

Univerzitet Crne Gore  
GRAĐEVINSKI FAKULTET U PODGORICI

**PROJEKTOVANJE I GRAĐENJE  
BETONSKIH KONSTRUKCIJA**

*Mladen Ulićević*

# **PROJEKTOVANJE I IZGRADNJA MONTAŽNIH AB KONSTRUKCIJA**

# 1. PREFABRIKACIJA U GRAĐENJU ABK

Armirano betonske konstrukcije se mogu graditi na dva načina:

- **klasično** livenjem betona na licu mjesta u pripremljenoj oplati sa armaturom, na skeli;



- **montažno** od prefabrikovanih AB elemenata koji se proizvode industrijski ili zanatski ( u fabrici ili radionici) i ugrađuju i montiraju nakon postizanja projektovane čvrstoće betona, a zatim sistemom veza spajaju u jedinstvenu cjelinu - objekat.

## Motivi i razlozi za prefabrikaciju

- **Uvođenje industrijalizacije u građenju** - organizacija proizvodnje AB elemenata u fabrici, uz rasčlanjivanje procesa proizvodnje na niz jednostavnih nadovezujućih operacija, čime se znatno podiže produktivnost rada i skraćuje vrijeme građenja objekta. Fabričkom proizvodnjom je omogućena paralelizacija radova, kao i izrada elemenata u standardizovanim uslovima.
- **Produžetak građevinske sezone** na čitavu godinu, nezavisno od vremenskih uslova.
- **Postizanje standardnog kvaliteta** - eliminacija nepovoljnih gradilišnih uticaja (vremenski uslovi i ljudski faktor) na kvalitet betona i, uopšte, na kvalitet izvedenih radova na konstrukciji, s obzirom na standardnost tehnološkog procesa u fabrici i na bolje uslove za kontrolu kvaliteta.
- **Eliminacija skele i smanjenje učešća oplata u troškovima izgradnje ABK** - U industrijskoj proizvodnji prefabrikovanih elemenata koriste se metalni kalupi, praktično beskonačno puta, tako da su troškovi oplata, ustvari, početna ulaganja u opremu. Ovo znači da je prefabrikacija opravdana ekonomski samo za visoku seriju elemenata.
- **Skraćenje vremena izgradnje** - primjena metoda ubrzanog očvršćavanja betona: zaparivanje, hemijske metode i sl., kao i paralelizacija radova (proizvodnje i montaže).
- **Smanjenje težine elemenata** - izbor razuđenih i olakšanih presjeka povećane nosivosti i efikasnosti, što je omogućeno primjenom metalnih kalupa.
- **Smanjenje uticaja skupljanja i tečenja betona** na naponsko-deformacijska stanja ABK - mogućnost «odležavanja» prethodno proizvedenih elemenata prije njihove montaže i povezivanja.

## 2. OPŠTE KARAKTERISTIKE PROJEKTOVANJA I IZVOĐENJA MABK

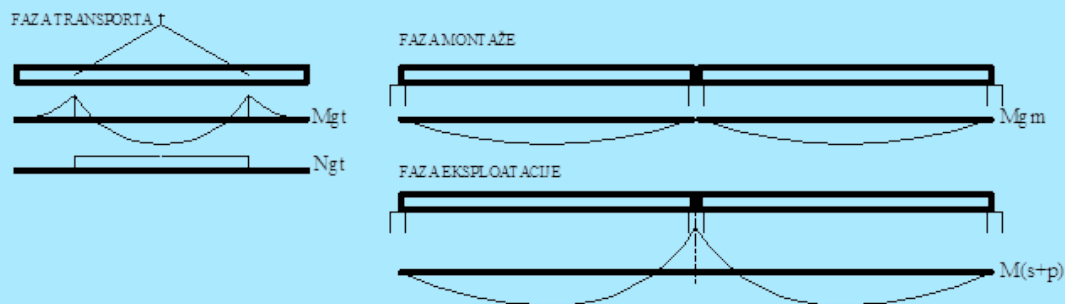
- **Prilagođavanje elemenata konstrukcije** - Da bi prefabrikacija imala smisla, potrebno je elemente konstrukcije prilagoditi serijskoj proizvodnji - svesti različite elemente na razuman broj, uz njihovu pojednostavljenje i tipizaciju.
- **Uvođenje katalogskog projektovanja** - podrazumijeva da postoji dobra ponuda elemenata tako da projektanti mogu da ostvare svoje zamisli bez narušavanja kvaliteta projekta i objekta, kao i da montažni sistem nudi i određen broj atipičnih elemenata za različite namjene.
- **Sistem modularne koordinacije** - standardizovani sistem odnosa mjera i dimenzija objekta olakšava projektovanje i izgradnju.
- **Osnovna težnja** - najveći dio radova na elementima treba izvesti u fabrici montažnih elemenata.
- **Proračun MABK** - obuhvata sve faze kroz koje njeni elementi prolaze:
  - vađenje iz kalupa-oplate,
  - unutrašnji transport i lagerovanje,
  - spoljašnji transport,
  - montaža,
  - povezivanje - monolitizacija,
  - eksploatacija.

Pri tome se moraju uvažiti i analizirati moguće promjene:

- graničnih uslova - oslanjanja,
- statičkog sistema,
- opterećenja,
- dimenzija presjeka,
- karakteristika betona različite starosti.

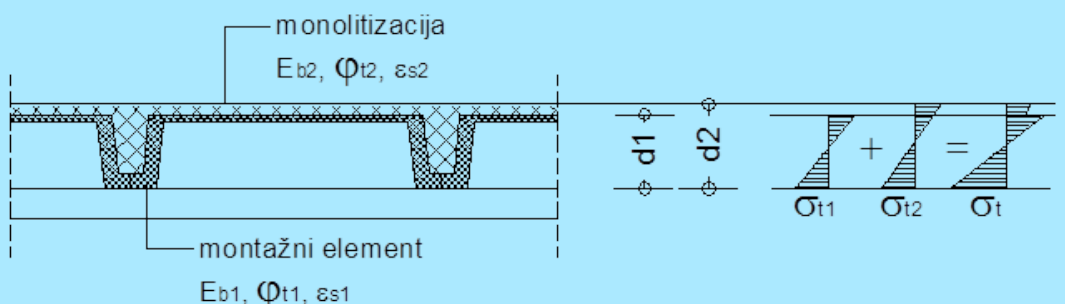
## Primjeri promjena:

### 1) Promjena statičkog sistema i graničnih uslova oslanjanja

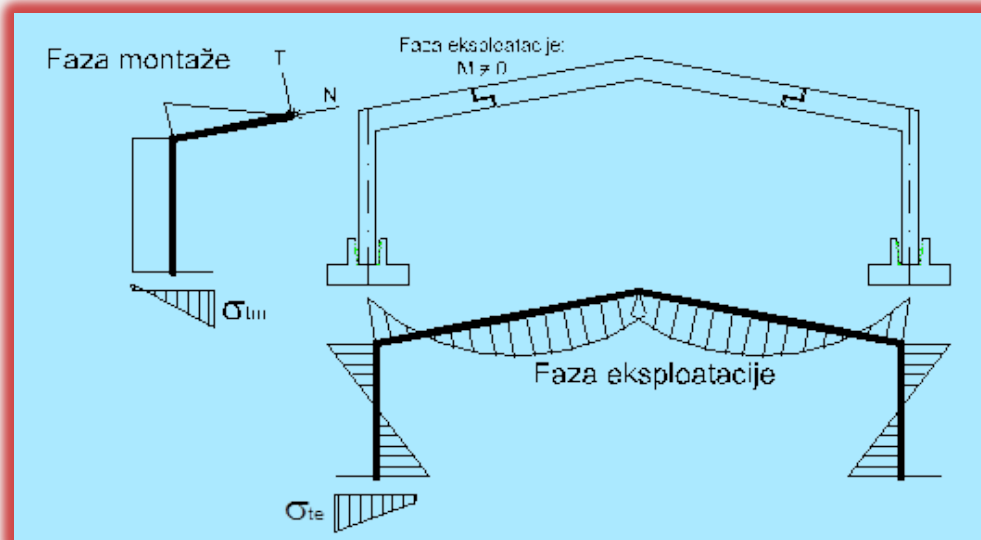


### 2) Promjena dimenzija i karakteristika materijala

Polumontažni sistemi - sprezanje betona različite starosti



### 3) Promjena statičkog sistema i naprezanja u tlu



- **Kriterijum minimalne težine elemenata** - direktno vezano za smanjenje troškova transporta i montaže, manja naprezanja i manje uticaje pri zemljotresu.
- **Stabilnost elemenata u svakoj fazi** - poželjna autostabilnost i nakon montaže, a u protivnom treba obezbijediti privremena ukrućenja, jarmove (podupiranje), spregove ...
- **Projekat montaže sadrži:**
  - položaj elemenata u fazama montaže i u konstrukciji, sa jasnim oznakama pozicija,
  - redosljed montaže elemenata,
  - detalje hvatanja elemenata u fazi transporta i montaže,
  - propisane tolerancije mjera pri izvođenju,
  - detalje veza i postupke izvođenja sklopova konstrukcije,
  - vremenski plan montaže,
  - spisak opreme za montažu sa tehničkim karakteristikama,
  - mjere zaštite na radu.
- **JUS U.E3.050 - Tehnički uslovi za projektovanje, izradu i ugradnju prefabrikovanih AB elemenata**

### 3. NEDOSTACI MABK

- Montažnom gradnjom se jedna monolitna, najčešće višestruko statički neodređena i stabilna konstrukcija, dijeli u proste, jednostavne elemente i sklopove niskog stepena statičke neodređenosti, koja, pri incidentnim opterećenjima (udari, zemljotres, eksplozije), lakše prelazi u labilne mehanizme sklone kolapsu.
- Transport elemenata i troškovi montaže poskupljuju gradnju.
- Spojevi elemenata su potencijalno «slaba» mjesta, čija oštećenja (korozija, požar, vlaga..) mogu da ugroze trajnost i stabilnost objekta.
- Visoko serijska proizvodnja ME zahtijeva značajna početna ulaganja u opremu i fabriku.
- Izvođenje MABK zahtijeva veću radnu i tehnološku disciplinu.

## 4. PROJEKTOVANJE MONTAŽNIH ELEMENATA

### 4.1. OPŠTI USLOVI

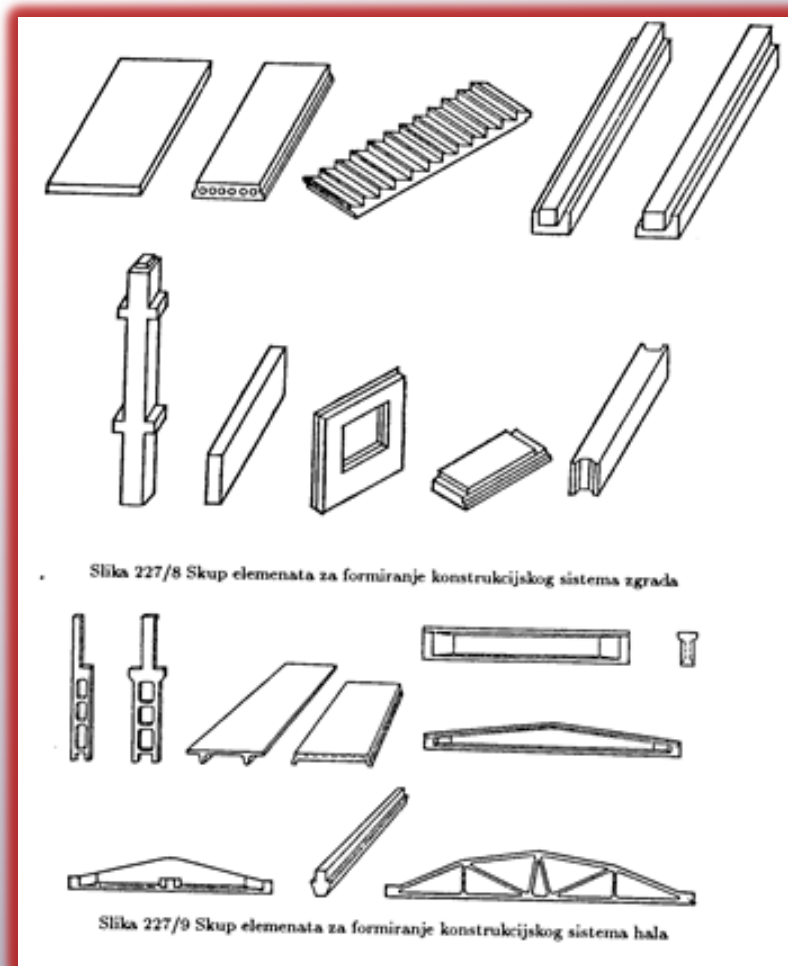
- zadovoljenje funkcije koja im je povjerena - namjena
- lako uklapanje u zahtjeve arhitektonskog projekta
- uslovi transporta (gabariti, težina, izbor transportnih sredstava)
- uslovi montaže (autostabilnost, težina, izbor sredstava za montažu)
- minimum težine
- ekonomičnost - standardizacija - visoka serija
- lako izvođenje veza

### 4.2. TIPOVI I GEOMETRIJSKE FORME

- linijski
- površinski (pločasti, panelni)
- prostorni (čelijski)

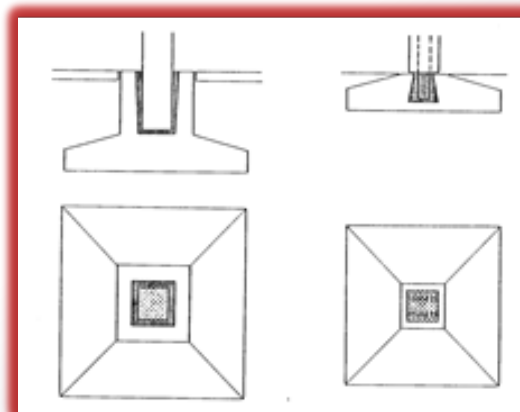
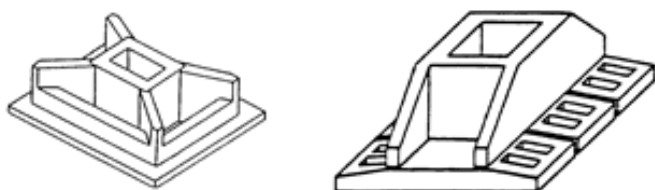
### 4.3. MATERIJALI

- armirani (normalni) beton
- prethodno napregnuti beton
- laki beton - ispuna
- kvalitetnija armatura



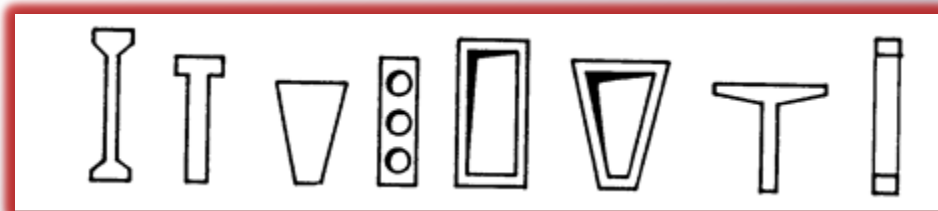
#### 4.4. TEMELJI

- Temelji u plitkom fundiranju - samci (olakšani)

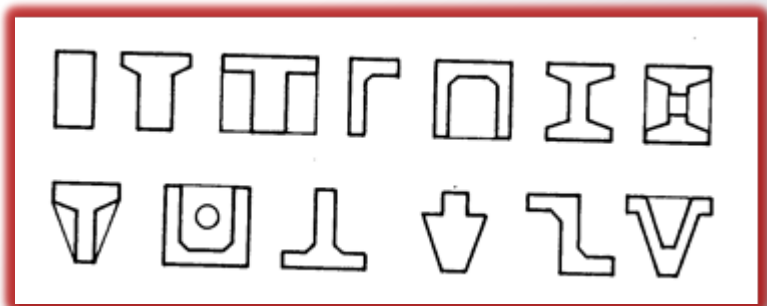


#### 4.5. STUBOVI I GREDE

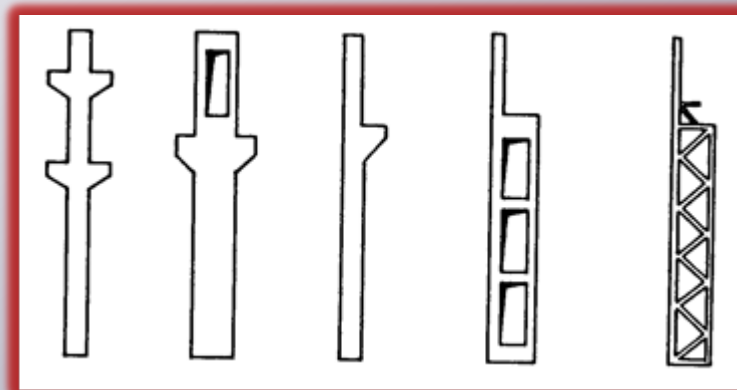
- Faktori oblikovanja:
  - karakter i veličina opterećenja
  - namjena i veze sa drugim elementima
  - položaj i izgled



