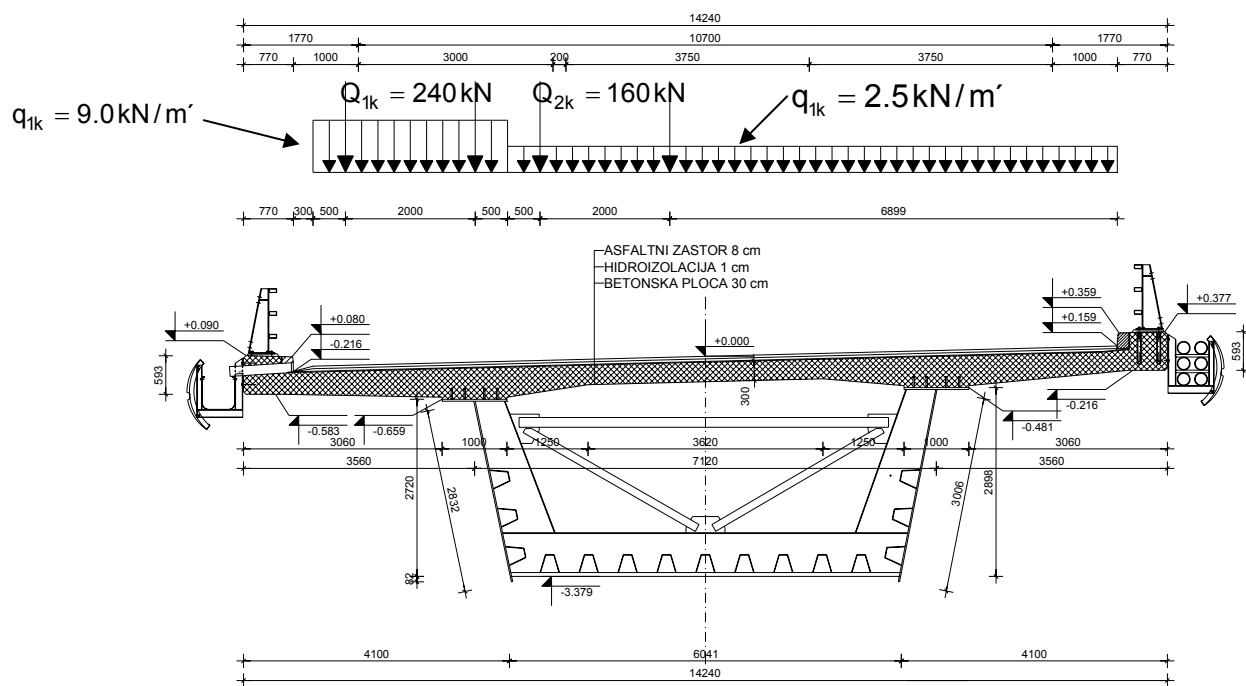
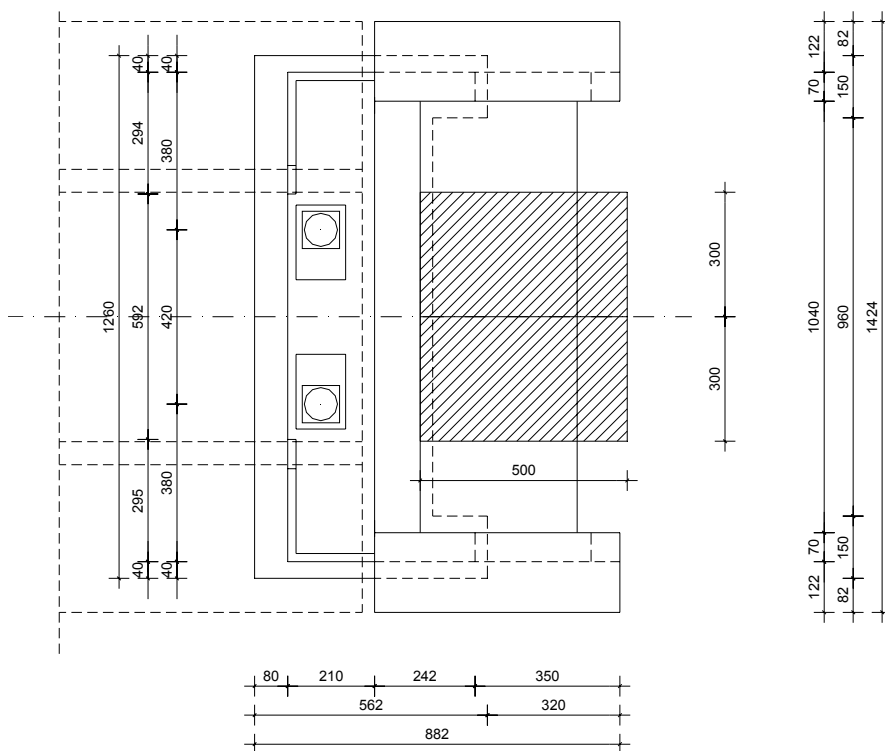


