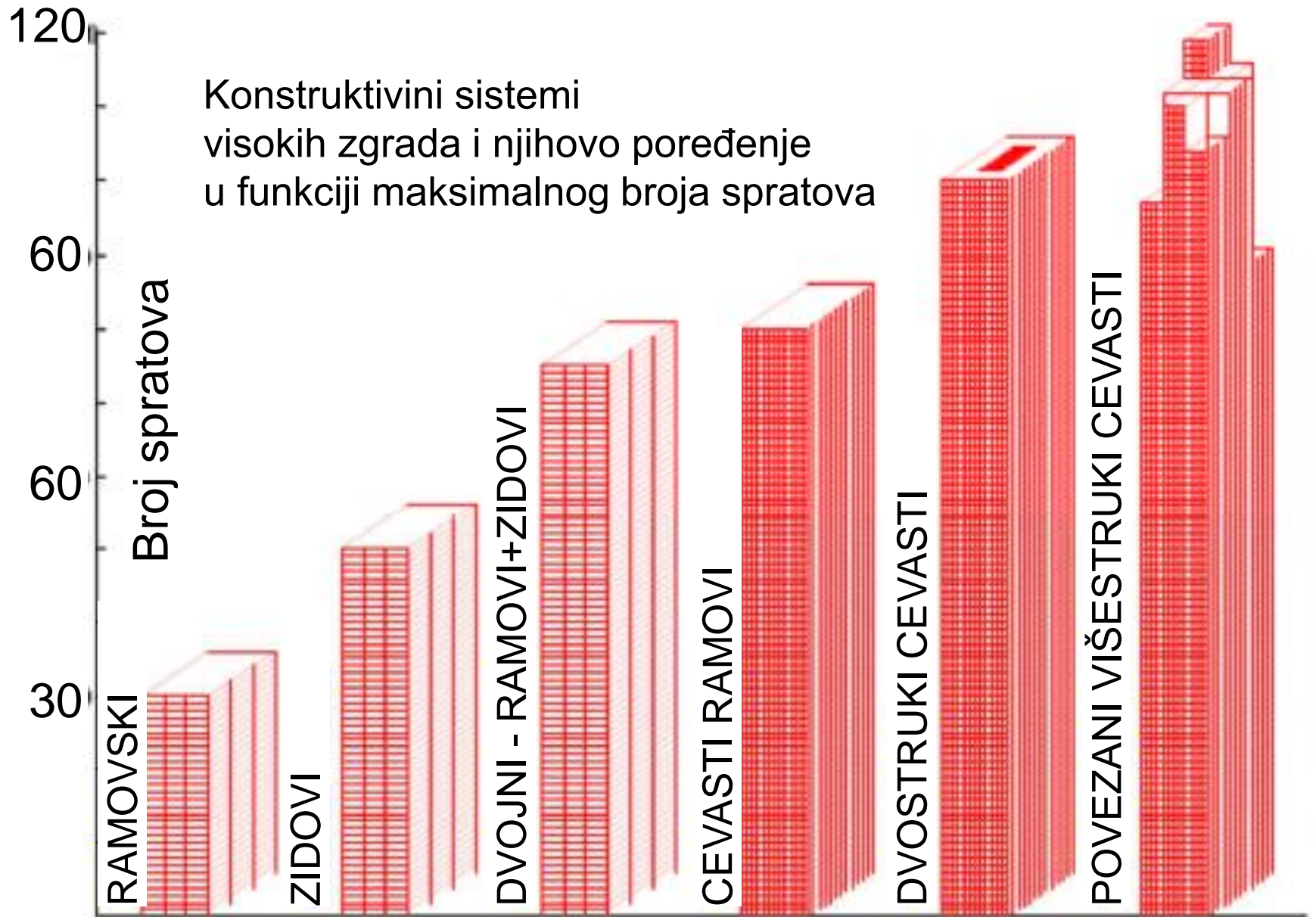


PROJEKTOVANJE I GRAĐENJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA 2

12

V.prof. dr Branko Milosavljević, dipl.građ.inž.







Ramovski

Visestruka neodređenost

Otvoren prostor i fasada

Velika pomeranja

Ostljiva stabilnost

Ekonomični do 25 spratova

Napomena: Zelenom bojom su istaknute prednosti a crvenom mane pojedinih sistema

Zidovii povezani zidovi

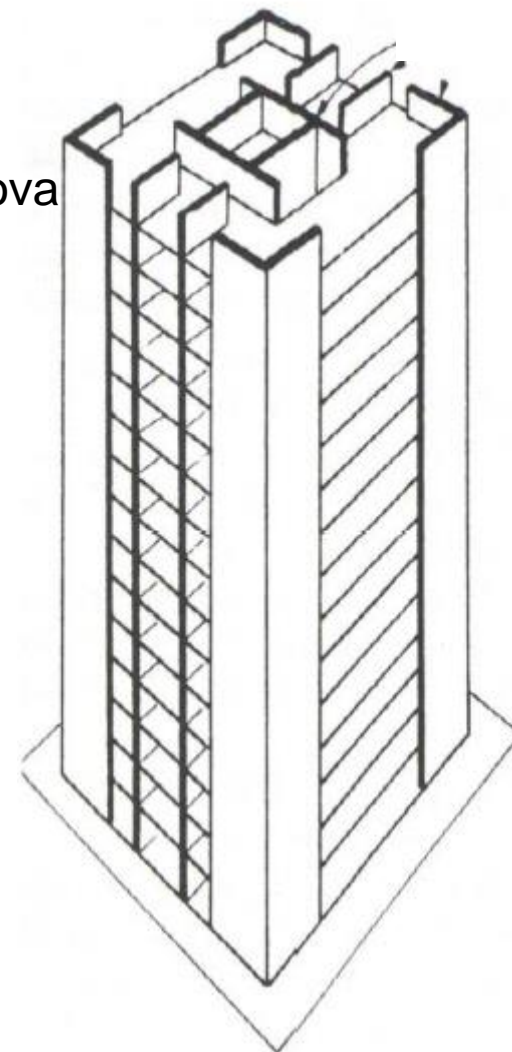
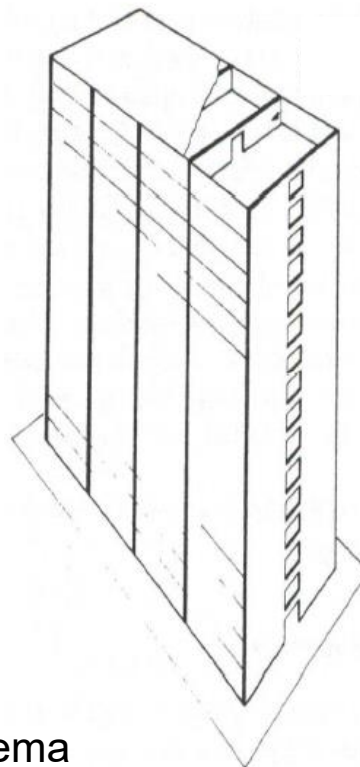
Značajna krutost

Mala pomerljivost

Funkcionalni (liftovi, stepeništa)