Oblici poprečnih presjeka stubova  
- preporuka:  $b/H > 1/25$



Oblici poprečnih presjeka grednih elemenata

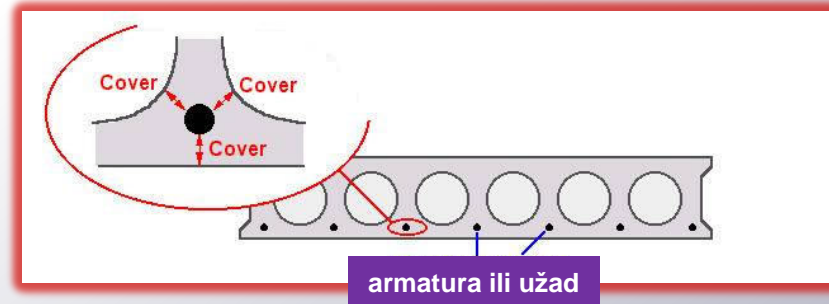
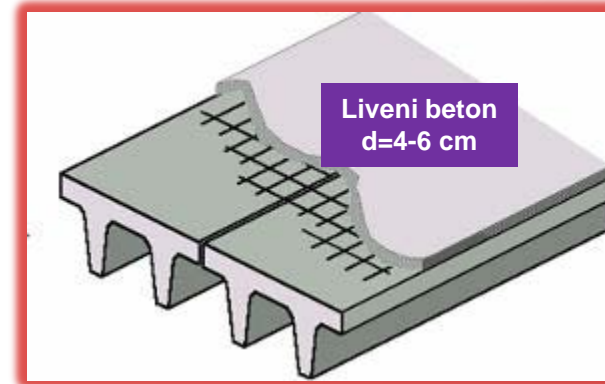
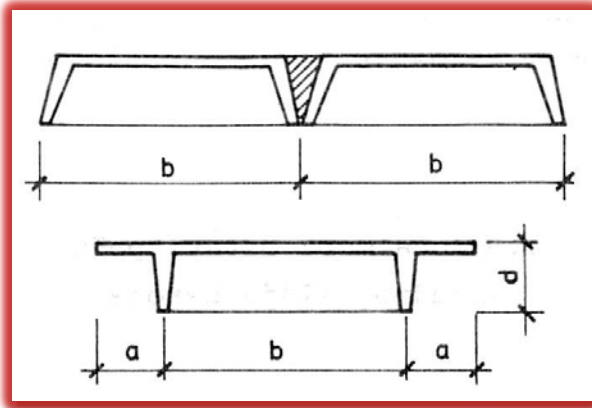


Oblici podužnih presjeka stubova



## 4.6. PLOČE (TAVANICE)

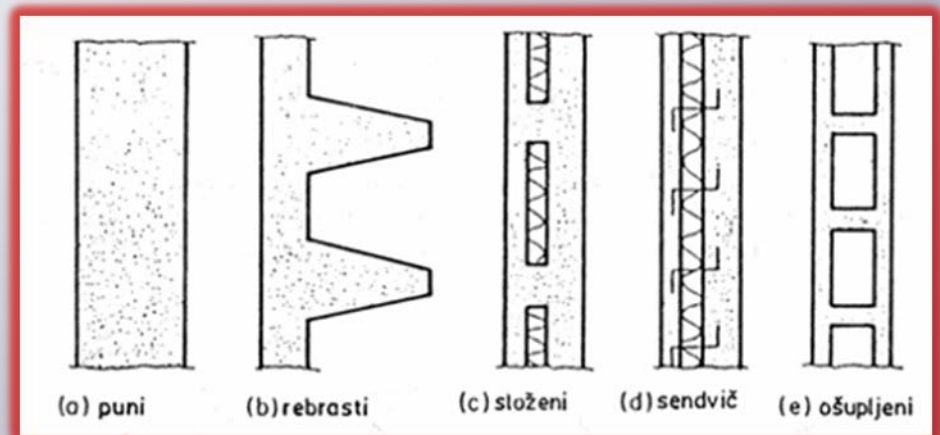
- Zahtjevi
  - krutost u svojoj ravni
  - zvučna i termo izolacija



## 4.7. ZIDOVI

### Faktori projektovanja:

- položaj (fasadni ili unutrašnji, izolaciona i estetska svojstva)
- nosivi (konstrukcijski) ili nošeni (pregradni)



## 5. PROJEKTOVANJE VEZA MONTAŽNIH AB KONSTRUKCIJA

### 5.1. DEFINICIJE I TEHNIČKI USLOVI

- Veza ili spoj predstavlja povezivanje montažnih elemenata međusobno kao i montažnih elemenata sa ostalim djelovima konstrukcije.
- Spojnica predstavlja prostor između montažnih elemenata unutar koga se ostvaruje spoj (veza).
- Pitanje projektovanja veza je interdisciplinarno zbog širine aspekata koje zahvata. Za pravilno projektovanje veze neophodno je sagledati ne samo moguće statičke uticaje i deformacije koji se u njoj mogu pojaviti, već i uticaje okolne sredine (ambijenta) kojima je veza izložena (vlažnost, temperatura, zagađenost).
- Veze kao najosjetljiviji elementi MABK direktno utiču na nosivost, trajnost, funkcionalnost i estetski izgled objekta.
- Potrebni podaci za projektovanje veza:
  - precizno definisana funkcija (namjena) veze u eksploataciji objekta;
  - moguće kombinacije opterećenja i uticaja kojima veza može biti izložena u toku transporta, montaže i eksploatacije kao i potencijalne promjene usljed temperature, skupljanja i tečenja betona, slijeganja oslonaca;
  - stepen tačnosti - tolerancije mjera pri prefabrikaciji i greške pri montaži.
- Spoj mora da obezbijedi:
  - prijem projektovanih uticaja, uz dovoljnu nosivost;
  - projektovana deformaciona svojstva odnosno projektovane granične uslove po pomjeranjima (oslanjanje);
  - duktilna svojstva - potrošnju energije kod MK pri dejstvu zemljotresa;
  - jedinstvo konstrukcije kao cjeline;
  - prijem (kompenzaciju) deformacija od skupljanja i tečenja betona, temperaturnog rada konstrukcije i neravnomjernih slijeganja oslonaca;
  - povjerenu funkciju - zaptivač na fasadi;
  - poništavanje tolerancija mjera montažnih elemenata;
  - trajnost veze (dobra zaštićenost);
  - nesmetano i jednostavno izvođenje sa aspekta pravilnog povezivanja armature i spojnih sredstava, ugrađivanja betona i zaštite veze;
  - racionalno i ekonomično rješenje.

## 5.2. KLASIFIKACIJA (TIPOVI) VEZA

Klasifikacija (podjela) veza može se uraditi sa više aspekata.

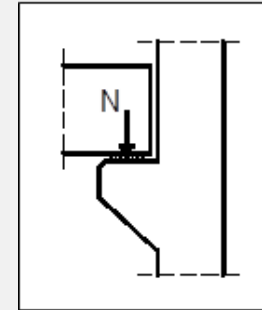
- Prema funkciji koja im je povjerena:
  - Konstrukcijske (nosive) veze koje prenose uticaje; njihova funkcija je da povežu montažne elemente međusobno i obezbijede zajednički rad konstrukcije, uz potrebni stepen sigurnosti na uticaje koji mogu da nastupe.
  - Zatvorene (zaštitne) veze koje ne prenose uticaje već zatvaraju prostor; obezbjeđuju termičku, zvučnu i higrometrijsku zaštitu, uz slobodno deformisanje. Projektuju se tako da ne dođe do oštećenja spojenih montažnih elemenata usljed deformacija. Za zaptivanje se koriste trajno elastični materijali.
  - Otvorene (dilatacione) veze koje ne prenose uticaje i ne zatvaraju prostor; kompenziraju uticaje temperaturnih promjena, skupljanja i tečenja betona i neravnomjernih slijeganja. Dugačke objekte razdvajaju na manje nezavisne cjeline.
- Prema dominantnom karakteru (tipu) naprezanja u vezi:
  - veze izložene pritisku,
  - veze izložene zatezanju,
  - veze izložene smicanju,
  - veze izložene savijanju,
  - veze izložene torziji,
  - veze izložene kombinovanim naprezanjima.
- Prema vrsti upotrijebljenih materijala u vezi:
  - armirano betonske,
  - prethodno napregnute,
  - čelične,
  - epoksidne,
  - kombinovane
- Prema načinu povezivanja:
  - suve,
  - mokre,
  - polumokre,
  - lijepljene.
- Prema tipu elemenata u vezi:
  - veze linijskih elemenata,
  - veze površinskih elemenata
- Prema obliku veze:
  - tačkaste veze,
  - linijske veze.
- Prema deformacionim svojstvima:
  - krute veze,
  - popustljive veze,
  - zglobne veze.

### 5.3. PRENOS (TRANSFER) NAPREZANJA U VEZAMA

#### a) Naponi pritiska

- Principijelno, kontaktni pritisak se najčešće prihvata direktnim nalijezanjem elemenata između kojih se postavlja odgovarajući podmetač, u zavisnosti od intenziteta reakcije tj. kontaktnog napona  $\sigma_k$  :

$\sigma_k$ (MPa)	podmetač	napomena
> 1.0	bez podmetača ili bitumenska traka	izravnanje površina
> 2.5	cementni malter d=1-3 mm	ravnomjerno nalijezanje
> 5.0	sintetička guma	
> 10	neopren - armirana guma	velika nosivost
	čelični limovi	preciznost montaže

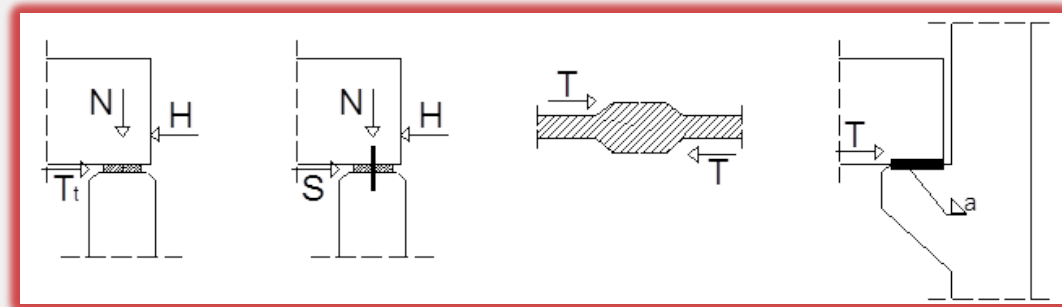


#### b) Naponi zatezanja

- Naponi zatezanja se povjeravaju čeliku:
  - armaturi koja se u spojnici nastavlja preklopom ili zavarivanjem,
  - poništavanjem - prednaprezanjem u vezi,
  - elementi se povezuju čeličnim pločama, zavtrnjima i zavarivanjem.

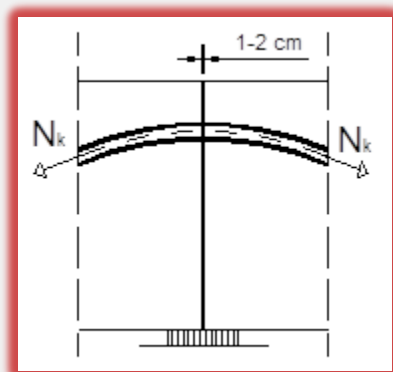
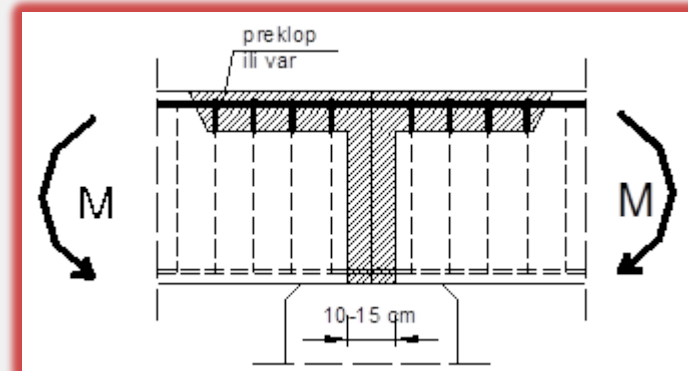
#### c) Naponi smicanja

- Naponi smicanja se prenose:
  - za manje intenzitete, trenjem (ukoliko je prisutan i pritisak u spoju),
  - preko smičućih čeličnih elemenata - «bolcni»,
  - nazubljenjem strana spojnice i betonskim moždanicima (ispunom),
  - zavarivanjem čeličnih limova.



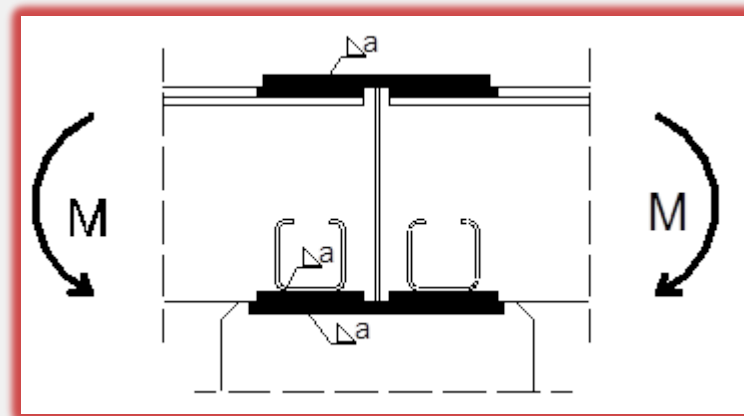
## 5.4. PRINCIPII IZVOĐENJA VEZA

a) Armirano betonske veze su mokre veze koje se, principijelno, izvode ispuštanjem armature iz elemenata, njenim povezivanjem i betoniranjem spojnice. Minimalna širina spojnice je 10 cm (prema DIN: 15 cm), uz primjenu sitnozrnog betona. Dobro kompenziraju tolerancije mjera.



b) Prednapregnuti spojevi, koji u svakoj fazi rada moraju biti pritisnuti, zahtijevaju potpuno nalijeganje površina elemenata prije prednaprezanja, pa se površine izravnavaju epoksidnim i cementnim malterima visokog kvaliteta.

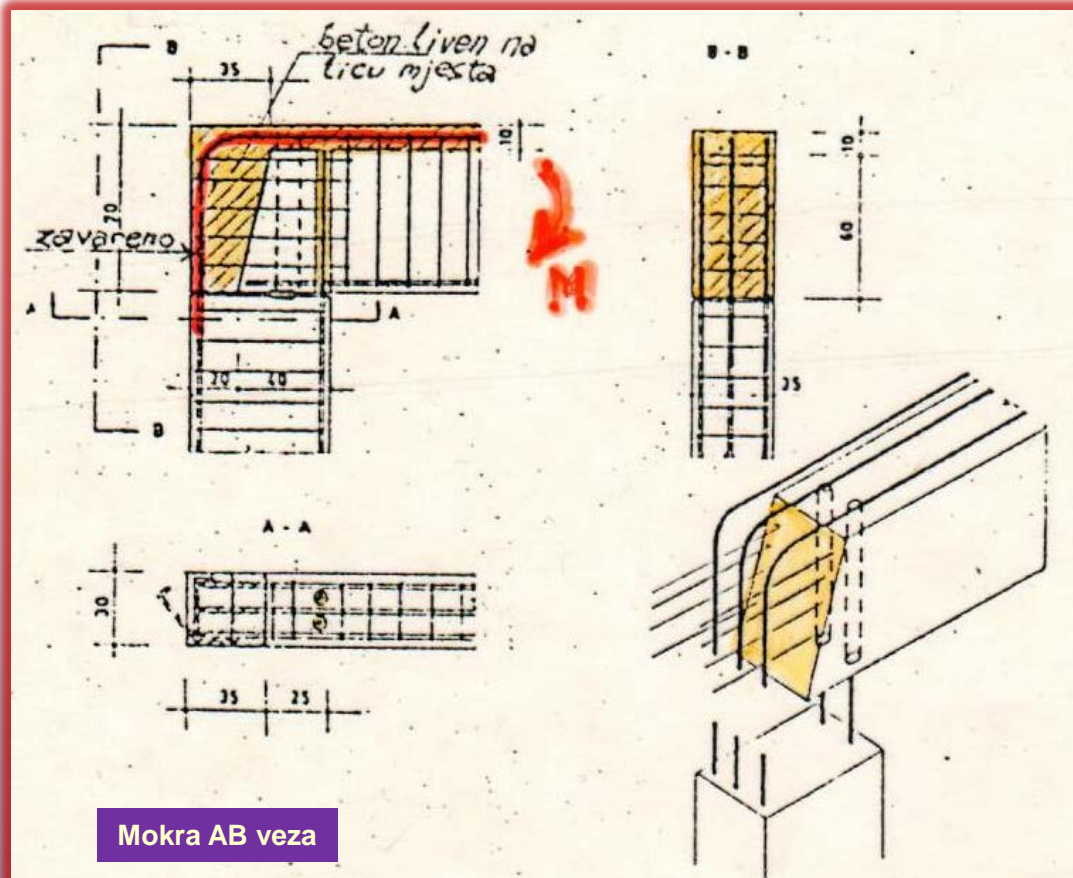
c) Čelični spojevi prenose sile preko usidrenih elemenata (profila i limova) zavarenih za nosivu armaturu i sidra. Manje su otporni na koroziju i požar, ali se mogu izvoditi u gotovo svim uslovima i daju dobru preciznost. Potrebna je pažnja pri zavarivanju, jer postoji rizik da se zbog zagrijavanja čelik odvoji od betona.



