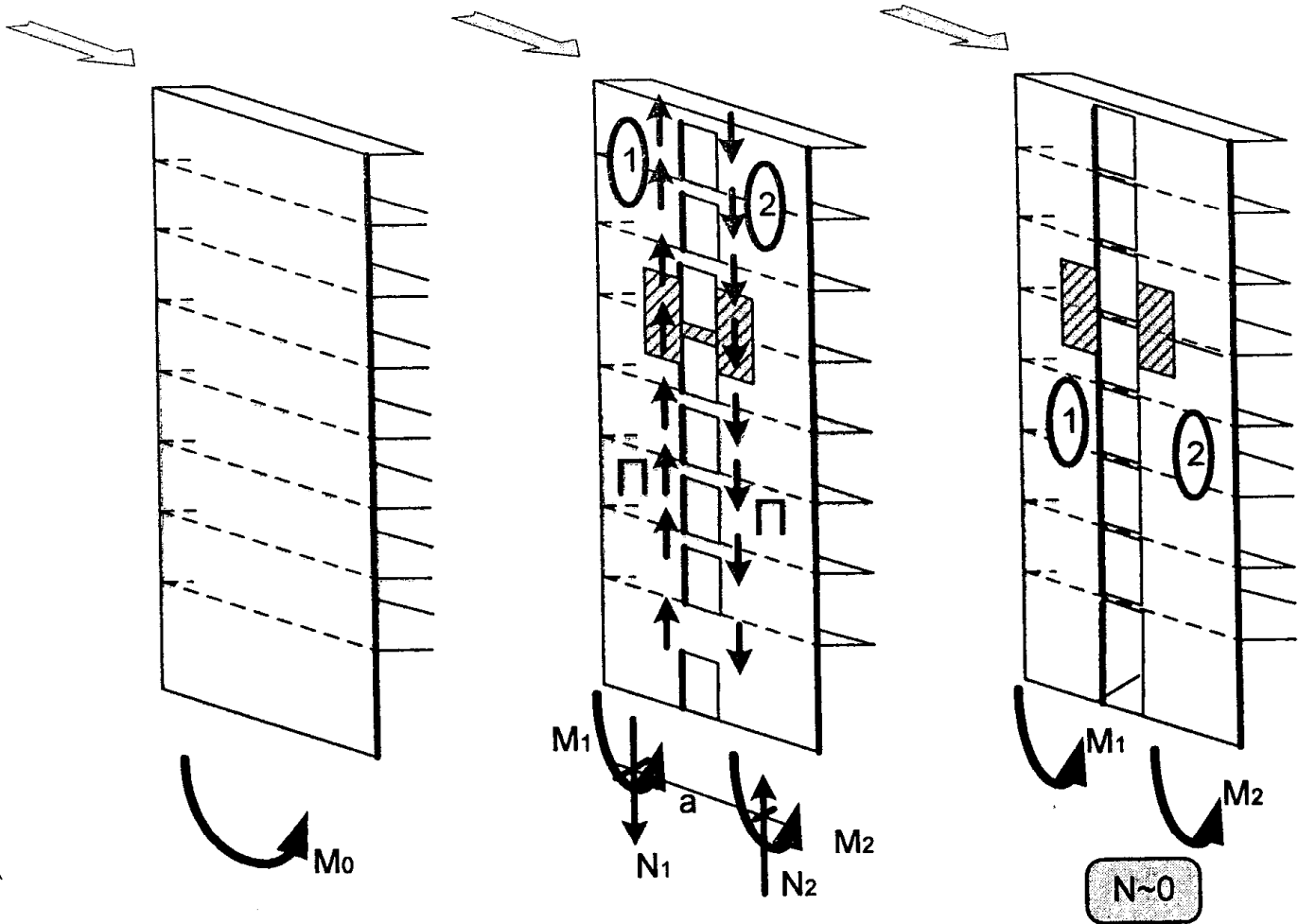
- Površina poprečnih preseka zidova u osnovi $\geq 1.5 \%$ bruto površine objekta u osnovi
- Odnos $h/l \geq 2$; debljina zida $d_z \geq 15 \text{ cm}$
- Plastini zglobovi se formiraju u prečkama
- Ukupna vertikalna armatura je $\mu \geq \mathbf{0.45 \%}$; na $l_z / 10$ grupisati armaturu u iznosu $\mu \geq 0.15 \%$; srednji deo zida $\mu = 0.15 \%$
- Horizontalna armatura prihvata celu seizmičku silu na pojedinom nivou; minimalna horizontalna armatura: $\mu_{\min} = 0.20 \%$



Koncept armiranja zida

- Kada je odnos $h/l \leq 2$ (kratki zid), minimalna vertikalna i horizontalna armatura su $\mu_{\min} = 0.25 \%$ i raspoređuju se ravnomerno po dužini zida
- Napon u zidovima od gravitacionog opterećenja ograničiti na $\sigma_o \leq 0.2 \cdot 0.7 MB$ (uslov duktilnosti)
- Nastavljanje vertikalne armature u sredini zida na preklop; na krajevima zida armatura se vodi kroz dva sprata sa 50 % preklapanja u svakom spratu

Zidovi sa otvorima

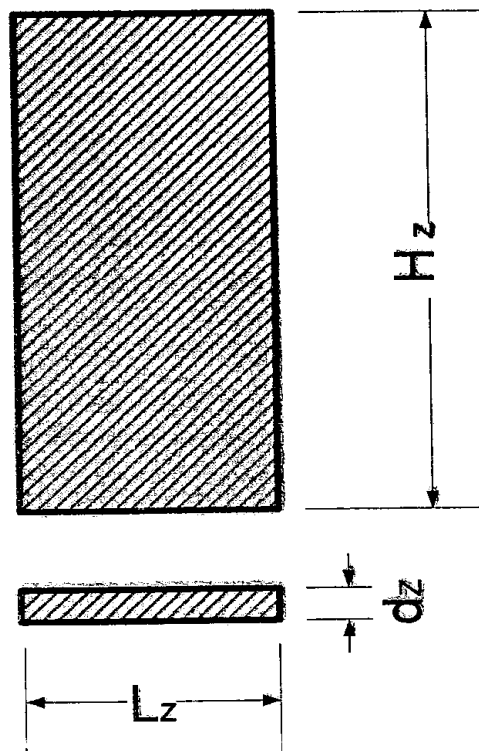


$$M_0 = M_1 + M_2 + N \cdot a$$

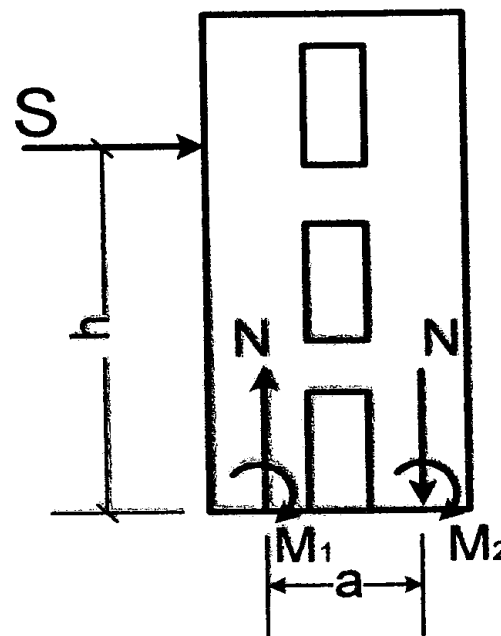
$$\sum \Pi = N$$

$H_z/L_z > 2 \rightarrow$ Vitak zid
 $H_z/L_z \leq 2 \rightarrow$ Kratak zid

$L_z > 4 \cdot dz$



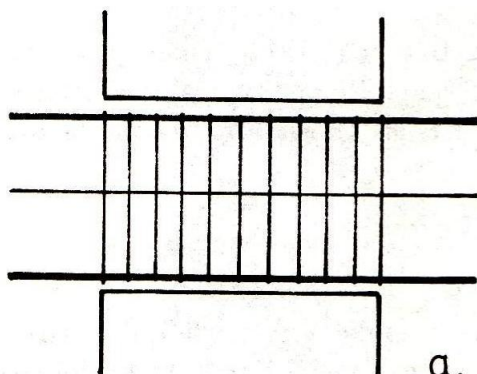
Spojeni zidovi \rightarrow kada je
 $N \cdot a \geq 0.25 M_0$



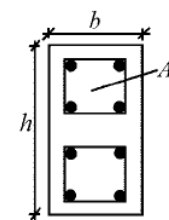
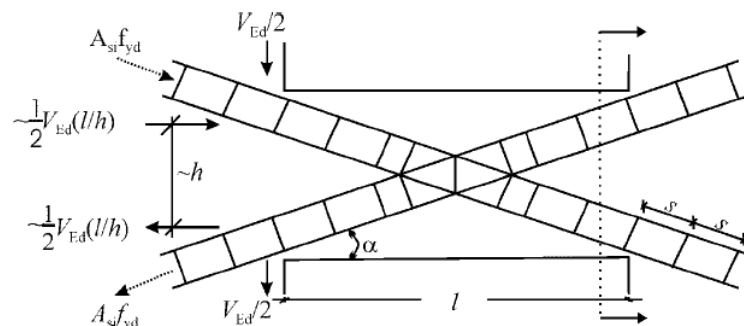
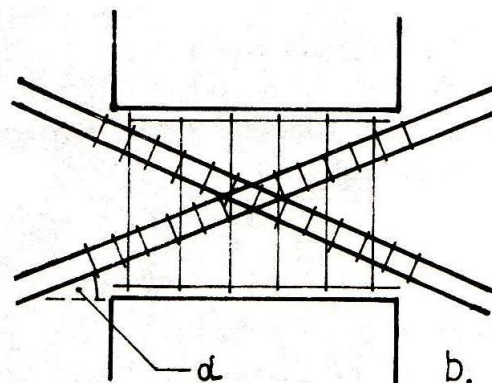
$S \cdot h = M_1 + M_2 + N \cdot a$

Armiranje zidova sa otvorima

- 1) Mali otvori – kao pun zid, sa opšivanjem otvora
- 2) Veliki otvori sa slabim prečkama – kao dva odvojena zida prema momentima M_1 i M_2
- 3) Spojeni zidovi sa prečkama ($N \cdot a \geq 0.25M_o$) – kao dva zida prema N_1 i M_1 , odnosno N_2 i M_2 .

