

Univerzitet Crne Gore
GRAĐEVINSKI FAKULTET U PODGORICI

**PROJEKTOVANJE I GRAĐENJE
BETONSKIH KONSTRUKCIJA**

Mladen Ulićević

PROJEKTOVANJE I IZGRADNJA INDUSTRIJSKIH BETONSKIH HALA

1. NAMJENA HALA

- Industrijska proizvodnja
- Skladišta i magacini
- Saobraćajni depoi i garaže
- Sportski objekti
- Izložbeni paviljoni
- Laboratorije

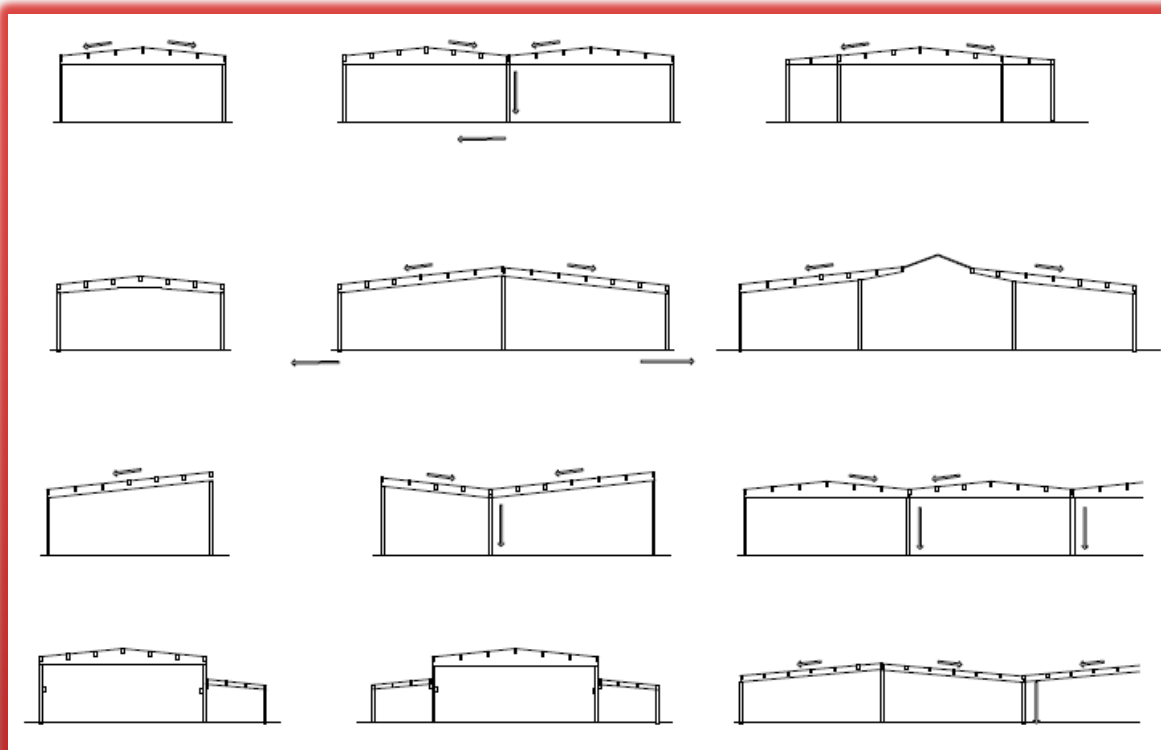


2. TIPOVI I KONFIGURACIJE HALA

Jednobrodne

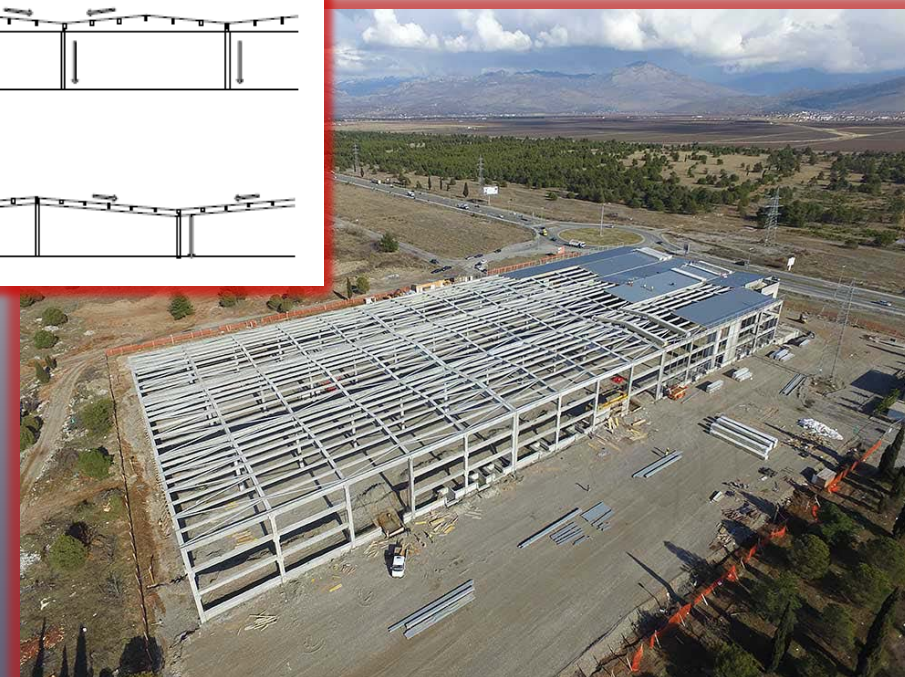
Dvobrodne

Trobrodne



Rasponi broda:
 $12 < L < 30 \text{ m}$

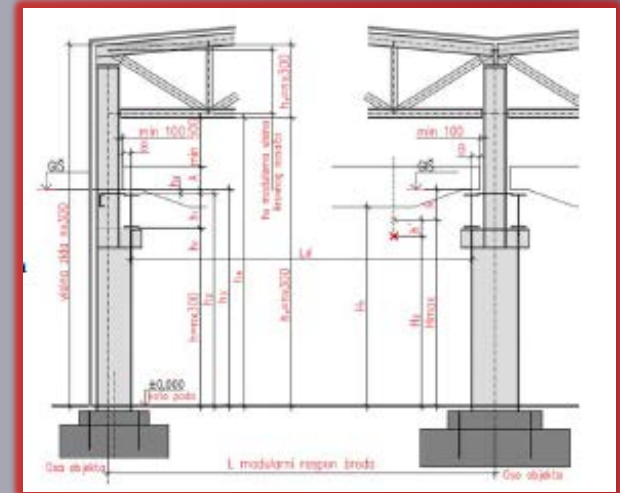
Dužina hale:
 $n \times \lambda = 30 - 60 \text{ m}$
(bez dilatacija)



3. PODACI I USLOVI ZA PROJEKTOVANJE

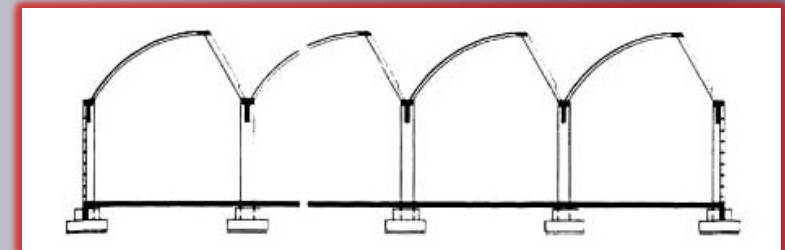
➤ Tehnološki i funkcionalni uslovi

- Raspored proizvodne opreme
- Radni proces (tokovi materijala i proizvoda)
- Unutrašnji horizontalni i vertikalni transport (kranovi, trake, viljuškari ...)
- Slobodni gabariti (čista širina, visina dizanja ...)
- Radni uslovi (osvjetljaj, grijanje, hlađenje, vlažnost, provjetravanje, zvučna izolacija ...)
- Položaj i koridori instalacija (EE, TT, IT, ViK ..)
- Adaptabilnost prostora (proširenje, produženje, aneksi ...)



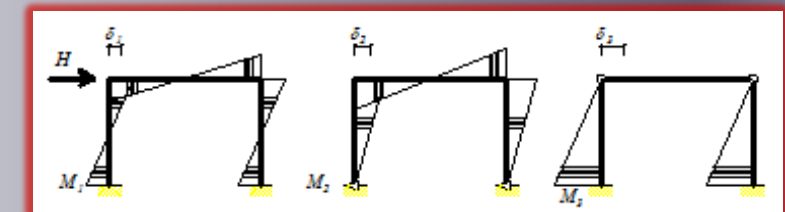
➤ Urbanistički uslovi

- Položaj u prostoru
- Dozvoljeni spoljašnji gabariti
- Izgled i uklapanje u ambijent



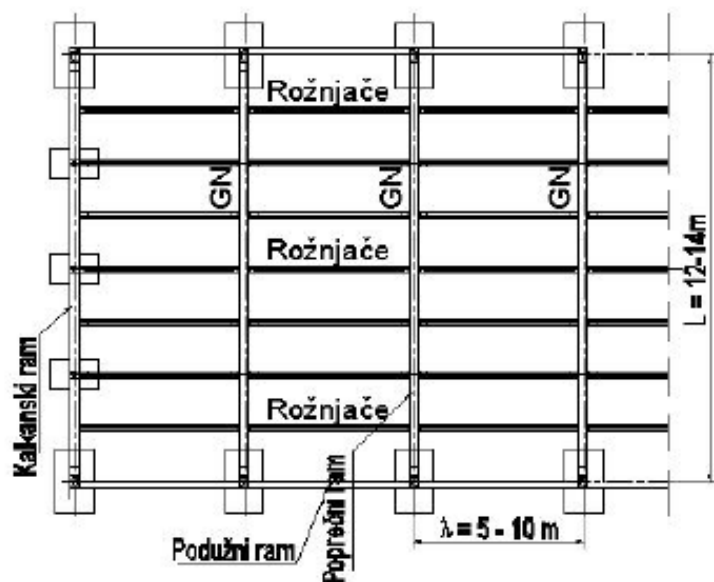
➤ Tehnički uslovi

- Geomehanički podaci o tlu
- Seizmičnost mikrolokacije
- Klimatski uslovi (padavine, vjetar, temp.)
- Opterećenja (stalna, povremena, incidentna)
- Tehnologija – sistem građenja
- Rokovi izgradnje

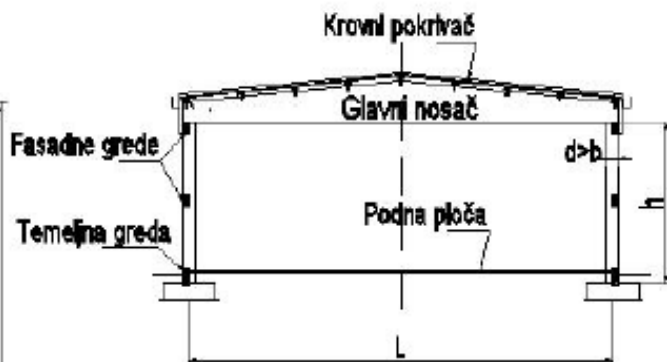
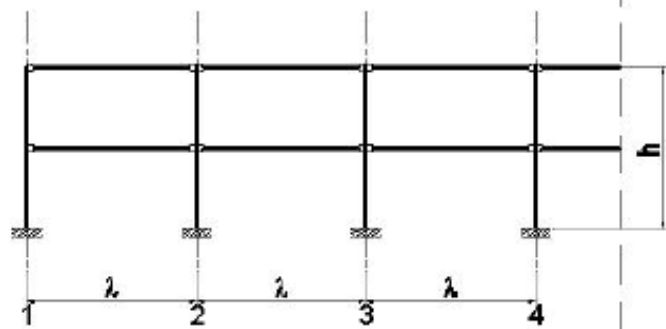