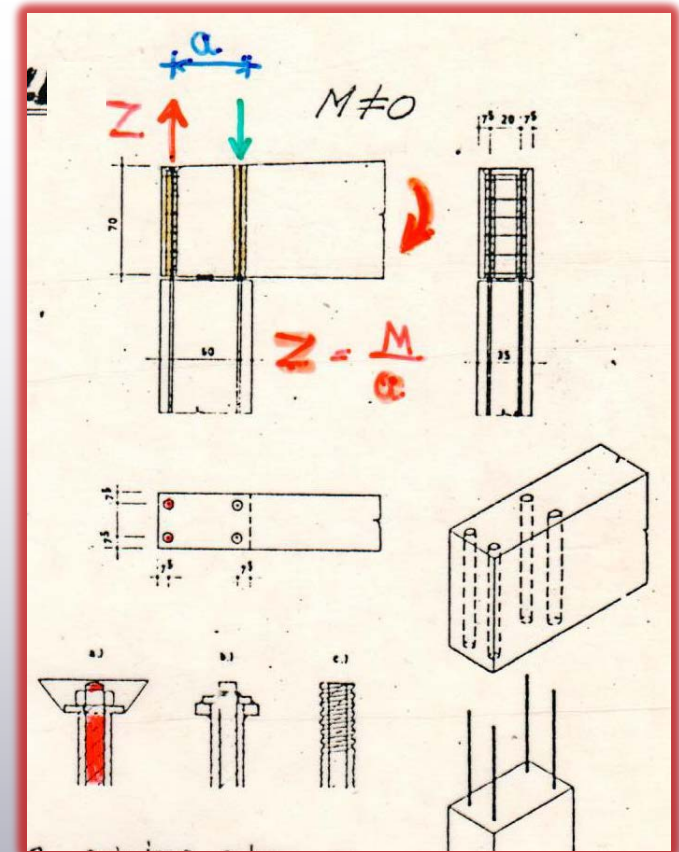
## 5.5. VEZE ELEMENATA LINIJSKIH SISTEMA

### 5.5.1. Veza stuba i rigle rama

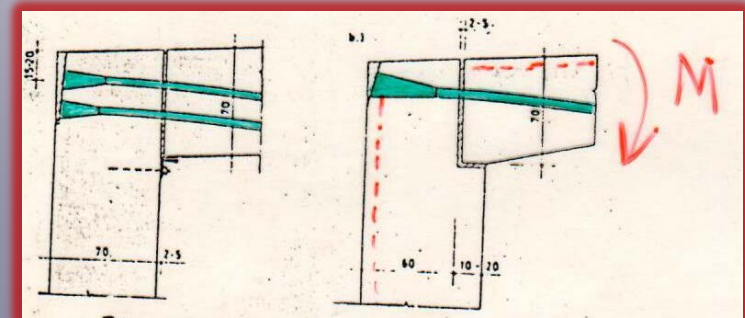
#### A. Krute veze



Mokra AB veza

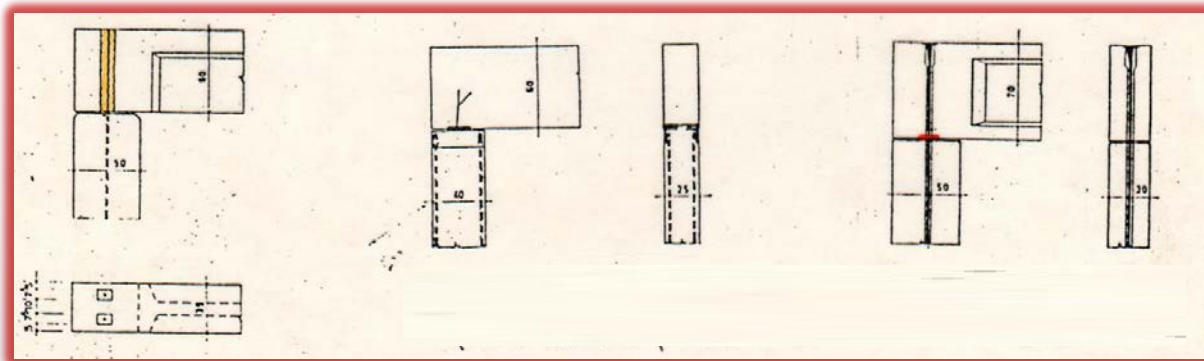


Primjena ankera sa zavrtnjima



Primjena prednaprezanja

## B. Zglobne veze

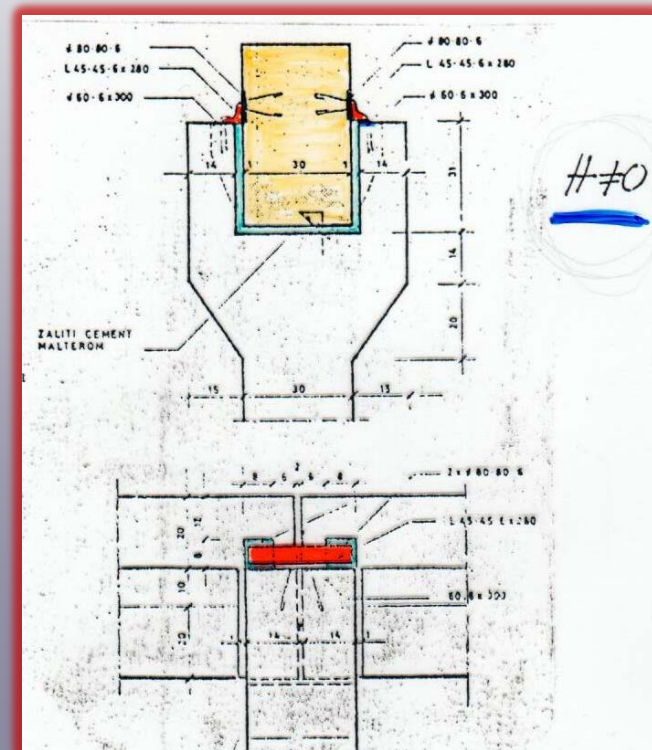
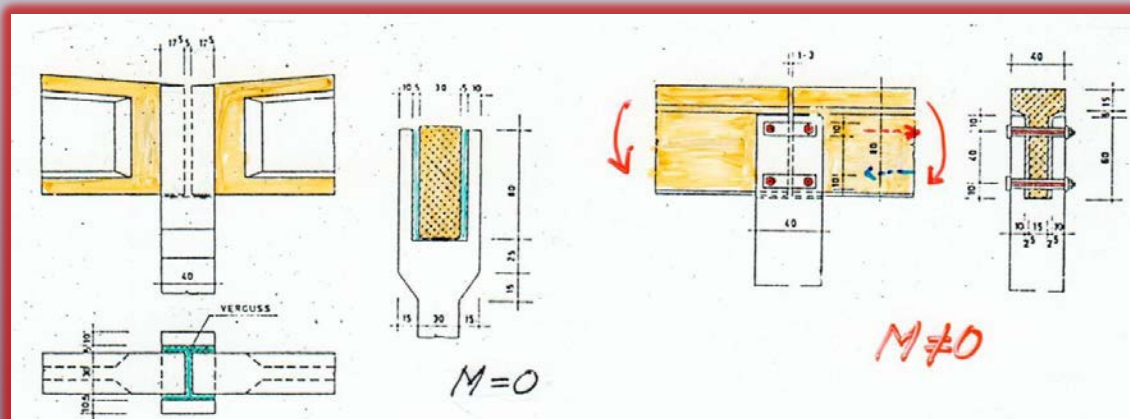


Primjena ankera sa zavrtnjima

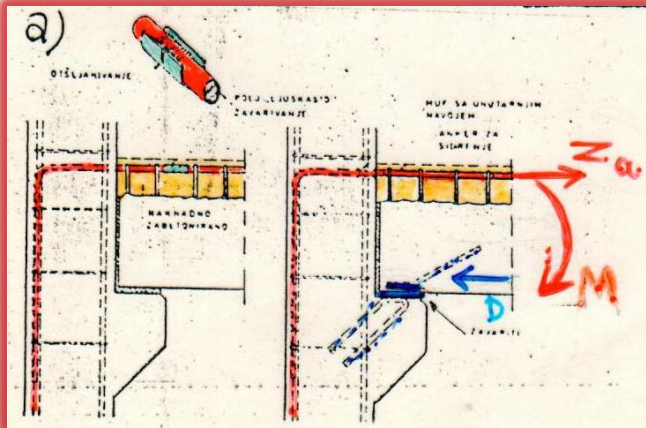
Zglobno oslanjanje preko čel. pločice

Primjena prednapreznja

### 5.5.2. Veza stuba i rigli pomoću „viljuške“



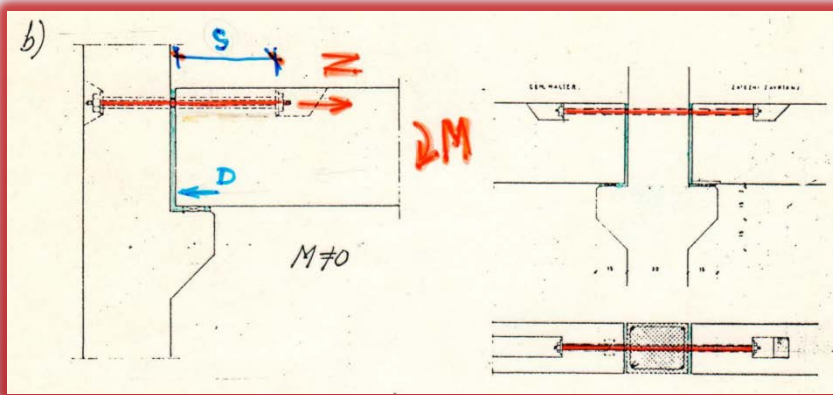
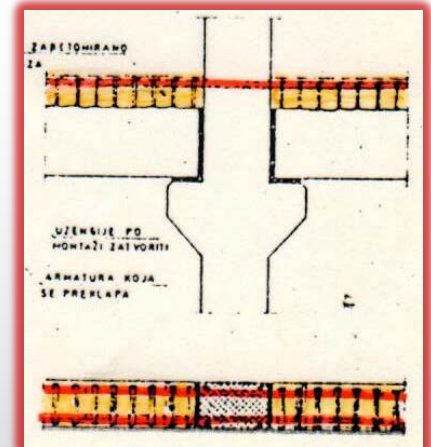
### 5.5.3. Veza stuba i međuspratnih rigli



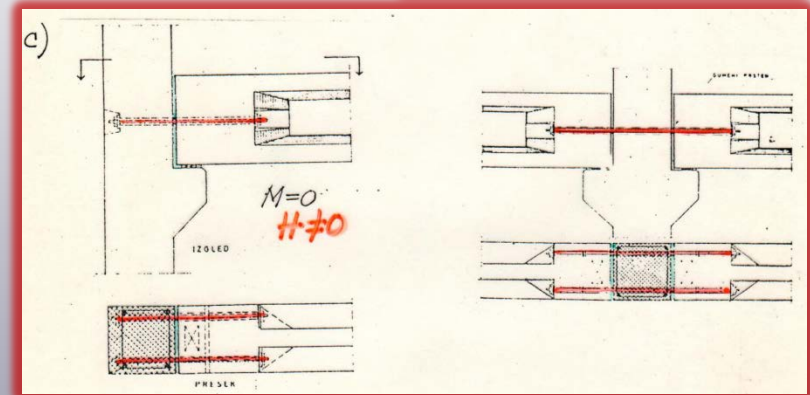
a) Mokra AB veza

Fasadni stub

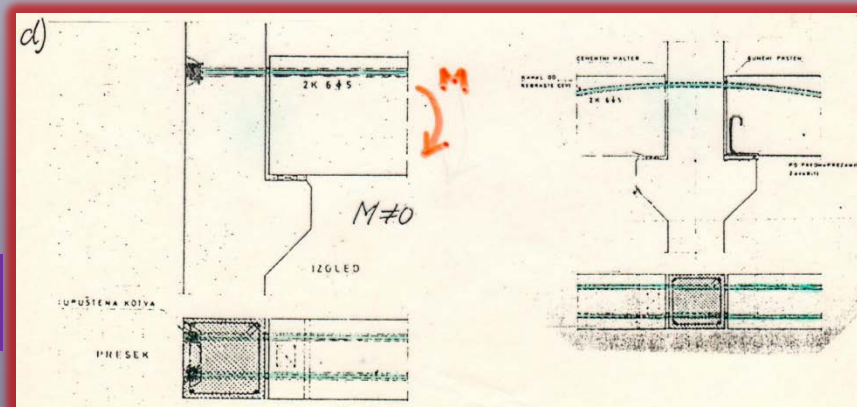
Unutrašnji stub



b) Kruta veza zavrtnjima



c) Zglobna veza zavrtnjima

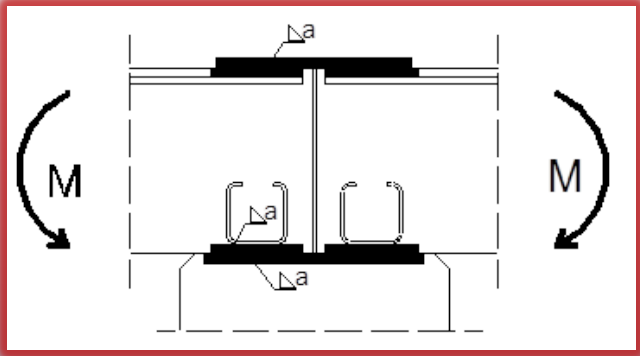
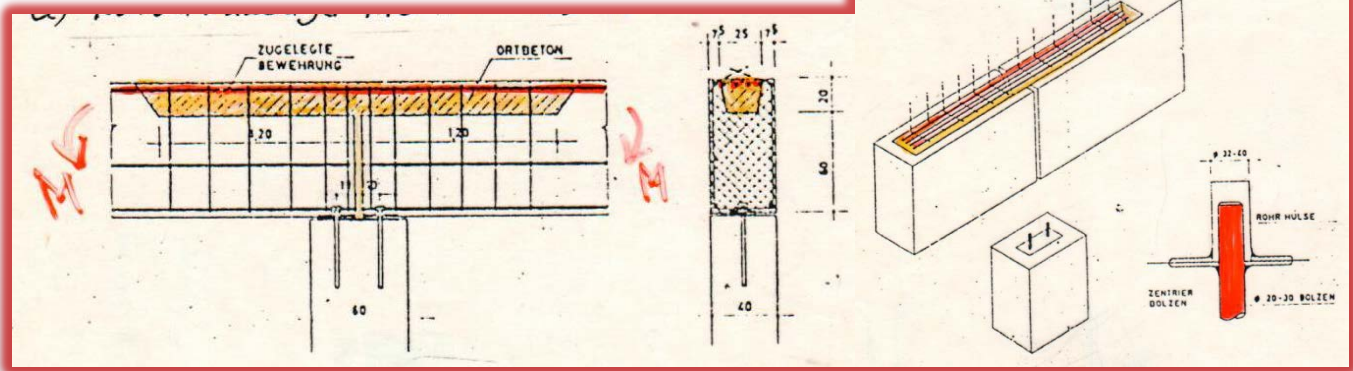