Relativno velika masa

Ekonomični do 55 spratova



Dvojni sistemi

Relativno mala pomerljivost

Ravnomerna spratna
pomerljivost

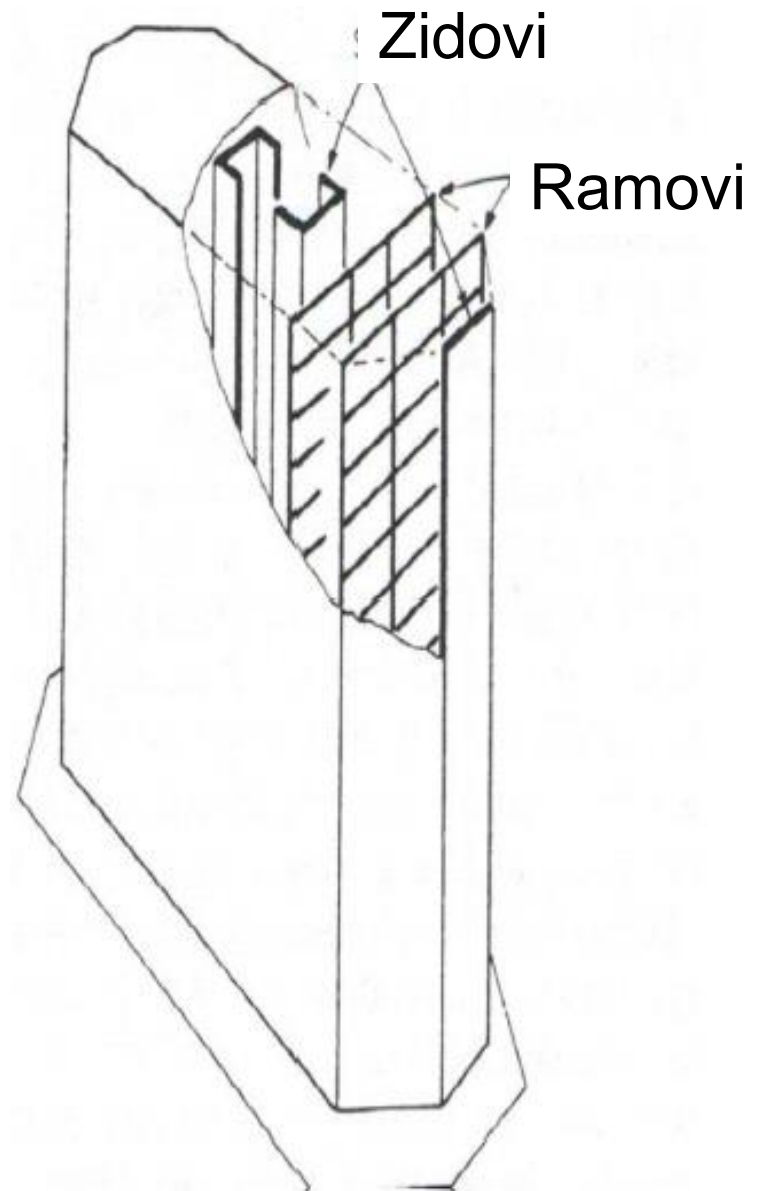
Funkcionalni (liftovi,
stepeništa)

Visestruka neodređenost

Vrlo čest izbor za AB
konstrukciju

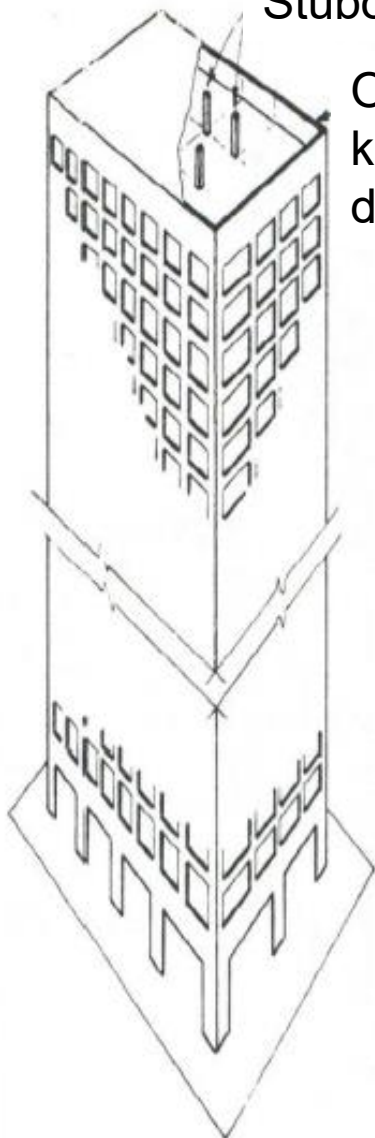
Relativno velika masa

Ekonomični do **65** spratova



Stubovi i manja jezgra prihvataju deo vertikalnog opterećenja

Obodni ram po celom obimu fasade formira strukturu šuplje kutije ili cevi („tube“) koja prihvata ukupno horizontalno i veći deo vertikalnog opterećenja



Cevasti ramovi

Moćni ram po obodu konstrukcije koji se sastoji od relativno velikog broja stubova. Arhitektura fasade je prilagođena konstrukcijskom sistemu. Stubovi mogu biti izduženog preseka u pravsu fasade, a u grede uključena i parapetna visina.

Velika nosivost obodnog rama

Veliki rasponi od jezgra do fasade

Funkcionalni (liftovi, stepeništa)

Visestruka neodređenost

Pogodno za čeličnu konstrukciju

Shear lag (veće naprezanje ivičnih od srednjih stubova)

Ekonomični do **45-120** spratova

Primeri cevastih sistema



WTC (World Trade Center – 1972 (417m)
pravougaona osnova

Koncept cevastog rama, bio je glavna inovacija na ovom objektu, omogućavajući osnovu sa „open space-om“ i više korisnog prostora. Konstrukcija je od čeličnih stubova visoke čvrstoće, raspoređenih po fasadi, koji su, zajedno sa fasadnim gredama, formirali svojevrstan sistem Virandel rešetke. Iako je fasadna konstrukcija relativno lagana, formirala je snažne, relativno krute elemente u ravni fasade. Po obodu konstrukcije je bilo 59 stubova, raspoređenih na svakoj strani zgrade, na dužini strane od 64 metra sa svake strane.

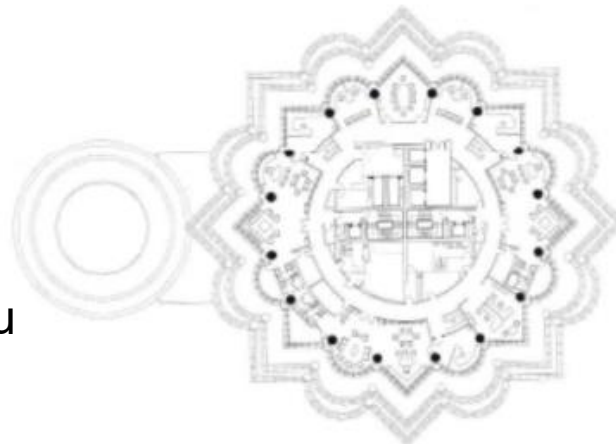
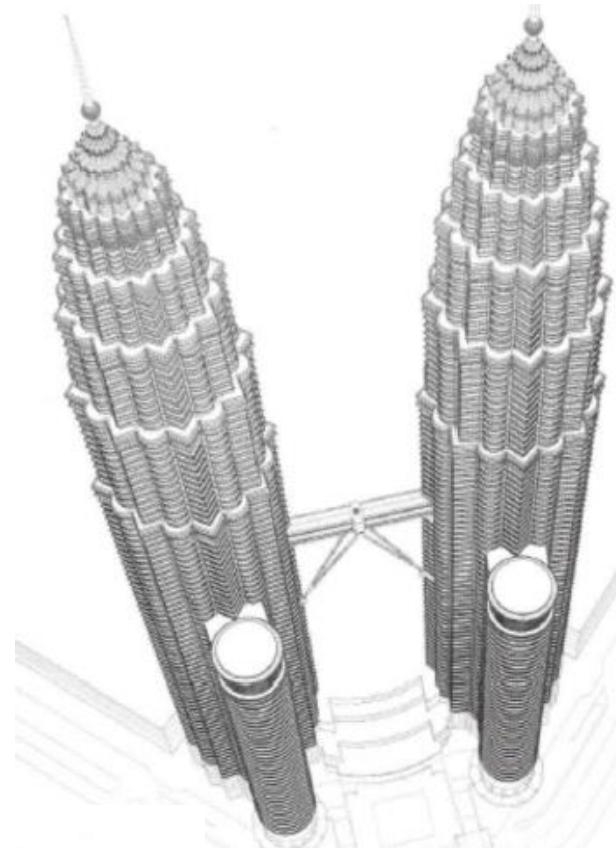
konstrukcija po obimu fasade je projektovana da prihvati sva horizontalna dejstva, i deo gravitacionog opterećenja, dok je drugi deo prihvatilo jezgro u sredini objekta, takođe izvedeno u čeliku.

U terorističkom napadu, eksplozija aviona je raznela gipsanu protivpožernu zaštitu unutrašnjeg jezgra, koje je ostalo izloženo vatri od zapaljenog goriva i brzo izgubilo nosivost i doživelo kolaps. Spoljna struktura („cev“) je u određenoj meri lokalizovala zonu rušenja, donekle ograničavajući urušavanje na zonu unutar gabarita objekta.

Primeri cevastih sistema

Konstruktivni sistem sastoji se od betonskih jezgara od cca 23x23m i spoljnog prstena široko raspoređenih super stubova.

