

PROJEKTOVANJE I GRAĐENJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA 2

13

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



Montažne AB konstrukcije

- **MONTAŽNI SISTEM**
Skup montažnih elemenata koji se preko međusobnih veza pretvara u konstrukcijsku celinu
- **SAVREMENA PROIZVODNJA**
 - Industrijska
 - Serijska
 - Proizvodnja elemenata (delova) u posebnim (fabričkim) uslovima → montaža (spajanje) na gradilištu

Kao što je poznato, montažne konstrukcije nastaju spajanjem na gradilištu prethodno proizvedenih elemenata (na istom gradilištu ili negde na drugom mestu, načešće specijalizovanom pogonu za proizvodnju (prefabrikaciju) ovih elemenata). Montažnom gradnjom se u velikoj meri eliminiše potreba za oplatom iskelom, čime se proces znatno ubrzava.

Teži se tipizaciji montažnih elemenata i njihovoj ugradnji u što većem broju na što više objekata. Na ovaj način, gradnja montažnih konstrukcija postaje rentabilna, sa cenom koja je povoljna i konkurentna ceni klasične gradnje betoniranjem na licu mesta u oplati i na skeli.

Formiranje pogona za prefabrikaciju zahteva velika početna ulaganja i kvalifikovanu radnu snagu.

Montažne veze elemenata koje se izvode pri spajanju elemenat montažne konstrukcije na gradilištu su ključne za ovaj način gradnje, i treba im posvetiti posebnu pažnju u projektovanju i izvođenju.

Kod montaže, naročito velikih elemenata, mogu se javiti problemi transporta i raspoložive opreme za dizanje i montiranje na gradilištu (kranovi, autodizalice).

- **PREDNOSTI MONTAŽNE GRADNJE**

- Manja cena pri velikim serijama
- Manja potreba za radnom snagom
- Prefabrikacija – veća tačnost i bolji kvalitet izrade
- Prednaprezanje na stazi
- Veći deo skupljanja se odvija pre ugradnje elemenata
- Velika brzina gradnje
- Gradnja bez oplata i skele (podupiranje)

- ✦ **NEPOVOLJNOSTI MONTAŽNE GRADNJE**

- Velika početna ulaganja
- Kvalifikovana radna snaga
- Ograničenja u transportu
- Izrada montažnih veza na licu mesta
- Fazni proračun

Faze kroz koje prolaze prefabrikovani montažni elementi:

- vađenje (oslobađanje) iz oplata
- transport do mesta odlaganja
- odlaganje uz određene uslove oslanjanja i opterećenja
- transport do gradilišta
- podizanje i unutrašnji transport
- montaža i kontinualizacija (izrada veza)

Sve faze treba obuhvatiti proračunom, uključujući i posebnu proveru ležišta i montažnih veza elemenata.

Takođe u obzir treba uzeti dinamičke efekte (pri dizanju i sl.)

KLASIFIKACIJA MONTAŽNIH VEZA

- Izvršena je klasifikacija veza na "suve" veze i veze sa betoniranjem na licu mesta.
- Termin "suva" veza ovde treba uslovno shvatiti, jer su u tu grupu, obično svrstavaju i one veze kod kojih se vrši premazivanje površina koje se spajaju, postavljanje slojeva maltera ili drugih materijala za nivelisanje i sl.
- U "suve" veze nisu svrstani oni montažni spojevi kod kojih je nužno postavljati oplatu za dobetoniranje delova montažnih elemenata u cilju pokrivanja statičke i konstruktivne armature i formiranja konačnog preseka.
- U okviru ove prve podele, montažne veze su svrstane prema statičkom kapacitetu veze, tj. prema statičkim uticajima koje veze mogu da prime i prenesu.

Kontaktne zone, ležišta i oslonci (prema SRPS EN 1992)

- Transverzalne sile na ležište u osloncu se mogu zanemariti oko su manje od 10% vertikalne sile pritiska.
- Sila na kontaktu se može preneti preko ležišta (malter, polimer itd).
- Kod oslanjaja direktno beton na beton, kontaktni pritisak treba da bude manji od $0.3f_{cd}$.

Na mestu unošenja sila pritiska, sile zatezanja upravno na pritisak treba prihvatiti poprečnom armaturom, kao za lokalni pritisak (primer levo),

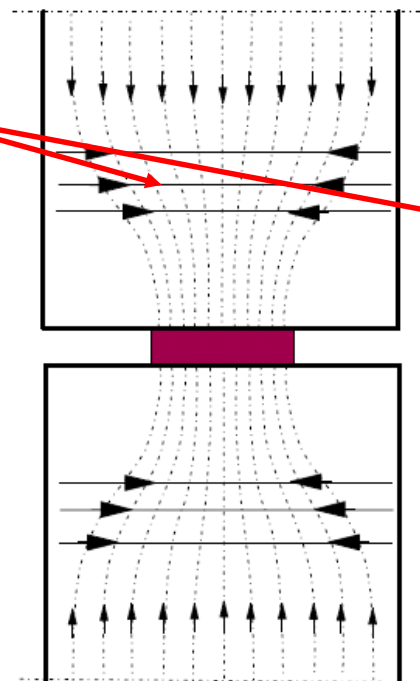
ili pomoći prema izrazu:
 $A_s = 0,25 (t / h) F_{Ed} / f_{yd}$
(primer desno), gde je:

t debljina ležišta

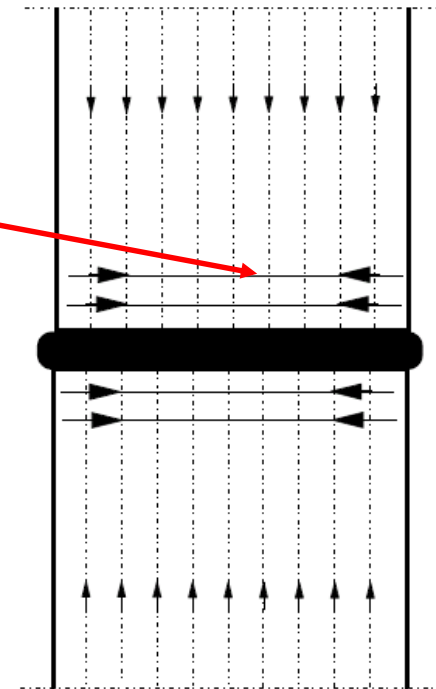
h dimenzija elementa

F_{Ed} sila pritiska koja se prenosi

a) Lokalni prenos pritiska

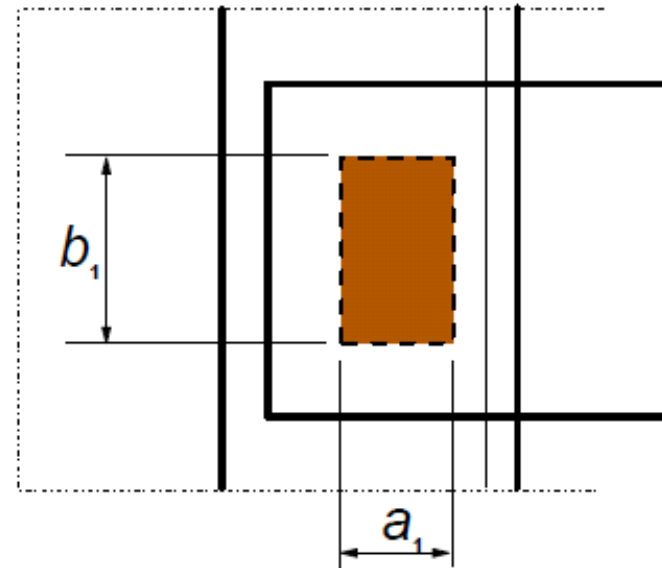
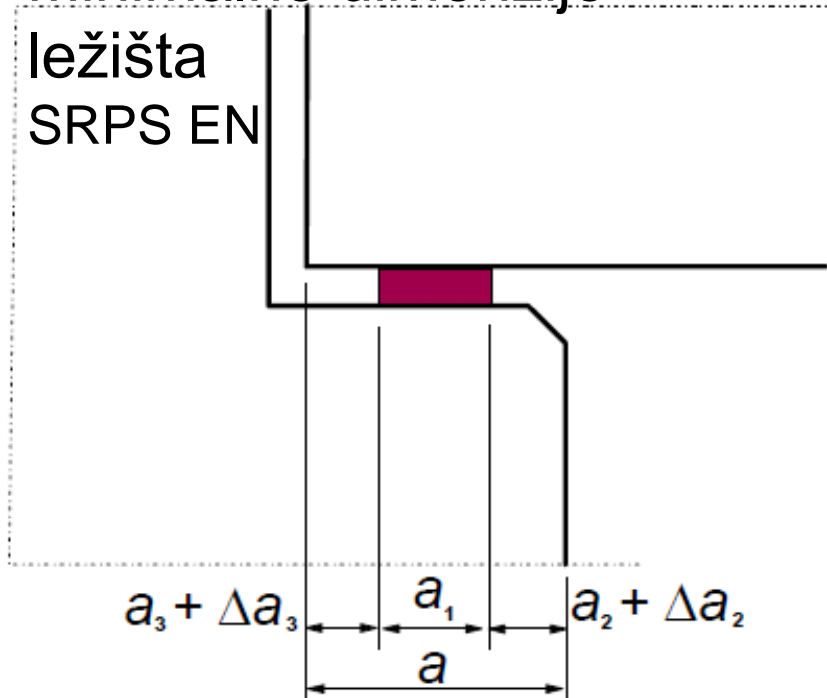


b) Deformabilno ležište



Minimalne dimenzije

ležišta
SRPS EN



$$a = a_1 + a_2 + a_3 + \sqrt{\Delta a_2^2 + \Delta a_3^2}$$

$a_1 = F_{Ed} / (b_1 f_{Rd})$ iz nosivosti ležišta $f_{Rd} \leq 0.4f_{cd}$

a_2 dato u funkciji od materijala i napona u osloncu ($\leq 35\text{mm}$)

a_3 dato u funkciji od načina armiranja grede ($\leq 15\text{mm}$)

Tolerancije: Δa_2 $10 \leq l/1200 \leq 40\text{mm}$ (l razmak oslonaca)

Δa_3 $l_n/2500$ (l_n dužina elementa)

Veze koje prenose momente savijanja ili zatezanje

Armatura treba da prođe kroz vezu i efikasno se usidri u povezanim elementima.