d) Primjena prednaprezanja

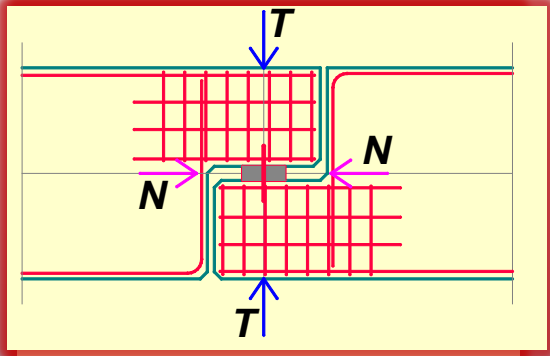


### 5.5.4. Veze rigli međusobno

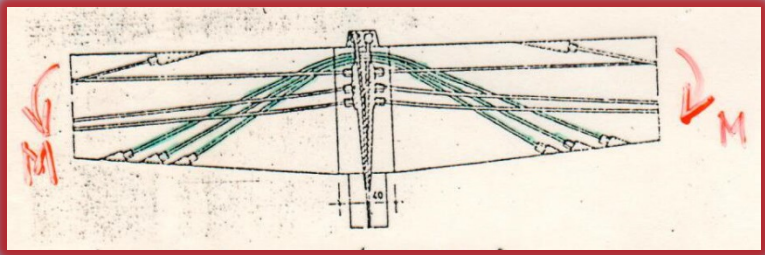
a) Kontinualizacija mokrom AB vezom



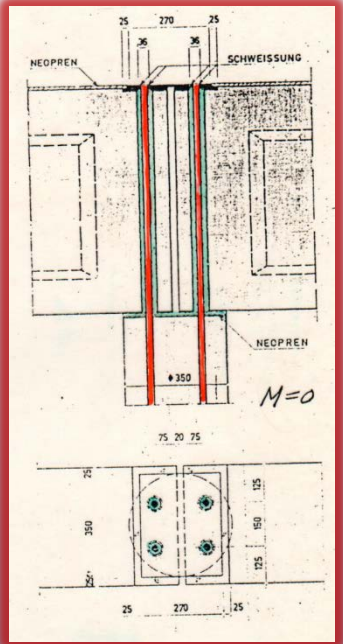
b) Kontinualizacija čel. pločama



c) Zglobna veza

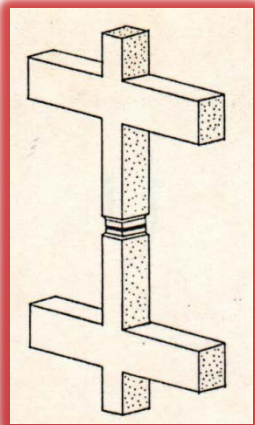


d) Primjena prednaprezanja

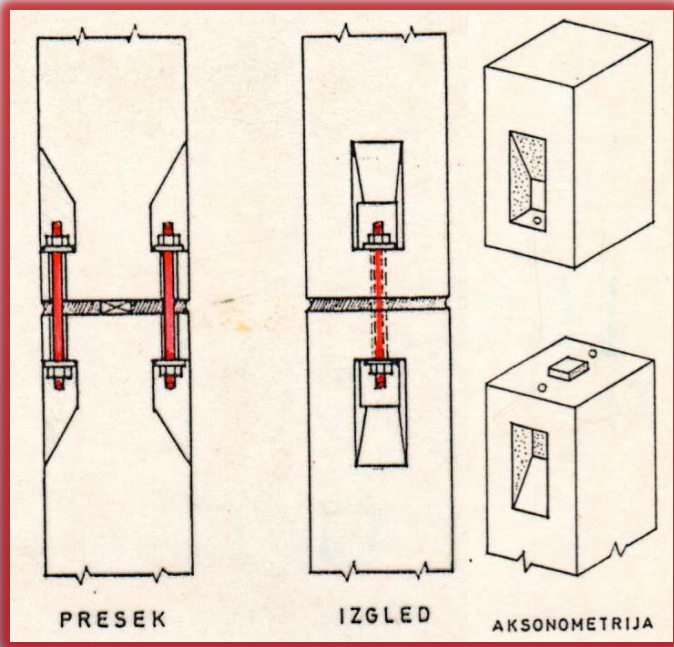


e) Veza za „ublažavanje“ deformacija

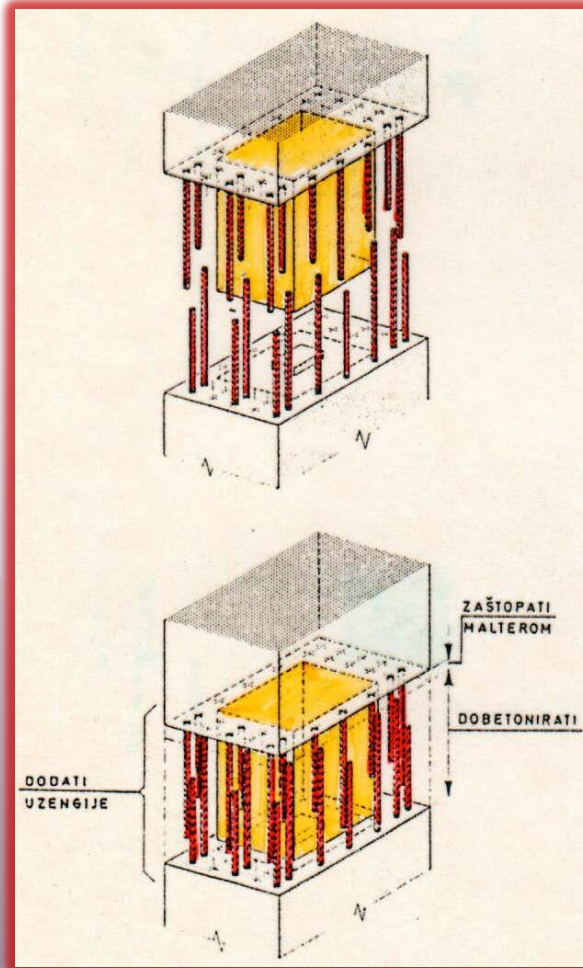
### 5.5.5. Veze stubova međusobno



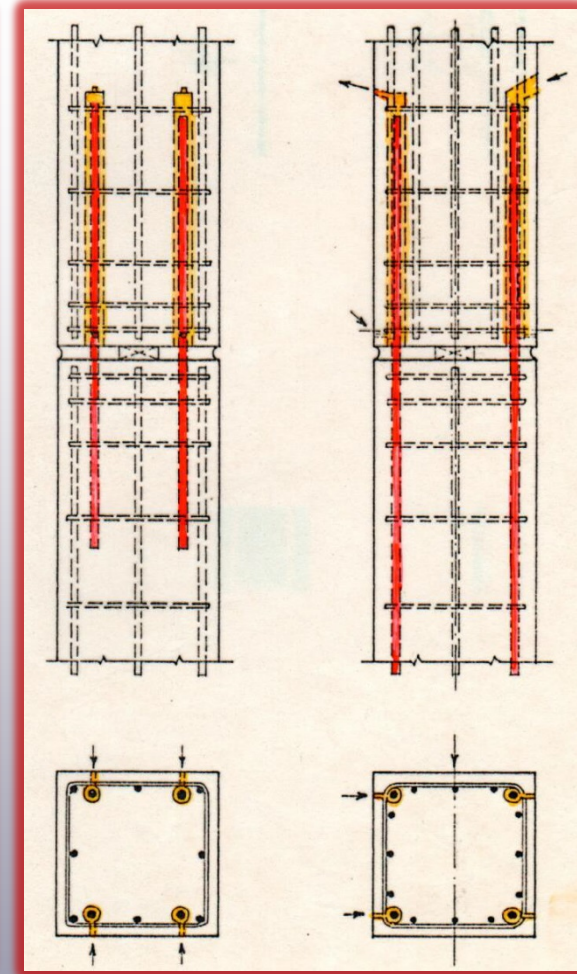
Šema povezivanja



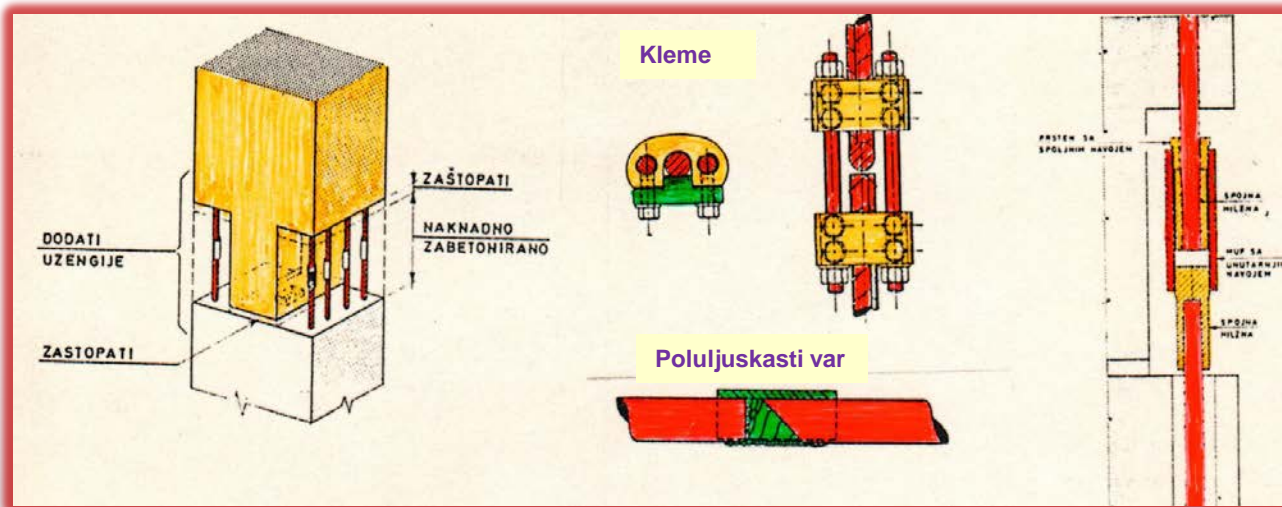
a) Suva veza zavrtnjima



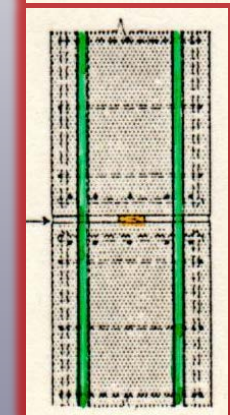
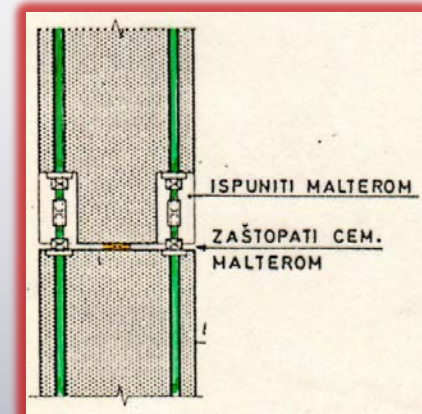
b) Mokra AB veza  $M_x \neq 0, M_y \neq 0$



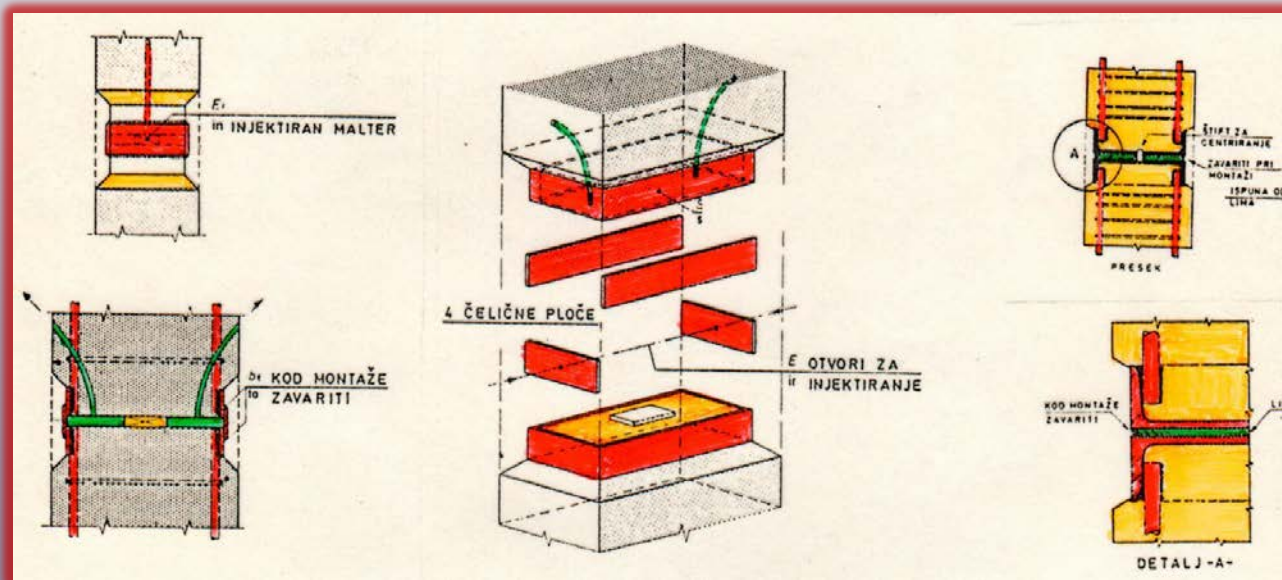
c) Polusuva veza armaturom i injektiranjem



d) Veza specijalnim sredstvima  
 $M_x \neq 0, M_y = 0$



f) Veza prednaprežanjem



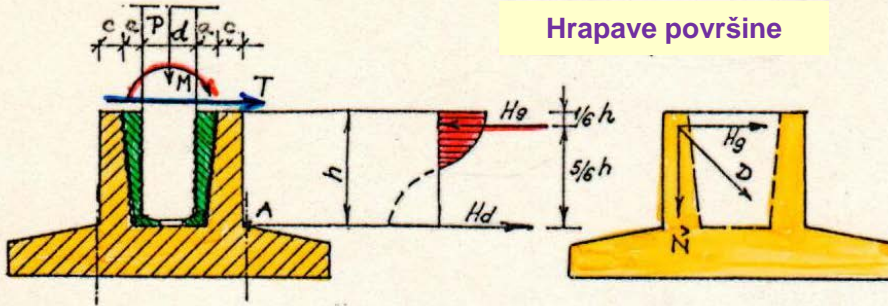
e) Metalne veze čel. pločama i ugaonicima

## 5.5.6. Veze temelja i stubova

### A. Krute veze

#### a.1. Temelji sa čašicama

#### Hrapave površine



$$\sum M_A = 0 : M + T \cdot h - \frac{5}{6} H_g h = 0$$

$$H_g = \frac{6}{5} \frac{M}{h} + \frac{6}{5} T$$

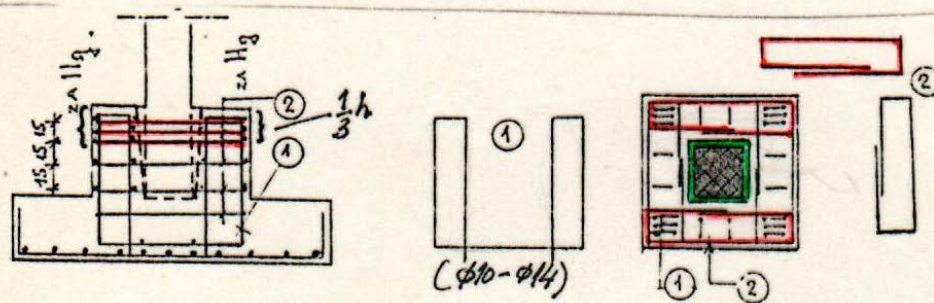
$$H_d = \frac{6}{5} \frac{M}{h} + \frac{1}{5} T$$

$$A_a = H_g u / \sigma_v$$

$$h = \begin{cases} 1.5d & , \frac{M}{N \cdot d} \leq 0.15 \\ 2.0d & , \frac{M}{N \cdot d} \geq 2.0 \end{cases}$$

$$a = 5 - 10 \text{ cm}$$

$$c = 10 - 20 \text{ cm}$$

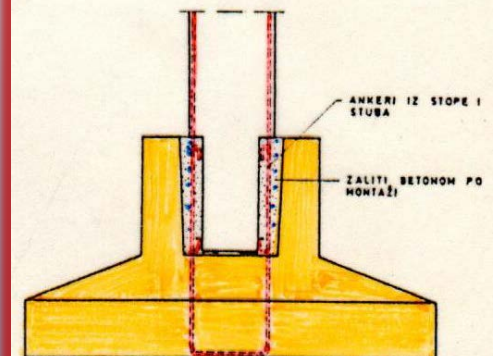
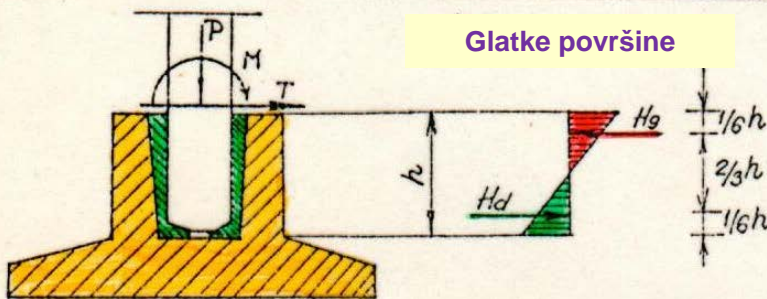


#### Glatke površine

$$h = \begin{cases} 1.65d & , \frac{M}{N \cdot d} \leq 0.15 \\ 2.65d & , \frac{M}{N \cdot d} \geq 2.0 \end{cases}$$

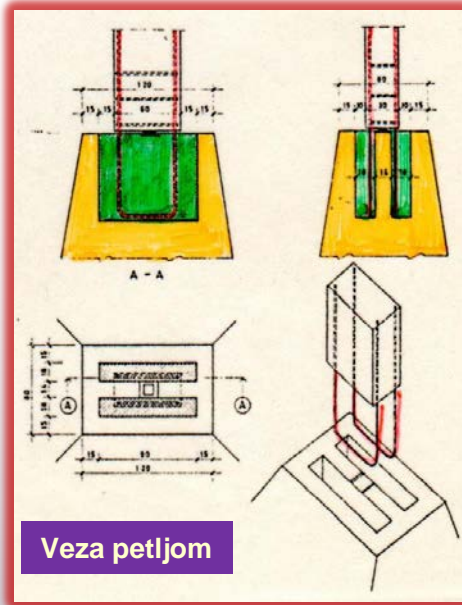
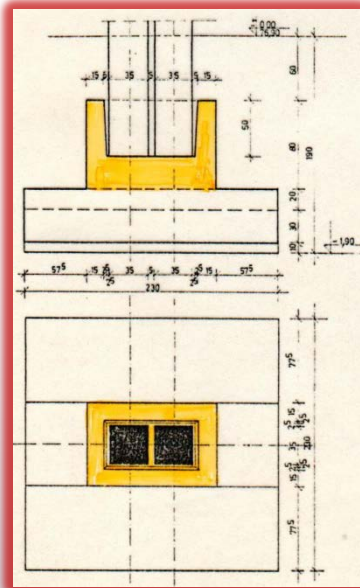
$$H_g = \frac{3}{2} \frac{M}{h} + \frac{5}{7} T$$

