

SPREGNUTO DJELOVANJE PLOČE KOLNIKA I GLAVNIH NOSAČA

OSNOVNE DEFINICIJE

Sprezanje: čelik-beton (Kruće sprezanje – nepopustljivi spoj
Elastično sprezanje
Isprekidano sprezanje
Potpuno i parcijalno sprezanje
Prednaprezanje)

Sredstva za sprezanje: Moždanici
Prionjivost
Trenje

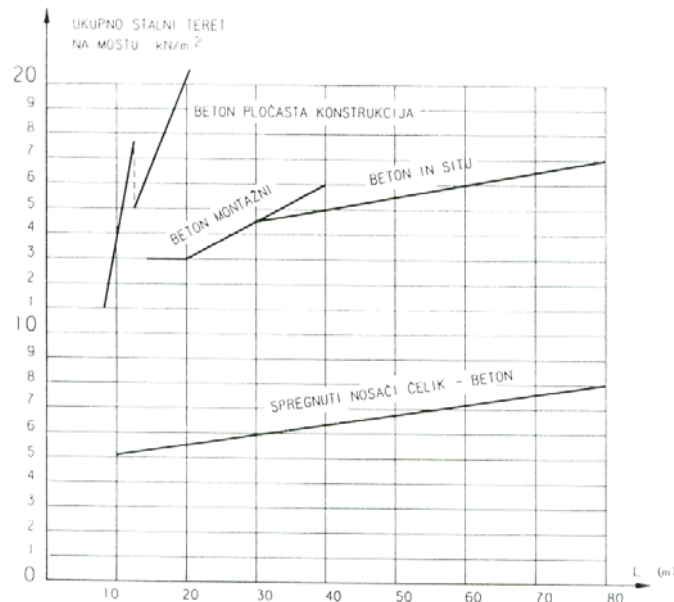
Faktor sigurnosti: Granično stanje nosivosti $\gamma > 1$
Granično stanje upotrebljivosti $\gamma \sim 1$

Nominalno opterećenje: statistička veličina s propisanom fraktilom
ili iskustvena propisana veličina za eksploataciju

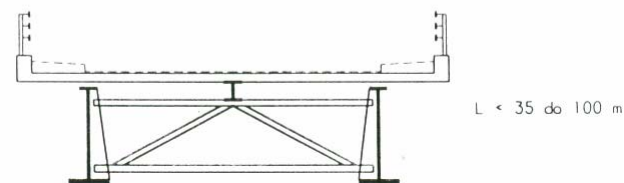
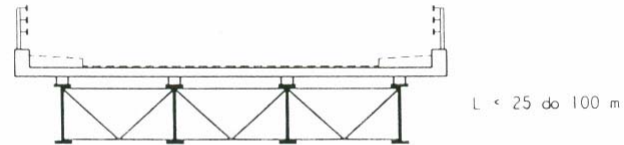
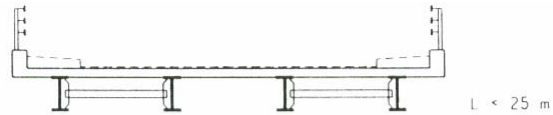
Projektirano opterećenje: $\gamma \cdot P$

Kombinacija: $\Psi \cdot \gamma \cdot P$ ($\Psi < 1$)

Stalni teret na mostu po jedinici korisne površine –
spregnuta konstrukcija lakša 50-60% u odnosu na armiranobetonsku



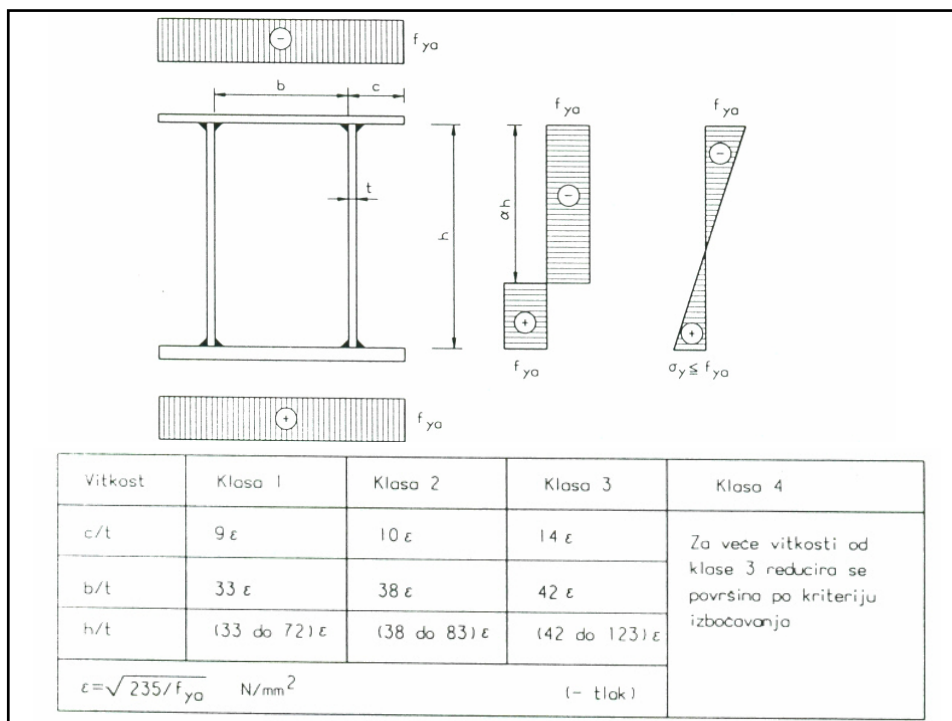
Poprečni presjeci spregnutih cestovnih mostova:



DOKAZ SIGURNOSTI

- granično stanje nosivosti vezano uz djelomično ili potpuno plastificiranje presjeka
- kombinacije istodobnog lokalnog savijanja ploče i spregnutog djelovanja kontroliraju se samo za upotrebno stanje konstrukcije
- primjena teorije plastičnosti – rotacijski kapacitet presjeka – mogućnost stvaranja plastičnog zgloba
- kompaktnost presjeka – presjeci koji se mogu plastificirati za razliku od vitkih presjeka
- klasifikacija presjeka po mogućnosti rotacije:

	Globalna analiza	Otpornost	
KLASA 1	Teorija plastičnosti	Teorija plastičnosti	Plastični presjeci
KLASA 2	Teorija elastičnosti	Teorija plastičnosti	Kompaktni presjeci
KLASA 3	Teorija elastičnosti	Teorija elastičnosti	Polukompaktni presj.
KLASA 4	Teorija elastičnosti	Analiza elastične stabilnosti	Vitki presjeci



KONCEPT DOKAZIVANJA SIGURNOSTI $|R| \geq |S| \rightarrow$ Vanjsko djelovanje

$\downarrow$
Otpornost

$$R \geq \gamma \cdot S \quad \text{ili} \quad \frac{R}{\gamma_R} \geq \gamma_F S_i$$

$\gamma, \gamma_R, \gamma_F \rightarrow$ faktori sigurnosti

$$R \rightarrow M_N \quad Q_N \quad N_N$$

$\downarrow$

$$\sigma_u \cdot W_{el}; \quad \sigma_u \cdot W_{el}; \quad \sigma_u \cdot W_{pl}$$

Kl.4. $\downarrow$ Kl.3. $\downarrow$ Kl.2.,1. $\downarrow$

$$S \rightarrow M, Q, N$$

TREBA DOKAZATI:

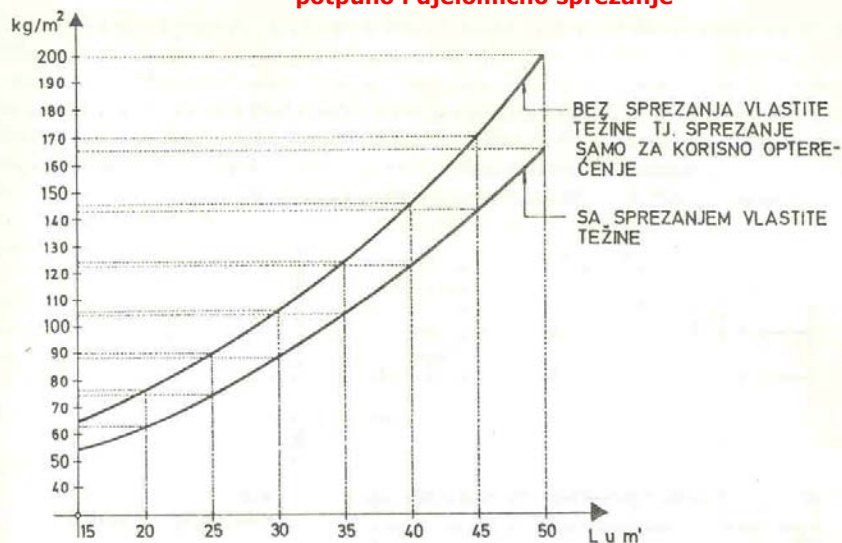
1. Granično stanje nosivosti $R > \gamma \cdot S \quad \gamma \approx 1,1-1,7$
R – ovisi o klasifikaciji presjeka

2. Granično stanje upotrebljivosti $R > \gamma \cdot S \quad \gamma \approx 1,0-1,1$
R – elastična analiza

VRSTE SPREZANJA:

- kruto sprezanje – nepopustljivi spoj između ploče i čeličnog nosača
- elastično sprezanje – određeni elastični pomak između ploče i čeličnog nosača
- isprekidano sprezanje – isto kao i elastično ali sa svim vrstama moždanika što kod elastičnog nije moguće. Ploča se izvodi neprekinuto i spreže se samo na pojedinim dionicama
- potpuno ili djelomično sprezanje – nosač je smožden za sva opterećenja ili samo na neka (pokretno i dio stalnog)
- prednapinjanje – kolnička ploča se može prednapeti kabelima ili posebnim slijedom

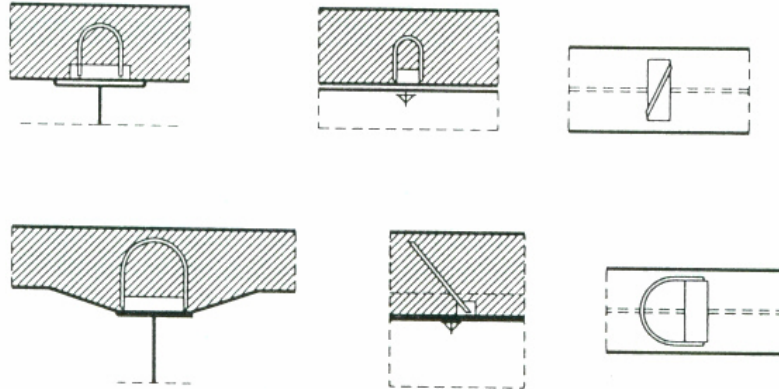
potpuno i djelomično sprezanje



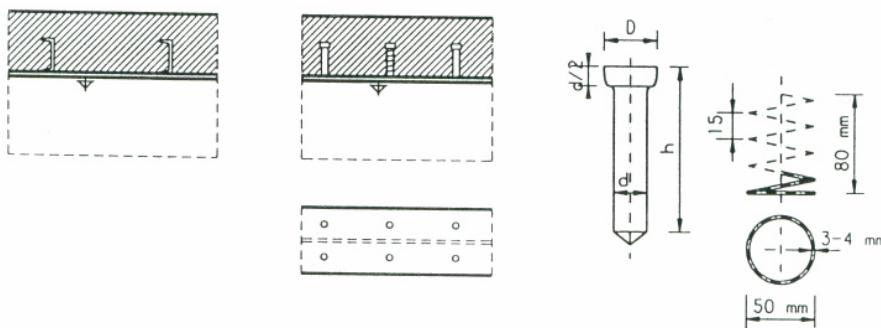
Slika 10.23 Dijagram težina čelične konstrukcije kod spregnutih rasponskih konstrukcija putnih mostova.