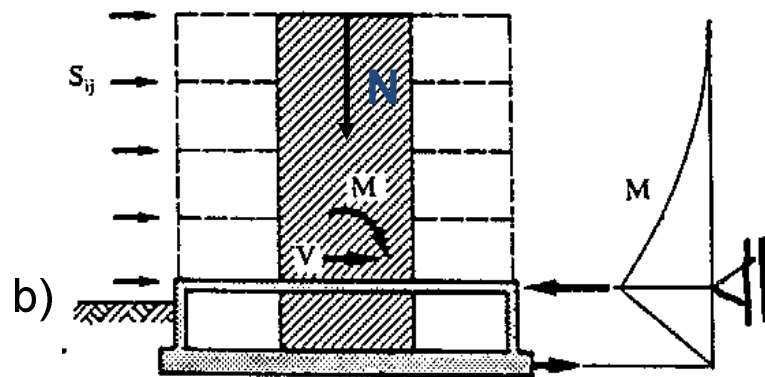
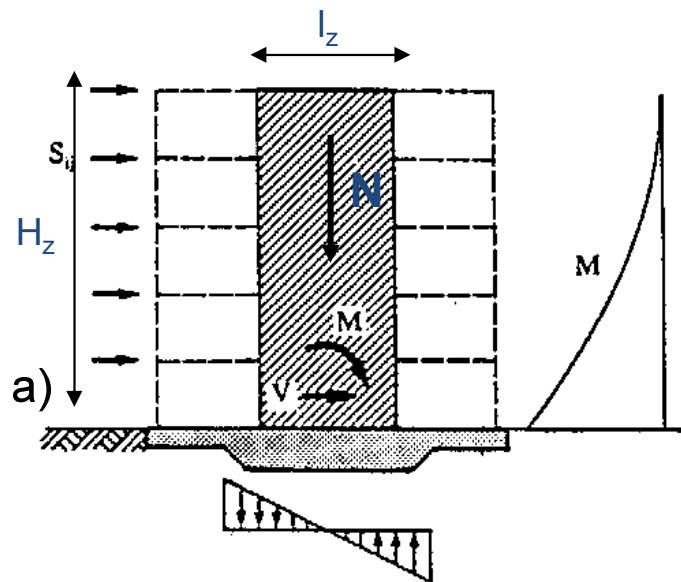


Armiranje prečki:



EC8

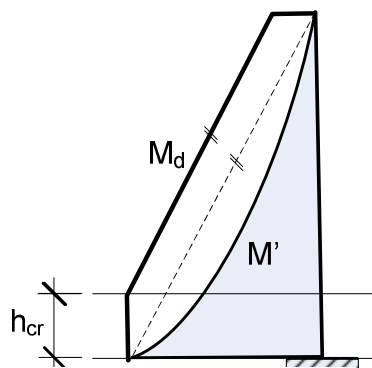
Zid u objektu bez i sa krutom podrumskom etažom



Slučaj krute podrumske "kutije"

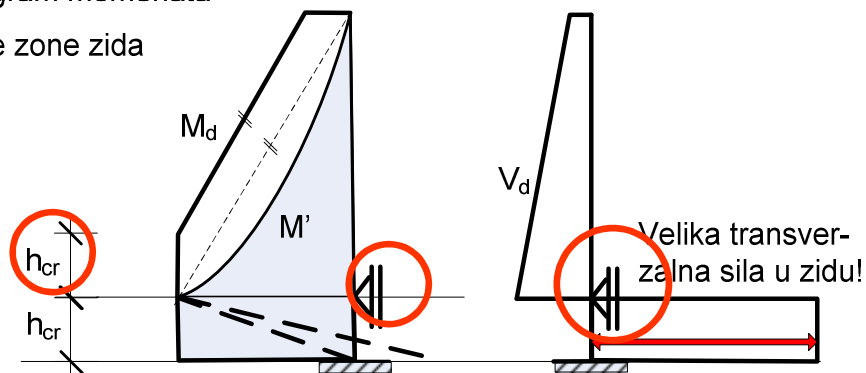
M_d – računski dijagram momenata

h_{cr} – visina kritične zone zida



h_{cr} – visina kritične oblasti

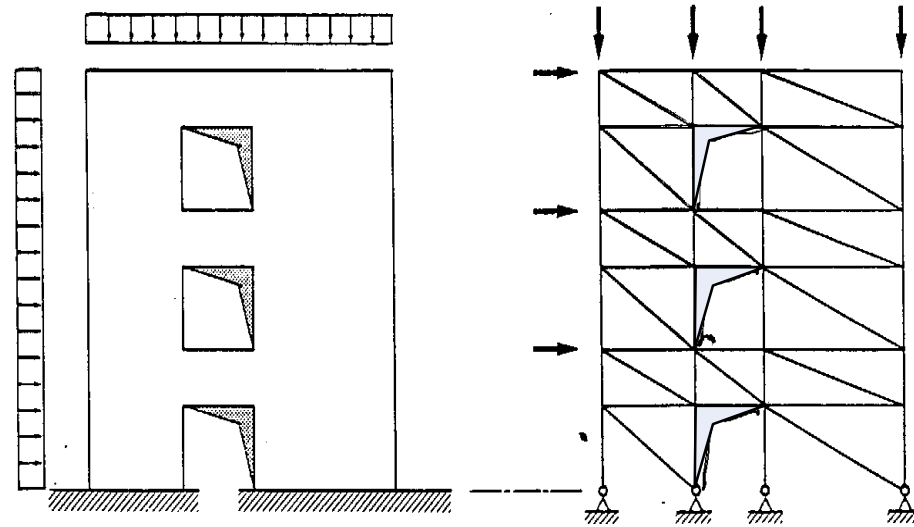
$$h_{cr} = \max. (l_z; H_z/6)$$



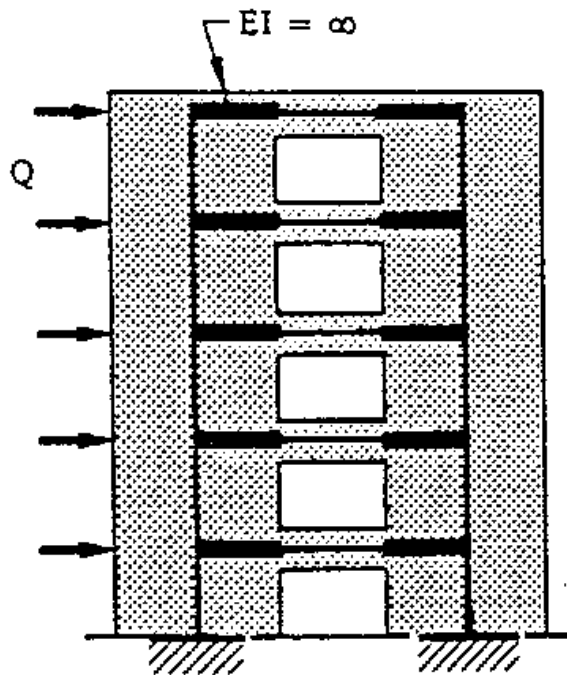
c) i d) – konstrukcije sa krutim podrumom