Jezgra svake kule sastoji se od prstena od šesnaest cilindričnih stubova od armiranog betona visoke čvrstoće. Stubovi se poprečnog preseka od 2.4 m u prečniku u donjim spratovima, pa do 1.2 m u prečniku na vrhu, postavljenih po perimetru. Stubovi su povezani prstenastom gredom, kao i zidovima jezgra. Konstrukcija stubova po perimetru, zajedno sa prstenastom gredom formira sistem "meke cevi", („soft tube“), dovoljne krutosti i nosivosti. Na 41 i 42 spratu je izveden most („skybridge“) za komunikaciju između dve kule.



Petronas kule
(Kuala Lumpur)
– 1998
(452m, 88sp.)
kružna osnova AB

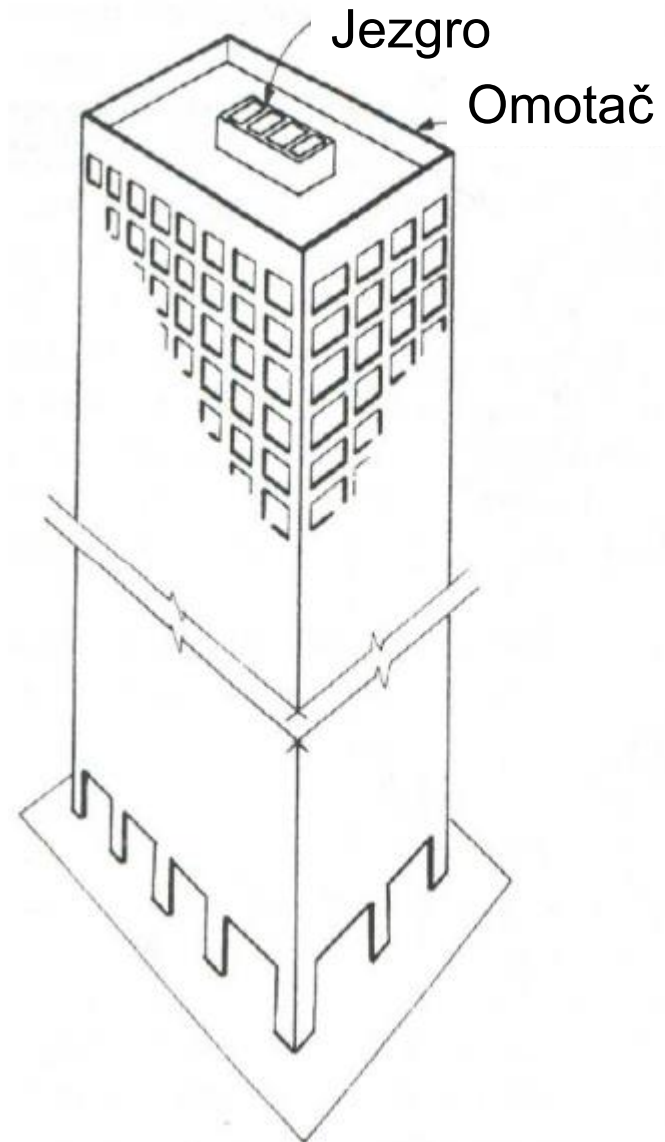
Ojačana jezgro (jezgro u cevi, dvostruka cev)

Jezgro u sredini sa ramovima ili zidnim elementima po obodu konstrukcije

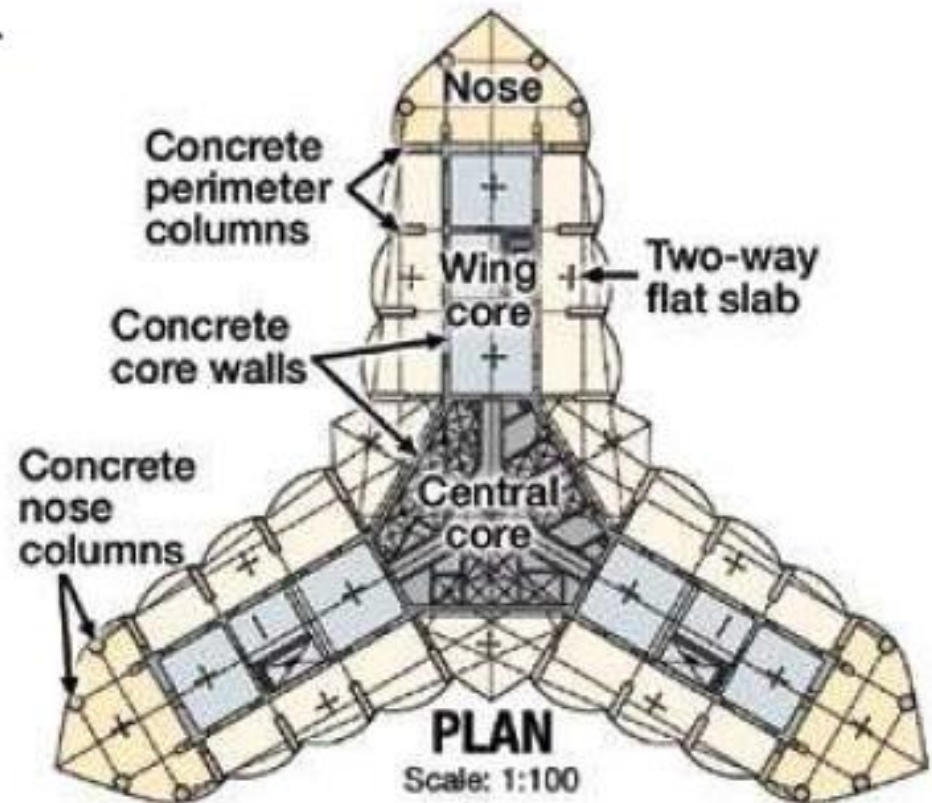
Velika nosivost na horizontalne uticaje

Torziona stabilnost

Ekonomični do **120** spratova

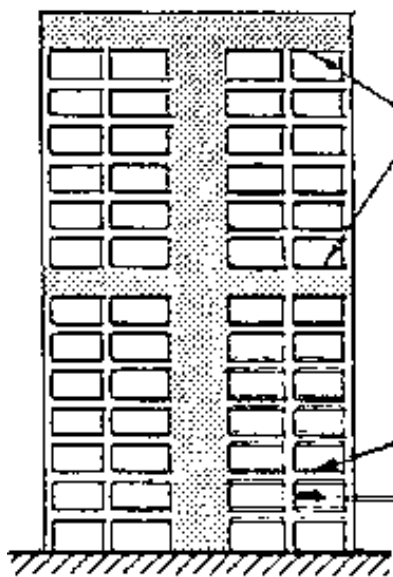
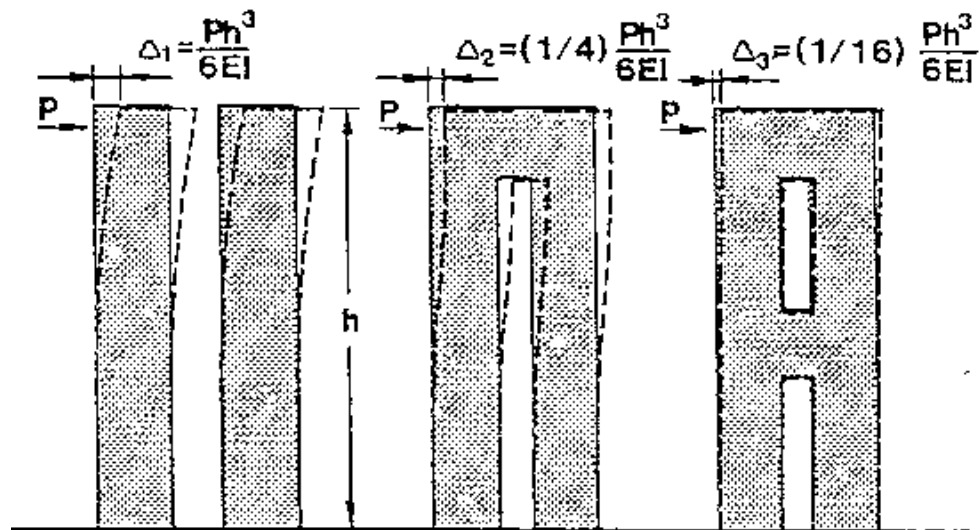