MOŽDANICI:

- sredstva za sprezanje pomoću kojih se spreže najveći broj nosača
- obavljaju kruto sprezanje
- dvije skupine: - kruti ili nepopustljivi:



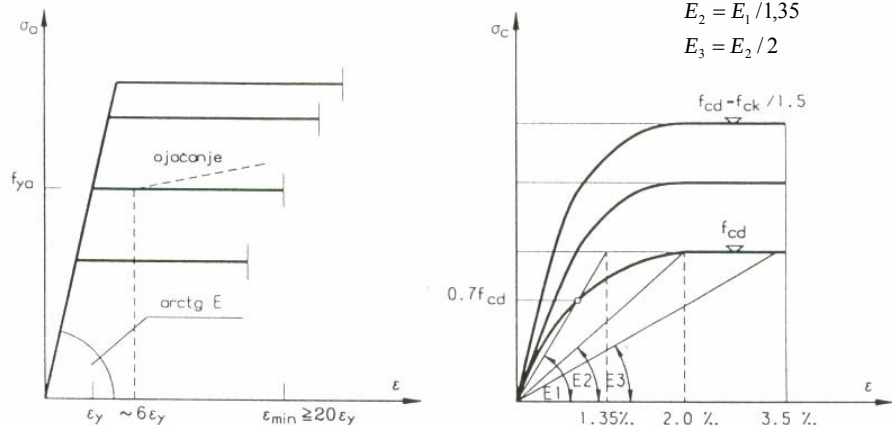
- dvije skupine: - vitki ili popustljivi:



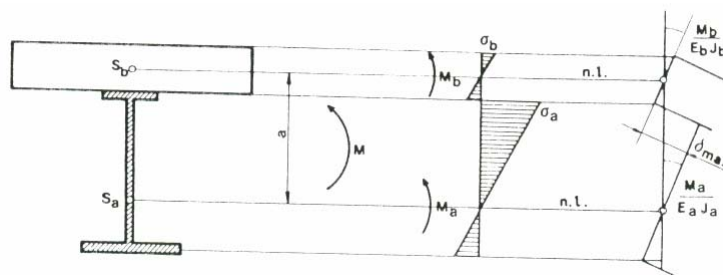
- daje im se prednost u odnosu na krute je omogućuju preraspodjelu sila

MEHANIZAM DJELOVANJA SPREGNUTOG NOSAČA

- u elastičnoj analizi se obično različita svojstva betona i čelika svode na svojstvo čeličnog materijala
- uobičajene pretpostavke:
 - čelik i beton izotropno su elastično-plastični materijali
 - diskontinuirano razmještena spojna sredstva zamjenjuju se kontinuiranom raspodjelom
 - presjeci poslije savijanja ostaju ravni
- radni dijagrami čelika i betona:



NESPREGNUTI PRESJEK:

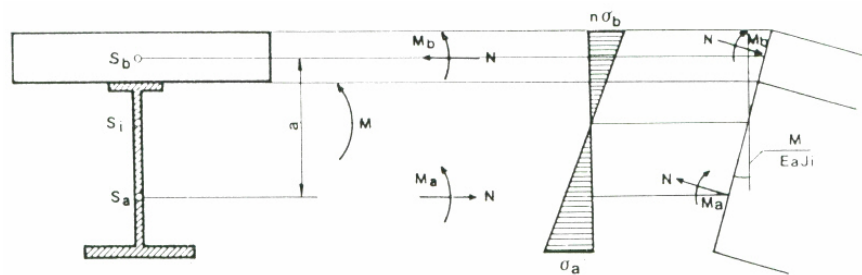


$$M_a + M_b = M$$

$$\frac{M_a}{E_a I_a} = \frac{M_b}{E_b I_b} = \frac{M}{E_a I_a + E_b I_b}$$

$$M_a = \frac{E_a I_a}{E_a I_a + E_b I_b} \cdot M; \quad M_b = \frac{E_b I_b}{E_a I_a + E_b I_b} \cdot M$$

SPREGNUTI PRESJEK:



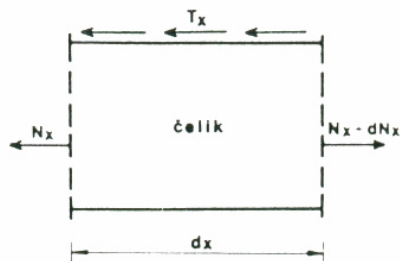
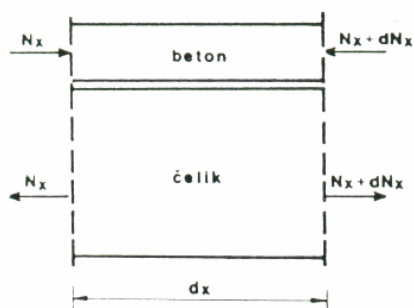
$$M_a + M_b + N \cdot a = M$$

$$M_a = \frac{E_a I_a}{E_a I_i} \cdot M = \frac{I_a}{I_i} \cdot M$$

$$M_b = \frac{E_b I_b}{E_a I_i} \cdot M = \frac{I_b}{n I_i} \cdot M$$

$$N = \sigma_b \cdot A_b = \frac{S_i}{I_i} \cdot M; \quad n = E_a / E_b$$

Posmična sila: $T(x) = \frac{dN(x)}{dx}$



za nepopustljivo sprezanje vrijedi: $\frac{dN(x)}{dx} = \frac{S_i}{I_i} \frac{dM(x)}{dx} = \frac{S_i}{I_i} \cdot V(x)$

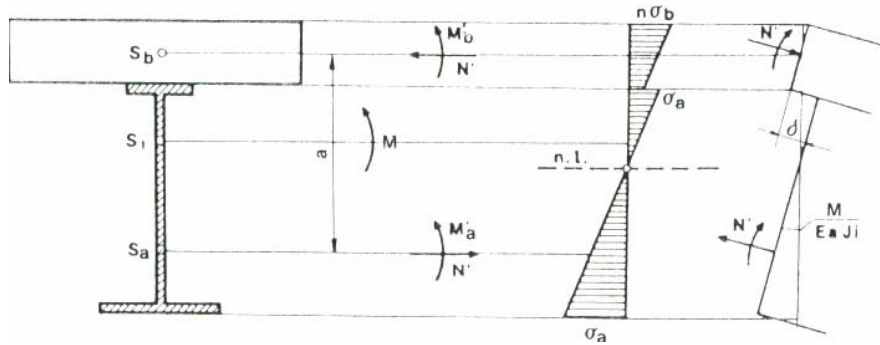
za elastično sprezanje vrijedi: $\frac{d^2 N'}{dx^2} - w^2 N' = -\gamma \cdot M$

N' – komponenta sprezanja

M – moment savijanja u presjeku

ω i γ – parametri presjeka i elastičnih osobina nosača

$$M_a' = \frac{E_a I_a}{E_a I_a + E_b I_b} \cdot (M - N' a); \quad M_b' = \frac{E_b I_b}{E_a I_a + E_b I_b} \cdot (M - N' a)$$



PUZANJE BETONA

- polagana ili viskozna deformacija – preraspodjela napona u presjeku

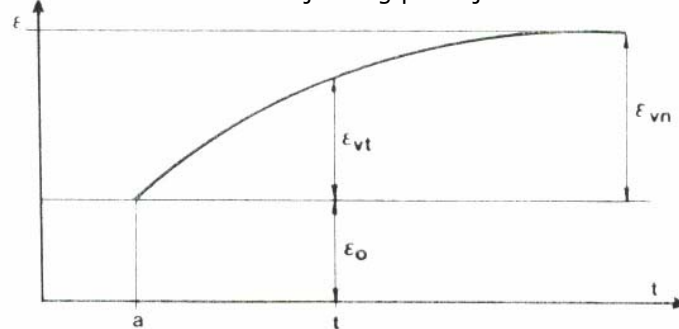
$$\varepsilon_u = \varepsilon_o + \varepsilon_{vt} = \varepsilon_o \left(1 + \frac{\varepsilon_{vt}}{\varepsilon_o}\right)$$

$$\varphi_t = \varphi_{fo} (k_{ft} - k_{fo}) + 0,4 k_v (t - a)$$

$$E_o = \frac{\sigma_{bo}}{\varepsilon_o}; \quad E_{bt} = \frac{\sigma_{bo}}{\varepsilon_u}$$

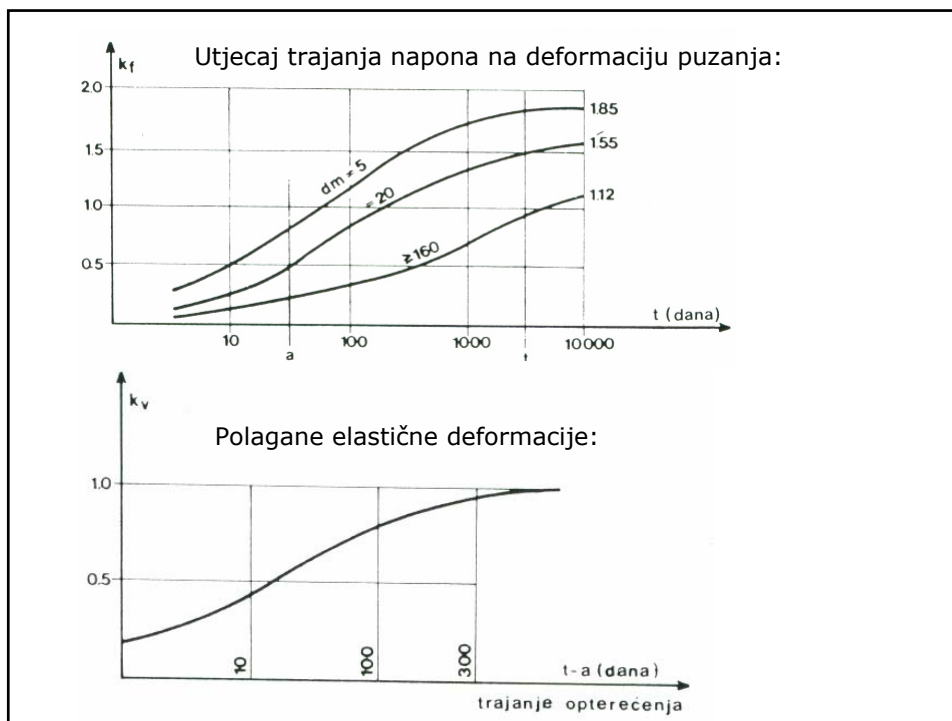
$$E_{bt} = \frac{E_o}{1 + \frac{\varepsilon_{vt}}{\varepsilon_o}} = \frac{E_o}{1 + \varphi_t}$$

Deformacije zbog pužanja betona u ovisnosti o vremenu:



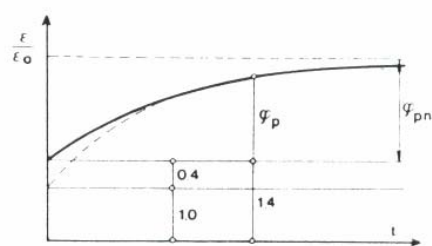
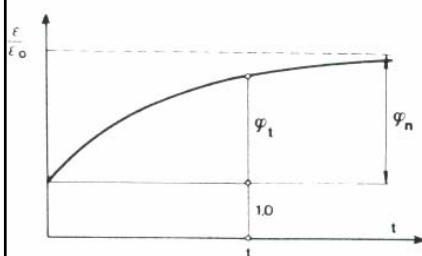
$$\frac{\varepsilon_{vt}}{\varepsilon_o} = \varphi_t$$

$$\frac{\varepsilon_{vn}}{\varepsilon_o} = \varphi_n$$



-ako je puzanje (t-a) duže od 3 mjeseca tada je $k_v=1$ pa vrijedi: $\varphi_t = \varphi_p + 0,4$

Efektivni modul elastičnosti:



$$\varepsilon_u = \varepsilon_o (1 + 0,4 + \varphi_p) = \varepsilon_o \cdot 1,4 \cdot (1 + \varphi_p')$$

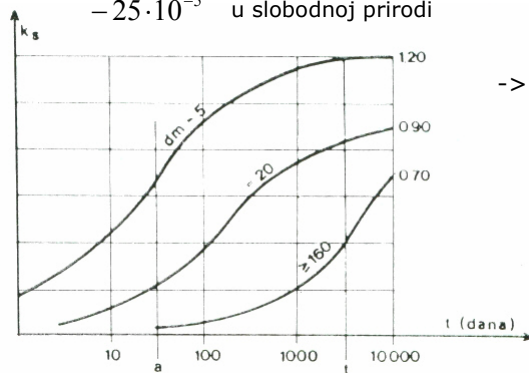
$$E_{bt} = \frac{\sigma_b}{\varepsilon_u} = \frac{\sigma_b}{\varepsilon_o \cdot 1,4 \cdot (1 + \varphi_p')} = \frac{E_{bo}'}{1 + \varphi_p'}; \quad \varphi_p' = \frac{\varphi_p}{1,4} \quad E_{bo}' = \frac{E_{bo}}{1,4}$$

