

SPREGNUTE KONSTRUKCIJE - RAČUNSKI PRIMJER

MOST DOBRČIN - PODGORICA

1. OPIS KONSTRUKCIJE MOSTA

Rasponska konstrukcija mosta je projektovana u statičkom sistemu prosta greda, raspona 28.0m. Visina poprečnog presjeka je konstantna duž raspona i iznosi 142cm. Poprečni presjek rasponske konstrukcije formiraju dva zavarena tankozidna čelična I nosača visine 124cm i armiranobetonska kolovozna ploča promjenjive debljine 18cm-21cm.

Podužni čelični nosači su raspoređeni na međusobnom osovinskom rastojanju od 3.0m i u desetinama raspona povezani sistemom poprečnih nosača. Poprečni nosači su zavareni tankozidni I nosači, raspoređeni na međusobnom osovinskom rastojanju od 2.80m. Montažni nastavci podužnih nosača su predviđeni približno u trećinama raspona ($9.5m + 9.0m + 9.5m = 28.0m$). Projektovani su kao statički pokriveni, a kontinuitet sile je ostvaren u tarnom spoju visokovrijednim prednapregnutim zavrtnjima.

AB kolovozna ploča je promjenjive debljine 18cm – 21cm (računska debljina 18cm), širine 364cm, dvojno armirana mrežastom i rebrastom armaturom i izvodi se kao monolitna..

Rasponska konstrukcija mosta je spregnuta za 85% od stalnih opterećenja i sva ostala eksploataciona opterećenja. Predviđeno je kruto sprezanje, upotrebom krutih moždanika u kombinaciji sa zatvorenim sidrima. Da bi se ostvario projektovani stepen sprezanja, izgradnju objekta treba sprovesti kroz dvije faze.

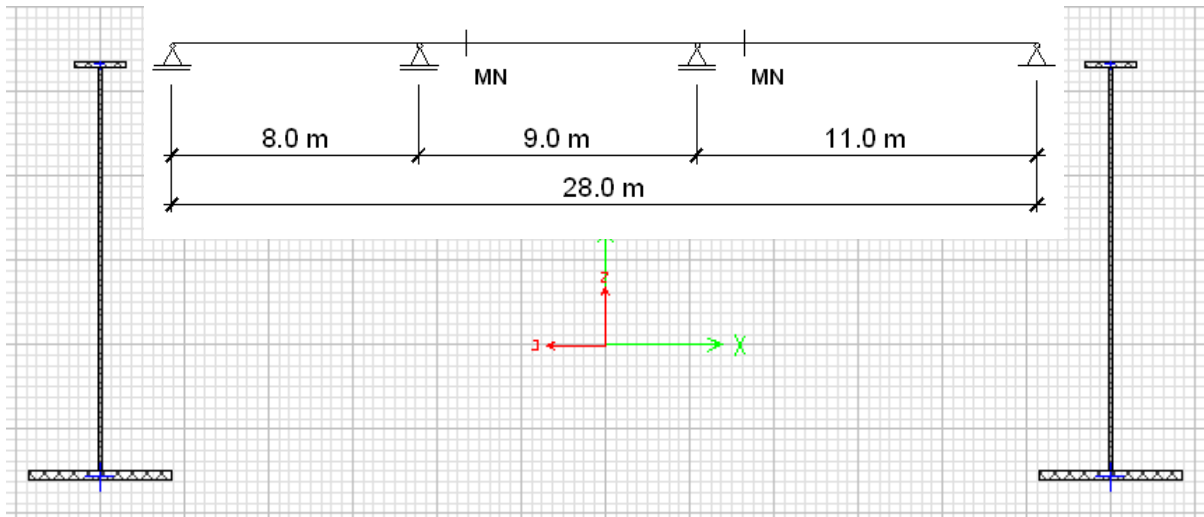
U prvoj fazi izgradnje objekta čelična konstrukcija (roštilj podužnih i poprečnih nosača) se montira u statičkom sistemu kontinualnog nosača na tri polja ($8m + 9m + 11m = 28m$), kome je položaj srednjih oslonaca diktiran položajem postojećih rječnih stubova. Montažni nastavci su locirani na 9.5m mjereno od oba oporca, tako da se sistem može montirati iz tri montažne jedinice prethodno okrupnjene na poligonu za montažu. Podužni nosači su projektovani sa nadvišenjem od 60mm kojim se predviđa kompenzacija procijenjenog ugiba objekta usljed stalnih opterećenja. Montažu čelične konstrukcije treba započeti nakon izgradnje oporaca, privremene montaže svih ležišta i precizne nivelacije privremenih oslonaca na postojećim rječnim stubovima. Nakon okončane montaže čelične konstrukcije mosta slijede radovi na betoniranju AB kolovozne ploče u širini od 364cm, u svemu prema projektnoj dokumentaciji. Pri montaži čeličnog dijela konstrukcije, obavezno treba predvidjeti montažne spregove u cilju očuvanja geometrije sistema i stabilnosti za fazu montaže.

Početak druge faze izgradnje objekta definisan je trenutkom uklanjanja privremenih oslonaca sa postojećih rječnih stubova. Privremeni oslonci moraju biti aktivni najmanje 28 dana od dana betoniranja AB kolovozne ploče. Do trenutka uklanjanja privremenih oslonaca potrebno je redovno geodetski pratiti visinske kote svih oslonačkih tačaka i kompenzovati njihova eventualna neželjena relativna pomjeranja.

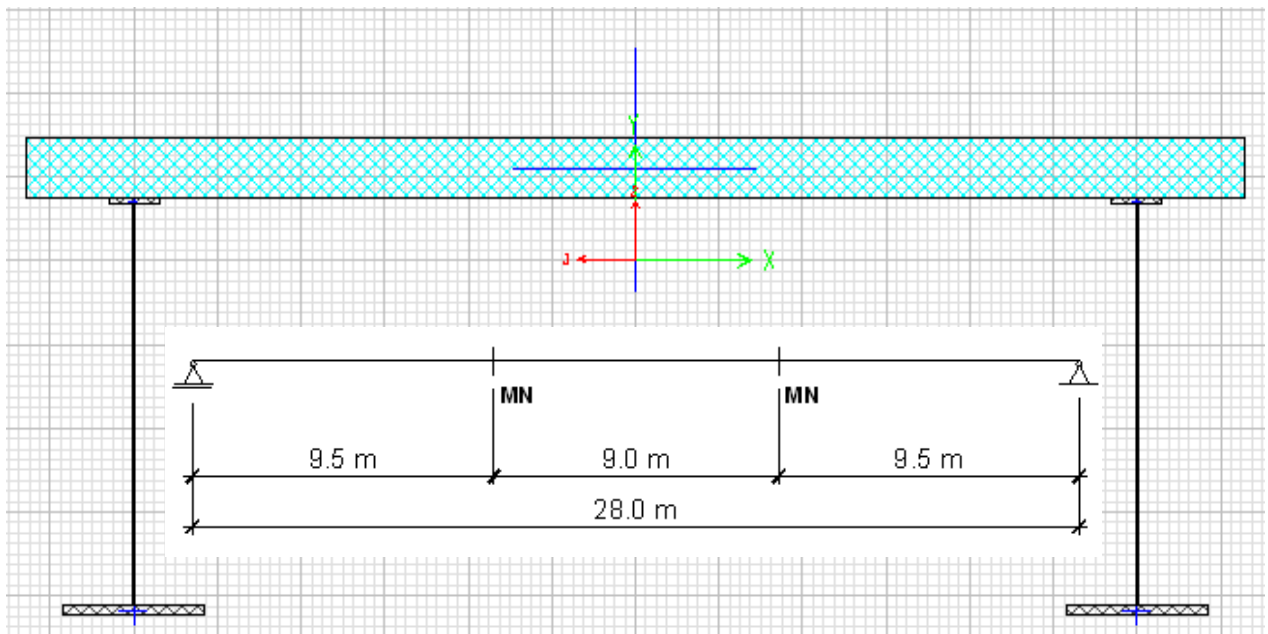
Oslanjanje rasponske konstrukcije na oporce mosta ostvaruje se sa po dva lončasta ležišta. Na oporcu sa stacionažom 0+076.05 (početak mosta) su predviđena dva nepokretna ležišta, u podužnom i poprečnom smislu. Na oporcu sa stacionažom 1+004.45 (kraj mosta) su predviđena dva podužno pokretna i poprečno nepokretna ležišta.

Na narednim skicama daju se statički sistemi i računski poprečni presjeci po fazama izgradnje.

faza I – faza čeličnog presjeka



faza II – faza spregnutog presjeka



2. ANALIZA OPTEREĆENJA

2.1 STALNA OPTEREĆENJA

AB ploča 18 <i>cm</i>	$0.18 \cdot 25 =$	4.50 kN/m^2
-----------------------	-------------------	-----------------------

Čelična konstrukcija		1.10 kN/m^2
----------------------	--	-----------------------

$$\Sigma_1 = 5.60 \text{ kN/m}^2$$

$$g_1 = 5.60 \text{ kN/m}^2 \times 4.00 \text{ m} = 22.40 \text{ kN/m}'$$

Ostali stalni tereti:

Betonska odbojna ograda sa vijencem	$10 / 4.00 =$	2.50 kN/m^2
-------------------------------------	---------------	-----------------------

Instalacije	$1.0 / 4.00 =$	0.25 kN/m^2
-------------	----------------	-----------------------

Asfalt beton 7 <i>cm</i>		1.75 kN/m^2
--------------------------	--	-----------------------

Hidroizolacija		0.25 kN/m^2
----------------	--	-----------------------

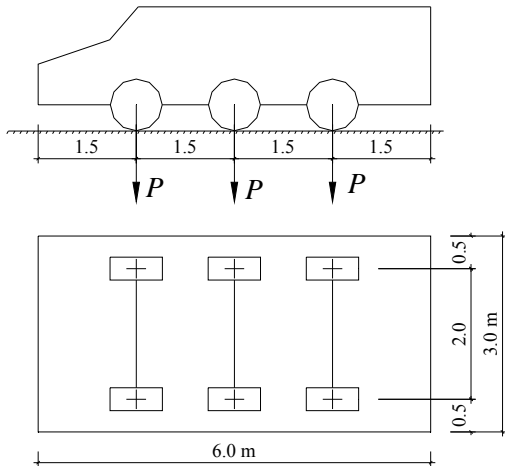
$$\Sigma_2 = 4.75 \text{ kN/m}^2$$

$$g_2 = 4.75 \text{ kN/m}^2 \times 4.00 \text{ m} = 19.0 \text{ kN/m}'$$

2.2 SAOBRAĆAJNO OPTEREĆENJE

Kategorija mosta III

Racunška šema V300



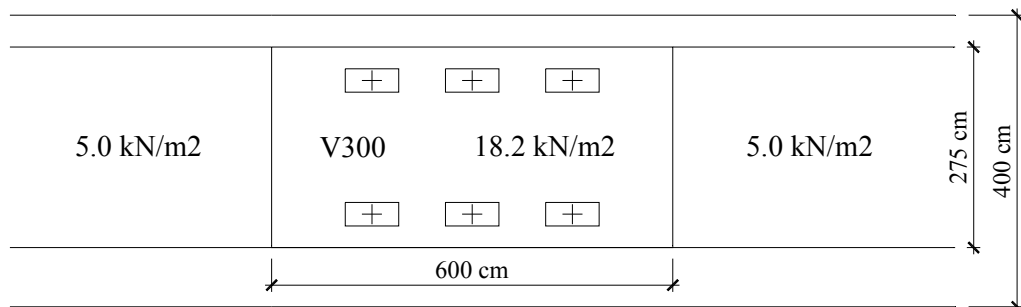
opterećenje po jednom točku:

$$P = 50 \text{ kN} \quad (\text{V } 300)$$

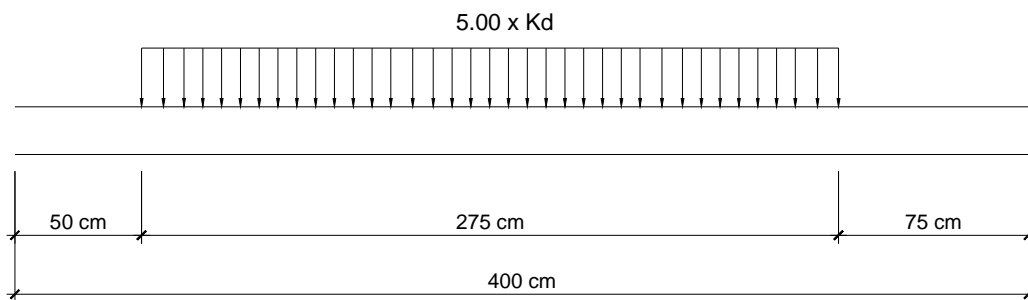
zamjenjujuće podijeljeno opterećenje:

$$p = 300 / 6.0 / 2.75 = 18.2 \text{ kN/m}^2$$

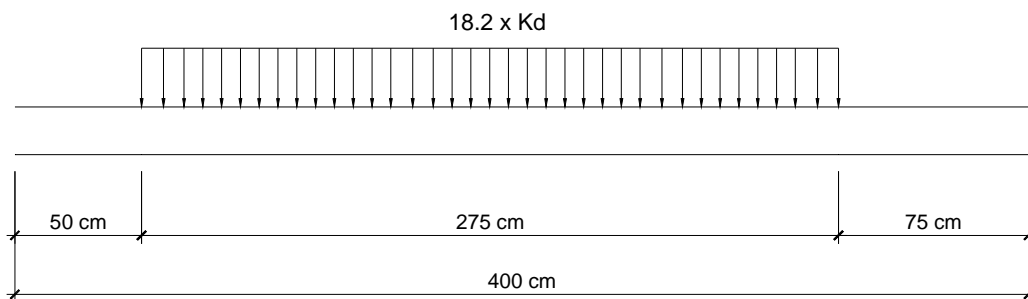
$$p_I = 5.0 \text{ kN/m}^2$$



OPTERECENJE ISPRED I IZA VOZILA



OPTERECENJE U ZONI VOZILA



$$K_d = 1.4 - 0.008 \times 28.0 = 1.18$$

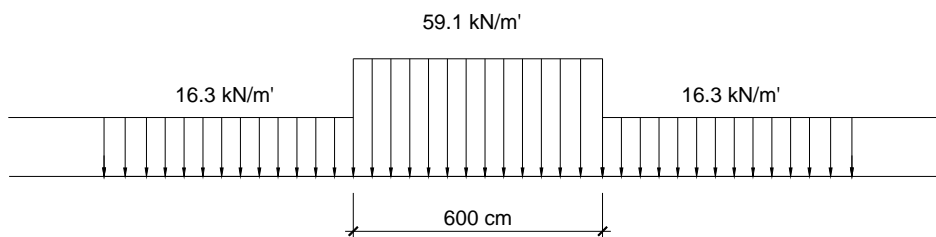
$$p_1 = 18.2 \times 2.75 \times 1.18 = 59.1 \text{ kN/m'}$$

$$p_2 = 5.00 \times 2.75 \times 1.18 = 16.3 \text{ kN/m'}$$

$$e_1 = e_2 = e = 200 - (50 + 275/2) = 12.5 \text{ cm}$$

zanemaruje se ekscentricitet saobračajnog opterećenja

ŠEMA OPTERECENJA



2.3 OPTEREĆENJE VJETROM

Analiza objekta na dejstvo sila vjetra radi se shodno odredbama *JUS U.C7.110-113/91*

$$W = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot [v_{m,50,10} \cdot k_t \cdot k_T]^2 \cdot 10^{-3} \cdot K_z^2 \cdot S_z^2 \cdot G_H \cdot C_f \cdot A \quad [kN]$$

ρ	$= 1.225 \text{ kg/m}^3$	- gustina vazduha
$v_{m,50,10}$	$= 26.0 \text{ m/s}$	- osnovna brzina vjetra
k_t	$= 1.0$	- faktor vremenskog intervala osrednjavanja $t = 3600 \text{ s}$
k_T	$= 1.0$	- faktor povratnog perioda (neopterećen most)
k_T	$= 0.858$	- faktor povratnog perioda (opterećen most)
k_T	$= 0.793$	- faktor povratnog perioda (most u izgradnji)
K_z^2	$= 1.0$	- faktor eksp. za hrapavost terena „B“ i za visinu $h \leq 10m$
S_z	$= 1.0$	- faktor topografije terena
G_H	$= 2.0$	- dinamički koeficijent, glavni nosači, ležišta i stubovi
C_f	$= 1.35$	- opterećen most (kolovozna konstrukcija)
C_f	$= 1.60$	- opterećen most (saobraćajna traka)
C_f	$= 1.6 \times (h/b) + 1$ $\cong 1.6 \times 1.5/4 + 1 = 1.6$	- neopterećen most

opterećenje vjetrom – opterećen most

$$W = \frac{1}{2} \cdot 1.225 \cdot [26.0 \cdot 1.0 \cdot 0.858]^2 \cdot 10^{-3} \cdot 1.0 \cdot 1.0^2 \cdot 2.0 \cdot [1.35 \cdot 1.7 + 1.6 \cdot (3.5 - 0.2)]$$
$$W = 4.62 \text{ kN/m'}$$

opterećenje vjetrom – neopterećen most

$$W = \frac{1}{2} \cdot 1.225 \cdot [26.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0]^2 \cdot 10^{-3} \cdot 1.0 \cdot 1.0^2 \cdot 2.0 \cdot 1.6 \cdot 1.7 = 2.25 \text{ kN/m'}$$

2.4 SEIZMIČKO OPTEREĆENJE

Analiza konstrukcije na seizmička dejstva sprovodi se primjenom spektralne analize. Usvojen je projektni spektar prema Eurocode 8 – part2: Bridges, sa konstrukcijskim prigušenjem 5% i maksimalnim ubrzanjem tla za povratni period od 100 godina:

$$T = 100\text{god.} \Rightarrow a_{\max 100} = 0.148g = 1.45 \text{ m/sec}^2 \Rightarrow \text{faktor ponašanja} = 1$$

Masa konstrukcije se tretira kao raspodijeljena, od stalnog opterećenja i polovine korisnog (saobraćajnog) opterećenja. U modalnoj analizi tretira se prvih 20 tonova oscilovanja.

Maksimalno (projektno) ubrzanje tla je usvojeno prema Elaboratu o geotehničkim uslovima fundiranja predmetnog mosta. U konsultacijama sa Projektantom geomehaničkog elaborata, projektno ubrzanje tla je poistovjećeno sa ubrzanjem na osnovnoj stijeni (0.148g).

2.5 OPTEREĆENJE TEMPERATUROM

$t = \pm 35^{\circ} C$ - čelik

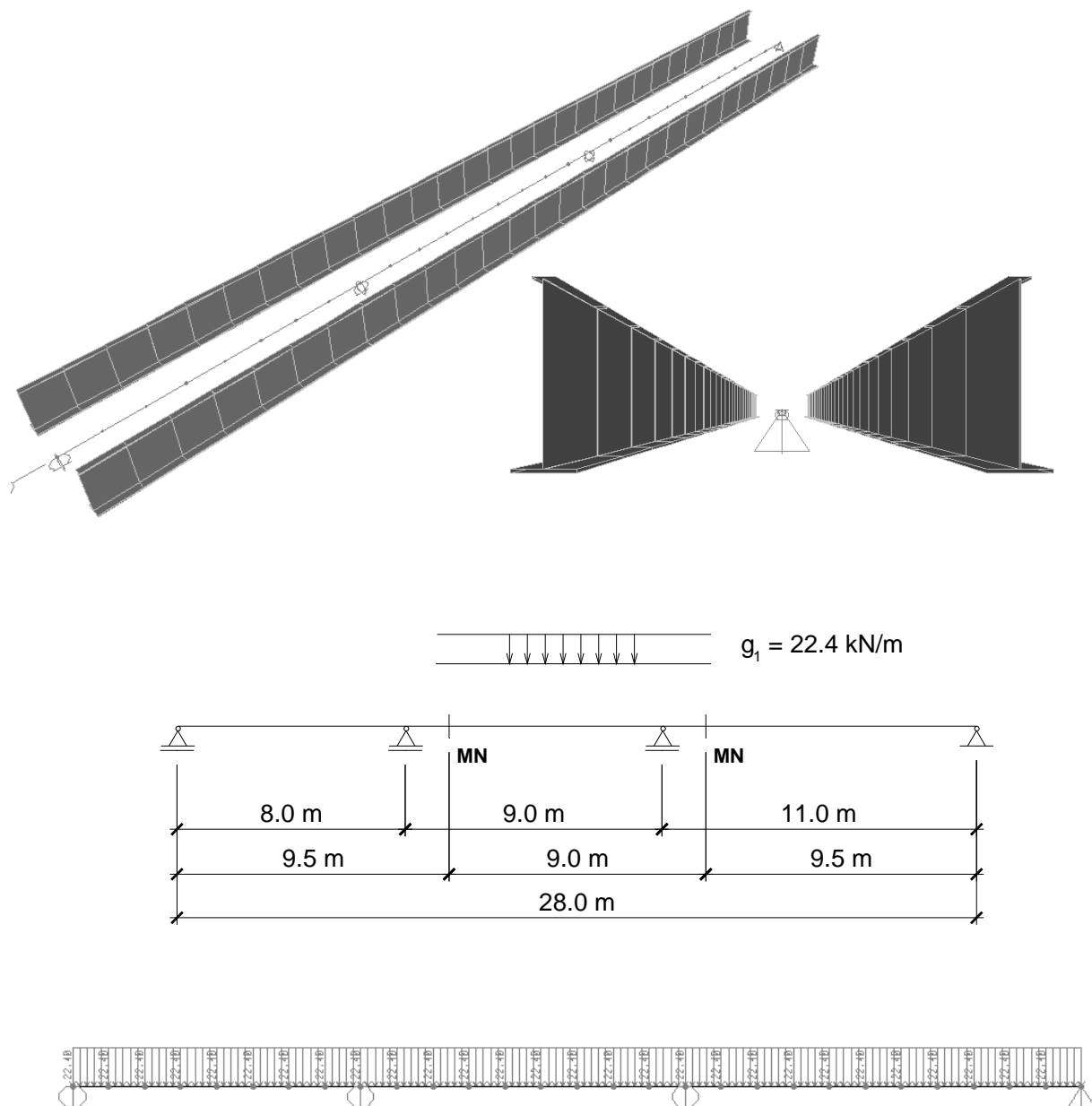
$t = \pm 25^{\circ} C$ - beton

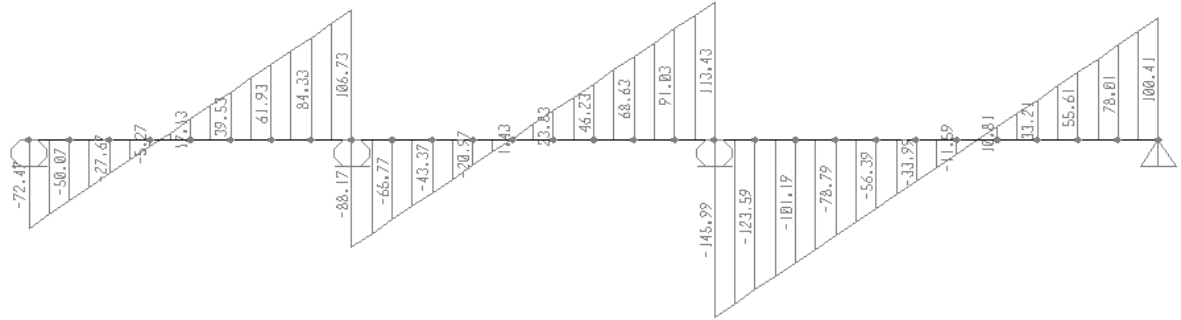
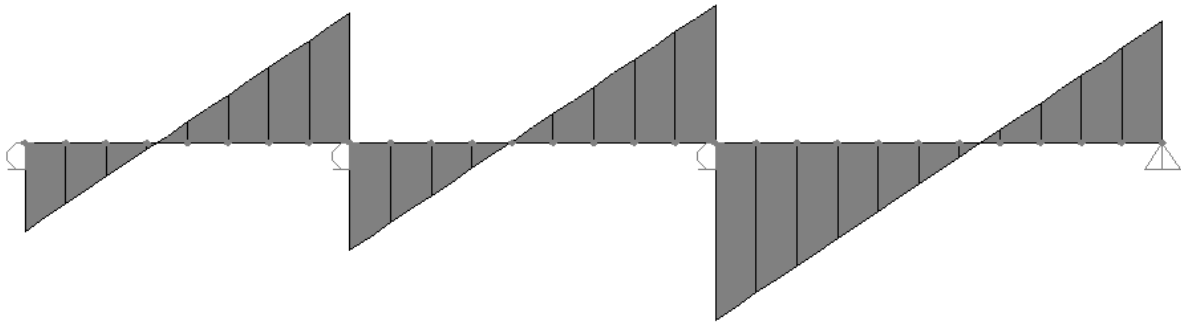
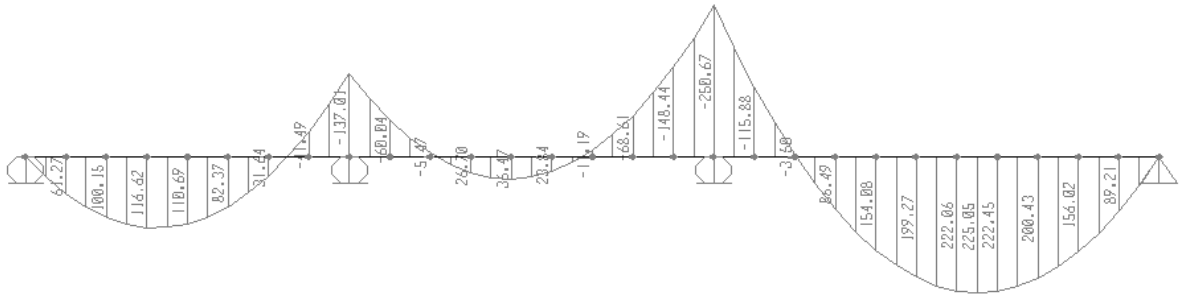
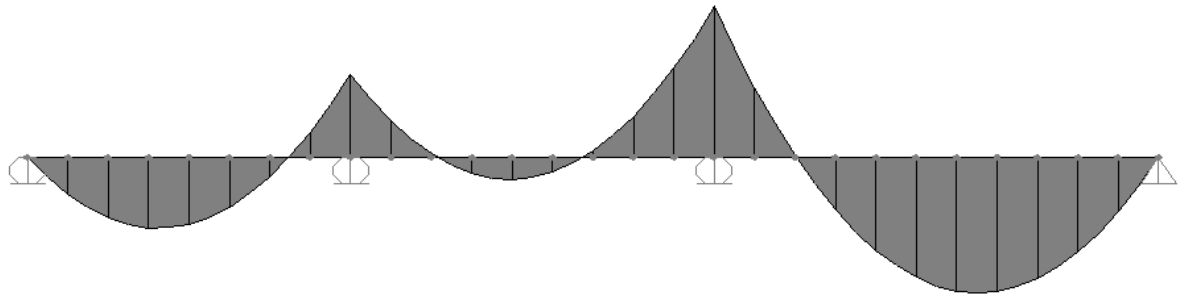
3. PRORAČUN RASPONSKE KONSTRUKCIJE