4. DISPOZICIONO RJEŠENJE KONSTRUKCIJE HALE

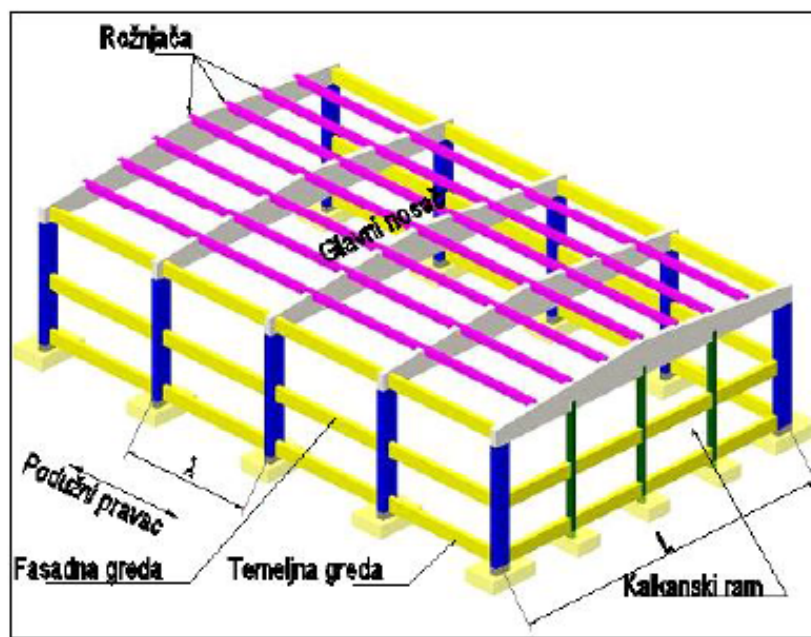
4.1 Glavni elementi konstrukcije hale



Podužni ram - sistem

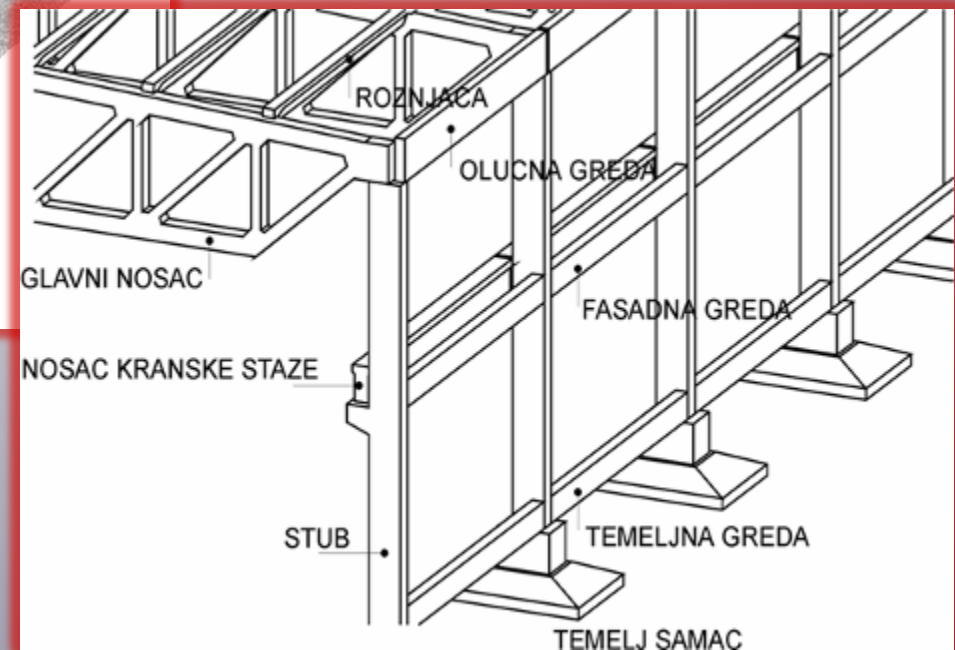
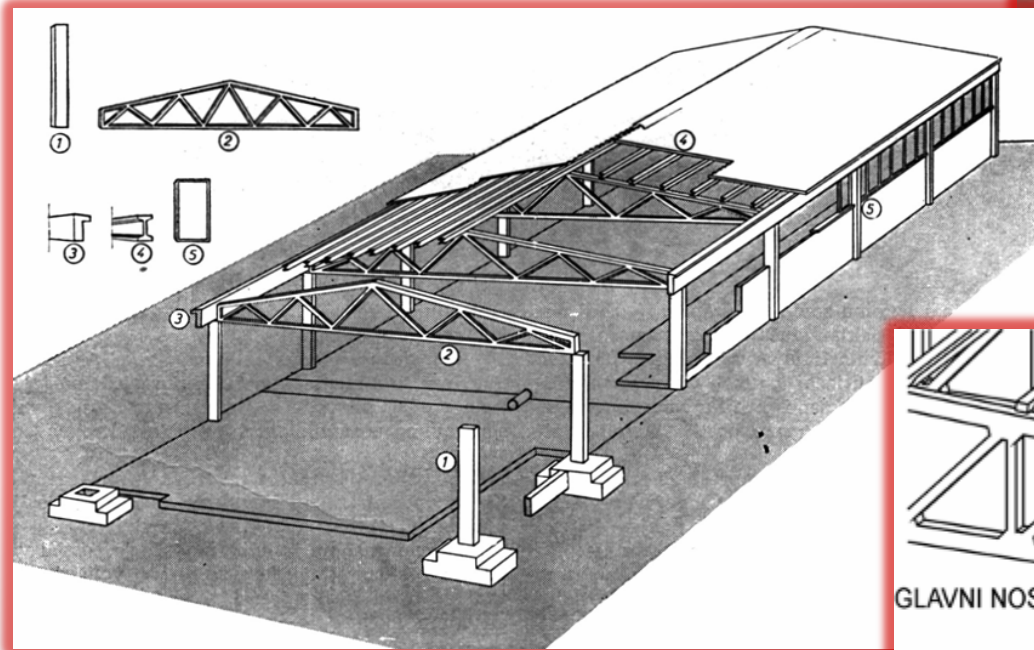


Glavni ram (vezač) = stub + glavni nosač



4.2 Međuzavisnost elemenata hale

- Razmak rožnjača (λ_R) = Raspon krovnog pokrivača (l_{KP})
- Razmak glavnog rama (λ) = Raspon rožnjača (l_R)
- Razmak glavnog rama (l) = Raspon nosača KS (l_{KS})

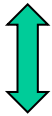


4.3 Spregovi i ukrućenja - elementi za prostornu stabilnost hale

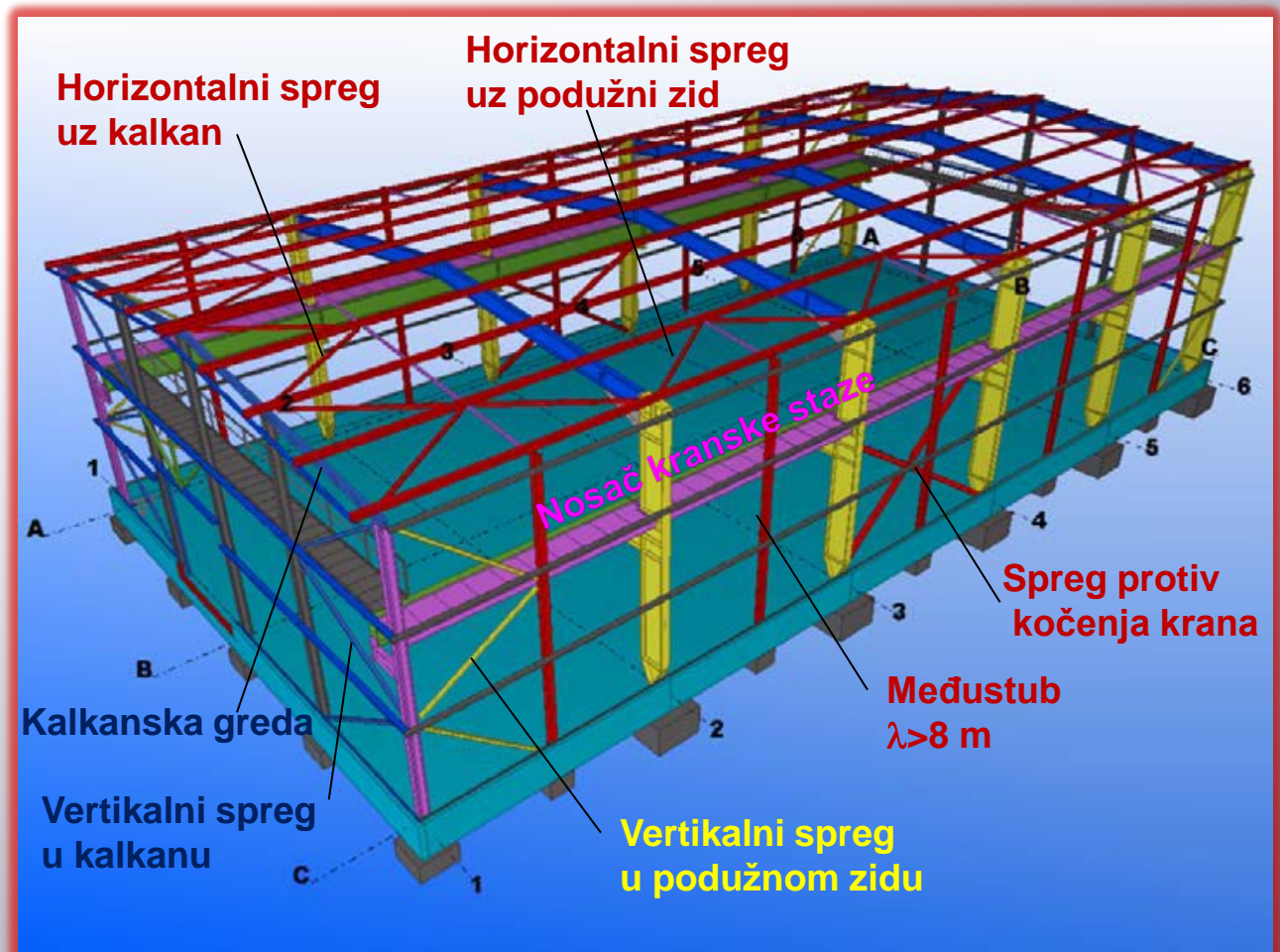
➤ Ciljevi i funkcija:

- stabilnost u fazi montaže
- ukrućenje krovne i fasadnih ravni
- prijem horizontalnih dejstava

- Krovni pokrivač i fasadna obloga: Al i Fe limovi ili nepovezani kruti pokrivači



- Spregovi u krovnoj ravni
- Spregovi ili AB zidovi u kalkanskoj i podužnoj ravni



4.4 Šema elemenata, prijem i distribucija dejstava

➤ Horizontalno dejstvo vjetra: Omotač → stubovi → ukrućenja → temelji

➤ Vertikalna dejstva
- sopstvena težina
- snijeg i vjetar:

Krovni pokrivač



Rožnjače



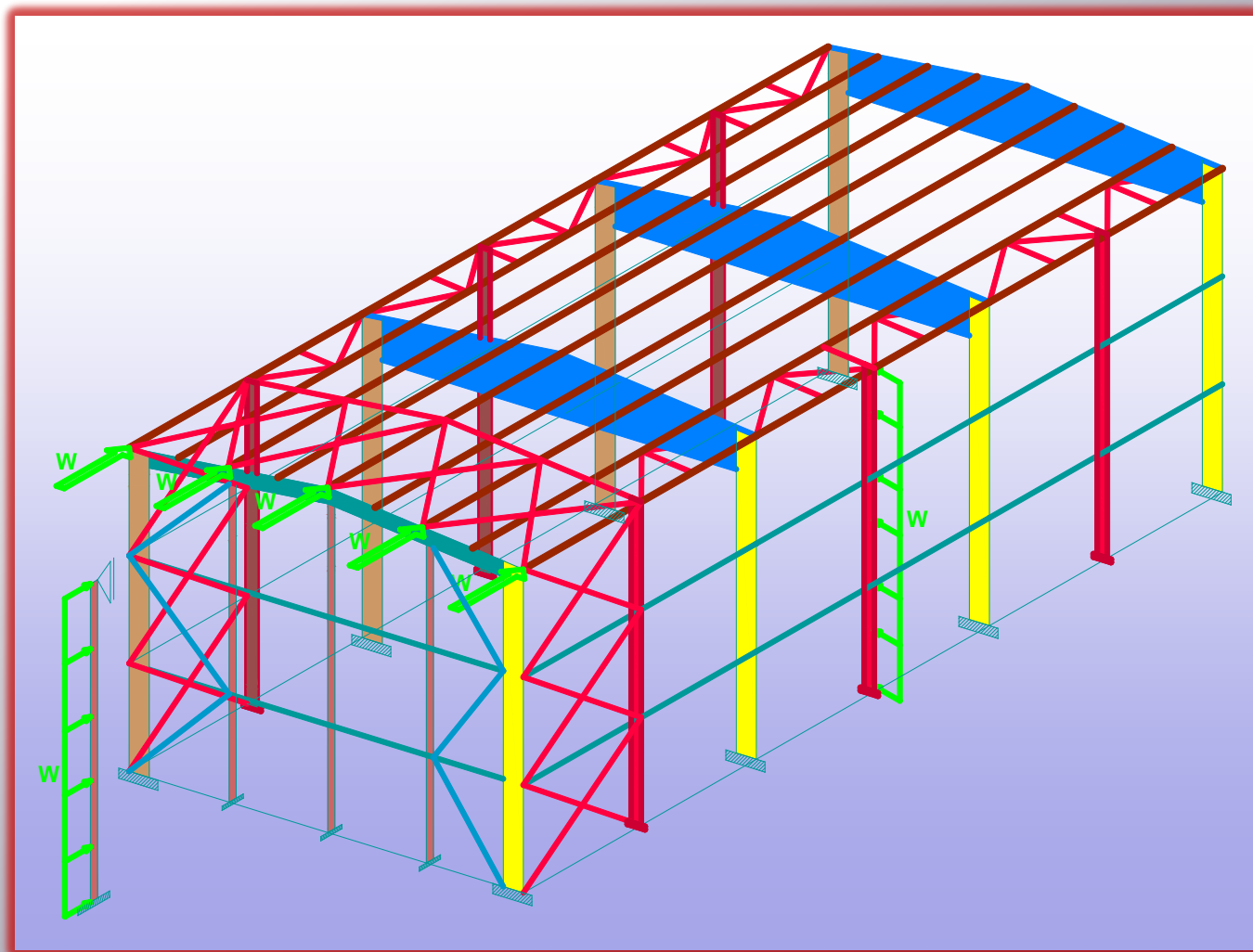
Glavni nosač



Stubovi



Temelji



5. SAVREMENI KROVNI POKRIVAČI I FASADNE OBLOGE

➤ Potrebne osobine:

- Vodonepropusnost
- Postojanost na UV zračenja
- Termoizolator
- Negorivost
- Mala težina
- Nosivost I deformabilnost
- Estetika

➤ Kriterijumi za izbor:

- Nagib krovne ravni
- Arhitektonska rješenja
- Termoizolaciona svojstva
- Stepenn požarne otpornosti
- Težina
- Nosivost I ugibi za opterećenja (s, w)
- Cijena

➤ Aluminijski profilisani limovi

- Težina lima 2,5 - 4,5 kg/m²
- Dopušteni napon na savijanje 65–85 MPa
- Module elastičnosti 70 Gpa
- Dopušteni ugib //200
- Razmak oslonaca 1,0 – 3,5 m



➤ Čelični profilisani limovi

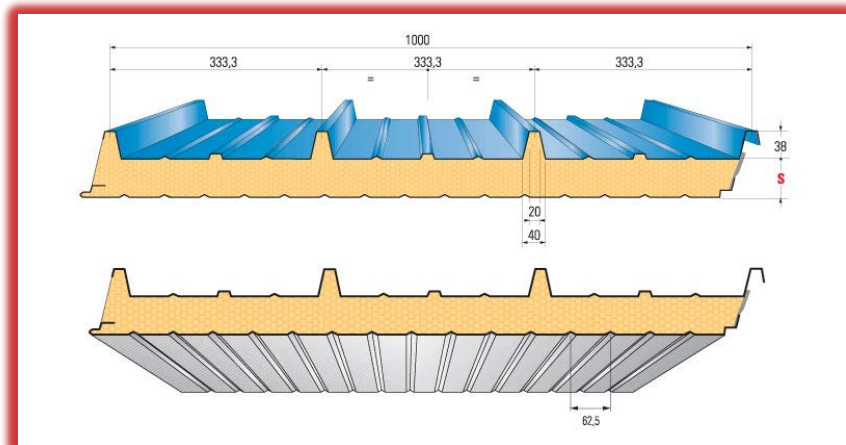
- Težina lima 4,5 - 10 kg/m²
- Dopušteni napon na savijanje 140 MPa
- Module elastičnosti 210 Gpa
- Dopušteni ugib //200
- Razmak oslonaca 3,0 – 7,0 m