- koristi se model opterećenja prema DIN Fachbericht-u.
- opterećenje se sastoji od dva prometna traka širine 3.0 m.
- u prvom prometnom traku osovinsko opterećenje iznosi 240 kN, a kontinuirano 9 kN/m.
- u drugom prometnom traku osovinsko opterećenje iznosi 160 kN, a kontinuirano 2.5 kN/m.
- van traka opterećenje iznosi 2.5 kN/m.

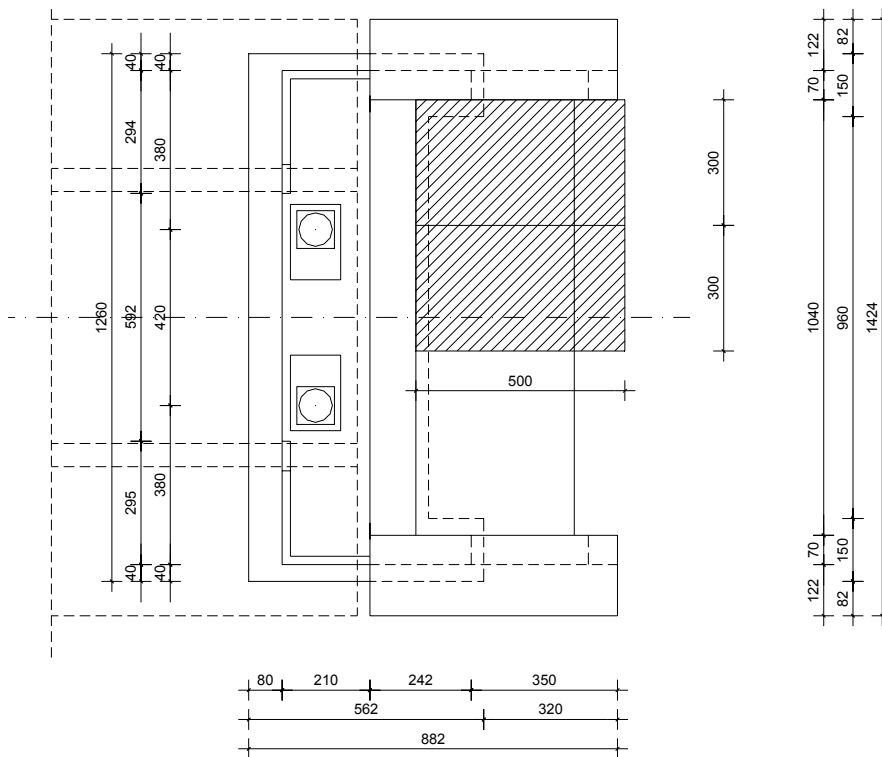


1.4. Prometno opterećenje na nasip iza upornjaka:

-OPTEREĆENJE NA ZID UPORNJAKA:



-OPTEREĆENJE NA KRILO UPORNJAKA:



1.5. Opterećenje vjetrom:

-dionica autoceste: BSKO-ŠESTANOVAC

-visina objekta nad terenom: 60 m
 -lokacija mosta: blizina Makarske
 -kategorija terena: II.

Rezultirajuća sila vjetra na rasponski sklop određuje se na osnovi sljedećeg izraza:

$$F_w = q_b \times c_e \times c_f \times A_{ref} \text{ [kN]}$$

$$w = q_b \times c_e \times c_f \text{ [kN/m']}$$

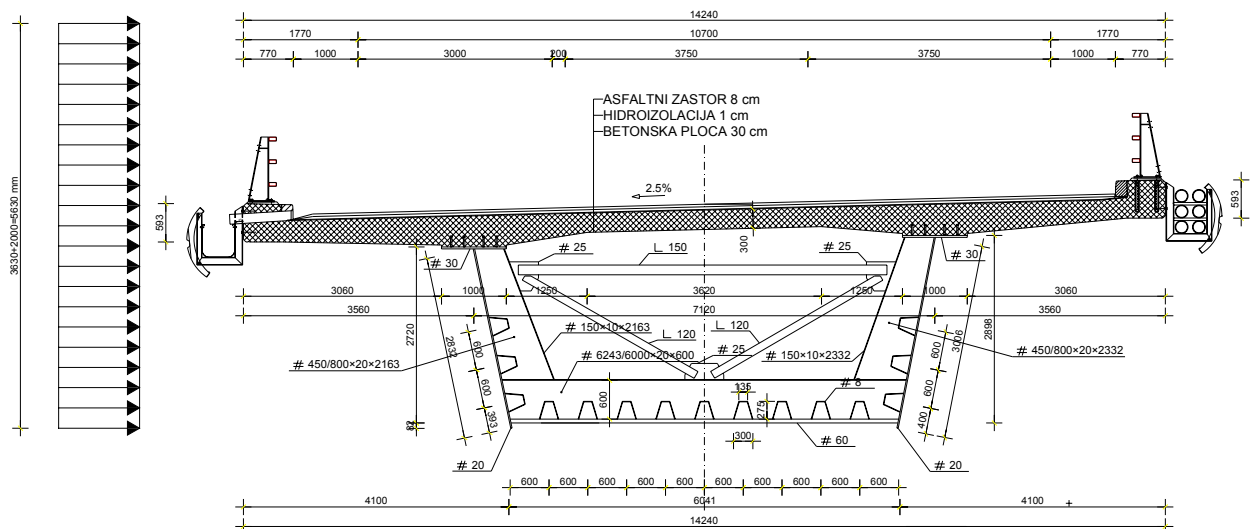
- q_b - referentni pritisak srednje brzine vjetra
- c_e - koeficijent izloženosti
- c_f - aerodinamički koeficijent sile vjetra

- referentni pritisak vjetra na opterećeni most za brzinu 23 m/s:

$$q_d = \frac{\rho}{2} v_d^2 = \frac{1,25}{2 \times 1000} \times 23^2 = 0,33 \text{ kN/m}^2$$

- referentni pritisak vjetra na neopterećeni most za brzinu 38.6 m/s:

$$q_b = \frac{\rho}{2} v_b^2 = \frac{1,25}{2 \times 1000} \times 38.6^2 = 0.93 \text{ kN/m}^2$$



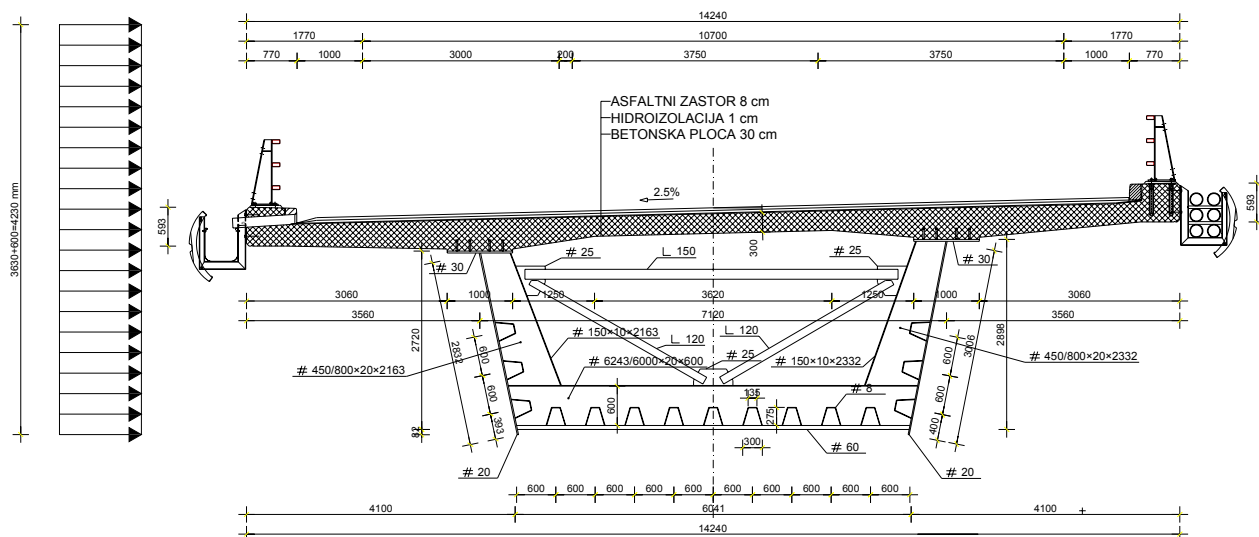
- ZA NEOPTEREČENI MOST

- slučaj a)
- $d=14.24$ m
- $b=3.38$ m

$$d/b = 14.24 / 3.38 = 4.21;$$

$$c_{fx,0} = 1,3$$

$$c_{fx} = c_{fx,0} = 1,3$$



- opterećeni most: $w = q_{ref} \times c_e \times c_f = 0.33 \times 3.75 \times 1.7 = 0.91 \text{ kN/m}^2$

(visina na kojoj se rasprostire opterećenje $h=5.63$ m.)