$$H_d = \frac{3}{2} \frac{M}{h} + \frac{1}{4} T$$



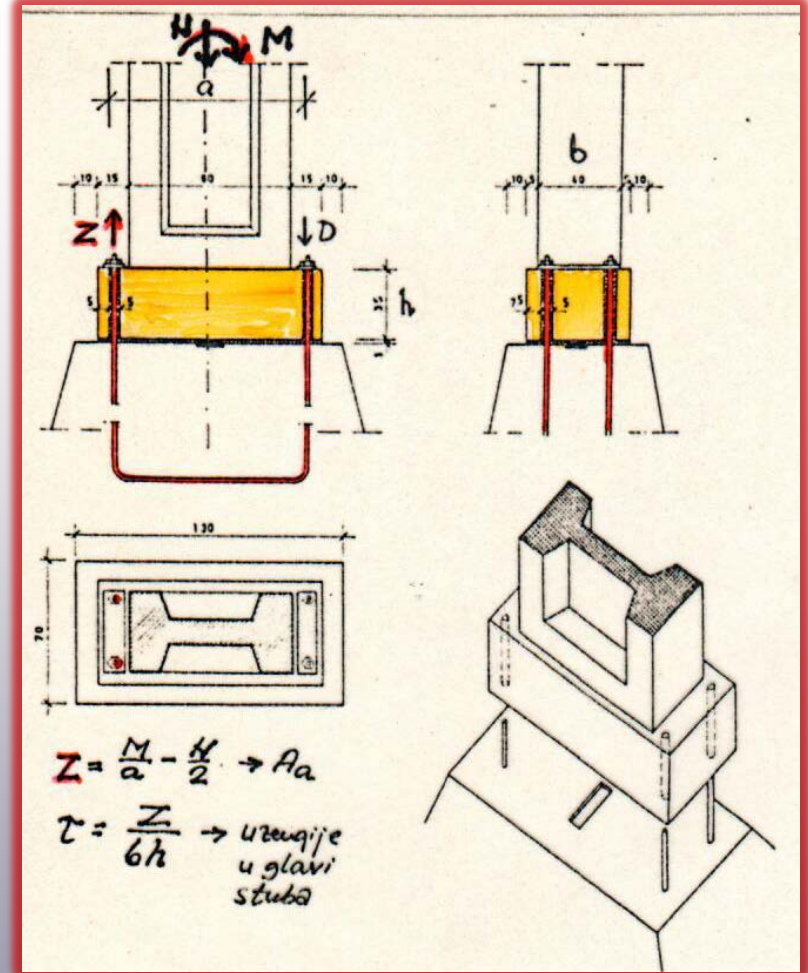
Armirana veza u čašici

## Dvostruka čašica

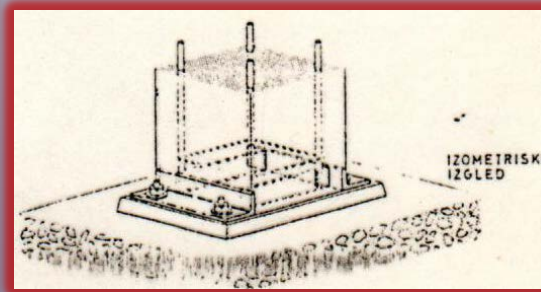
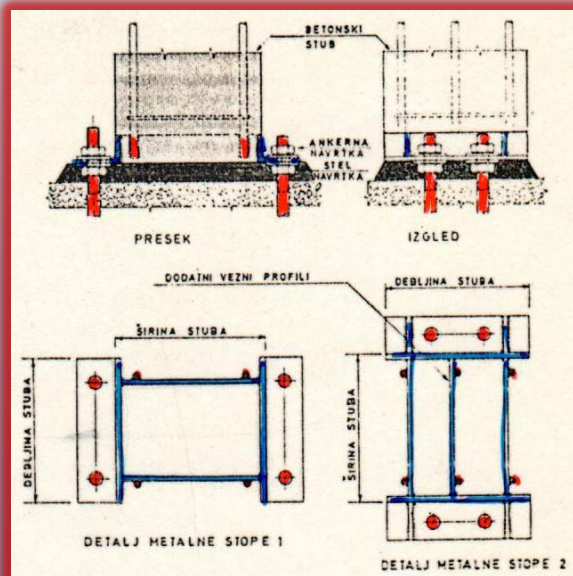


Veza petljom

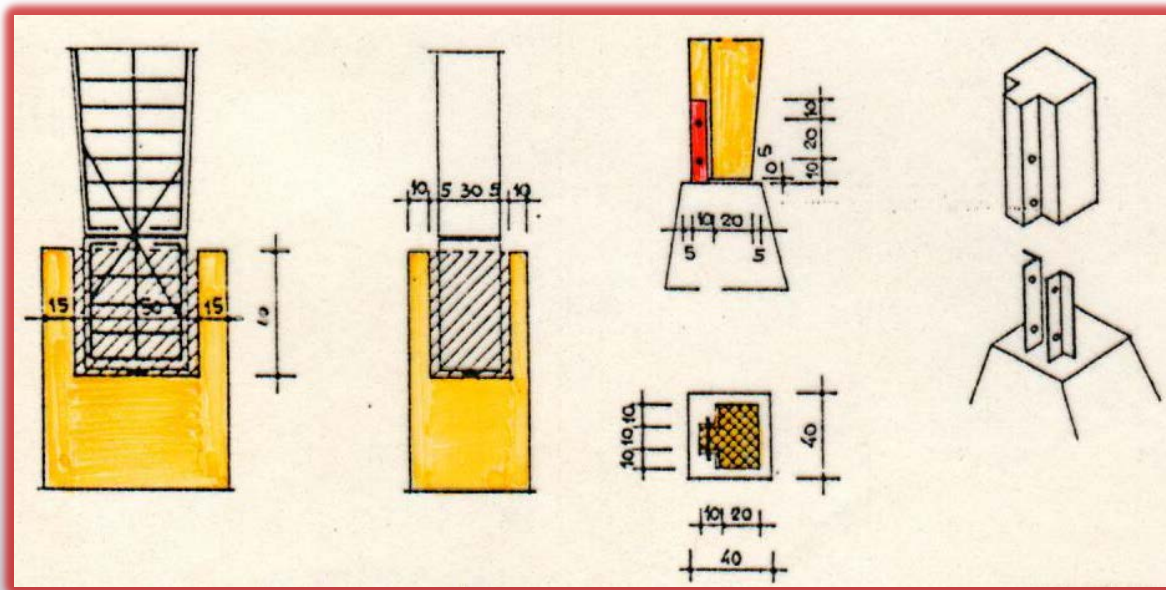
## a.2. Veza temeljnim ankerima



## a.3. Veza metalnim stopama i temeljnim ankerima

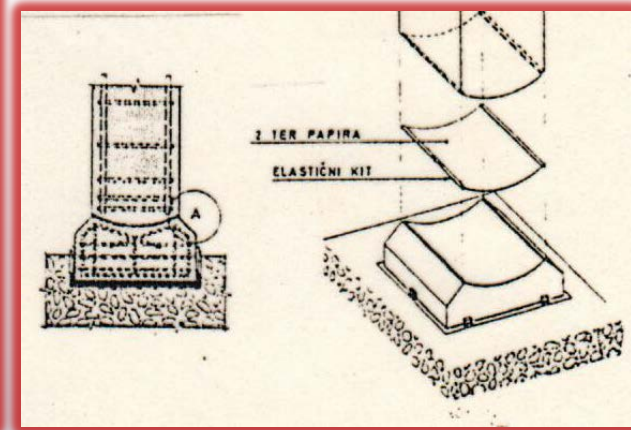


## B. Zglobne veze

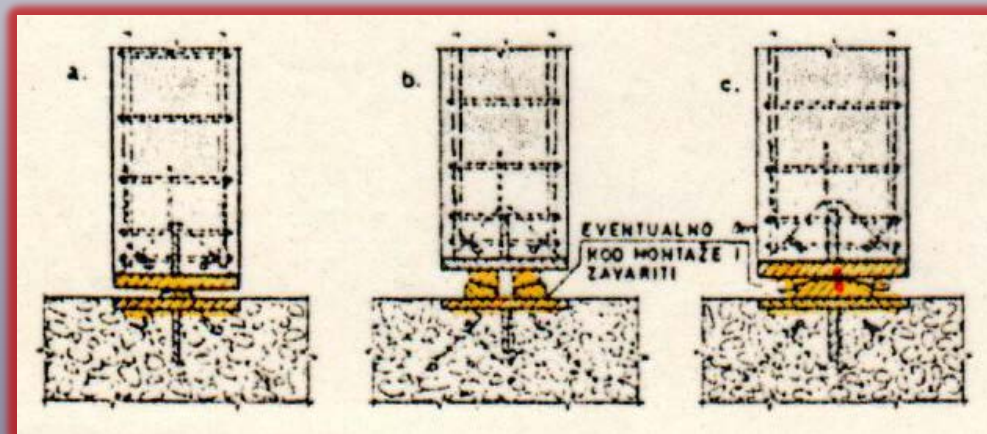


AB zglob u čašici

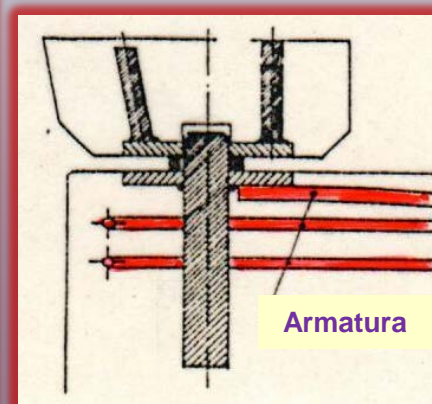
Veza ugaonicima



Klizna sferna veza

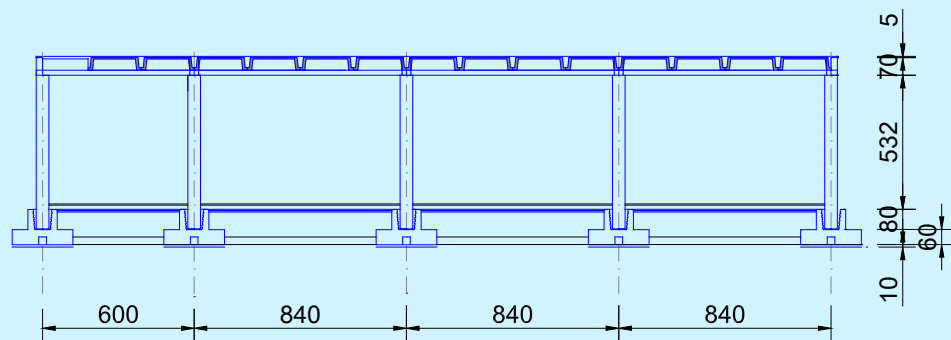


Veza čeličnim pločama i moždanikom

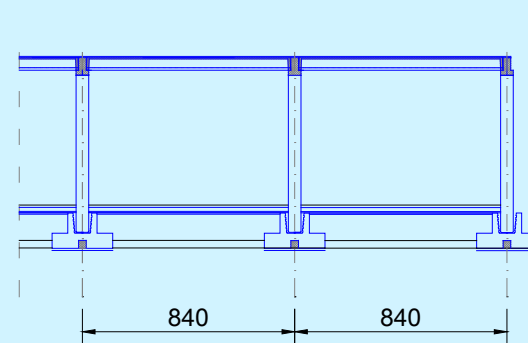


Armatura

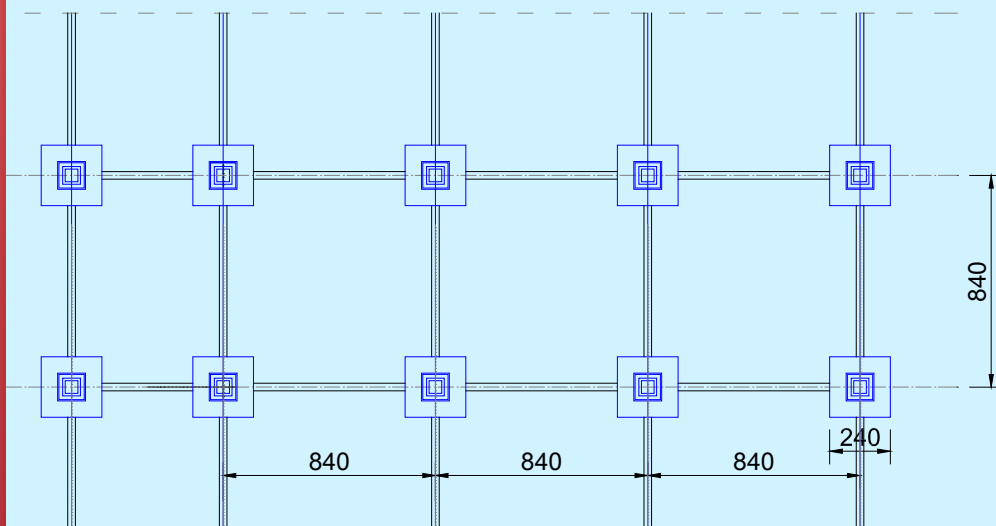
### 5.5.7. Primjer – Montažni sistem



PODUŽNI PRESJEK



POPREČNI PRESJEK

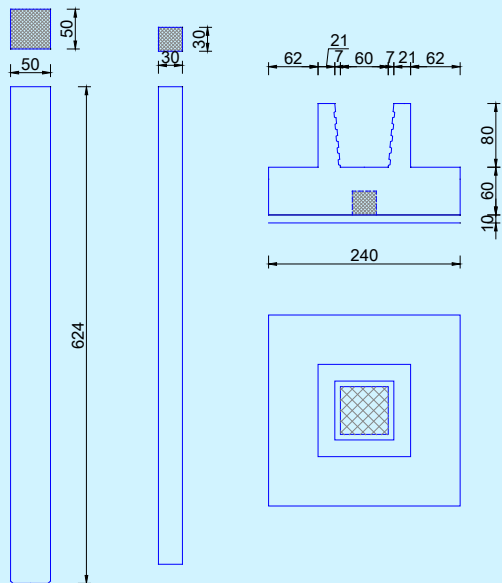


OSNOVA TEMELJA

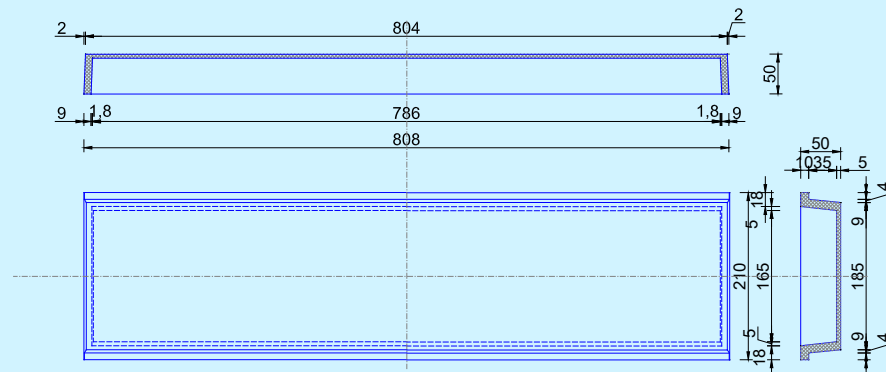
### MONTAŽNI SISTEM UM-840

Autor: Prof. dr Mladen Ulicevic, d.i.g.  
2006.

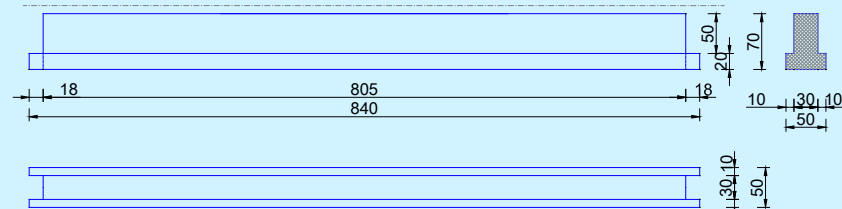
## 5.5.7. Primjer – Montažni sistem



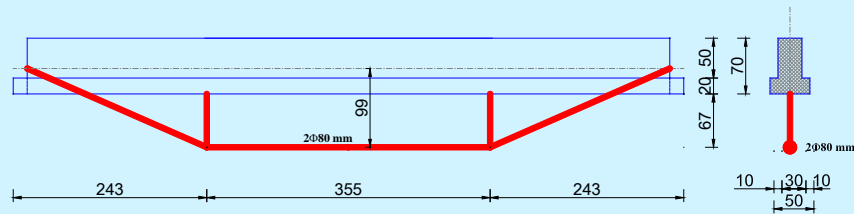
STUB, TEMELJ I  
TEMELJNA GREDA



MEĐUSPRATNA I KROVNA PLOČA - KORUBA



GLAVNI NOSAC



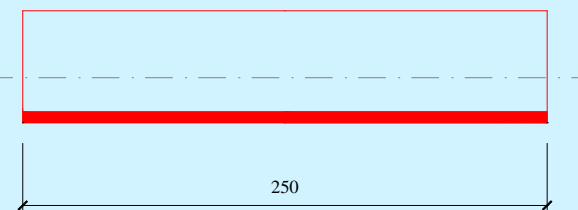
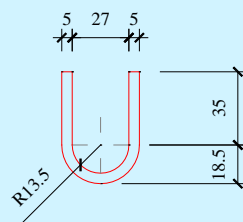
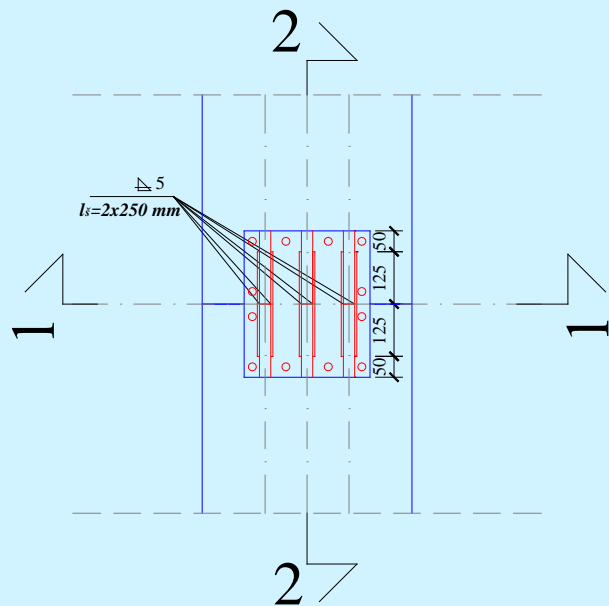
GLAVNI NOSAC

## MONTAŽNI SISTEM UM-840 ELEMENTI

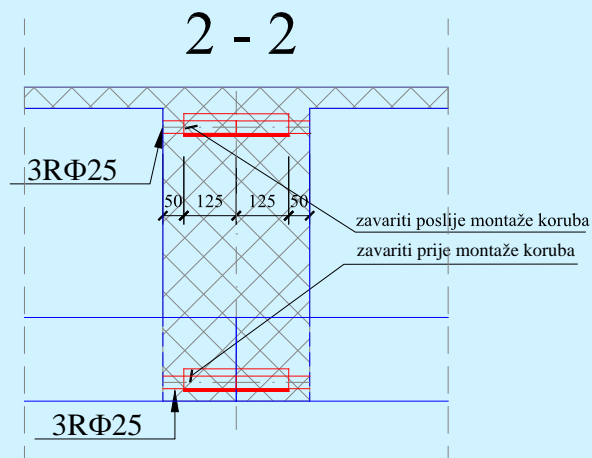
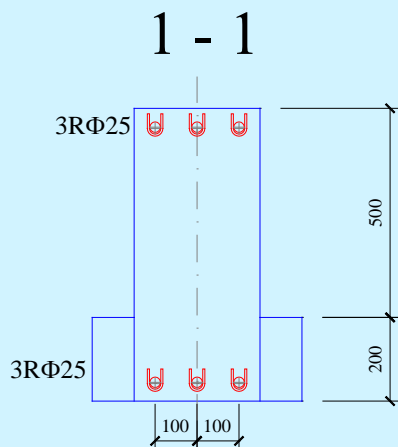
Autor: Prof. dr Mladen Ulicevic, d.i.g.  
2006.