TABLICA NOSIVOSTI Pan-S27 profila od pocinkovanog lima							
d mm	l cm ² /m	W cm/m ²	Opterećenje kN/m ²	Razmak rožnjače l (m) kod maksimalnog ugiba f _{max} ≤ l/200 I dozvoljenog napona Σ f _{doz} = 14 kN/cm ²			
				Δ Δ	Δ Δ Δ	Δ Δ Δ Δ	Δ Δ Δ Δ Δ
0,60	7,18	5,18	1,00	1,80	2,41	2,24	
			1,25	1,67	2,15	2,08	
			1,50	1,57	1,97	1,95	
			1,75	1,49	1,82	1,85	
0,80	9,53	6,86	1,00	1,97	2,68	2,46	
			1,25	1,83	2,48	2,28	
			1,50	1,72	2,26	2,15	
			1,75	1,64	2,10	2,04	
1,0	11,92	8,51	1,00	2,13	2,89	2,65	
			1,25	1,97	2,68	2,46	
			1,50	1,86	2,52	2,31	
			1,75	1,76	2,33	2,20	
1,20	14,30	10,14	1,00	2,26	3,07	2,81	
			1,25	2,10	2,85	2,61	
			1,50	1,97	2,68	2,46	
			1,75	1,87	2,55	2,33	
1,50	17,88	12,54	1,00	2,43	3,30	3,03	
			1,25	2,26	3,07	2,81	
			1,50	2,13	2,89	2,65	
			1,75	1,93	2,74	2,51	

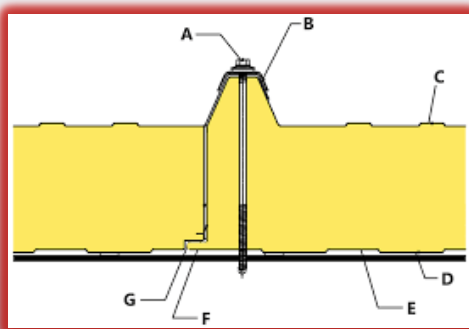
TABLICA NOSIVOSTI Pan-S27 profila od aluminijuskog lima							
d mm	l cm ² /m	W cm/m ²	Opterećenje kN/m ²	Razmak rožnjače l (m) kod maksimalnog ugiba f _{max} ≤ l/200 I dozvoljenog napona Σ f _{doz} = 14 kN/cm ²			
				Δ Δ	Δ Δ Δ	Δ Δ Δ Δ	Δ Δ Δ Δ Δ
0,60	7,18	5,18	1,00	1,24	1,64	1,55	
			1,25	1,16	1,47	1,44	
			1,50	1,09	1,34	1,35	
			1,75	1,03	1,24	1,29	
0,70	9,53	6,86	1,00	1,30	1,75	1,62	
			1,25	1,21	1,59	1,51	
			1,50	1,14	1,44	1,42	
			1,75	1,08	1,33	1,35	
0,8	11,92	8,51	1,00	1,37	1,86	1,70	
			1,25	1,27	1,69	1,59	
			1,50	1,20	1,54	1,49	
			1,75	1,14	1,43	1,41	
1,0	17,88	12,54	1,00	1,47	2,00	1,83	
			1,25	1,37	1,86	1,70	
			1,50	1,29	1,72	1,60	
			1,75	1,22	1,59	1,52	
1,50	17,88	12,54	1,00	1,67	2,29	2,10	
			1,25	1,57	2,13	1,95	
			1,50	1,47	2,00	1,84	
			1,75	1,40	1,90	1,74	

➤ Aluminijски i čelični „sandwich“ paneli

- Srednji termoizolacioni sloj (mineralna vuna ili poliuretlan)
- Metalne obloge od profilisanih ili ravnih Al ili Fe limova
- Minimalni nagib krovnih ravni je 10,5 % ($\alpha = 6^\circ$)
- Aluminijumski sendvič paneli:
 - težina: 15 - 20 kg/m²
 - max. razmak oslonaca: 3,5 m.
- Čelični sendvič paneli:
 - težina: 25 - 35 kg/m²
 - max. razmak oslonaca: 7,0 m.



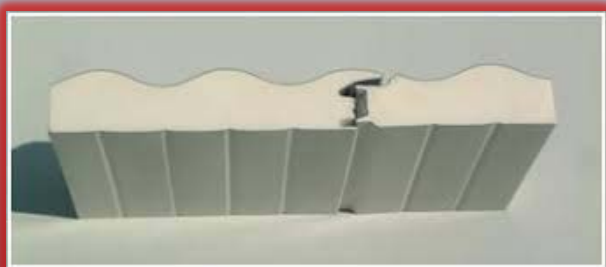
Veze



LOAD SPAN TABLES for KS1000 XD ext. steel 0.7/int. steel 0.9mm

Static scheme	The core thickness	Load Case	All loads in kN/m ² for given span in meters							
			4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
	XD 80	Downwards	3,82	3,12	2,65	2,15	1,70	1,35	1,05	0,80
		Upwards	4,52	3,77	3,16	2,56	2,12	1,78	1,52	1,28
		a _{int} [mm]	76	70	68	60	55	49	41	40
	XD 100	Downwards	4,15	3,45	2,91	2,47	2,01	1,63	1,31	1,02
		Upwards	5,06	4,26	3,61	2,95	2,46	2,07	1,77	1,53
		a _{int} [mm]	82	77	73	68	63	56	44	43

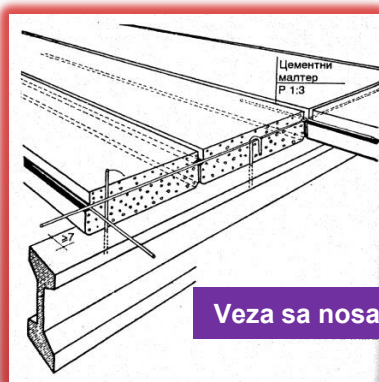
Static scheme	The core thickness	Load Case	All loads in kN/m ² for given span in meters							
			4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
	XD 80	Downwards	3,82	3,13	2,61	2,22	1,90	1,62	1,40	1,20
		Upwards	4,52	3,77	3,19	2,75	2,40	2,11	1,87	1,68
		a _{int} [mm]	76	70	66	62	59	56	52	49
	XD 100	b _{int} [mm]	152	141	132	125	118	111	105	99
		Downwards	4,03	3,44	2,89	2,47	2,02	1,71	1,47	1,27
		Upwards	5,06	4,26	3,65	3,16	2,76	2,44	2,18	1,95
	a _{int} [mm]	80	77	73	69	63	58	55	52	
	b _{int} [mm]	160	155	146	139	126	117	110	104	



➤ Ploče od lakog betona

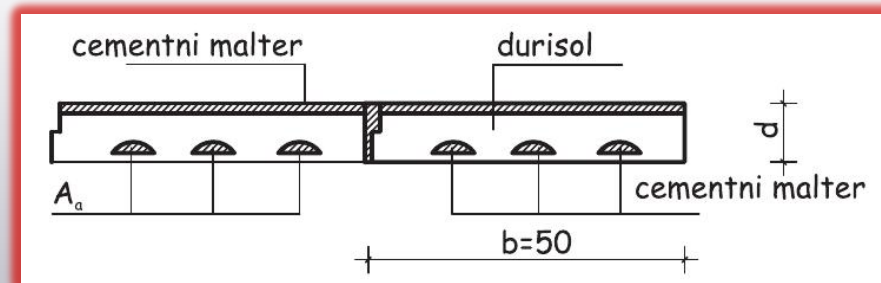
Siporex krovne ploče (gas-beton)

- Zapreminska masa u suvom stanju: 400-600 kg/m³
- Prosječna čvrstoća na pritisak: 3,5 Mpa
- Koeficijent toplotne provodljivosti: 0,20 W/mK



Durisol krovne ploče (organski punilac)

- Zapreminska masa u suvom stanju: 500-800 kg/m³
- Prosječna čvrstoća na pritisak: 1,5 MPa.
- Koeficijent toplotne provodljivosti: 0,10 W/mK

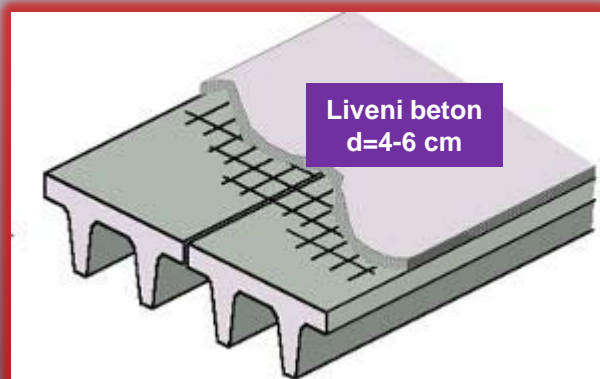
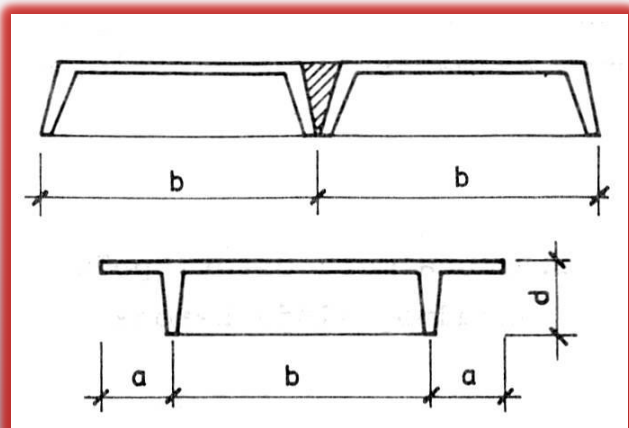


d (cm)	b (cm)	max l (cm)				Površinska težina (kg/m ²)
		za nosivost 1,25 kN/m	za nosivost 2,0 kN/m	za nosivost 3,0 kN/m	za nosivost 4,0 kN/m	
10	60	325	300	250	225	70
12,5	60	400	350	300	300	88
15	60	500	425	350	350	105
17,5	60	600	525	425	425	123
20	60	600	600	500	500	140
22,5	60	600	600	575	575	158
25	60	600	600	600	600	175
27,5	60	600	600	600	600	193
30	60	600	600	600	600	210

Krovne ploče	Debljina	Dužina		Površinska masa kg/m ²	Otpor prolaska toplote R (m ² K/W)	Koeficijent prolaska toplote K (W/m ² K)	Min. naleganje na konstr.
		norm. (cm)	max. (cm)				
Standardne krovne ploče širine 50 cm	8	200	250	88	0,62	1,27	3,0
	10	250	300	105	0,82	1,01	3,0
	12	300	350	120	1,0	0,85	3,5
	14	350	400	140	1,18	0,75	4,0
	16	400	500	170	1,33	0,67	4,5
	18	500	600	230	1,44	0,62	6,0
	20	500	600	250	1,64	0,55	7,0

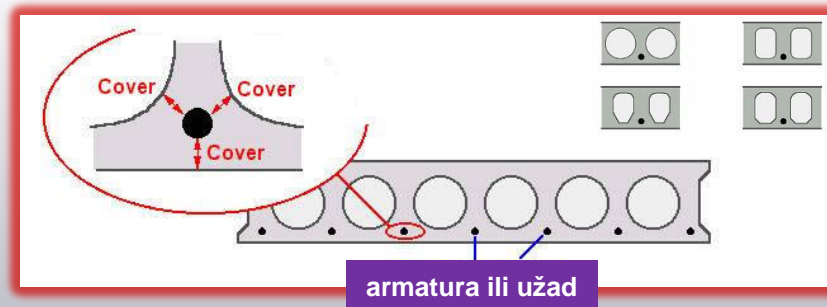
➤ Rebraste ploče od armiranog betona

- uobičajeni raspon $L = 6-10$ m
- primjena athezionog prednaprezanja $L = 10-15$ m
- uobičajene visine $L/25 - L/20$
- debljina ploče 4-6 cm
- debljina rebra 8-10 cm
- širina 1-2 m
- dodatna hidro i termo izolacija

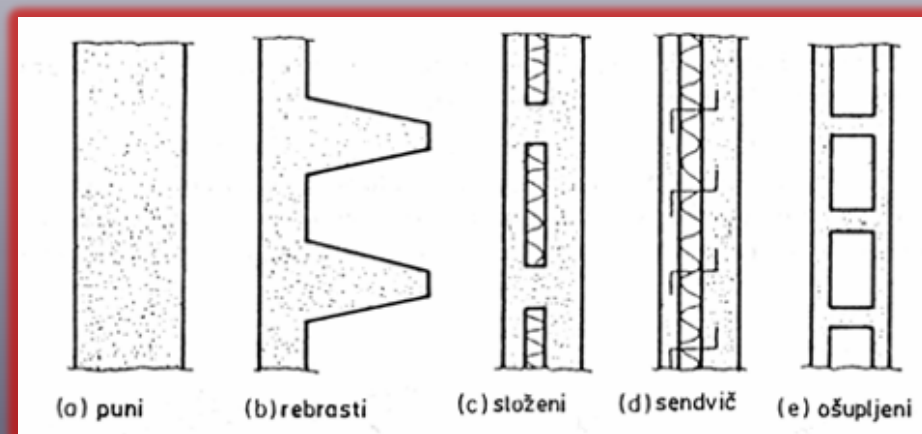


➤ Ošupljene ploče od armiranog betona

- uobičajeni raspon $L = 6-10$ m
- primjena athezionog prednaprezanja $L = 10-15$ m
- uobičajene visine 15 – 20 cm
- Min. Razmak otvora 6 cm
- širina 1-2 m
- dodatna hidro i termo izolacija