Kontinuitet se može ostvariti preko:

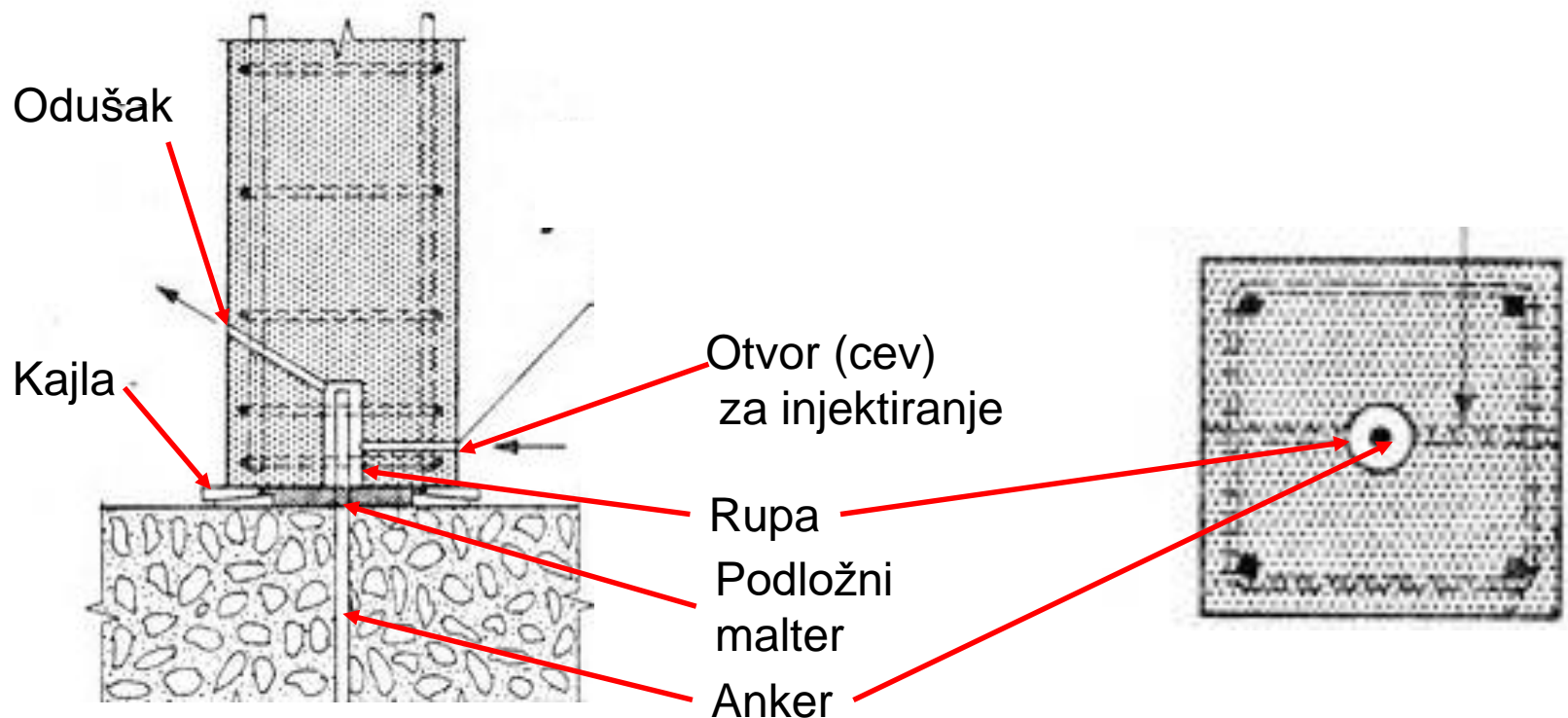
- preklopa armature
- injektiranja ankera u odgovarajućim rupama
- preklapanja armature petljama
- zavarivanjem armature ili čeličnih ploča
- prednaprezanjem
- mehaničkim armaturnim spojnica

Montažne veze u skeletnim sistemima



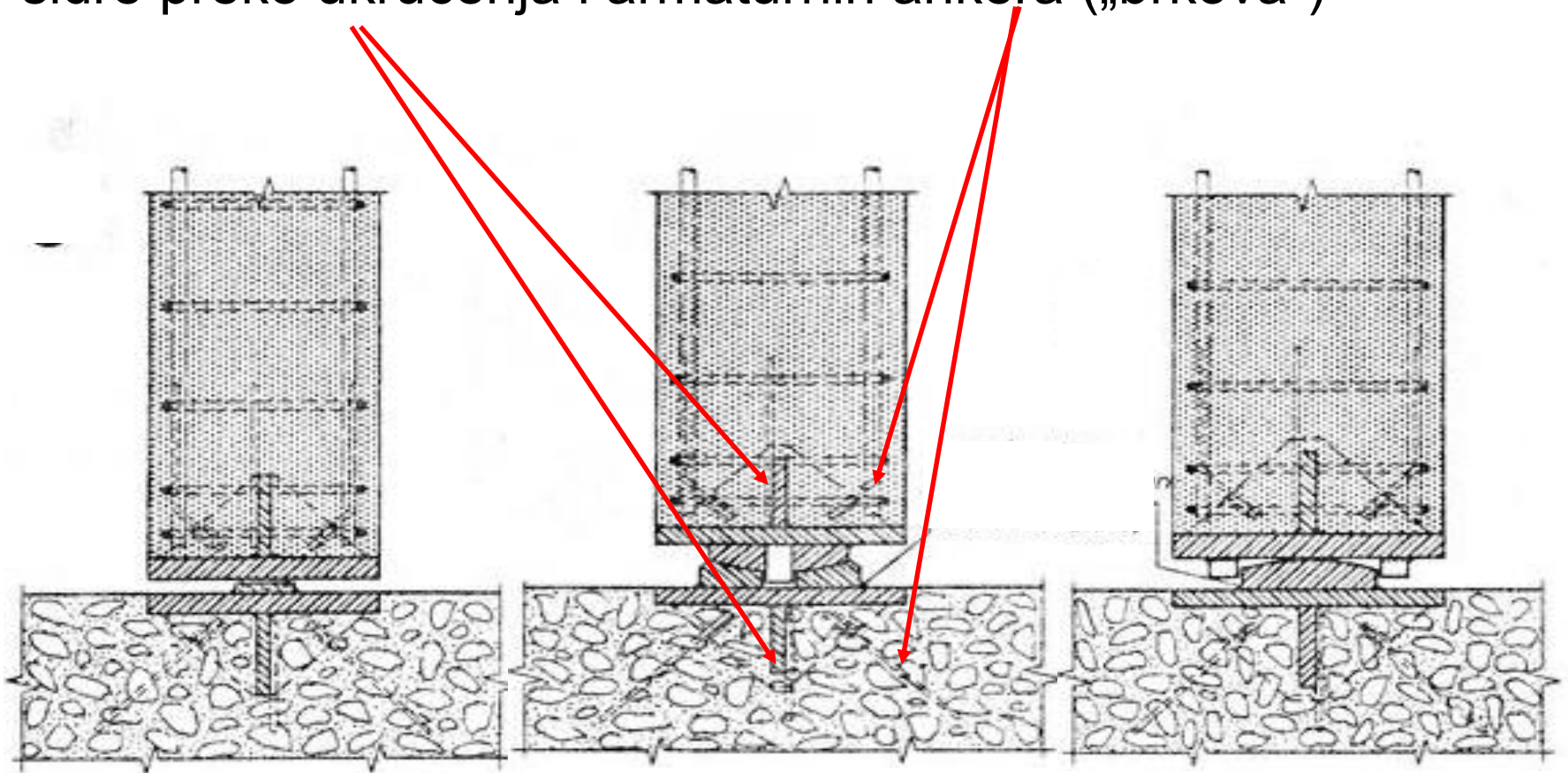
Detalji veze stuba i temelja koje prenose vertikalnu N i poprečnu silu V

Veza preko ankera koji je ugrađen u temelj. Na montažnom stubu je ostavljena rupa koja naseda na anker, a zatim se injektira (malter, epoksid) kroz otvor na dnu. Na vrhu rupe je otvor za odušak za injekcionu masu. Položaj stuba se reguliše podložnim klinastim pločicama (kajlama)



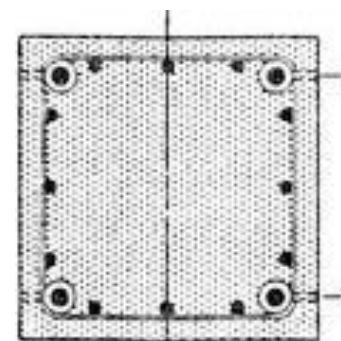
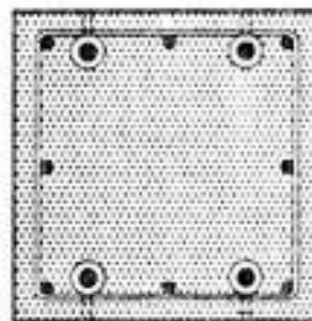
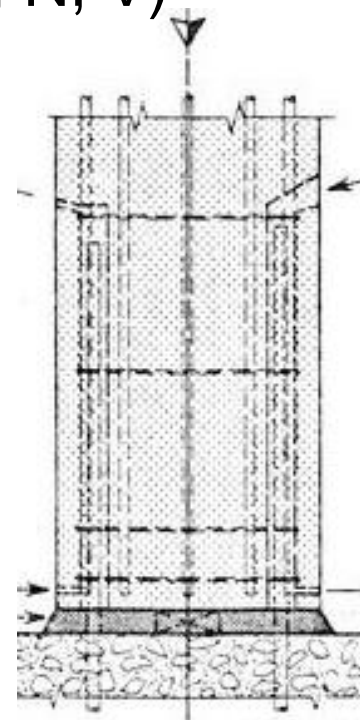
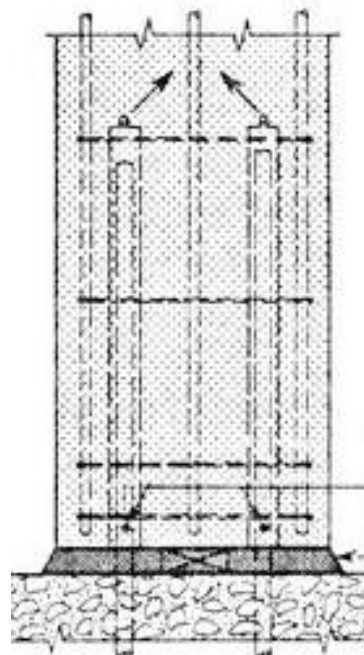
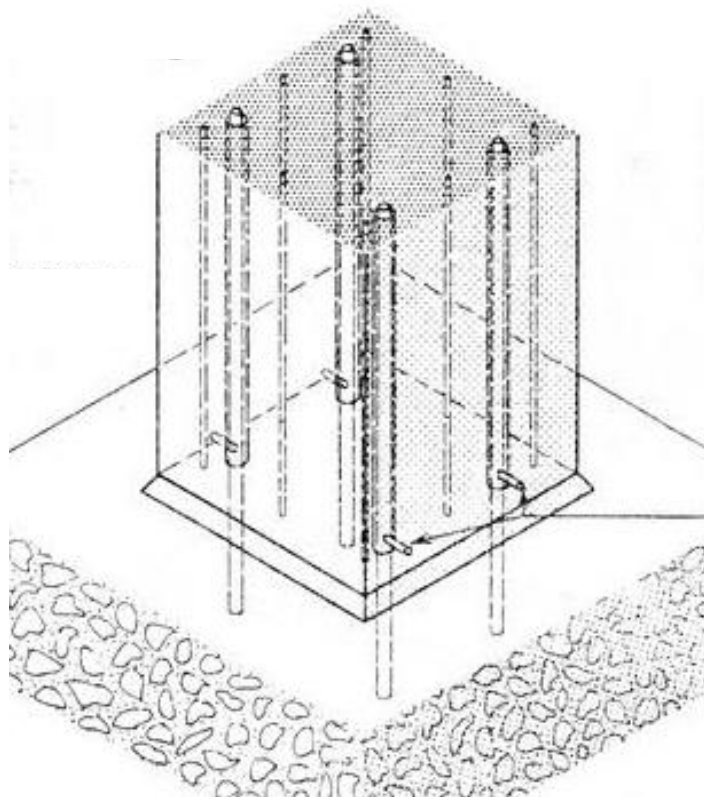
Detalji veze stuba i temelja koje prenose vertikalnu N i poprečnu silu V

Veza preko čeličnih ploča i graničnika je konstruisana kao klasična veza u čeliku. Čeone ploče se u AB element sidre preko ukrućenja i armaturnih ankera („brkova“)



Detalji veze stuba i temelja (prenosi sve uticaje M, N, V)