Burj Khalifa Dubai – 2004 (828m, 162 sprata)
trougaona Y osnova AB
Skidmore, Owings & Merrill (SOM)

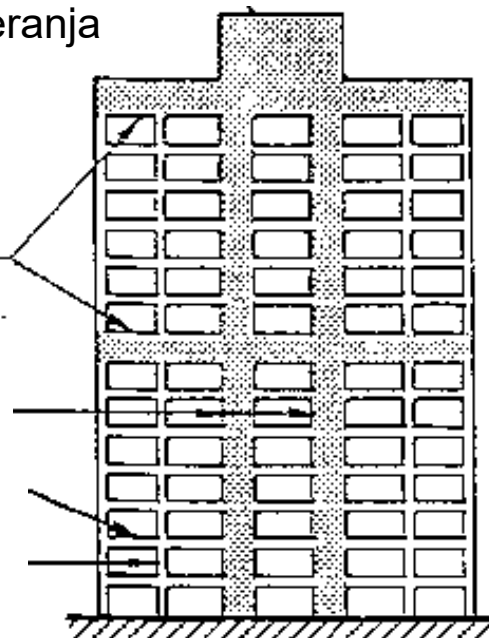


Sistemi sa elementima za ukrućenje jezgra ("outrigger" beams)

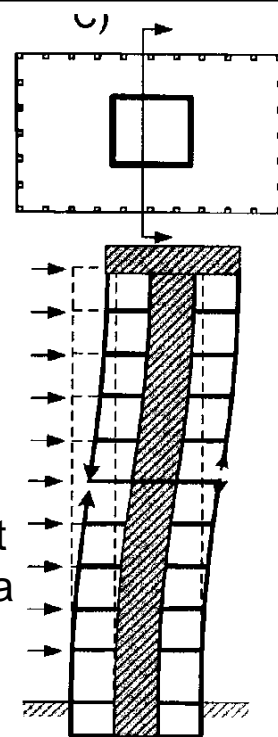
Može se ostvariti formiranjem "mega" ramova, tako što se zidovi ili jezgra povezuju snažnim „prečkama“ obično spratne visine u zoni tehničkih etaža (zone rezervisane za razvođenje instalacija). Uvođenje ovakvih greda stvara ramovski efekat (pojava značajnih N sila u zidovima) pri hor. dejstvu, ali se znatno povećava lateralna krutost i kontrola pomeranja



Grede spratne visine
Jezgro
Grede
Stubovi



Sistem sa "outrigger" gredama se može ostvariti i preko spratnih greda koje povezuju jezgro i obodne stubove, čime se formira spreg i povećava nosivost i krutost sistema na horizontalna dejstva.



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
- Relativno 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
- Dvojni sistemi → manj aksikalna sila a veliki moment savijanja u zidovima → problem fundiranja

PANELNE ZGRADE, VELIKI LAKOARMIRANI ZIDOVI

- Velika težina → veće sile → velika nosivost → oštećenja manja

MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE

- Najbolje je projektovati pune monolitne ploče koje formiraju krutu ravan konstrukcije
- Kod montažnih konstrukcija (HC ploče, npr.) predvideti grede (podvlake ili skrivene) u oba pravca, kako bi se u ravni formirao sistem za prenos sila od horizontalnih dejstava preko pritisnutih dijagonala kroz tavanicu u okviru polja koje oivičavaju armirane grede. Ovde je uloga "topinga", od posebnih značaja.
- Međuspratne konstrukcije sa blokovima su nepovoljne pri horizontalnom dejstvu jer su krte. Ovakvi sistemi su prihvatljivi za objekta manje spratnosti.

RAMPE, STEPENIŠTA

- U okviru prostornog sistema kose ploče rampi i stepeništa mogu sa ostalim elementima konstrukcije da formiraju svojevrsne rešetke u kojima učestvuju kao dijagonale, i da indukuju velike seizmičke sile. U takvim slučajevima je dobro predvideti pomerljivu vezu na krajevima stepenišnih krakova (pogodno za montažne krake).

TEMELJI

Tipovi temelja, generalno:

1. samci

- generalno, fundiranje stubova
- opravdana primena za stubovi na većem razmaku
- opravdana primena za tla dobre nosivosti

2. trakasti temelji

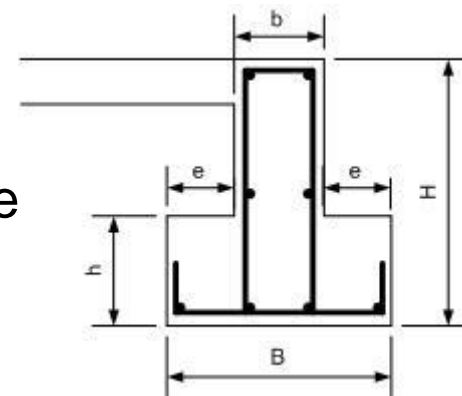
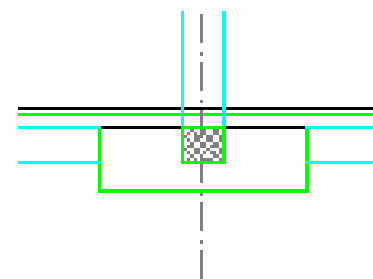
- temeljenje zidova (AB, opeka)

3. temeljne grede

- temeljenje grupe stubova na manjem razmaku
- grede obrnutog "T" presek
- opravdana primena za tla slabije nosivosti
- velika krutost temeljne konstrukcije na savijanje
- povoljno kod nejednakih sleganja

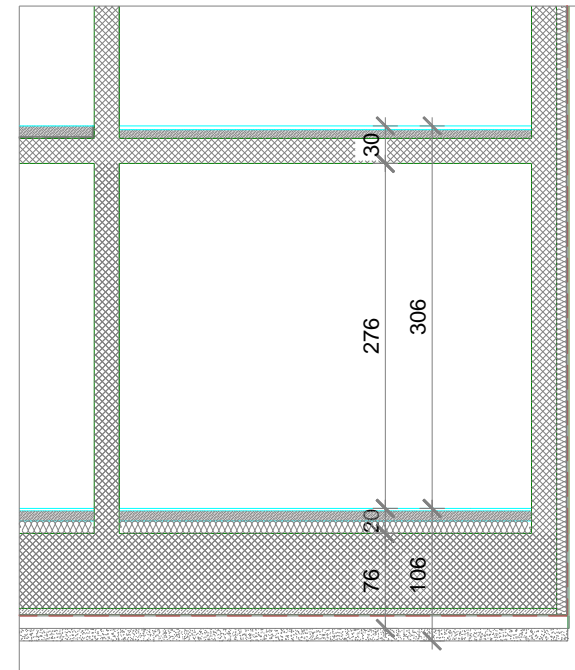
4. temeljni roštilji

- temeljne grede u dva ortogonalna pravca
- nepovoljna relativno komplikovana oplata
- opravdana primena za tla slabije nosivosti (umanjenje nejednakih sleganja)
- komplikovana izrada hidroizolacije



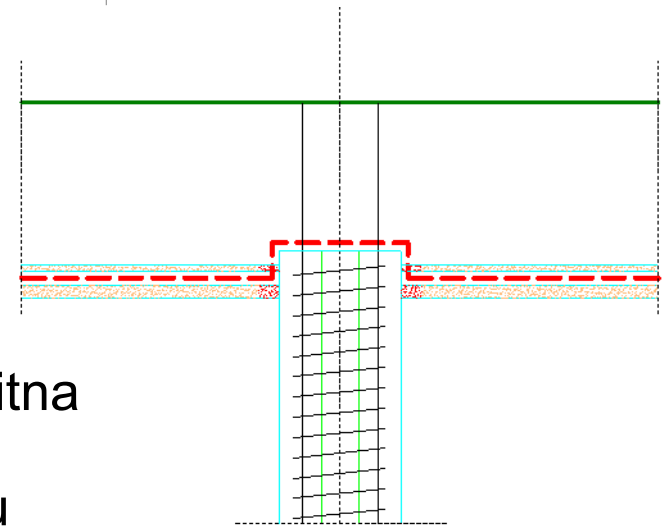
5. temeljne ploče

- zajednički površinski temelj
- opravdana primena za tla slabije nosivosti (raspodeljivanje opterećenja na veću površinu)
- jednostavna izrada hidroizolacije
- može se koristiti vodonepropusni beton (“bele kade”), bez primene hidroizolacije
- nepovoljne koncentracije naprezanja i probijanje stubova kroz ploču
- moguće formiranje ojačanja (trake i kapiteli)



6. temelji na šipovima

- za tla lošije nosivosti
- nosivost po bazi i omotaču
- oslanjanje elemenata konstrukcije preko naglavnic, naglavnih traka ili ploče
- potrebno je proveriti probjanje šipa
- pri hor. dejstvu javlja se savijanje šipa, bitna je armaturna veza sa naglavnicom
- problem je prekid hidroizolacije na mestu šipa



Temelji pri dejstvu horizontalnih seizmičkih sila

Modeliranje tla:

Krutost podloge (Vinkler, $c[\text{kN}/\text{m}^3]$) veća od one pri statičkom opterećenju (pri karakim opterećenjima manja sleganja jer “nema vremena” za konsolidaciono sleganje). Odnos korutosti od nekoliko destina do stotinu puta, u zavisnosti od inicijalne krutosti. Manje izraženo kod šipova oslonjenih na tla dobre nosivosti (2-5 puta).