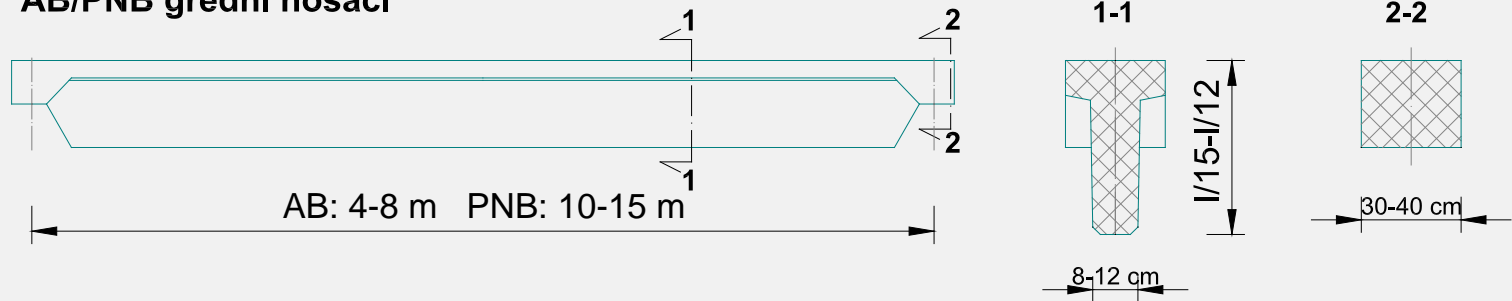
➤ Fasadni zidovi od armiranog betona



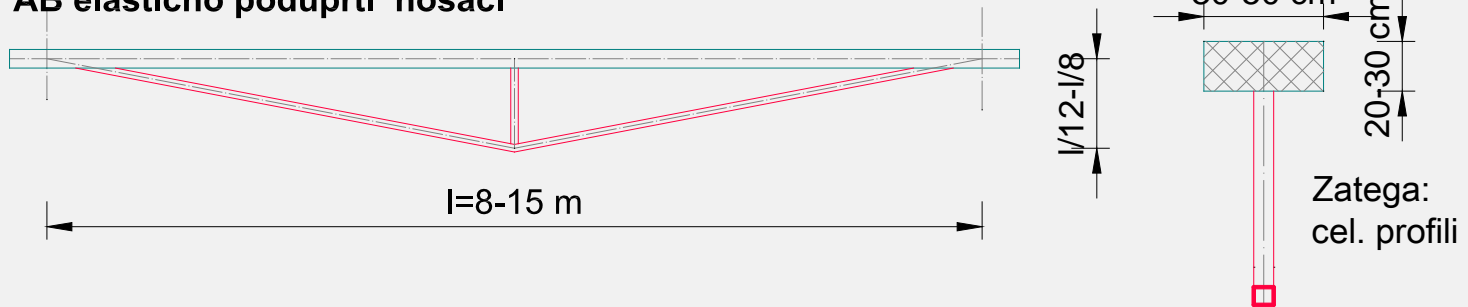
6. OBLIKOVANJE ELEMENATA HALE

6.1 Rožnjače

AB/PNB gredni nosači

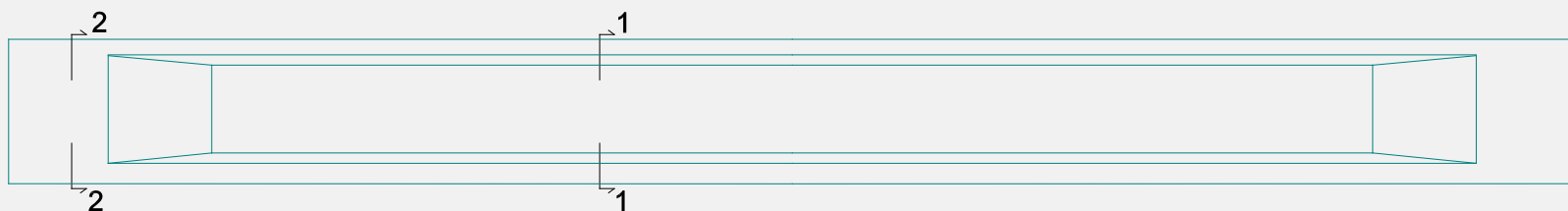


AB elastično poduprti nosači

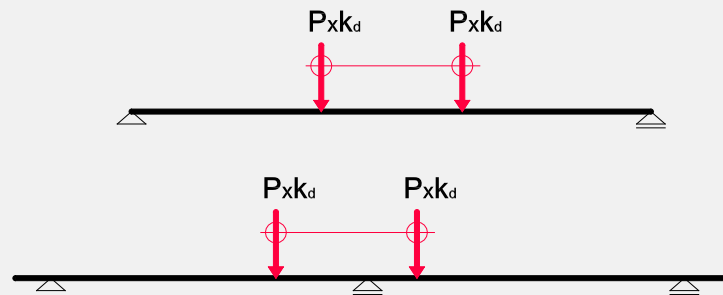
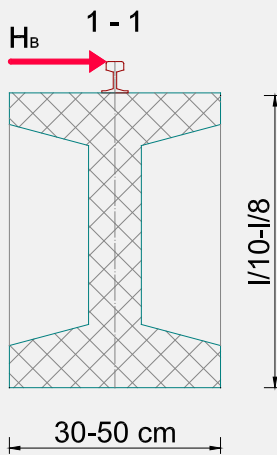
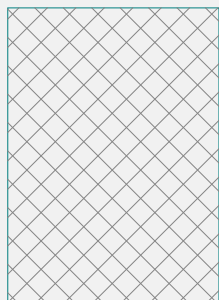


6.2 Nosač kranske staze

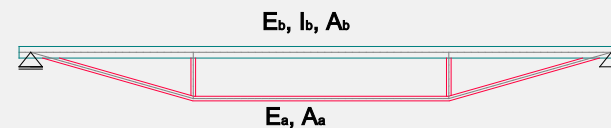
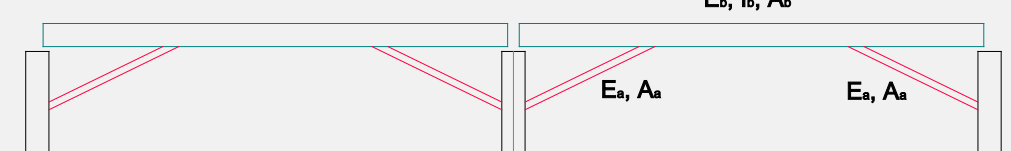
Gredni nosač