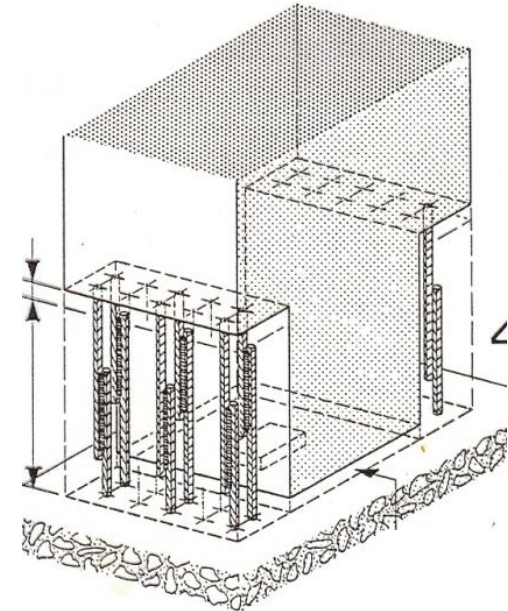
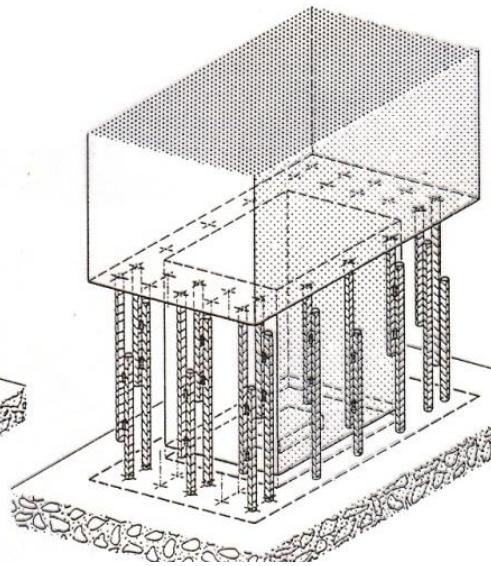
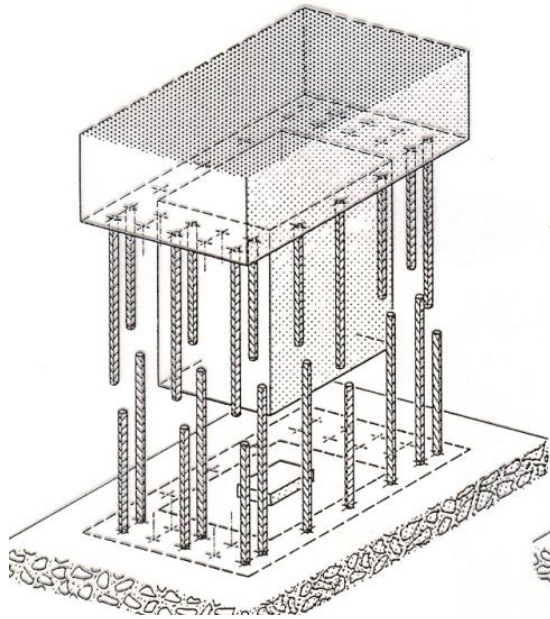
Veza preko injektiranih ankera koji se preklapaju sa armaturom stuba



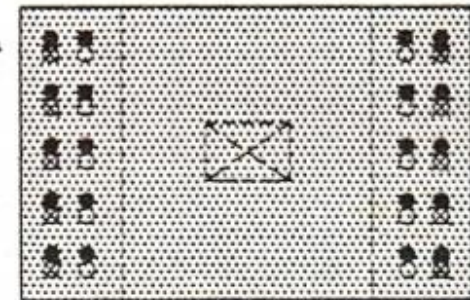
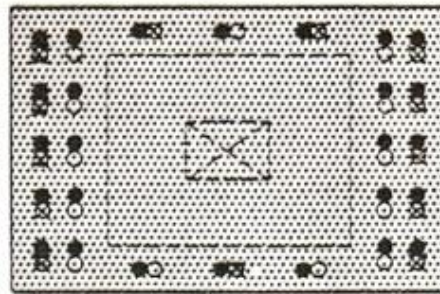
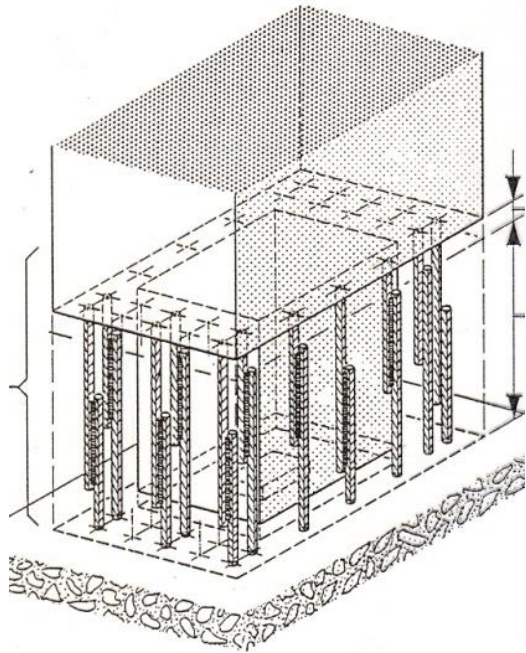
Na prethodnom slajdu je prikazana veza sa 4 ankera ubetonirana u temelj, ili stub ispod. Ankeri su postavljeni u uglovima stuba koji se montira, kako bi bili što efikasniji u prihvatanju momenata (sila zatezanja na mestu zategnute armature. Na montažnom stubu je ostavljen prostor za ankere (rupe) koje „nasedaju“ na ankere prilikom montaže. Neposredno uz rupu je postavljena armatura za savijanje stuba koja treba da preuzme silu zatezanja od momenta savijanja preklapanjem sa ankerom iz temelja. Rupe se injektiraju nakon montaže (vidi slajd 11). Dobro je da svi ankeri budu različite visine zbog lakše montaže („nasedanje“ anker po anker).

Na sledećem slajdu je prikazana veza kod koje je presek montažnog stuba na mestu veze redukovan, a armatura po obimu prepuštena. Iz temelja su ispušteni ankeri koji po raspredu i prečniku odgovaraju armaturi montažnog stuba, i sa njom se nastavljaju preklapanjem, ili zavarivanjem, ili kaplerima. Srednji, redukovani, deo donjeg kraja stuba služi da se stub osloni na temelj u fazi montaže, pre nastavljanja armature sa ankerima. Na kraju se vrši dobetoniranje preseka stuba do projektovane dimenzije. Prikazana veza prenosi momente savijanja u oba pravca, a na desnom delu slajda je prikazan primer kada je veza prenosi samo momente u jednom pravcu.

Detalji veze stuba i temelja (M, N, V)

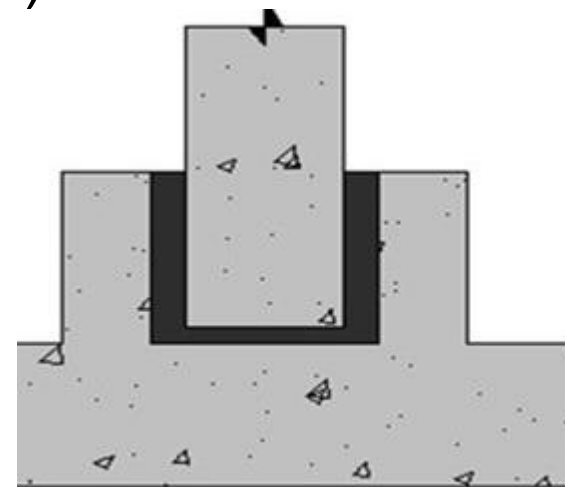


Veza nastavljanjem armature i dobetoniranjem



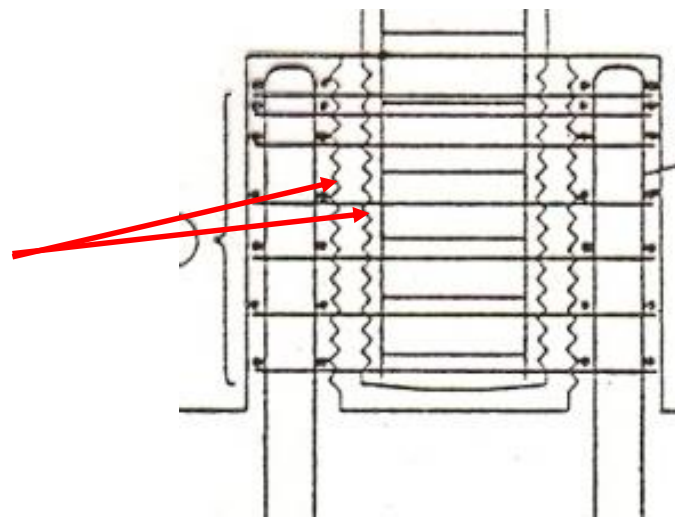
Temelji sa čašicom (Socket foundations)

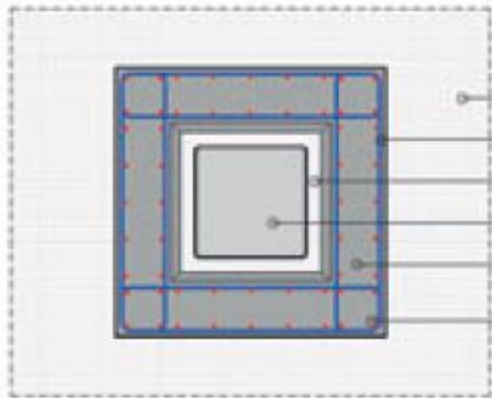
U projektovanju i građenju montažnih objekata, naročito hala, najčešći način fundiranja montažnih stubova je na temeljima sa čašicom. Temelj samac se izvodi sa sandučasto oblikovanim gornjim delom (čašicom) sa unutrašnjim dimenzijama par santimetara većim od preseka stuba.



Stub se pri montaži spušta u čašicu, kajlama se obezbedi njegova vertikalnost, i zatim izvrši zalivanje prostora među stuba i čašice sitnozrnim betonom. Ovakva veza je ekvivalentna monolitnoj, dakle prenosi sve uticaje sa stuba na temelj.

Unutrašnja površina čašice, kao i površina stuba u visini čašice, mogu biti nazubljene zbog efikasnijeg prenosa sila sa stuba na temelj




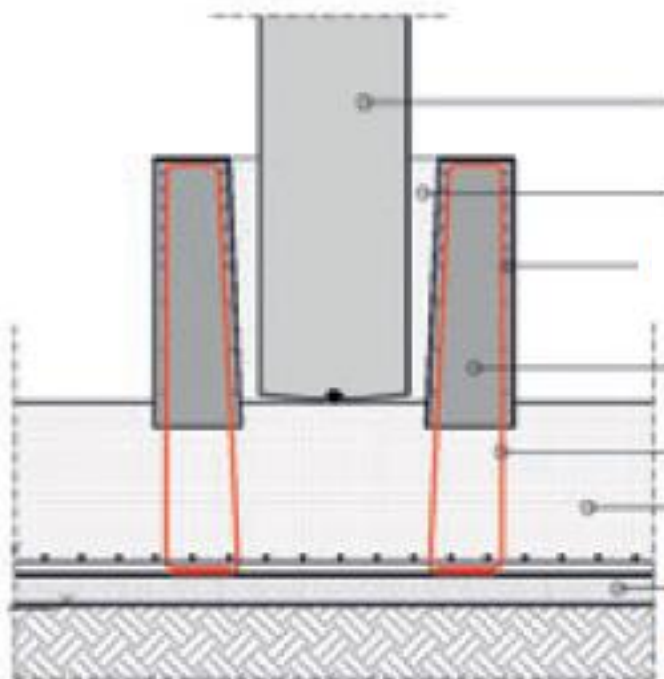


Temelj
 Hor. uzengije
 Ispuna
 Montažni stub
 Čašica
 Ver. uzengije

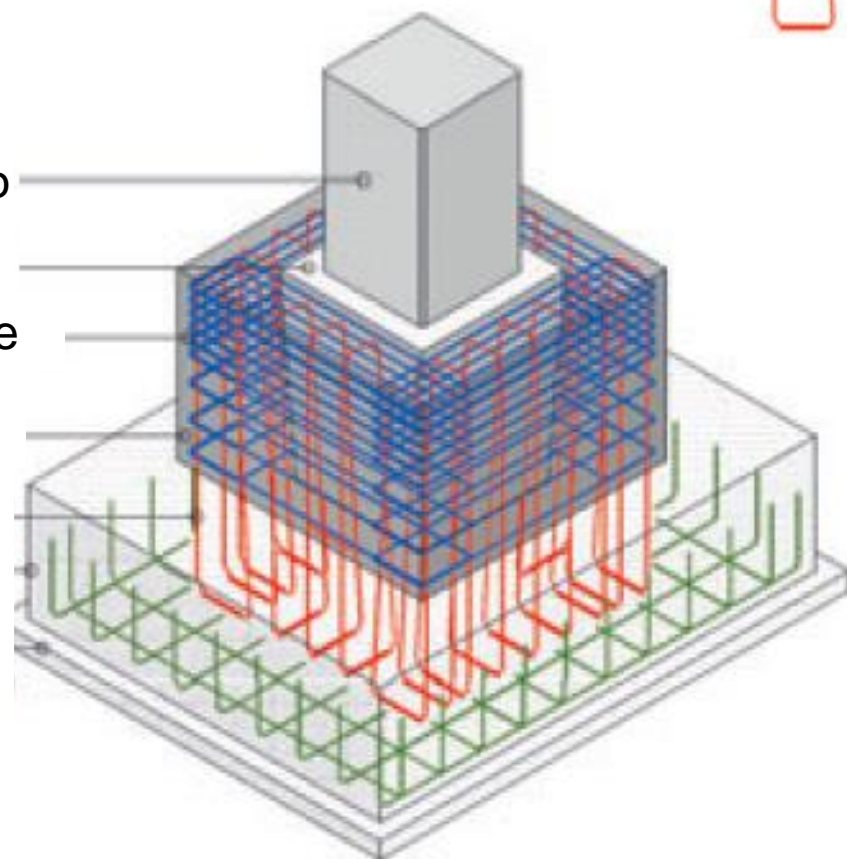
Elementi temelja sa čašicom

Horizontalne uzengije 

Vertikalne uzengije 



Montažni stub
 Ispuna
 Hor. uzengije
 Čašica
 Ver. uzengije
 Temelj



Čašice se najčešće izvode kao prefabrikovani elementi sa ispuštenom armaturom koja se sidri u temelj.