Povezivanje temelja:

Neophodno povezati temelje temeljnim gredama ili pločom u cilju raspoređivanja i zajedničkog prihvatanja horizontalne sile. Grede se dimenzionišu na razliku sile koju temelj ne može da prihvati (treba razmotriti stepen trenja koje se angažuje u spojnici).

Proračun temelja:

Prema zahtevima EC8 “Capacity design”, ili uvećanje uticaja (γ_{Rd} , Ω) (predavanje 7, sl. 14).

Obavezna provera pločastih temelja (samci, temeljne ploče) na smicanje i probijanje.

Provera šipova na horizontalne sile (savijanje smicanje).

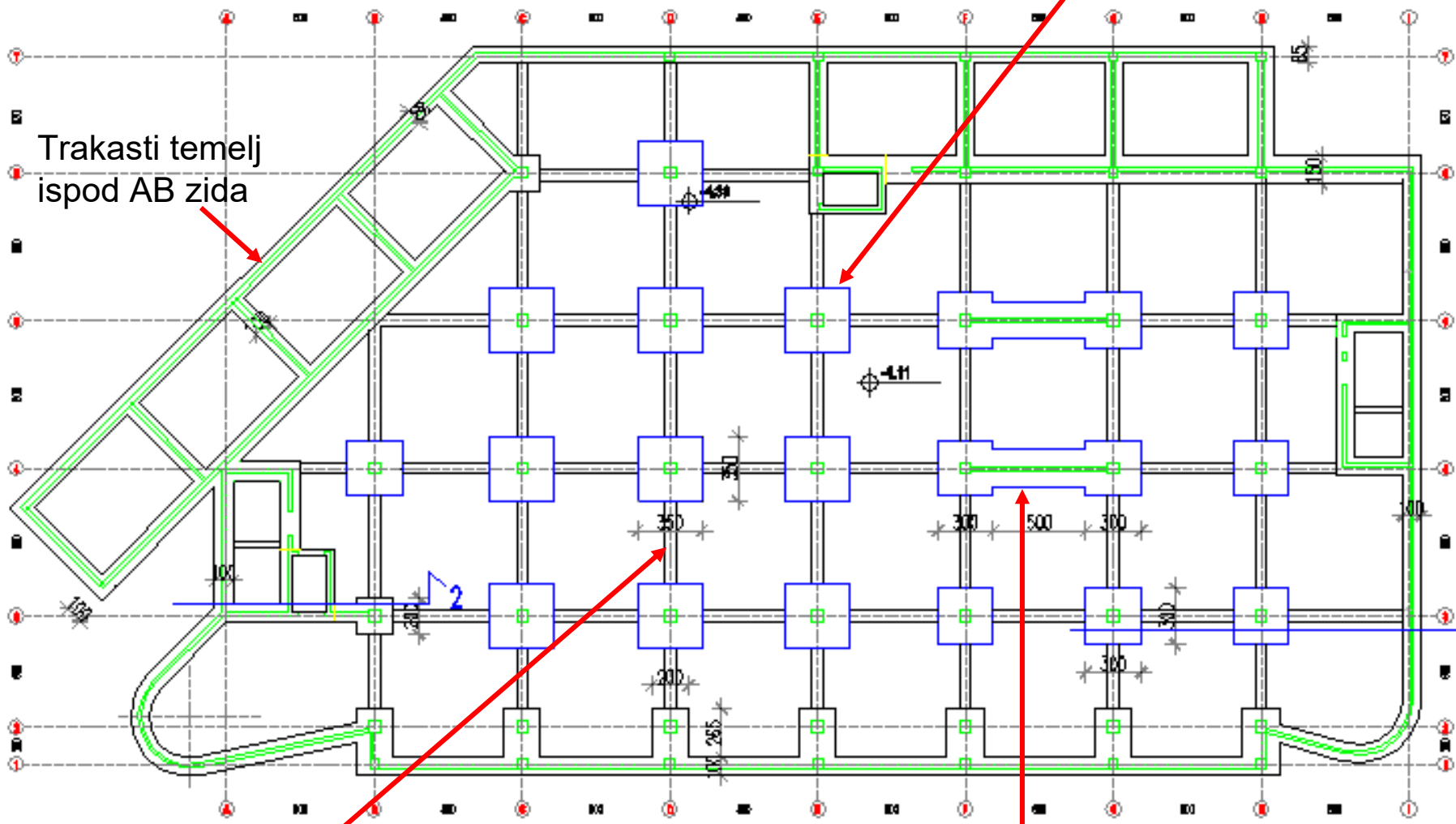
Eliminisati mogućnost preturanja konstrukcije.

Eliminisati “kloparanja” objekta koje se javlja kod krutih konstrukcija, na primer kod sistema sa velikim lakoarmiranim zidovima (gde treba uvećati komponentu vertikalne seizmičke sile za 50%.), kao i kod temelja koji su “presečeni” hidroizolacijom (hidroizolacija između stubova, zidova i podne ploče sa jedne i naglavnica i šipova sa druge strane, bez armaturne veze, npr.).

Posebno se mora razmotriti mogućnost likvefakcije tla.