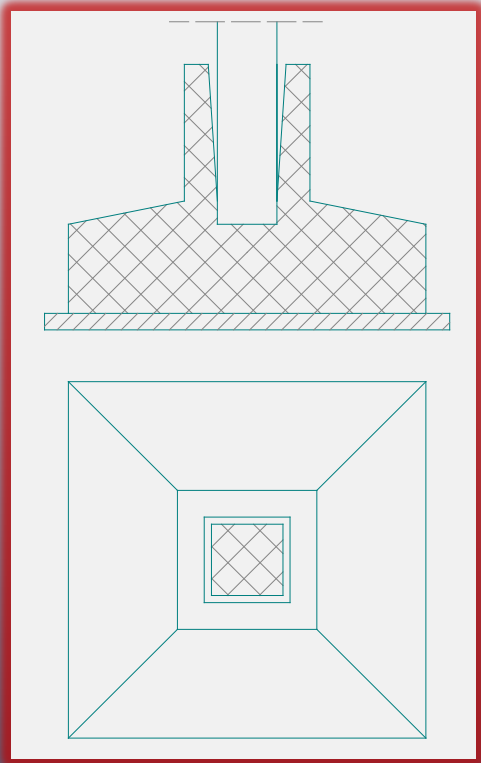
2 - 2



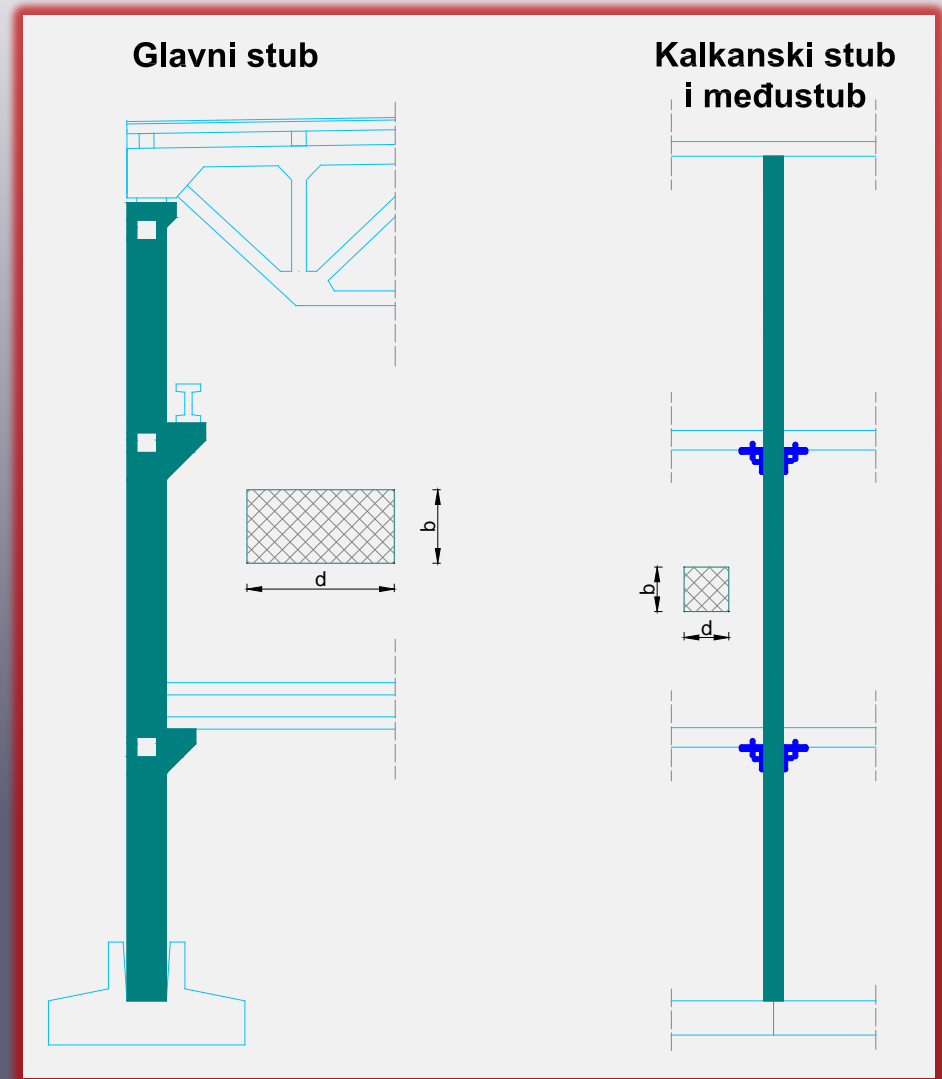
Kombinovani nosaci



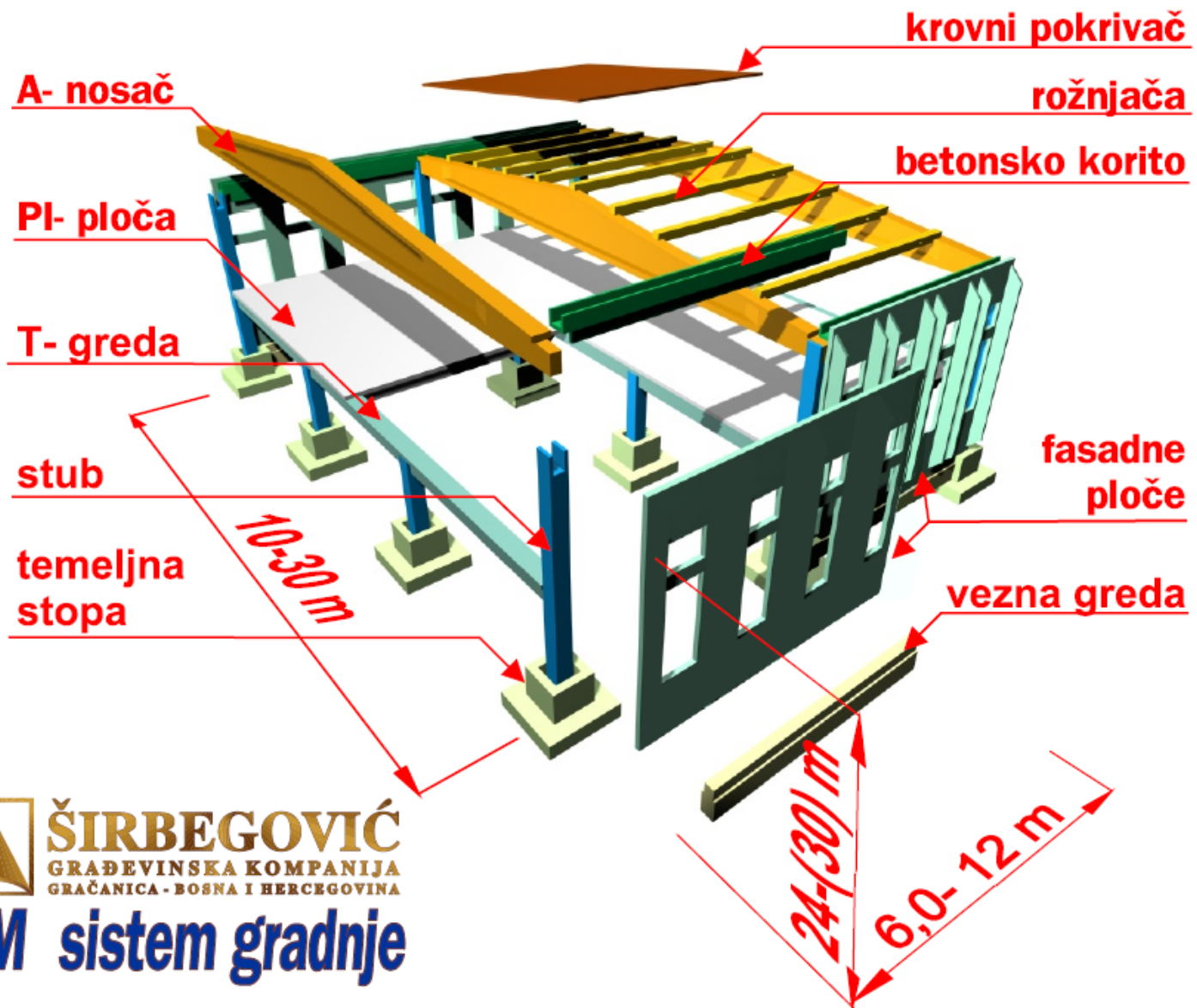
6.3 Temelji



6.4 Stubovi

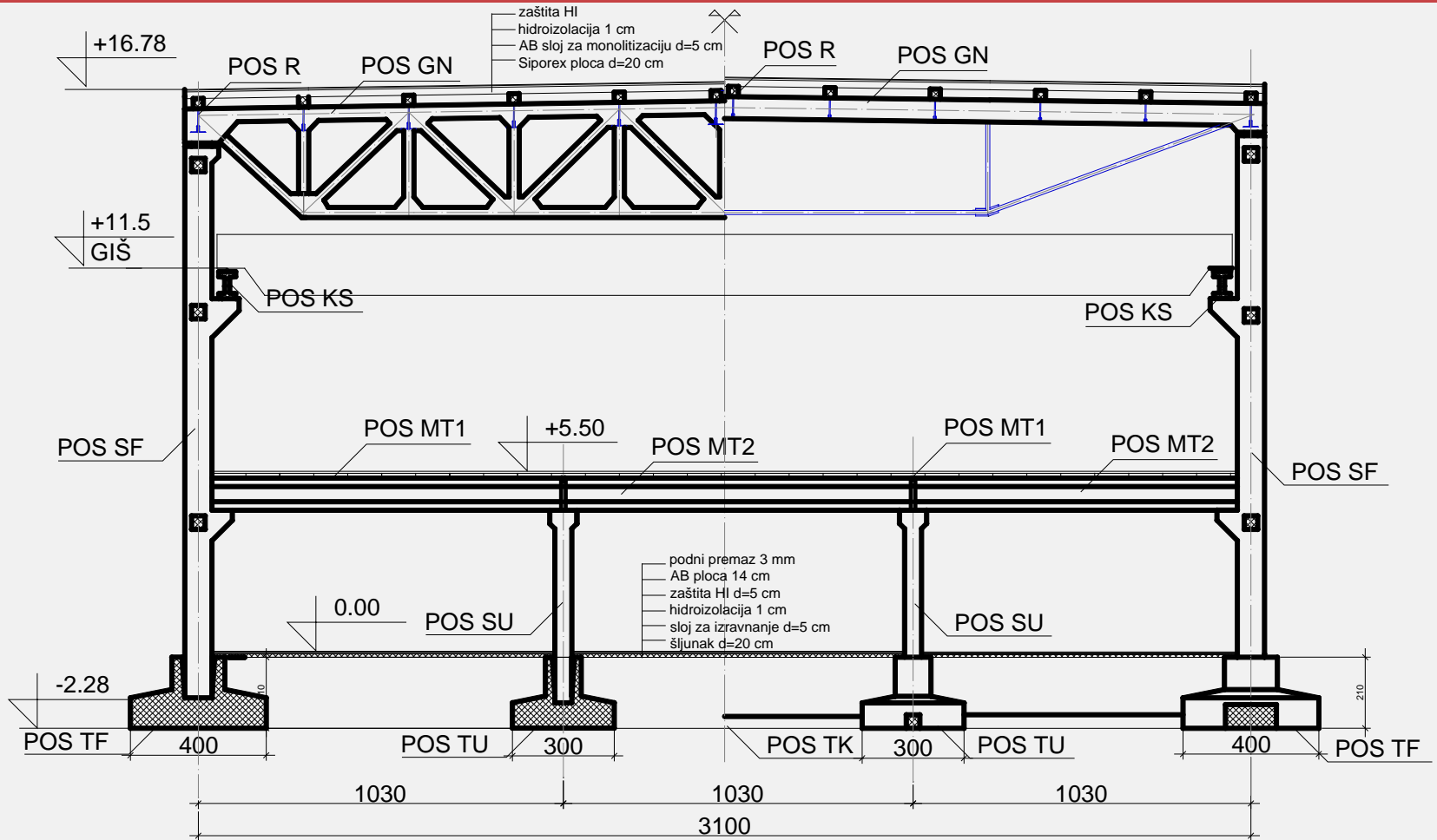


6.5 Montažne prefabrikovane hale



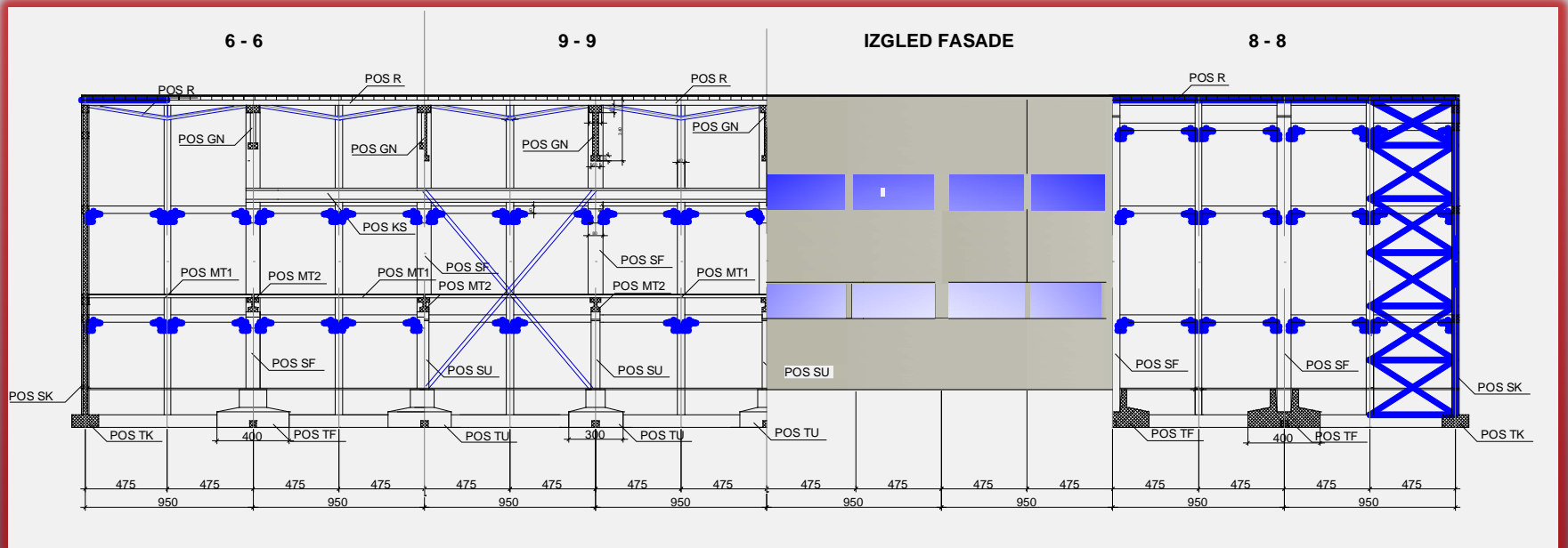
6.6 Dispozicija hale - crteži

Poprečni presjek



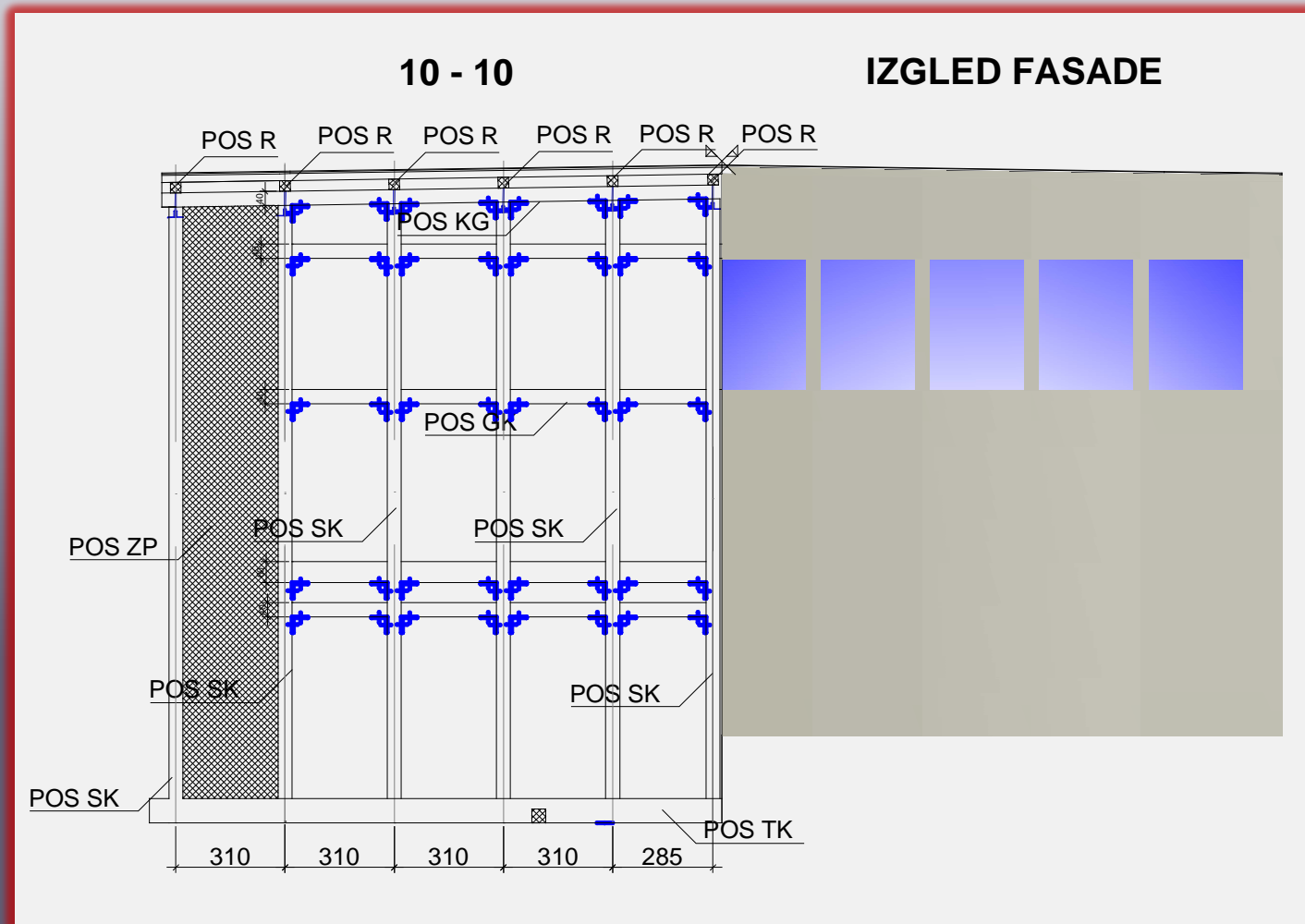
6.6 Dispozicija hale - crteži

Podužni presjek



6.6 Dispozicija hale - crteži

Kalkan



7. IZBOR I PROJEKTOVANJE GLAVNIH NOSAČA HALA

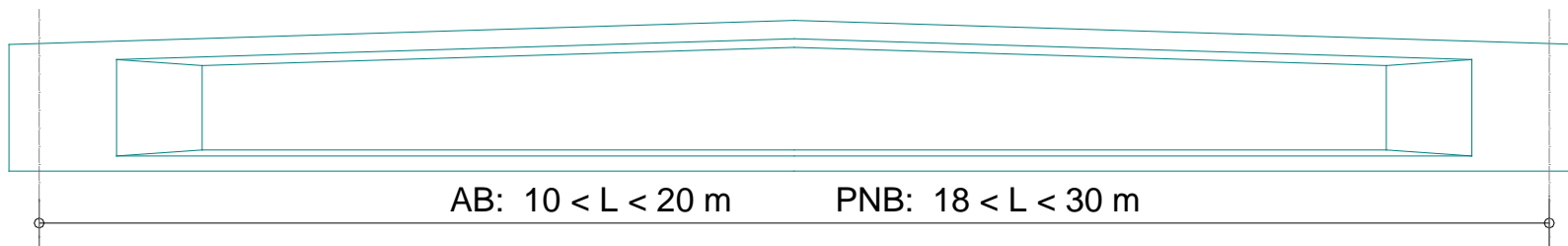
7.1 Armirano betonski i prethodno napregnuti linijski elementi (rekapitulacija)