3.1 STATIČKI UTICAJI

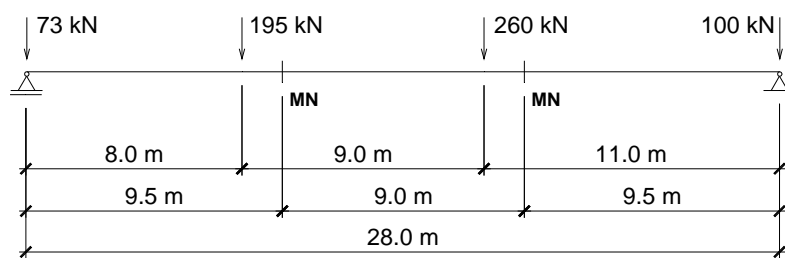
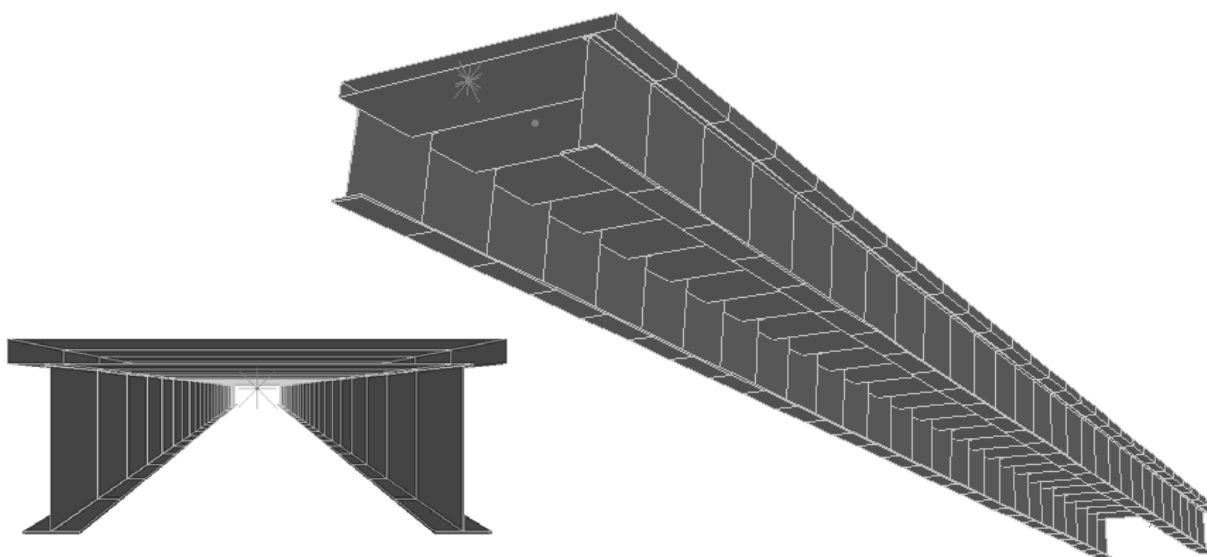
Vrijednosti momenata savijanja, transverzalnih sila i oslonačkih reakcija, na svim priloženim dijagramima su dati u kN i kNm.

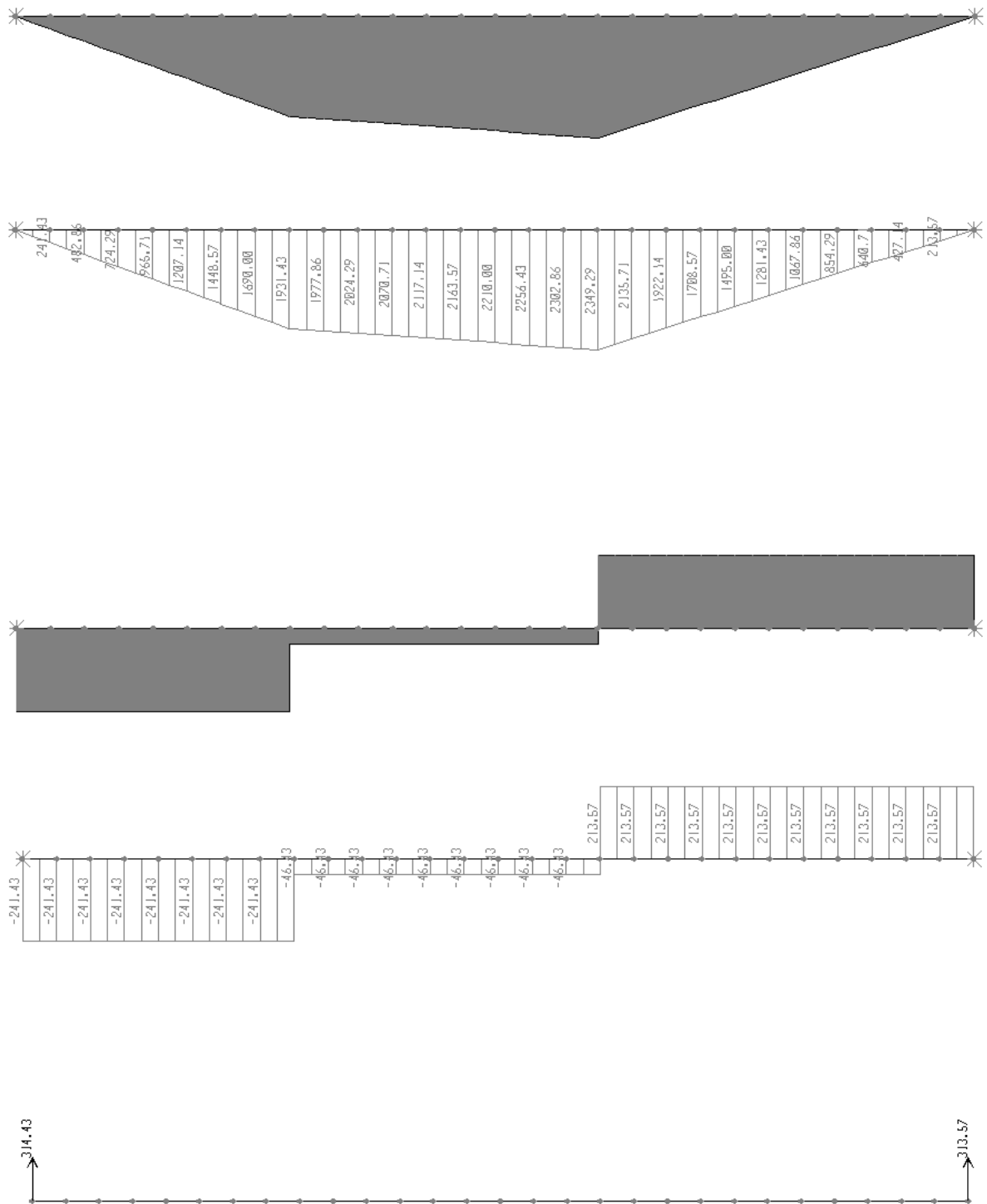
STALNO OPTEREĆENJE – faza čeličnog presjeka – g_1



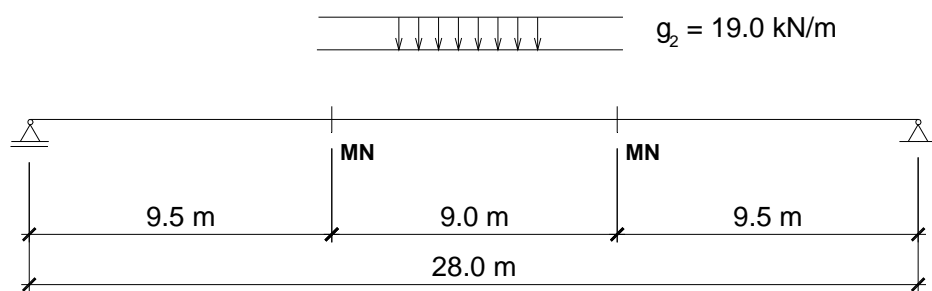
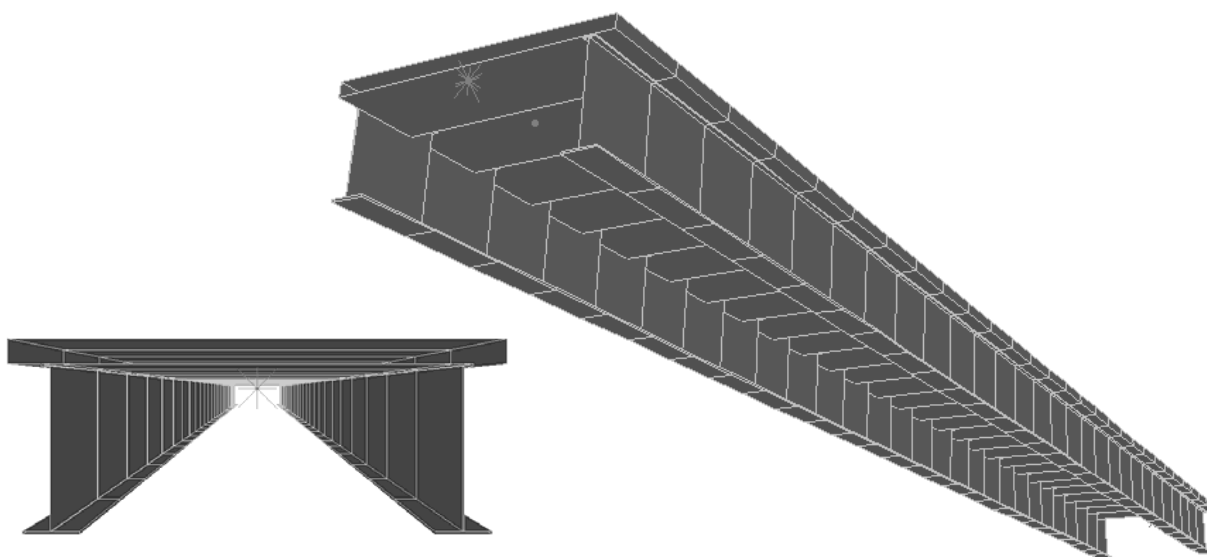


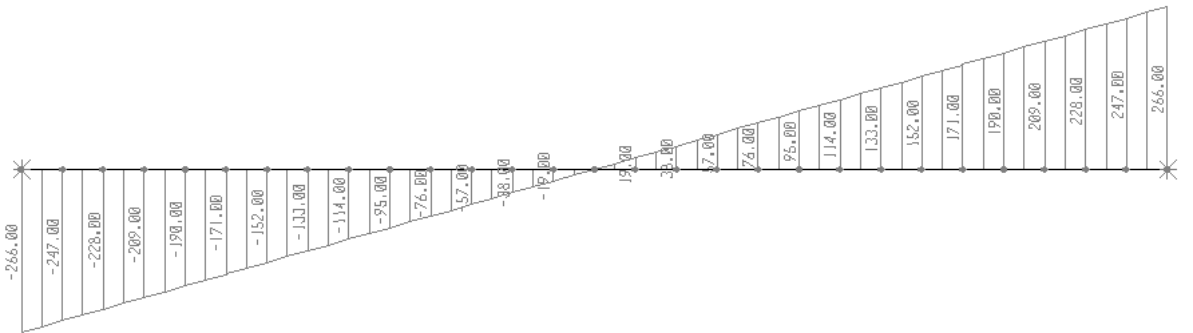
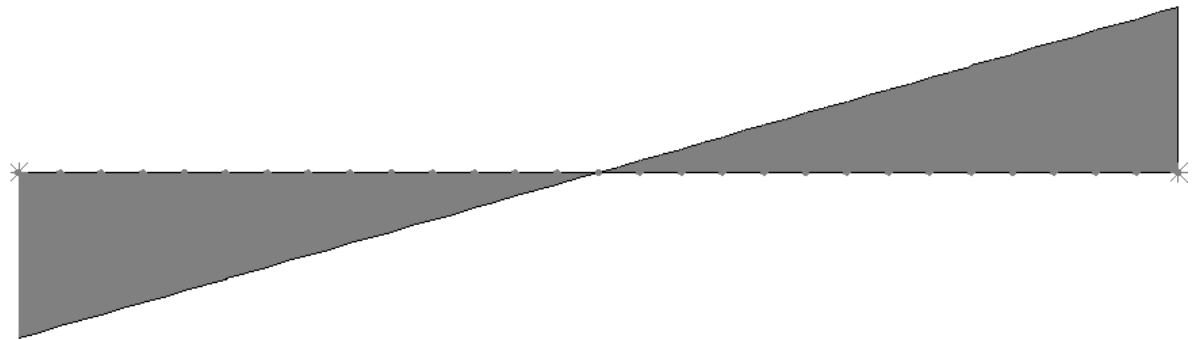
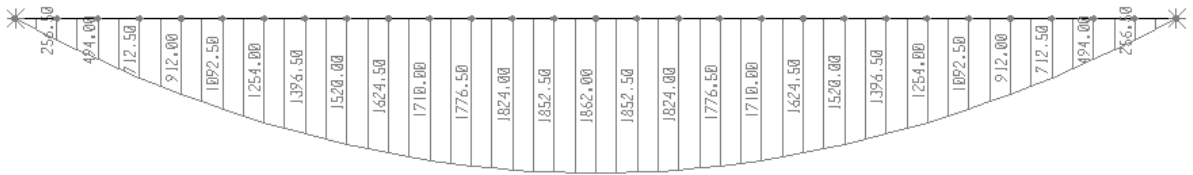
STALNO OPTEREĆENJE – faza spregnutog presjeka – g_1



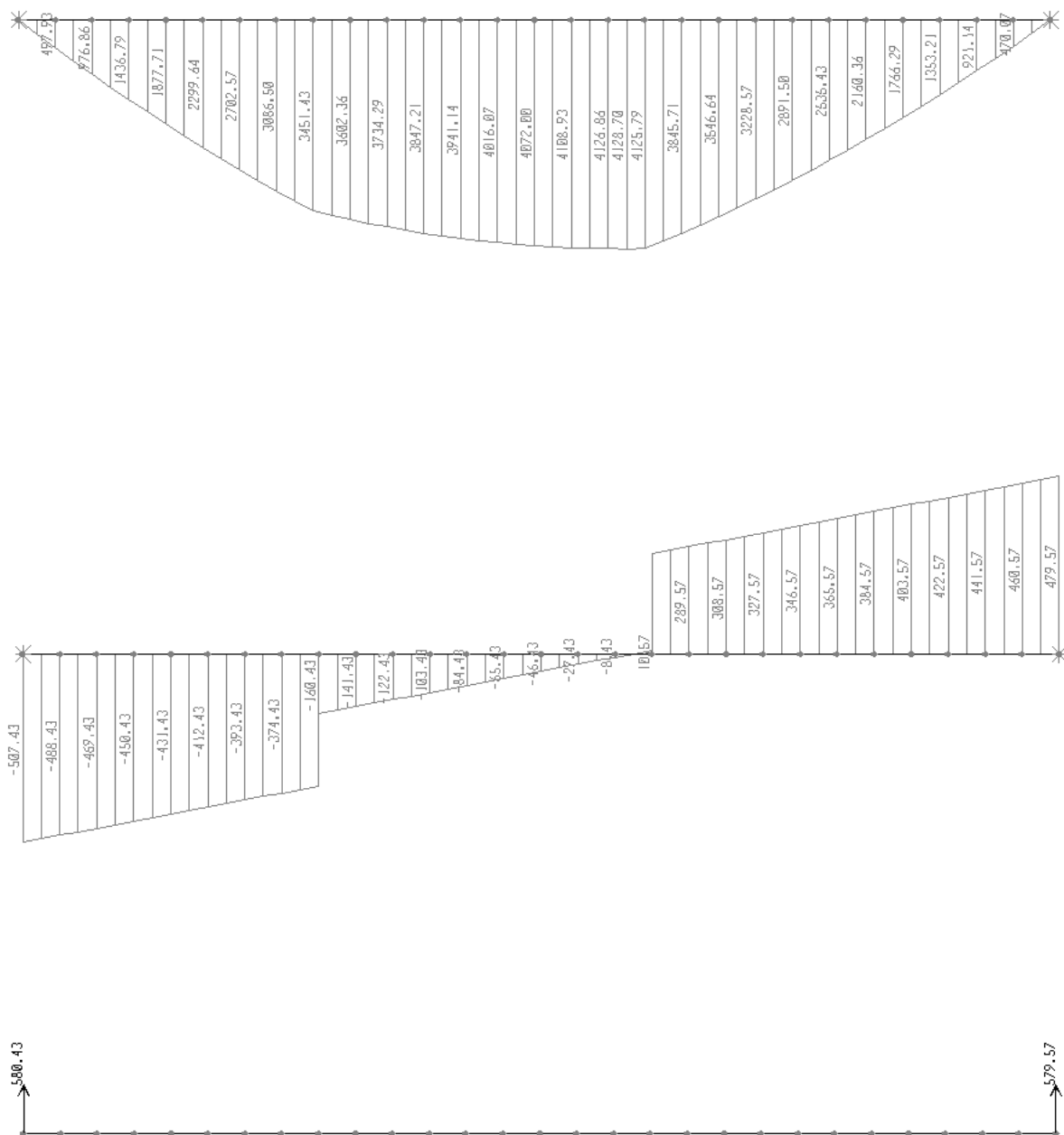


STALNO OPTEREĆENJE – faza spregnutog presjeka – g_2

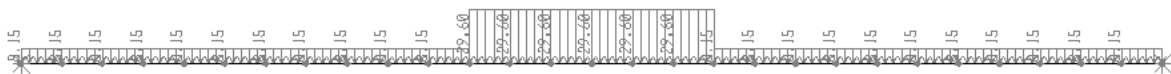
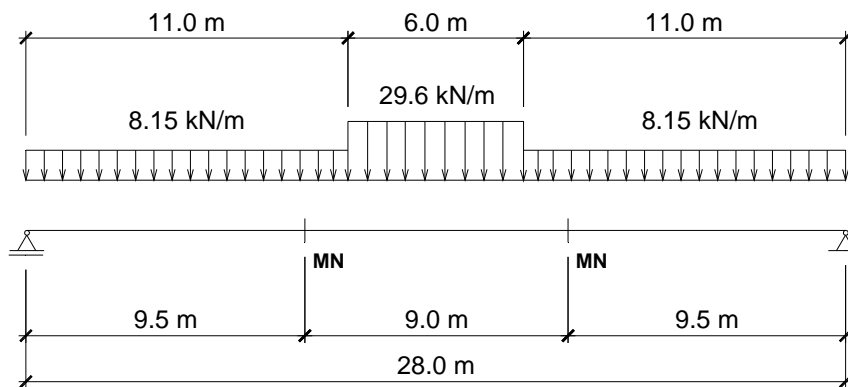
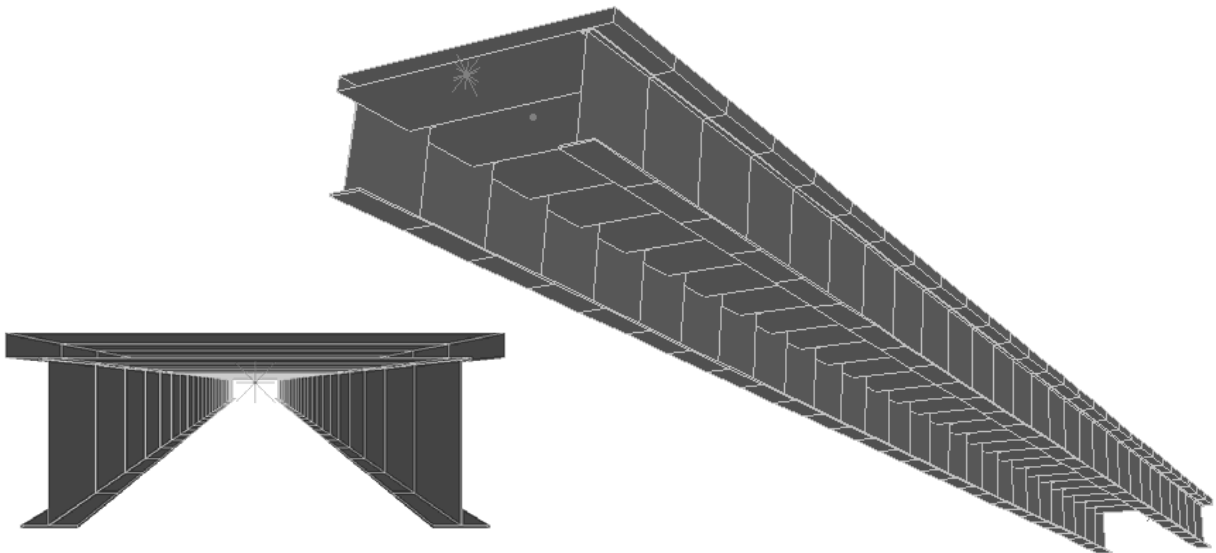


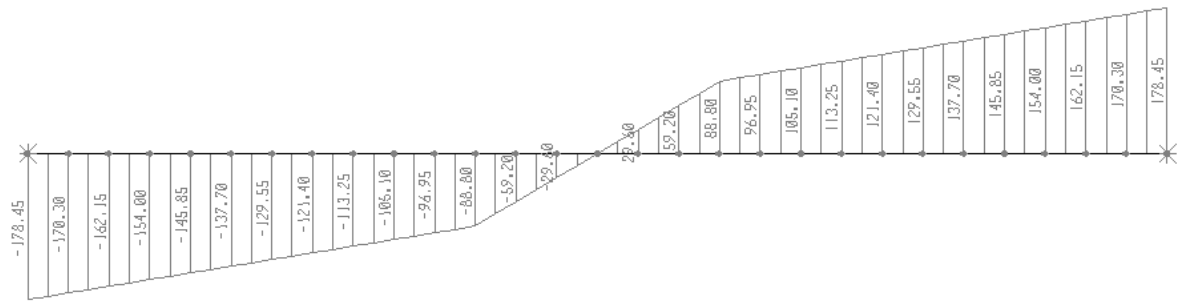
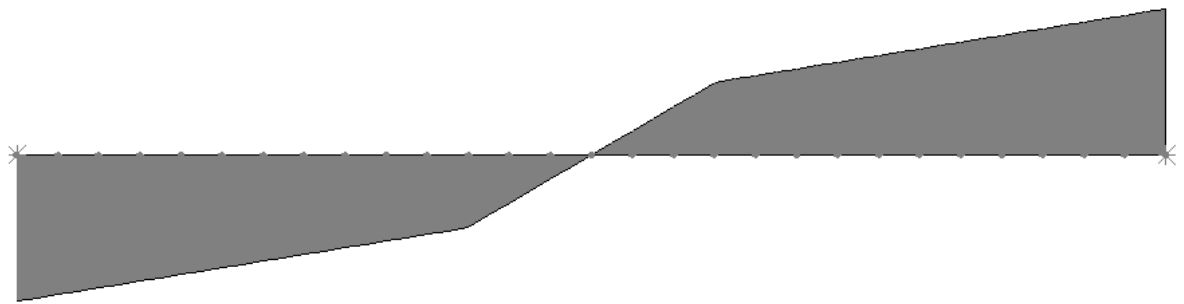
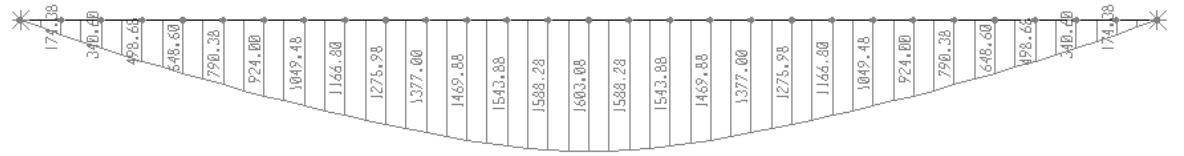