SKUPLJANJE BETONA

- polagana deformacija, slična puzanju ali neovisna o naprezanju

$$\varepsilon_{s,t} = \varepsilon_{s,o} (k_{st} - k_{sa})$$

$$\varepsilon_{s,o} = \begin{aligned} &+10 \cdot 10^{-5} \text{ u vodi (bubrenje)} \\ &-40 \cdot 10^{-5} \text{ u suhoj atmosferi} \\ &-10 \cdot 10^{-5} \text{ nad vodom} \\ &-25 \cdot 10^{-5} \text{ u slobodnoj prirodi} \end{aligned}$$



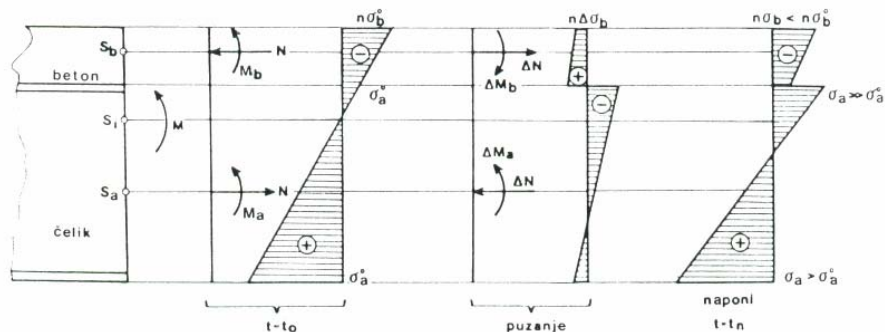
-> skupljanje u ovisnosti o starosti betona

$$d_m = C \cdot \frac{2A_b}{U} (cm)$$

C=30 u vodi
5 u vlažnom
1,5 u slobodnom
1 u vrlo suhom

UTJECAJ PUZANJA I SKUPLJANJA NA SPREGNUTOM NOSAČU

Preraspodjela napona zbog puzanja:



Beton – napon pada za $\Delta\sigma_b$

Čelik – gornji pojas – napon raste za $\Delta\sigma_a$

Čelik – donji pojas – napon raste neznatno

Preraspodjela se može izraziti veličinama ΔN i ΔM :

- različiti postupci vezani uz imena autora

- Sattlerov postupak
 - teži najvećoj točnosti
 - analitički izrazi za funkciju puzanja
 - ne treba nam funkcija puzanja nego njezine diskretne vrijednosti
- Postupak relaksacije po Trostu- rješenja za pojedina vremenska razdoblja
- Postupak s efektivnim modulom elastičnosti
 - idealni modul elastičnosti korigira se još jednim faktorom ψ koji uzima u obzir i puzanje pri naponskom prelaganju
 - u spregnutom nosaču napon je u stalnom padu pa se učinak puzanja dodatno povećava

I

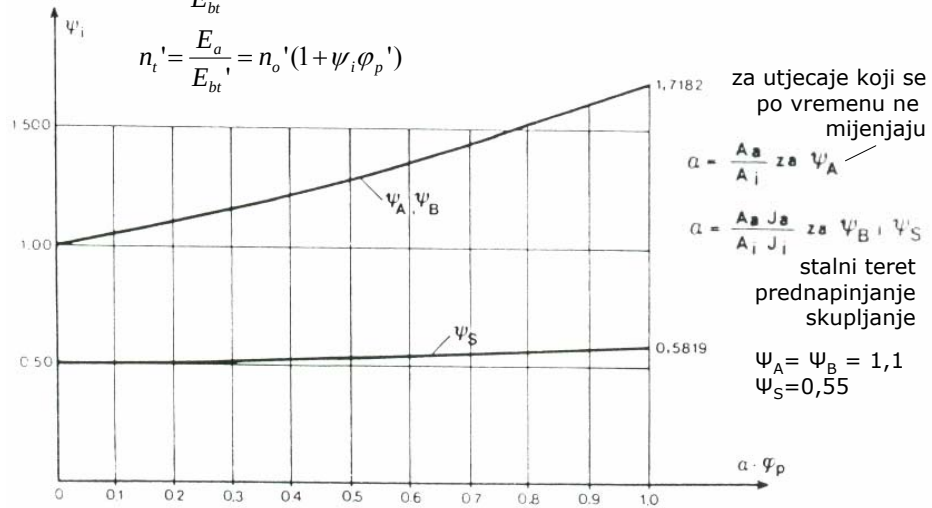
- Proračun prema FB-104
- $n_L = n_0 (1 + \psi_L \varphi_t)$
- $n_0 = E_a / E_{cm}$
- $\psi_L = 1,10$ stalna djelovanja, prednapinjanje
- $\psi_L = 0,55$ skupljanje, puzanje
- $\psi_L = 1,50$ planske deformacije

Ekvivalentni idealni modul elastičnosti:

$$E_{bt} = \frac{E_{bo}}{1 + \psi \cdot \varphi_t}; \quad E_{bt}' = \frac{E_{bo}}{1,4 \cdot (1 + \psi \cdot \varphi_p')}$$

Slijedi: $n_t = \frac{E_a}{E_{bt}} = n_o (1 + \psi_i \varphi_t)$

$$n_t' = \frac{E_a}{E_{bt}'} = n_o' (1 + \psi_i \varphi_p')$$



ELASTIČNA ANALIZA OTPORNOSTI

- uporabno opterećenje s odgovarajućim parcijalnim faktorom sigurnosti za granično stanje nosivosti za presjeke klase 3 ili 4 i granično stanje uporabljivosti s parcijalnim faktorom sigurnosti $\gamma_s = 1,1$ za presjeke svih klasa
- naponi na rubovima ne smiju prekoračiti vrijednosti:

a) granično stanje nosivosti

čelik $\sigma_a \leq f_{ya} / \gamma_a \quad (\gamma_a = 1,1)$

beton $\sigma_c = 0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_c \quad (\gamma_c = 1,5)$

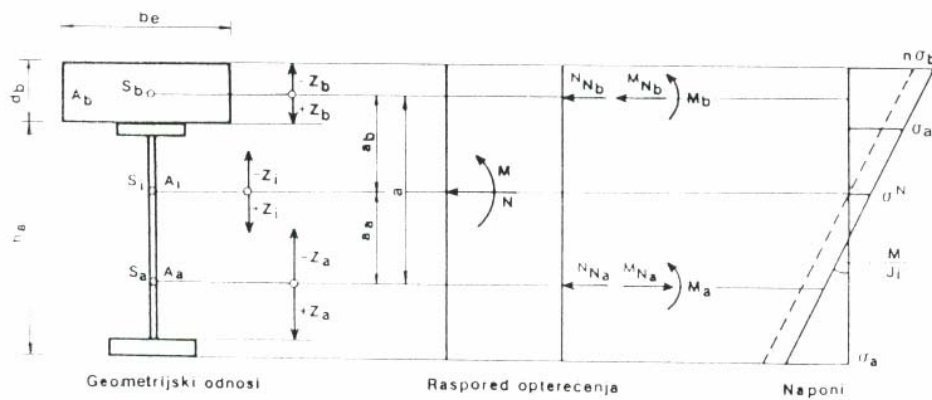
b) granično stanje uporabljivosti

čelik $\sigma_a \leq f_{ya}$

beton $\sigma_c = 0,6 \cdot f_{ck}$

- Granično stanje uporabe
- Vlačno naprezanje u armaturi $\sigma_s < 0,8 f_{sk}$
- Dokaz pukotina
- Dokaz minimalne armature

Geometrijske karakteristike presjeka

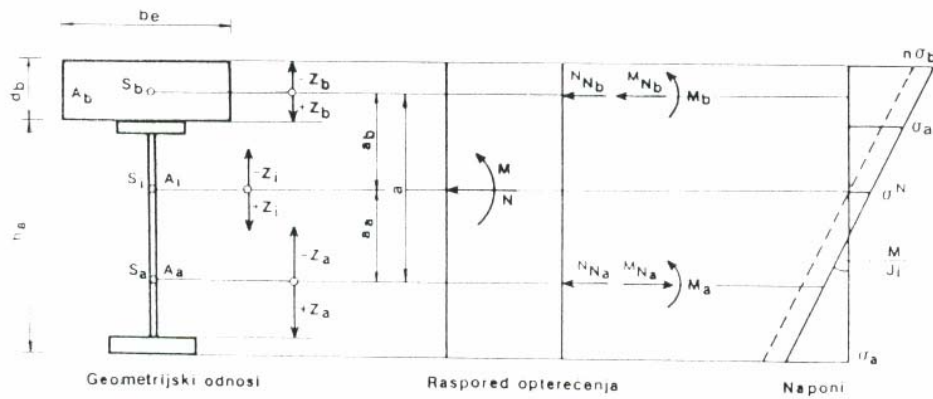


$$A_i = \frac{1}{n} A_b + A_a; \quad a_b = \frac{A_a}{A_i} \cdot a; \quad a_a = \frac{A_b}{n A_i} \cdot a, \quad S_i = \frac{A_b}{n} \cdot a_b = \frac{A_a A_b}{n A_i} \cdot a$$

$$J_i = J_a + \frac{1}{n} J_b + \frac{A_b}{n} a_b^2 + A_a^2 = J_a + \frac{1}{n} J_b + \frac{A_b}{n} \left(\frac{A_a}{A_i} \right)^2 a^2 + A_a \left(\frac{A_b}{n A_i} \right)^2 a^2 =$$

$$= J_a + \frac{1}{n} J_b + \frac{A_b A_a}{n A_i} a \left(\frac{A_a}{A_i} a + \frac{A_b}{n A_i} a \right) = J_a + \frac{1}{n} J_b + S_i a$$

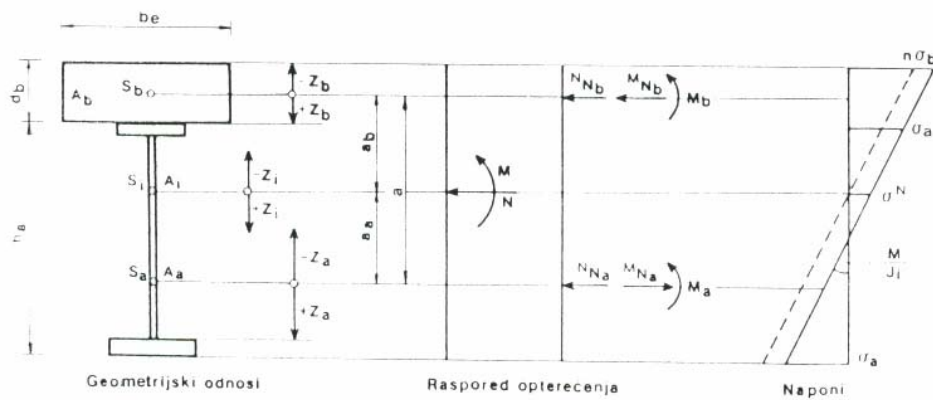
Geometrijske karakteristike presjeka



Moment tromosti možemo napisati i u ovom obliku:

$$J_i = J_a + \frac{1}{n} J_b + A_i \cdot a_b \cdot a_a$$

Raspored sila u presjeku

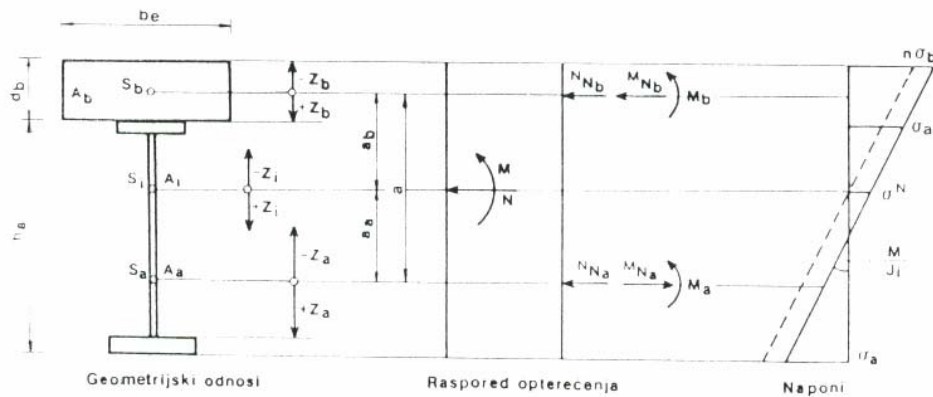


Vrijede odnosi:

$$M_b = \frac{J_b}{nJ_i} \cdot M; \quad M_a = \frac{J_a}{J_i} \cdot M; \quad M_{Na} = M_{Nb} = \frac{S_i}{J_i} \cdot M$$

$$N_{Nb} = \frac{A_b}{nA_i} \cdot N \quad \text{ i } \quad N_{Na} = \frac{A_a}{A_i} \cdot N$$