Različiti modeli za proračun zidova

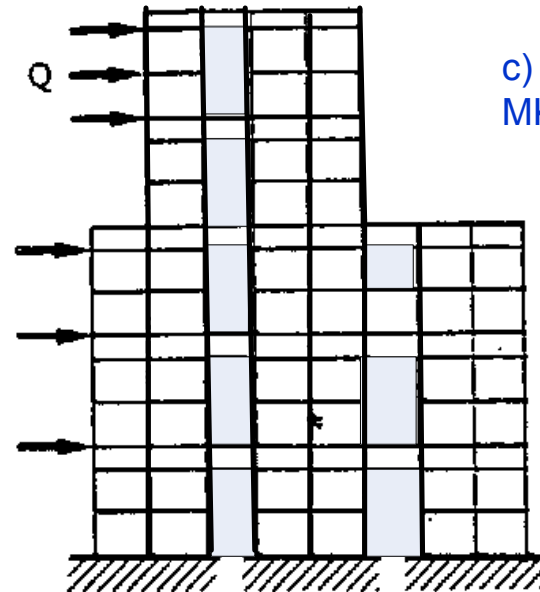
a) Model pritisnutih štapova i zatega



b) Linijski model



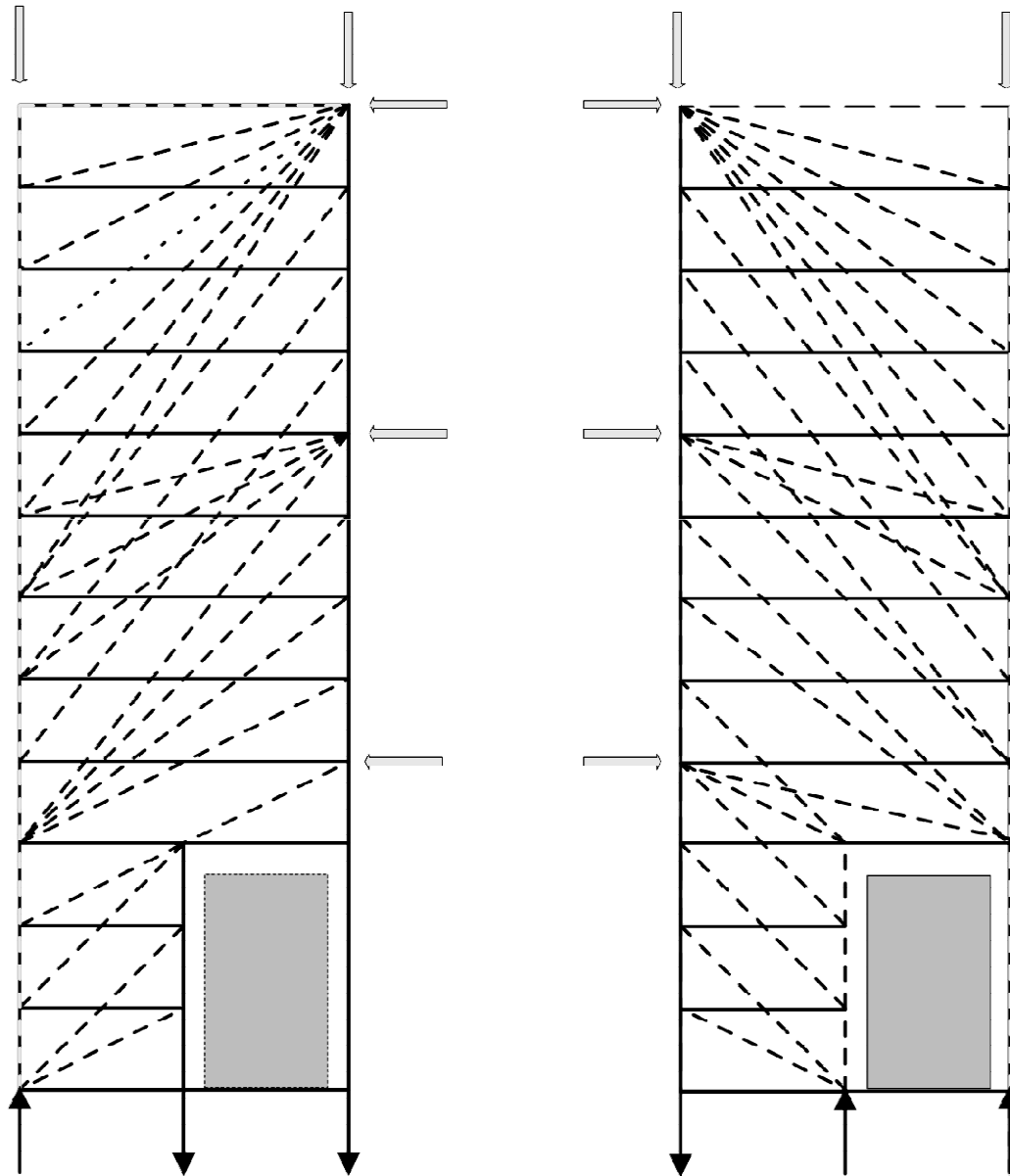
c) Model MKE



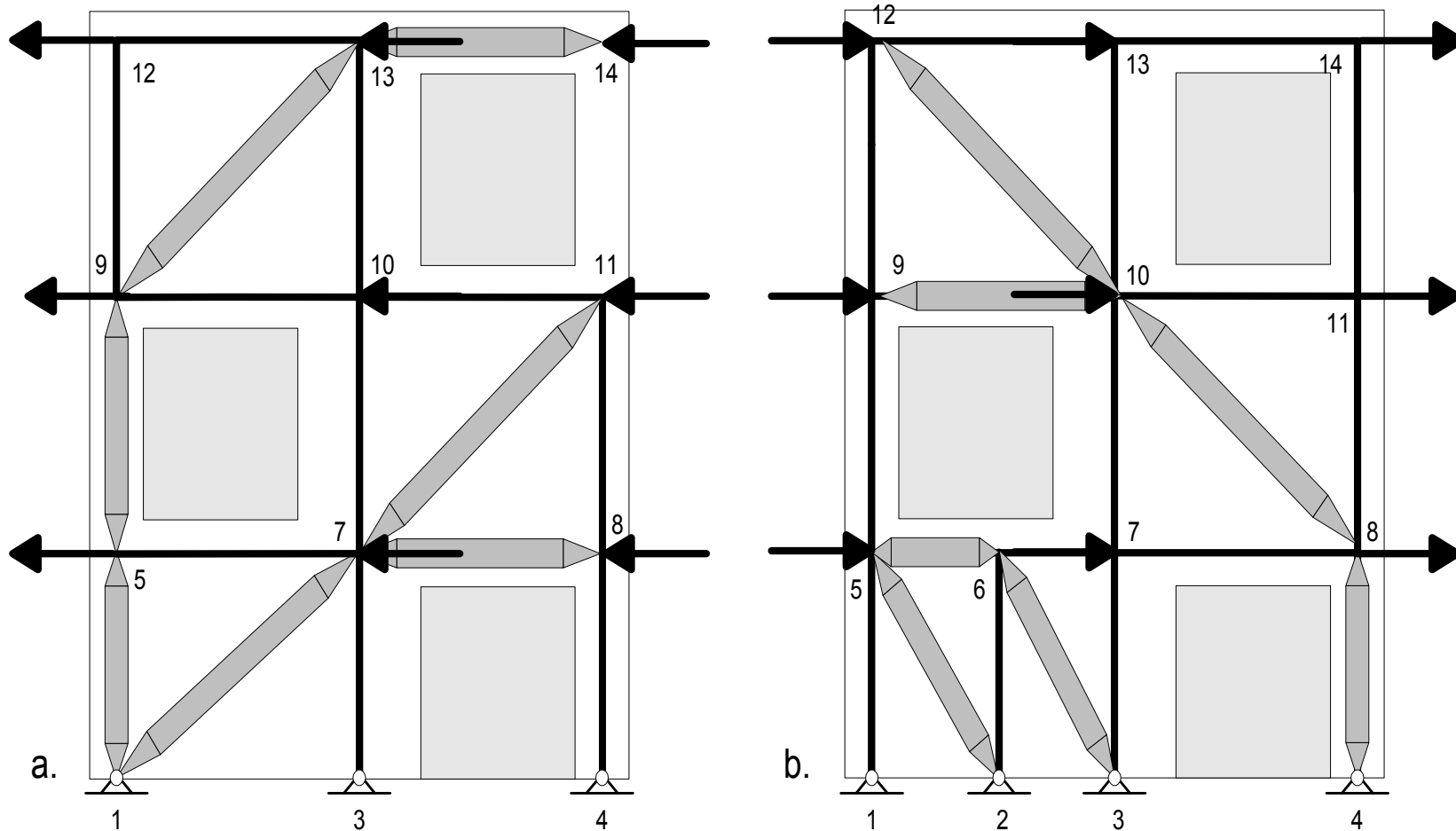
Proračun zidova sa otvorima metodom "pritisnutih štapova i zatega"

pritisak

zatezanje

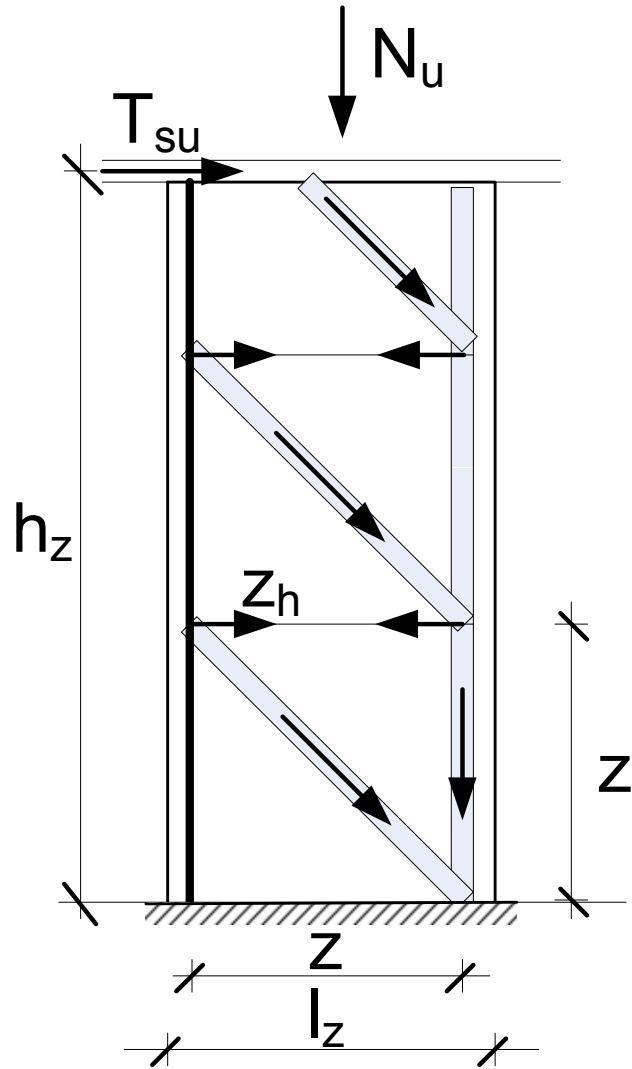


Proračun zidova sa otvorima metodom "pritisnutih štapova i zatega" (zatezanje \longrightarrow)