STALNO OPTEREĆENJE – faza spregnutog presjeka – $g_1 + g_2$

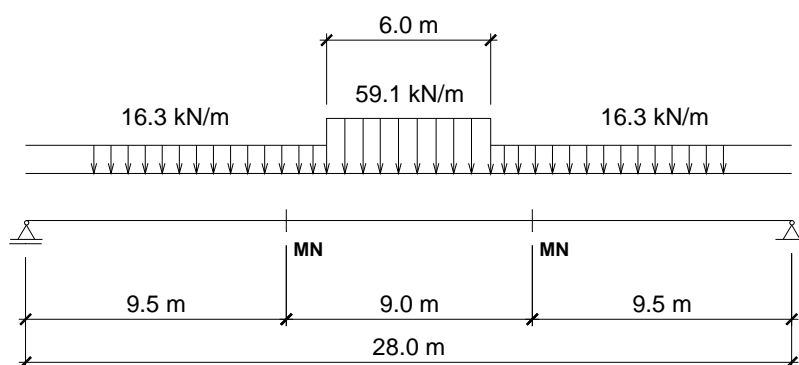
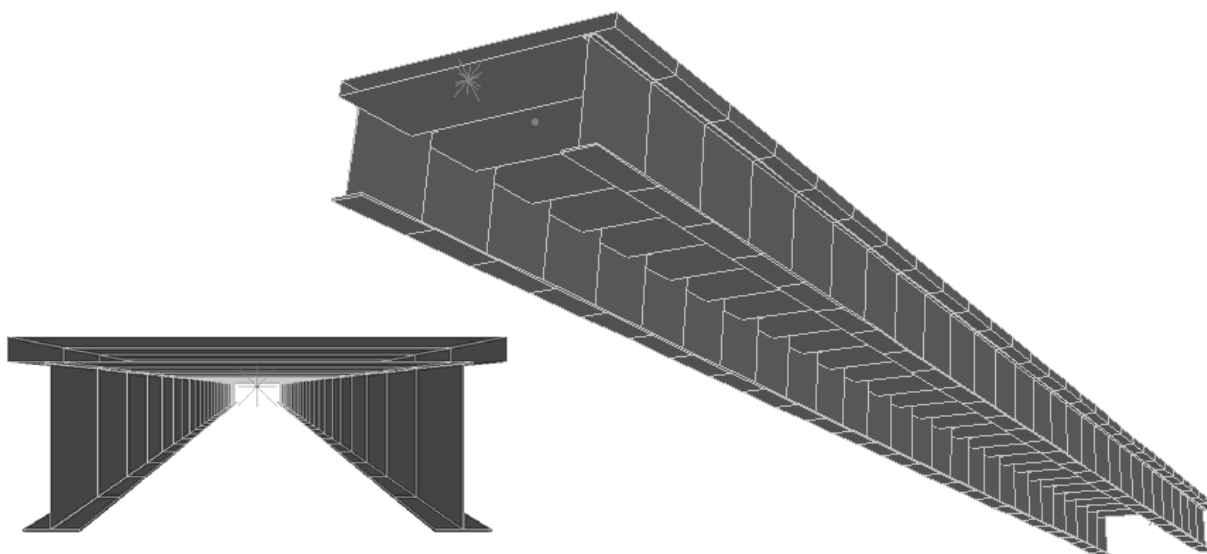


SAOBRAĆAJNO OPTEREĆENJE – faza spregnutog presjeka – p/2





SAOBRAĆAJNO OPTEREĆENJE – faza spregnutog presjeka – p



Define Vehicles

Vehicles

V300

General Vehicle Data

Vehicle name: Units:

Floating Axle Loads

	Value	Width Type	Axle Width
For Lane Moments	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="One Point"/>	<input type="text"/>
For Other Responses	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="One Point"/>	<input type="text"/>

Double the Lane Moment Load when Calculating Negative Span Moments

Usage

Lane Negative Moments at Supports
 Interior Vertical Support Forces
 All other Responses

Min Dist Allowed From Axle Load

Lane Exterior Edge:

Lane Interior Edge:

Length Effects

Axle:

Uniform:

Loads

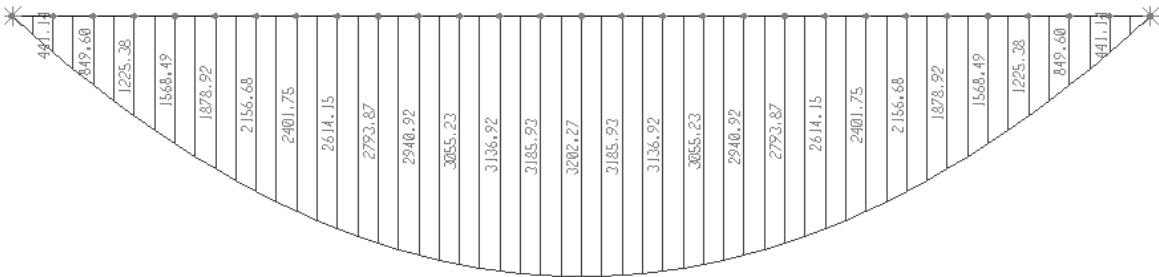
Load Length Type	Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Uniform Width Type	Uniform Width	Axle Load	Axle Width Type	Axle Width
Leading Load	Infinite		16.3	Zero Width		0.	One Point	
Leading Load	Infinite		16.3	Zero Width		0.	One Point	
Fixed Length	6.		59.1	Zero Width		0.	One Point	
Trailing Load	Infinite		16.3	Zero Width				

Vehicle Applies To Straddle (Adjacent) Lanes Only Straddle Reduction Factor:

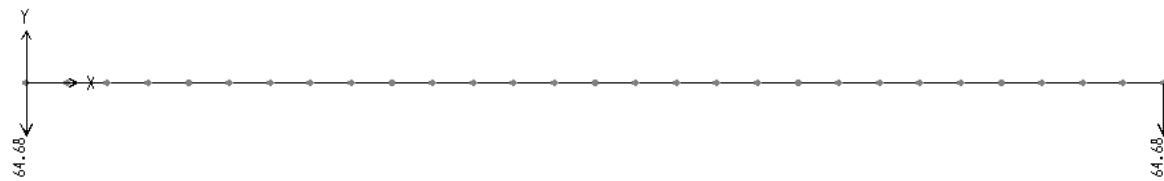
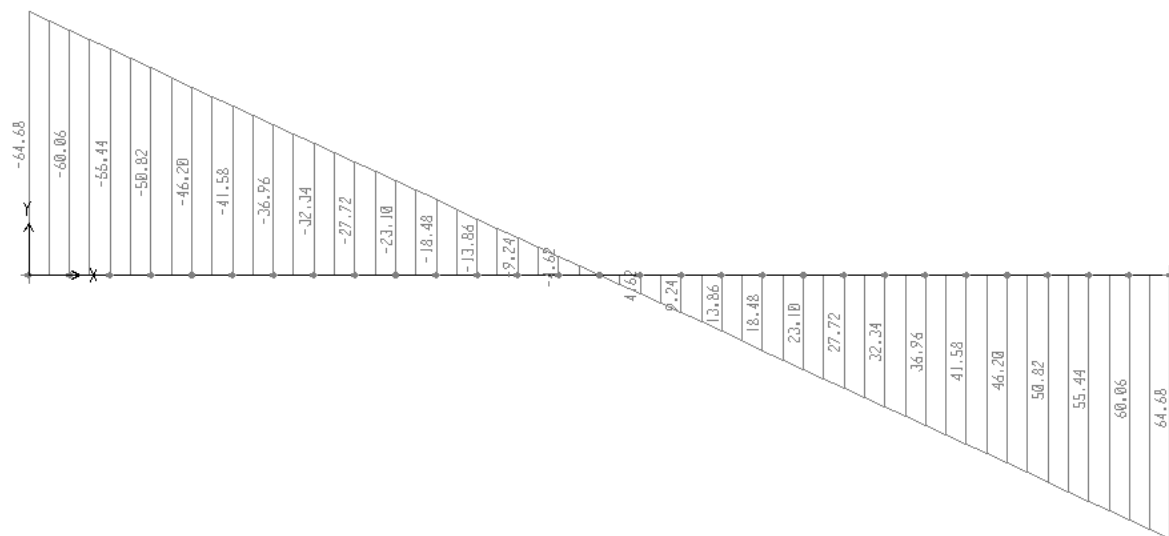
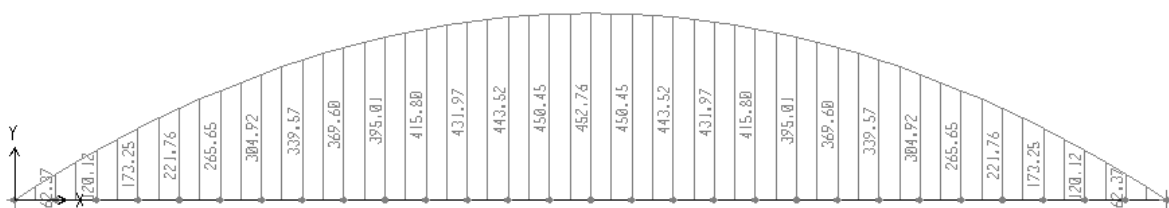
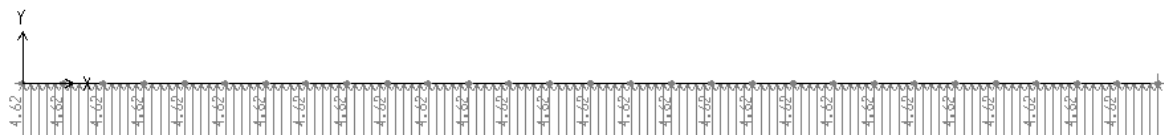
Vehicle Remains Fully In Lane (In Lane Longitudinal Direction)

Load Plan

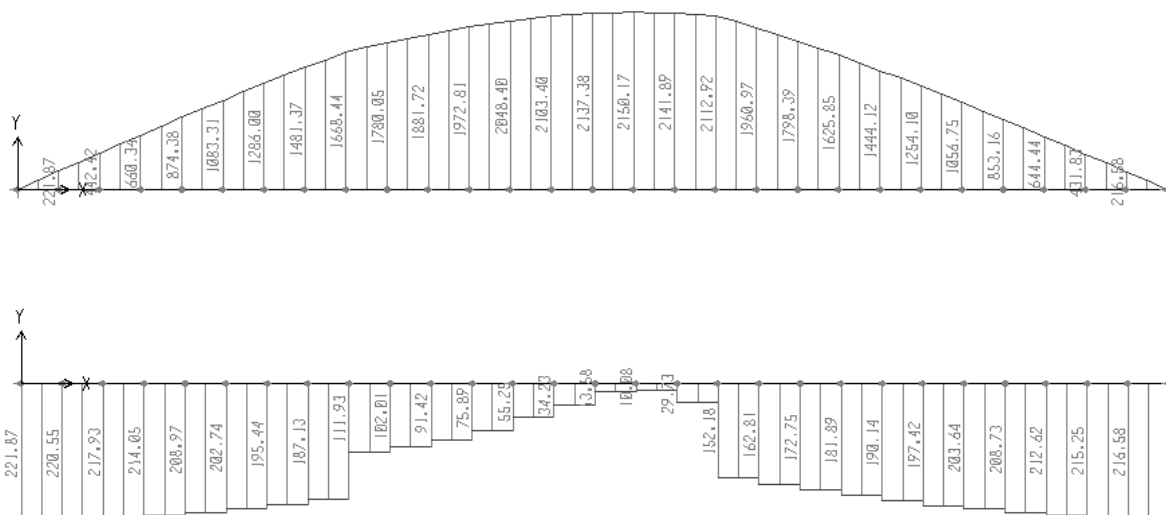
Load Elevation



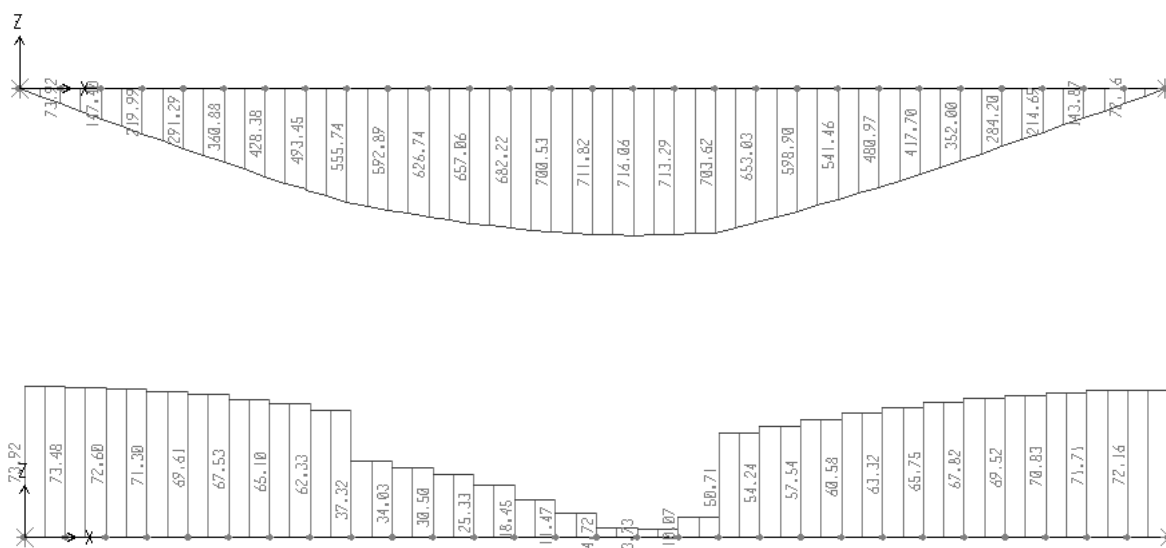
OPTEREĆENJE VJETROM – faza spregnutog presjeka – w



SEIZMIČKO OPTEREČENJE – faza spregnutog presjeka – Y pravac



SEIZMIČKO OPTEREČENJE – faza spregnutog presjeka – Z pravac



3.2 GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA

Mehaničke karakteristike materijala

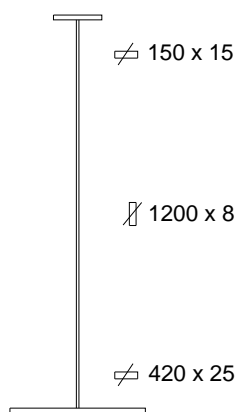
$$\checkmark 0562 \Rightarrow E_s = 210 \text{ Gpa}, \quad \sigma_v = 36 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \rightarrow \sigma_{doz}^I = \frac{36.0}{1.5} = 24.0 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{RA 400/500} \Rightarrow E_s = 210 \text{ Gpa}, \quad \sigma_v = 40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{MAG 500/560} \Rightarrow E_s = 210 \text{ Gpa}, \quad \sigma_v = 50 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad n = \frac{E_s}{E_b} = 5.97$$

$$\text{MB 45} \Rightarrow E_b = 9.25 \cdot \sqrt[3]{45 + 10} = 35.18 \text{ GPa} \quad \sigma_{sr,doz} = 1.08 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \sigma_{iv,doz} = 1.72 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Geometrijske karakteristike – čelični dio poprečnog presjeka



$$A_s = 223.5 \text{ cm}^2$$

$$x_s = 39.84 \text{ cm}$$

$$I_s = 477450 \text{ cm}^4$$

$$W_{3s} = 5673 \text{ cm}^3$$

$$W_{4s} = 11984 \text{ cm}^3$$

Geometrijske karakteristike – betonski dio poprečnog presjeka

$$h_v = 0.0 \text{ cm} \quad - \text{ visina vute}$$

$$d_p = 18.0 \text{ cm} \quad - \text{ debljina ploče}$$

$$b_{lo} = 32.0 \text{ cm} \quad - \text{ pripadajuća širina ploče (lijevo)}$$

$$b_{do} = 150.0 \text{ cm} \quad - \text{ pripadajuća širina ploče (desno)}$$

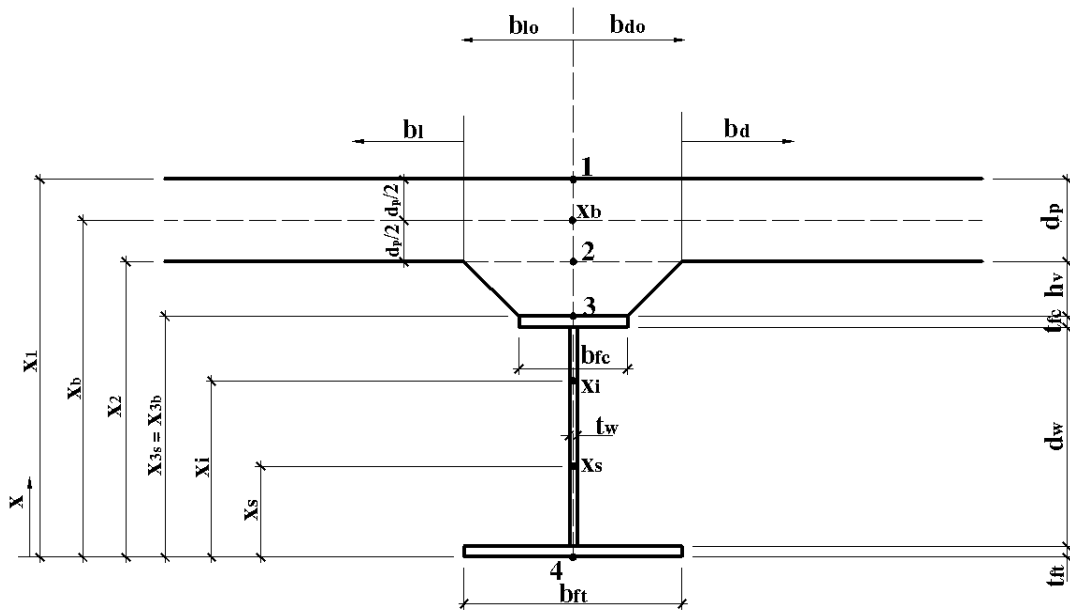
$$b = b_{lo} + b_{do} = 182 \text{ cm} \quad - \text{ pripadajuća širina ploče (ukupno)}$$

$$b_e = 179.6 \text{ cm} \quad - \text{ efektivna pripadajuća širina ploče}$$

$$A_b = d_p \cdot b_e = 3234 \text{ cm}^2 \quad - \text{ površina betonskog dijela presjeka}$$

$$I_b = 87317 \text{ cm}^4 \quad - \text{ momenat inercije betonskog dijela presjeka}$$

Geometrijske karakteristike – idealizovani poprečni presjek, $t = 0$



$$v_b = \frac{E_b}{E_s} = \frac{1}{n} = 0.1675$$

$$A_{br} = A_b \div n = 541.7 \text{ cm}^2$$

$$I_{br} = I_b \div n = 14627 \text{ cm}^4$$

$$x_s = 39.84 \text{ cm}$$

$$x_b = 133.0 \text{ cm}$$

$$x_i = 105.8 \text{ cm}$$

$$x_1 = 142.0 \text{ cm}$$

$$x_2 = 124.0 \text{ cm}$$

$$x_{3s} = x_{3b} = 124.0 \text{ cm}$$

$$x_4 = 0 \text{ cm}$$

$$A_i = A_s + A_{br} = 765.2 \text{ cm}^2$$

$$I_i = I_s + A_s \cdot (x_i - x_s)^2 + I_{br} + A_{br} \cdot (x_i - x_b)^2 = 1865200 \text{ cm}^4$$

$$W_{1i} = 51513 \text{ cm}^3$$

$$W_{2i} = 102430 \text{ cm}^3$$

$$W_{3i} = 102430 \text{ cm}^3$$

$$W_{4i} = 17631 \text{ cm}^3$$

Geometrijske karakteristike – idealizovani poprečni presjek, $t = \infty$

$$d_m = \frac{2 \cdot A_b}{O} = \frac{2 \cdot 3234}{179.6 + 18 + 179.6 - 15} = 17.9 \text{ cm}$$

relativna vlažnost sredine je 70 %

u trenutku opterećivanja beton je star 28 dana

$$\varepsilon_{s\infty} = 0.34\text{‰} \quad \varphi_\infty = 2.6$$

$$E_{b\varphi} = \frac{2}{2 + \varphi} \cdot E_b = \frac{2}{2 + 2.6} \cdot 35.18 = 0.4348 \cdot 35.18 = 15.3 \text{ GPa}$$

$$\nu_{b\varphi} = \frac{E_{b\varphi}}{E_s} = \frac{15.3}{210} = 0.0729 \quad \rho = \frac{\varphi}{2 + \varphi} = \frac{2.6}{2 + 2.6} = 0.5652 \quad \frac{2}{2 + \varphi} = \frac{2}{2 + 2.6} = 0.4348$$

$$A_{b\varphi} = 0.4348 \cdot A_{br} = 0.4348 \cdot 541.7 = 235.5 \text{ cm}^2$$

$$I_{b\varphi} = 0.4348 \cdot I_{br} = 0.4348 \cdot 14627 = 6360 \text{ cm}^4$$

$$x_s = 39.84 \text{ cm}$$

$$x_b = 133.0 \text{ cm}$$

$$x_{i\varphi} = 87.64 \text{ cm}$$

$$x_1 = 142.0 \text{ cm}$$

$$x_2 = 124.0 \text{ cm}$$

$$x_{3s} = x_{3b} = 124.0 \text{ cm}$$

$$x_4 = 0 \text{ cm}$$

$$A_{i\varphi} = A_s + A_{b\varphi} = 223.5 + 235.5 = 459 \text{ cm}^2$$

$$I_{i\varphi} = I_s + A_s \cdot (x_{i\varphi} - x_s)^2 + I_{b\varphi} + A_{b\varphi} \cdot (x_{i\varphi} - x_b)^2 = 1479020 \text{ cm}^4$$

$$W_{1i\varphi} = 27208 \text{ cm}^3$$

$$W_{2i\varphi} = 40677 \text{ cm}^3$$

$$W_{3i\varphi} = 40677 \text{ cm}^3$$

$$W_{4i\varphi} = 16876 \text{ cm}^3$$

3.3 KONTROLA NAPONA – SPREGNUTI PRESJEK (t = 0)

FAZA I: $\sigma = \frac{M_{g1}}{W_{3s}} = \frac{1120/2}{5673} = 0.1 \frac{kN}{cm^2} \leq \sigma_{doz}$ - tačka 3 - g₁

$\sigma = \frac{M_{g1}}{W_{4s}} = \frac{1120/2}{11984} = -0.05 \frac{kN}{cm^2} \leq \sigma_{doz}$ - tačka 4 - g₁

FAZA II: $\sigma = \frac{M_g}{W_{li}} \cdot \frac{1}{n} = \frac{407200/2}{51513} \cdot \frac{1}{5.97} = -0.66 \frac{kN}{cm^2} \leq \sigma_{doz}$ - tačka 1 - g₁ + g₂

$\sigma = \frac{M_g}{W_{3i}} \cdot \frac{1}{n} = \frac{407200/2}{102430} \cdot \frac{1}{5.97} = -0.33 \frac{kN}{cm^2} \leq \sigma_{doz}$ - tačka 3_b - g₁ + g₂

$\sigma = \frac{M_g}{W_{3i}} = \frac{407200/2}{102430} = -1.98 \frac{kN}{cm^2} \leq \sigma_{doz}$ - tačka 3_s - g₁ + g₂

$\sigma = \frac{M_g}{W_{4i}} = \frac{407200/2}{17631} = 11.54 \frac{kN}{cm^2} \leq \sigma_{doz}$ - tačka 4 - g₁ + g₂