- neopterećeni most: $w = q_{ref} \times c_e \times c_f = 0.93 \times 3.75 \times 1.3 = 3.73 \text{ kN/m}^2$

(visina na kojoj se rasprostire opterećenje $h=3.63+0.6=4.23$ m.)

1.6. Opterećenje temperaturom:

JEDNOLIKA TEMPERATURA

- Maksimalna jednolika temperatura:
Betonska kolnička ploča na čeličnom sandučastom nosaču.
V. klimatska zona
h=240 m.n.m.

$$T_{\max 50} = 41.9 - 0.0070 \times h = 41.9 - 0.0070 \times 240 = 40.22^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e,\text{MAX}} = 46^{\circ}\text{C}$$

- Minimalna jednolika temperatura:
Betonska kolnička ploča na čeličnom sandučastom nosaču.
IV. klimatska zona
h=240 m.n.m.

$$T_{\max 50} = -15.9 - 0.0044 \times h = -15.9 - 0.0044 \times 240 = -16.96^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e,\text{MIN}} = -21^{\circ}\text{C}$$

- Najveća razlika negativne računske temperature:

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_o - T_{e,\text{min}} = 10 - (-21) = 31^{\circ}\text{C} \Rightarrow \Delta T_{N,\text{con}} = -31^{\circ}\text{C}$$

- Najveća razlika pozitivne računske temperature:

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\text{max}} - T_o = 46 - 10 = 36^{\circ}\text{C} \Rightarrow \Delta T_{N,\text{exp}} = +36^{\circ}\text{C}$$

NEJEDNOLIKA TEMPERATURA

- Pozitivna nejednolika temperaturna razlika:
Betonska ploča na sandučastom nosaču

$$\Delta T_{M,\text{heat}} = 15^{\circ}\text{C}$$

- Negativna nejednolika temperaturna razlika:
Betonska ploča na sandučastom nosaču

$$\Delta T_{M,\text{cool}} = 18^{\circ}\text{C}$$

-u oba slučaja faktori utjecaja debljine zastora su 1. pa temperature ostaju iste.

TEMPERATURA ZA PRORAČUN POMAKA

- Najveća razlika negativne računske temperature

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_o - T_{e,\text{min}} - \Delta T_{N,\text{neg}} = 10 - (-21) - (-20) = 51^{\circ}\text{C} \Rightarrow \Delta T_{N,\text{con}} = -51^{\circ}\text{C}$$

- Najveća razlika pozitivne računske temperature

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\text{max}} - T_o + \Delta T_{N,\text{pos}} = 46 - 10 + 20 = 56^{\circ}\text{C} \Rightarrow \Delta T_{N,\text{exp}} = +56^{\circ}\text{C}$$

1.7. Sile kočenja i pokretanja:

$$\begin{aligned}Q_{1k} &= 0.60 \times \alpha_{Q1} \times (2 \times Q_{k1}) + 0.1 \times \alpha_{q1} \times q_{1k} \times w_1 \times L \\&= 0.60 \times 0.8 \times (2 \times 300) + 0.1 \times 1.0 \times 9.0 \times 3.0 \times 68.0 = 288 + 183.6 = 471.6 \text{ kN} \\180 \times \alpha_{Q1} \text{ kN} &\leq Q_{1k} \leq 900 \text{ kN} \\180 \times 0.8 &= 144 \text{ kN} \leq 471.6 \text{ kN} \leq 900 \text{ kN}\end{aligned}$$

ODABRANO $Q_{1k}=472 \text{ kN}$

1.8. Potres

Most je u 9. Potresnoj zoni $\rightarrow$ računsko ubrzanje tla $a=0,3g$

Tlo kvalitete A

Vlastitu težinu računalni program računa samostalno na temelju površina zadanih poprečnih presjeka i specifične težine gradiva.