## 5.5.7. Primjer – Montažni sistem



SAVIJENI LIM POS U - KOM. 1302  
DETALJ R 1:2 C 0561



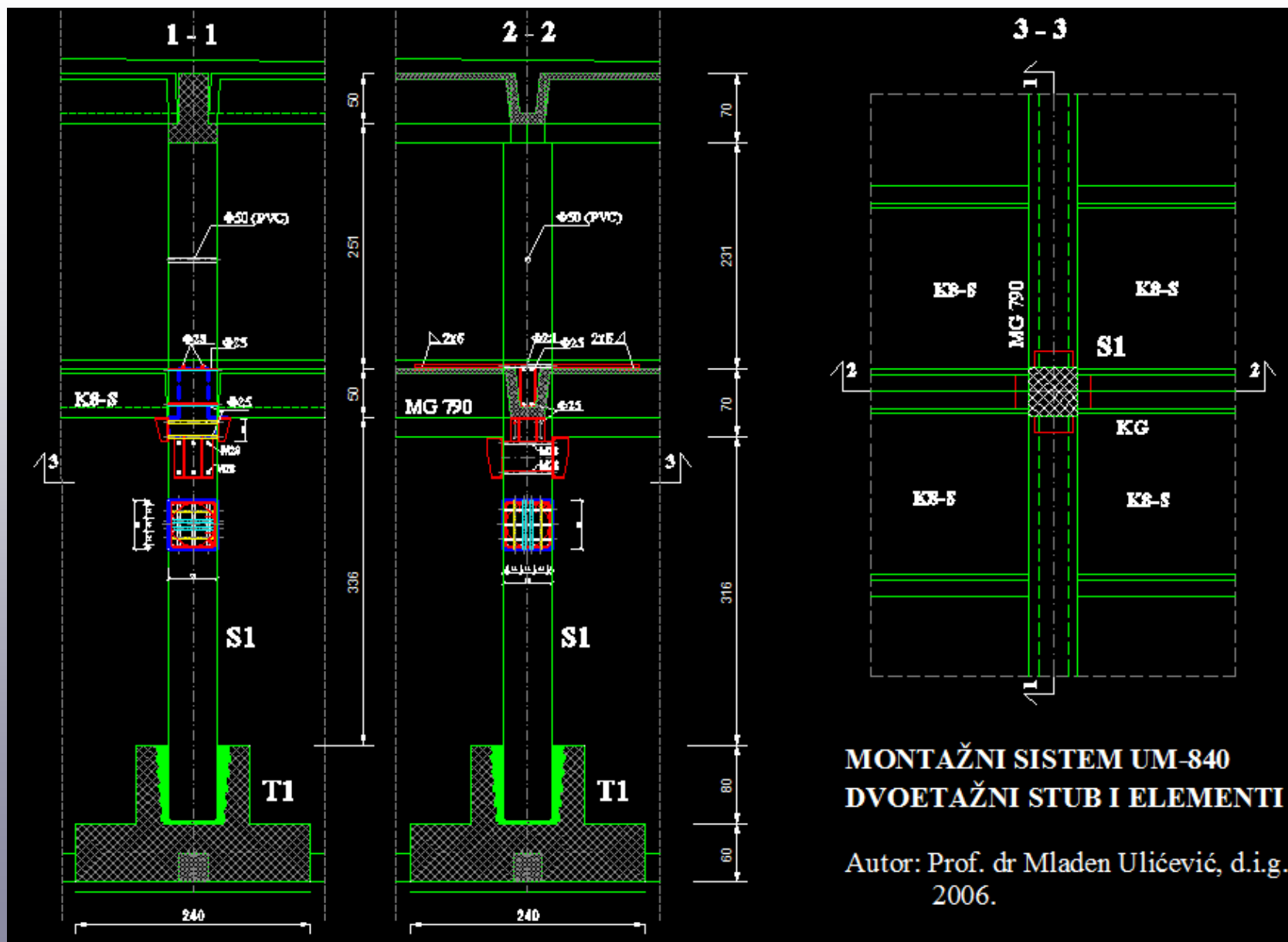
POS G - GLAVNI NOSAC

DETALJ VEZE NAD STUBOM  
R 1:10

**MONTAŽNI SISTEM UM-840**

Autor: Prof. dr Mladen Ulićević, d.i.g.  
2006.

### 5.5.7. Primjer – Montažni sistem



## 5.6. MONTAŽNI OBJEKTI OD AB POVRŠINSKIH ELEMENATA

### 5.6.1. Uvod i klasifikacija

- cilj: industrijalizacija stambene izgradnje
- uslov isplativosti: masovna izgradnja - postojanje sistema
- princip: finalizacija što većeg broja pozicija u fabrici, uključujući i zanatsko-završne radove, a manji broj pozicija se dovršava na gradilištu
- nosivi elementi: zidovi i ploče
- stepen finalizacije:

- manje table (panoi):

spojnice u prostoriji, izrada na gradilištu ili u fabrici, umjerene serije, uobičajena sredstva za transport i montažu

- velike table - krupni paneli:

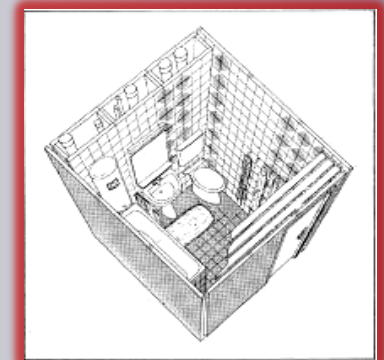
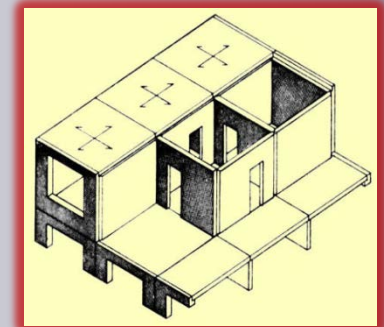
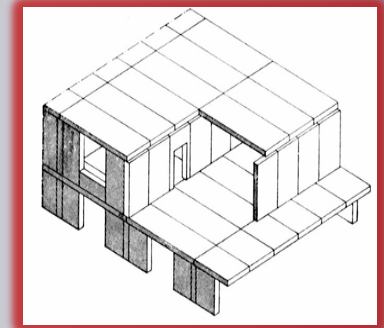
spojnice u uglovima prostorija, veličine ME jednake odg. strani prostorije, izrada u fabrici, velike serije, specijalna sredstva za transport i montažu

- ćelije:

bez spojnica, veličina ćelije - jedna prostorija, izrada u fabrici, velike serije, specijalna sredstva za transport i montažu, visok stepen gotovosti svih radova u fabrici

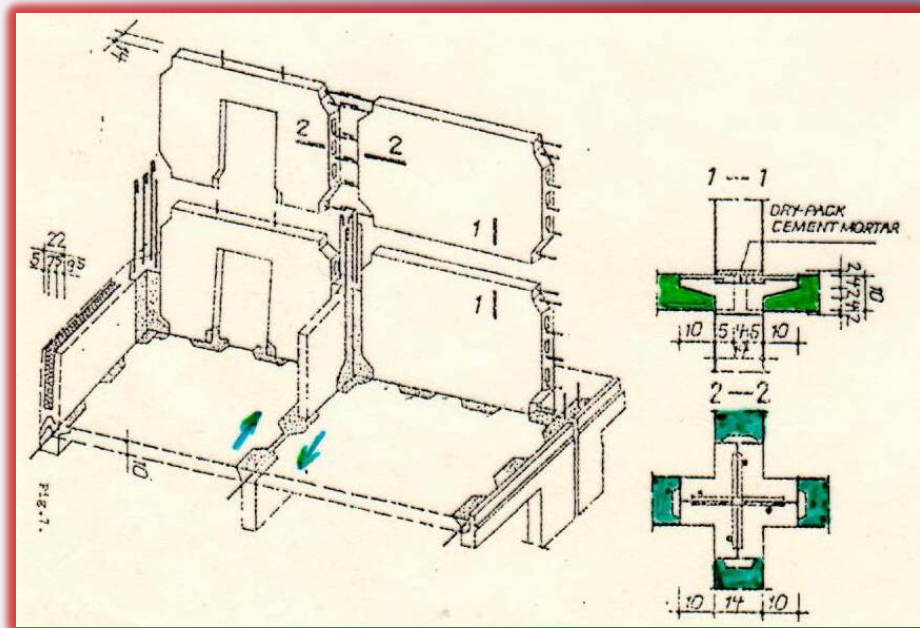
➤ limitirajući faktori:

- transport, posebno u urbanim uslovima
- siromaštvo formi u arhitektonskom oblikovanju



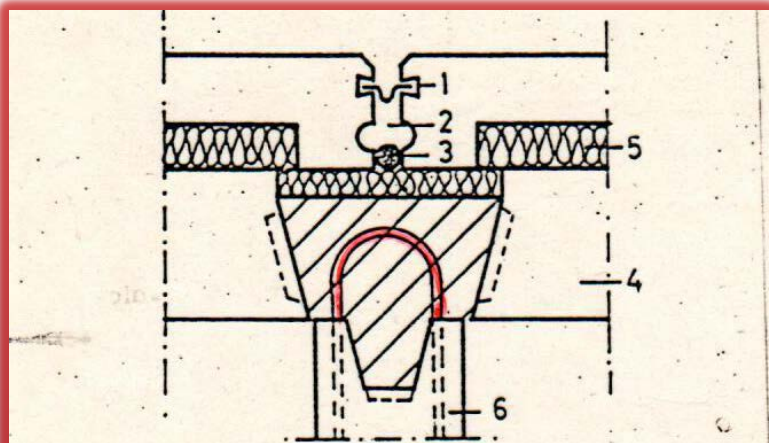
## 5.6.2. O krupnopanelnim sistemima

- osnovni konstrukcijski sistem: AB zidovi u jednom ili oba ortogonalna pravca, povezani međuspratnim tavanicama
- veličina elemenata prilagođena dimenzijama prostorije:
  - dužine 4-8 m
  - visine jednake spratnoj visini
- debljina elemenata zavisi od:
  - uslova nosivosti
  - uslova funkcionalnosti
  - zvučne i termo izolacije
- težina elemenata: oko 8 - 12 t (poželjna ujednačena težina)
- vrste zidova:
  - konstrukcijski
  - nosivi (prihvataju vert. i hor. opter.)
  - samonosivi (prenose samo sopstvenu težinu)
  - zidovi za ukrućenja (za prostornu stabilnost)
  - pregradni (ispuna)

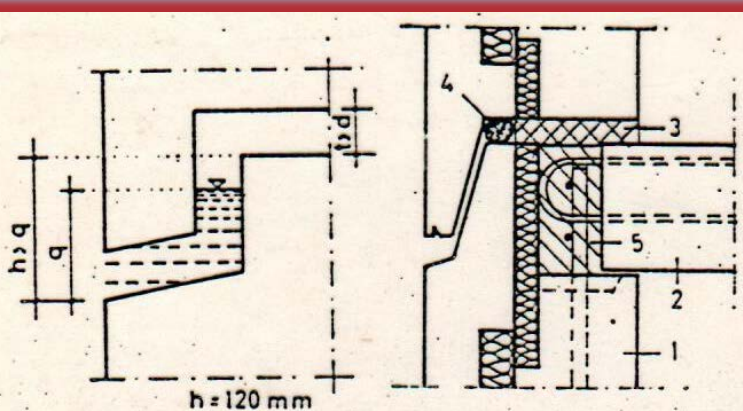


### 5.6.3. Veze u krupnopanelnom sistemu

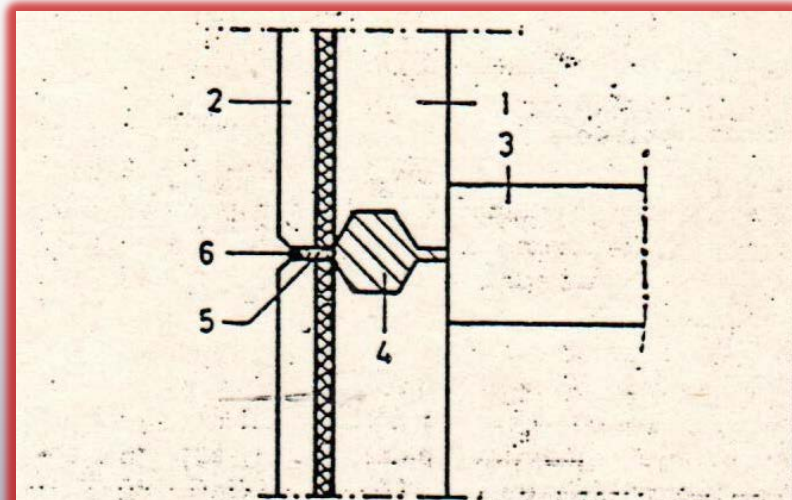
#### A. Spojevi na fasadi



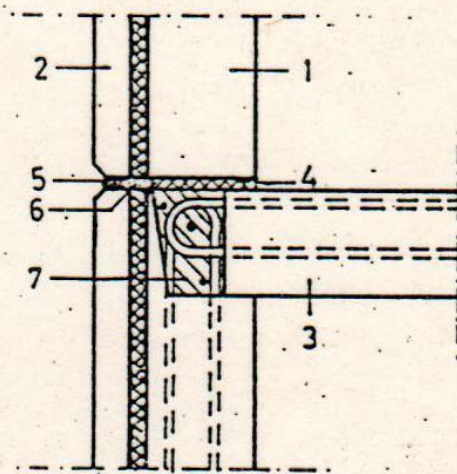
Sl. 7. Otvoreni vertikalni spoj fasadnog i unutrašnjeg zida: 1. ekran za sprečavanje prodora kišnice, ispred je drenažna zona, 2. dekompresioni kanal, 3. pregrada za sprečavanje prodora vazduha, 4. noseći deo fasadnog panela, 5. toplotna izolacija, 6. unutrašnji noseći zid



Sl. 8. Vertikalni presek horizontalnog otvorenog spoja: 1. noseći deo zida, 2. tavanica, 3. spojnica od maltera, 4. plastično uže, 5. ispuna betonom

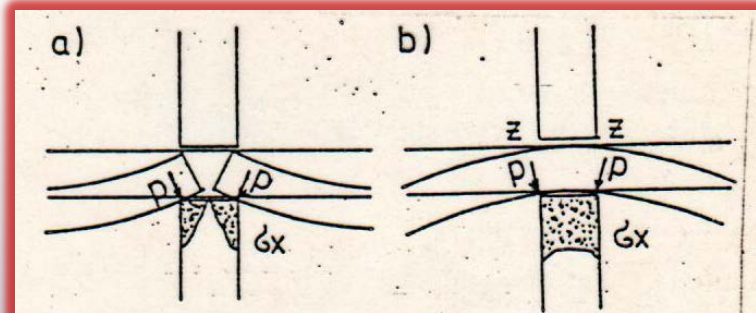


Sl. 9. Zatvoreni vertikalni spoj: 1. noseći deo fasadnog zida, 2. spoljni deo fasadnog zida, 3. unutrašnji zid, 4. ispuna betona, 5. ekspanzirani polistiren, 6. hermetik

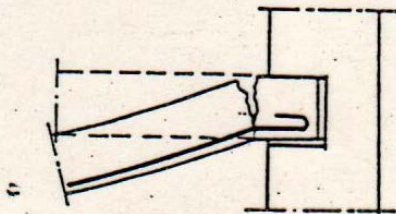


Sl. 10. Zatvoreni horizontalni spoj: unutrašnji noseći deo fasadnog zida, 2. nenoseći deo fasadnog zida, 3. panel tavanice, 4. posteljica od maltera, 5. hermetik, 6. ekspanzirani polistiren, 7. ispuna betonom