Čašica se betonira u obrnutom položaju.

Prefabrikovana čašica se postavlja u projekrovani položaj iznad armaturnog koša temeljnog jastuka, koji se zatim betonira.

Po očvršćavanju betona formiran je monolitni temelj sa čašicom u koji se postavlja montažni stub.



Temelji sa čašicom

Socket foundations

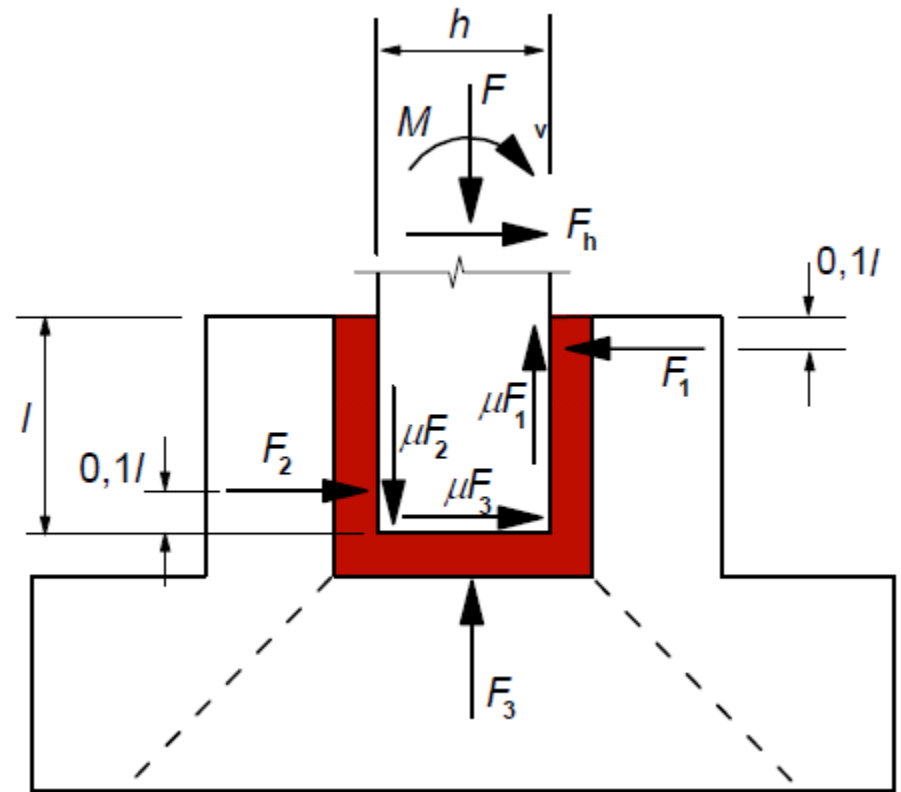
Sa stuba na temelj se, generalno, prenosi moment savijanja, vertikalna i poprečna sila (M, F i F_h)

Sile se sa stuba na temelj prenose preko sila pritiska F_1, F_2 i F_3 i sila trenja μF_{1-3}

Vertikalna sila se se prenosi direktno na jastuk a sile F_1 i F_2 deluju na čašicu u kojoj izazivaju savijanje i smicanje.

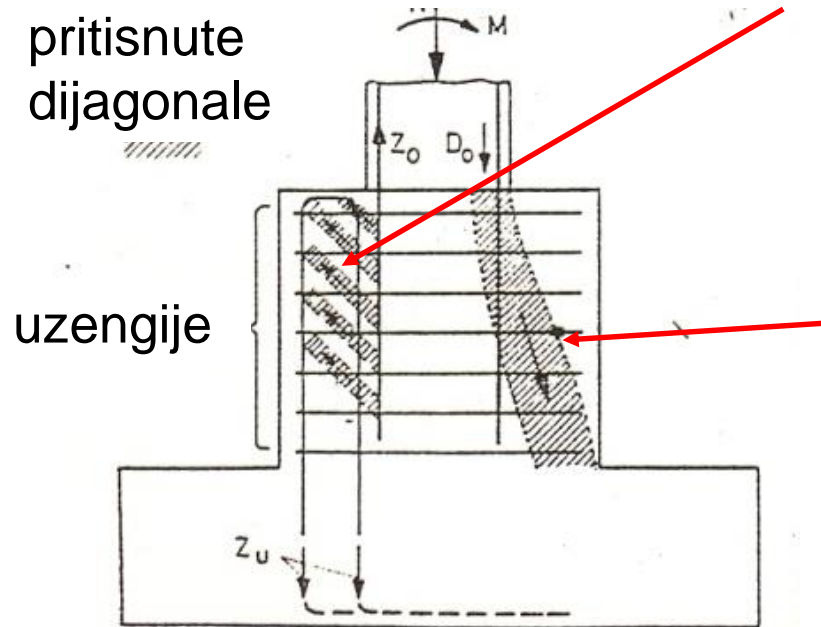
Smicanje od hor. sile F_h prihvataju bočne strane čašice (u pravcu hor. sile sa stuba) kao kratki elementi, preko horizontalnih i vertikalnih uzengija. Savijanje se prihvata spregom sila koje deluju na prednji i zadnji zid čašice, zajedno sa silama trenja μF_1 i μF_2 . Spreg sila prihvata vertikalna armatura čašice.

Minimalni koeffijent trenje je $\mu = 0,3$, a visina čašice $l \geq 1,2 h$ (SRPS EN).



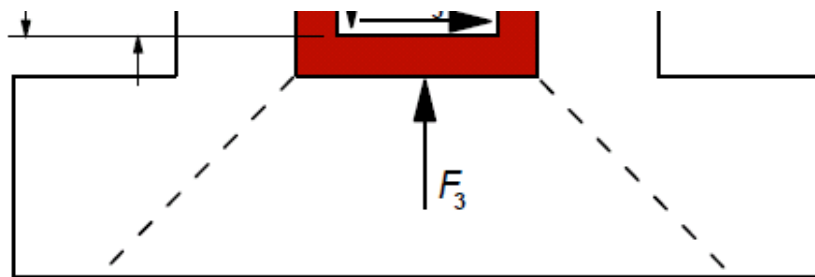
Temelji sa čašicom

Socket foundations



Vertikalne sile trenja sa stuba se prenose na zadnji i prednji zid čašice preko pritisnutih dijagonala, koje formiraju sa armaturom unutrašnju rešetku.

U bočnim zidovima, koji prenose smicanje, formira se dijagonala pritiska u betonu.



Potrebno je proveriti proboj stuba kroz donju ploču (jastuk) temelja.

Temelji sa čašicom Socket foundations

Kod čašica sa nazubljenom površinom veći je efekat trenja, pa se zahteva manja visina čašice.

Preporučene visine čašica l , u funkciji dimenzije stuba h , su:

za glatke čašice:

$$l = 1.65h; M/F_v \leq 0.15$$

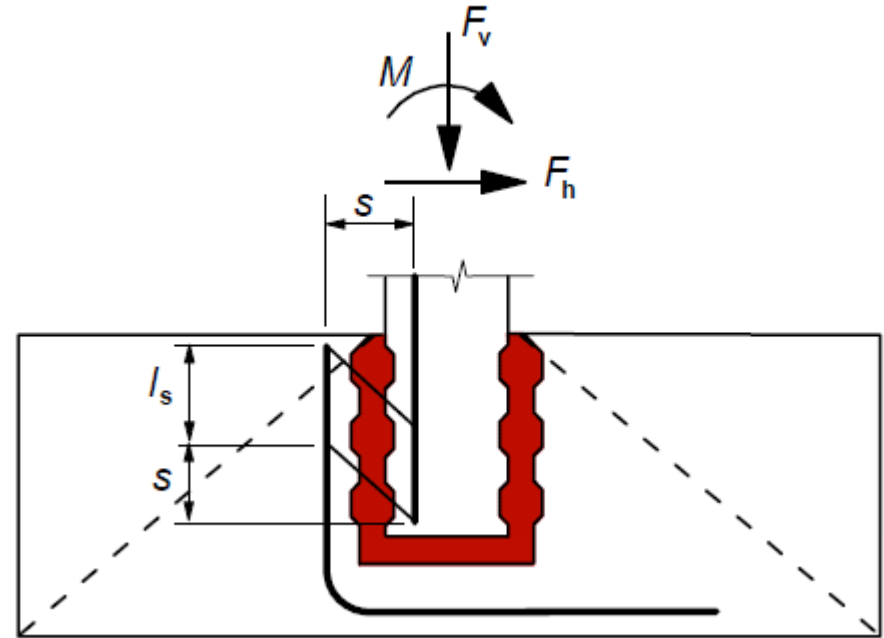
$$l = 2.65h; M/F_v \geq 2.0$$

za orebrene čašice:

$$l = 1.5h; M/F_v \leq 0.15$$

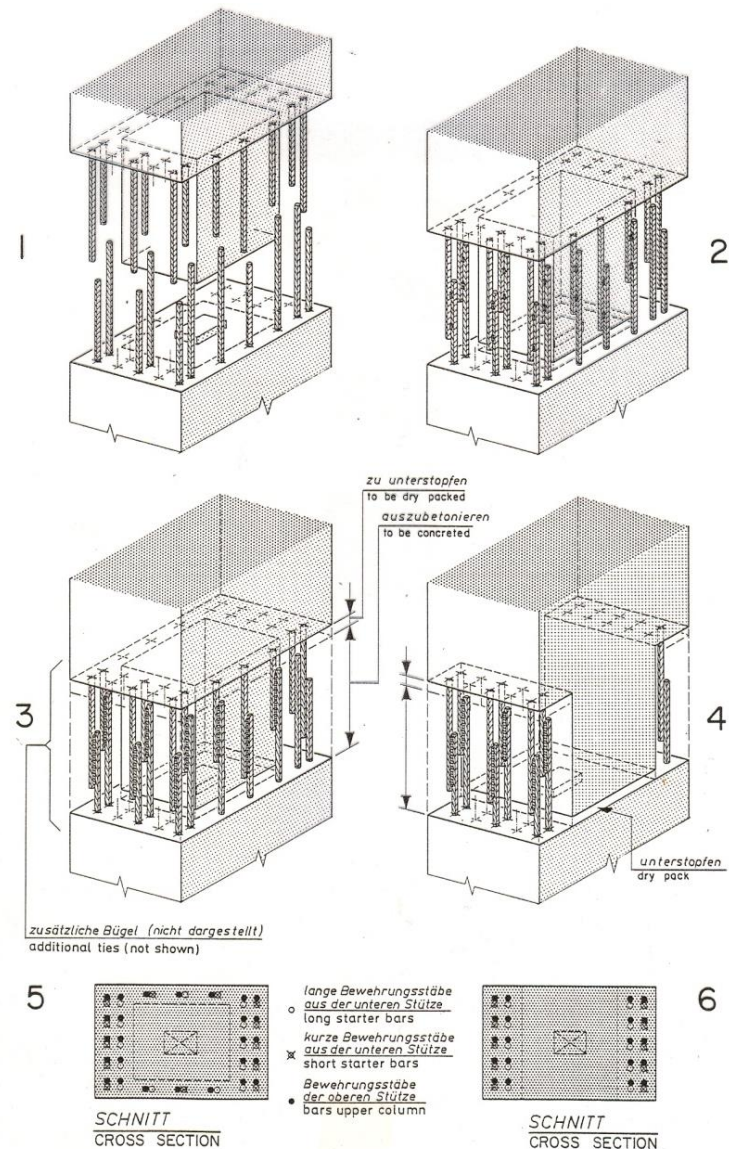
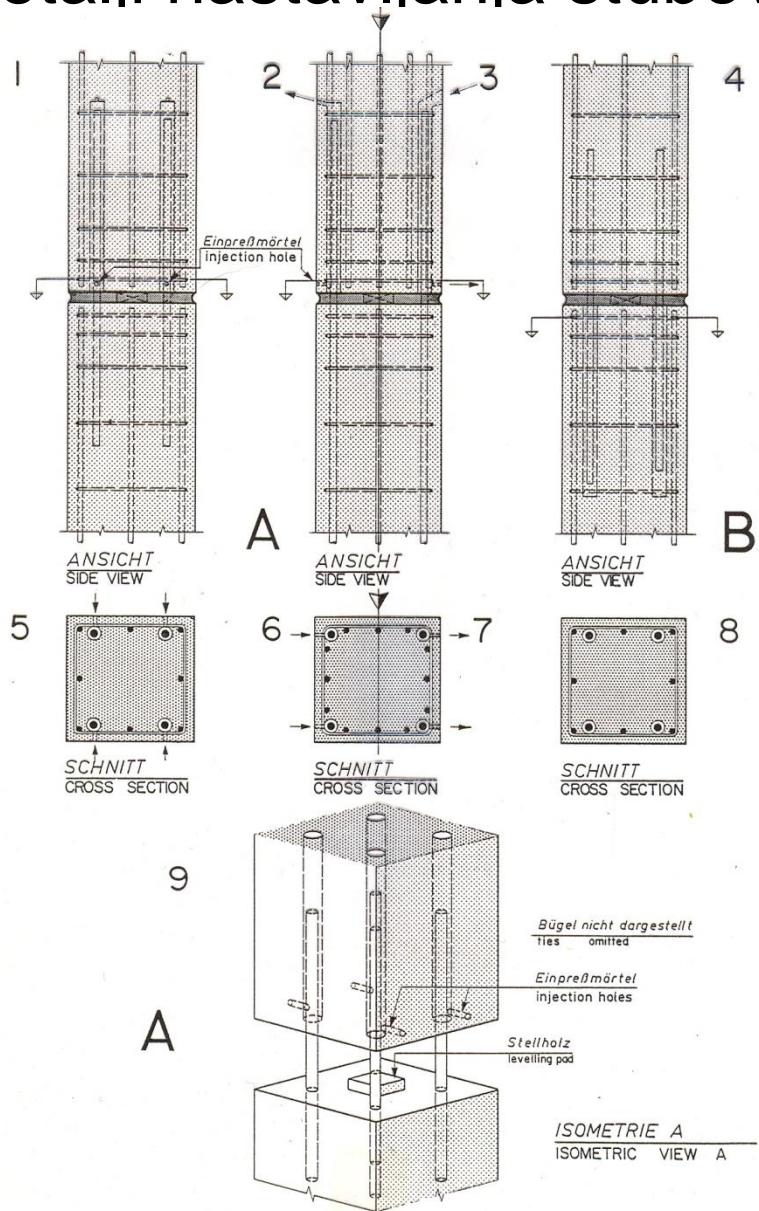
$$l = 2.0h; M/F_v \geq 2.0$$

treba proračunom dokazati.



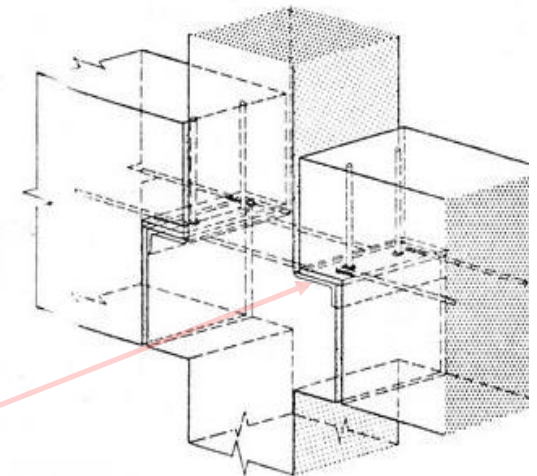
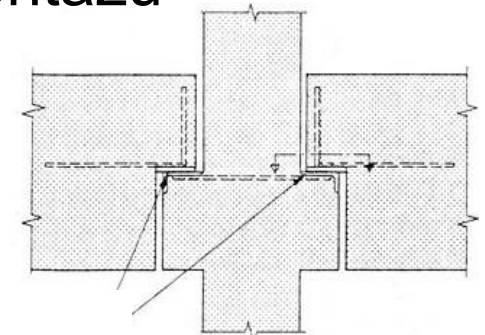
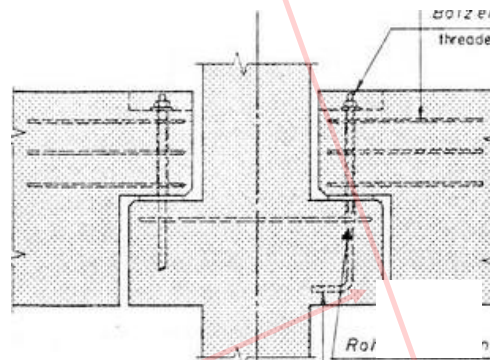
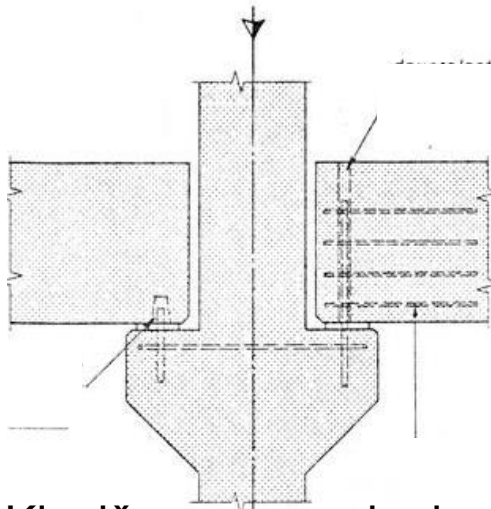
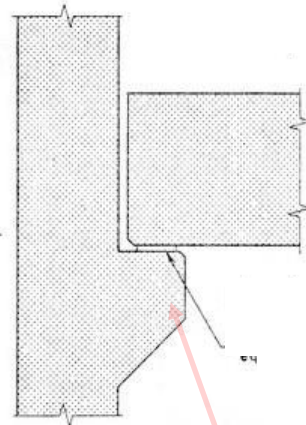
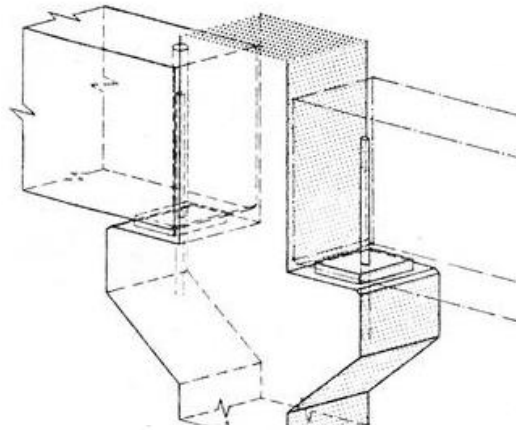
Generalno, čšašica može biti upuštena u temelj.

Detalji nastavljania stubova – analogno vezi stub - temelj



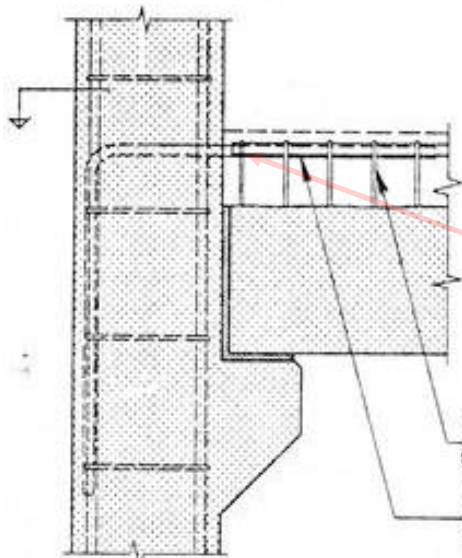
Detalji veze greda stub (V, N)

„Zglobna“ veza, jednostavna za montažu



Klasična veza preko kratkog elementa, veoma česta u montažnoj gradnji. Kratki element može biti ispod grede, ili je greda upušteno oslonjena. Kod manjih podužnih sila postavlja se konstruktivni anker. kod većih podužnih sila proračunava se anker i armatura u gredi, a veza može da bude ostvarena i preko zavarenih čeličnih pločica.

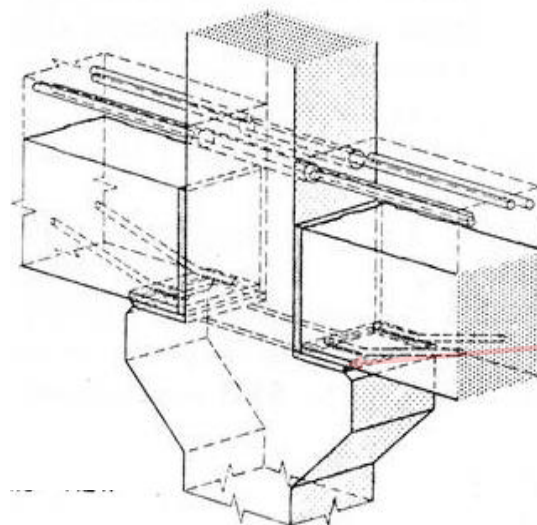
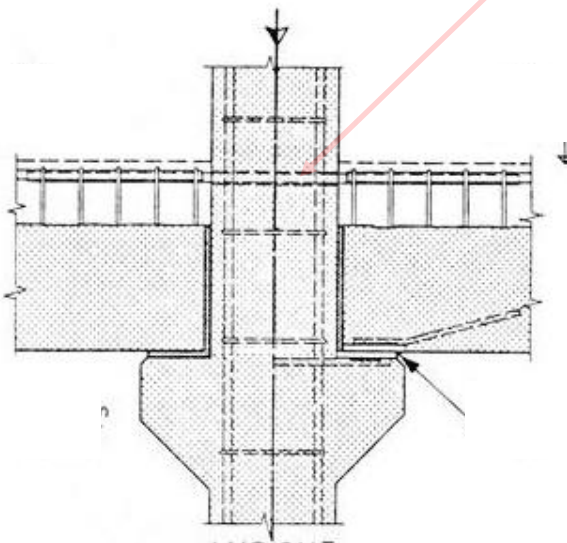
Detalji veze greda - stub (M, V, N)



Ova polumontažna veza sa dobetoniranjem gornjeg dela grede, nakon nastavljanja zategnute armature kroz stub, preklapanjem ili na drugi način.

Primena je vrlo česta kod konstrukcija sa polumontažnim ili montažnim međuspratnim konstrukcijama sa „topingom“ (HC ploče, npr.).