Dodatno stalno opterećenje u računalnom modelu bit će raspoređeno kao koncentrirane mase po čvorovima konstrukcije.

a) Horizontalni elastični spektar odgovora konstrukcije

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \times S \times \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \times \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \times S \times \frac{2,5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = a_g \times S \times \frac{2,5}{q} \times \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \times a_g \end{cases}$$

$$T_D \leq T : S_d(T) \begin{cases} = a_g \times S \times \frac{2,5}{q} \times \left[\frac{T_C \times T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \times a_g \end{cases}$$

$S_e(T)$ – ordinata spektra odgovora u jedinici ubrzanja tla

T – osnovni period osciliranja linearnog sustava

a_g – osnovno računsko ubrzanje tla

T_B, T_C – granice intervala konstantnog spektralnog ubrzanja

T_D – granica koja definira početak područja spektra s konstantnim pomacima

S – modificirani faktor tla

η – korekcijski faktor prigušenja ($=1$ za viskozno prigušenje 5%)

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$$

β = 0.2

q = 1,0

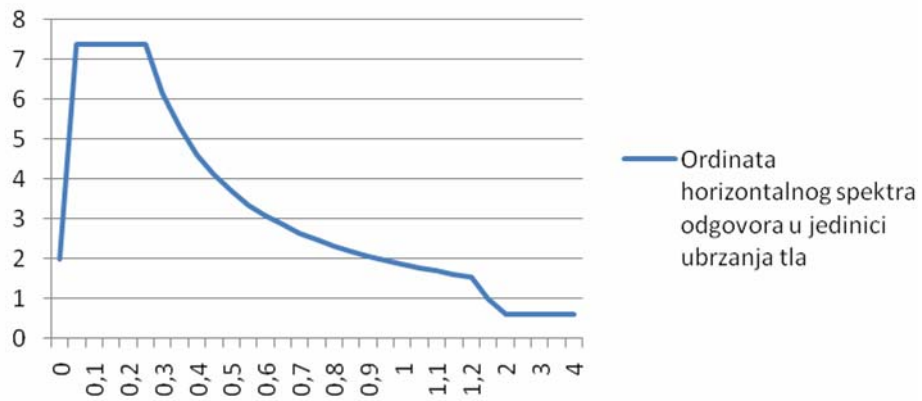
Kategorija tla	S	$T_B(s)$	$T_C(s)$	$T_D(s)$
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,5	0,10	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2
E	1,6	0,05	0,25	1,2

Tablica 2. Računsko ubrzanje tla za različita seizmička područja

Područje intenziteta	VII.	VIII	IX.	X.
Računsko ubrzanje tla	0,1g	0,2g	0,3g	Prema posebnim istraživanjima

	T	a_g (0,3g)	S	q	$S_e(T)$
--	---	-----------------	---	---	----------

	$0 \leq T \leq T_B$	0	2,943	1	1	1,962
		0,05	2,943	1	1	7,3575
	$T_B \leq T \leq T_C$	0,1	2,943	1	1	7,3575
		0,15	2,943	1	1	7,3575
		0,2	2,943	1	1	7,3575
		0,25	2,943	1	1	7,3575
	$T_C \leq T \leq T_D$	0,3	2,943	1	1	6,13125
		0,35	2,943	1	1	5,25536
		0,4	2,943	1	1	4,59844
		0,45	2,943	1	1	4,0875
		0,5	2,943	1	1	3,67875
		0,55	2,943	1	1	3,34432
		0,6	2,943	1	1	3,06563
		0,65	2,943	1	1	2,82981
		0,7	2,943	1	1	2,62768
		0,75	2,943	1	1	2,4525
		0,8	2,943	1	1	2,29922
		0,85	2,943	1	1	2,16397
		0,9	2,943	1	1	2,04375
		0,95	2,943	1	1	1,93618
		1	2,943	1	1	1,83938
		1,05	2,943	1	1	1,75179
		1,1	2,943	1	1	1,67216
		1,15	2,943	1	1	1,59946
		1,2	2,943	1	1	1,53281
	$T_D \leq T \leq 4s$	1,5	2,943	1	1	0,981
		2	2,943	1	1	0,5886
		2,5	2,943	1	1	0,5886
		3	2,943	1	1	0,5886
		3,5	2,943	1	1	0,5886
		4	2,943	1	1	0,5886



b) Vertikalni elastični spektar odgovora konstrukcije

$$0 \leq T \leq T_B : S_{ve}(T) = a_{vg} \times \left[1 + \frac{T}{T_B} \times (\eta \times 3,0 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_{ve}(T) = a_{vg} \times \eta \times 3,0$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_{ve}(T) = a_{vg} \times \eta \times 3,0 \times \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