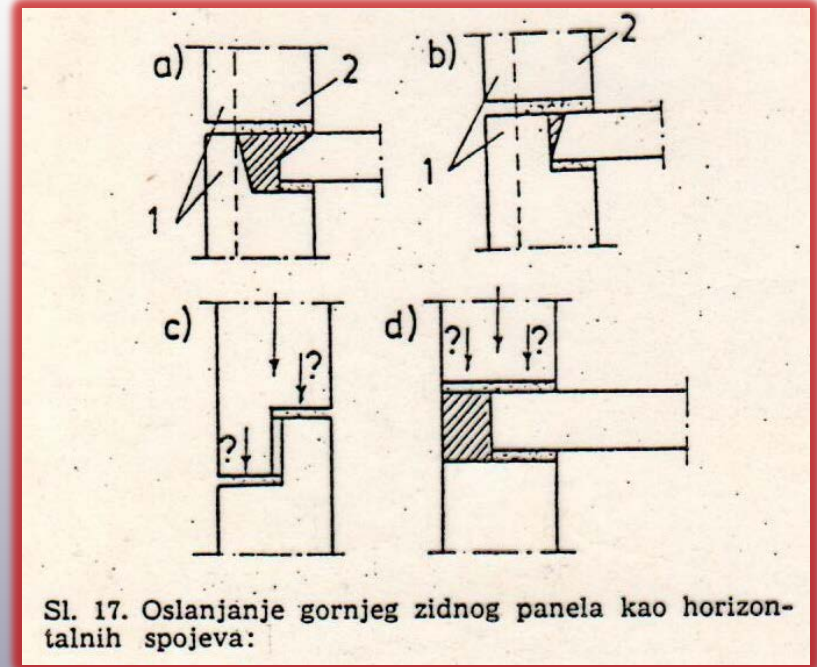
## B. Oslanjanje panela



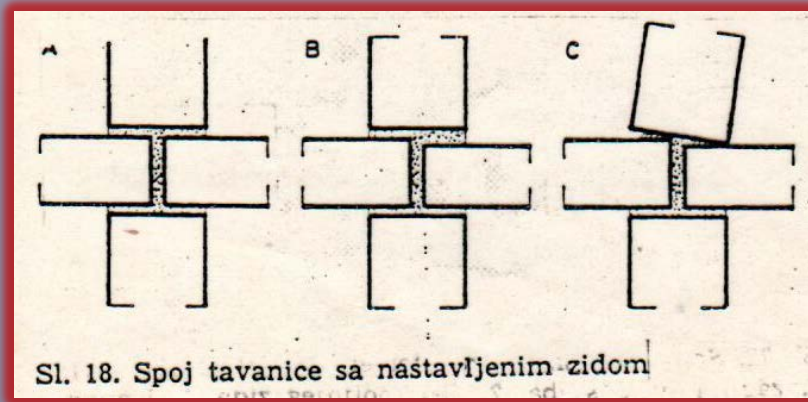
Sl. 15. Koncentracije napona pri oslanjanju tavanica na zidove: a) prosto oslonjanje, b) oslanjenje uz ostvarivanje kontinuiteta



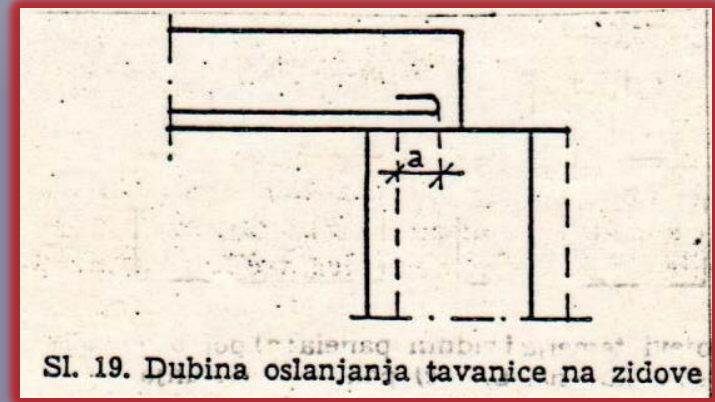
Sl. 16. Oštećenje panela tavanice u zoni oslonca kao posledica neobebeđene gornje zone za prijem negativnih momenata



Sl. 17. Oslanjanje gornjeg zidnog panela kao horizontalnih spojeva:

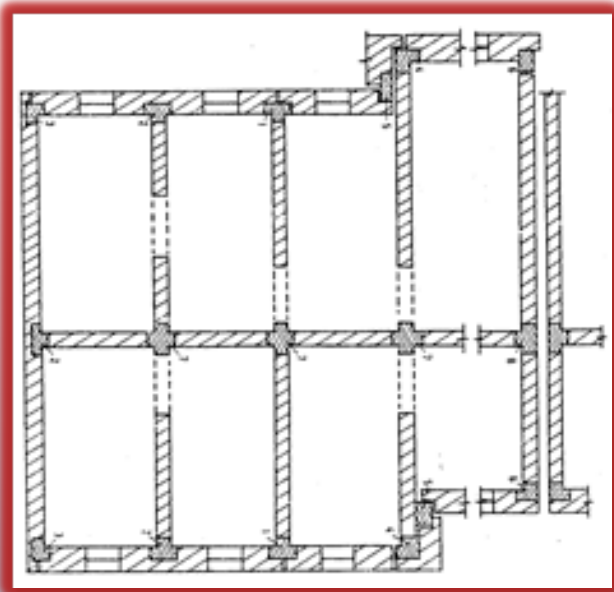


Sl. 18. Spoj tavanice sa nastavljenim zidom

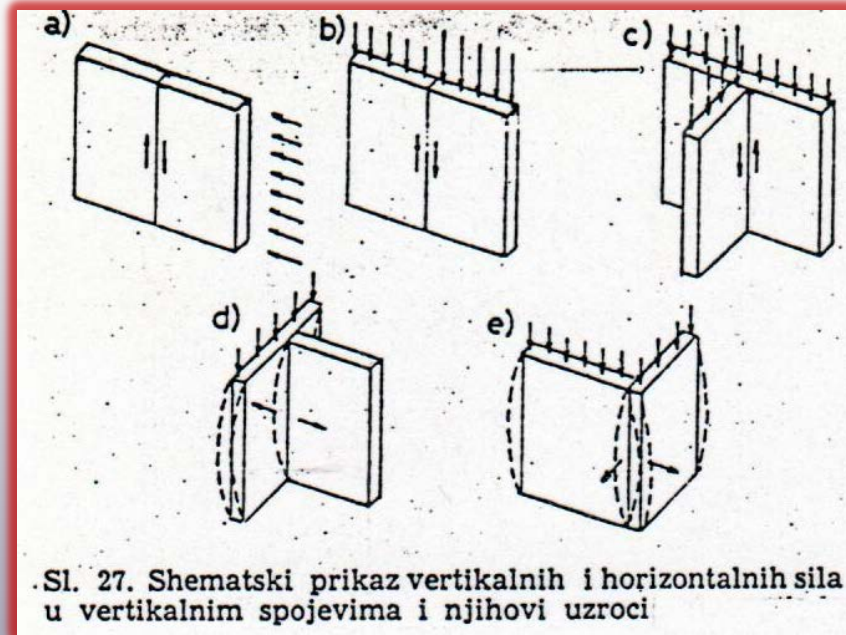


Sl. 19. Dubina oslanjanja tavanice na zidove

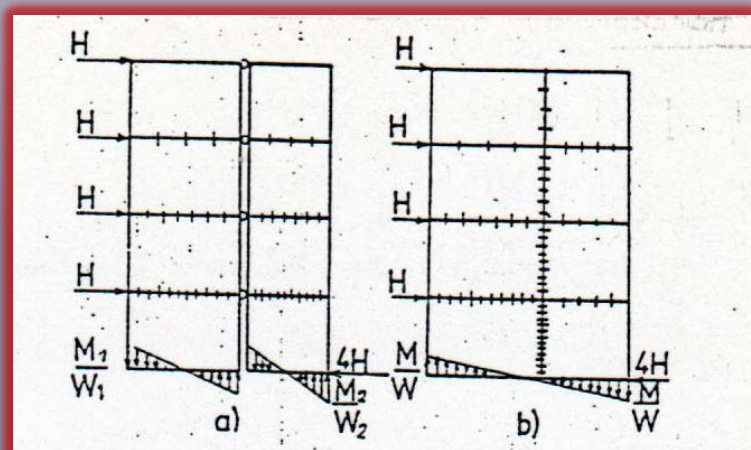
### C. Vertikalni spojevi zidova



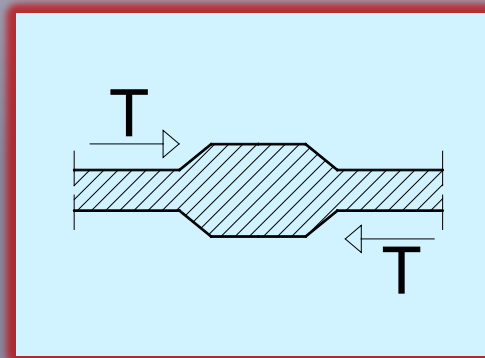
Položaj vertikalnih spojeva u zgradi



Sl. 27. Shematski prikaz vertikalnih i horizontalnih sila u vertikalnim spojevima i njihovi uzroci

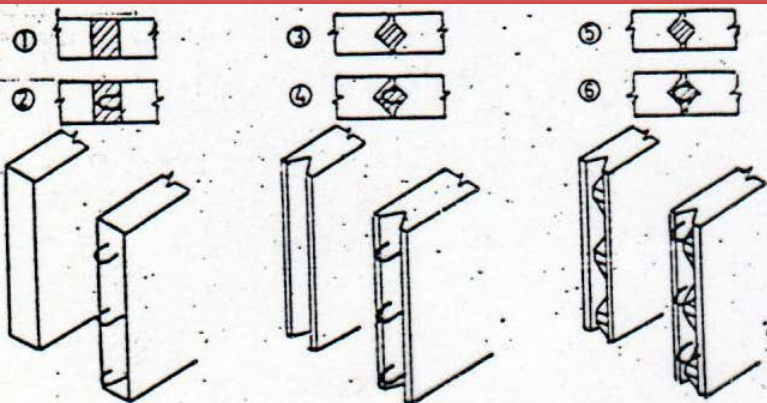


Sl. 5. Uticaj krutosti vertikalnih spojeva zidnih panela na raspodelu napona u osnovi, izazvanih horizontalnim silama: a)-vertikalni spoj veoma popustljiv ili u obliku zgloba, b) vertikalni spoj krut

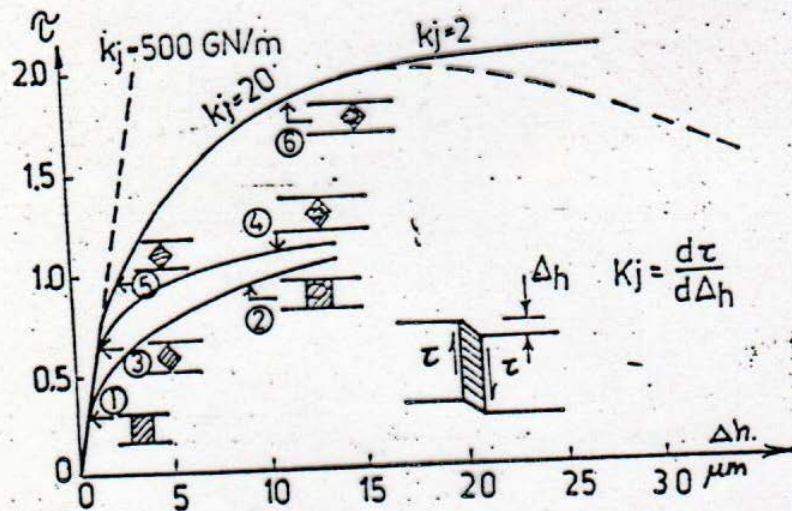


Prijem smicanja u nazubljenom spoju - moždanik

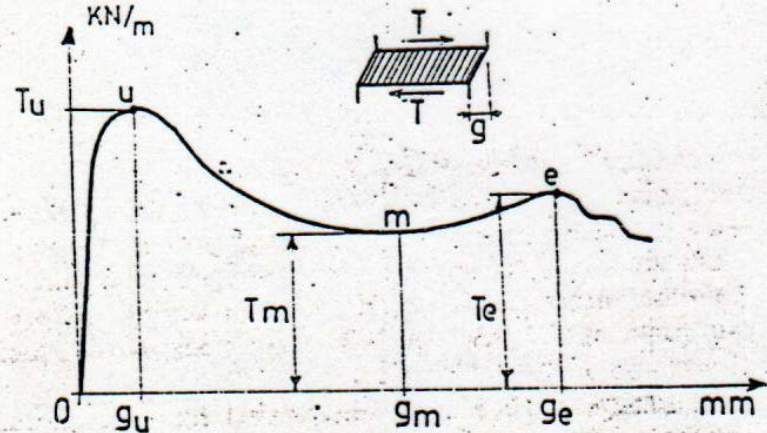
## Osobine vertikalnih spojeva



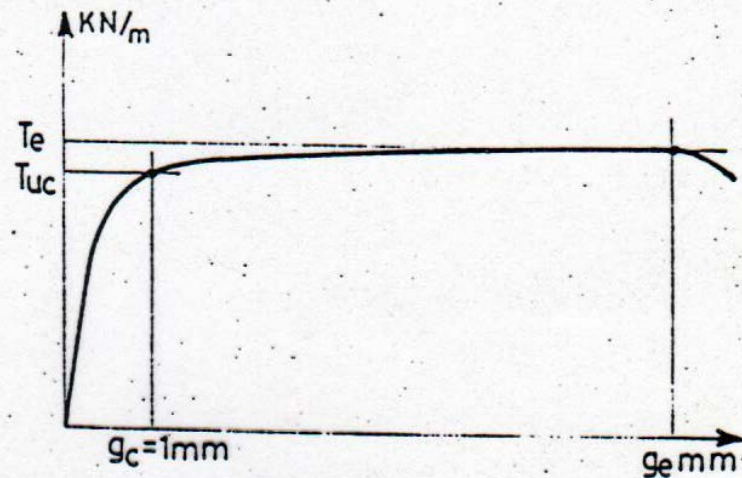
Sl. 33. Obrada rubova zidnih panela za ostvarivanje vertikalne veze



Sl. 34. Zavisnost smicanje—klizanje za različite obrade bočnih površina zidnih panela



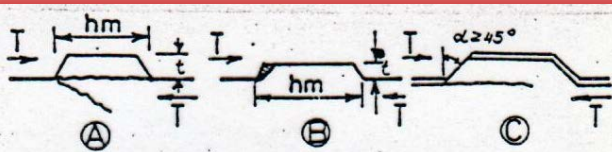
Sl. 35. Zavisnost sile smicanja i klizanja prema /16/



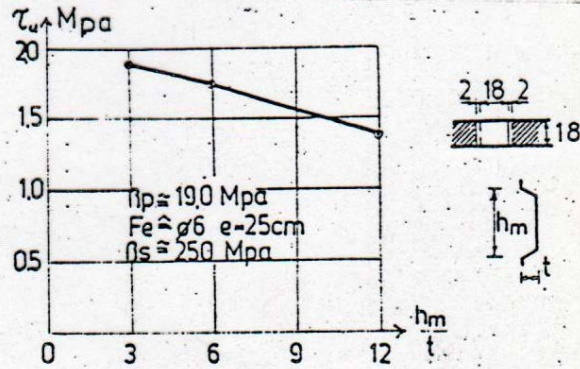
Sl. 36. Zavisnost sile smicanja—klizanje za spojeve sa glatkim površinama



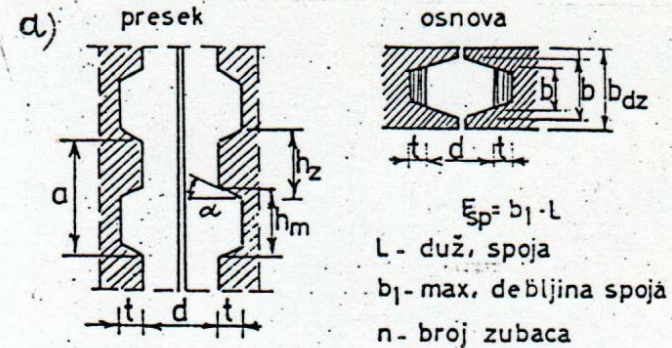
## Nosivost smičućih vertikalnih spojeva



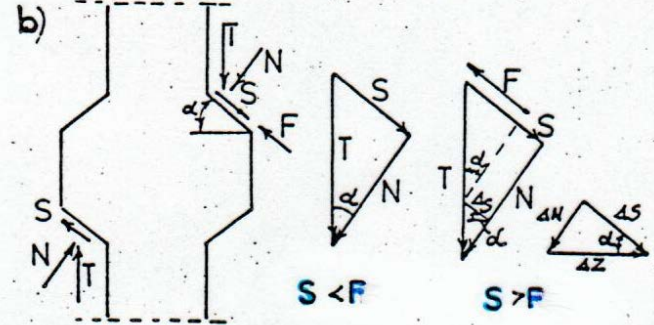
Sl. 37. Mehanizmi loma nazubljenog spoja: a) odsecanje betona vertikalnim i kosim prslinama, b) gnječenje betona izraženo kod  $h/t=12$ , c) klizanje duž kontaktnih površina (dislokacija)



Sl. 38. Uticaj vitkosti zupca  $h_m/t$  na granični napon smicanja



$$\frac{B}{F_{sp}} = \frac{h_m \cdot b \cdot n}{F_{sp}} \quad \frac{B}{F_{sp}} = \frac{h_z \cdot b}{F_{sp}} \cdot n$$



Sl. 41a. Geometrija vertikalnog spoja i obeležavanje  
Sl. 41b. Prenos sila kod moždanika i određivanje horizontalne zatežuće sile