Naponi



$$\sigma_b = -\frac{N_b}{A_b} \mp \frac{M_b}{J_b} \cdot z_b = \dots = -\frac{N}{nA_i} \mp \frac{M}{nJ_i} \cdot z_i$$

$$\sigma_a = \frac{N_a}{A_a} \mp \frac{M_a}{J_a} \cdot z_a = \dots = \frac{N}{A_i} \mp \frac{M}{J_i} \cdot z_i$$

$$N_b = N_{Nb} + M_{Nb}$$

$$N_a = N_{Na} + M_{Na}$$

$$n = n_t$$

$$n_t \dots$$

Za kratkotrajne utjecaje i opterećenja:

Za dugotrajna djelovanja

a) kad sprezanje počinje prije 3 mjeseca

$$n_t = n_o (1 + \psi_A \cdot \varphi_t); \quad n_t = n_o (1 + \psi_B \cdot \varphi_t);$$

b) kad sprezanje počinje nakon 3 mjeseca

$$n_t = n_o' (1 + \psi_A \cdot \varphi_p'); \quad n_t = n_o' (1 + \psi_B \cdot \varphi_p');$$

Za skupljanje i preraspodjelu statički neodređenih veličina od puzanja

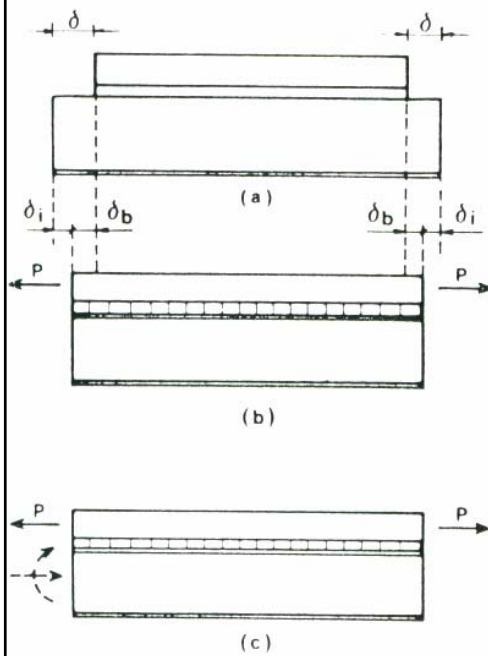
a) kad je sprezanje počelo prije 3 mjeseca

$$n_t = n_o' (1 + \psi_S \cdot \varphi_t);$$

b) kad je sprezanje počelo poslije 3 mjeseca

$$n_t = n_o' (1 + \psi_S \cdot \varphi_p');$$

Utjecaj deformacije ploče na spregnutu gredu



Slika 8.18. Utjecaj deformiranja ploče na spregnuti nosač: a) slobodna deformacija, b) uvjet kompatibilnosti - smoždenost ploče, c) uvjet ravnoteže, d) kvalitativna slika napona

$$P = \varepsilon_b \cdot E_b \cdot A_b$$

(d)

$$\sigma_b = + \frac{P}{A_b} - \frac{P}{nA_i} - \frac{P \cdot a_b}{nJ_i} \cdot z_i = P \left(\frac{1}{A_b} - \frac{1}{nA_i} - \frac{a_b}{nJ_i} \cdot z_i \right) = \varepsilon_b \cdot E_b \cdot \left(1 - \frac{A_b}{nA_i} - \frac{A_b a_b}{nJ_i} z_i \right) =$$

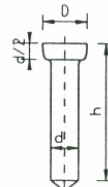
$$= \varepsilon_b \cdot E_b \cdot \frac{A_a}{A_i} \left(1 - \frac{A_a a_a}{J_i} \cdot z_i \cdot \frac{A_i}{A_a} \right) = \varepsilon_b \cdot E_b \cdot \frac{A_a}{A_i} \left(1 - \frac{A_i a_a}{J_i} \cdot z_i \right) \quad (8.18)$$

Analogno u čeličnom dijelu nosača:

$$\sigma_a = - \frac{P}{A_i} + \frac{P \cdot a_b}{J_i} \cdot z_i = P \left(- \frac{1}{A_i} + \frac{a_b}{J_i} z_i \right) = \varepsilon_b \cdot E_b \cdot \frac{A_b}{A_i} \left(-1 + \frac{a_b A_i}{J_i} \cdot z_i \right)$$

Posmične sile

Nosivost valjkastih moždanika:



$$P_{rd} = 0,8 f_u (\pi d^2 / 4) / \gamma_v$$

$$P_{rd} = 0,25 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v$$

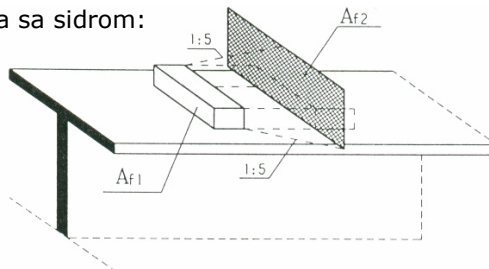
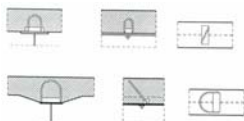
$$\alpha = 0,2 [(h/d) + 1] \quad \text{za } 3 \leq h/d \leq 4$$

$$\alpha = 1 \quad \text{za } h/d > 4$$

Nosivost blok moždanika sa sidrom:

$$P_{rd} = \eta \cdot A_{\phi} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

$$\eta = \sqrt{(A_{f2} / A_{f1})} \leq 2,5$$



Razmak moždanika e u elastičnoj analizi: $e \leq 0,6 P_{rd} / T_x$ $T_x = \frac{dN_x}{dx}$

Posmična sila na krajevima nosača od promjene temperature i skupljanja betona:

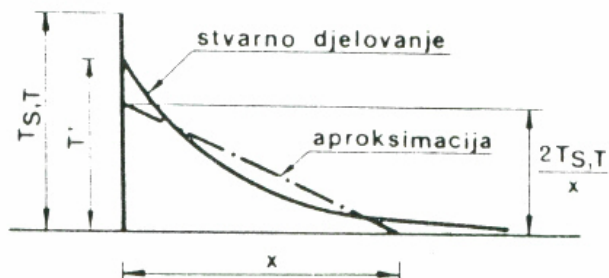
$$T_{s,T} = N_b = \sigma_b \cdot A_b$$

σ_b ... napon pod utjecajem skupljanja betona i od nejednolike temperature

Ta sila se raspoređuje po pravcu na nekoliko moždanika u dužini $x=l/10$ ili $x=b_e$. Maksimalno na moždanik otpada:

$$T_{\max} = \frac{2T_{s,T}}{x}$$

Posmična sila od deformiranja ploče:



PLASTIČNA ANALIZA OTPORNOSTI

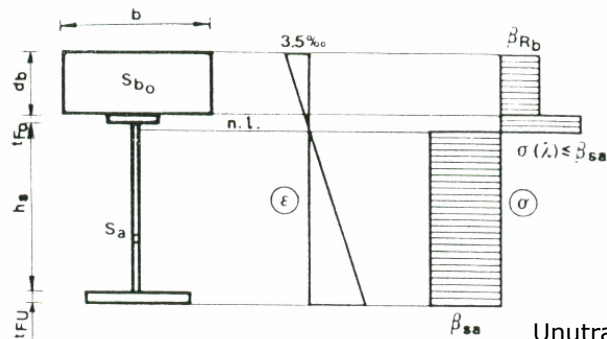
- klasa 1 ili 2 presjeka
- pretpostavke
 - beton ne nosi vlačno
 - armatura usidrena
 - granična nosivost f_{sn}
 - stupanj smoždenosti je provjeren $\sum P_{r,d} \leq N_b$
- interakcija savijanja i posmika
 - redukcija debljine hrpta

$$t' = t \sqrt{1 - \left(\frac{V}{V_{pl}} \right)^2}$$

$$V_{pl} = A_Q \cdot \frac{\beta_{sa}}{\sqrt{3}} \quad A_v = t \cdot h$$

Reducirani čelični presjek:

$$A_a' = t' h_s + A_{Fo} + A_{Fu}$$



Unutrašnje sile iznose:

$$N_a = \beta_{sa} \cdot A_a'$$

$$N_b = \beta_{Rb} \cdot A_b \quad \text{ili} \quad N_b = \sum P_{Rd}$$

$$\beta_{sa} = f_{ya} / \gamma_a; \quad \beta_{Rb} = 0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

Položaji neutralne osi:

za $N_a < N_b$ n.o. u betonu

za $N_a = N_b$ n.o. u spoju čelika i betona

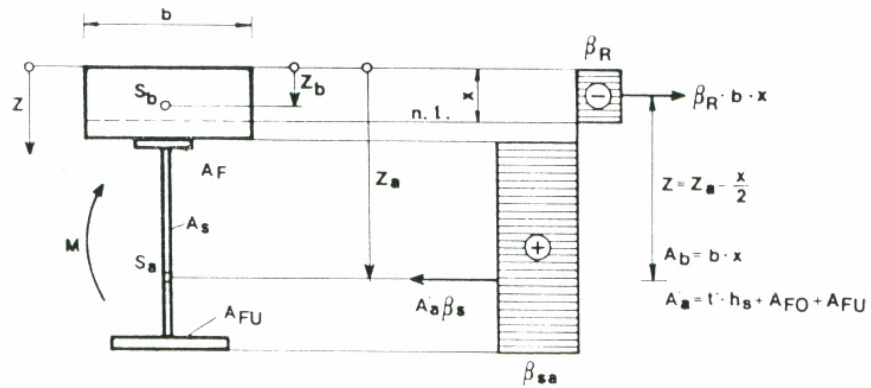
za $N_a > N_b$ n.o. je u čeličnom presjeku.

NEUTRALNA OS U BETONU

$$X = \frac{A_a \cdot \beta_{s,a}}{\beta_R \cdot b}$$

$$N_a = A_a \cdot \beta_{s,a}; \quad N_b = \beta_R \cdot b \cdot x$$

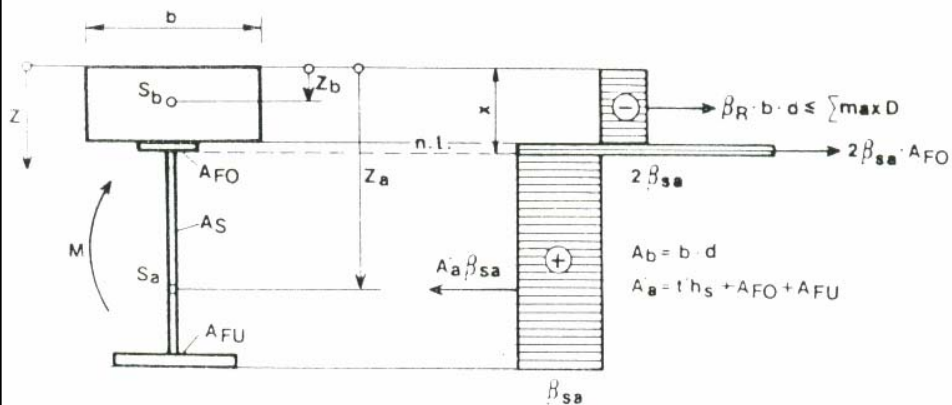
$$M_{pl,V} = N_a \cdot z = N_b \cdot z$$