7.1.1 Gredni elementi

Princip: minimum težine

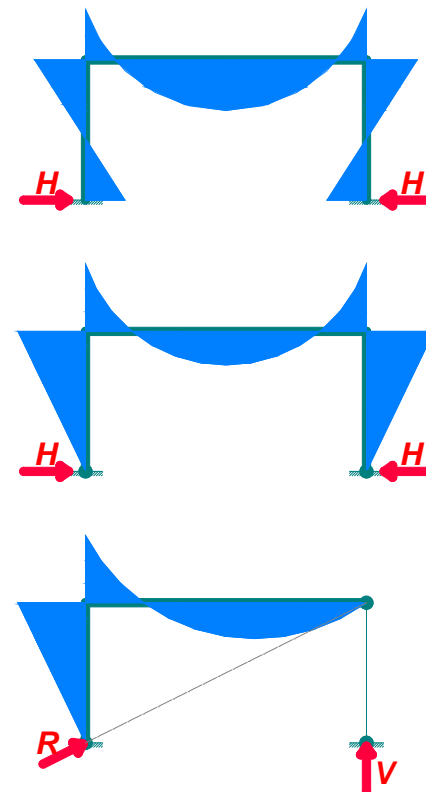
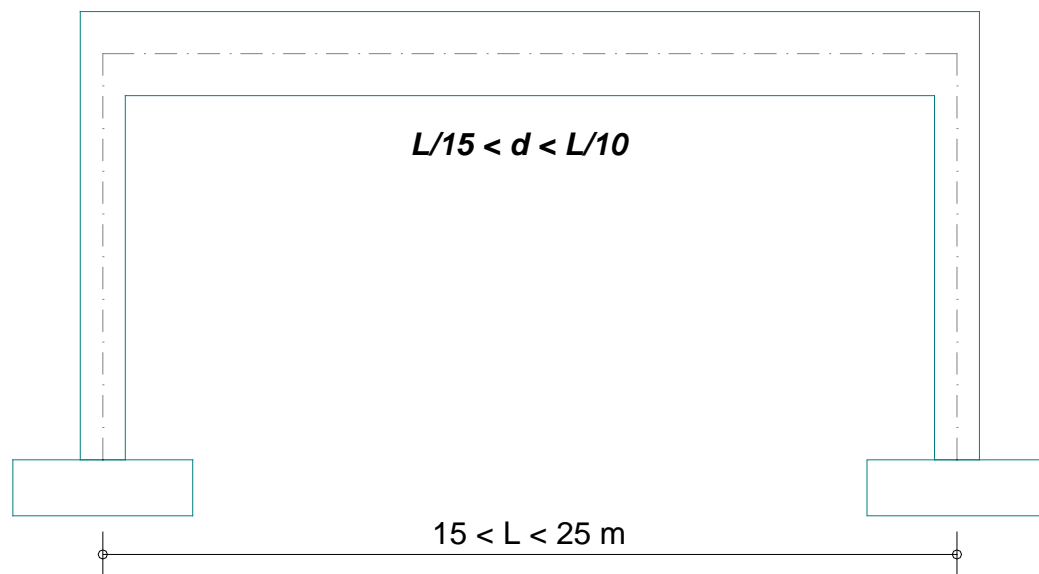
AB: $L/12 < d < L/8$

PN: $L/22 < d < L/15$



7.1.2 AB/PNB ramovi (okviri)

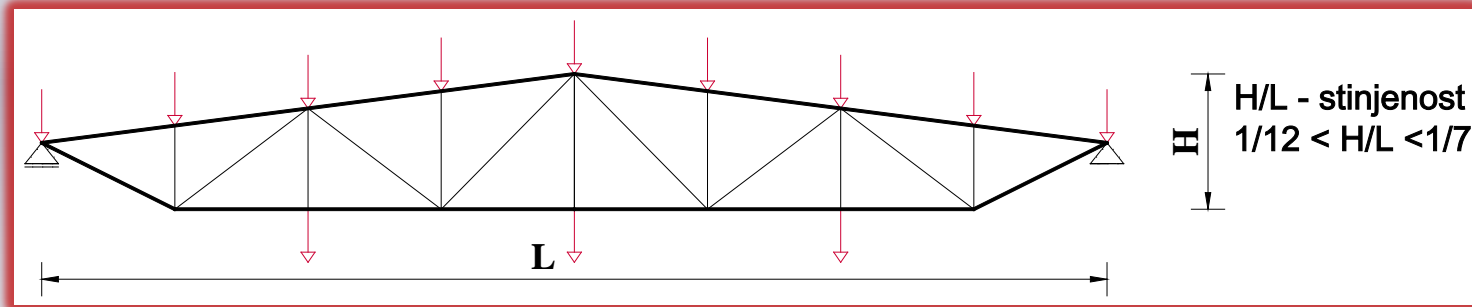
Uslov: nepomjerljivost oslonaca \Rightarrow prisustvo normalne sile pritiska u rigli
kruta veza suba i rigle \Rightarrow smanjenje momenata savijanja u polju
Vrsta tla \Leftrightarrow granicni uslovi \Rightarrow uklješten ram
dvozglojni ram
trozglojni ram



7.2 AB/PNB rešetkasti nosači

7.2.1 Karakteristike i primjena

- Rešetke su elementi koji su sastavljeni od niza (prostih) štapova međusobno (zglobno) povezanih u čvorovima.

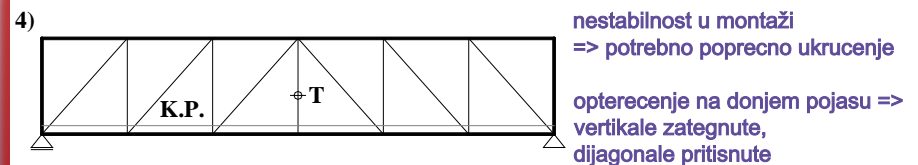
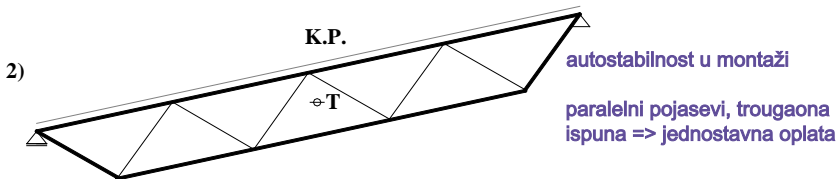
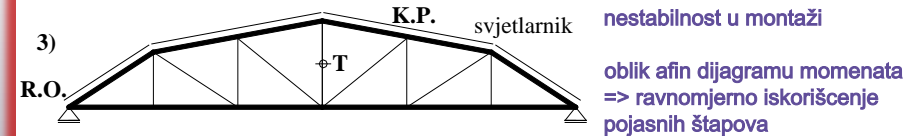
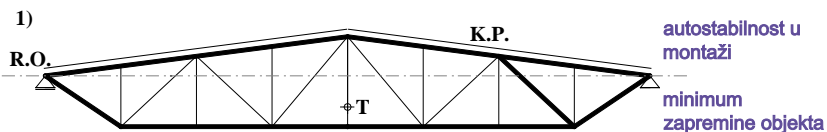


- Osnovna ideja:
 - rastavljanje momenta na spreg unutrašnjih sila koje se povjeravaju pojasevima:
 $Z = -D = M_o / H$
 - smanjenje težine izbacivanjem rebra
 - smičuće sile primaju dijagonale, a vertikalne sile primaju vertikale
- Primjena: glavni krovni nosači hala većih raspona ($l = 15-35$ m) i glavni nosači u mostogradnji
- Način izrade: montažne ili polumontažne
- Prednosti: relativno mala težina u odnosu na pune linijske AB/PN elemente i u odnosu na opterećenje koje mogu da ponesu
- Nedostaci: oštri uglovi nepovoljni za beton i oplatu, povredljivost veza kod montažnih rešetki
- Naprezanja:
 - veličina sila direktno zavisi od odnosa H/L ,
 - opterećenje se, po pravilu, nalazi samo u čvorovima:
 - ➔ štapovi aksijalno napregnuti,
 - opterećenje po pojasevima (s.t., plafon, instalacije):
 - ➔ štapovi ekscentrično napregnuti - oblast m. e.

7.2.2 Oblikovanje AB rešetki

- **Uslovljenost:**
 - slobodni gabariti hale (visina od poda do d.i.k.)
 - nagibi krovnih ravni i vrsta krovnog pokrivača
 - veličine L, H/L
- **Principi:**
 - razmak čvorova diktira tip krovnog pokrivača
 - rožnjače se oslanjaju u čvorovima
 - dijagonale postaviti pod uglom 45-60°
 - težiti kraćim pritisnutim štapovima zbog izvijanja
 - težiti prostoj trougaonoj ispuni, a po potrebi dodavati vertikale radi smanjenja dužine izvijanja g.p. ili radi prihvatanja okačenog tereta
 - težiti da rešetka bude autostabilna i unutra, bez prodora štapova kroz krovni pokrivač

➤ Primjeri:



7.2.3 Proračun uticaja

- Opterećenja: sopstvena težina, rožnjače, krovni pokrivač, instalacije, oprema, vjetar, snijeg, temperaturne promjene i razlike...
- Statički sistem: prosta greda, (ređe: kontinualna greda), spoljašnje statički određen, unutrašnje višestruko neodređen sistem
- Proračunski model: štapovi međusobno kruto ili zglobno povezani sa karakteristikama bruto betonskih (neisprskalih) presjeka
- Proračun sila u štapovima metodama Teorije konstrukcija (elastičnosti): Riterov presjek, Metoda čvorova, Metoda deformacije, MKE (primjena gotovih računarskih programa)

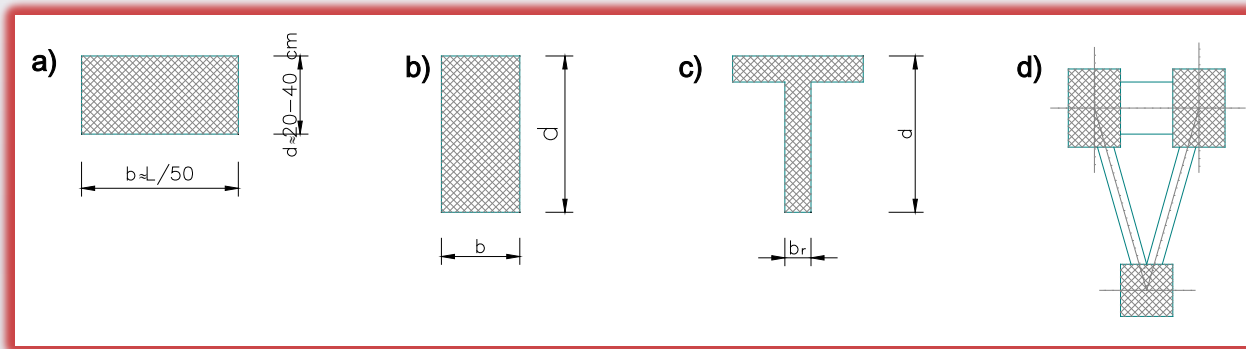
Brza kontrola: $Z=-D=Mo/H$

- Proračun pomjeranja čvorova: sprovodi se nakon dimenzionisanja sa karakteristikama isprskalih betonskih štapova

7.2.4 Izbor presjeka i dimenzionisanje štapova

7.2.4.1. Gornji pojas

➤ Naponsko stanje: (eks)centrično pritisnuti štapovi sa (najčešće) iskorišćenim naponima u betonu



- a) $b > d$ ⇔ - izvijanje van ravni rešetke $l_i =$ razmak čvorova
- manja krutost zbog sekundarnih momenata savijanja u čvorovima
- b) $b < d$ ⇔ - prisutno savijanje sa manjim razmacima čvorova gornjeg pojasa
- c) T-presjek ⇔ - izvijanje van ravni rešetke i prisutno savijanje gornjeg pojasa
- d) $L > 35 \text{ m}$ ⇔ - velike sile pritiska
- velika dužina izvijanja u fazi montaže $l_i = L$ ($\max \lambda_i = 200$)

7.2.4.2. Donji pojas

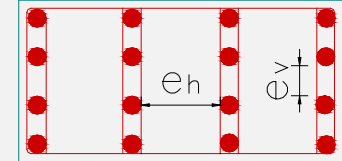
➤ Naponsko stanje: (eks)centrično zategnuti štapovi, klasično armirani ili prednapregnuti

a) Klasično armirani:

$$A_a = Z_u / \sigma_v \quad A_{a1} = A_a (y_a + e) / 2y_a$$

$$e = M_u / N_u \quad A_{a2} = A_a (y_a - e) / 2y_a$$

$b/d \Leftrightarrow$ smještaj armature i adekvatan zaštitni sloj



b) Prednapregnuti:

$$N_{k\infty} \geq \gamma_p (Z - f_{bz} A_b), \quad \gamma_p \geq 1,15$$

$$A_{ak} = N_{k\infty} / \omega \sigma_{a,dop}, \quad \omega = 0.85-0.90$$

$$\sigma_{bo} = N_{ko} / A_b \leq \sigma_{bo,dop}$$

$$\sigma_{bo} > \sigma_{bo,dop} \Rightarrow \text{fazno unošenje sile PN}$$

I faza : - prednaprezanje na tlu:

$$N_{ko}^I = A_b \sigma_{bo,dop}$$

- kontrola napona nakon montaže:

$$\sigma_{bo}^I = (N_{ko}^I - Z_{g+s}) / A_b \leq \sigma_{bzo,dop}$$

II faza : - prednaprezanje nakon montaže:

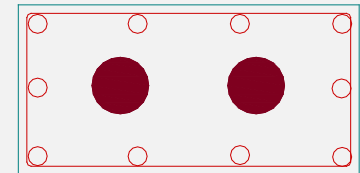
$$N_{ko}^{II} = N_{ko} - N_{ko}^I$$

- kontrola napona nakon PN:

$$\sigma_{bo}^{II} = (N_{ko} - Z_{g+s}) / A_b \leq \sigma_{bo,dop}$$

- kontrola napona u eksploataciji:

$$\sigma_{bo}^{II} = (\omega N_{ko} - Z_{g+s+p}) / A_b \leq \sigma_{bz\infty,dop}$$



7.2.4.3. Ispuna – dijagonale i vertikale

Naponsko stanje:

(eks)centrično pritisnuti i zategnuti štapovi
sa neiskorišćenim naponima u betonu ($\mu_o = 0.4-0.6 \%$)

pritisak:

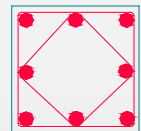
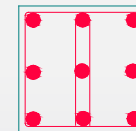
kontrola izvijanja $I_i = I_o$

zatezanje:

kvalitetno usidrenje armature

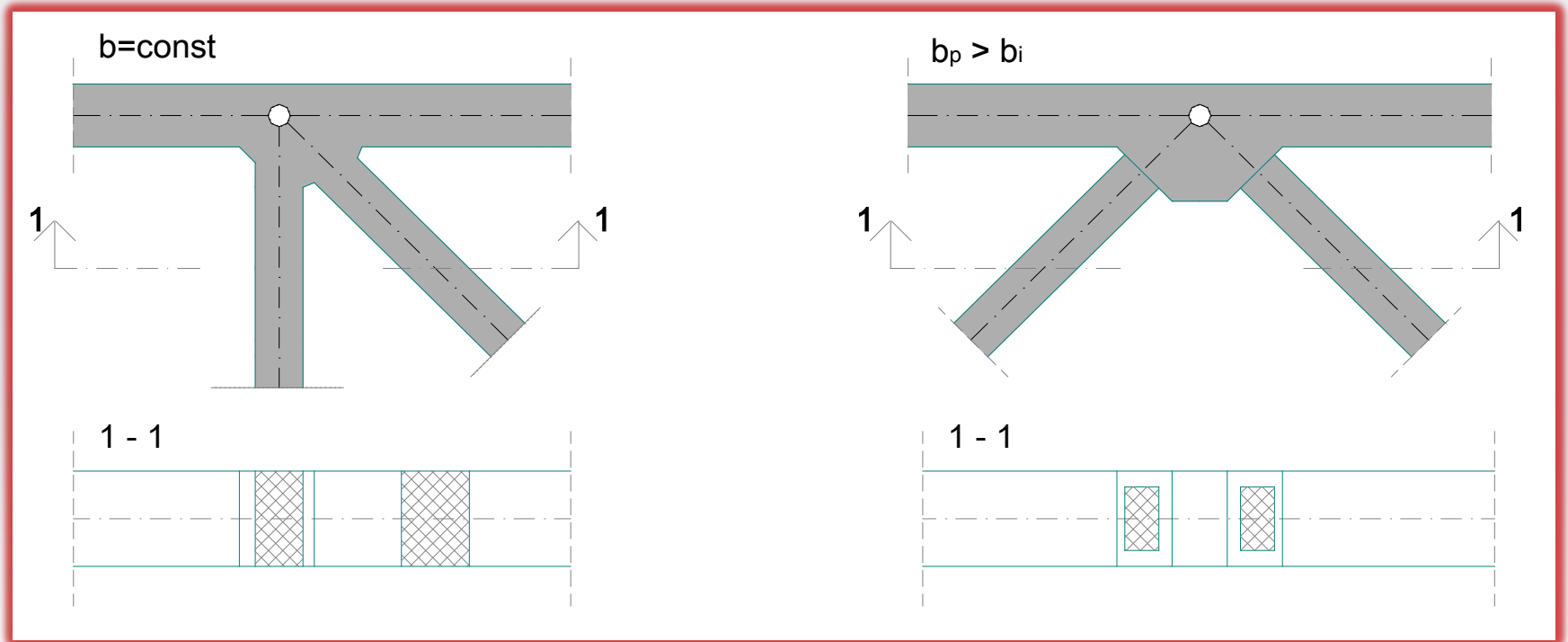
$b, d = 15-25 \text{ cm}$

konstantno za sve štapove zbog jednostavnijeg izvođenja

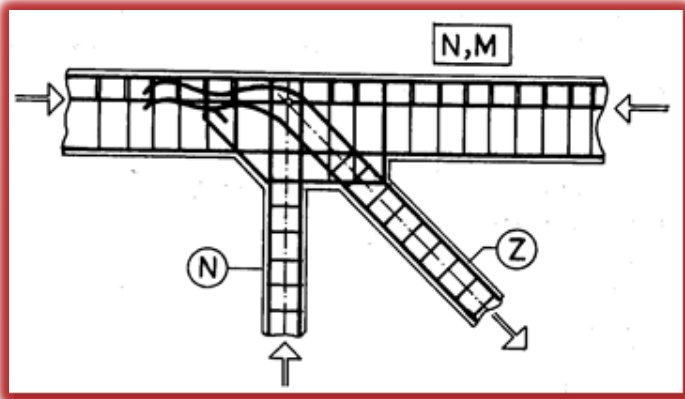


7.2.5 Oblikovanje i armiranje štapova i čvorova

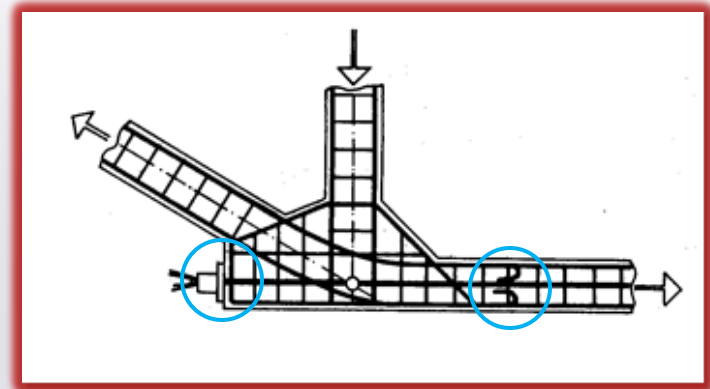
- Principi oblikovanja: - ose štapova jednog čvora se sijeku u jednoj tački
- ublažavanje oštih uglova malim vutama



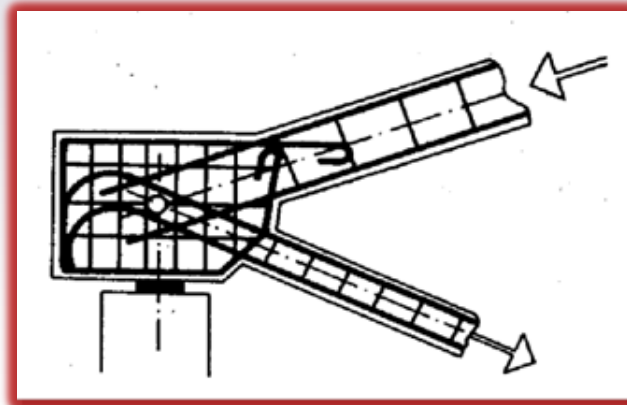
- Principi armiranja: - zategnuta armatura se sidri preko čvora za l_s
- pritisnuta armatura se vodi najmanje do čvora
 - čvor se armira prostorno (takvo je i naprezanje), tanjim uzengijama u dva pravca, tako da je moguće efikasno betoniranje



a) Armiranje čvora sa štapovima gornjeg pojasa, zategnute dijagonale i pritisnute vertikale



b) Armiranje čvora sa štapovima donjeg pojasa, zategnute dijagonale i pritisnute vertikale

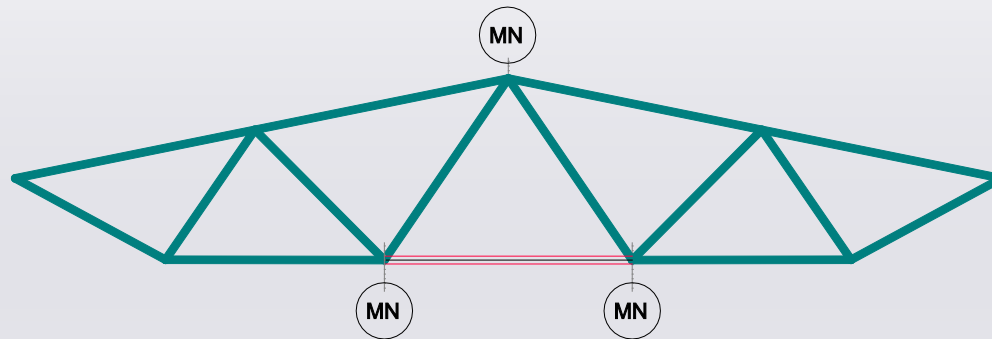


c) Armiranje oslonačkog čvora sa štapovima gornjeg pojasa i zategnute dijagonale

7.2.6 O izvođenju AB rešetki

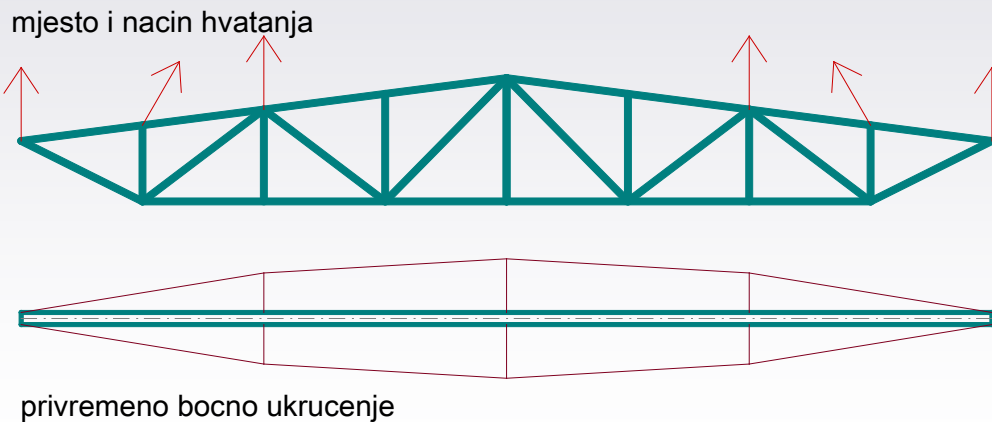
➤ Izrada:

- a) Monolitne rešetke - livenje betona na licu mjesta u horizontalnoj oplati
- b) Polumontažne rešetke - pojasevi se liju na licu mjesta, a ispuna je montažna
- c) Segmentna izrada - djelovi rešetke se prethodno urade, transportuju i zatim povezuju na gradilištu



➤ Montaža:

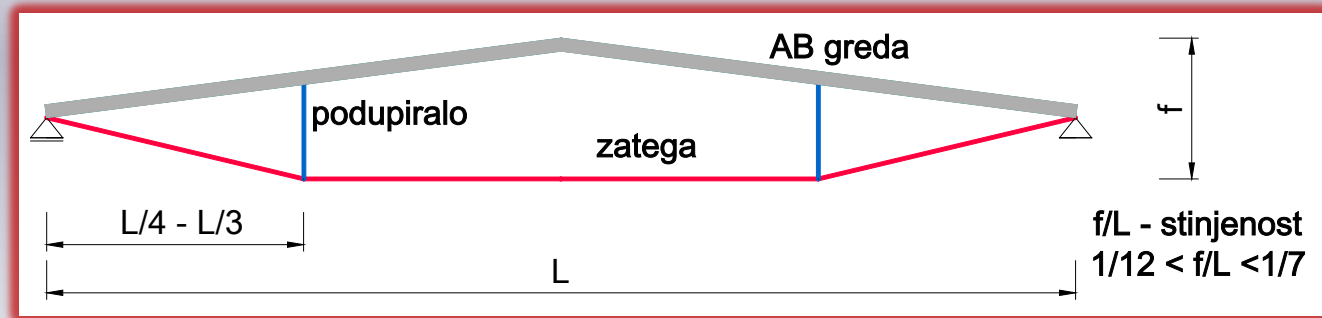
- proračun u svim fazama - transport, hvatanje, dizanje
- privremena ukrućenja u fazi montaže



7.3 Gredni AB nosači sa zategnutim elementima van poprečnog presjeka (olakšani elastično poduprti AB elementi)

7.3.1 Karakteristike, osnovna ideja i primjena

- Gredni AB nosač je elastično poduprt poligonalnom zategom preko vertikalnih podupirala



- Osnovna ideja:

- rastavljanje momenta na spreg unutrašnjih sila

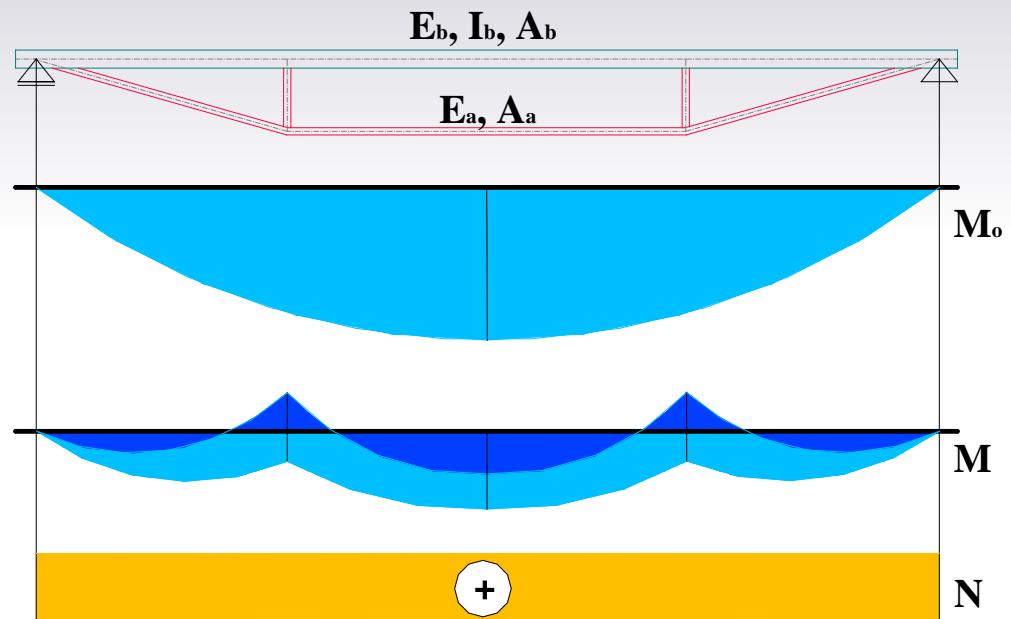
$$Z = -D = Mo/f$$

koje se povjeravaju pojasevima: pritisak i savijanje AB gredi, a zatezanje čeliku u zatezi

- korekcija (smanjenje) momenata u odnosu na prostu gredu zahvaljujući elastičnom podupiranju

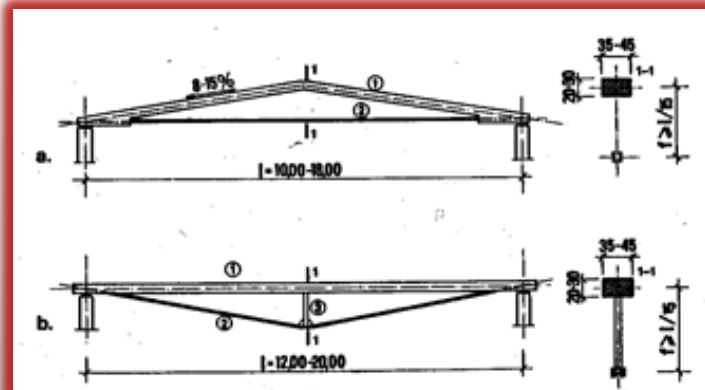
- prisustvo normalne sile pritiska u gredi