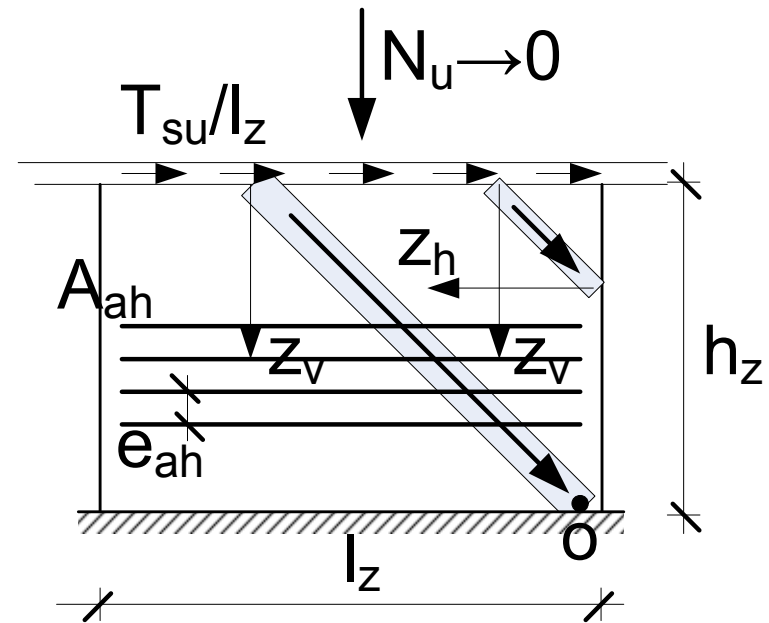
$$h_z > l_z$$

$$A_{ah} = 1.25 \cdot T_{su} \cdot e_{ah} / (\sigma_v \cdot l_z)$$

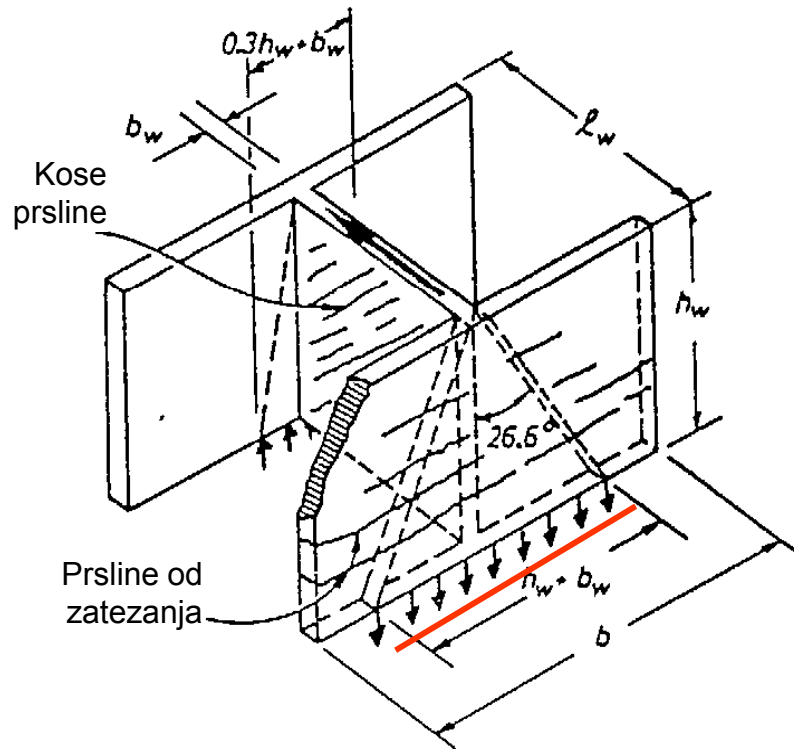


$$h_z \leq l_z$$

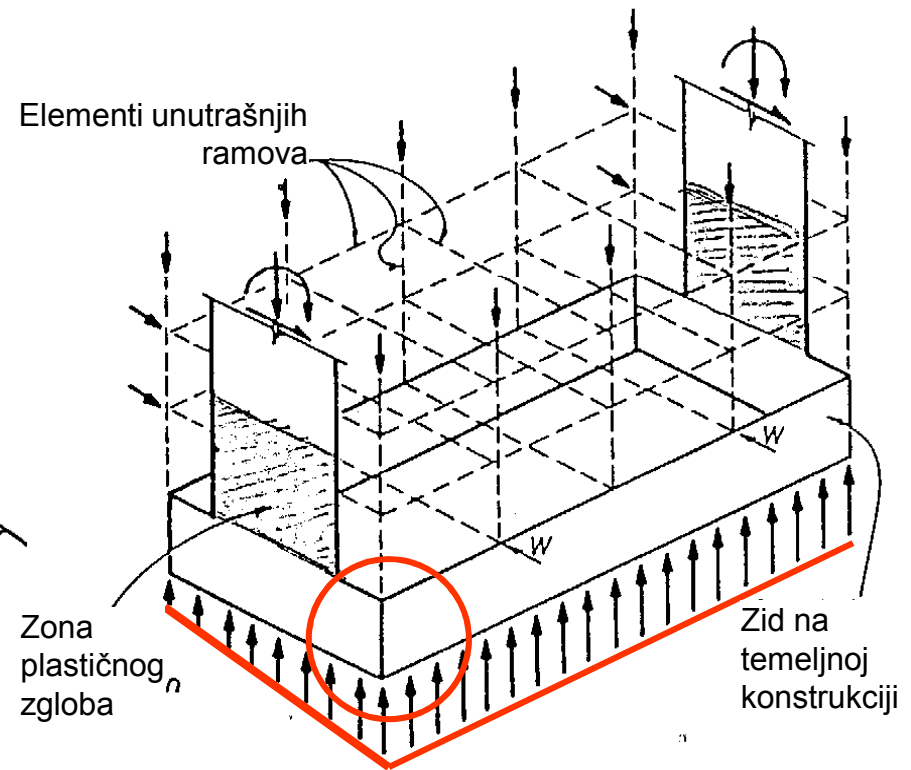
$$A_{ah} = T_{su} \cdot e_{ah} / (\sigma_v \cdot l_z)$$



Krutost zida I preseka



Opterećenje tla



Konstruktivni sistemi prema spratnosti zgrada

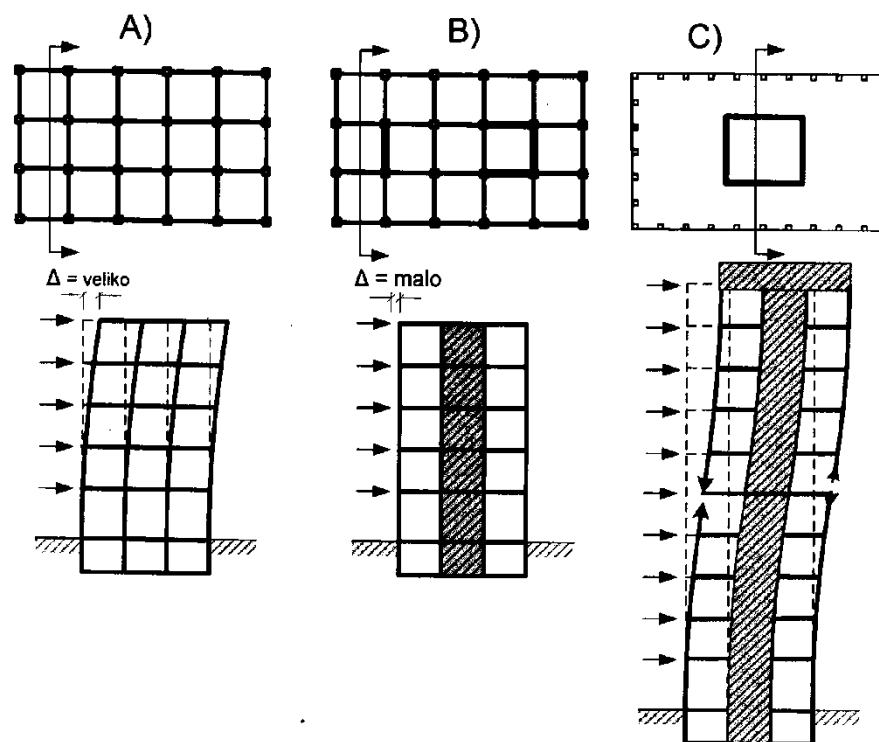
A) RAMOVSKJE KONSTRUKCIJE - do 25 spratova

B) KONSTRUKCIJE SA AB ZIDOVIMA

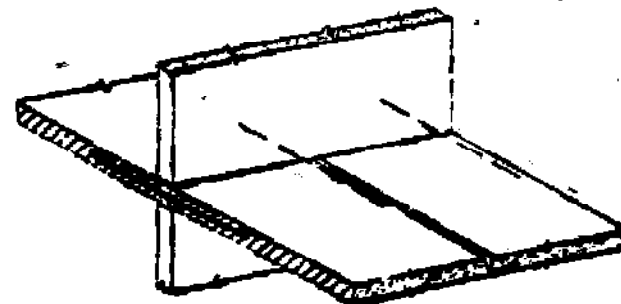
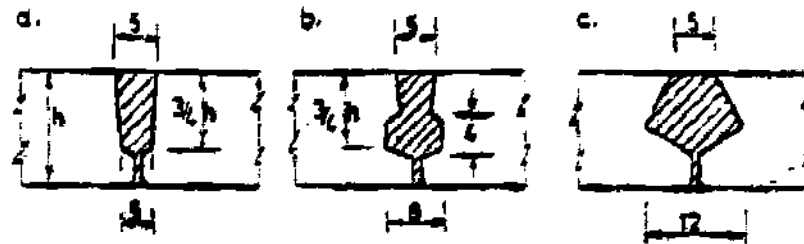
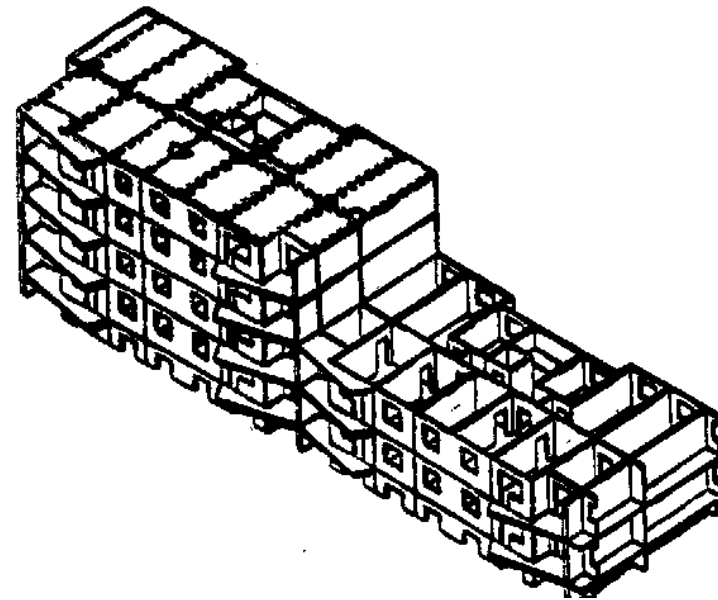
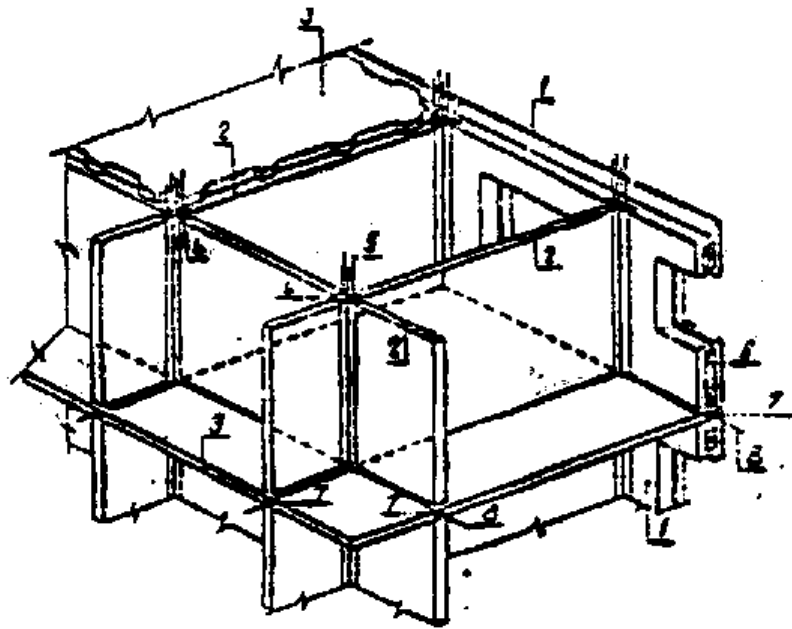
* DVOJNI SISTEM → RAMOVI + ZIDOVI
– do 40 spratova