TEMELJI SAMCI I TRAKASTI TEMELJI

Temelj samac ispod stuba

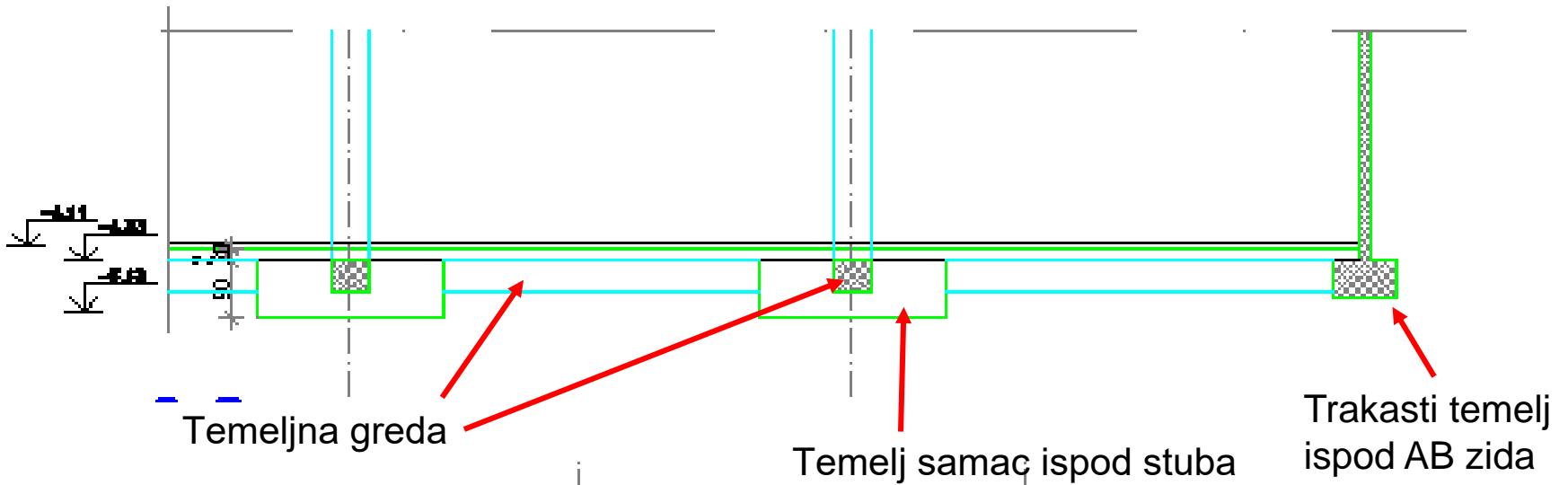


Trakasti temelj ispod AB zida

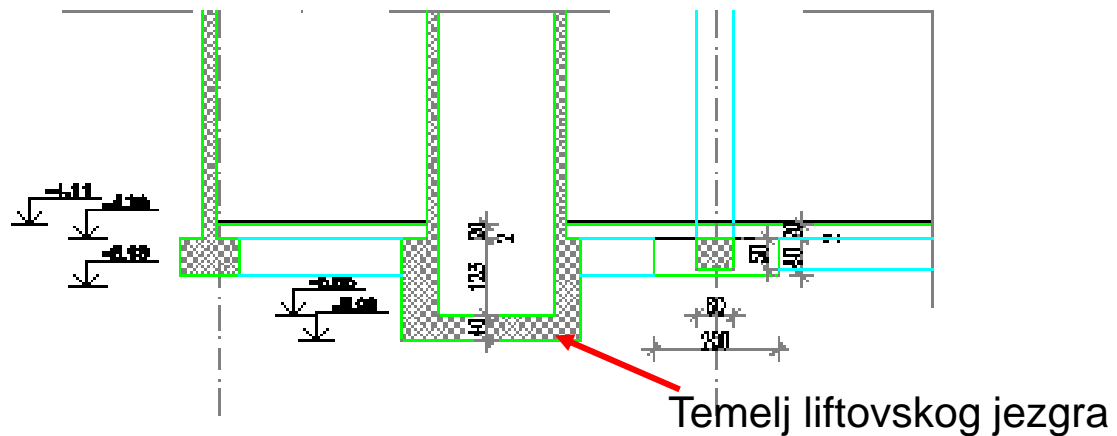
Temeljna greda povezuje samce u dva pravca (jednaka hor. pomeranja)

Trakasti temelj ispod AB zida sa proširenjem na krajevima (koncentracija napona)

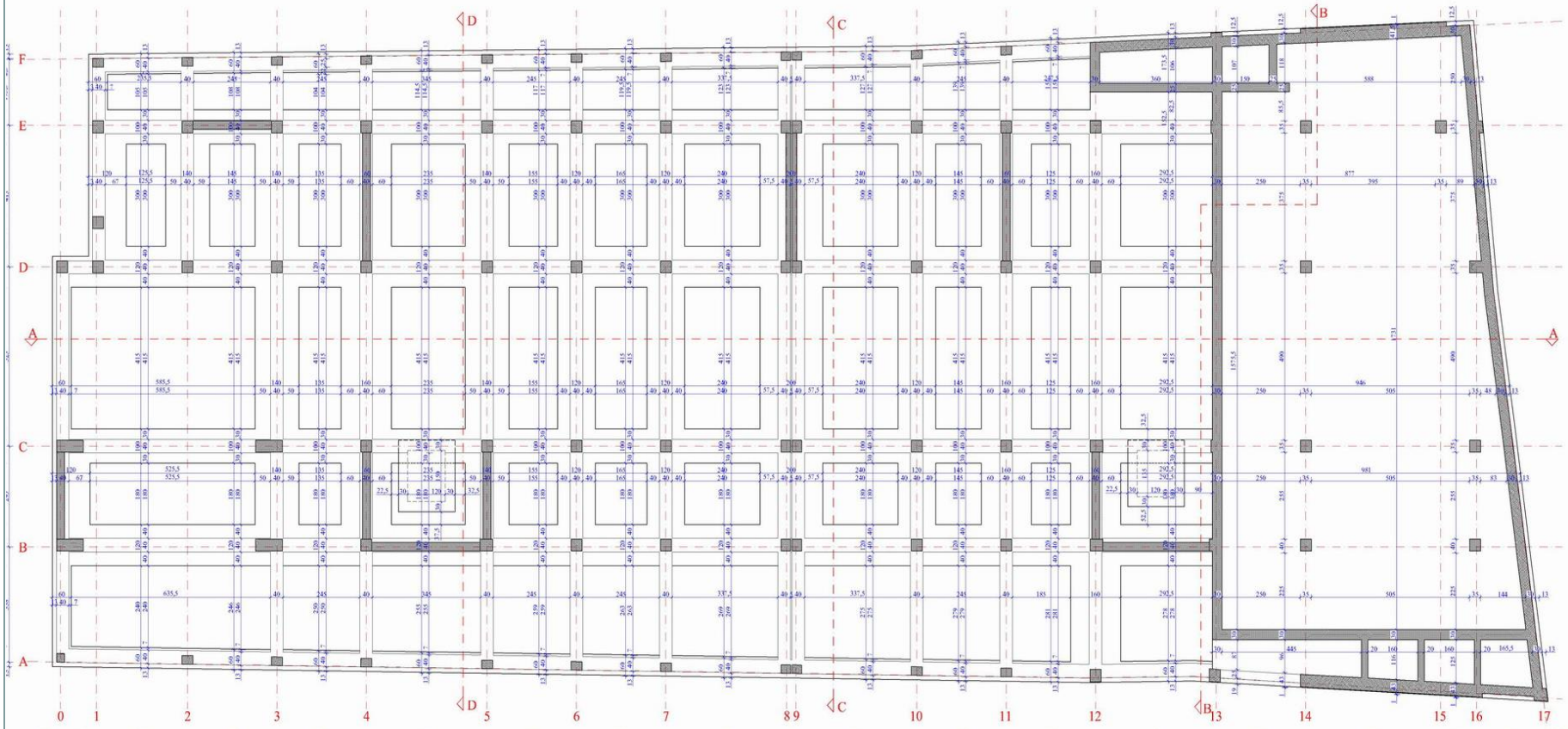
1-1



2-2

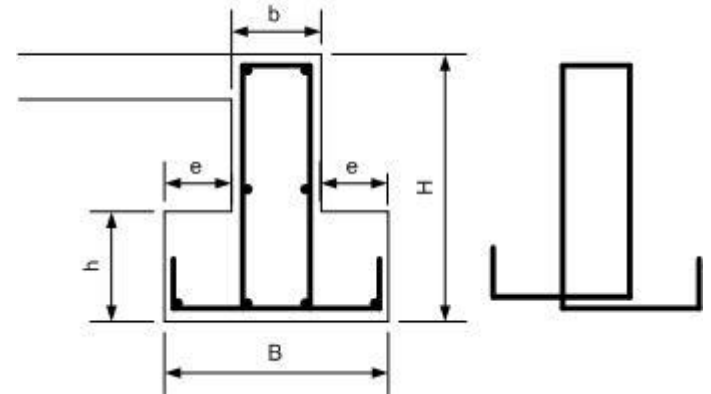
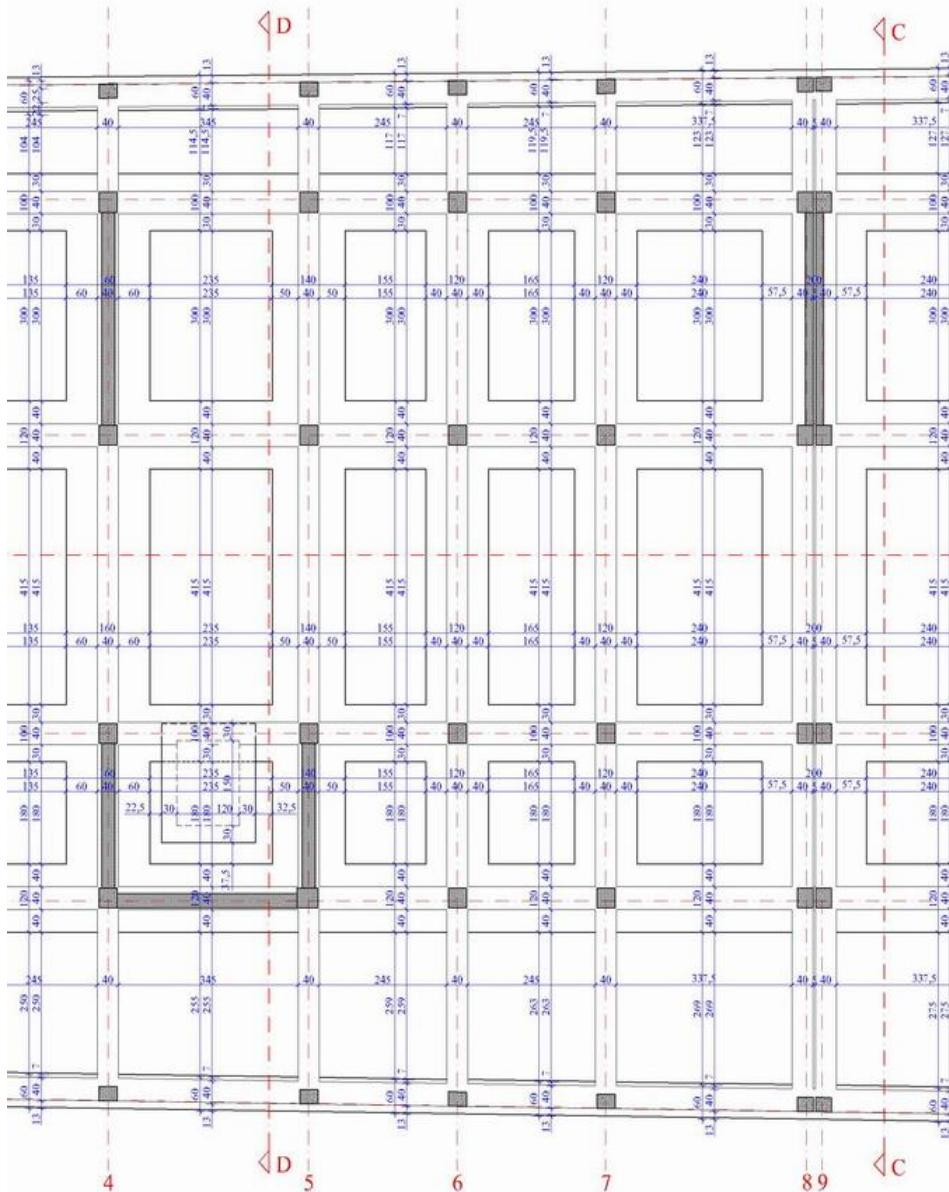