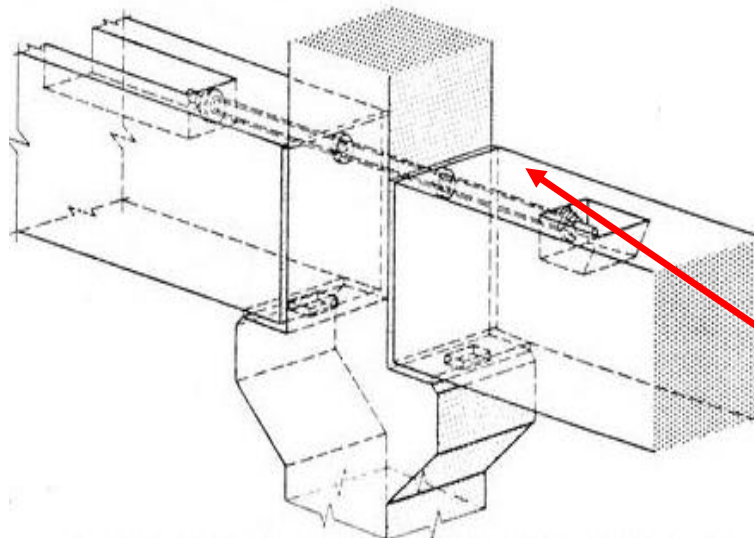
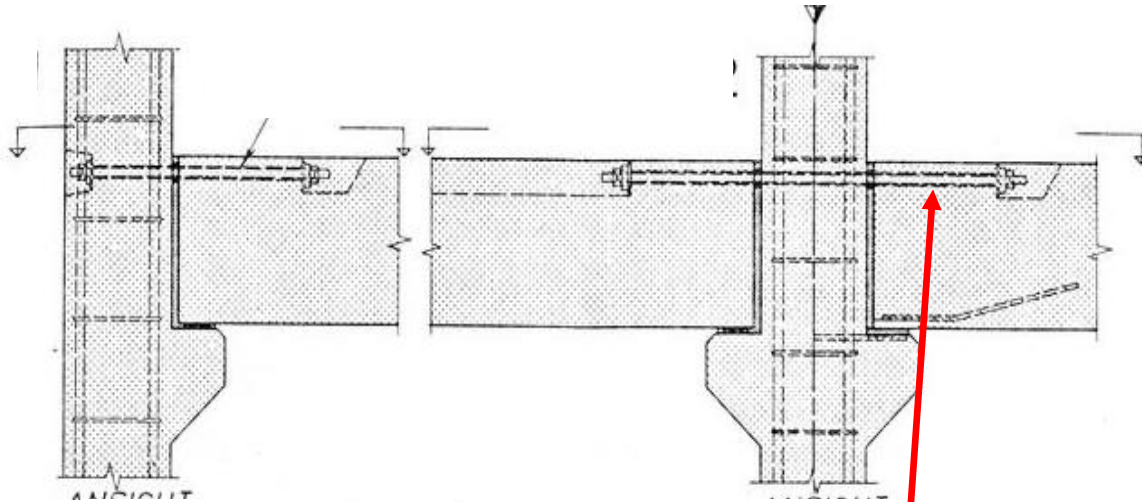
Na stubu se ostavljaju ankeri za vezu sa gredom ili otvori za provlačenje armature za kontinualizaciju i prenos sile zatezanja od momenta



Sila pritiska od momenta se prenosi direktno (ili preko ispune malterom) ili preko ankerisanih čeličnih zavarenih pločica.

Detalji veze greda stub (M, V, N)

“Suva” veza preko prednapregnutih šrafova

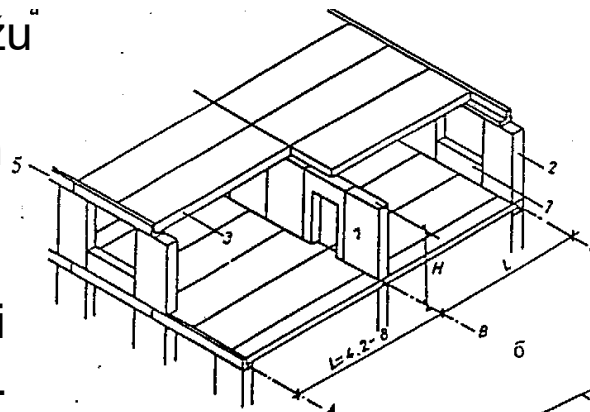


Veza je jednostavna za montažu, zahteva posebne prese za prednaprezanje šrafova (šipki), preko kojih se vrši kontinualizacija. Posebno treba obratiti pažnju na konstruisanje armature u zoni prenosa sile sa šrafa na armaturu montažne grede.

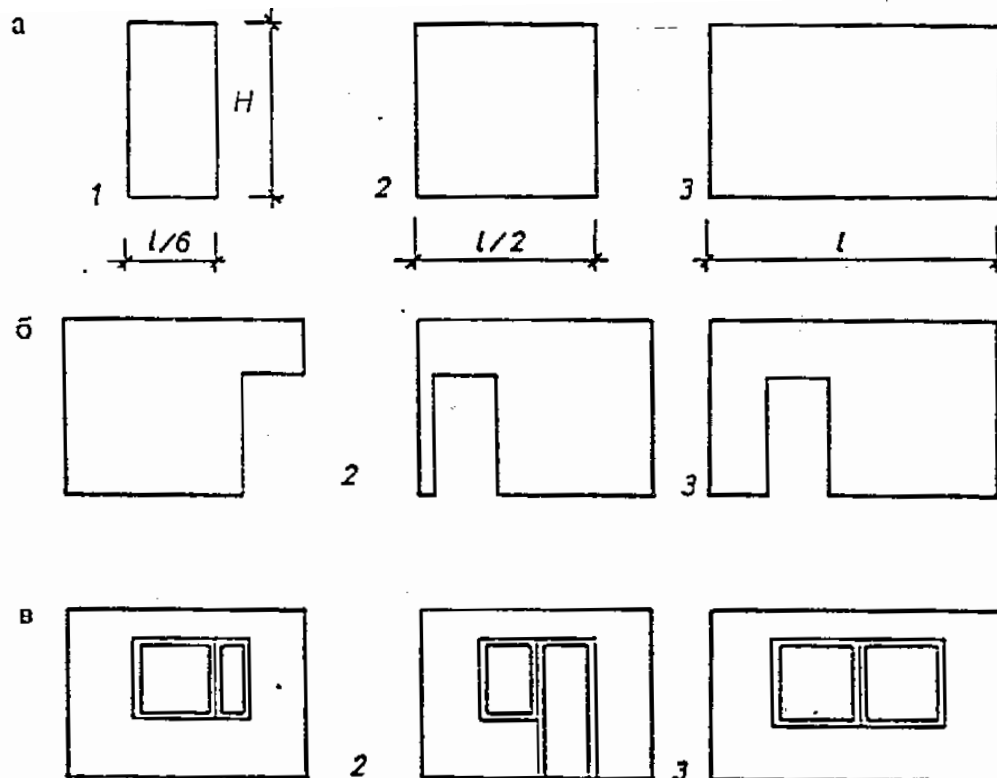
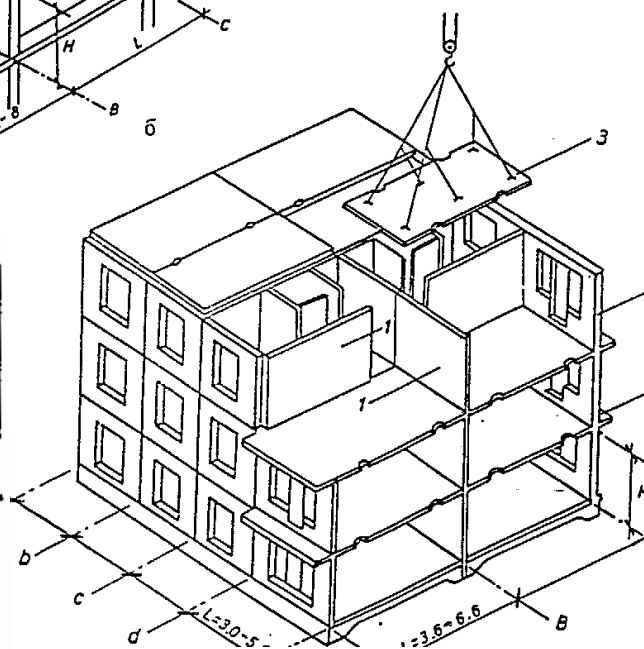
Montažne veze u panelnim sistemima



Podrazumeva prefabrikaciju i montažu elemenata međuspratne konstrukcije veličina jednakih rasponima, ili zidnih elemenata spratne visine. Zidni elementi se često betoniraju sa otvorima za prozore i vrata, a fasadni sa termoizolacijom i završnim slojem.