FAZA III: $\sigma = \frac{M_p}{W_{li}} \cdot \frac{1}{n} = \frac{320200/2}{51513} \cdot \frac{1}{5.97} = -0.52 \frac{kN}{cm^2} \leq \sigma_{doz}$ - tačka 1 - p

$\sigma = \frac{M_p}{W_{3i}} \cdot \frac{1}{n} = \frac{320200/2}{102430} \cdot \frac{1}{5.97} = -0.26 \frac{kN}{cm^2} \leq \sigma_{doz}$ - tačka 3_b - p

$\sigma = \frac{M_p}{W_{3i}} = \frac{320200/2}{102430} = -1.56 \frac{kN}{cm^2} \leq \sigma_{doz}$ - tačka 3_s - p

$\sigma = \frac{M_p}{W_{4i}} = \frac{320200/2}{17631} = 9.08 \frac{kN}{cm^2} \leq \sigma_{doz}$ - tačka 4 - p

σ	NAPON FAZE	STALNO	STALNO	KORISNO	σ _{b, iv, doz} = 1.72 kN/cm ² σ _{s, doz, I} = 24.0 kN/cm ²
		g ₁	g ₁ + g ₂	p	
		I	II	III	Σ I+II+III
	TAČKA 1 [kN/cm ²]	0.00	- 0.66	- 0.52	- 1.18
	TAČKA 3 [kN/cm ²]	0.00	- 0.33	- 0.26	- 0.59
	TAČKA 3 [kN/cm ²]	0.10	- 1.98	- 1.56	- 3.44
	TAČKA 4 [kN/cm ²]	- 0.05	11.54	9.08	20.57

3.4 KONTROLA NAPONA – SPREGNUTI PRESJEK ($t = \infty$)

3.4.1 UTICAJI OD SKUPLJANJA BETONA

$$N_{\varphi} = N_{sk} = E_{b\varphi} \cdot A_b \cdot \varepsilon_{s\infty} = 1530 \cdot 3234 \cdot 0.00034 = 1682 \text{ kN}$$

$$M_{\varphi} = M_{sk} = N_{sk} \cdot (X_b - X_{i\varphi}) = 1682 \cdot (133 - 87.64) = 1682 \cdot 45.36 = 76295 \text{ kNcm}$$

$$\sigma_s = \frac{N_{\varphi}}{A_{i\varphi}} + \frac{M_{\varphi}}{W_{i\varphi}} \quad \sigma_b = \nu_{b\varphi} \cdot \left(\frac{N_{\varphi}}{A_{i\varphi}} + \frac{M_{\varphi}}{W_{i\varphi}} \right) - E_{b\varphi} \cdot \varepsilon_{s\infty}$$

$$E_{b\varphi} = \frac{2}{2 + \varphi} \cdot E_b = \frac{2}{2 + 2.6} \cdot 35.18 = 0.4348 \cdot 35.18 = 15.3 \text{ GPa}$$

$$\nu_{b\varphi} = \frac{E_{b\varphi}}{E_s} = \frac{15.3}{210} = 0.0729 \quad \varepsilon_{s\infty} = 0.34\text{‰} \quad \varphi_{\infty} = 2.6$$

$$\sigma_b = 0.0729 \cdot \left(-\frac{1682}{459} - \frac{76295}{27208} \right) + 1530 \cdot 0.00034 = -0.47 + 0.52 = 0.05 \text{ kN/cm}^2 \text{ - tačka 1}$$

$$\sigma_b = 0.0729 \cdot \left(-\frac{1682}{459} - \frac{76295}{40677} \right) + 1530 \cdot 0.00034 = -0.40 + 0.52 = 0.12 \text{ kN/cm}^2 \text{ - tačka 3}_b$$

$$\sigma_s = -\frac{1682}{459} - \frac{76295}{40677} = -3.66 - 1.85 = -5.51 \text{ kN/cm}^2 \text{ - tačka 3}_s$$

$$\sigma_s = -\frac{1682}{459} + \frac{76295}{16876} = -3.66 + 4.52 = 0.86 \text{ kN/cm}^2 \text{ - tačka 4}$$

3.4.2 UTICAJI OD TEČENJA BETONA

$$M_g = M_{g_1} + M_{g_2} = \frac{2210}{2} + \frac{1862}{2} = \frac{4072}{2} = 2036 \text{ kNm}$$

$$\varphi_\infty = 2.6 \quad \rho = \frac{\varphi}{2 + \varphi} = \frac{2.6}{2 + 2.6} = 0.5652 \quad \nu_{b\varphi} = \frac{E_{b\varphi}}{E_s} = \frac{15.3}{210} = 0.0729$$

$$E_{b\varphi} = \frac{2}{2 + \varphi} \cdot E_b = \frac{2}{2 + 2.6} \cdot 35.18 = 0.4348 \cdot 35.18 = 15.3 \text{ GPa}$$

$$N_{bo} = \frac{M_g}{I_i} \cdot (X_b - X_i) \cdot A_{br} = \frac{203600}{1865200} \cdot (133 - 105.8) \cdot 541.7 = 2.97 \cdot 541.7 = 1609 \text{ kN}$$

$$M_{bo} = M_g \cdot \frac{I_{br}}{I_i} = 2036 \cdot \frac{14627}{1865200} = 2036 \cdot 0.00784 = 16 \text{ kNm}$$

$$N_\varphi = \rho \cdot N_{bo} = 0.5652 \cdot 1609 = 910 \text{ kN}$$

$$M_\varphi = M_g + \rho \cdot (M_{bo} + N_{bo} \cdot (X_b - X_{i\varphi}))$$

$$M_\varphi = 2036 + 0.5625 \cdot (16 + 1609 \cdot (1.33 - 0.8764)) = 2036 + 420 = 2456 \text{ kNm}$$

$$\sigma_s = \frac{N_\varphi}{A_{i\varphi}} + \frac{M_\varphi}{W_{i\varphi}} \quad \sigma_b = \nu_{b\varphi} \cdot \left(\frac{N_\varphi}{A_{i\varphi}} + \frac{M_\varphi}{W_{i\varphi}} \right) - \rho \cdot \sigma_{bo}$$

$$\sigma_b = 0.0729 \cdot \left(-\frac{910}{459} - \frac{245600}{27208} \right) - 0.5652 \cdot (-0.66) = -0.80 + 0.37 = -0.43 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 1}$$

$$\sigma_b = 0.0729 \cdot \left(-\frac{910}{459} - \frac{245600}{40677} \right) - 0.5652 \cdot (-0.33) = -0.58 + 0.18 = -0.40 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 3b}$$

$$\sigma_s = -\frac{910}{459} - \frac{245600}{40677} = -1.98 - 6.03 = -8.01 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 3s}$$

$$\sigma_s = -\frac{910}{459} + \frac{245600}{16876} = -1.98 + 14.55 = 12.57 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 4}$$

3.4.3 UTICAJI OD NEJEDNAKE TEMPERATURNE PROMJENE ZAGRIJAVANJE SISTEMA

$$\varepsilon_t = \alpha_{ts} \cdot t_s - \alpha_{tb} \cdot t_b = 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot 35 - 1.0 \cdot 10^{-5} \cdot 25 = 17 \cdot 10^{-5} = 0.17\text{‰}$$

$$N_\varphi = N_t = E_{b\varphi} \cdot A_b \cdot \varepsilon_t = 1530 \cdot 3234 \cdot 0.00017 = 841 \text{ kN}$$

$$M_\varphi = M_t = N_t \cdot (X_b - X_{i\varphi}) = 841 \cdot (133 - 87.64) = 841 \cdot 45.36 = 38148 \text{ kNcm}$$

$$\sigma_s = \frac{N_\varphi}{A_{i\varphi}} + \frac{M_\varphi}{W_{i\varphi}} \quad \sigma_b = \nu_{b\varphi} \cdot \left(\frac{N_\varphi}{A_{i\varphi}} + \frac{M_\varphi}{W_{i\varphi}} \right) - E_{b\varphi} \cdot \varepsilon_t$$

$$E_{b\varphi} = \frac{2}{2 + \varphi} \cdot E_b = \frac{2}{2 + 2.6} \cdot 35.18 = 0.4348 \cdot 35.18 = 15.3 \text{ GPa}$$

$$\nu_{b\varphi} = \frac{E_{b\varphi}}{E_s} = \frac{15.3}{210} = 0.0729 \quad \varphi_\infty = 2.6$$

$$\sigma_b = 0.0729 \cdot \left(-\frac{841}{459} - \frac{38148}{27208} \right) + 1530 \cdot 0.00017 = -0.24 + 0.26 = 0.02 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 1}$$

$$\sigma_b = 0.0729 \cdot \left(-\frac{841}{459} - \frac{38148}{40677} \right) + 1530 \cdot 0.00017 = -0.20 + 0.26 = 0.06 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 3}_b$$

$$\sigma_s = -\frac{841}{459} - \frac{38148}{40677} = -1.83 - 0.94 = -2.77 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 3}_s$$

$$\sigma_s = -\frac{841}{459} + \frac{38148}{16876} = -1.83 + 2.26 = 0.43 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 4}$$

3.4.4 UTICAJI OD NEJEDNAKE TEMPERATURNE PROMJENE HLADENJE SISTEMA

$$\varepsilon_t = \alpha_{ts} \cdot t_s - \alpha_{tb} \cdot t_b = 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot 35 - 1.0 \cdot 10^{-5} \cdot 25 = 17 \cdot 10^{-5} = 0.17\text{‰}$$

$$N_\varphi = N_t = E_{b\varphi} \cdot A_b \cdot \varepsilon_t = 1530 \cdot 3234 \cdot 0.00017 = 841 \text{ kN}$$

$$M_\varphi = M_t = N_t \cdot (X_b - X_{i\varphi}) = 841 \cdot (133 - 87.64) = 841 \cdot 45.36 = 38148 \text{ kNcm}$$

$$\sigma_s = \frac{N_\varphi}{A_{i\varphi}} + \frac{M_\varphi}{W_{i\varphi}} \quad \sigma_b = \nu_{b\varphi} \cdot \left(\frac{N_\varphi}{A_{i\varphi}} + \frac{M_\varphi}{W_{i\varphi}} \right) - E_{b\varphi} \cdot \varepsilon_t$$

$$E_{b\varphi} = \frac{2}{2 + \varphi} \cdot E_b = \frac{2}{2 + 2.6} \cdot 35.18 = 0.4348 \cdot 35.18 = 15.3 \text{ GPa}$$

$$\nu_{b\varphi} = \frac{E_{b\varphi}}{E_s} = \frac{15.3}{210} = 0.0729 \quad \varphi_\infty = 2.6$$

$$\sigma_b = 0.0729 \cdot \left(\frac{841}{459} + \frac{38148}{27208} \right) - 1530 \cdot 0.00017 = 0.24 - 0.26 = -0.02 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 1}$$

$$\sigma_b = 0.0729 \cdot \left(\frac{841}{459} + \frac{38148}{40677} \right) - 1530 \cdot 0.00017 = 0.20 - 0.26 = -0.06 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 3}_b$$

$$\sigma_s = \frac{841}{459} + \frac{38148}{40677} = 1.83 + 0.94 = 2.77 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 3}_s$$

$$\sigma_s = \frac{841}{459} - \frac{38148}{16876} = 1.83 - 2.26 = -0.43 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- tačka 4}$$

3.4.5 TABELARNI PRIKAZ NAPONA U KARAKTERISTIČNIM TAČKAMA ($t = \infty$) PRESJEK U SREDINI RASPONA MOSTA

σ NAPON	FAZE	STALNO	STALNO	KORISNO	SKUPLJ.	TEMP +	TEMP -	σ _{b, iv, doz} = 1.72 kN/cm ² σ _{s, doz, I} = 24.0 kN/cm ² σ _{b, sr, doz} = 1.08 kN/cm ² σ _{s, doz, II} = 27.0 kN/cm ²		
		g ₁	g ₁ +g ₂	p	ε _s	ε _t	ε _t	Σ _I	Σ _{II}	Σ _{III}
		I	II	III	IV	V	VI	I+II+III+IV	I+II+III+IV+V	I+II+III+IV+VI
TAČKA 1 [kN/cm ²]		0.00	- 0.43	- 0.52	0.05	0.02	- 0.02	- 0.90	- 0.88	- 0.92
TAČKA 3 [kN/cm ²]		0.00	- 0.40	- 0.26	0.12	0.06	- 0.06	- 0.54	- 0.48	- 0.60
TAČKA 3 [kN/cm ²]		0.10	- 8.01	- 1.56	-5.51	- 2.77	2.77	- 14.98	- 17.75	- 12.21
TAČKA 4 [kN/cm ²]		- 0.05	12.57	9.08	0.86	0.43	- 0.43	22.46	22.89	22.03

3.4.6 KONTROLA SMIČUĆIH NAPONA

Maksimalna smičuća sila (oslonac) po jednom glavnom nosaču

$$T_{\max} = \frac{T_{g_1} + T_{g_2} + T_p}{2} = \frac{(100 + 214) + 266 + 458}{2} = \frac{1038}{2} = 519 \text{ kN}$$

Ukupna smičuća sila se povjerava rebu čeličnog dijela poprečnog presjeka

$$\tau \cong \frac{T_{\max}}{A_r} = \frac{519}{120 \cdot 0.8} = \frac{519}{96} = 5.4 \text{ kN / cm}^2 < \tau_{dop} = 13.5 \text{ kN / cm}^2$$

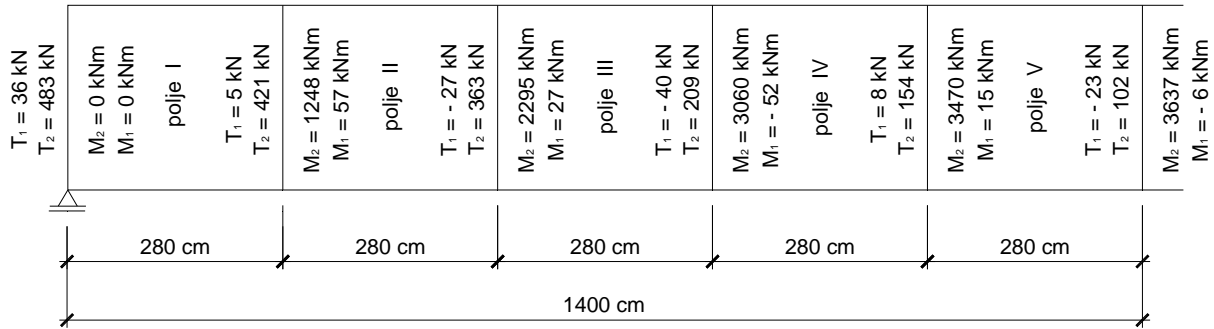
3.4.7 KONTROLA STABILNOSTI REBRA GLAVNOG NOSAČA

Sva neukrućena polja rebra glavnog nosača su dimenzija 120cm x 280cm. Debljina rebra u I, II, IX i X neukrućenom polju je 10 mm, dok je u ostalim poljima 8mm. Na narednim stranicama se daje grafički pregled neukrućenih polja sa presječnim silama i odgovarajućim naponima, kao i kontrola stabilnosti pojedinačnih polja rebra glavnog nosača na izbočavanje, prema JUS U. E7. 121/1986. Vrijednosti napona na priloženim skicama su dobijene saglasno sljedećim izrazima:

$$\sigma_3 = \frac{M_1}{W_{3s}} + \frac{M_2}{W_{3i\phi}} + \sigma_{\varepsilon_3} \quad \sigma_4 = \frac{M_1}{W_{4s}} + \frac{M_2}{W_{4i\phi}} + \sigma_{\varepsilon_4} \quad \tau \cong \frac{T_1 + T_2}{A_r}$$

$$\sigma_{\varepsilon_3} = 5.51 \text{ kN / cm}^2 \quad \sigma_{\varepsilon_4} = 0.86 \text{ kN / cm}^2$$

$$W_{3s} = 5673 \text{ cm}^3 \quad W_{4s} = 11984 \text{ cm}^3 \quad W_{3i\phi} = 40677 \text{ cm}^3 \quad W_{4i\phi} = 16876 \text{ cm}^3 \quad A_r = 96 \text{ cm}^2$$



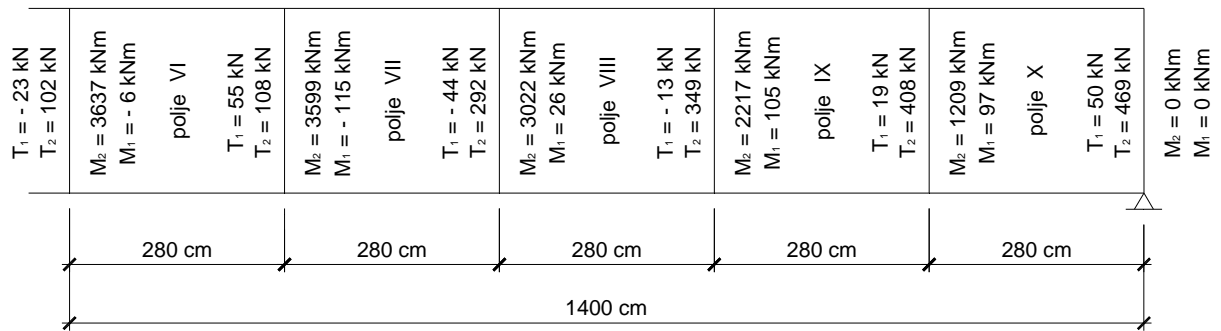
PRITISAK

$\sigma = 5.5 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 9.6 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 11.6 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 12.1 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 14.3 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 14.4 \text{ kN/cm}^2$

$\tau = 5.4 \text{ kN/cm}^2$	polje I $\sigma_{sr,3} = 7.6$ $\tau_{sr} = 4.9$ $\sigma_{sr,4} = 4.9$	polje II $\sigma_{sr,3} = 10.6$ $\tau_{sr} = 4.0$ $\sigma_{sr,4} = 11.8$	polje III $\sigma_{sr,3} = 11.9$ $\tau_{sr} = 2.7$ $\sigma_{sr,4} = 16.7$	polje IV $\sigma_{sr,3} = 13.2$ $\tau_{sr} = 1.8$ $\sigma_{sr,4} = 20.1$	polje V $\sigma_{sr,3} = 14.4$ $\tau_{sr} = 1.3$ $\sigma_{sr,4} = 22.0$
------------------------------	--	---	--	---	--

$\sigma = 0.9 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 8.8 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 14.7 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 18.6 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 21.6 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 22.4 \text{ kN/cm}^2$

ZATEZANJE



PRITISAK

$\sigma = 14.4 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 12.3 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 13.4 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 12.8 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 10.2 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 5.5 \text{ kN/cm}^2$

$\tau = 0.9 \text{ kN/cm}^2$	polje VI $\sigma_{sr,3} = 13.4$ $\tau_{sr} = 1.3$ $\sigma_{sr,4} = 21.9$	polje VII $\sigma_{sr,3} = 12.9$ $\tau_{sr} = 2.2$ $\sigma_{sr,4} = 20.1$	polje VIII $\sigma_{sr,3} = 13.1$ $\tau_{sr} = 3.1$ $\sigma_{sr,4} = 17.0$	polje IX $\sigma_{sr,3} = 11.5$ $\tau_{sr} = 4.0$ $\sigma_{sr,4} = 11.9$	polje X $\sigma_{sr,3} = 7.9$ $\tau_{sr} = 4.9$ $\sigma_{sr,4} = 4.9$
------------------------------	---	--	---	---	--

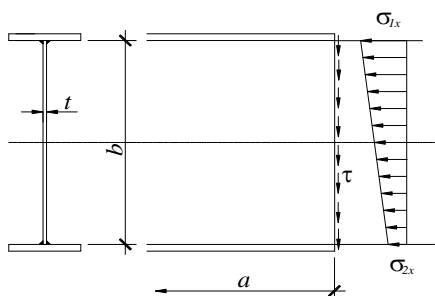
$\sigma = 22.4 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 21.3 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 19.0 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 14.9 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 8.9 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma = 0.9 \text{ kN/cm}^2$

IZBOCAVANJE LIMOVA (JUS U.E7.121/1986)

REBRO 120x10 - polje I i polje X

Materijal: $\sigma_{\text{v}} = 36.00 \text{ kN/cm}^2$
 $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

I slu-aj optere}enja: $\gamma = 1.50$



$a = 280.00 \text{ cm}$
 $b = 120.00 \text{ cm}$
 $t = 1.00 \text{ cm}$

$$\sigma_{1x} = \left(\frac{N}{A} + \frac{M}{W_{x1}} \right) \cdot \gamma = 11.90 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{2x} = \left(\frac{N}{A} - \frac{M}{W_{x2}} \right) \cdot \gamma = -7.40 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{b \cdot t} \cdot \gamma = 7.40 \text{ kN/cm}^2$$

$$\alpha = a / b = 2.33$$

$$\psi = \sigma_{2x} / \sigma_{1x} = -0.62$$

kontrola normalnih napona

$\sigma_x \leq \sigma_{ux} \leq \sigma_v$

$$\sigma_{ux} = c_\sigma \cdot \bar{\sigma}_{ux} \cdot \sigma_v = 21.06 \text{ kN/cm}^2$$

$$c_\sigma = 1.25 - 0.25 \cdot \psi = 1.25 \quad c_\sigma \leq 1.25$$

$$\bar{\sigma}_{ux} = (1 - f^2) \cdot \kappa_p + f^2 \cdot \kappa_c = 0.47$$

$$f = 2 - k_\sigma \cdot \alpha^2 = 0.00 \quad (0 \leq f \leq 1)$$

$$k_\sigma = 15.40 \quad \text{Tabela 1}$$

$$\kappa_p = \frac{0.6}{\sqrt{\lambda_p^2 - 0.13}} = 0.47 \quad \kappa_p \leq 1.0$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\sigma_{kr}}} = 1.33$$

$$\sigma_{kr} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 20.30 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 1.32 \text{ kN/cm}^2$$

$$\kappa_c = \frac{2}{\beta + \sqrt{\beta^2 - 4 \cdot \bar{\lambda}_c^2}} = 0.01 \quad \kappa_c \leq 1.0$$

$$\beta = 1 + 0.339 \cdot (\bar{\lambda}_c - 0.2) + \bar{\lambda}_c^2 = 153.77$$

$$\bar{\lambda}_c = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\sigma_c}} = 12.19$$

$$\sigma_c = \frac{\sigma_E}{\alpha^2} = 0.24 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{ux} = 21.06 \text{ kN/cm}^2 \quad (\sigma_{ux} \leq \sigma_v)$$

$$\sigma_{1x} = 11.90 < 21.06$$

kontrola smi-ujih napona

$$\tau \leq \tau_u \leq \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_u = c_\tau \cdot \bar{\tau}_u \cdot \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}} = 9.93 \text{ kN/cm}^2$$

$$c_\tau = 1.25$$

$$\bar{\tau}_u = \kappa_p = 0.38$$

$$\kappa_p = \frac{0.6}{\sqrt{\bar{\lambda}_p^2 - 0.13}} = 0.38 \quad \kappa_p \leq 1.0$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\tau_{kr} \cdot \sqrt{3}}} = 1.61$$

$$\tau_{kr} = k_\tau \cdot \sigma_E = 8.01 \text{ kN/cm}^2 \quad (0 \leq f \leq 1)$$

$$k_\tau = 6.07 \quad (\alpha > 1)$$

$$\sigma_E = 1.32 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_u = 9.93 \text{ kN/cm}^2 \quad (\tau_u \leq \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}} = 13.86 \text{ kN/cm}^2)$$

$$\tau = 7.40 < 9.93$$

kontrola uporednog napona

$$\bar{\sigma}^2 = \left(\frac{\sigma_{1x}}{\sigma_u}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_u}\right)^2 \leq 1$$

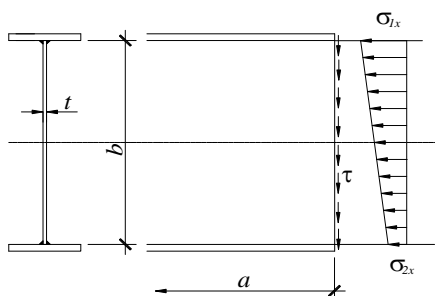
$$\bar{\sigma}^2 = 0.875 < 1$$

IZBOCAVANJE LIMOVA (JUS U.E7.121/1986)

REBRO 120x10 - polje II i polje XI

Materijal: ^ .0562 $\sigma_v = 36.00 \text{ kN/cm}^2$
 $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