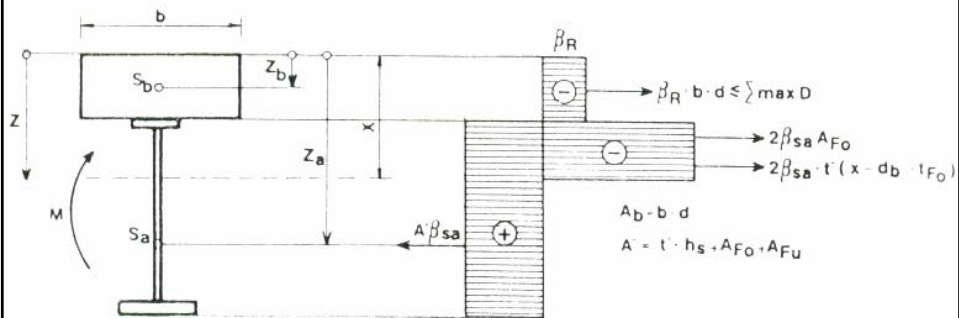
NEUTRALNA OS U SPOJU HRPTA I GORNJEG POJASA

$$x = d + t_F$$

$$M_{pl,V} = A_a \cdot \beta_{s,a} \cdot \left(z_a - \frac{d}{2} \right) - 2A_{FO} \cdot \beta_{s,a} \cdot \frac{x}{2}$$



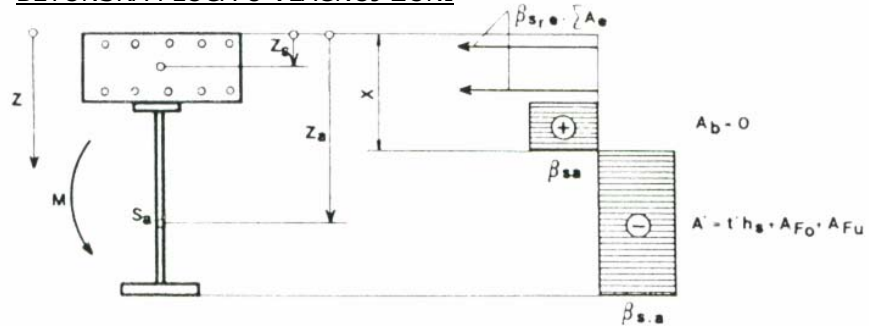
NEUTRALNA OS U HRPTU



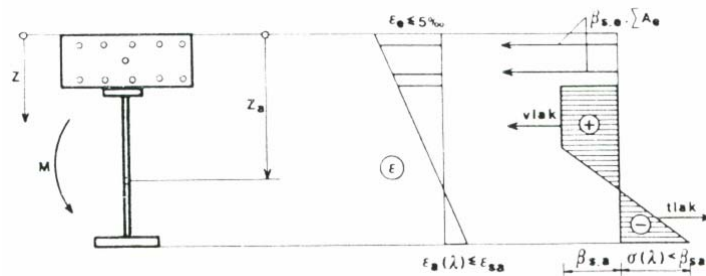
$$x = d + t_F + \frac{A_a' \beta_{s,a} - b d \cdot \beta_R - 2 A_{F0} \cdot \beta_{s,a}}{2 \cdot \beta_{s,a} \cdot t'}$$

$$M_{pl,V} = A_a' \beta_{s,a} \left(z_a - \frac{d}{2} \right) - A_{F0} \cdot \beta_{s,a} \cdot (d + t_F) - t' \cdot \beta_{s,a} \cdot (x - d - t_F) \cdot (x + t_F)$$

BETONSKA PLOČA U VLAČNOJ ZONI



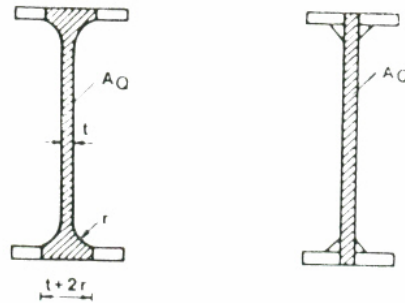
Za slučaj nekompaktnog čeličnog presjeka – ograničena deformacija čelika u betonu na 5 ‰



PUNA PLASTIFIKACIJA OD POPREČNE SILE V_{pl}

- bez redukcije hrpta – potpuno iskorištenje s punom plastifikacijom od poprečne sile

$$V_{pl} = A_Q \cdot \frac{\beta_{s,a}}{\sqrt{3}}$$



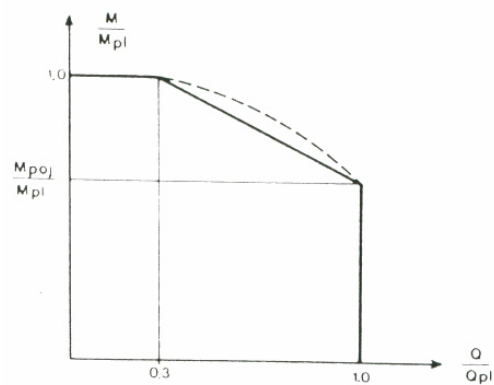
INTERAKCIJA POPREČNE SILE I MOMENTA

$$\sigma^2 + 3\tau^2 = \beta_{s,a}^2$$

$$\sigma \leq \beta_{s,V} \rightarrow \beta_{s,V} = \beta_{s,a} \sqrt{1 - \frac{3\tau^2}{\beta_{s,a}^2}}$$

$$\tau = \frac{V}{A_V} \quad \text{ i } \quad V_{pl} = A_V \cdot \frac{\beta_{s,a}}{\sqrt{3}}$$

$$\beta_{s,V} = \beta_{s,a} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{V}{V_{pl}} \right)^2}$$



- reducirana debljina hrpta prema: $\beta_{s,V} \cdot t = \beta_{s,a} \cdot t'$

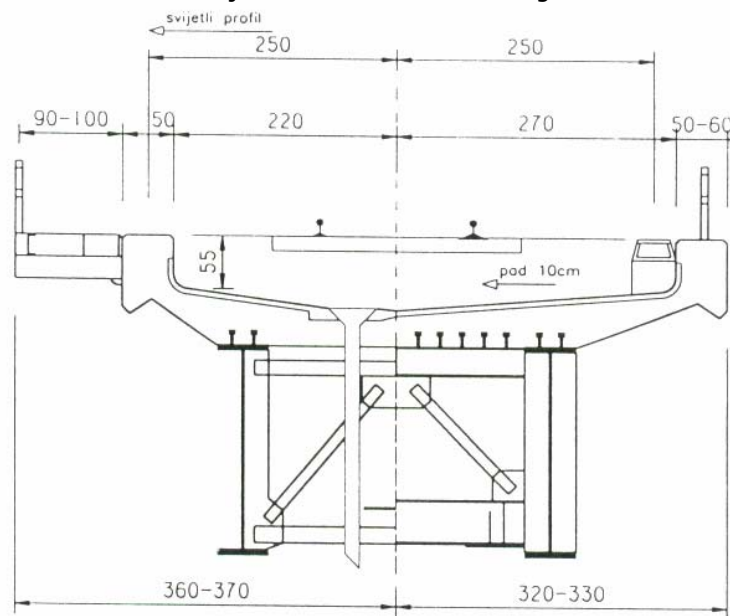
i odatle slijedi: $t' = t \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{V}{V_{pl}} \right)^2}$

OSOBITOSTI

- kolnička ploča debljine 22 do 25 cm – razmak nosača 2,5 do 4 m
- konzole opterećene prometom izvođe se bez ojačanja do 1,5 m raspona, a s prometnim opterećenjem do 2,5 m raspona
- ako su razmaci nosača veći (6-7 m) onda se ploče izvođe promjenjive debljine (25 cm u polju i do 35 cm nad nosačem)
- manji rasponi - valjani profili
- ako postoje 4 glavna nosača tada na vanjski nosač otpada cca 75% momenata savijanja, a na unutrašnje oko 50%, a raspodjela poprečnih sila je 85% na vanjski nosač i oko 70% na unutrašnje nosače
- do 1,5 m visine treba osigurati funkcionalnost bez ukrućenja osim osim vertikalnih nad ležajevima
- od 1,5 do 2,5 m visine samo vertikalna ukrućenja, a za veće visine i horizontalna
- kod zavarenih nosača najčešće zadovoljava gornji pojas sa $\frac{1}{2}$ površine donjeg pojasa

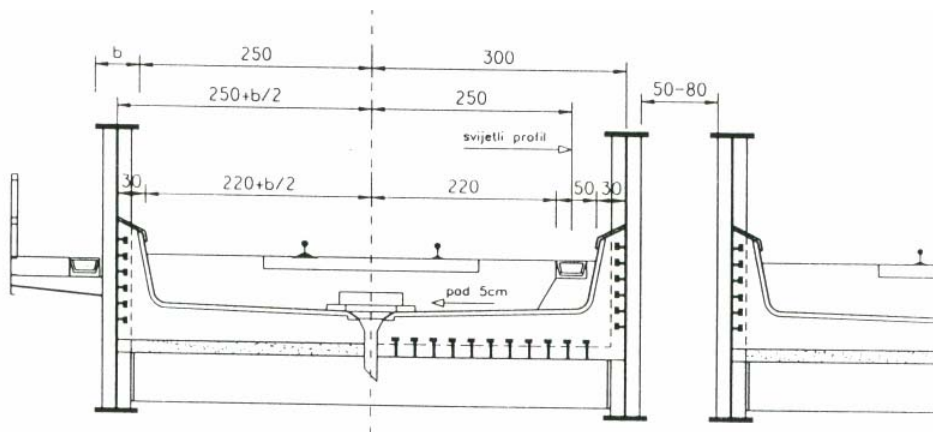
PRIMJERI

željeznički most s kolnikom gore

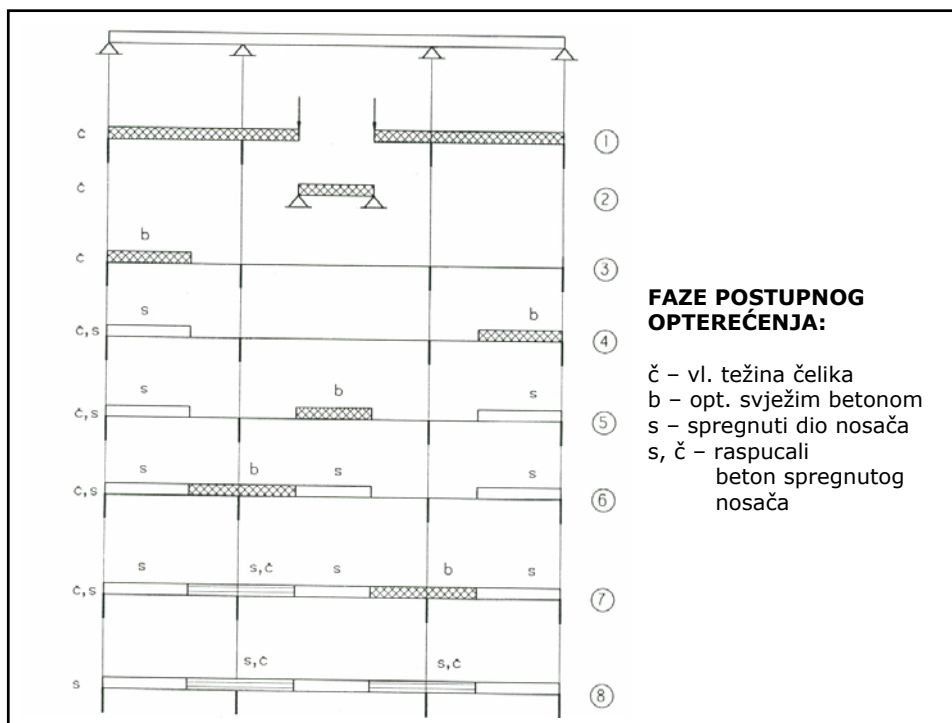


PRIMJERI

željeznički most s kolnikom dolje – povoljnije rješenje

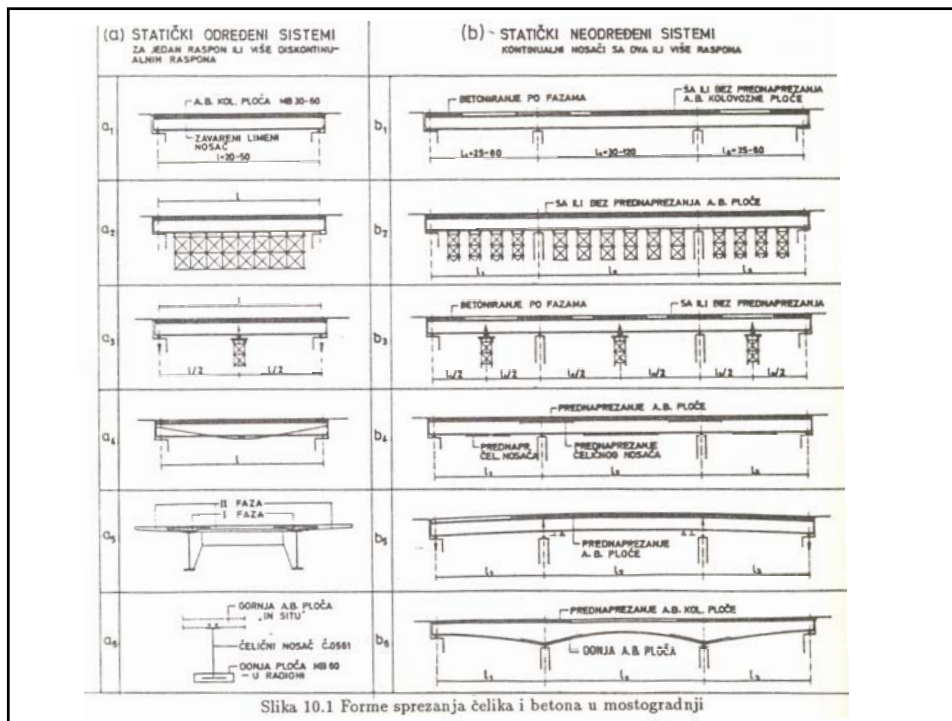


- ploča kolnika spregnuta s poprečnim nosačima
- korito se spreže i s glavnim nosačima na kojima obavlja funkciju stabilizacije