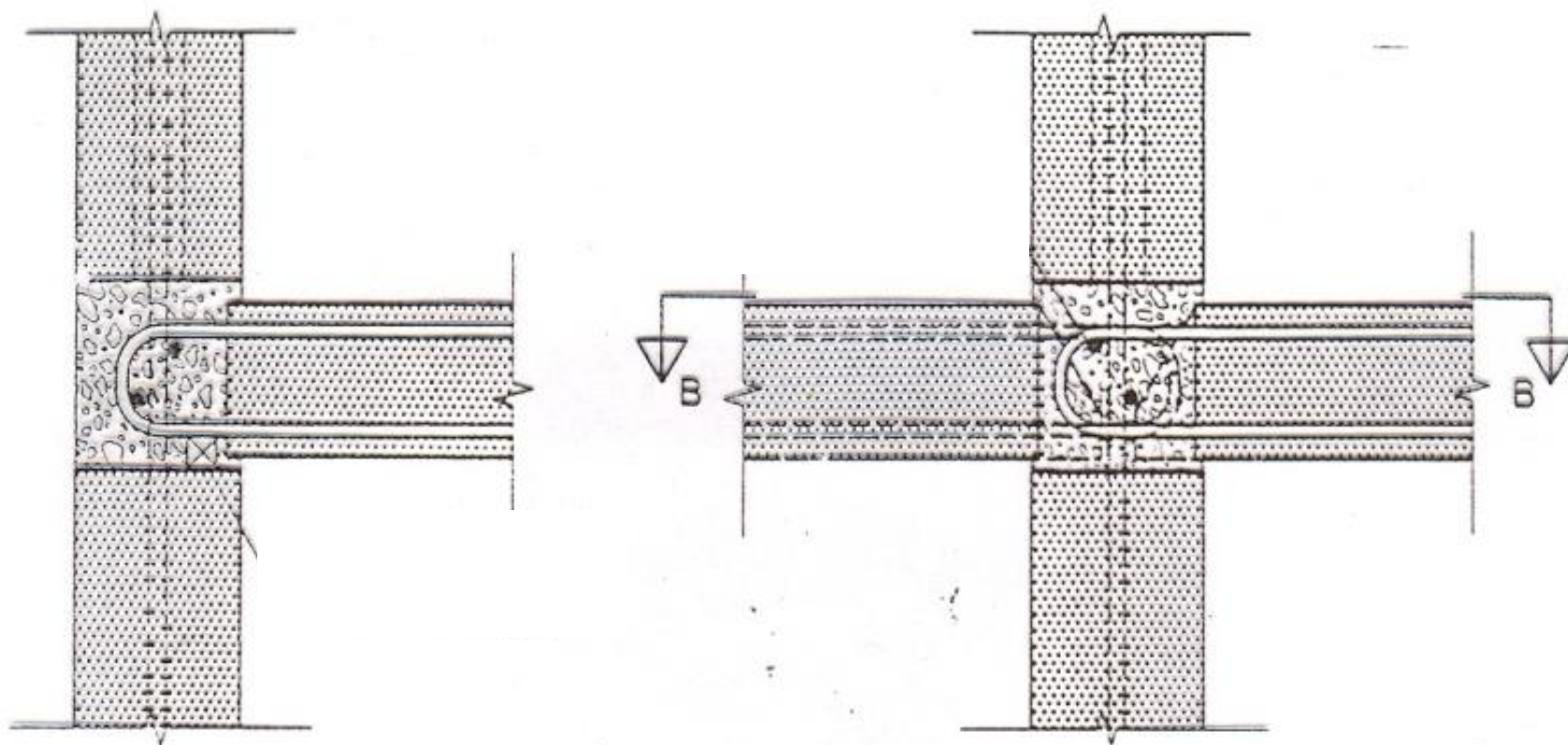
Panelni montažni sistemi



Oblici vertikalnih panela

Panelni sistemi

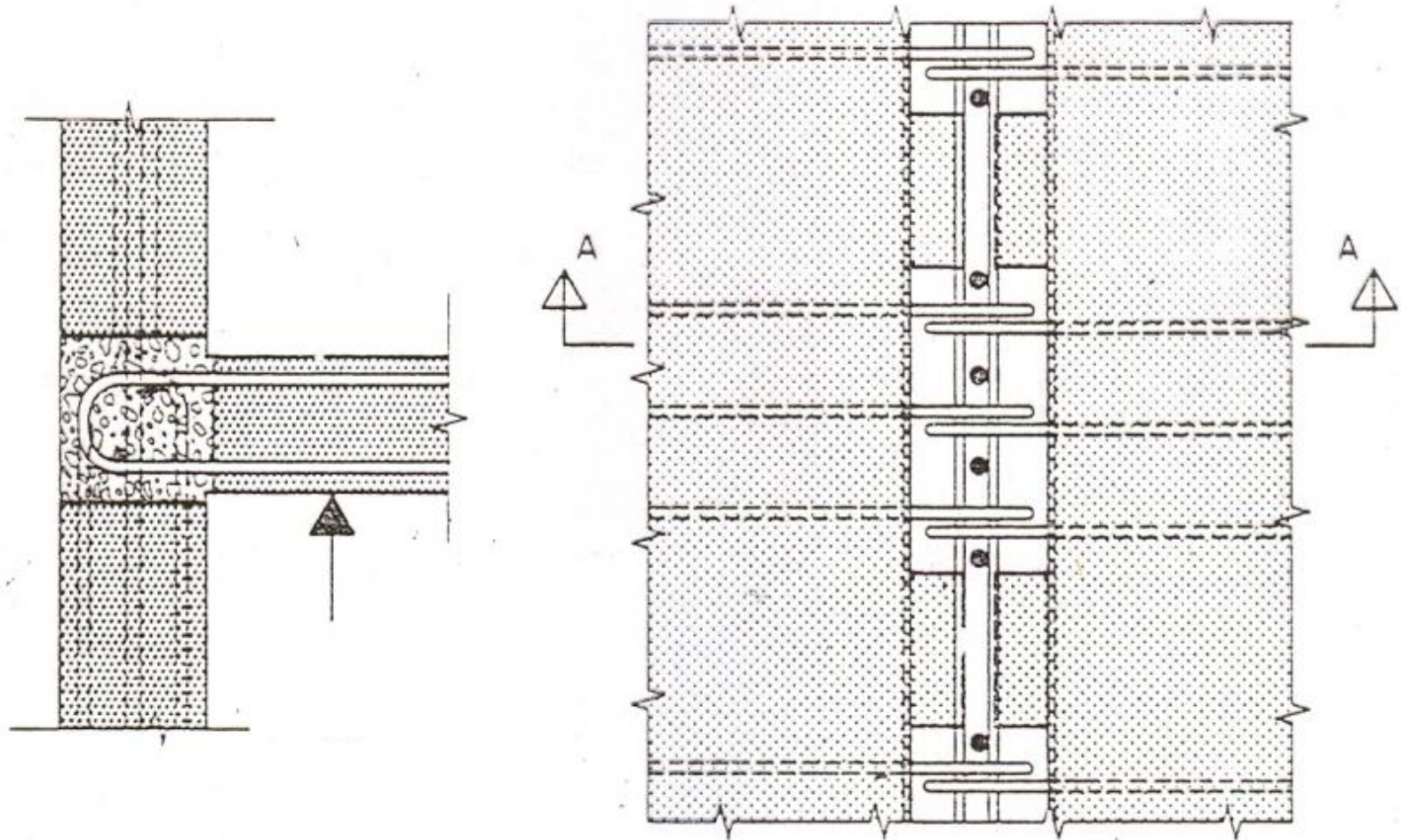
Veza ploče međusprata i zida



Veze panelnih elemenata su najčešće preko armaturnih petlji ili kuka ispuštenih iz elementa duž spojnice, koje se međusobno preklapaju, a zatim se prostor spojnice zaliva sitoiznim betonom.

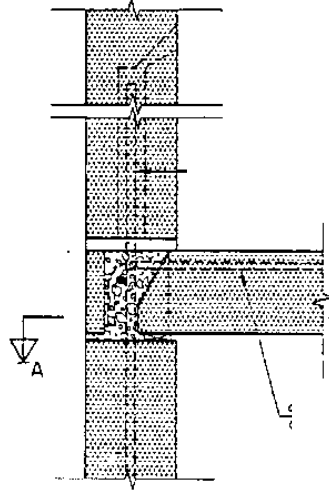
Panelni sistemi

Veza ploče međusprata i zida

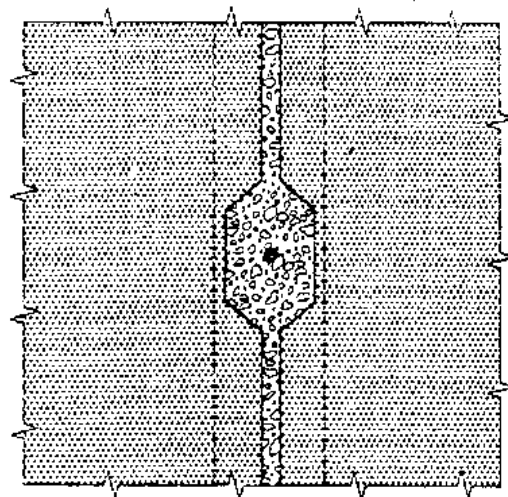
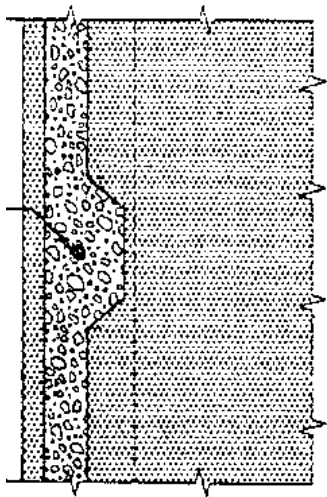
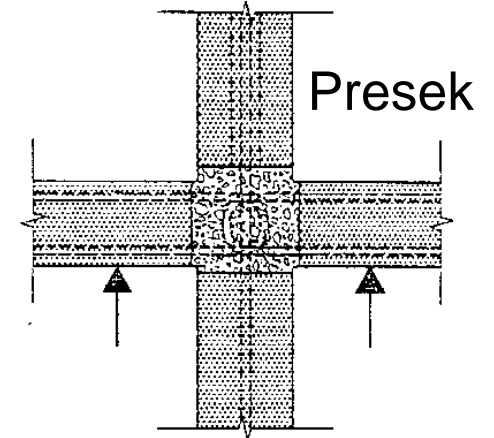
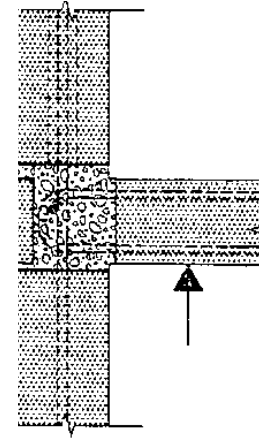
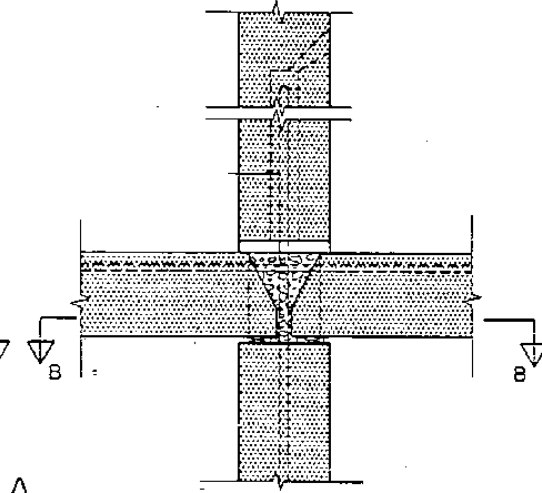


Detalj veze horiz. i vert. panela

Ivični zid



Srednji zid

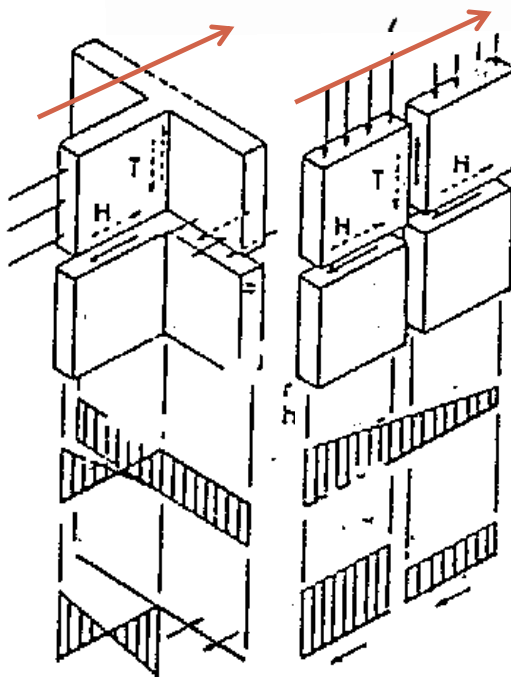
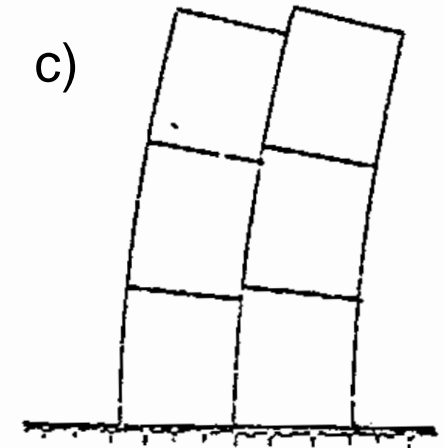
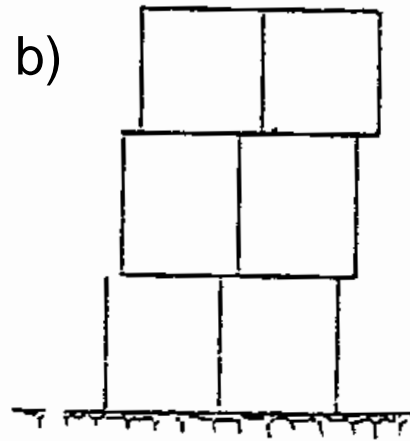
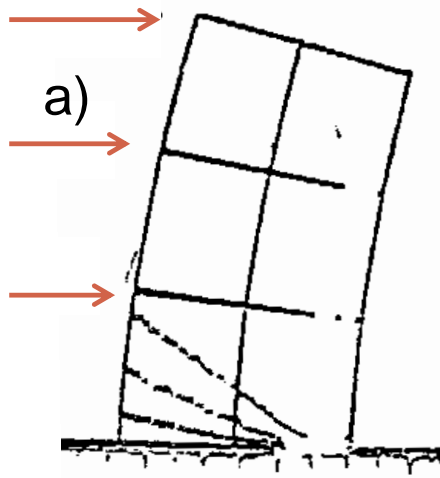


Osnova

Veze panelnih elemenata su linijske i često oterećenje na smicanje duž linije veze, naročito pri dejstvu horizontalnih sila od vetra i seizmike. Za efikasniji prenos smicanja, ivica panela se oblikuje tako da se nakon ispinjavanja veze formiraju proširenja - „čepovi“ (vidi slajd 34).