I slu-aj optere}enja: $\gamma = 1.50$



$a = 280.00 \text{ cm}$
 $b = 120.00 \text{ cm}$
 $t = 1.00 \text{ cm}$

$$\sigma_{1x} = \left(\frac{N}{A} + \frac{M}{W_{x1}} \right) \cdot \gamma = 17.30 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{2x} = \left(\frac{N}{A} - \frac{M}{W_{x2}} \right) \cdot \gamma = -17.90 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{b \cdot t} \cdot \gamma = 6.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\alpha = a / b = 2.33$$

$$\psi = \sigma_{2x} / \sigma_{1x} = -1.03$$

kontrola normalnih napona

$\sigma_x \leq \sigma_{ux} \leq \sigma_v$

$$\sigma_{ux} = c_\sigma \cdot \bar{\sigma}_{ux} \cdot \sigma_v = 27.41 \text{ kN/cm}^2$$

$$c_\sigma = 1.25 - 0.25 \cdot \psi = 1.25 \quad c_\sigma \leq 1.25$$

$$\bar{\sigma}_{ux} = (1 - f^2) \cdot \kappa_p + f^2 \cdot \kappa_c = 0.61$$

$$f = 2 - k_\sigma \cdot \alpha^2 = 0.00 \quad (0 \leq f \leq 1)$$

$$k_\sigma = 24.82 \quad \text{Tabela 1}$$

$$\kappa_p = \frac{0.6}{\sqrt{\lambda_p^2 - 0.13}} = 0.61 \quad \kappa_p \leq 1.0$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\sigma_{kr}}} = 1.05$$

$$\sigma_{kr} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 32.72 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 1.32 \text{ kN/cm}^2$$

$$\kappa_c = \frac{2}{\beta + \sqrt{\beta^2 - 4 \cdot \bar{\lambda}_c^2}} = 0.01 \quad \kappa_c \leq 1.0$$

$$\beta = 1 + 0.339 \cdot (\bar{\lambda}_c - 0.2) + \bar{\lambda}_c^2 = 153.77$$

$$\bar{\lambda}_c = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\sigma_c}} = 12.19$$

$$\sigma_c = \frac{\sigma_E}{\alpha^2} = 0.24 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{ux} = 27.41 \text{ kN/cm}^2 \quad (\sigma_{ux} \leq \sigma_v)$$

$$\sigma_{1x} = 17.30 < 27.41$$

kontrola smi-ujih napona

$$\tau \leq \tau_u \leq \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_u = c_\tau \cdot \bar{\tau}_u \cdot \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}} = 9.93 \text{ kN/cm}^2$$

$$c_\tau = 1.25$$

$$\bar{\tau}_u = \kappa_p = 0.38$$

$$\kappa_p = \frac{0.6}{\sqrt{\bar{\lambda}_p^2 - 0.13}} = 0.38 \quad \kappa_p \leq 1.0$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\tau_{kr} \cdot \sqrt{3}}} = 1.61$$

$$\tau_{kr} = k_\tau \cdot \sigma_E = 8.01 \text{ kN/cm}^2 \quad (0 \leq f \leq 1)$$

$$k_\tau = 6.07 \quad (\alpha > 1)$$

$$\sigma_E = 1.32 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_u = 9.93 \text{ kN/cm}^2 \quad (\tau_u \leq \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}} = 13.86 \text{ kN/cm}^2)$$

$$\tau = 6.00 < 9.93$$

kontrola uporednog napona

$$\bar{\sigma}^2 = \left(\frac{\sigma_{1x}}{\sigma_u}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_u}\right)^2 \leq 1$$

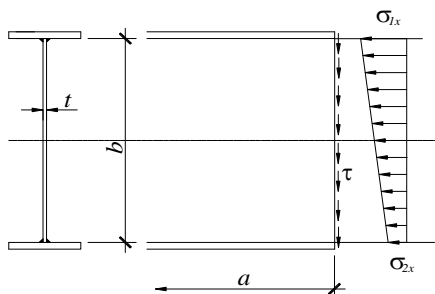
$$\bar{\sigma}^2 = 0.764 < 1$$

IZBOCAVANJE LIMOVA (JUS U.E7.121/1986)

REBRO 120x8 - polje III i polje VIII

Materijal: ^ .0562 $\sigma_v = 36.00 \text{ kN/cm}^2$
 $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

I slu-aj optere}enja: $\gamma = 1.50$



$a = 280.00 \text{ cm}$
 $b = 120.00 \text{ cm}$
 $t = 0.80 \text{ cm}$

$$\sigma_{1x} = \left(\frac{N}{A} + \frac{M}{W_{x1}} \right) \cdot \gamma = 19.70 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{2x} = \left(\frac{N}{A} - \frac{M}{W_{x2}} \right) \cdot \gamma = -25.50 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{b \cdot t} \cdot \gamma = 4.70 \text{ kN/cm}^2$$

$$\alpha = a / b = 2.33$$

$$\psi = \sigma_{2x} / \sigma_{1x} = -1.29$$

kontrola normalnih napona

$\sigma_x \leq \sigma_{ux} \leq \sigma_v$

$$\sigma_{ux} = c_\sigma \cdot \bar{\sigma}_{ux} \cdot \sigma_v = 24.82 \text{ kN/cm}^2$$

$$c_\sigma = 1.25 - 0.25 \cdot \psi = 1.25 \quad c_\sigma \leq 1.25$$

$$\bar{\sigma}_{ux} = (1 - f^2) \cdot \kappa_p + f^2 \cdot \kappa_c = 0.55$$

$$f = 2 - k_\sigma \cdot \alpha^2 = 0.00 \quad (0 \leq f \leq 1)$$

$$k_\sigma = 32.50 \quad \text{Tabela 1}$$

$$\kappa_p = \frac{0.6}{\sqrt{\lambda_p^2 - 0.13}} = 0.55 \quad \kappa_p \leq 1.0$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\sigma_{kr}}} = 1.15$$

$$\sigma_{kr} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 27.41 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 0.84 \text{ kN/cm}^2$$

$$\kappa_c = \frac{2}{\beta + \sqrt{\beta^2 - 4 \cdot \bar{\lambda}_c^2}} = 0.00 \quad \kappa_c \leq 1.0$$

$$\beta = 1 + 0.339 \cdot (\bar{\lambda}_c - 0.2) + \bar{\lambda}_c^2 = 238.45$$

$$\bar{\lambda}_c = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\sigma_c}} = 15.24$$

$$\sigma_c = \frac{\sigma_E}{\alpha^2} = 0.15 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{ux} = 24.82 \text{ kN/cm}^2 \quad (\sigma_{ux} \leq \sigma_v)$$

$$\sigma_{1x} = 19.70 < 24.82$$

kontrola smi-ujih napona

$$\tau \leq \tau_u \leq \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_u = c_\tau \cdot \bar{\tau}_u \cdot \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}} = 7.87 \text{ kN/cm}^2$$

$$c_\tau = 1.25$$

$$\bar{\tau}_u = \kappa_p = 0.30$$

$$\kappa_p = \frac{0.6}{\sqrt{\bar{\lambda}_p^2 - 0.13}} = 0.30 \quad \kappa_p \leq 1.0$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\tau_{kr} \cdot \sqrt{3}}} = 2.01$$

$$\tau_{kr} = k_\tau \cdot \sigma_E = 5.12 \text{ kN/cm}^2 \quad (0 \leq f \leq 1)$$

$$k_\tau = 6.07 \quad (\alpha > 1)$$

$$\sigma_E = 0.84 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_u = 7.87 \text{ kN/cm}^2 \quad (\tau_u \leq \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}} = 13.86 \text{ kN/cm}^2)$$

$$\tau = 4.70 < 7.87$$

kontrola uporednog napona

$$\bar{\sigma}^2 = \left(\frac{\sigma_{1x}}{\sigma_u}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_u}\right)^2 \leq 1$$

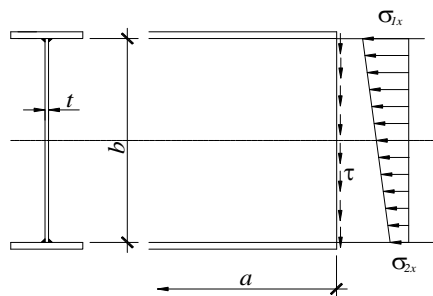
$$\bar{\sigma}^2 = 0.987 < 1$$

IZBOCAVANJE LIMOVA (JUS U.E7.121/1986)

REBRO 120x8 - polje IV i polje VII

Materijal: $\wedge .0562$ $\sigma_v = 36.00 \text{ kN/cm}^2$
 $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

I slu-aj optere}enja: $\gamma = 1.50$



$a = 280.00 \text{ cm}$
 $b = 120.00 \text{ cm}$
 $t = 0.80 \text{ cm}$

$$\sigma_{1x} = \left(\frac{N}{A} + \frac{M}{W_{x1}} \right) \cdot \gamma = 19.80 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{2x} = \left(\frac{N}{A} - \frac{M}{W_{x2}} \right) \cdot \gamma = -30.20 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{b \cdot t} \cdot \gamma = 3.30 \text{ kN/cm}^2$$

$$\alpha = a / b = 2.33$$

$$\psi = \sigma_{2x} / \sigma_{1x} = -1.53$$

kontrola normalnih napona

$\sigma_x \leq \sigma_{ux} \leq \sigma_v$

$$\sigma_{ux} = c_\sigma \cdot \bar{\sigma}_{ux} \cdot \sigma_v = 28.07 \text{ kN/cm}^2$$

$$c_\sigma = 1.25 - 0.25 \cdot \psi = 1.25 \quad c_\sigma \leq 1.25$$

$$\bar{\sigma}_{ux} = (1 - f^2) \cdot \kappa_p + f^2 \cdot \kappa_c = 0.62$$

$$f = 2 - k_\sigma \cdot \alpha^2 = 0.00 \quad (0 \leq f \leq 1)$$

$$k_\sigma = 40.45 \quad \text{Tabela 1}$$

$$\kappa_p = \frac{0.6}{\sqrt{\lambda_p^2 - 0.13}} = 0.62 \quad \kappa_p \leq 1.0$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\sigma_{kr}}} = 1.03$$

$$\sigma_{kr} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 34.12 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 0.84 \text{ kN/cm}^2$$

$$\kappa_c = \frac{2}{\beta + \sqrt{\beta^2 - 4 \cdot \bar{\lambda}_c^2}} = 0.00 \quad \kappa_c \leq 1.0$$

$$\beta = 1 + 0.339 \cdot (\bar{\lambda}_c - 0.2) + \bar{\lambda}_c^2 = 238.45$$

$$\bar{\lambda}_c = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\sigma_c}} = 15.24$$

$$\sigma_c = \frac{\sigma_E}{\alpha^2} = 0.15 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{ux} = 28.07 \text{ kN/cm}^2 \quad (\sigma_{ux} \leq \sigma_v)$$

$$\sigma_{1x} = 19.80 < 28.07$$

kontrola smi-ujih napona

$$\tau \leq \tau_u \leq \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_u = c_\tau \cdot \bar{\tau}_u \cdot \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}} = 7.87 \text{ kN/cm}^2$$

$$c_\tau = 1.25$$

$$\bar{\tau}_u = \kappa_p = 0.30$$

$$\kappa_p = \frac{0.6}{\sqrt{\bar{\lambda}_p^2 - 0.13}} = 0.30 \quad \kappa_p \leq 1.0$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\tau_{kr} \cdot \sqrt{3}}} = 2.01$$

$$\tau_{kr} = k_\tau \cdot \sigma_E = 5.12 \text{ kN/cm}^2 \quad (0 \leq f \leq 1)$$

$$k_\tau = 6.07 \quad (\alpha > 1)$$

$$\sigma_E = 0.84 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_u = 7.87 \text{ kN/cm}^2 \quad (\tau_u \leq \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}} = 13.86 \text{ kN/cm}^2)$$

$$\tau = 3.30 < 7.87$$

kontrola uporednog napona

$$\bar{\sigma}^2 = \left(\frac{\sigma_{1x}}{\sigma_u}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_u}\right)^2 \leq 1$$

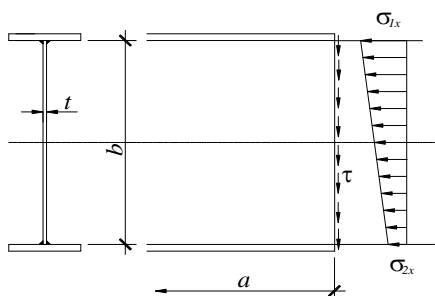
$$\bar{\sigma}^2 = 0.673 < 1$$

IZBOCAVANJE LIMOVA (JUS U.E7.121/1986)

REBRO 120x8 - polje V i polje VI

Materijal: ^ .0562 $\sigma_v = 36.00 \text{ kN/cm}^2$
 $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

I slu-aj optere}enja: $\gamma = 1.50$



$a = 280.00 \text{ cm}$
 $b = 120.00 \text{ cm}$
 $t = 0.80 \text{ cm}$

$$\sigma_{1x} = \left(\frac{N}{A} + \frac{M}{W_{x1}} \right) \cdot \gamma = 21.60 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{2x} = \left(\frac{N}{A} - \frac{M}{W_{x2}} \right) \cdot \gamma = -33.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{b \cdot t} \cdot \gamma = 2.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\alpha = a / b = 2.33$$

$$\psi = \sigma_{2x} / \sigma_{1x} = -1.53$$

kontrola normalnih napona

$\sigma_x \leq \sigma_{ux} \leq \sigma_v$

$$\sigma_{ux} = c_\sigma \cdot \bar{\sigma}_{ux} \cdot \sigma_v = 28.11 \text{ kN/cm}^2$$

$$c_\sigma = 1.25 - 0.25 \cdot \psi = 1.25 \quad c_\sigma \leq 1.25$$

$$\bar{\sigma}_{ux} = (1 - f^2) \cdot \kappa_p + f^2 \cdot \kappa_c = 0.62$$

$$f = 2 - k_\sigma \cdot \alpha^2 = 0.00 \quad (0 \leq f \leq 1)$$

$$k_\sigma = 40.54 \quad \text{Tabela 1}$$

$$\kappa_p = \frac{0.6}{\sqrt{\lambda_p^2 - 0.13}} = 0.62 \quad \kappa_p \leq 1.0$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\sigma_{kr}}} = 1.03$$

$$\sigma_{kr} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 34.20 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 0.84 \text{ kN/cm}^2$$

$$\kappa_c = \frac{2}{\beta + \sqrt{\beta^2 - 4 \cdot \bar{\lambda}_c^2}} = 0.00 \quad \kappa_c \leq 1.0$$

$$\beta = 1 + 0.339 \cdot (\bar{\lambda}_c - 0.2) + \bar{\lambda}_c^2 = 238.45$$

$$\bar{\lambda}_c = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\sigma_c}} = 15.24$$

$$\sigma_c = \frac{\sigma_E}{\alpha^2} = 0.15 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{ux} = 28.11 \text{ kN/cm}^2 \quad (\sigma_{ux} \leq \sigma_v)$$

$$\sigma_{1x} = 21.60 < 28.11$$

kontrola smi-ujih napona

$$\tau \leq \tau_u \leq \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_u = c_\tau \cdot \bar{\tau}_u \cdot \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}} = 7.87 \text{ kN/cm}^2$$

$$c_\tau = 1.25$$

$$\bar{\tau}_u = \kappa_p = 0.30$$

$$\kappa_p = \frac{0.6}{\sqrt{\bar{\lambda}_p^2 - 0.13}} = 0.30 \quad \kappa_p \leq 1.0$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\sigma_v}{\tau_{kr} \cdot \sqrt{3}}} = 2.01$$

$$\tau_{kr} = k_\tau \cdot \sigma_E = 5.12 \text{ kN/cm}^2 \quad (0 \leq f \leq 1)$$

$$k_\tau = 6.07 \quad (\alpha > 1)$$

$$\sigma_E = 0.84 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_u = 7.87 \text{ kN/cm}^2 \quad (\tau_u \leq \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}} = 13.86 \text{ kN/cm}^2)$$

$$\tau = 2.00 < 7.87$$

kontrola uporednog napona

$$\bar{\sigma}^2 = \left(\frac{\sigma_{1x}}{\sigma_u}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_u}\right)^2 \leq 1$$

$$\bar{\sigma}^2 = 0.655 < 1$$

3.5 PRORAČUN SREDSTAVA ZA SPREZANJE

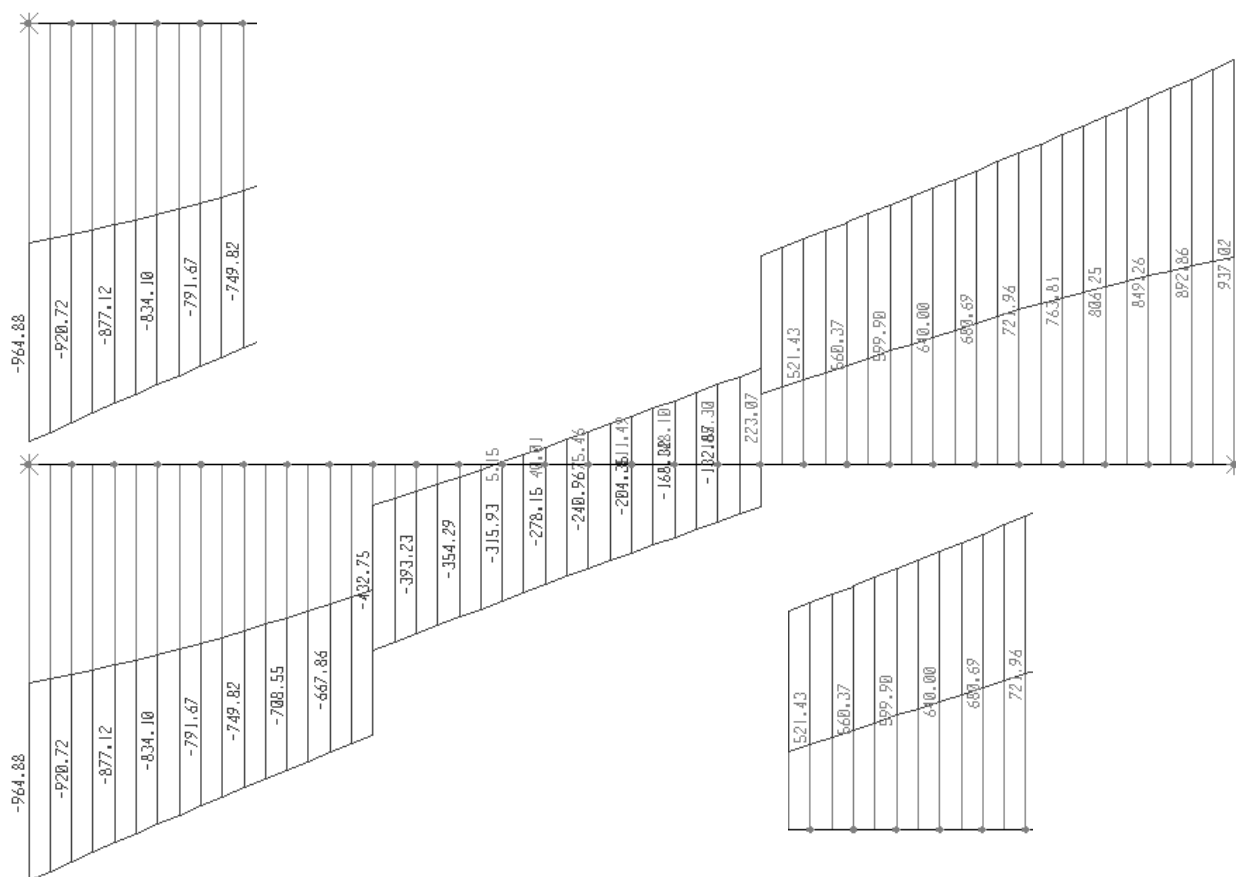
Konstrukcija je spregnuta za znatan dio stalnog opterećenja (g_1), ukupno stalno opterećenje (g_2) i saobraćajno opterećenje (p).

Dijagram zbirnih transverzalnih sila T [kN] od navedenih opterećenja ($g_1 + g_2 + p$) je priložen na narednoj skici. Intenzitet smičućih sila na priloženom dijagramu se odnosi na ukupan poprečni presjek mosta, odnosno na oba glavna nosača.

Na priloženom dijagramu čvorovi sistema su raspoređeni na međusobnom rastojanju od 1m.

Predviđa se kruto sprezanje upotrebom krutih moždanika u kombinaciji sa zatvorenim sidrima, u svemu prema grafičkoj dokumentaciji. Nagib kosih sidara u odnosu na horizontalu je 45° .

Smičuća sila po jedinici dužine se diskretizuje na po pet metara dužine mosta, mjereno od krajeva mosta, u svemu prema priloženoj skici.



$$T_1 = \frac{(965 + 750)/2}{2} = \frac{858}{2} = 429 \text{ kN} \quad - \text{ osrednjena smičuća sila za prvih pet metara raspona}$$

$$T_2 = \frac{(722 + 522)/2}{2} = \frac{622}{2} = 311 \text{ kN} \quad - \text{ osrednjena smičuća sila za drugih pet metara raspona}$$

Usvajanje osovinskog razmaka među moždanicima

$$A_{br} = 541.7 \text{ cm}^2$$

$$S_b = A_{br} \cdot (X_b - X_i) = 541.7 \cdot (133 - 105.8) = 14734 \text{ cm}^3$$

$$I_i = I_s + A_s \cdot (x_i - x_s)^2 + I_{br} + A_{br} \cdot (x_i - x_b)^2 = 1865200 \text{ cm}^4$$

$$T_{o1} = \frac{T_1 \cdot S_b}{I_i} = \frac{429 \cdot 14734}{1865200} = 3.39 \text{ kN / cm} \quad - \text{ smičuća sila po jedinici dužine}$$

$$T_{o2} = \frac{T_2 \cdot S_b}{I_i} = \frac{311 \cdot 14734}{1865200} = 2.46 \text{ kN / cm} \quad - \text{ smičuća sila po jedinici dužine}$$

$$A_1 = 12.0 \cdot 8.0 = 96.0 \text{ cm}^2 \quad - \text{ površina čela moždanika}$$

$$A_2 = 2 \cdot d^2 = 2 \cdot 18^2 = 648 \text{ cm}^2 \quad - \text{ površina betona na koju se raspodjeljuje pritisak}$$

$$\sigma_1 = \sigma_o \cdot \sqrt[3]{\frac{A_2}{A_1}} = 1.08 \cdot \sqrt[3]{\frac{648}{96}} = 2.0 \text{ kN / cm}^2 \quad - \text{ dozvoljeni lokalni pritisak u betonu}$$

$$\mu = 0.7 \quad - \text{ koeficijent redukcije za zatvoreno sidro}$$

$$A_a = 0.6^2 \cdot \pi = 1.13 \text{ cm}^2 \quad - \text{ površina poprečnog presjeka sidra (GA 240/360 } \phi 12)$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_v}{\gamma} = \frac{24.0}{1.7} = 14 \text{ kN / cm}^2 \quad - \text{ dozvoljeni napon u sidru}$$

$$N_{dop} = \sigma_1 \cdot A_1 + \mu \cdot A_a \cdot \sigma_a \cdot \cos \alpha \quad - \text{ nosivost krutog moždanika sa sidrom}$$

$$N_{dop} = 2.0 \cdot 96 + 2 \cdot 0.7 \cdot 1.13 \cdot 14 \cdot 0.707 = 192 + 15 = 207 \text{ kN}$$

$$e_1 \leq \frac{N_{dop}}{T_{o1}} = \frac{207}{3.39} = 61 \text{ cm} \quad - \text{ potreban razmak moždanika (prvih pet metara raspona)}$$

$$e_2 \leq \frac{N_{dop}}{T_{o2}} = \frac{207}{2.46} = 84 \text{ cm} \quad - \text{ potreban razmak moždanika (sljedećih pet metara raspona)}$$

$$\text{usvaja se} \quad \Rightarrow \quad e_1 = 45 \text{ cm} \quad e_2 = 60 \text{ cm}$$

Kontrola ugaonog šava na spoju krutog moždanika sa nožicom glavnog nosača

Moždanik je za gornju nožicu glavnog nosača zavaren ugaonim šavom u krug, debljine 8mm.

$$T = N_{dop} = 207 \text{ kN} \quad - \text{ smičuća sila na spoju moždanika sa nožicom}$$

$$M = T \cdot e = 207 \cdot 4.0 = 828 \text{ kNcm} \quad - \text{ momenat savijanja na spoju moždanika sa nožicom}$$

$$A_s = 4 \cdot 0.8 \cdot 12 = 38.4 \text{ cm}^2 \quad - \text{ aktivna površina ugaonog šava}$$

$$W_s = \frac{1}{6} \cdot (4 \cdot 0.8) \cdot 12^2 = 76.8 \text{ cm}^3 \quad - \text{ otporni momenat aktivne figure šava}$$

$$V_{II} = \frac{T}{A_s} = \frac{207}{38.4} = 5.4 \text{ kN / cm}^2$$

$$n = \frac{M}{W_s} = \frac{828}{76.8} = 10.8 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{su} = \sqrt{n^2 + V_{II}^2} = \sqrt{10.8^2 + 5.4^2} = 12 \text{ kN / cm}^2 < \sigma_{s,dop} = 17 \text{ kN / cm}^2$$

Kontrola ugaonog šava na spoju sidra i moždanika

Sidro ($\phi 12$ GA240/360) je zavareno za obje nožice moždanika obostranim ugaonim šavovima debljine 3mm, na dužini zavarivanja ne manjoj od 6cm.

$$N_s = 0.7 \cdot 1.13 \cdot 14 = 11.1 \text{ kN} \quad - \text{ dozvoljena sila po jednoj šipki sidra}$$

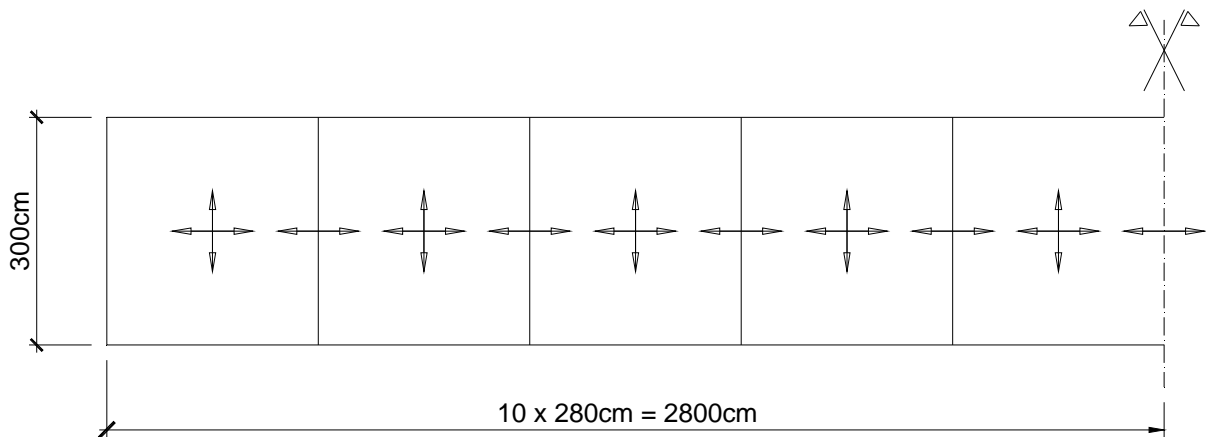
$$l = 6 - 2 \cdot 0.3 = 5.4 \text{ cm}^2 \quad - \text{ aktivna dužina šava}$$

$$A_s = 5.4 \cdot 0.3 \cdot 2 = 3.24 \text{ cm}^2 \quad - \text{ aktivna površina šava}$$

$$\sigma_{su} = V_{II} = \frac{N_s}{A_s} = \frac{11.1}{3.24} = 3.4 \text{ kN / cm}^2 < \sigma_{s,dop} = 12 \text{ kN / cm}^2$$

3.6 KOLOVOZNA AB PLOČA – DIMENZIONISANJE

Kolovozna ploča se računa prema statičkom sistemu i dimenzijama sa naredne skice. Glavni nosači mosta su raspoređeni na međusobnom osovinskom rastojanju od 3.0m, dok su poprečni nosači raspoređeni na međusobnom osovinskom rastojanju od 2.8m. Računska debljina kolovozne ploče je 18 cm.