* SISTEM SA JAKIM PREČKAMA
– do 80 spratova

C) CEVNI SISTEMI – za sada do 110 spratova

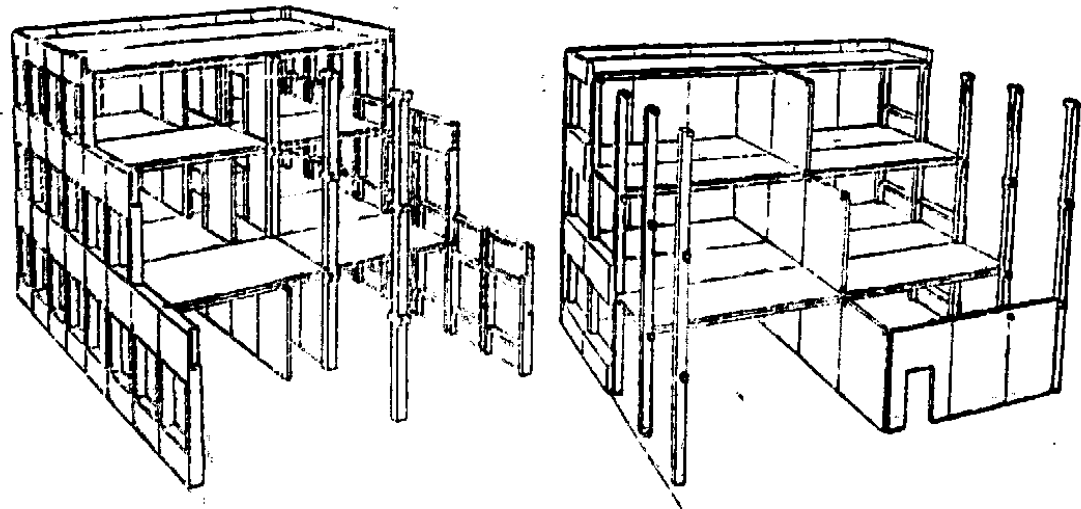
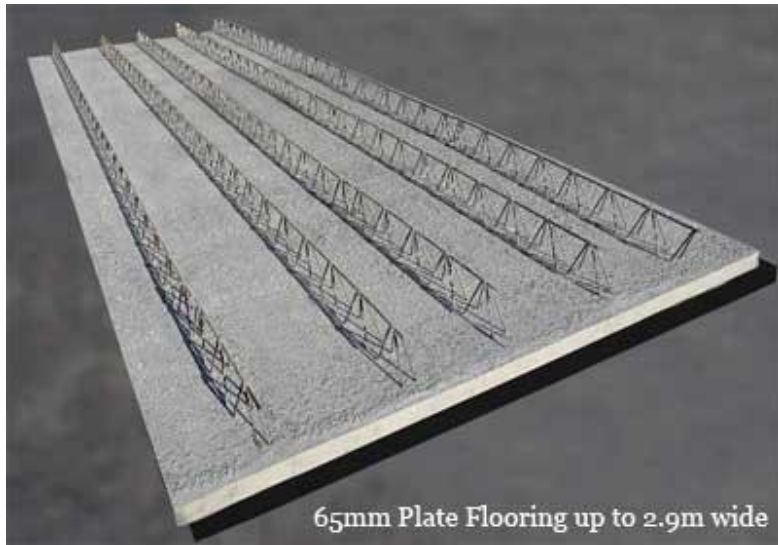
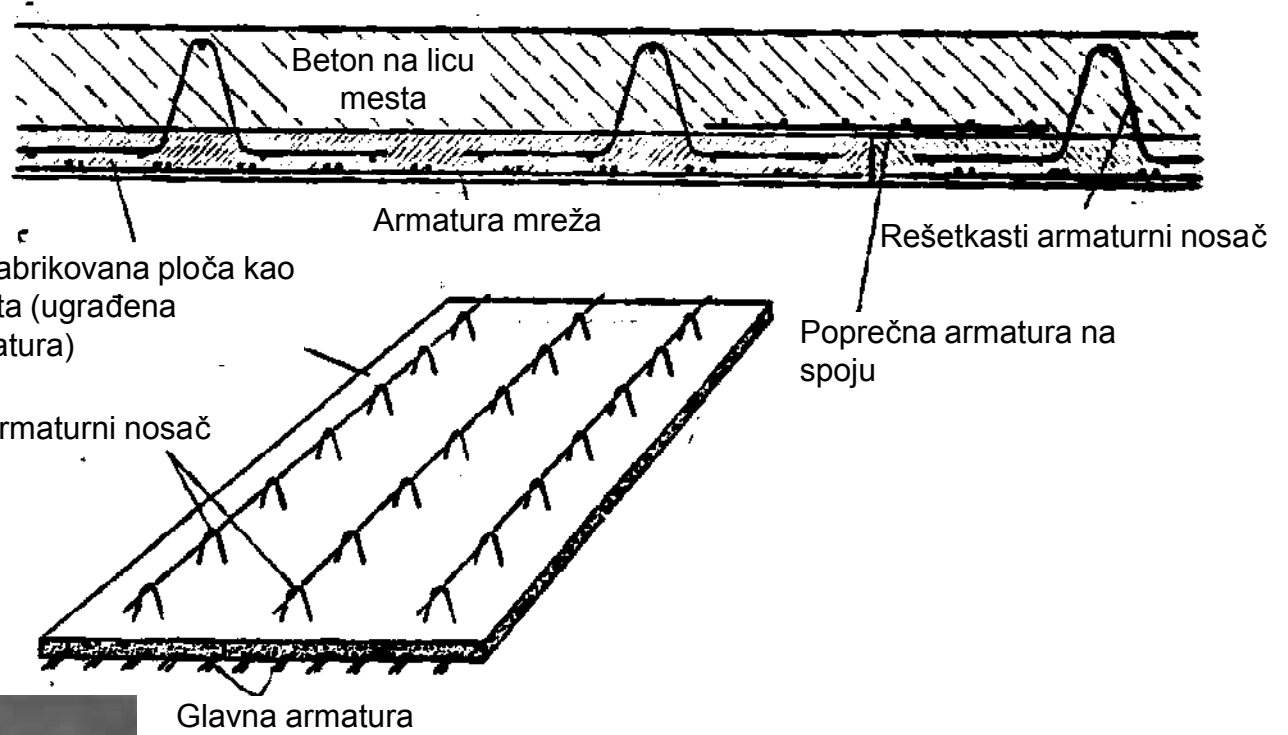


Krupnopanelni sistem zgrada

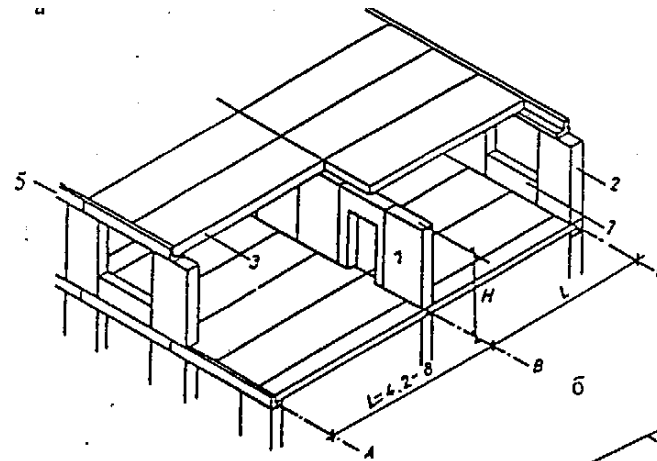


Horizontalni paneli – međuspratne tavanice

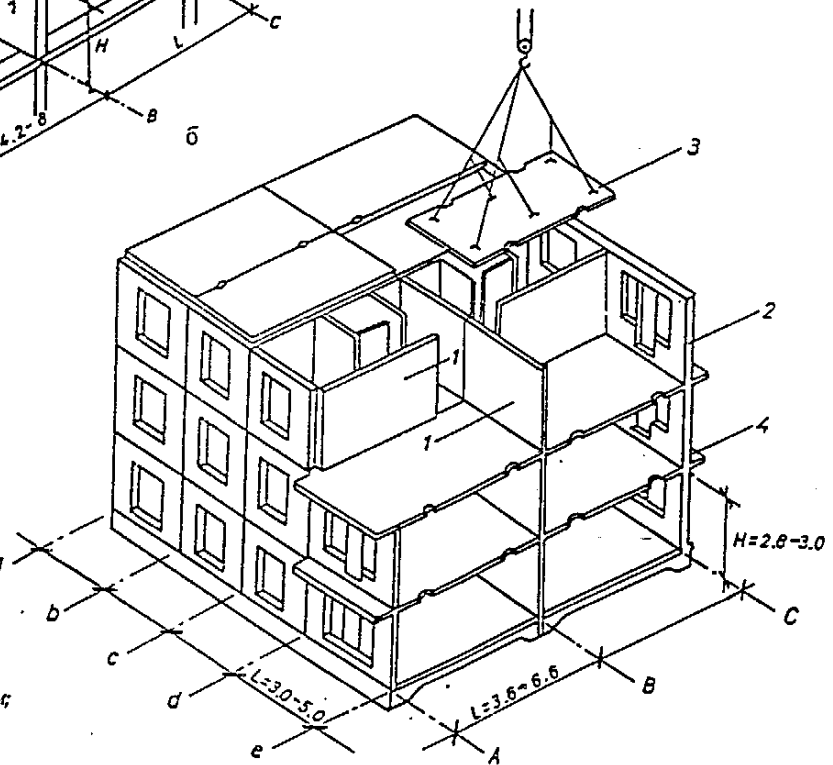
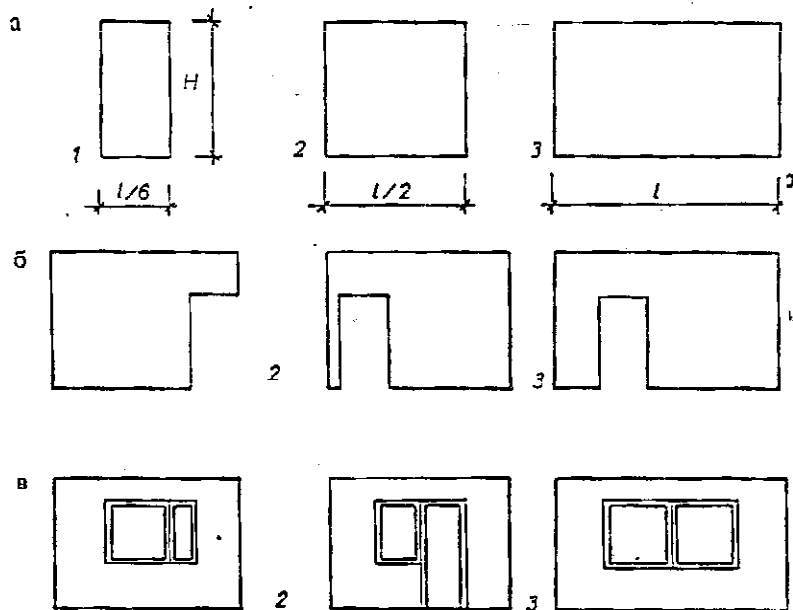
montažne i polumontažne
(primer "Omniija" ploče)