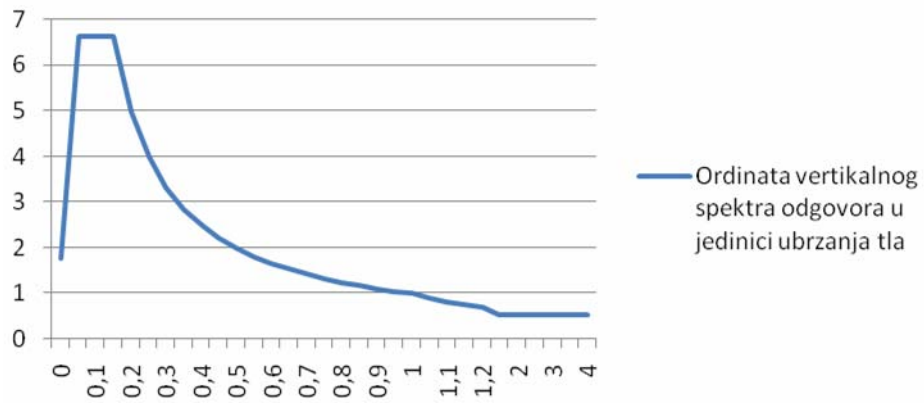
$$T_D \leq T \leq 4s : S_{ve}(T) = a_{vg} \times \eta \times 3,0 \times \left[\frac{T_C \times T_D}{T^2} \right]$$

$S_{ve}(T)$ – ordinata spektra odgovora u jedinici ubrzanja tla

a_{vg} – osnovno računsko ubrzanje tla

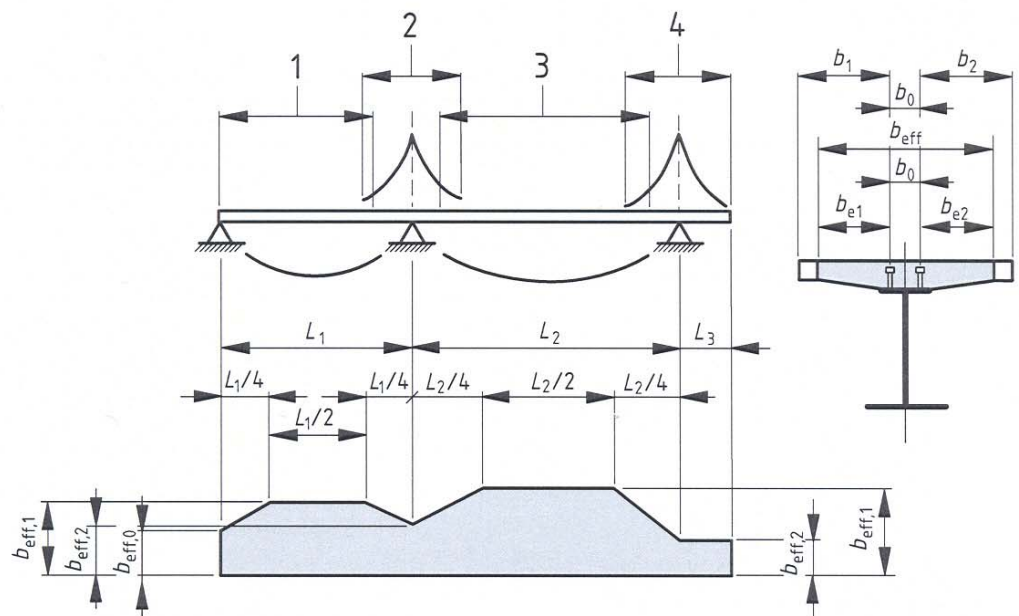
Spektar	a_{vg}/a_g	$T_B(s)$	$T_C(s)$	$T_D(s)$
Tip 1	0,90	0,05	0,15	1,0
Tip 2	0,45	0,05	0,15	1,0

	T	a_{vg} ($0,9a_g$)	S	q	$S_e(T)$
$0 \leq T \leq T_B$	0	2,649	1	1	1,7658
	0,05	2,649	1	1	6,62175
$T_B \leq T \leq T_C$	0,1	2,649	1	1	6,62175
	0,15	2,649	1	1	6,62175
$T_C \leq T \leq T_D$	0,2	2,649	1	1	4,96631
	0,25	2,649	1	1	3,97305
	0,3	2,649	1	1	3,31088
	0,35	2,649	1	1	2,83789
	0,4	2,649	1	1	2,48316
	0,45	2,649	1	1	2,20725
	0,5	2,649	1	1	1,98653
	0,55	2,649	1	1	1,80593
	0,6	2,649	1	1	1,65544
	0,65	2,649	1	1	1,5281
	0,7	2,649	1	1	1,41895
	0,75	2,649	1	1	1,32435
	0,8	2,649	1	1	1,24158
	0,85	2,649	1	1	1,16854
	0,9	2,649	1	1	1,10363
	0,95	2,649	1	1	1,04554
	1	2,649	1	1	0,99326
$T_D \leq T \leq 4s$	1,05	2,649	1	1	0,90092
	1,1	2,649	1	1	0,82088
	1,15	2,649	1	1	0,75105
	1,2	2,649	1	1	0,68977
	1,5	2,649	1	1	0,52974
	2	2,649	1	1	0,52974
	2,5	2,649	1	1	0,52974
	3	2,649	1	1	0,52974
	3,5	2,649	1	1	0,52974
	4	2,649	1	1	0,52974