3.6.1 ANALIZA OPTEREĆENJA

Stalno opterećenje

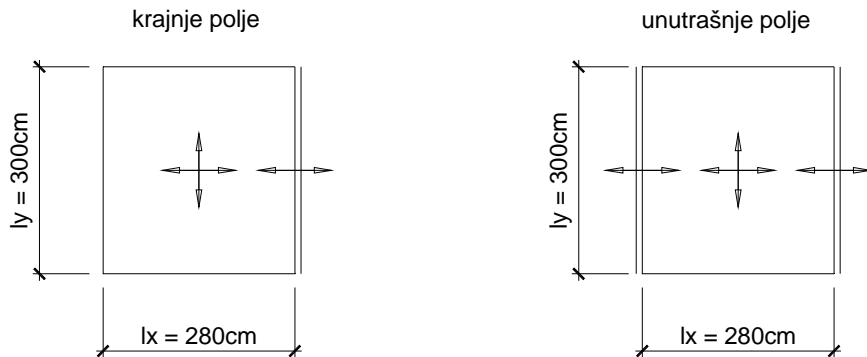
AB ploča (srednja debljina 19 cm)	$0.19 \cdot 25 = 4.75 \text{ kN/m}^2$
Instalacije	0.25 kN/m^2
Asfalt beton 7 cm	$0.07 \cdot 25 = 1.75 \text{ kN/m}^2$
Hidroizolacija	0.25 kN/m^2
	<hr/>
	7.00 kN/m^2

Saobraćajno opterećenje

$$k_d = 1.4 - 0.008 \cdot 2.8 = 1.38$$

Saobraćajno opterećenje	$18.2 \cdot 1.38 = 25.2 \text{ kN/m}^2$
-------------------------	---

3.6.2 STATIČKI UTICAJI



$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{3}{2.8} = 1.1 \quad \Rightarrow$$

$$\begin{cases} k_{M_x}^{polje} = 0.037 \\ k_{M_y}^{polje} = 0.027 \\ k_{M_x}^{oslonac} = 0.084 \end{cases} \quad \text{– krajnje polje}$$

$$\begin{cases} k_{M_x}^{polje} = 0.031 \\ k_{M_y}^{polje} = 0.018 \\ k_{M_x}^{oslonac} = 0.067 \end{cases} \quad \text{– unutrašnje polje}$$

$$G = 7 \cdot 3 \cdot 2.8 = 58.8 \text{ kN}$$

$$P = 25.2 \cdot 3 \cdot 2.8 = 211.7 \text{ kN}$$

$$M_{g,x}^{polje} = 0.037 \cdot 58.8 = 2.2 \text{ kNm} / m'$$

$$M_{p,x}^{polje} = 0.037 \cdot 211.7 = 7.8 \text{ kNm} / m'$$

$$M_{u,x}^{polje} = 1.6 \cdot 2.2 + 1.8 \cdot 7.8 = 17.6 \text{ kNm} / m'$$

$$M_{g,y}^{polje} = 0.027 \cdot 58.8 = 1.6 \text{ kNm} / m'$$

$$M_{p,y}^{polje} = 0.027 \cdot 211.7 = 5.7 \text{ kNm} / m'$$

$$M_{u,y}^{polje} = 1.6 \cdot 1.6 + 1.8 \cdot 5.7 = 12.9 \text{ kNm} / m'$$

$$M_{g,x}^{oslonac} = 0.084 \cdot 58.8 = 4.9 \text{ kNm} / m'$$

$$M_{p,x}^{oslonac} = 0.084 \cdot 211.7 = 17.8 \text{ kNm} / m'$$

$$M_{u,x}^{oslonac} = 1.6 \cdot 4.9 + 1.8 \cdot 17.8 = 39.9 \text{ kNm} / m'$$

3.6.3 DIMENZIONISANJE

Dimenzionisanje – polje

$$a_o = 2 \text{ cm} \quad d_p = 18 \text{ cm} \quad h_x = 18 - 2 - 0.4 = 15.6 \text{ cm} \quad h_y = 18 - 2 - 0.8 - 0.4 = 14.8 \text{ cm}$$

$$k_x = \frac{h_x}{\sqrt{\frac{M_{ux}}{b \cdot f_b}}} = \frac{15.6}{\sqrt{\frac{1760}{100 \cdot 2.75}}} = 6.166 \quad \Rightarrow \quad \bar{\mu}_{1M} = 2.7\%$$

$$k_y = \frac{h_y}{\sqrt{\frac{M_{uy}}{b \cdot f_b}}} = \frac{14.8}{\sqrt{\frac{1290}{100 \cdot 2.75}}} = 6.833 \quad \Rightarrow \quad \bar{\mu}_{1M} = 2.2\%$$

$$A_a = \bar{\mu}_{1M} \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_b}{\sigma_v} = \frac{2.7}{100} \cdot 100 \cdot 15.6 \cdot \frac{2.75}{50} = 2.31 \text{ cm}^2 / \text{m}' \quad - \text{ x pravac}$$

$$A_a = \bar{\mu}_{1M} \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_b}{\sigma_v} = \frac{2.2}{100} \cdot 100 \cdot 14.8 \cdot \frac{2.75}{50} = 1.80 \text{ cm}^2 / \text{m}' \quad - \text{ y pravac}$$

Dimenzionisanje – oslonac

$$a_o = 2 \text{ cm} \quad d_p = 18 \text{ cm} \quad h = 18 - 2 - 0.5 = 15.5 \text{ cm}$$

$$k = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_u}{b \cdot f_b}}} = \frac{15.5}{\sqrt{\frac{3990}{100 \cdot 2.75}}} = 4.070 \quad \Rightarrow \quad \bar{\mu}_{1M} = 6.2\%$$

$$A_a = \bar{\mu}_{1M} \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_b}{\sigma_v} = \frac{6.2}{100} \cdot 100 \cdot 15.5 \cdot \frac{2.75}{50} = 5.28 \text{ cm}^2 / \text{m}' \quad - \text{ x pravac}$$

Usvajanje armature u kolovoznoj ploči

Usvaja se dvojno armiran poprečni presjek. Predviđaju se armaturne mreže MAG 500/560.

donja zona (polje i oslonac) - Q335 (3.35 cm²/m')

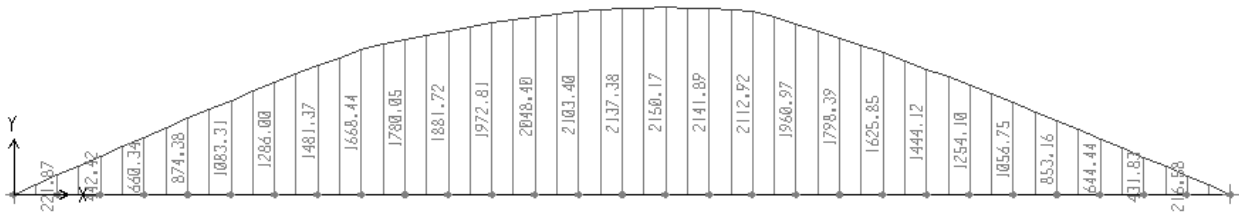
gornja zona (polje) - Q188 (1.88 cm²/m')

gornja zona (oslonac) - Q188 + Q335 (5.23 cm²/m')

3.6.4 DIMENZIONISANJE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE ZA BOČNA OPTEREĆENJA

Opterećenje vjetrom i seizmičko opterećenje bočnog "y" pravca, prihvataju se krutošću AB kolovozne ploče.

Za dimenzionisanje je mjerodavno seizmičko opterećenje usljed zemljotresa Z1 sa povratnim periodom od 100 godina i faktorom ponašanja 1 (elastičan odgovor).



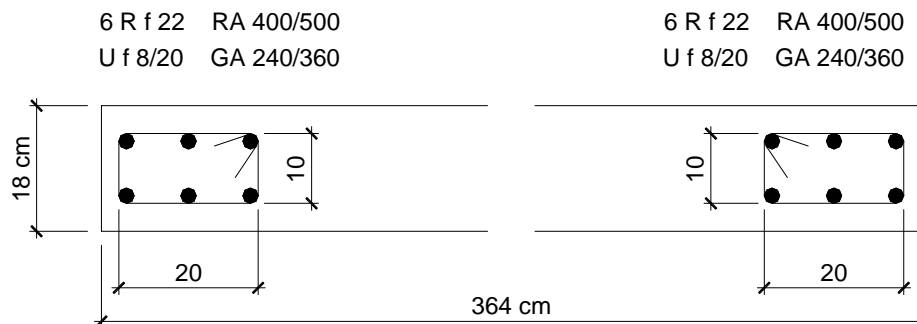
$M_{\max} = 2150 \text{ kNm}$ - momenat savijanja usljed zemljotresa Z1 y pravca

$$\sigma = \pm \frac{M}{W} = \pm \frac{215000}{\frac{1}{6} \cdot 18 \cdot 364^2} = \pm \frac{215000}{397488} = \pm 0.55 \text{ kN/cm}^2 = \pm 5.5 \text{ Mpa}$$

$$A_a = \frac{M_u}{0.9 \cdot h \cdot \sigma_v} = \frac{215000 \cdot 1.3}{0.9 \cdot 345 \cdot 40} = \frac{279500}{12420} = 22.5 \text{ cm}^2$$

Usvaja se ivična armatura kvaliteta RA 400/500, u svemu prema detaljima iz projekta.

$$6 \text{ R } \phi 22 \quad \text{RA 400/500} \quad \Rightarrow \quad A_a = 22.81 \text{ cm}^2$$



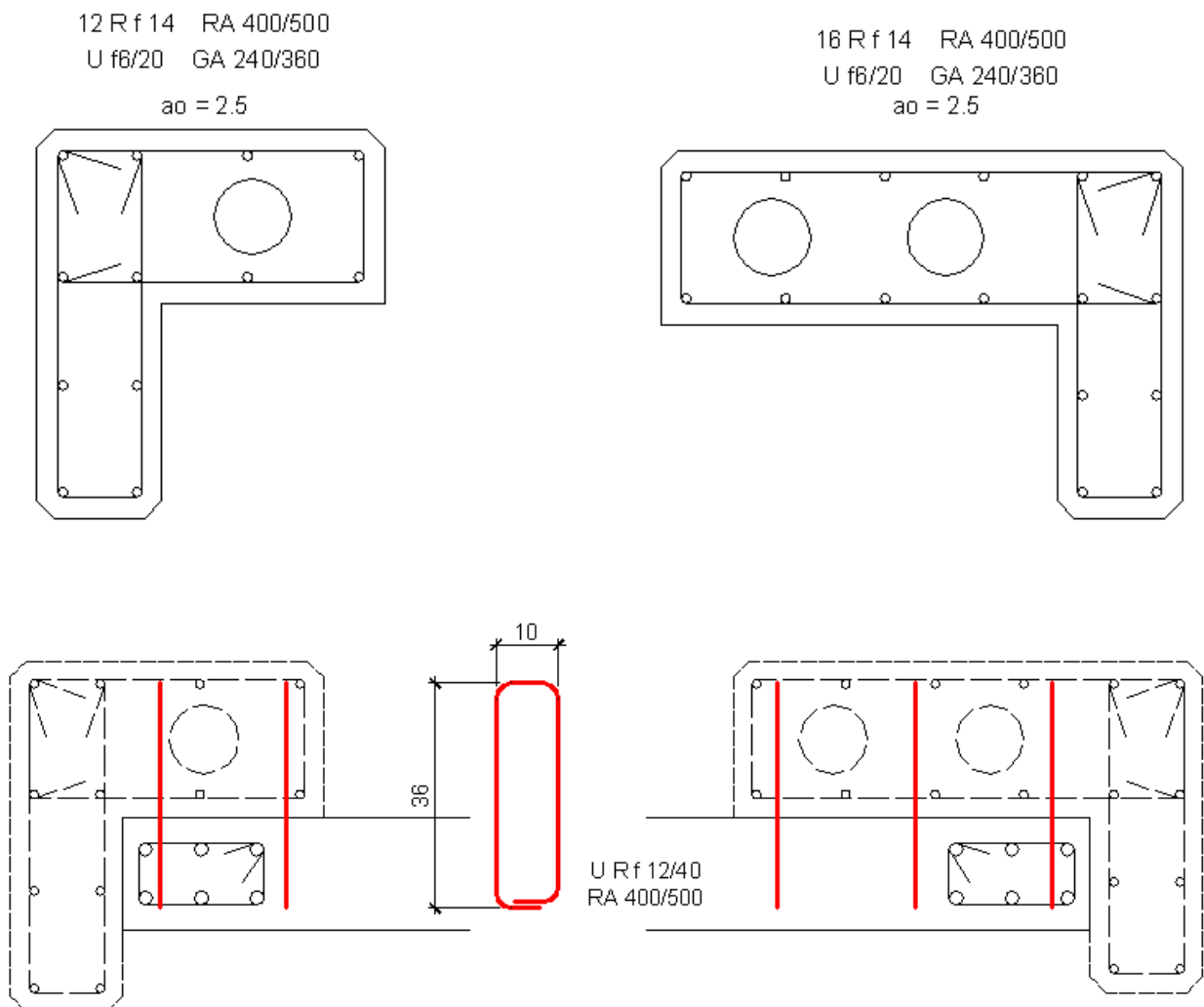
3.6.5 PJEŠAČKE STAZE ODBOJNICI I VIJENCI

Pješačke staze, vijenci i odbojnici se izvode kao monolitni u prethodno skrojenoj oplati prema planu oplata iz projekta.

Betoniranje ovih elemenata mosta treba otpočeti tek nakon uklanjanja privremenih oslonaca (najmanje 28 dana od trenutka betoniranja AB kolovozne ploče).

U slučaju potrebe za njihovim betoniranjem prije uklanjanja privremenih oslonaca, a nakon betoniranja AB kolovozne ploče, potrebno je formirati radne dilatacije u približno šestinama raspona mosta, koje treba zaliti ekspanzivnim malterom tek nakon uklanjanja privremenih oslonaca.

Povezivanje AB kolovozne ploče sa AB odbojnicima izvesti posredstvom ukosnica (omče Rf12 RA 400/500), prema detaljima sa priložene skice. Šemu ukosnica sa skice ponavljati na svakih, osovinski ne više od 50cm po dužini mosta. Ukosnice treba montirati nakon armiranja, a prije betoniranja AB kolovozne ploče.



3.7 KONTROLA NAPREZANJA U POPREČNIM NOSAČIMA

Poprečni nosači su zavarenog I poprečnog presjeka. Raspoređeni su u desetinama raspona mosta, odnosno na međusobnom osovinskom rastojanju od 2.80m, u svemu prema grafičkoj dokumentaciji.

Konstruktivno su spregnuti sa kolovoznom AB pločom upotrebom krutih moždanika.

3.7.1 POPREČNI NOSAČ U POLJU

Poprečni nosač u polju se računa u statičkom sistemu prosta greda raspona 3m. Naprezanja u usvojenom poprečnom nosaču nijesu značajna i biće dokazana bez sadejstva AB kolovozne ploče.

3.7.1.1 ANALIZA OPTEREĆENJA

Stalno opterećenje

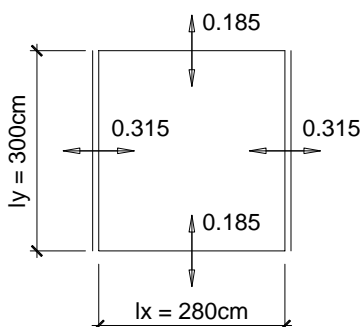
AB ploča (srednja debljina 19 cm)	$0.19 \cdot 25 \cdot 2.8 = 13.3 \text{ kN/m'}$
Sopstvena težina	<u>0.70 kN/m'</u>
	14.0 kN/m'

Ostalo stalno (Σ_2 iz analize opterećenja)	$\frac{2 \cdot (4.75 \cdot 3.0 \cdot 2.8 \cdot 0.315)}{3.0} = 8.4 \text{ kN / m'}$
--	--

Saobraćajno opterećenje

$$k_d = 1.4 - 0.008 \cdot 3.0 = 1.38$$

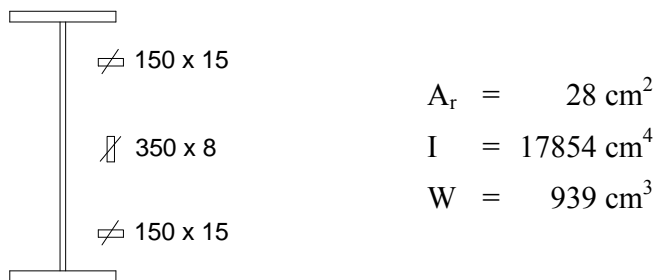
Saobraćajno opterećenje (25.2 kN/m^2)	$\frac{2 \cdot (25.2 \cdot 3.0 \cdot 2.8 \cdot 0.315)}{3.0} = 45 \text{ kN / m'}$
---	---



3.7.1.2 KONTROLA NAPREZANJA

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{(14 + 8.4 + 45) \cdot 3^2}{8} = \frac{67.4 \cdot 3^2}{8} = 76 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{(14 + 8.4 + 45) \cdot 3}{2} = \frac{67.4 \cdot 3}{2} = 101 \text{ kN}$$

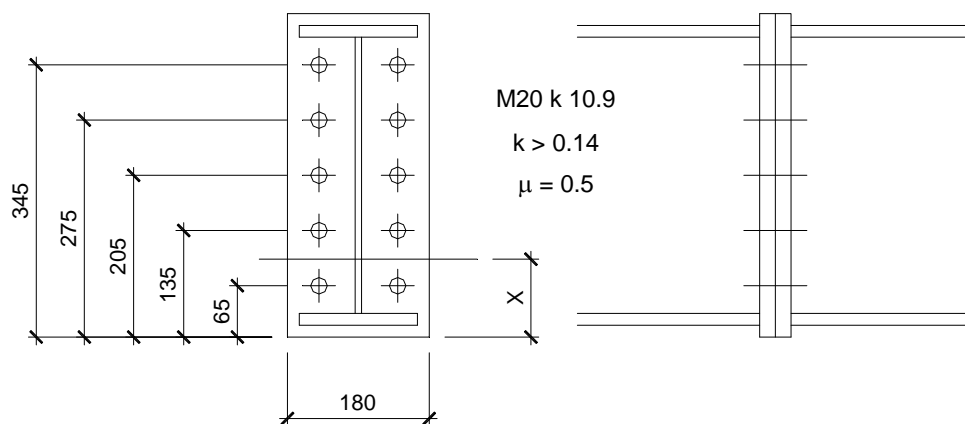


$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{7600}{939} = 8.1 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{\text{dop},I} = 24 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{A_r} = \frac{101}{28} = 3.6 \text{ kN/cm}^2 < \tau_{\text{dop},I} = 13.5 \text{ kN/cm}^2$$

3.7.1.3 MONTAŽNI NASTAVAK

Nastavljanje rigle poprečnog nosača u polju se izvodi prednapregnutim zavrtnjima M20, klase čvrstoće k 10.9, sa punom silom pritezanja F_p , prema narednoj skici. Obezbijediti sljedeće vrijednosti koeficijenta trenja: $\mu = 0.5$ i $k > 0.14$. Čeone ploče su debljine 20mm.