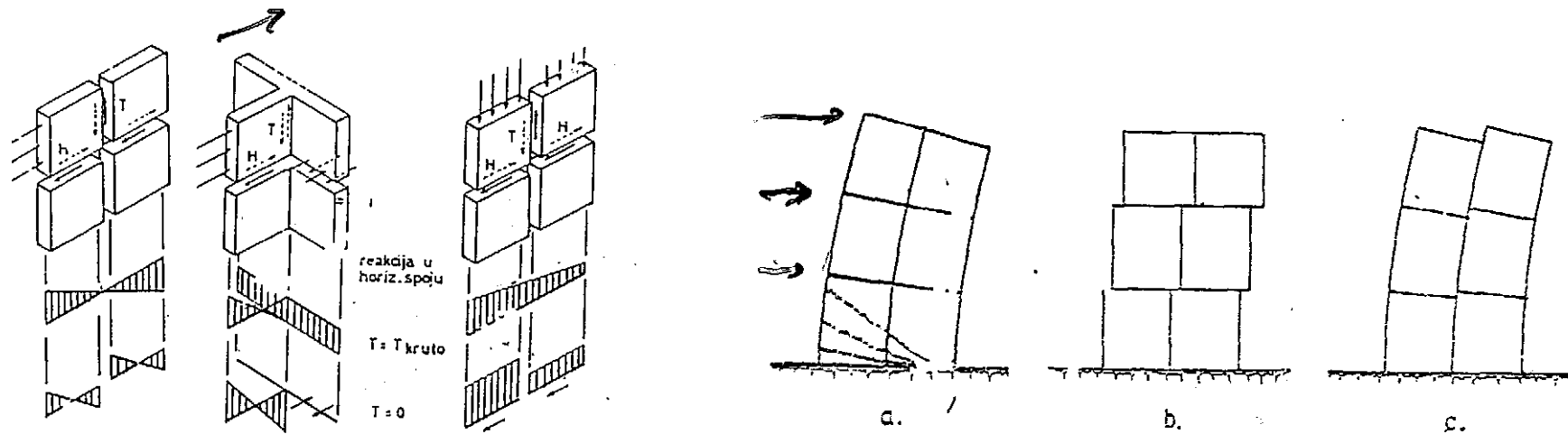
Montaža panela



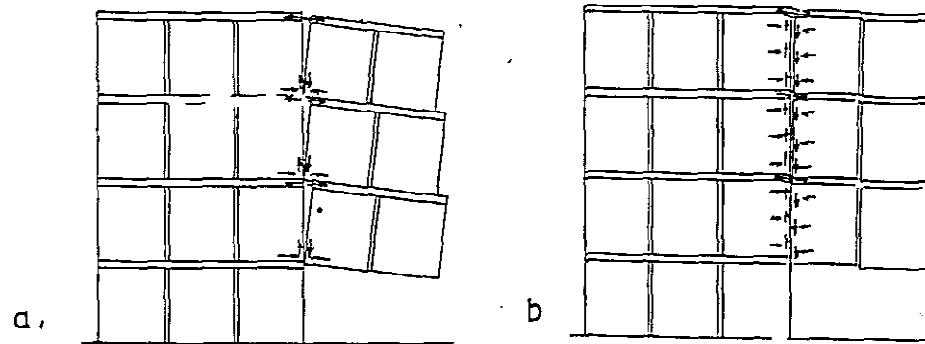
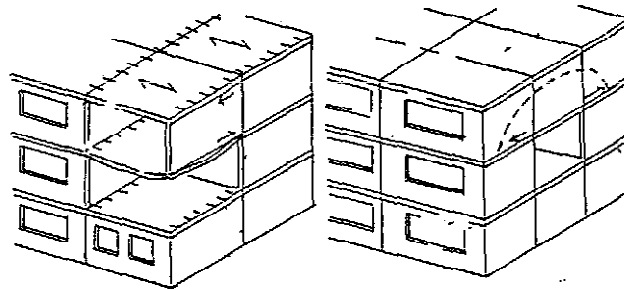
Oblici vertikalnih panela