2. ODREĐIVANJE SUDJELUJUĆE ŠIRINE

2.1. Određivanje sudjelujuće širine betonskog dijela presjeka



Key

- 1 $L_e = 0,85L_1$ for $b_{eff,1}$
- 2 $L_e = 0,25(L_1 + L_2)$ for $b_{eff,2}$
- 3 $L_e = 0,70L_2$ for $b_{eff,1}$
- 4 $L_e = 2L_3$ for $b_{eff,2}$

Slika 1. Prikaz određivanja razmaka nul-točki momentnog dijagrama

$$b_{eff} = b_0 + \sum b_{ei}$$

b_0 - razmak vanjskih moždanika

$b_{ei} = L_e / 8 \leq b_i$ - sudjelujuća širina sa svake strane hrpta

L_e - približni razmak nul-točaka momenata savijanja

Sudjelujuća širina na krajnjim osloncima:

$$b_{eff} = b_0 + \sum \beta_i \times b_{ei}$$

$$\beta_i = (0,55 + 0,025 \times L_e / b_i) \leq 1 \rightarrow \beta_i = 1$$

$$L_e = L = 68\text{m}$$

$$b_e = L_e / 8 = 68 / 8 = 8.5\text{m} > 3.06\text{m}$$

Iz ovog zaključujem da betonski presjek na krajnjim osloncima nosi u cijelosti.

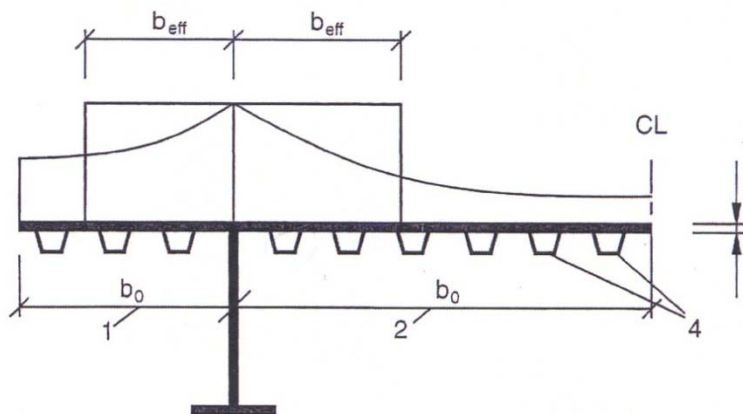
Polje:

$$L_e = L = 68\text{m}$$

$$b_e = L_e / 8 = 68 / 8 = 8.5\text{m} > 3.06\text{m}$$

Iz ovog zaključujem da betonski presjek u polju nosi u cijelosti.

2.2. Određivanje sudjelujuće širine čeličnog dijela presjeka



Slika 5.7: Definicije i oznake za sudjelujuću širinu

1 za jednostrano pridržane pojaseve

2 za dvostrano pridržane pojaseve

3 debljina hrpta t

4 ukolute s $A_{sl} = \sum A_{sl}$

ODREĐIVANJE SUDJELUJUĆE ŠIRINE ČELIČNOG DIJELA PRESJEKA

Ležaj- Donji pojas

Sudjelujuća širina definira se izrazom:

$$b_{\text{eff}} = \beta \cdot b_0$$

Koeficijent redukcije β definiran je tablicom sa sljedećim ulaznim vrijednostima za κ :

$$\kappa = \alpha_0 \cdot b_0 / L_0 \quad \text{gdje je} \quad \alpha_0 = \sqrt{(1 + A_{s1} / b_0 \cdot t)}$$