- dodatno smanjenje težine u odnosu na rešetke izbacivanjem betonske ispune

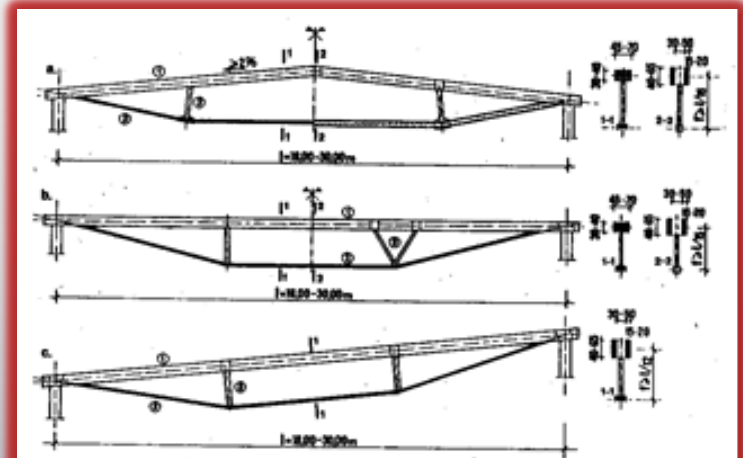


Primjena:

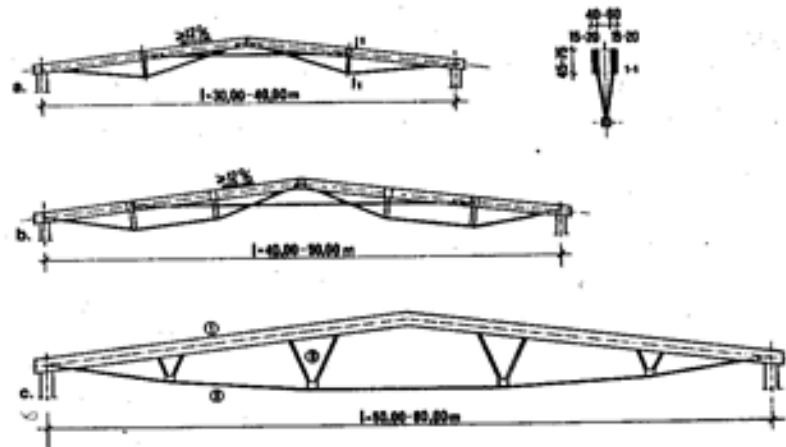
- glavni krovni nosači hala većih raspona ($l=15-35$ m)
- rožnjače, sekundarni nosači, nosači kranskih staza
- sanacije i ojačanja



Slika 1. Dvopojasni armiranobetonski krovni nosači, raspona do 20 m

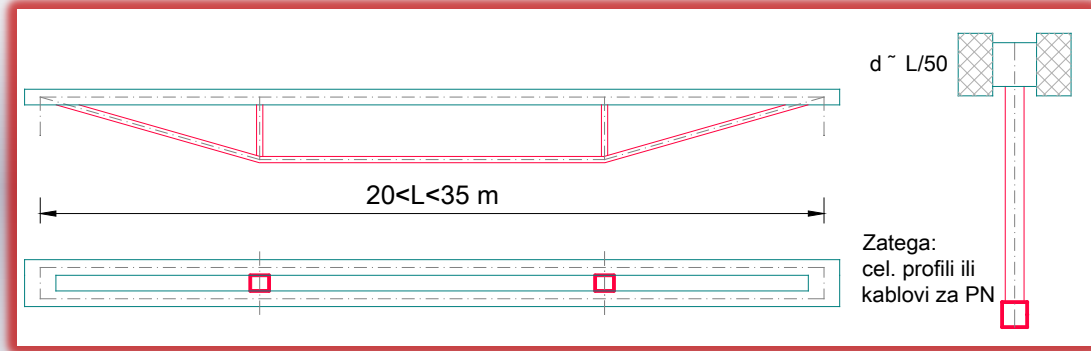
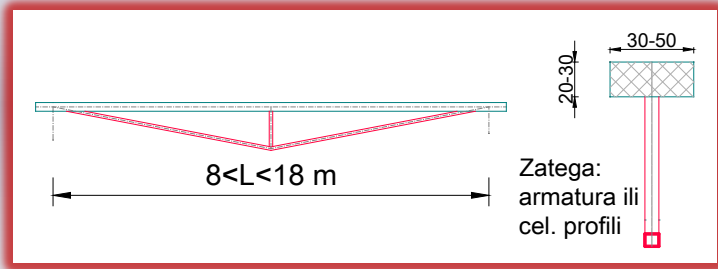


Slika 2. Dvopojasni armiranobetonski krovni nosači, raspona od 18 do 30 m



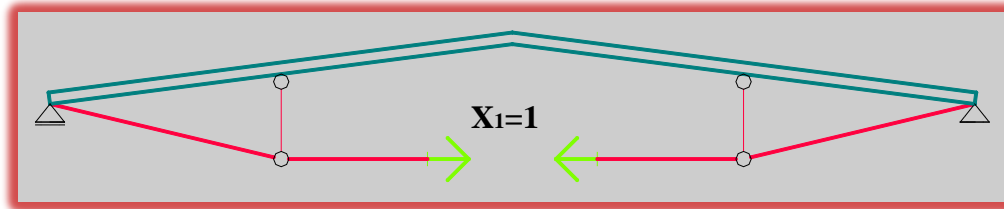
Slika 3. Dvopojasni armiranobetonski krovni nosači, raspona preko 30 m

7.3.2 Izbor poprečnih presjeka



7.3.3 Proračun uticaja

- Opterećenja: sop. težina, rožnjače, krovni pokrivač, instalacije, oprema, vjetar, snijeg, temp. promjene i razlike...
- Statički sistem: prosta greda, spoljašnje statički određen, unutrašnje jedanput neodređen sistem
- Proračunski model: štapovi kruto ili zgloбно međusobno povezani sa karakteristikama bruto betonskih presjeka i čelika



$$E_b I_b \delta_{11} = \int M_1^2 ds + (I_b / A_b) \int N_1^2 ds + (E_b I_b / E_a A_a) \int Z_1^2 ds$$

$$E_b I_b \delta_{10} = \int M_o M_1 ds$$

$$X_1 = - \delta_{10} / \delta_{11}$$

- Potrebno unaprijed usvojiti površinu čelične zatege: Iskustveno : $A_{az} = k M_o / f / \sigma_a$, k= 1,15 - 1,30
- Proračun sila u štapovima metodama Teorije konstrukcija (elastičnosti): Metoda deformacije, MKE (primjena gotovih računarskih programa)
- Proračun deformacija: sprovodi se nakon dimenzionisanja sa karakteristikama isprskalih betonskih štapova i čelika u zatezi

7.3.4 Dimenzionisanje štapova

a) AB greda

➤ Naponsko stanje: (eks)centrično pritisnuti štapovi sa neiskorišćenim naponima u betonu

- faza eksploatacije: izvijanje van ravni grede $l_i =$ razmak čvorova

- faza montaže: izvijanje van ravni grede $l_i = L$ (max $\lambda_i = 200$)

b) Čelična zatega

➤ Naponsko stanje: centrično zategnuti štapovi
kontrola napona i proračun veza

7.3.5 Korekcija stanja dotezanjem zatege od kablova za PN

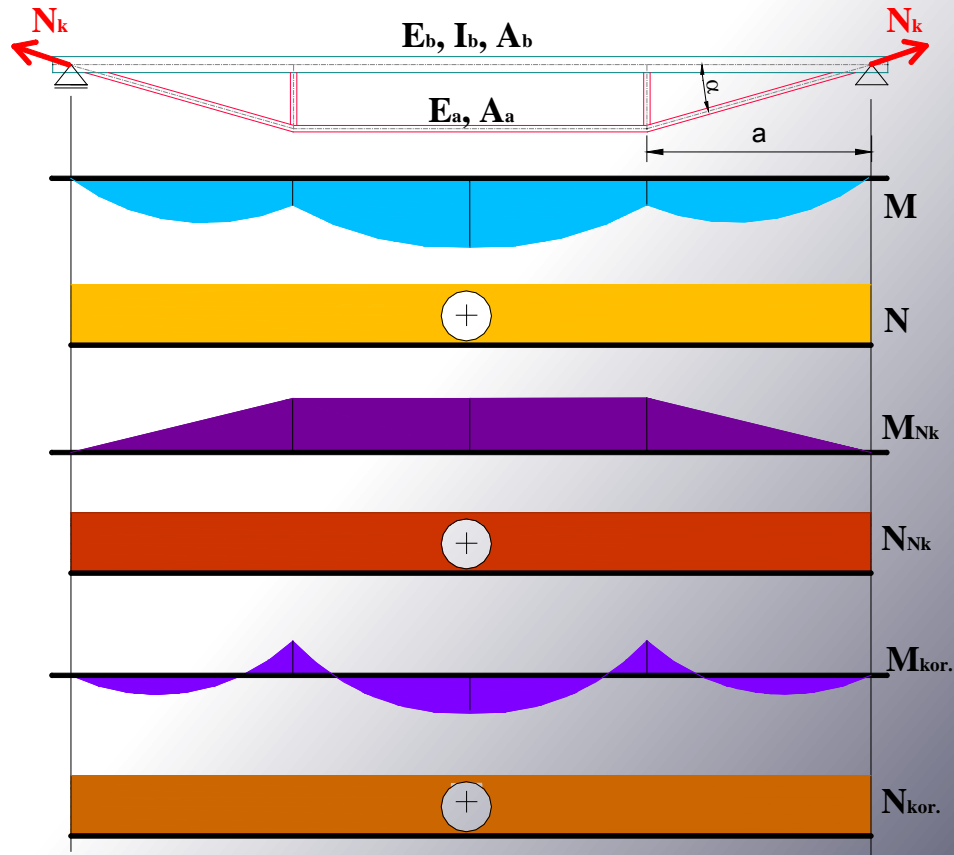
➤ Cilj: poboljšanje stanja napona i deformacija

$$M_{Nk} = a \cdot N_k \sin \alpha$$

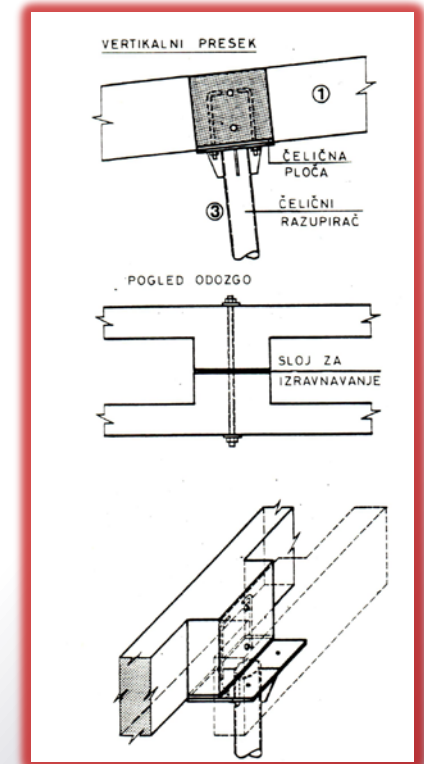
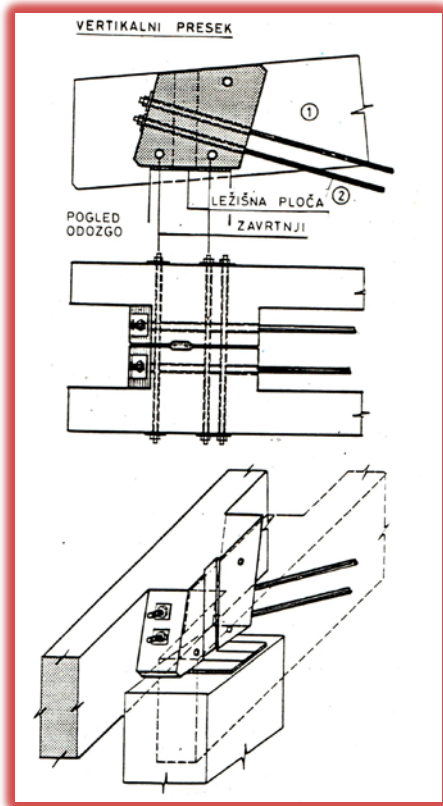
$$N_{Nk} = N_k \cos \alpha$$

$$M_{kor} = M_{Nk} + M$$

$$N_{kor} = N_{Nk} + N$$



7.3.6 Detalji veza



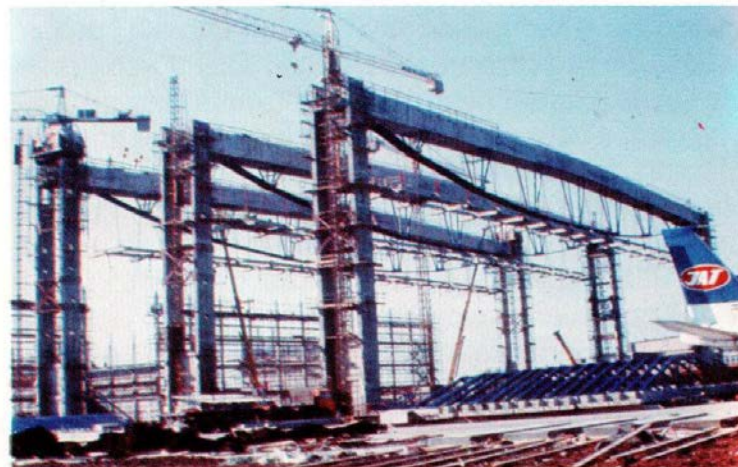
a) Veza AB grede i zatege od armature

b) Veza AB grede i podupirača

7.3.7 Hale velikih raspona



Slika 23. "Stolica" glavnog nosača



Slika 27. Glavni nosači nakon lftovanja u projektovani položaj



Slika 29. Glavni nosači, pogled sa krova