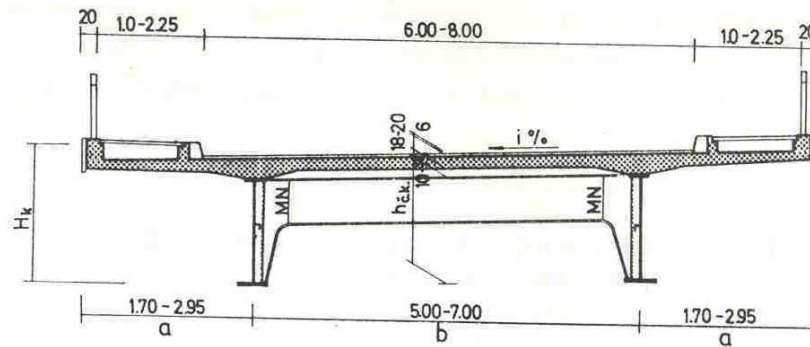


STATIČKI SISTEMI SPREGNUTIH MOSTOVA

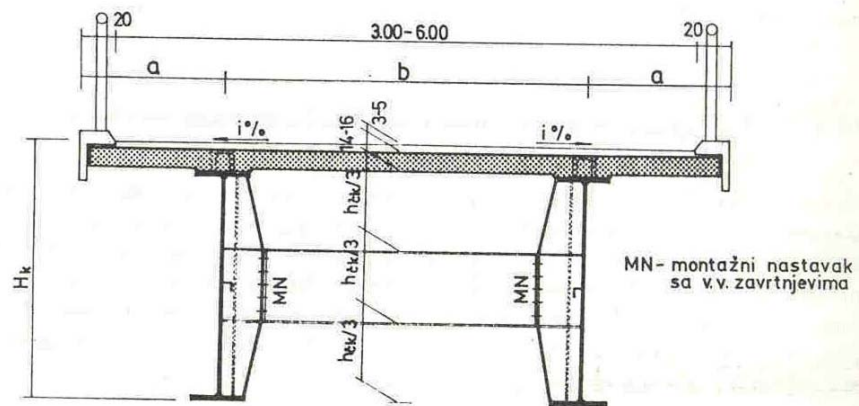
- mostovi s jednim otvorom
 - statički sistem grede na dva oslonca,
 - rasponi 20-50 m
- mostovi s više istih ili različitih otvora
 - diskontinuirani statički sistem - rasponi $n \times (20-50 \text{ m})$
 - kada se očekuje slijeganje
 - maksimalni stupanj sprežanja betona i čelika bez prednapinjanja
 - mogućnost etapne izgradnje
 - prijelazne naprave – trajnosno nepovoljnije rješenje
 - dvostruki broj ležajeva nad stupovima
 - veća potrošnja čelika nego kod kontinuiranih raspona
- mostovi s kontinuiranim rasponskim konstrukcijama
 - rasponi 20-120 m
 - manje konstruktivne visine
 - veliki naponi u betonu nad srednjim osloncima – razmotriti prednapinjanje ili denivelaciju srednjih oslonaca, potrebno odrediti povoljan raspored betoniranja
 - manji broj prijelaznih naprava



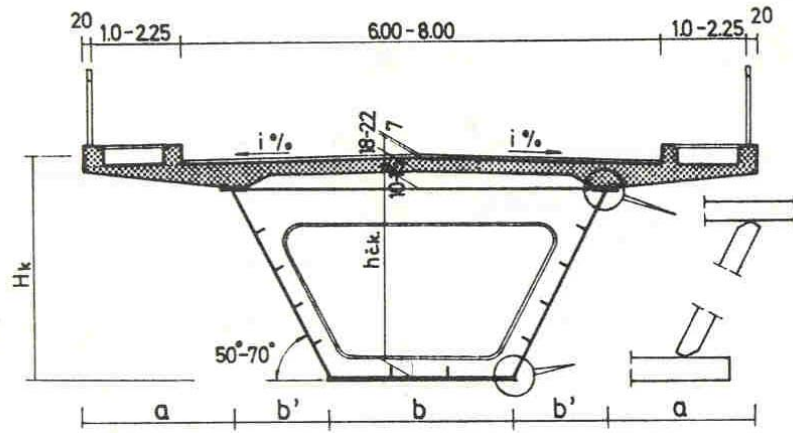
PRIMJERI – poprečni presjeci gradskih i pješačkih mostova



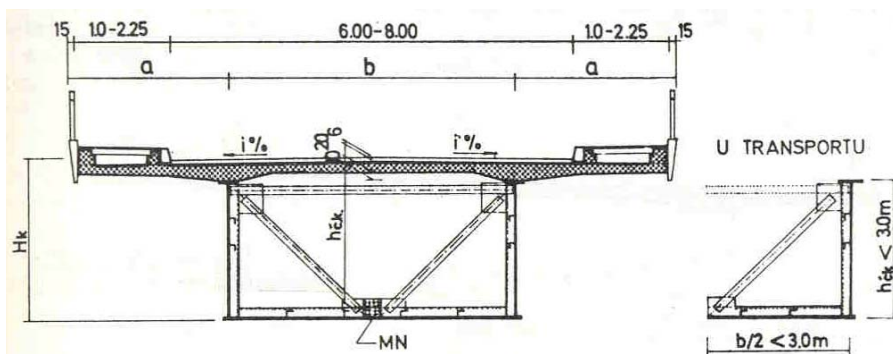
PRIMJERI – poprečni presjeci gradskih i pješačkih mostova



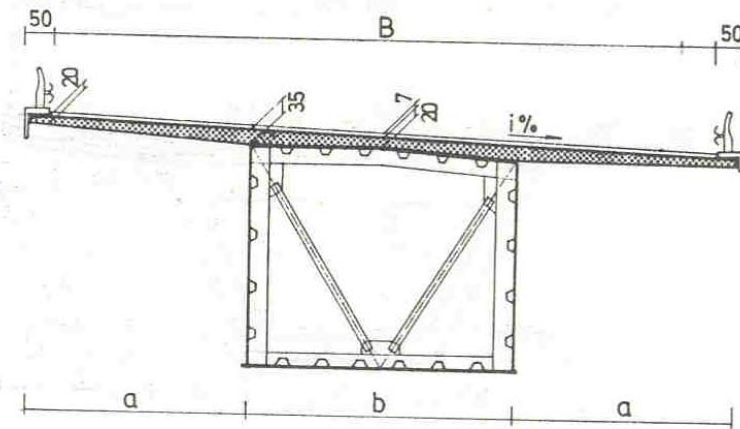
PRIMJERI – poprečni presjeci gradskih i pješačkih mostova



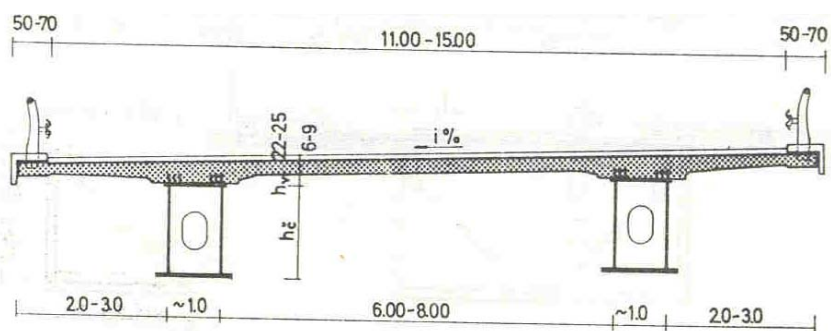
PRIMJERI – poprečni presjeci gradskih i pješačkih mostova



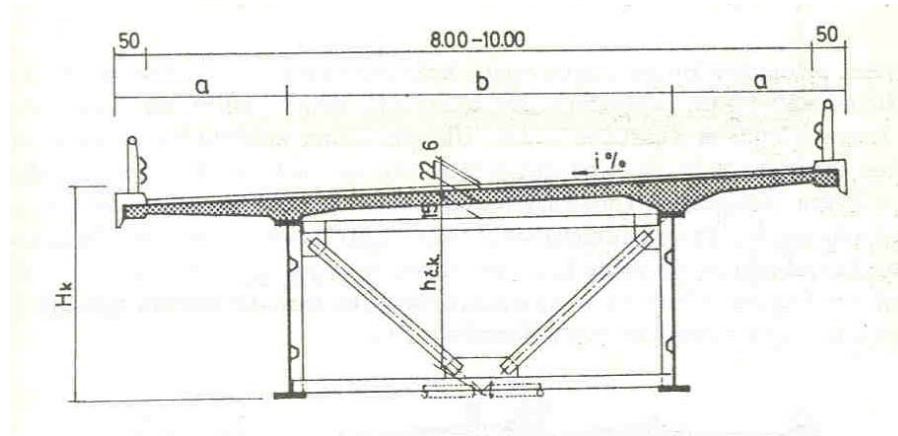
PRIMJERI – poprečni presjeci gradskih i pješačkih mostova



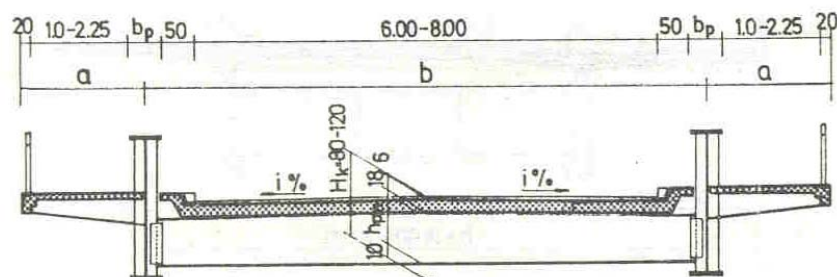
PRIMJERI – poprečni presjeci gradskih i pješačkih mostova



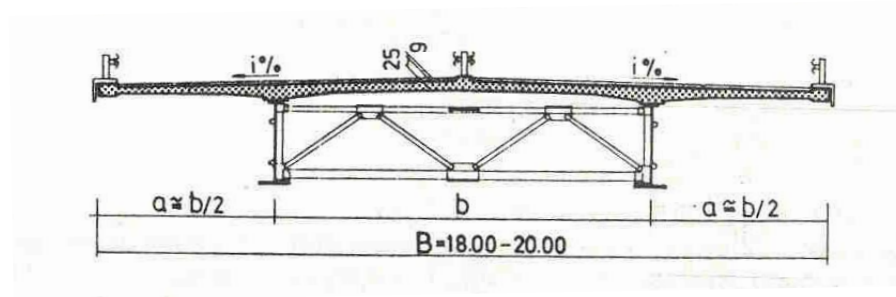
PRIMJERI – poprečni presjeci gradskih i pješačkih mostova