A_{s1} -Površina svih ukruta na širini b_0

κ	Mjesto dokaza		Vrijednosti β	
≤ 0.02	1		$\beta=1$	1,0000
0.02-0.70	2	Moment u polju	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{1 + 6.4 \cdot \kappa^2}$	0,9828
	3	Moment na ležaju	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{1 + 6.0 \left(\kappa - \frac{1}{2500 \cdot \kappa} \right) + 1.6 \cdot \kappa^2}$	0,7862
>0.7	4	Moment u polju	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{5.9 \cdot \kappa}$	3,2435
	5	Moment na ležaju	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{8.6 \cdot \kappa}$	2,2252
svi κ	6	Krajnji ležaj	$\beta = (0.55 + 0.025 / \kappa) \cdot \beta_1$, ali $\beta_0 \leq \beta_1$	0,9828
svi κ	7	Konzola	$\beta = \beta_2$ na ležaju, β_2 na kraju	0,7862

$L_1 =$	6800	Raspon prvog polja (proste grede)
$L_2 =$	0	Raspon drugog polja
$L_e =$	6800	Efektivni raspon
$b_0 =$	299	Širina pojasa [cm]
$t =$	2	Debljina pojasa [cm]
UKRUTA	5	Vrsta ukrute
$n =$	4,5	Broj ukruta na širini b_0
$A =$	54,8	Površina jedne ukrute [cm ²]
A_{s1} [cm ²]	246,6	Površina ukruta na širini b_0 [cm ²]
$\alpha_0 =$	1,18843	
$\kappa =$	0,05226	
M.JESTO DOKAZA	6	
$b_{\text{eff}} =$	293,864	Sudjelujuća širina

$$A_{s1} = A \times n$$

VRSTA UKRUTE		POVRŠINA [cm ²]
300/200×275×8	1	58,63
400/250/300/8	2	84,17
T 354/200	3	106,8
	4	
Proizvoljna ukruta	5	54,8
Nema ukrute	6	0

Položaj pop. Pr	4	
Prvo polje	1	5780
Drugo polje	2	0
Drugi ležaj	3	1700
Prosta greda	4	6800

ODREĐIVANJE SUDJELUJUĆE ŠIRINE ČELIČNOG DIJELA PRESJEKA

Polje- Donji pojas

Sudjelujuća širina definira se izrazom:

$$b_{eff} = \beta \cdot b_0$$

Koeficijent redukcije β definiran je tablicom sa sljedećim ulaznim vrijednostima za κ :

$$\kappa = \alpha_0 \cdot b_0 / L_0 \quad \text{gdje je} \quad \alpha_0 = \sqrt{(1 + A_{s1} / b_0 \cdot t)}$$

A_{s1} -Površina svih ukruta na širini b_0

κ	Mjesto dokaza		Vrijednosti β	
≤ 0.02	1		$\beta=1$	1,0000
0.02-0.70	2	Moment u polju	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{1 + 6.4 \cdot \kappa^2}$	0,9845
	3	Moment na ležaju	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{1 + 6.0 \left(\kappa - \frac{1}{2500 \cdot \kappa} \right) + 1.6 \cdot \kappa^2}$	0,7978
>0.7	4	Moment u polju	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{5.9 \cdot \kappa}$	3,4139
	5	Moment na ležaju	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{8.6 \cdot \kappa}$	2,3421
svi κ	6	Krajnji ležaj	$\beta = (0.55 + 0.025 / \kappa) \cdot \beta_1$, ali $\beta_0 < \beta_1$	0,9845
svi κ	7	Konzola	$\beta = \beta_2$ na ležaju, β_2 na kraju	0,7978

$L_1 =$	6800	Raspon prvog polja (proste grede)
$L_2 =$	0	Raspon drugog polja
$L_e =$	6800	Efektivni raspon
$b_0 =$	299	Širina pojasa [cm]
$t =$	3	Debljina pojasa [cm]
UKRUTA	5	Vrsta ukrute
$n =$	4,5	Broj ukruta na širini b_0
$A =$	54,8	Površina jedne ukrute [cm ²]
A_{s1} [cm ²]	246,6	Površina ukruta na širini b_0 [cm ²]
$\alpha_0 =$	1,12912	
$\kappa =$	0,04965	
MJESTO DOKAZA	2	
$b_{eff} =$	294,356	Sudjelujuća širina

$$A_{s1} = A \times n$$

VRSTA UKRUTE		POVRŠINA [cm ²]
300/200×275×8	1	58,63
400/250/300/8	2	84,17
T 354/200	3	106,8
	4	
Proizvoljna ukruta	5	54,8
Nema ukrute	6	0

Položaj pop. Pr	4	
Prvo polje	1	5780
Drugo polje	2	0
Drugi ležaj	3	1700
Prosta greda	4	6800