Preporuka: osigurati lom smicanjem ili gnječenjem moždanika (ispune), a izbjeći lom klizanjem  $\Rightarrow \alpha > 45^\circ$

Proračun poprečne armature u spoju:

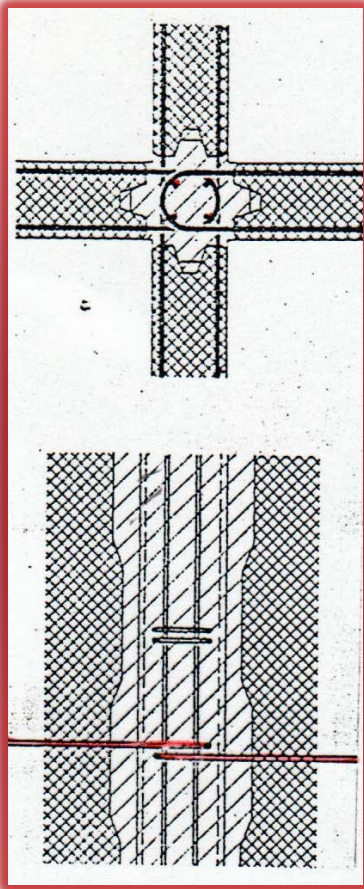
$$N = T \cos \alpha \quad S = T \sin \alpha \quad F = N \operatorname{tg} \varphi \quad \text{trenje betona o beton: } \operatorname{tg} \varphi = 0,7$$

Uslov da nema klizanja je da je  $S < F$ :  $T \sin \alpha < T \cos \alpha \operatorname{tg} \varphi \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha < 0,7 \Rightarrow \alpha < 35^\circ$

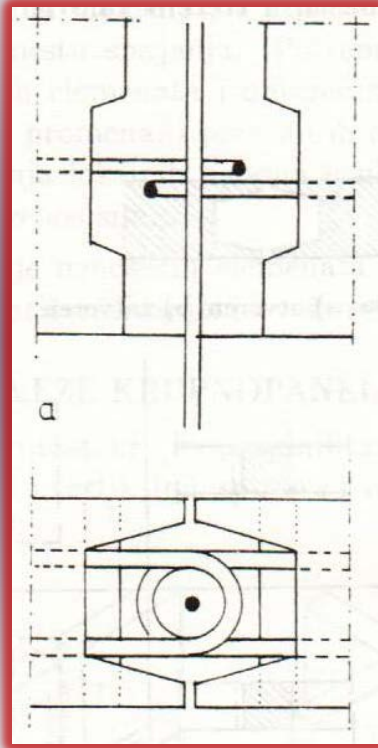
Za  $\alpha > 35^\circ \Rightarrow F < S \Rightarrow$  potrebna poprečna armatura ispuštena iz panela

$$\text{Sila zatezanja u spoju: } \Delta Z = (S - F) / \cos \alpha = T (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \varphi)$$

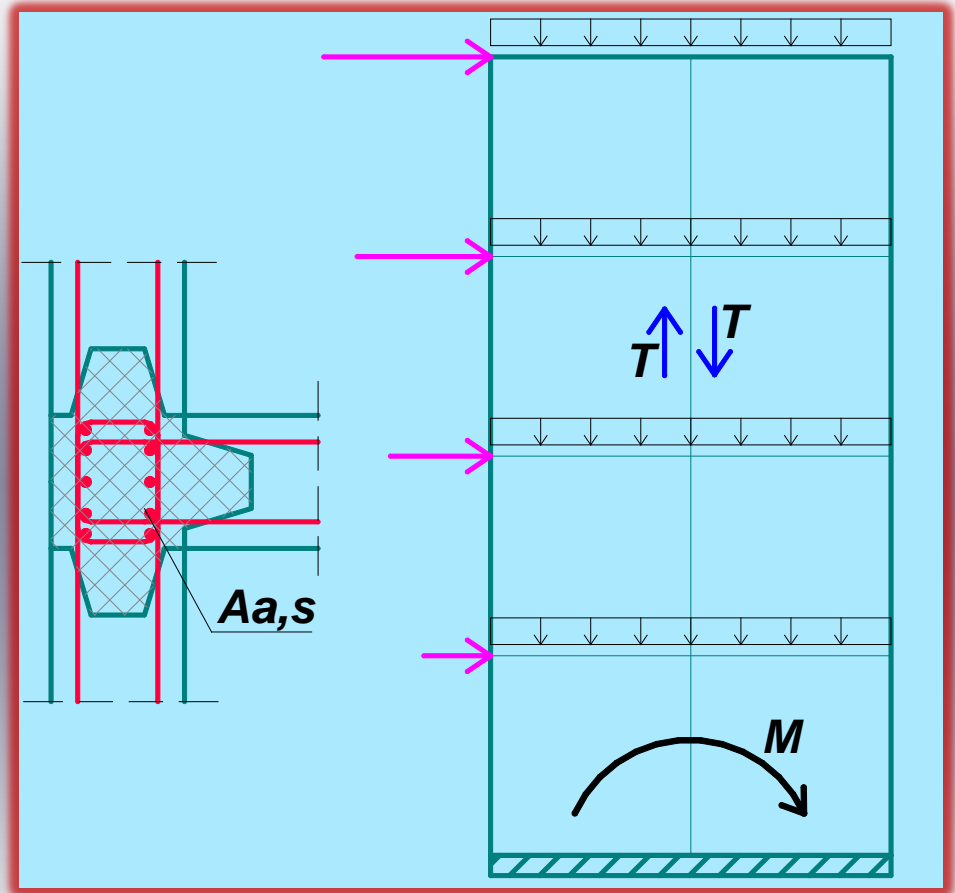
## Armatura u vertikalnim spojevima



Smičuci spoj četiri panela

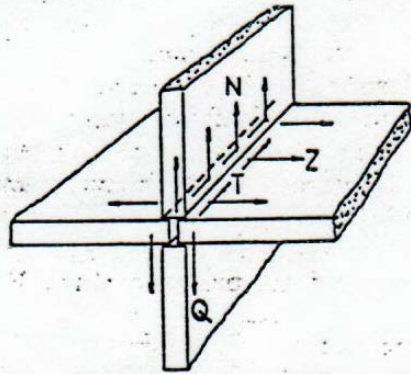


Smičuci spoj dva panela

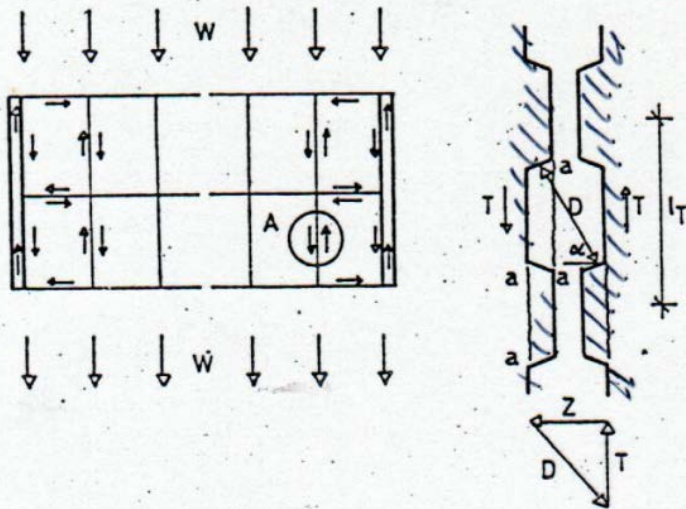


Armatura za savijanje u spoju tri panela

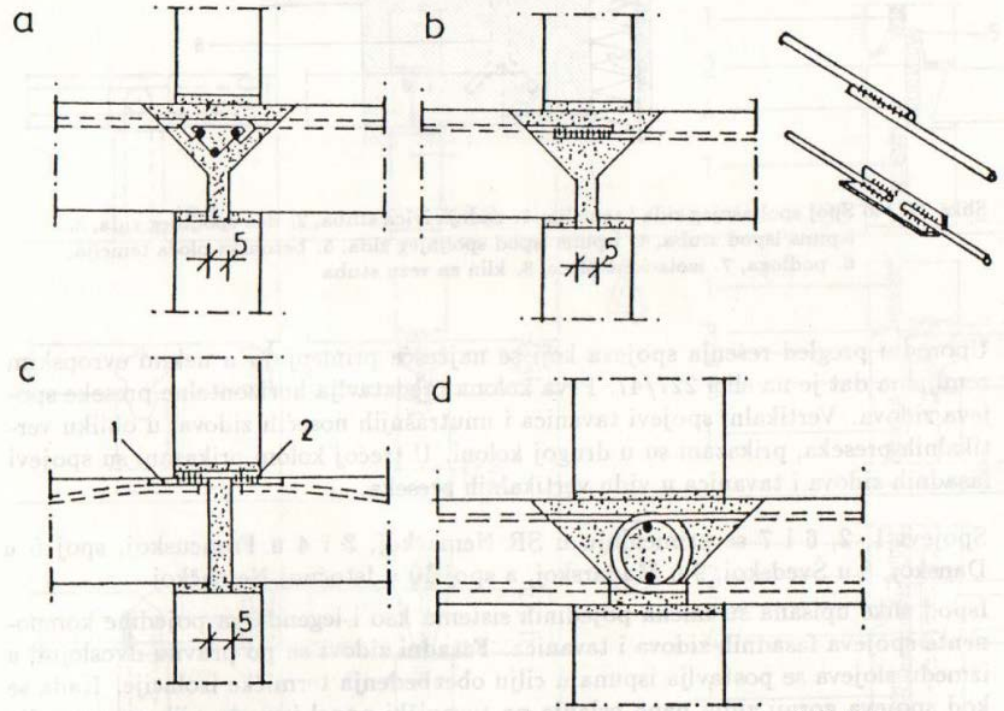
## D. Horizontalni spojevi tavanica i zidova



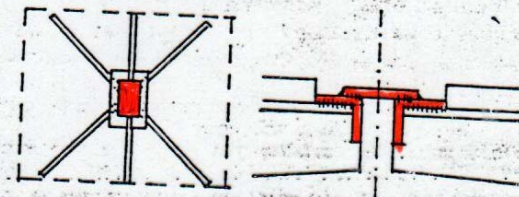
Sl. 44. Mehanizam prenosa sila u horizontalnom spoju zidova i tavanica



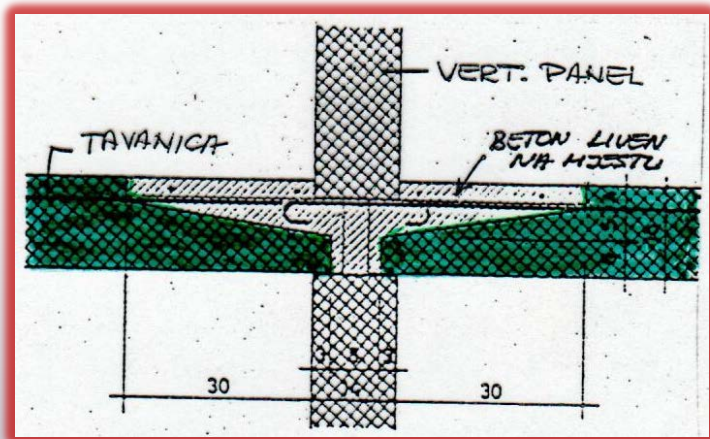
Sl. 68. Shematski prikaz sila u tavanici pri ukrucenim bočnim rubovima i tok sila u spoju panela



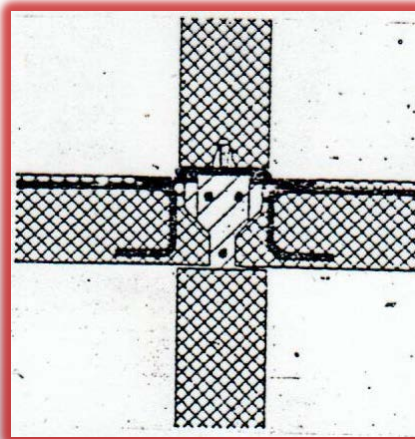
Slika 227/45 Povezivanje tavanica iznad oslonca: a) veza preklomom ispuštenih šipki iz panela, b) veza zavarivanjem ispuštene armature pomoću ugaonika, c) zavarivanje čeličnih podvezica ubetoniranih u panel, d) veza ostvorena preklomom petlji



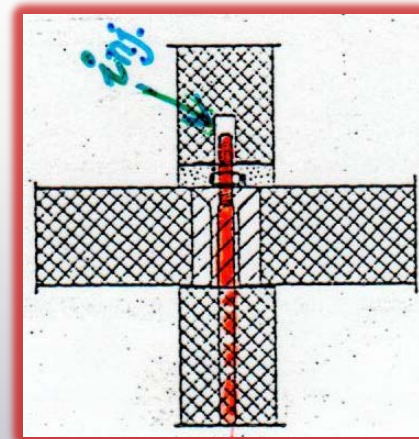
Sl. 74. Povezivanje tavanica pomoću zavarivanja: 1) čelična ploča za povezivanje, 2) ugaonik



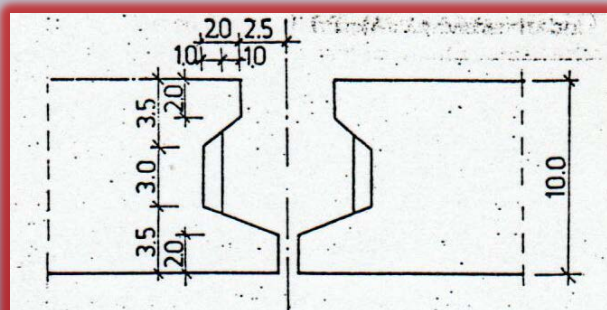
AB mokra veza



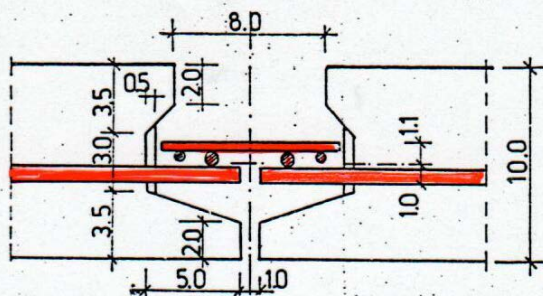
Suvi čelični spoj



Veza pomoću „trna“



Sl. 70. Obrada horizontalnog spoja između tavanica sa profilisanim rubovima



Sl. 72. Poboľšán náčn armíráníj prema /24/

$$\tau_y = \frac{1,5 \cdot Q_y}{h \cdot d} < \tau_{dop.}$$

$$\sigma_y = \frac{Q}{l \cdot d} < \sigma_{dx} = 1,4 \sigma_s \sqrt{\frac{F_c}{F_m}} < 0,7 \beta_k$$

$F_m = l \cdot d$  manje od površine betona elementa ili moždanika,  
 $F_c = 2 \cdot l \cdot d$  — površina celokupnog moždanika.

Sl. 73. Shema moždanika za nazubljenu vezu panela tavanice: a) oblik žleba, b) proračunski presek

## E. Spojevi zida i temelja

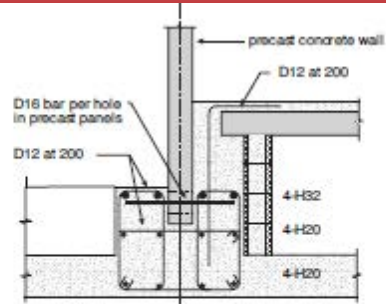
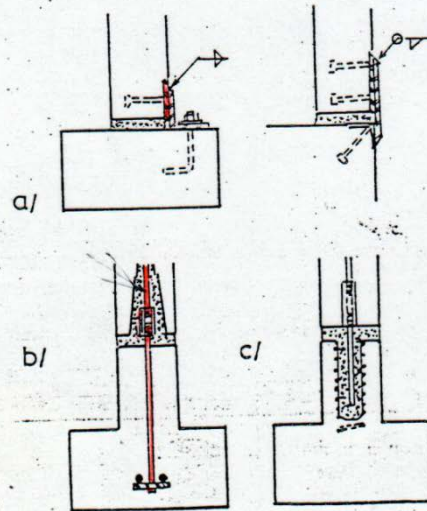


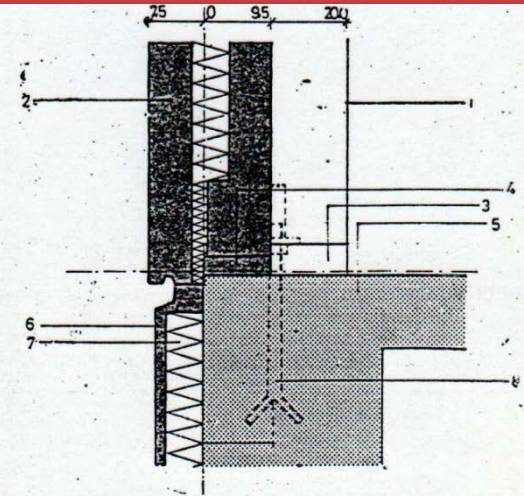
Figure 4.13: Detail at the wall foundation junction  
(Rotorua District Council Civic Centre)



Figure 4.14: Connection between base of wall panel and foundation  
(Rotorua District Council Civic Centre)



Sl. 75. Spojevi temelja i zidnih panela: a) pomoću ugao-  
nika sa sidrima, b) i c) pomoću zavrtnja



Sl. 76. Spoj spoljašnjeg zida i temelja (vertikalni presek):  
1. zadnja ivica stuba, 2. deo spoljnog zida, 3. ispuna  
ispod stuba, 4. ispuna ispod spoljnog zida, 5. betonska  
ploča temelja, 6. podloga, 7. izolacione ploče, 8. vezni  
kltir za stub