Uticaoj različitih krutosti veza

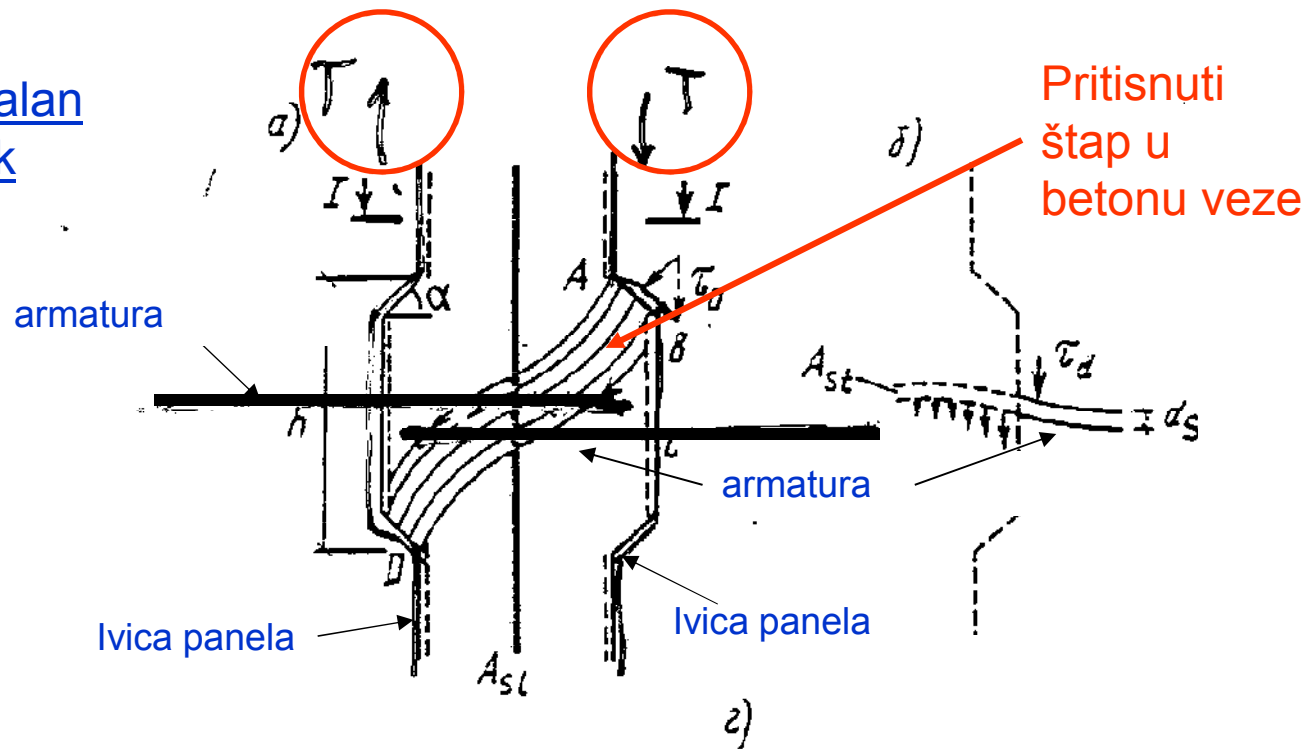


Očuvanje integriteta objekta pri rušenju jednog broja panela

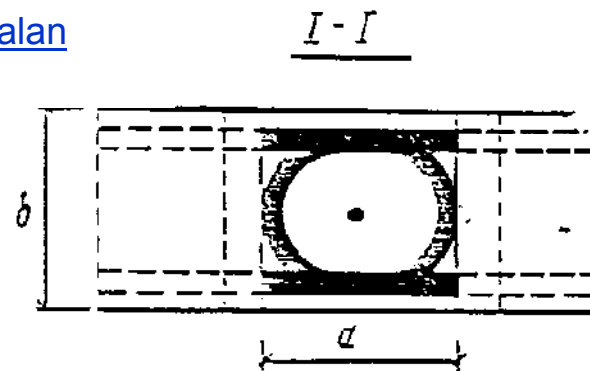


Mehanizam prenošenja transverzalne sile na spoju dva nazubljena panela

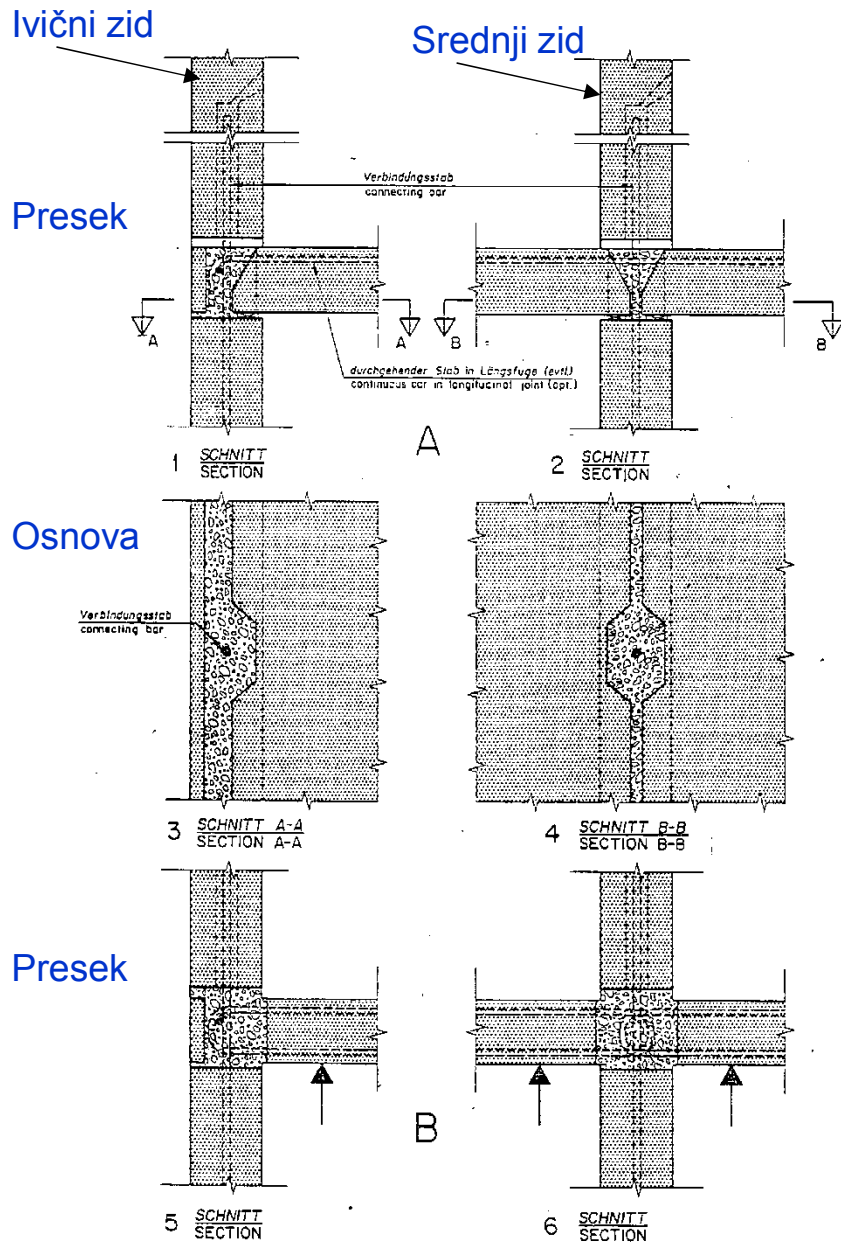
Vertikalni presek



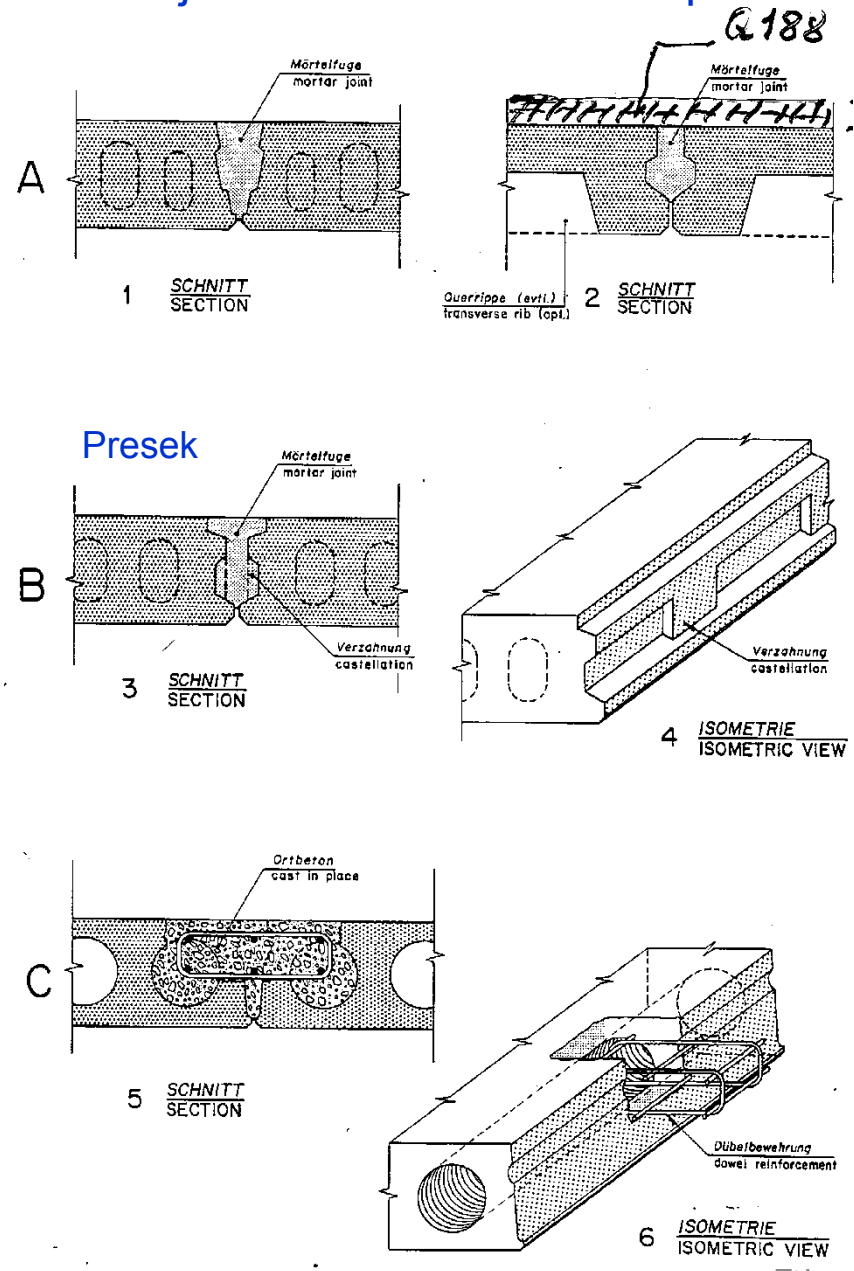
Horizontalni presek



Detalj veze horiz. i vert. panela



Detalj veze dva horizontalna panela



d) Sistem lako armiranih zidova:

$l_z \geq \min(4.0\text{m}, (2/3) \cdot h_z)$, ograničena pojava prslina, neelastično ponašanje

f) Sistem obrnutog klatna: sistem kod koga je **50%** ili više od ukupne mase locirano u gornjoj trećini visine konstrukcije;

g) Torziono fleksibilni sistem: dvojni sistem ili sistem zidova koji nema dovoljnu torzionu krutost.

REZIME

SKELETNE (RAMOVSKE, OKVIRNE) KONSTRUKCIJE:

- Višestruko statički neodređen sistem → povoljan zbog postepenog otvaranja plastičnih zglobova → smanjuje krutost → povećava T → manje seizmičke sile
- Manje mase → manje sile
- Veće periode → fleksibilnija konstrukcija → manje sile
- Lakše se ostvaruje duktilnost (preko velikog broja greda)
- Osetljive na teoriju II reda (pomerljivost)
- Spratna pomeranja velika → oštećenja pregradnih zidova
- Treba računati na visok nivo oštećenja

DVOJNI SISTEMI (SKELET + ZIDOVI; UKRUĆEN SISTEM)

- Zidovi → kontrola pomeranja → kraće periode → indukuju veće sile od skeletnih
- Manja pomerljivost → manja osetljivost na teoriju ii reda
- Povezani zidovi → prečke → plastični zglobovi
- Zidovi → kontrola na seizmičke sile, ramovi 25% (kontrola)
- Zidovi → male N, veliki M → problem fundiranja

PANELNE ZGRADE

- Teže su → veće sile → velika nosivost → oštećenja mala

MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE

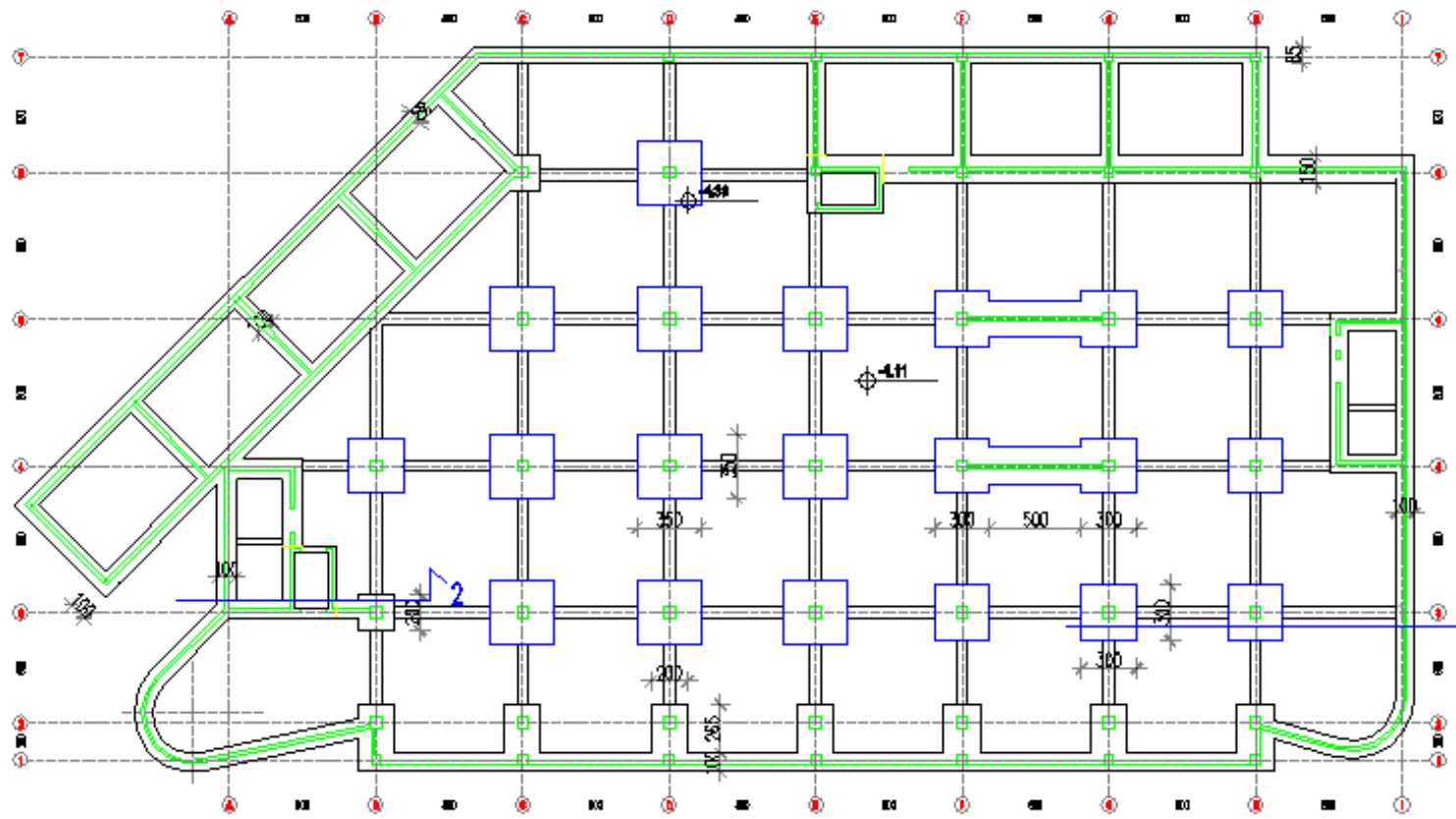
- Najbolje pune monolitne ploče
- Montažne - rebra za ukrućenje, serklaži, "toping"
- Loše → konstrukcije sa šuplim blokovima (krte) → za manju spratnost

RAMPE, STEPENIŠTA

- Prostorni sistem - rešetke → mogu da indukuju velike seizmičke sile pomerljivi sistemi!