TEMELJNI GREDNI ROŠTILJI



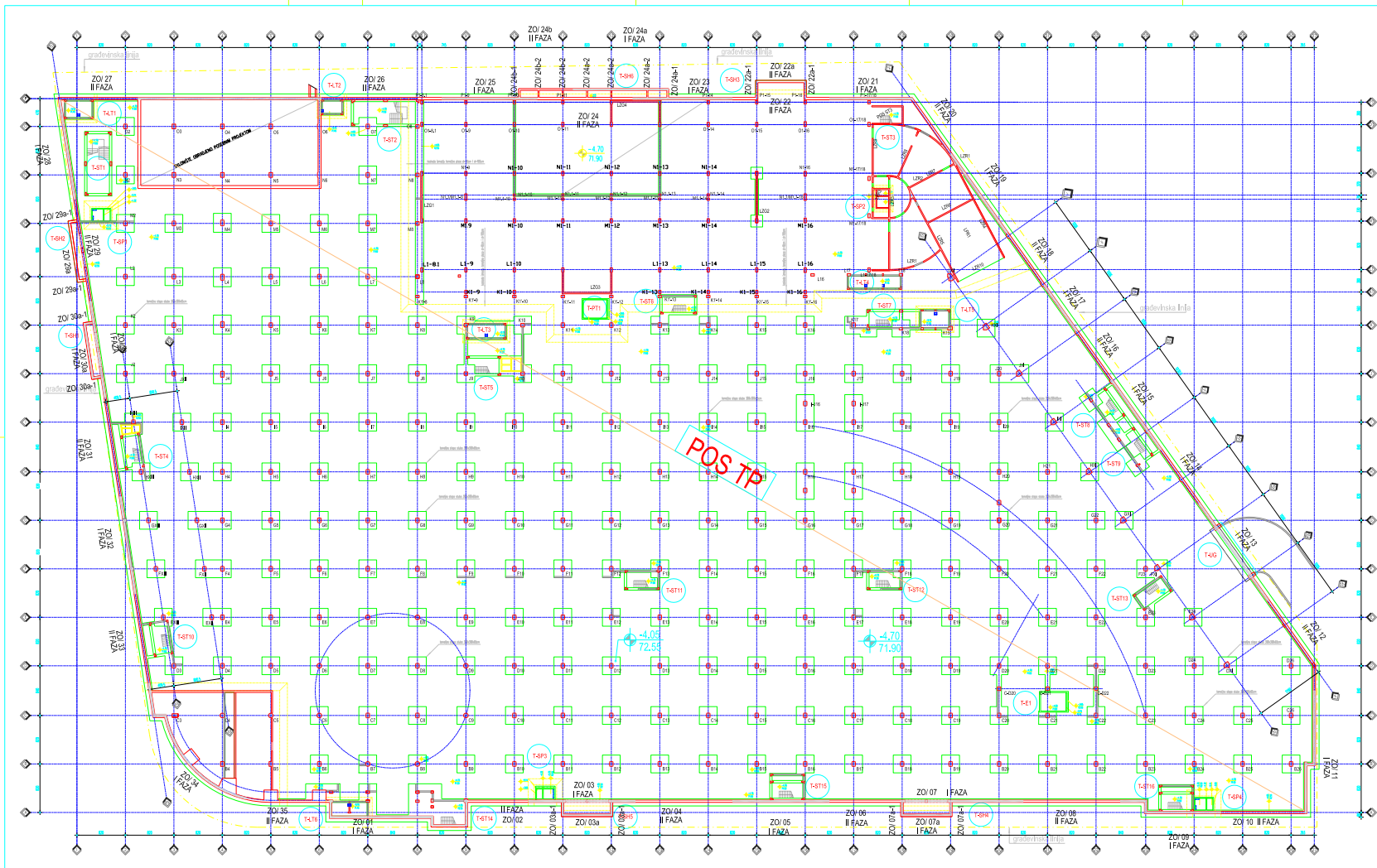
TEMELJNI GREDNI ROŠTILJI

Tipični detalj grede temeljnog roštija sa načinom armiranja. Širina trake B sledi iz nosivosti tla. Visina grede H sledi iz zahtevane nosivosti greda na savijanje, kao i iz ograničenja diferencijalnog sleganja delova konstrukcije.