M20 k10.9	\Rightarrow	$A_s = 2.45 \text{ cm}^2$	- ispitna površina vrata zavrtnja
		$A_\tau = 3.14 \text{ cm}^2$	- smičuća površina vrata zavrtnja
		$F_p = 154 \text{ kN}$	- puna sila pritezanja
		$F_{ts} = 55 \text{ kN}$	- nosivost po jednoj tarnoj površini
		$\sigma_{z,doz} = 36 \text{ kN/cm}^2$	- dozvoljeni napon zatezanja ($F_p = 0$)

$$Z_{doz} = v_3 \cdot F_p = 0.6 \cdot 154 = 92 \text{ kN} \quad - \text{ dozvoljena sila zatezanja u pravcu ose zavrtnja}$$

$$S_{pz} = \frac{5}{8} \cdot 18.0 \cdot X \cdot \frac{X}{2} = 5.625 \cdot X^2$$

$$S_{zz} = 2 \cdot 2.45 \cdot [(34.5 - X) + (27.5 - X) + (20.5 - X) + (13.5 - X)] = 470.4 - 19.6 \cdot X$$

$$S_{pz} = S_{zz} \quad \Rightarrow \quad 5.625 \cdot X^2 + 19.6 \cdot X = 470.4 \quad \Rightarrow \quad X = 7.567 \text{ cm}$$

$$I = 2 \cdot 2.45 \cdot [(34.5 - 7.567)^2 + (27.5 - 7.567)^2 + (20.5 - 7.567)^2 + (13.5 - 7.567)^2] + \\ + \frac{5}{8} \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot 18.0 \cdot 7.567^3 + 18.0 \cdot 7.567 \cdot \left(\frac{7.567}{2} \right)^2 \right] = 6493 + 1624 = 8117 \text{ cm}^4$$

$$W_{\min} = \frac{I}{Y_{\max}} = \frac{8117}{34.5 - 7.567} = 301 \text{ cm}^3$$

$$M = 76 \text{ kNm} \quad T = 101 \text{ kN}$$

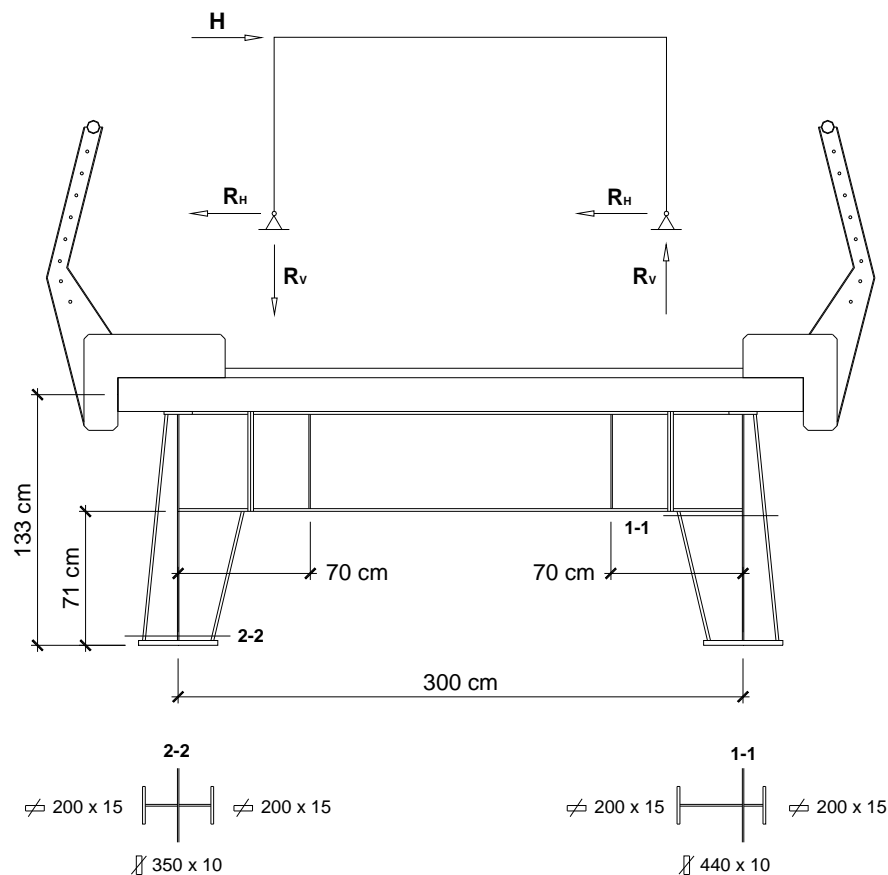
$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_{\min}} = \frac{7600}{301} = 25.2 \text{ kN/cm}^2 \quad - \text{ napon u gornjoj grupi zavrtnjeva}$$

$$Z_1 = \sigma_{\max} \cdot A_s = 25.2 \cdot 2.45 = 61.7 \text{ kN} < Z_{doz} = 92 \text{ kN} \quad - \text{ sila zatezanja u mjerod. zavrtnju}$$

$$T_1 = \frac{T}{m \cdot n} = \frac{101}{5 \cdot 2} = 10.1 \text{ kN} < F_{ts} = 55 \text{ kN} \quad - \text{ sila smicanja po jednom zavrtnju}$$

3.7.2 POPREČNI NOSAČ NAD OSLONCEM

Poprečni nosač nad osloncem obezbeđuje transver horizontalne sile y pravca do ležišta mosta. Naprezanja u usvojenom poprečnom nosaču biće dokazana na statičkom sistemu dvozglobnog rama, prema priloženoj skici. Mjerodavno je seizmičko opterećenje y pravca, usljed zemljotresa Z1 sa povratnim periodom od 100 godina i faktorom ponašanja 1 (elastičan odgovor). Pretpostavlja se da seizmička sila djeluje u težištu AB kolovozne ploče pa je krak sile u odnosu na ležišta mosta $h = 9 + 1.5 + 120 + 2.5 = 133\text{ cm}$. Mjerodavan presjek za kontrolu napona je presjek 1-1 na spoju "stuba" i "rigle" razmatranog dvozglobnog rama (71 cm od oslonca prema priloženoj skici).



$H = 222\text{ kN}$ - seizmička sila y pravca u nivou kolovozne ploče

$$R_H = \frac{H}{2} = \frac{222}{2} = 111\text{ kN}$$

$$R_V = \frac{222 \cdot 1.33}{3.0} = \frac{295}{3} = 99\text{ kN}$$

$$M_{1-1} = 111 \cdot 0.71 = 78.8 \text{ kNm} = 7880 \text{ kNcm}$$

$$N_{1-1} = 99 + \frac{580}{2} + \frac{178}{2} = 99 + 290 + 89 = 478 \text{ kN}$$

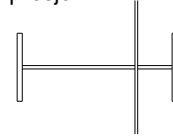
$$A = 104 \text{ cm}^2$$

$$I = 38164 \text{ cm}^4$$

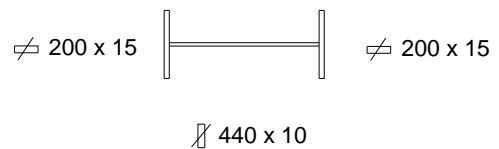
$$i = 19.1 \text{ cm}$$

$$W = 1624 \text{ cm}^3$$

stvarni presjek



racunski presjek



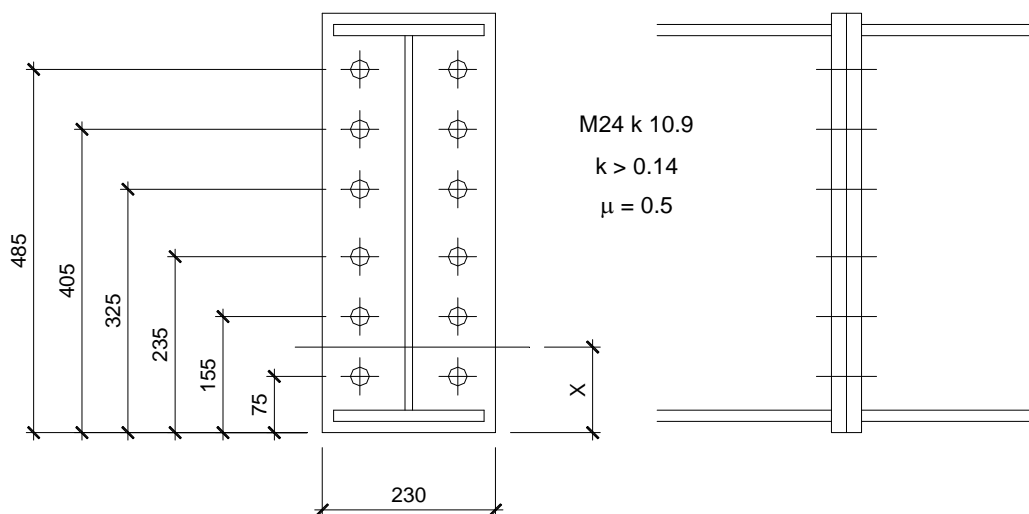
$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{478}{104} + \frac{7880}{1624} = 4.6 + 4.8 = 9.4 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{doz}$$

$$\tau \cong \frac{T}{A_r} = \frac{111}{44 \cdot 1.0} = 2.5 \text{ kN/cm}^2 < \tau_{doz}$$

Zbog niskog nivoa naprezanja u mjerodavnom presjeku 1-1 oslonačkog poprečnog nosača i očigledno niske vitkosti stuba razmatranog dvozglbnog rama, kontrola stabilnosti stuba tretiranog dvozglbnog rama neće biti razmatrana.

3.7.2.1 MONTAŽNI NASTAVAK

Nastavljanje rigle poprečnog nosača nad osloncem se izvodi prednapregnutim zavrtnjima M24, klase čvrstoće k 10.9, sa punom silom pritezanja F_p , prema narednoj skici. Obezbijediti sljedeće vrijednosti koeficijenta trenja: $\mu = 0.5$ i $k > 0.14$. Čeone ploče su debljine 20mm.



$$\begin{aligned}
\text{M24 k10.9} \quad \Rightarrow \quad A_s &= 3.53 \text{ cm}^2 && \text{- ispitna površina vrata zavrtnja} \\
A_\tau &= 4.52 \text{ cm}^2 && \text{- smičuća površina vrata zavrtnja} \\
F_p &= 222 \text{ kN} && \text{- puna sila pritezanja} \\
F_{ts} &= 79 \text{ kN} && \text{- nosivost po jednoj tarnoj površini} \\
\sigma_{z,doz} &= 36 \text{ kN/cm}^2 && \text{- dozvoljeni napon zatezanja (F_p = 0)}
\end{aligned}$$

$$Z_{doz} = v_3 \cdot F_p = 0.6 \cdot 222 = 133 \text{ kN} \quad \text{- dozvoljena sila zatezanja u pravcu ose zavrtnja}$$

$$S_{pz} = \frac{5}{8} \cdot 23.0 \cdot X \cdot \frac{X}{2} = 7.1875 \cdot X^2$$

$$\begin{aligned}
S_{zz} &= 2 \cdot 3.53 \cdot [(48.5 - X) + (40.5 - X) + (32.5 - X) + (23.5 - X) + (15.5 - X)] \\
&= 1133.13 - 35.3 \cdot X
\end{aligned}$$

$$S_{pz} = S_{zz} \quad \Rightarrow \quad 7.1875 \cdot X^2 + 35.3 \cdot X = 1133.13 \quad \Rightarrow \quad X = 10.34 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
I &= 2 \cdot 3.53 \cdot [(48.5 - 10.34)^2 + (40.5 - 10.34)^2 + (32.5 - 10.34)^2 + (23.5 - 10.34)^2 + (15.5 - 10.34)^2] + \\
&+ \frac{5}{8} \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot 23.0 \cdot 10.34^3 + 23.0 \cdot 10.34 \cdot \left(\frac{10.34}{2} \right)^2 \right] = 21580 + 5297 = 26877 \text{ cm}^4
\end{aligned}$$

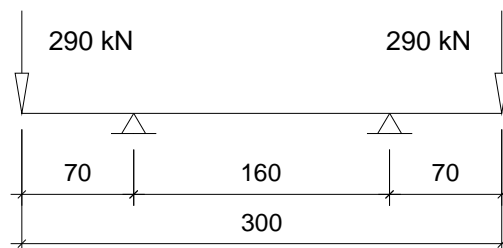
$$W_{\min} = \frac{I}{Y_{\max}} = \frac{26877}{48.5 - 10.34} = 704 \text{ cm}^3$$

Kontrola naprezanja u usvojenom montažnom nastavku sprovodi se za slučaj kada se servisiraju ležišta mosta i kada se konstrukcija podupire presama. Položaj presa je definisan oslancima na priloženom statičkom sistemu.

$$T = 290 \text{ kN} \quad M = 290 \cdot 0.7 = 203 \text{ kNm}$$

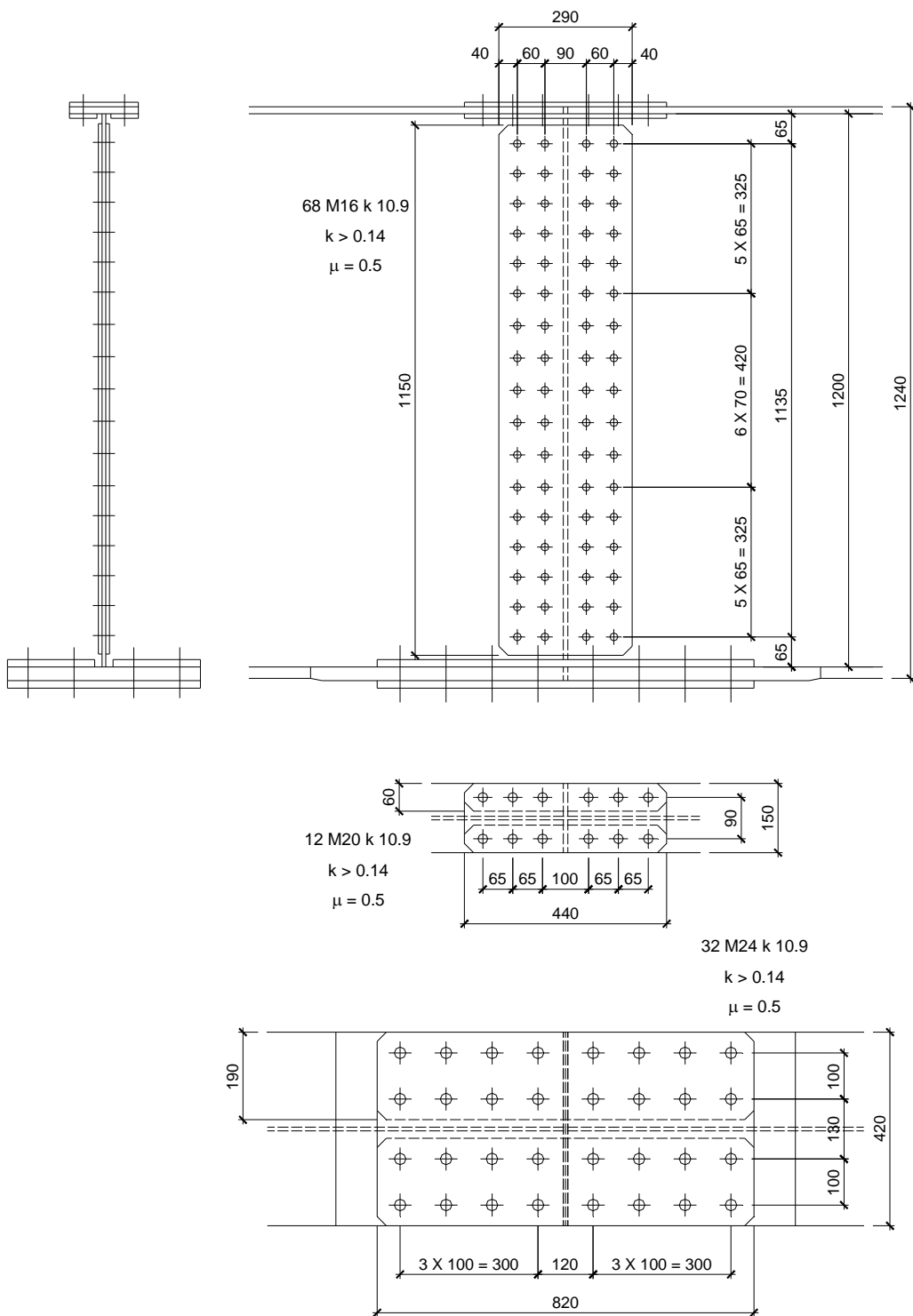
$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_{\min}} = \frac{20300}{704} = 28.8 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{- napon u gornjoj grupi zavrtnjeva}$$

$$Z_1 = \sigma_{\max} \cdot A_s = 28.8 \cdot 3.53 = 102 \text{ kN} < Z_{doz} = 133 \text{ kN} \quad \text{- sila zatezanja u mjerod. zavrtnju}$$



3.8 MONTAŽNI NASTAVAK GLAVNOG NOSAČA

Usvaja se montažni nastavak u svemu prema detaljima sa naredne skice. Usvojeni montažni nastavak je statički pokriven.



Nastavljanje zategnute (donje) nožice

$$\begin{aligned} \text{M24 k10.9} \quad \Rightarrow \quad A_s &= 3.53 \text{ cm}^2 && \text{- ispitna površina vrata zavrtnja} \\ A_\tau &= 4.52 \text{ cm}^2 && \text{- smičuća površina vrata zavrtnja} \\ F_p &= 222 \text{ kN} && \text{- puna sila pritezanja} \\ F_{ts} &= 79 \text{ kN} && \text{- nosivost po jednoj tarnoj površini} \end{aligned}$$

$$24.0 \cdot (42 - 4 \cdot 2.5) \cdot t \geq 42 \cdot 2.5 \cdot 24.0 - 0.4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 79 \quad \Rightarrow \quad t \geq 2.95 \text{ cm}$$

usvaja se ojačana nožica $\neq 420 \times 30$

$$A_n^{pod} = [(42 - 4 \cdot 2.5) + 2 \cdot (19 - 2 \cdot 2.5)] \cdot 1.6 = 96 \text{ cm}^2$$

$$A_n^{nož} = (42 - 4 \cdot 2.5) \cdot 3.0 = 96 \text{ cm}^2$$

usvajaju se podvezice $\neq 420 \times 16$ i $2 \neq 190 \times 16$

$$n = \frac{42 \cdot 2.5 \cdot 24}{79 \cdot 2} = \frac{2520}{158} = 15.9 \text{ kom}$$

usvaja se 16 M24 k 10.9 sa punom silom pritezanja $F_p = 222 \text{ kN}$ ($k > 0.14$ i $\mu = 0.5$)

Nastavljanje pritiskute (gornje) nožice

$$\begin{aligned} \text{M20 k10.9} \quad \Rightarrow \quad A_s &= 2.45 \text{ cm}^2 && \text{- ispitna površina vrata zavrtnja} \\ A_\tau &= 3.14 \text{ cm}^2 && \text{- smičuća površina vrata zavrtnja} \\ F_p &= 154 \text{ kN} && \text{- puna sila pritezanja} \\ F_{ts} &= 55 \text{ kN} && \text{- nosivost po jednoj tarnoj površini} \end{aligned}$$

$$A_{br}^{pod} = 15 \cdot 1.0 + 2 \cdot 6 \cdot 1.0 = 27 \text{ cm}^2$$

$$A_{br}^{nož} = 15 \cdot 1.5 = 22.5 \text{ cm}^2$$

usvajaju se podvezice $\neq 150 \times 10$ i $2 \neq 60 \times 10$

$$n = \frac{15 \cdot 1.5 \cdot 24}{55 \cdot 2} = \frac{540}{110} = 4.9 \text{ kom}$$

usvaja se 6 M20 k 10.9 sa punom silom pritezanja $F_p = 154 \text{ kN}$ ($k > 0.14$ i $\mu = 0.5$)

Nastavljanje rebra nosača

M16 k10.9	⇒	A_s	=	1.57 cm ²	- ispitna površina vrata zavrtnja
		A_τ	=	2.01 cm ²	- smičuća površina vrata zavrtnja
		F_p	=	99 kN	- puna sila pritezanja
		F_{ts}	=	35.4 kN	- nosivost po jednoj tarnoj površini

Nosivosti usvojenog broja zavrtnjeva je veća od nosivosti rebra koje se nastavlja.

$$n_{potr} = \frac{120 \cdot 0.8 \cdot 24}{2 \cdot 35} = \frac{2304}{70} = 33 \text{ kom} < n_{usv} = 34 \text{ kom}$$

Sila koju može prenijeti jedan zavrtnj na rebru u dvotarnom spoju ($2F_{ts}$) je približno jednaka maksimalnoj sili koja može pripasti jednom zavrtnju na rebru (F_1) u konfiguraciji usvojenog montažnog nastavka, pod pretpostavkom svestrane naponske iskorišćenosti rebra (σ_{doz} i τ_{doz}).

$$F_m^\sigma = 6.5 \cdot 0.8 \cdot 24 = 124.8 \text{ kN}$$

$$F_m^\tau = 6.5 \cdot 0.8 \cdot 13.5 = 70.2 \text{ kN}$$

$$F_m = \sqrt{124.8^2 + 70.2^2} = 143 \text{ kN}$$

$$F_1 = \frac{F_m}{m} = \frac{143}{2} = 71.5 \text{ kN} \cong 2 \cdot F_{ts} = 70.8 \text{ kN}$$

Kontrola usvojene debljine podvezica na rebru.

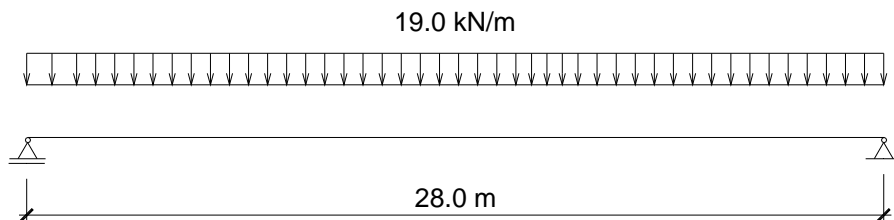
$$A_{pod} = 115 \cdot 0.8 \cdot 2 = 184 \text{ cm}^2 > A_{reb} = 120 \cdot 0.8 = 96 \text{ cm}^2$$

usvajaju se podvezice na rebru ⇒ 2 ≠ 115 x 8

usvaja se 34 M16 k 10.9 sa punom silom pritezanja $F_p = 99 \text{ kN}$ ($k > 0.14$ i $\mu = 0.5$)

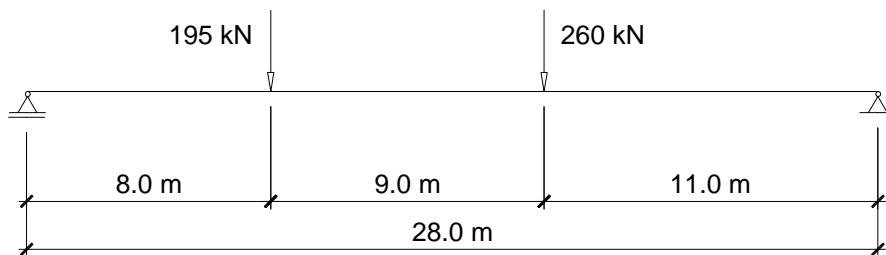
3.9 KONTROLA DEFORMACIJA

Pomjeranje konstrukcije mosta u sredini raspona (maksimalno pomjeranje) i obrtanja oslonačkih presjeka usljed stalnog opterećenja ($g_1 + g_2$), faza spregnutog presjeka.

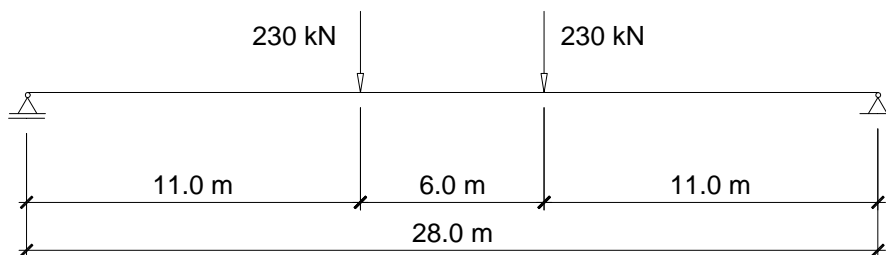


$$f = \frac{5 \cdot 19 \cdot 28^4}{384 \cdot 210 \cdot 1479020 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 0.025 \text{ m} = 25 \text{ mm}$$

$$\varphi = \frac{19 \cdot 28^3}{24 \cdot 210 \cdot 1479020 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 2.80 \cdot 10^{-3} \text{ rad} = 0.16^\circ$$



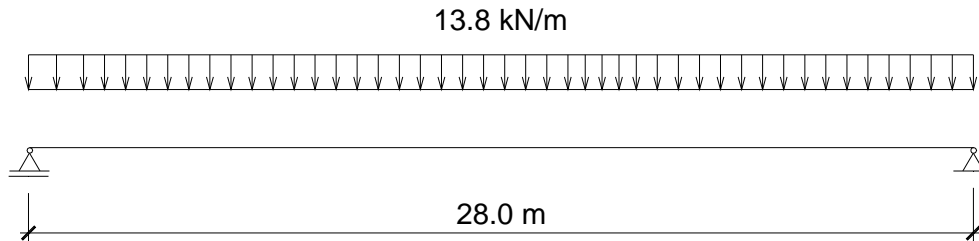
$$\approx (195 + 260) / 2 = 230 \text{ kN}$$



$$f = \frac{230 \cdot 11}{24 \cdot 210 \cdot 1479020 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} \cdot (3 \cdot 28^2 - 4 \cdot 11^2) = 0.038 \text{ m} = 38 \text{ mm}$$

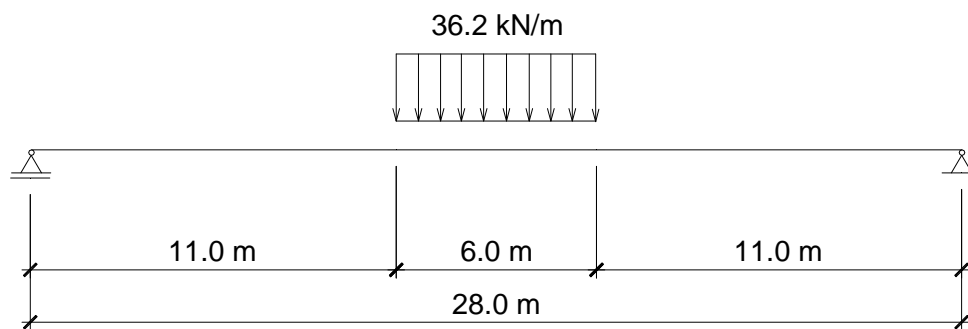
$$\varphi = \frac{230 \cdot 11 \cdot (6 + 11)}{2 \cdot 210 \cdot 1479020 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 3.5 \cdot 10^{-3} \text{ rad} = 0.2^\circ$$

Pomjeranje konstrukcije mosta u sredini raspona (maksimalno pomjeranje) i obrtanja oslonâkih presjeka usljed mjerodavnog položaja šeme saobraćajnog opterećenja (p), faza spregnutog presjeka. Saobraćajno opterećenje je bez dinamičkog koeficijenta.



$$f = \frac{5 \cdot 13.8 \cdot 28^4}{384 \cdot 210 \cdot 1865200 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 0.014 \text{ m} = 14 \text{ mm}$$

$$\varphi = \frac{13.8 \cdot 28^3}{24 \cdot 210 \cdot 1865200 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 1.61 \cdot 10^{-3} \text{ rad} = 0.1^\circ$$



$$f = \frac{36.2 \cdot 6}{384 \cdot 210 \cdot 1865200 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} \cdot (8 \cdot 28^3 - 4 \cdot 28 \cdot 6^2 + 6^3) = 0.013 \text{ m} = 13 \text{ mm}$$

$$\varphi = \frac{36.2 \cdot 6}{48 \cdot 210 \cdot 1865200 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} \cdot (3 \cdot 28^2 - 6^2) = 1.34 \cdot 10^{-3} \text{ rad} = 0.08^\circ$$

Ugib tačke u sredini raspona mosta

$$f_g = 38 \text{ mm} + 25 \text{ mm} = 63 \text{ mm}$$

$$f_p = 14 \text{ mm} + 13 \text{ mm} = 27 \text{ mm}$$

Obrtanje oslonâkih presjeka

$$\varphi_g = 0.16^\circ + 0.20^\circ = 0.36^\circ$$

$$\varphi_p = 0.10^\circ + 0.08^\circ = 0.18^\circ$$

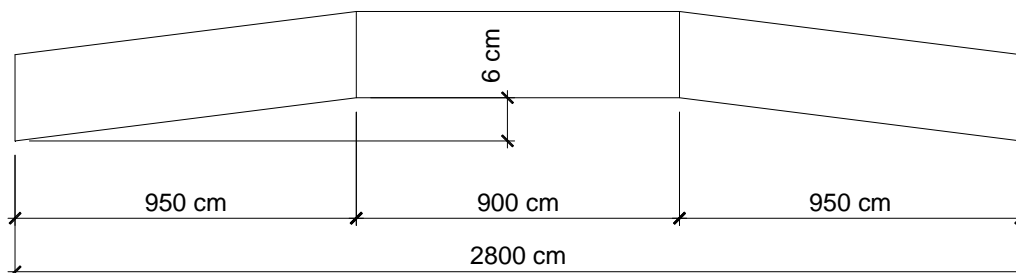
Kompenzacija ugiba - nadvišenje

Nadvišenje glavnih nosača se predviđa za kompenzaciju ugiba od stalnih opterećenja. Na narednom dijagramu je data deformaciona linija rasponske konstrukcije mosta usljed ravnomjerno raspodijeljenog opterećenja intenziteta 19 kN/m'. Vrijednosti ugiba na priloženoj skici su dobijene pod pretpostavkom krutosti konstrukcije u trenutku početka opterećenja (ne sadrže dio ugiba usljed tečenja betona). Priloženi dijagram služi za procjenu ugiba u diskretizovanim tačkama nadvišenja koje su definisane položajem montažnih nastavaka glavnih nosača.



$$\Delta = \frac{18.41}{20.35} \cdot 63 \text{ mm} = 0.9 \cdot 63 \text{ mm} = 57 \text{ mm}$$

Usvaja se nadvišenje na položaju montažnih nastavaka glavnih nosača $\Delta = 60 \text{ mm}$.