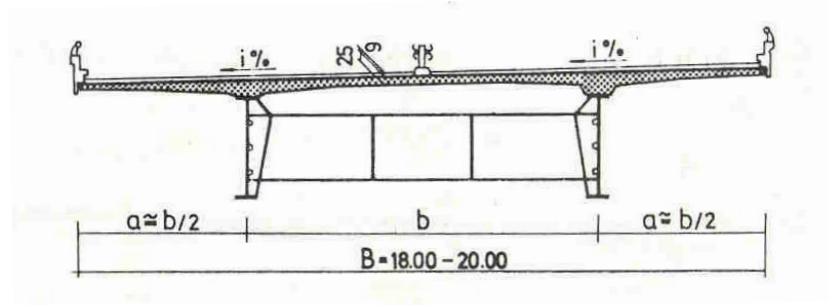
PRIMJERI – poprečni presjeci gradskih i pješačkih mostova



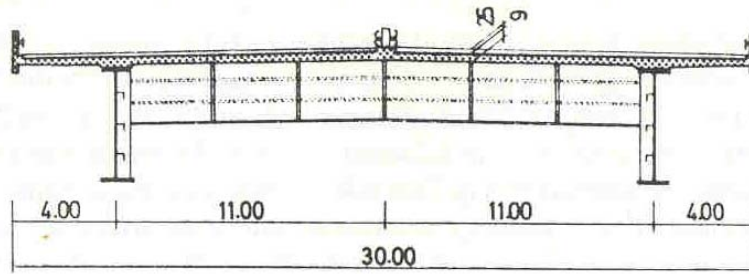
PRIMJERI – poprečni presjeci za mostove na autocestama



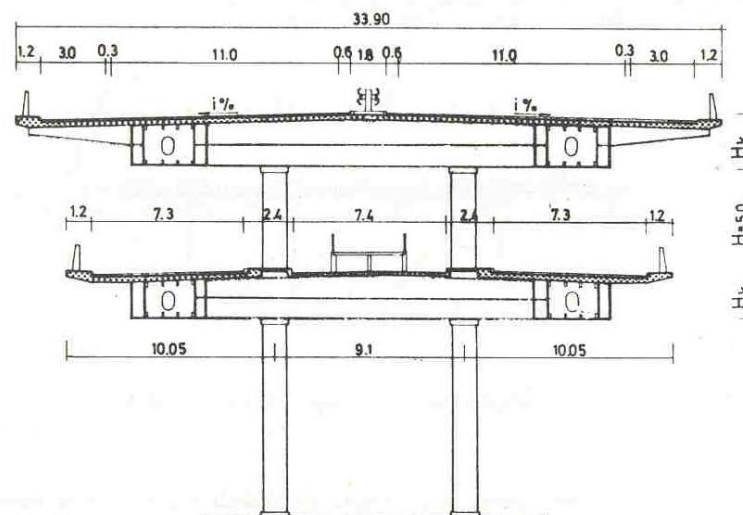
PRIMJERI – poprečni presjeci za mostove na autocestama



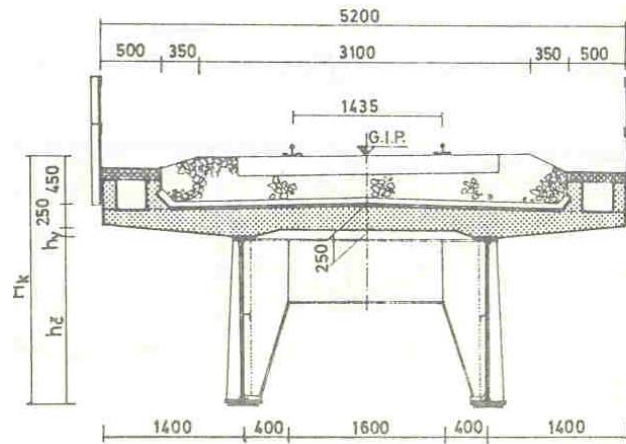
PRIMJERI – poprečni presjeci za mostove na autocestama



PRIMJERI – poprečni presjeci za mostove na autocestama

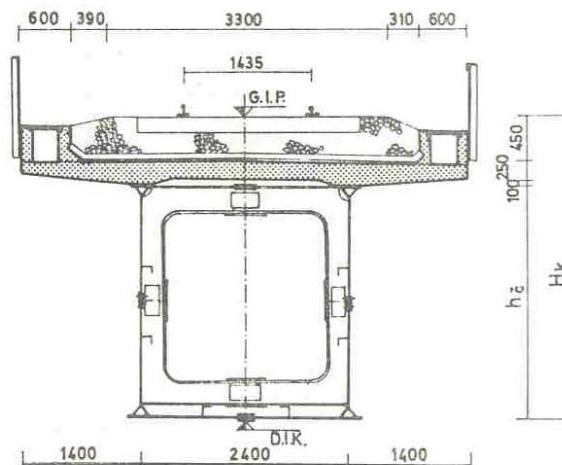


PRIMJERI – poprečni presjeci za željezničke mostove



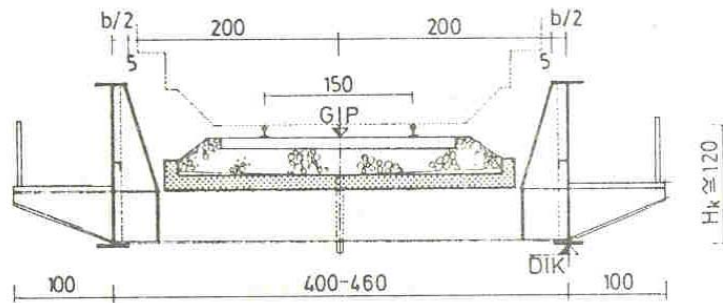
Karakterističan poprečni presjek željezničkog mosta za raspone 15-25 m

PRIMJERI – poprečni presjeci za željezničke mostove



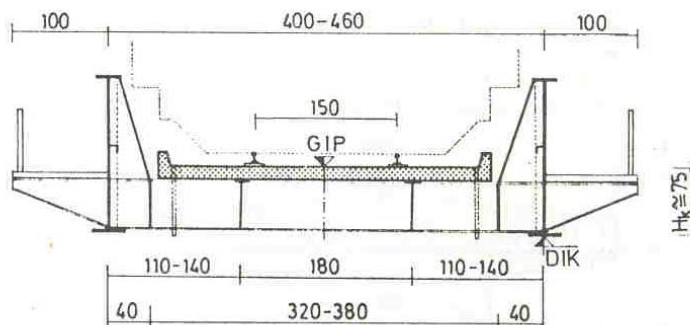
Karakterističan poprečni presjek željezničkog mosta za raspone veće od 25 m

PRIMJERI – poprečni presjeci za željezničke mostove



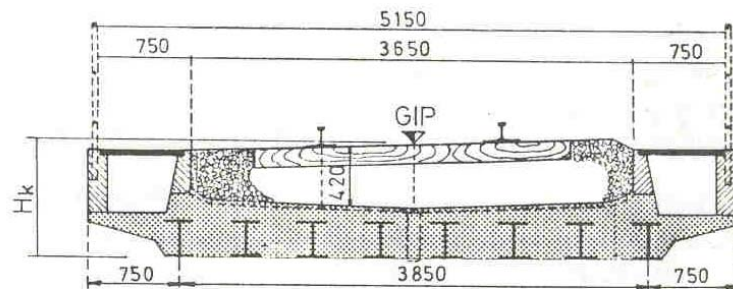
Poprečni presjek željezničkog mosta sa upuštenim zatvorenim kolovozom i šljunčanim zastorom

PRIMJERI – poprečni presjeci za željezničke mostove



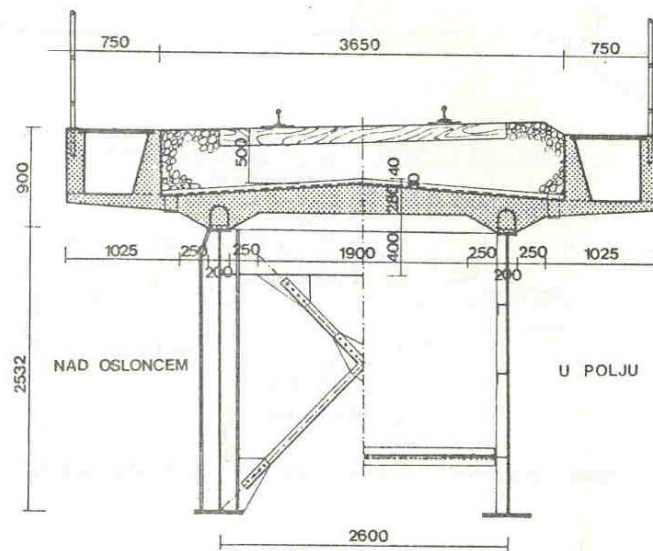
Poprečni presjek željezničkog mosta sa upuštenim zatvorenim kolovozom bez šljunčanog zastora

PRIMJERI – poprečni presjeci za željezničke mostove



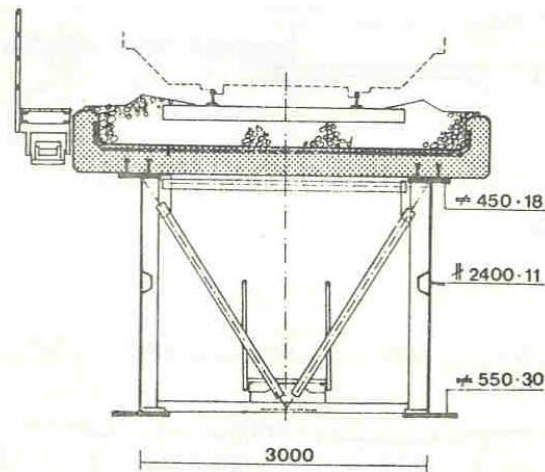
Poprečni presjek željezničkog mosta raspona 5-15 m sa ubetoniranim glavnim nosačima

PRIMJERI – poprečni presjeci za željezničke mostove



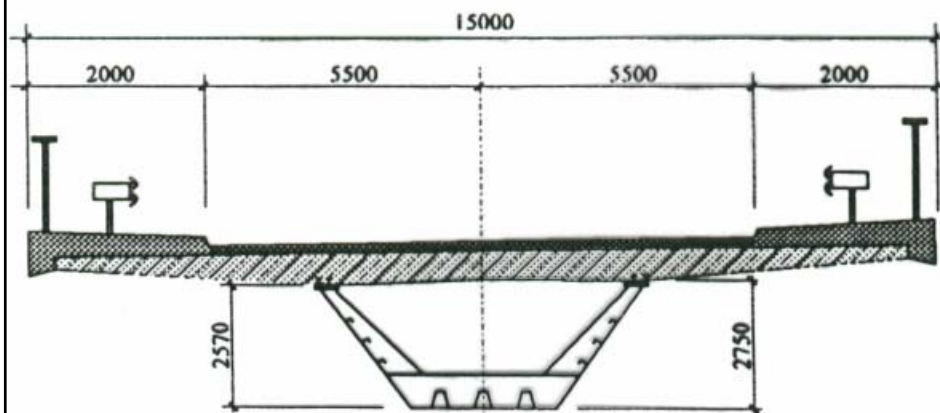
Poprečni presjek mosta raspona 28,50 m izgrađenog na pruži Celje-Velenje

PRIMJERI – poprečni presjeci za željezničke mostove



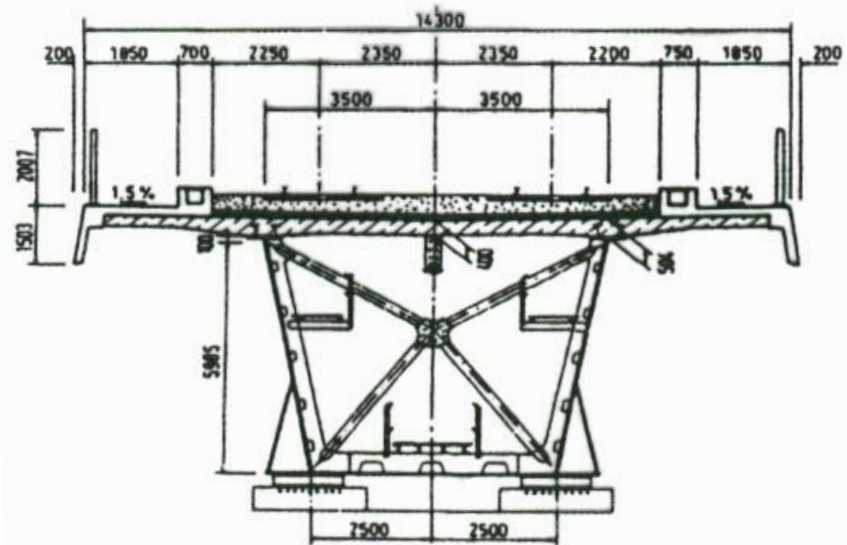
Poprečni presjek željezničkog mosta sa kontinualnom konstrukcijom koji je izgrađen u Švajcarskoj