Uticaj različitih krutosti veza

Dijagrami
vertikalnih
napona u
spojnici



a) Očuvane horizontalne i vertikalne veze – zid radi kao jedinstven element - bruto krutost zida

b) Proklizavanje horizontalnih veza – ugrožena stabilnost zida

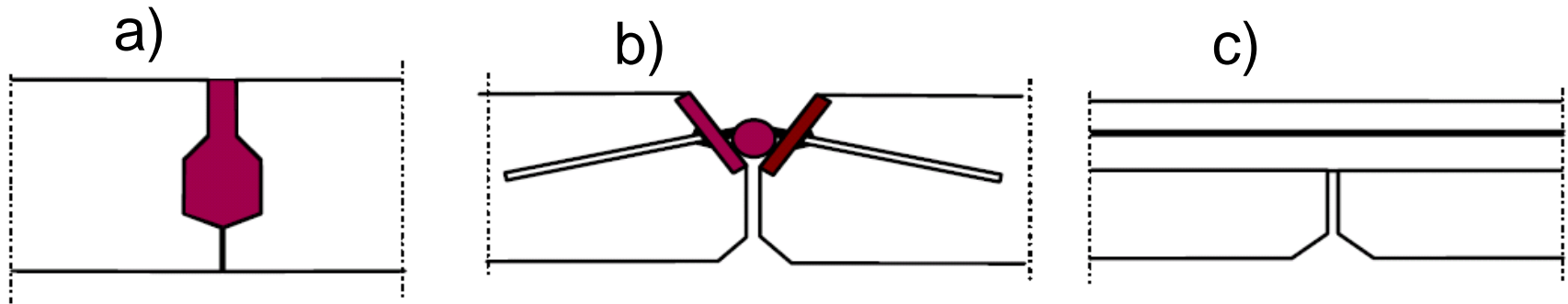
c) Proklizavanje vertikalnih veza – smanjena krutost

▶ Očuvana vertikalna veza panela

▶ Narušena vertikalna veza panela

Panelni sistemi

Veza panelnih elemenata ploče međusprata



- a) betonirana (zalivena) veza – zalivanje veze sitnozrnim betonom
- b) zavarena veza – preko čeličnih profila ankerisanih „brkovima“
- c) veza preko armiranog topping-a

Sa međuspratne konstrukcije sa raspodeljenim opterećenjem, za približnu analizu, procena sile smicanja između panela po jedinici dužine (SRPS EN):

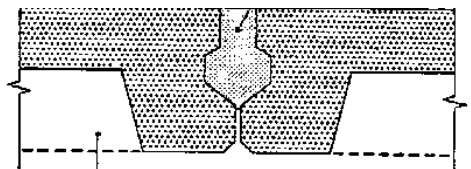
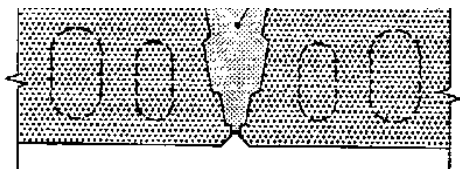
$$V_{Ed} = q_{Ed} \cdot b_e / 3$$

gde je:

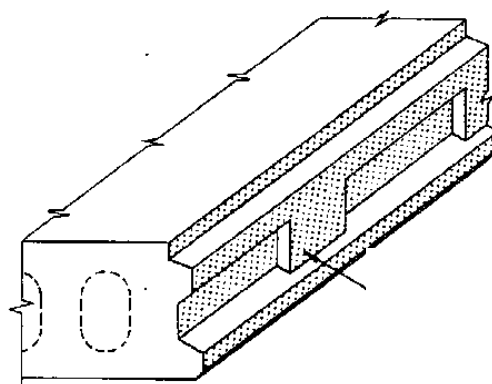
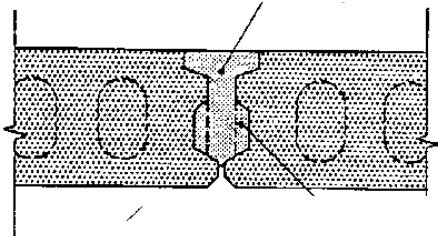
q_{Ed} projektno promenljivo opterećenje (kN/m²)

b_e širina elementa

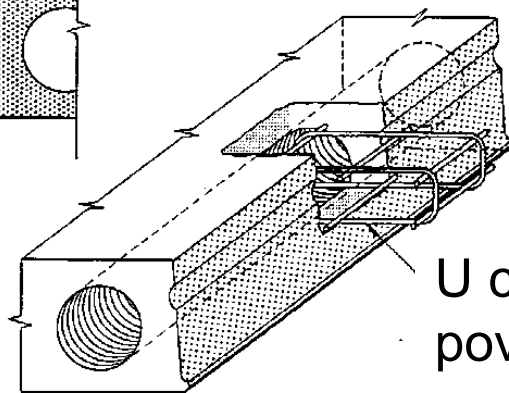
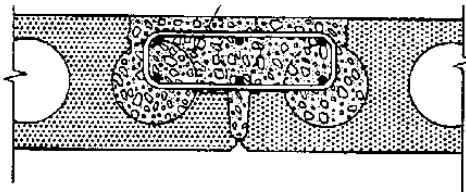
Detalj veze dva horizontalna panela



Zalivena veza



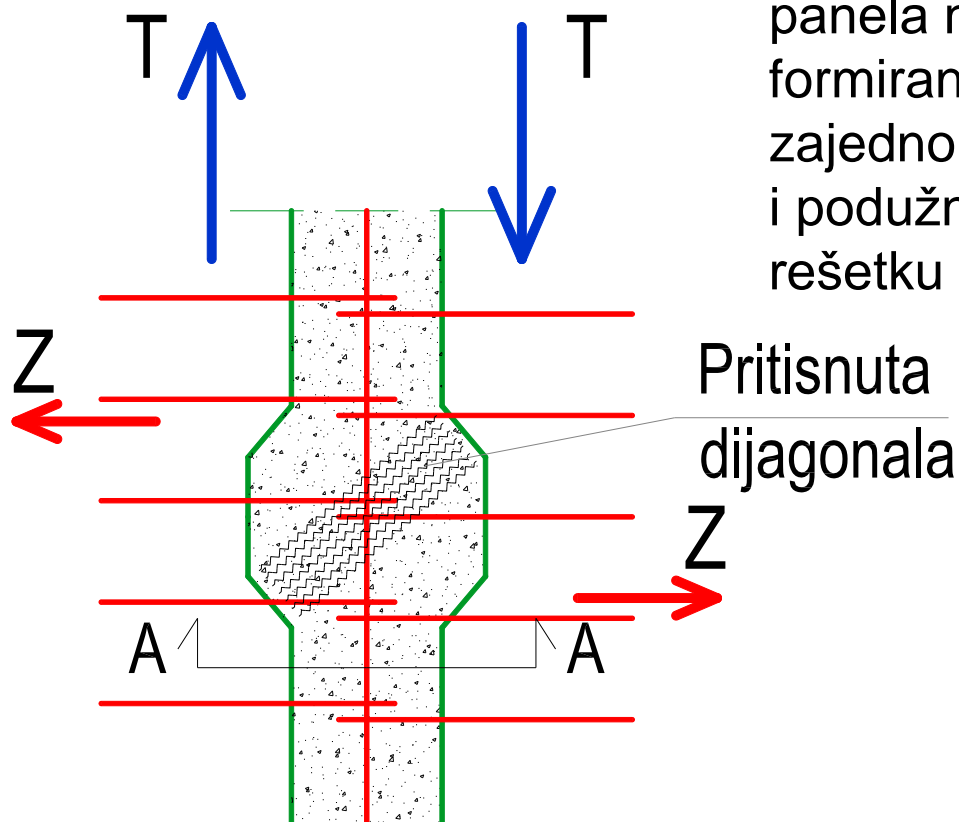
Zalivena orebrena veza



Zalivena veza sa armiranim čepovima

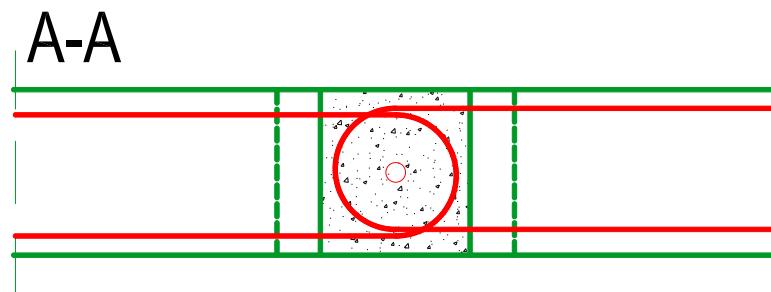
U cilju obezbeđenja zajedničkog rada i povećanja nosivosti veze na podužno smicanje

Mehanizam prenošenja transverzalne sile na spoju dva nazubljena panela



Vertikalni presek

Mehanizam prenosa smicanja na vezi dva panela na mestu „čepa“ podrazumeva formiranje pritisnute dijagonale, koja, zajedno sa zategnutim aramturnim petljama i podužnom ivičnom aramrturom, formira rešetku u ravni.



Horizontalni presek

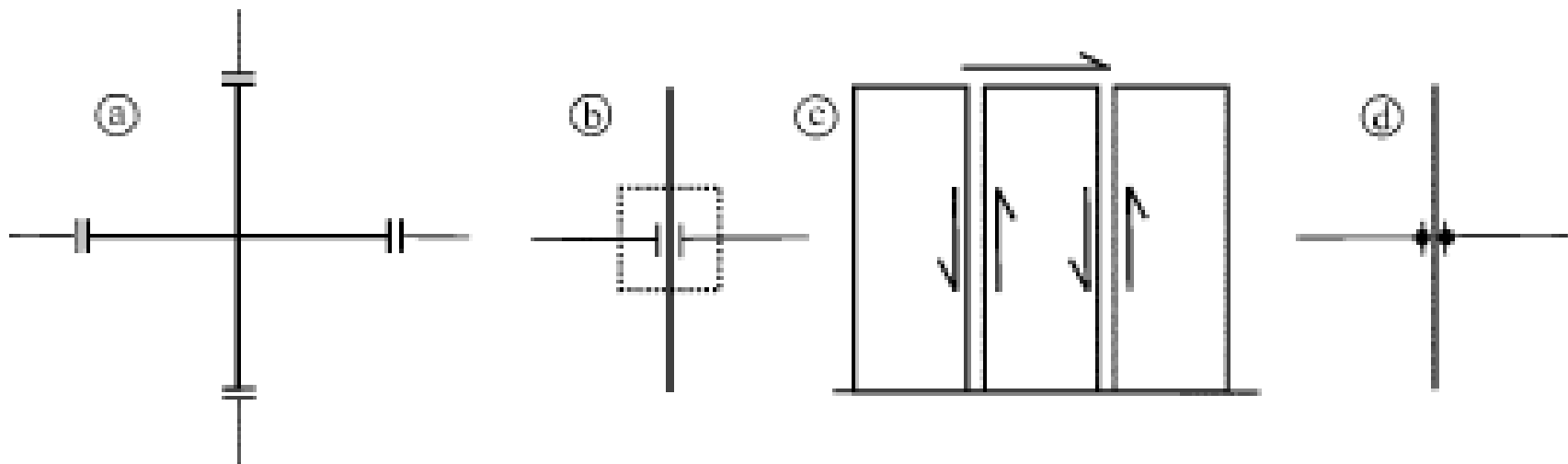
Montažne konstrukcije pri dejstvu seizmike

U zavisnosti od vrste montažnih elemenata i njihovih veza različita je uloga u prihvatanju dejstava:

- elementi koji prihvataju samo gravitaciono opterećenje (“pendel” stubovi, npr)
- elementi koji prihvataju i vertikalna i horizontalna dejstva (elementi rama sa odgovarajućim vezama)
- elementi zaduženi za prenos sila i zajednički rad konstrukcije (međuspratne konstrukcije u ravni)

Postavlja se pitanje uticaja **vrste i položaja montažnih veza** na ukupno ponašanje konstrukcije u pogledu formiranja plastičnih mehanizama, **disipacije energije** i projektovanog ponašanja. Različiti koncepti formiranja montažnih veza kod aseizmičkih konstrukcija je prikazan na sledećem slajdu.

Montažne konstrukcije pri dejstvu seizmike



- Veze postavljene u potpunosti izvan zona formiranih plastičnih zglobova, koje ne utiču na disperziju energije.
- Veze smeštene u zonama formiranja plastičnih zglobova, predimensionisane tako da pri dejstvu seizmike ostaju elastične, a oko njih nastaje plastifikacija.
- Smičuće veze projektovane tako da zadovoljavaju potrebnu duktilnost.
- Momentne veze projektovane tako da zadovoljavaju potrebnu duktilnost (ramovske konstrukcije).

Montiranje polumontažne grede na stub betoniran na licu mesta (Delta City)





Montiranje HC ploča na polumontažnu gredu (Delta City)



Montirane HC ploče i aramture polumontažnih greda za kontinualizaciju pre betoniranja topinga (Delta City)