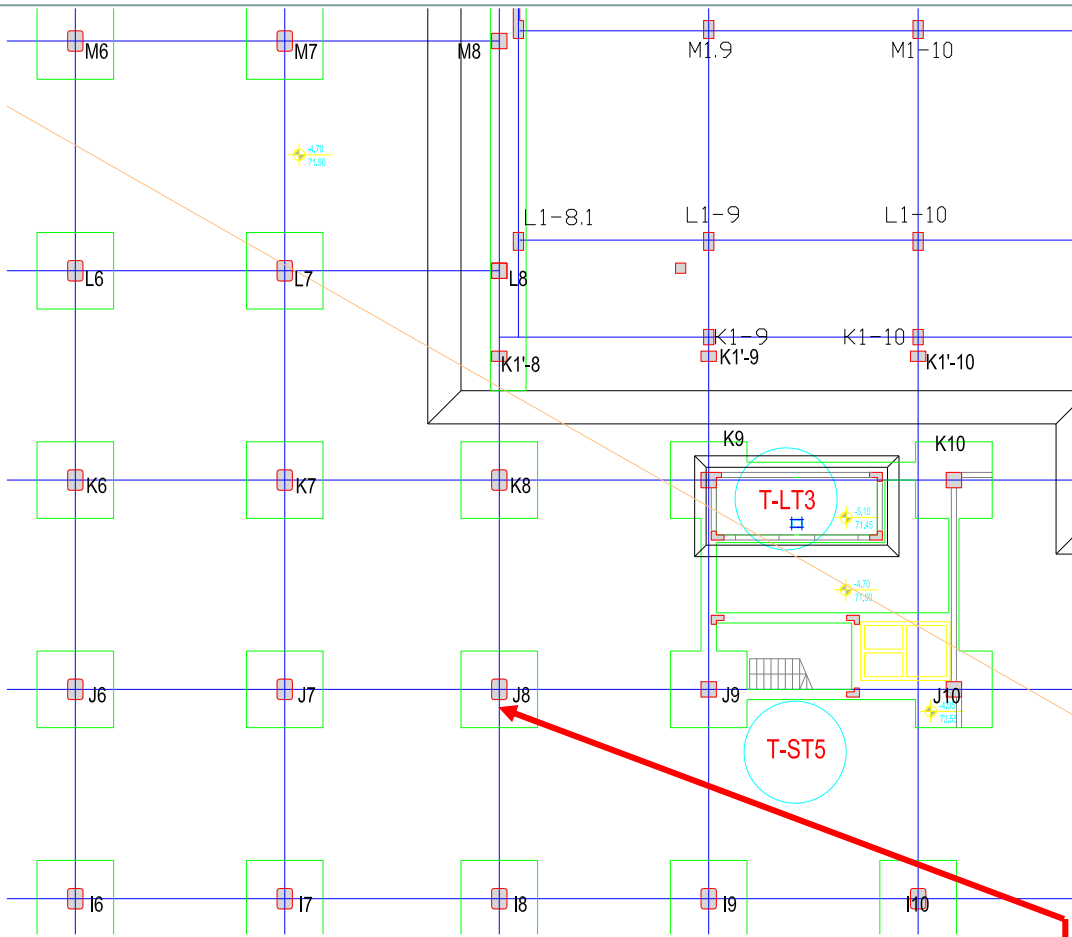


TEMELJNA PLOČA SA KONTRAKAPITELIMA

primer: Delta siti

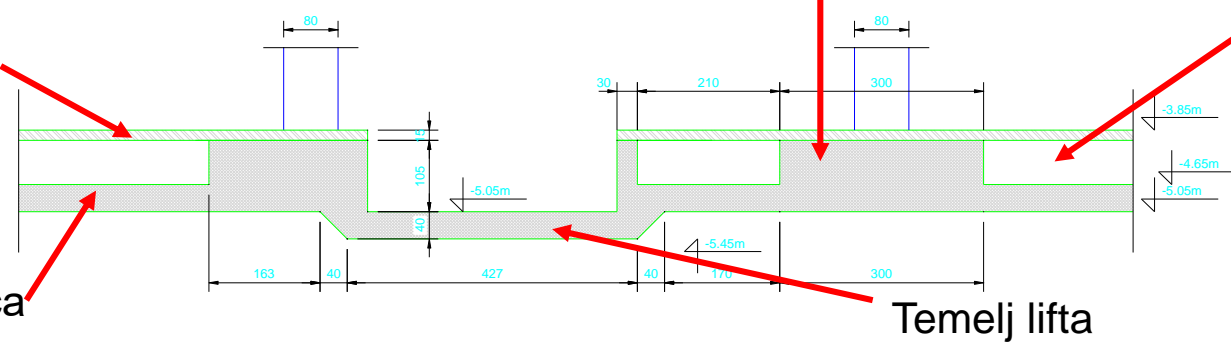


IZOŠTA: Prof. dr. Oliver Babić, et al.		
GRABEVNI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU PROJEKT ZA MATERIJALNE KONSTRUKCIJE		
INVESTITOR	DELTA M d.o.o. BEOGRAD DELTA CITY 67 d.o.o. BEOGRAD	
POSREDOVAČ	SLAVILA BIRO d.o.o. Beograd	
GLAVNI GRABEVNI PROJEKAT ZA MULTIFUNKCIONALNI TRŽNI CENTAR U BLOKU 67, NOVI BEOGRAD 01128		
Dispozicija temeljne konstrukcije POS TP		
PROJEKTOVANJE	<input type="checkbox"/> Način i sadržaj iznosa	
PROJEKTOVANJE	<input type="checkbox"/> Način i sadržaj iznosa	
PROJEKTOVANJE	<input type="checkbox"/> Način i sadržaj iznosa	
PROJEKTOVANJE	<input type="checkbox"/> Način i sadržaj iznosa	
PROJEKTOVANJE	<input type="checkbox"/> Način i sadržaj iznosa	
PROJEKTOVANJE	<input type="checkbox"/> Način i sadržaj iznosa	
PROJEKTOVANJE	<input type="checkbox"/> Način i sadržaj iznosa	
PROJEKTOVANJE	<input type="checkbox"/> Način i sadržaj iznosa	
PROJEKTOVANJE	<input type="checkbox"/> Način i sadržaj iznosa	
PROJEKTOVANJE	<input type="checkbox"/> Način i sadržaj iznosa	



Podna ploča

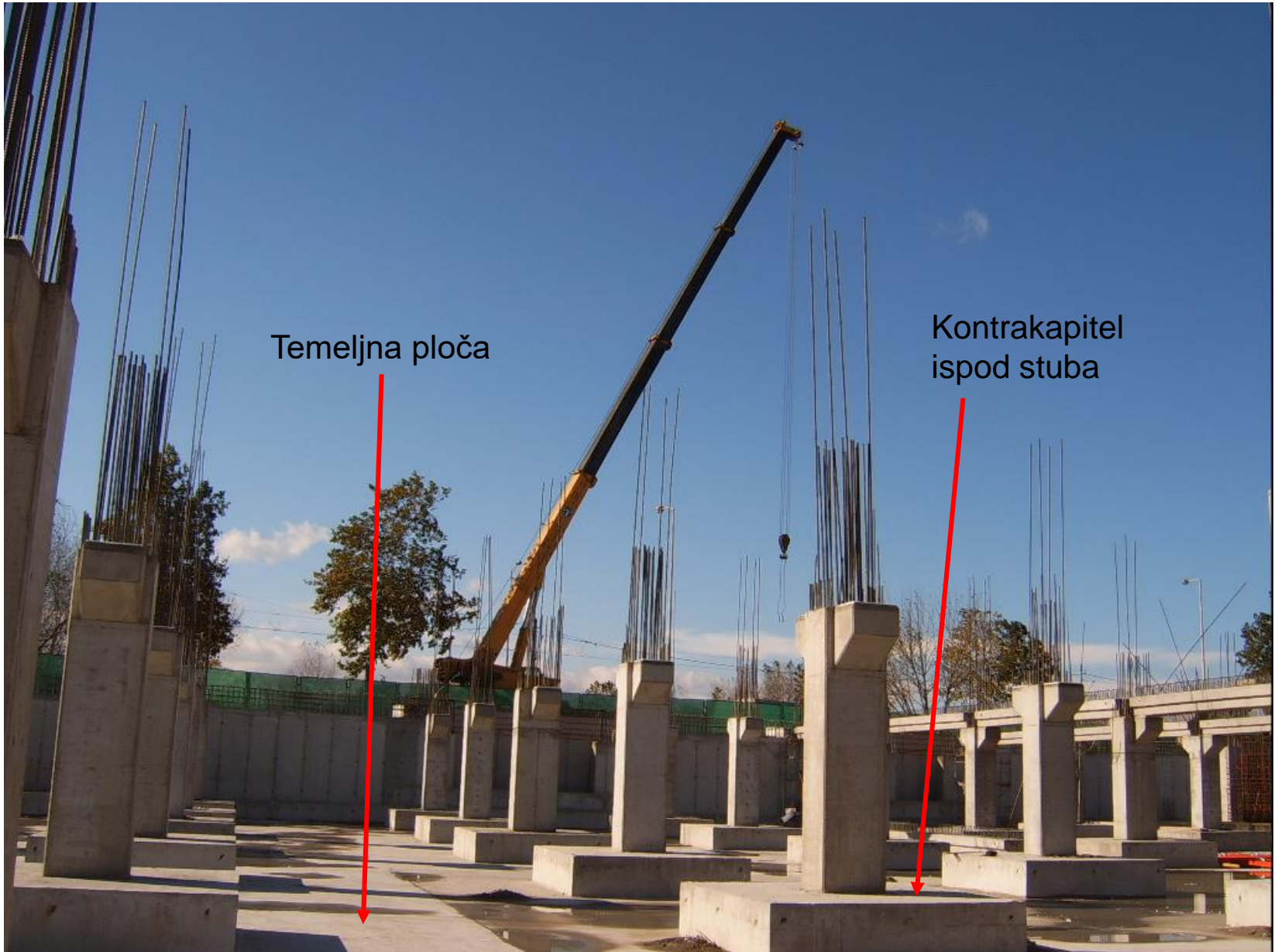
Temeljna ploča



Kontrakapitel ispod stuba

Prostor za instalacije (zbijeni šljunak, npr.)

Temelj lifta



Temeljna ploča

Kontrakapitel
ispod stuba