3.10 DILATACIJE

Podužno pomjerenje usljed temperature promjene

$$\Delta = \alpha_t \cdot t \cdot L = 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot (\pm 35) \cdot 28000 = \pm 11.8 \text{ mm}$$

Podužno pomjerenje usljed stalnog opterećenja

$$\varphi = 0.16^0 + 0.2^0 = 0.32^0 \Rightarrow \text{tg} \varphi = 0.0056$$

$$\Delta = \text{tg} \varphi \cdot (h - x_{i\varphi}) = 0.0056 \cdot (2.5 + 120 + 1.5 + 18 - 87.64) = 0.0056 \cdot 54 = 0.3 \text{ cm} = 3 \text{ mm}$$

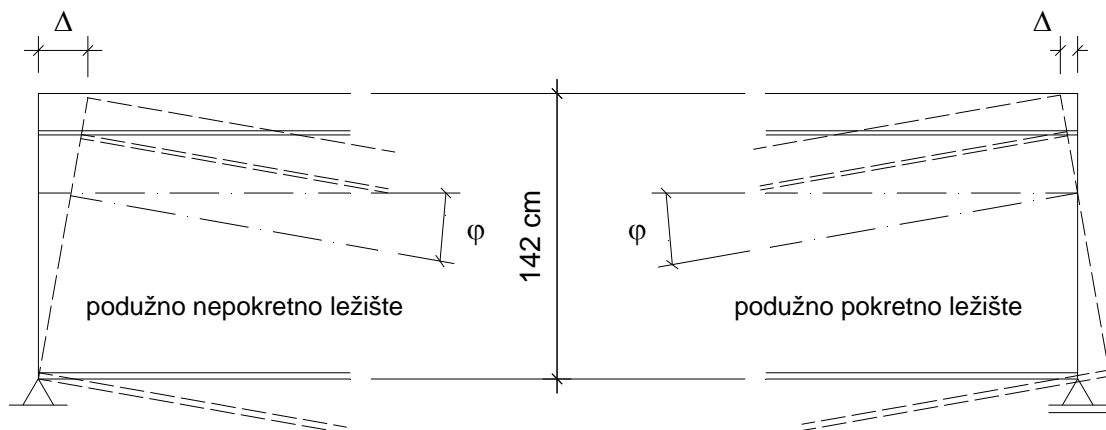
$$\Delta = \text{tg} \varphi \cdot x_{i\varphi} = 0.0056 \cdot 87.64 = 0.5 \text{ cm} = 5 \text{ mm}$$

Podužno pomjerenje usljed saobraćajnog opterećenja

$$\varphi = 0.10^0 + 0.08^0 = 0.18^0 \Rightarrow \text{tg} \varphi = 0.0031$$

$$\Delta = \text{tg} \varphi \cdot (h - x_i) = 0.0031 \cdot (2.5 + 120 + 1.5 + 18 - 105.8) = 0.0031 \cdot 36 = 0.1 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$$

$$\Delta = \text{tg} \varphi \cdot x_i = 0.0031 \cdot 105.8 = 0.3 \text{ cm} = 3 \text{ mm}$$



pomjerenje u nivou kolovozne konstrukcije – nepokretno ležište

$$\Delta = (5 + 3) + (3 + 1) = 12 \text{ mm}$$

pomjerenje u nivou kolovozne konstrukcije – pokretno ležište

$$\Delta = (5 - 3) + (3 - 1) + 11.8 = 16 \text{ mm}$$

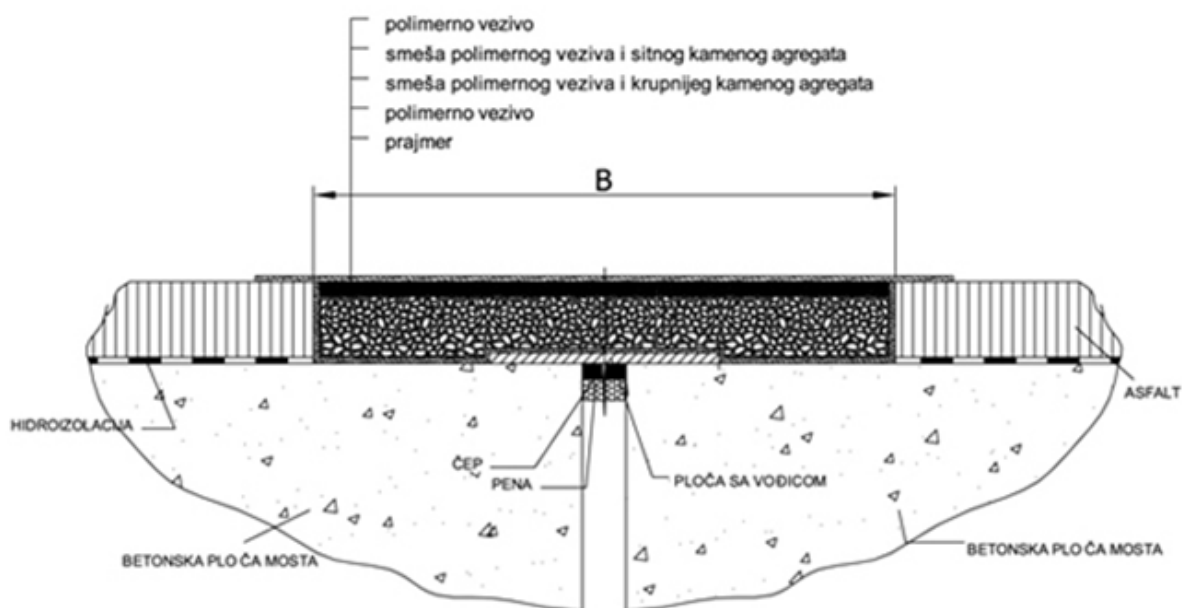
pomjerenje u ležišta – pokretno ležište

$$\Delta = (5 + 5) + (3 + 3) + 11.8 = 28 \text{ mm}$$

Usvaja se asfaltna dilatacija tipa AD 50, u svemu prema katalogu proizvođača "produkt bg inženjering" (www.produkt.co.rs).

▶ Asfaltna dilatacija - aksijalna pomeranja AD

TIP	dilatiranje DL (mm)	širina dil. korita B (mm)
AD 30	± 15	300
AD 40	± 20	400
AD 50	± 25	500
AD 60	± 30	600



3.11 LEŽIŠTA

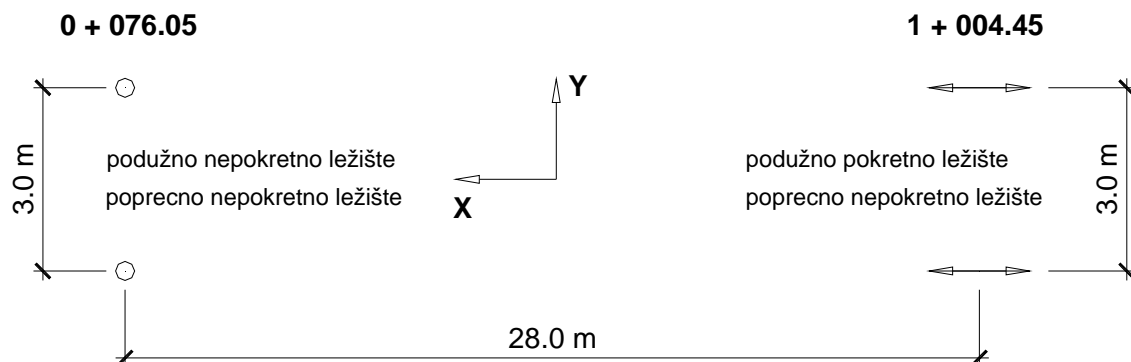
3.11.1 NEPOKRETNNA LEŽIŠTA

U narednoj tabeli se daju reakcije usljed mjerodavnih opterećenja po jednom nepokretnom ležištu mosta. Oba ležišta su locirana na oporcju sa stacionažom 0+076.05, nepokretna su i u podužnom i u poprečnom smislu.

OPTEREĆENJA I KOMBINACIJE	REAKCIJE PO JEDNOM NEPOKRETNOM LEŽIŠTU		
	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]
1. STALNO OPTEREĆENJE	/	/	290
2. SAOBRAĆAJNO OPTEREĆENJE	/	/	230
3. POLOVINA SAOBRAĆAJNOG	/	/	90
4. SEIZMIKA - X	140	/	/
5. SEIZMIKA - Y	/	115	/
6. SEIZMIKA - Z	/	/	75
1 + 2	/	/	520
1 + 3 + 4 + 5 + 6	140	115	455
1 + 3 + 4 + 5 + (-6)	140	115	305

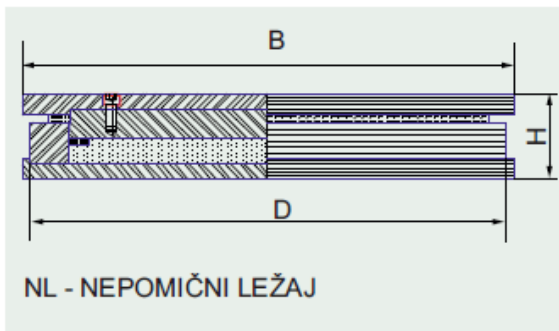
Usvajaju se tipska sidrena nepokretna ležišta NL 1000 (lončasto ležište), prema katalogu proizvođača "POLIROL" (www.polirool.com). Sve pojedinosti je potrebno blagovremeno dogovoriti sa proizvođačem, imajući u vidu priloženu tabelu reakcija i grafičku dokumentaciju projekta.

Izvođaču radova se ostavlja mogućnost nabavke i ugradnje srodnog ležišta od drugog proizvođača. U slučaju odabira drugog ležišta izvođač radova je u obavezi konsultovati projektante.



Ležajevi su tipizirani za $\text{tg}\phi=0,01$ i srednji pritisak na podlogu 26 Mpa.

$V_{\text{min}} = 0,5 V_{\text{max}}$, horizontalna sila je $0,1 V_{\text{max}}$. Za veće pritiske i pomake, dimenzije ležajeva se mogu odrediti prema posebnoj narudžbi.



Nepomični ležaj (NL)

Tip ležja	Opt. [kN]	Visina H [mm]	Širina g. pl. B [mm]	masa [kg]
NL 1000	1000	70	270	37
NL 1500	1500	75	320	52
NL 2000	2000	80	360	64
NL 2500	2500	85	400	85
NL 3000	3000	90	430	95
NL 3500	3500	92	460	115
NL 4000	4000	94	490	125
NL 4500	4500	98	530	150
NL 5000	5000	101	550	161
NL 5500	5500	104	580	182
NL 6000	6000	106	600	202
NL 6500	6500	110	630	230
NL 7000	7000	112	650	250
NL 7500	7500	114	670	265
NL 8000	8000	116	690	278
NL 8500	8500	120	710	300
NL 9000	9000	124	730	330
NL 9500	9500	128	750	360
NL 10000	10000	131	770	388
NL 11000	11000	135	810	435
NL 12000	12000	139	840	475
NL 13000	13000	145	880	550
NL 14000	14000	150	910	610
NL 15000	15000	155	940	670
NL 16000	16000	158	970	725
NL 17000	17000	161	1000	780
NL 18000	18000	168	1030	875
NL 19000	19000	170	1060	930
NL 20000	20000	175	1090	1100
NL 22000	22000	183	1140	1300
NL 24000	24000	190	1190	1400
NL 26000	26000	198	1240	1550
NL 28000	28000	203	1280	1700
NL 30000	30000	210	1300	1900

3.11.2 POKRETNA LEŽIŠTA

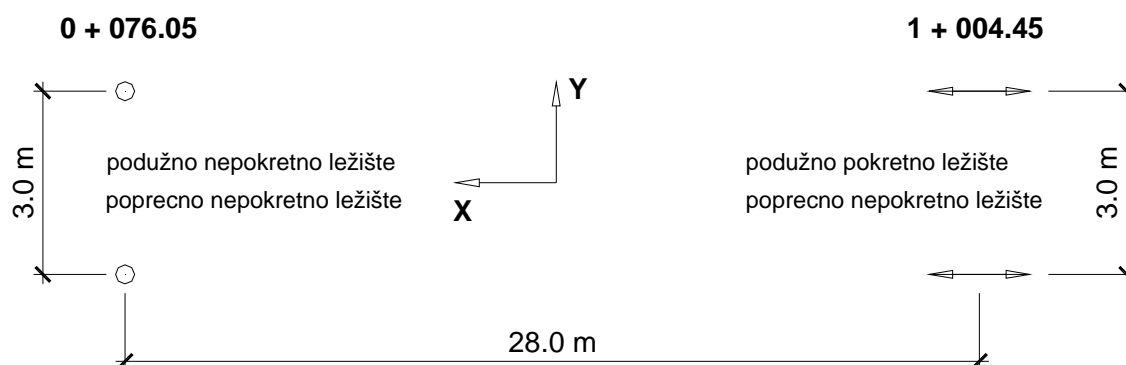
U narednoj tabeli se daju mjerodavne reakcije po jednom pokretnom ležištu mosta. Oba ležišta su locirana na oporcju sa stacionažom 1+004.45, pokretna su u podužnom i nepokretna u poprečnom smislu.

OPTEREĆENJA I KOMBINACIJE	REAKCIJE PO JEDNOM POKRETNOM LEŽIŠTU		
	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]
1. STALNO OPTEREĆENJE	/	/	290
2. SAOBRAĆAJNO OPTEREĆENJE	/	/	230
3. POLOVINA SAOBRAĆAJNOG	/	/	90
4. SEIZMIKA - X	/	/	/
5. SEIZMIKA - Y	/	115	/
6. SEIZMIKA - Z	/	/	75
1 + 2	/	/	520
1 + 3 + 4 + 5 + 6	/	115	455
1 + 3 + 4 + 5 + (-6)	/	115	305

Usvajaju se tipska sidrena pokretna ležišta JPLK 1000 (lončasto ležište) sa pomjerljivošću u podužnom pravcu $\pm 50\text{mm}$, prema katalogu proizvođača "POLIROL" (www.polirol.com). Sve pojedinosti je potrebno blagovremeno dogovoriti sa proizvođačem, imajući u vidu priloženu tabelu reakcija i grafičku dokumentaciju projekta.

$$\Delta = (5 + 5) + (3 + 3) + 11.8 = 28 \text{ mm} \quad - \text{ pomjeranje pokretnog ležišta}$$

Izvođaču radova se ostavlja mogućnost nabavke i ugradnje srodnog ležišta od drugog proizvođača. U slučaju odabira drugog ležišta izvođač radova je u obavezi konsultovati projektante.

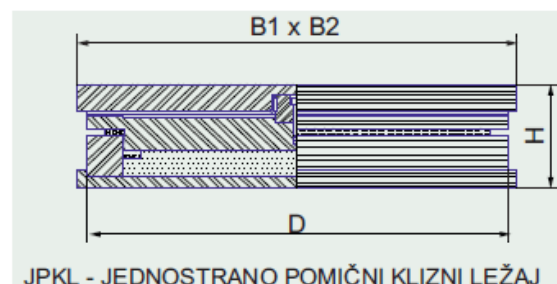


Jednostrano pomični klizni ležaj (JPKL)

Tip ležaja	Opt. [kN]	H [mm]	B ₁ [mm]	e=± 50			e=± 100		e=± 150	
				B ₂ [mm]	Masa [kg]	B ₂ [mm]	Masa [kg]	B ₂ [mm]	Masa [kg]	
JPLK 1000	1000	117	300	400	115	500	125	600	140	
JPLK 1500	1500	120	350	450	130	550	150	650	170	
JPLK 2000	2000	123	400	500	160	600	170	700	190	
JPLK 2500	2500	126	420	520	180	620	200	720	230	
JPLK 3000	3000	129	450	550	200	650	220	750	250	
JPLK 3500	3500	133	500	600	240	700	260	800	280	
JPLK 4000	4000	136	520	620	280	720	300	820	300	
JPLK 4500	4500	141	560	660	310	760	340	860	370	
JPLK 5000	5000	145	580	680	350	780	380	880	400	
JPLK 5500	5500	147	600	700	370	800	410	900	450	
JPLK 6000	6000	149	620	720	400	820	450	920	500	
JPLK 6500	6500	153	650	750	420	850	470	950	520	
JPLK 7000	7000	156	670	770	450	870	500	970	550	
JPLK 7500	7500	159	700	800	500	900	550	1000	600	
JPLK 8000	8000	162	720	820	550	920	600	1020	650	
JPLK 8500	8500	166	730	830	570	930	620	1030	680	
JPLK 9000	9000	169	750	850	600	950	650	1050	720	
JPLK 9500	9500	172	770	870	650	970	700	1070	780	
JPLK 10000	10000	175	800	900	700	1000	780	1100	820	
JPLK 11000	11000	180	840	940	800	1040	880	1040	950	
JPLK 12000	12000	186	880	980	910	1080	950	1180	1050	
JPLK 13000	13000	188	900	1000	950	1100	1000	1200	1100	
JPLK 14000	14000	195	950	1050	1000	1150	1100	1250	1200	
JPLK 15000	15000	201	980	1030	1150	1130	1200	1230	1300	
JPLK 16000	16000	203	1000	1100	1250	1200	1350	1300	1450	
JPLK 17000	17000	209	1030	1130	1350	1230	1450	1330	1550	
JPLK 18000	18000	217	1050	1150	1500	1250	1600	1350	1700	
JPLK 19000	19000	222	1100	1200	1600	1300	1700	1400	1800	
JPLK 20000	20000	226	1110	1210	1700	1310	1800	1410	1900	
JPLK 22000	22000	236	1180	1280	1900	1380	2150	1480	2250	
JPLK 24000	24000	243	1220	1320	2200	1420	2350	1520	2500	
JPLK 26000	26000	250	1260	1360	2500	1460	2600	1560	2800	
JPLK 28000	28000	263	1320	1420	2900	1520	3050	1620	3200	
JPLK 30000	30000	270	1360	1460	3200	1560	3350	1660	3500	

Ležajevi su tipizirani za $tg\phi=0,01$ i srednji pritisak na podlogu 26 MPa i jednostrano pomicanje od $e=\pm 50$ mm do $e=\pm 150$ mm.

$V_{min} = 0,5 V_{max}$, horizontalna sila je $0,1 V_{max}$. Za veće pritiske i pomake, dimenzije ležajeva se mogu odrediti prema posebnoj narudžbi.

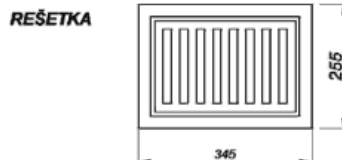
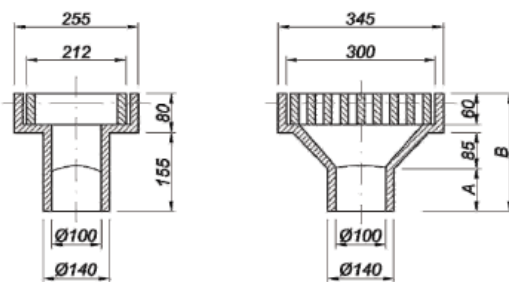


3.12 SLIVNICI

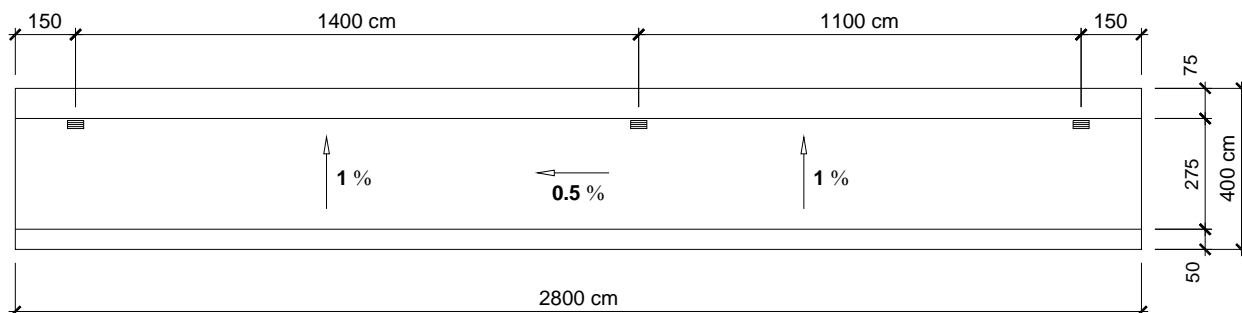
Odvođenje atmosfenske vode sa mosta predviđeno je posredstvom 3 slivnika sa pravougaonim rešetkama i sa rasporedom prema priloženoj šemi. Atmosferska voda se iz slivnika direktno ispušta u vodotok rijeke Cijevne.

Radni prečnik odvodne cijevi slivnika ne smije biti manji od 100mm. Odvodne cijevi slivnika voditi do donje ivice rasponske konstrukcije.

Usvaja se tipski slivnik S-1a, prema katalogu proizvođača "PRODUKT" (www.produkt.co.rs).



kg/kom.	A	B	tip slivnika
41,7	65	230	S - 1
53	225	420	S-1a

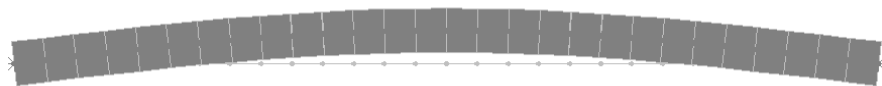


3.13 VIBRACIJE SISTEMA

prvi ton oscilovanja – prvi vertikalni oblik oscilovanja – mase $g + \frac{1}{2} p$

$$T = 0.45637 s$$

$$f = \frac{1}{T} = 2.2 \text{ Hz}$$



drugi ton oscilovanja – prvi horizontalni oblik oscilovanja – mase $g + \frac{1}{2} p$

$$T = 0.18950 s$$

$$f = \frac{1}{T} = 5.3 \text{ Hz}$$



IZ KABINETA