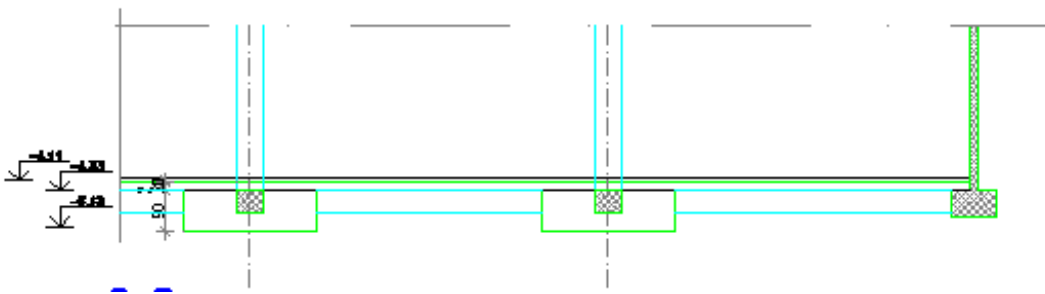
TEMELJI

- Međusobno povezani - najbolje: ploče i temeljni roštilji
- Samci → povezani u oba pravca gredama koje treba da prime silu: $Z = H - N \cdot \mu$

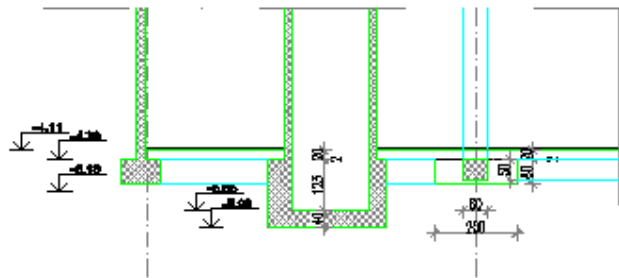


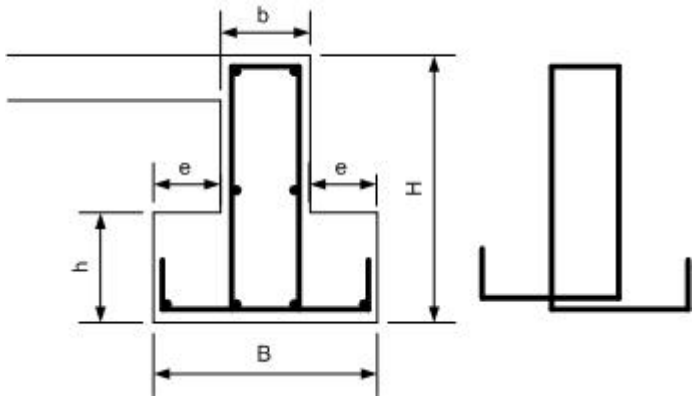
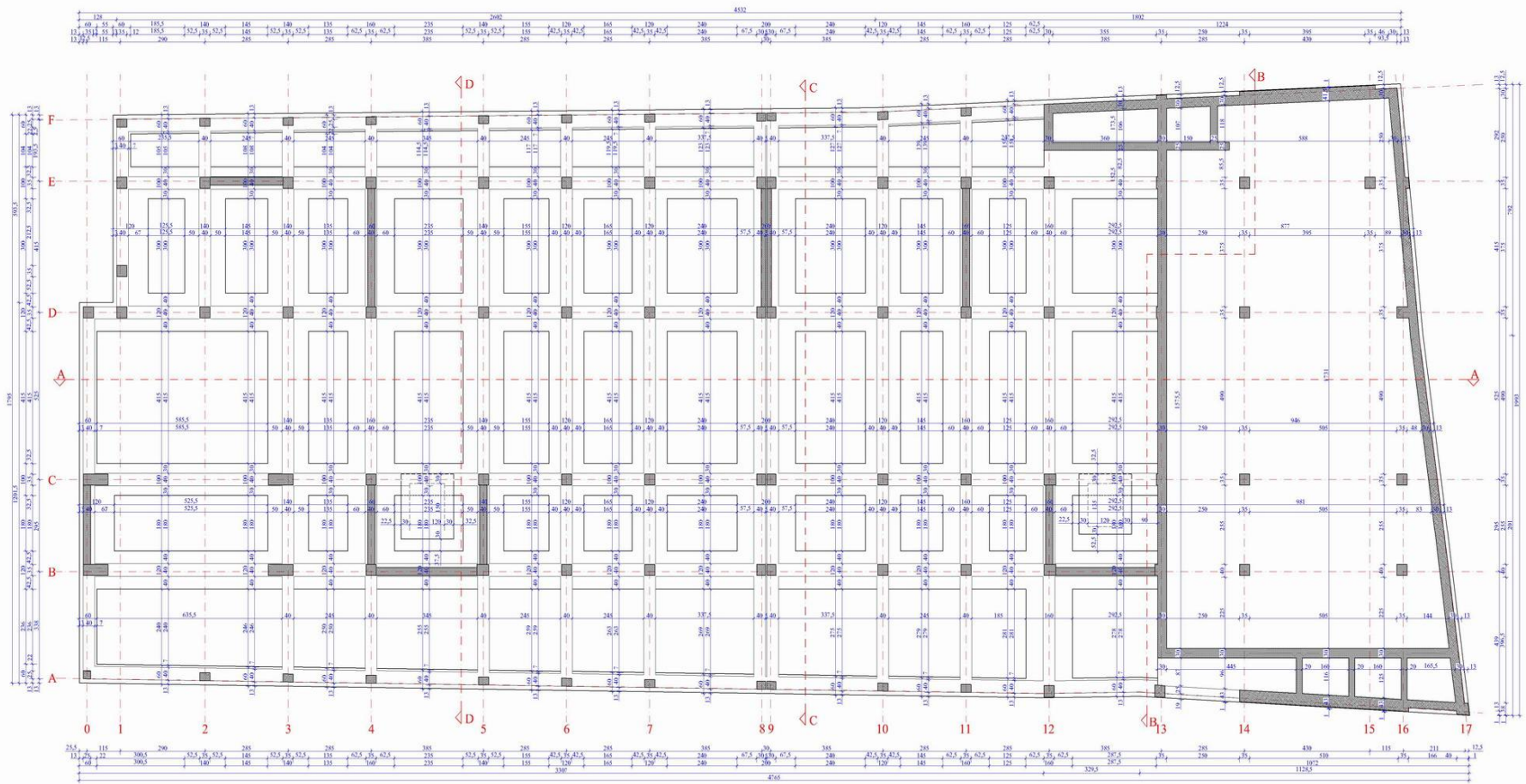
DISPOZICIJA TEMELJA

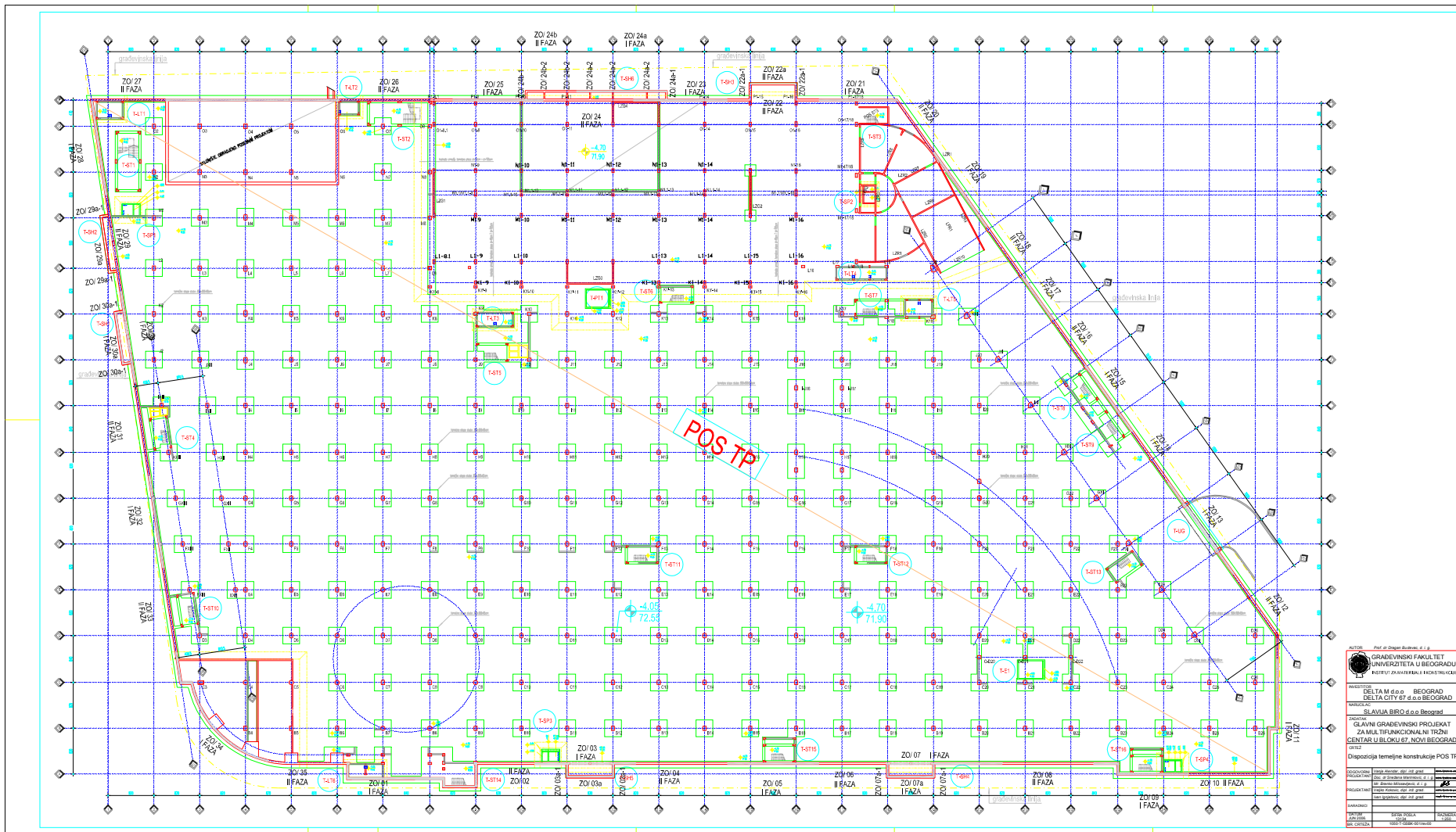
1-1



2-2







INSTITUCIJA: GRABEVINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU INSTITUT ZA MATERIJAL I KONSTRUKCIJE	
INVESTITOR: DELTA M d.o.o. BEOGRAD DELTA CITY 67 d.o.o. BEOGRAD	
PROJEKTOVAO: SLAVIJA BIRO d.o.o. Beograd	
NADZOR: GLAVNI GRABEVINSKI PROJEKAT ZA MULTI-FUNKCIONALNI TRŽNI CENTAR U BLOKU 67, NOVI BEOGRAD 1:400	
Dispozicija temeljne konstrukcije POS TP	
DOKUMENTACIJA:	Datum izdavanja: 05.04.2024.
PROJEKTOVANJE:	Datum izdavanja: 05.04.2024.
NADZOR:	Datum izdavanja: 05.04.2024.
PROJEKTOVANJE:	Datum izdavanja: 05.04.2024.
NADZOR:	Datum izdavanja: 05.04.2024.
PROJEKTOVANJE:	Datum izdavanja: 05.04.2024.
NADZOR:	Datum izdavanja: 05.04.2024.