JOŠ PRIMJERA



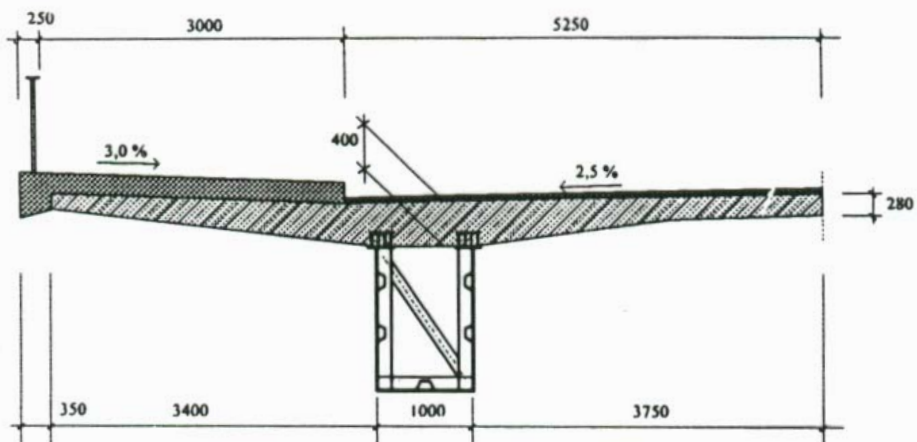
a) Straßenbrücke

JOŠ PRIMJERA



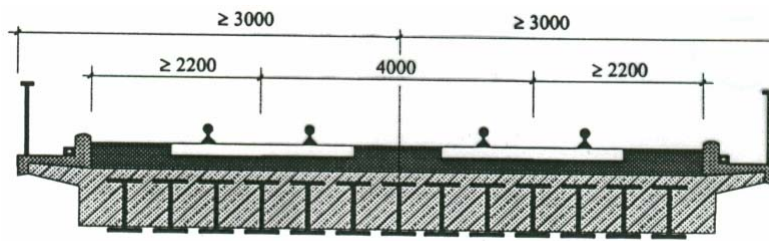
b) Eisenbahnbrücke

JOŠ PRIMJERA

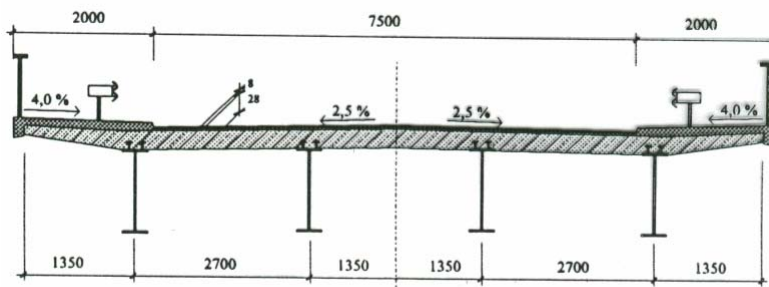


c) Querschnitt mit zwei torsionssteifen Hauptträgern

JOŠ PRIMJERA



a) Walzträger in Beton (WIB-Bauweise)



b) Querschnitt mit 4 Walzträgern aus S 460

JOŠ PRIMJERA

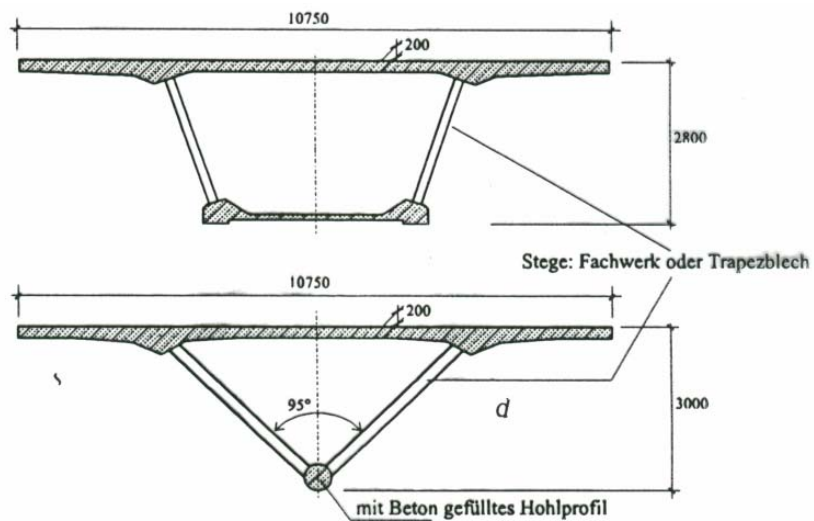


Abb. 1.14 Neuere Verbundbrückentypen, Beispiele aus Frankreich

JOŠ PRIMJERA

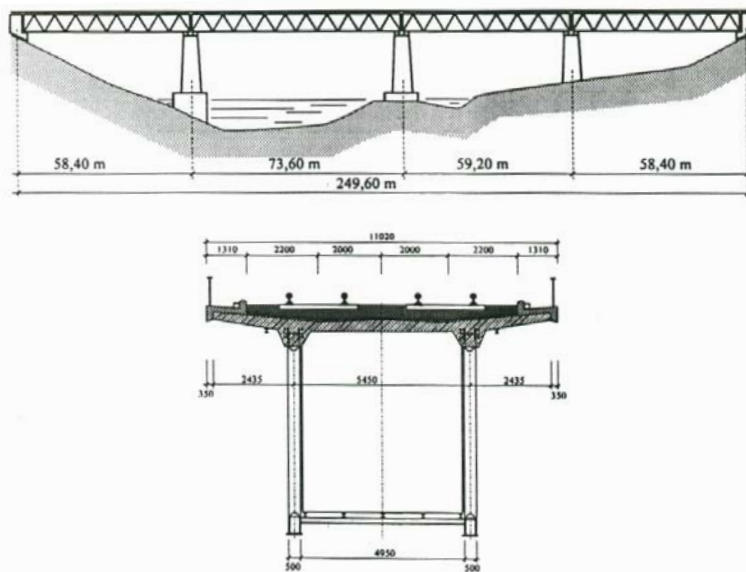
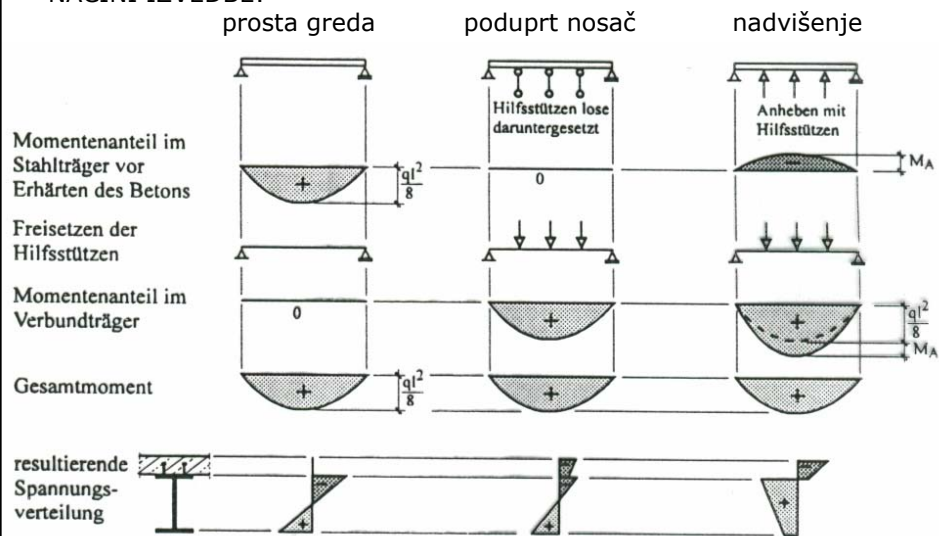


Abb. 1.15 Verbundfachwerkträger für die Schnellbahnstrecken

NAČINI IZVEDBE:

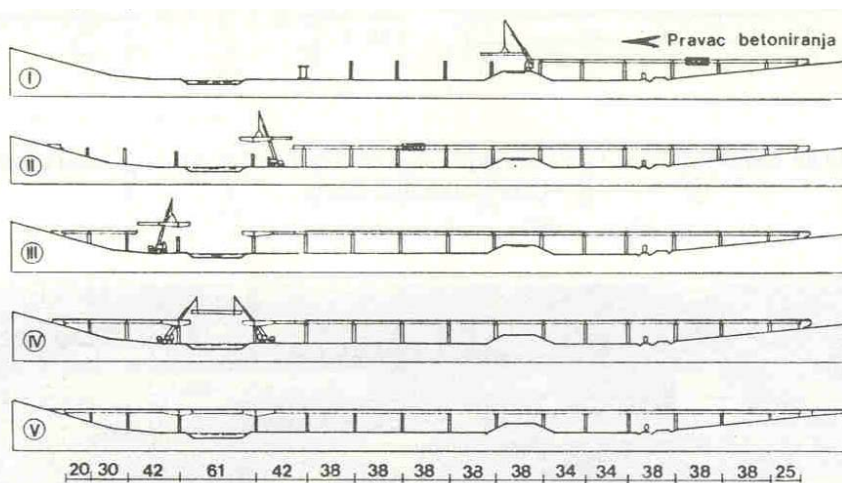


bb. 1.16 Biegemomente und Spannungen aus Eigenlast bei unterschiedlichen Herstellungsverfahren (nach Roik)

NAČINI MONTAŽE ČELIČNIH KONSTRUKCIJA ČELIČNIH I SPREGNUTIH MOSTOVA:

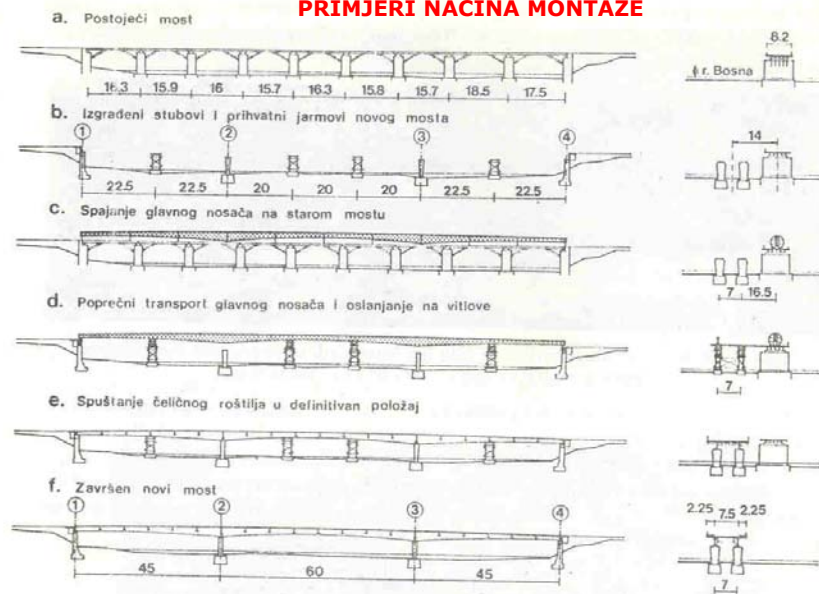
- montaža navlačenjem s čela
- montaža autodizalicama ili dizalicama sa vagona ili plovila
- montaža kabel-kranom
- montaža postupkom slobodne konzolne gradnje
- montaža postupkom bočnog prevlačenja
- montaža kombiniranim i specifičnim načinima

PRIMJERI NAČINA MONTAŽE



Slika 10.88 Karakteristične faze montaže čelične konstrukcije vijadukta dužine 592 m, ukupne težine 950 t sa autodizalicama.

PRIMJERI NAČINA MONTAŽE



Slika 10.89 Karakteristične faze izgradnje i montaže čelične konstrukcije mosta preko rijeke Bosne u Zenici