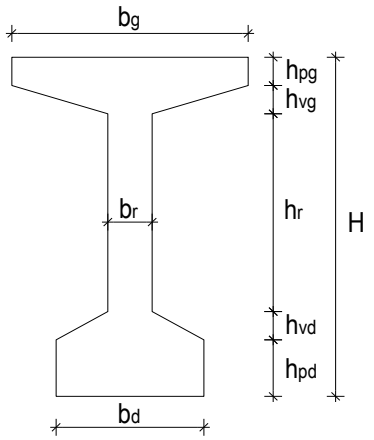
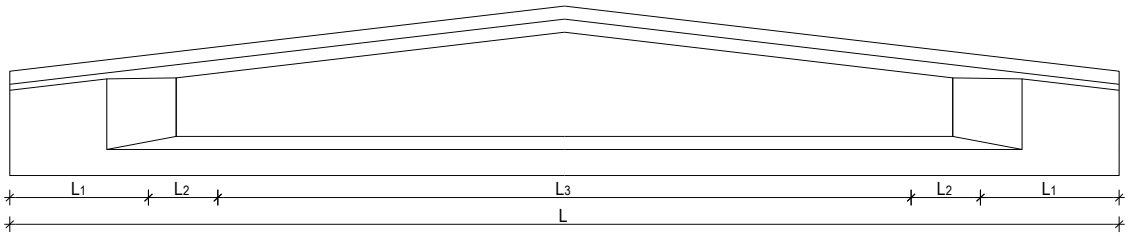
PRORAČUN KLASIČNO ARMIRANOG NOSAČA	G	1a	Krovni nosac: "A"

1. Geometrijske karakteristike nosača 1. Faza



H - ukupna visina presjeka	**69,0**	cm	A - površina poprečnog presjeka
b_g - širina gornjeg pojasa	**35,0**	cm	y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
b_d - širina donjeg pojasa	**22,0**	cm	y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
b_r - širina rebra	**10,0**	cm	I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
h_{pg} - visina gornjeg pojasa	**10,0**	cm	I_x - moment inercije s obzirom na težište
h_{pd} - visina donjeg pojasa	**10,0**	cm	W_d - moment otpora s obzirom na donji rub
h_{vg} - visina gornje vute	**10,0**	cm	W_g - moment otpora s obzirom na gornji rub
h_{vd} - visina donje vute	**5,0**	cm	k_d - donji odsječak jezgre presjeka
			k_g - gornji odsječak jezgre presjeka
i - nagib gornje pojasnice	**10,00**	%	
			x - udaljenost presjeka od kraja nosača
L - duljina nosača	**9,60**	m	
H_s - visina nosača u sr. rasp.	**117,0**	cm	

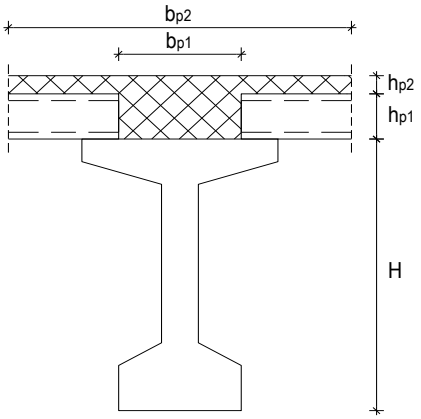
x	0,00	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
H [cm]	69,0	73,8	78,6	83,4	88,2	93,0	97,8	102,6	107,4	112,2	117,0
b_g [cm]	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
b_d [cm]	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
b_r [cm]	22,0	22,0	20,1	14,3	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
h_{pg} [cm]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
h_{pd} [cm]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
h_{vg} [cm]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
h_{vd} [cm]	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
h [cm]	34,0	38,8	43,6	48,4	53,2	58,0	62,8	67,6	72,4	77,2	82,0
A [cm^2]	1713,0	1818,6	1826,1	1600,5	1407,0	1455,0	1503,0	1551,0	1599,0	1647,0	1695,0
y_d [cm]	37,5	40,0	42,7	46,2	49,8	52,3	54,9	57,5	60,0	62,6	65,1
y_g [cm]	31,5	33,8	35,9	37,2	38,4	40,7	42,9	45,1	47,4	49,6	51,9
I_{xd} [cm^4]	3144411	3802059	4379145	4555213	4729187	5421440	6173828	6988562	7867854	8813916	9828960
I_x [cm^4]	730114	889004	1044977	1145968	1246148	1435646	1641812	1865209	2106397	2365935	2644383



L - Ukupna duljina nosača	**9,60**	m
L_1 - Duljina proširenog dijela	**0,80**	m
L_2 - Duljina dijela suženja	**1,00**	m
L_3 - Duljina suženog dijela	**6,00**	m

G 1a Krovni nosac: "A"

2. Geometrijske karakteristike nosača u 2. Fazi



h_{p1} - visina ploče 1	**0,0**	cm
h_{p2} - visina ploče 2	**0,0**	cm
b_{p1} - širina ploče 1	**35,0**	cm
b_{p2} - širina ploče 2	**35,0**	cm

NAPOMENA: b_{p2} - predstavlja sudjelujuću širinu ploče!

x	0,00	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
H [cm]	69,0	73,8	78,6	83,4	88,2	93,0	97,8	102,6	107,4	112,2	117,0
b_g [cm]	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
A_1 [cm^2]	1713,0	1818,6	1826,1	1600,5	1407,0	1455,0	1503,0	1551,0	1599,0	1647,0	1695,0
y_{d-1} [cm]	37,5	40,0	42,7	46,2	49,8	52,3	54,9	57,5	60,0	62,6	65,1
y_{g-1} [cm]	31,5	33,8	35,9	37,2	38,4	40,7	42,9	45,1	47,4	49,6	51,9
I_{xd-1} [cm^4]	3144411	3802059	4379145	4555213	4729187	5421440	6173828	6988562	7867854	8813916	9828960
I_{x-1} [cm^4]	730114	889004	1044977	1145968	1246148	1435646	1641812	1865209	2106397	2365935	2644383
A_2 [cm^2]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A_{1+2} [cm^2]	1713,0	1818,6	1826,1	1600,5	1407,0	1455,0	1503,0	1551,0	1599,0	1647,0	1695,0
y_{d-2} [cm]	37,5	40,0	42,7	46,2	49,8	52,3	54,9	57,5	60,0	62,6	65,1
y_{g-2} [cm]	31,5	33,8	35,9	37,2	38,4	40,7	42,9	45,1	47,4	49,6	51,9
I_{x-2} [cm^4]	730114	889004	1044977	1145968	1246148	1435646	1641812	1865209	2106397	2365935	2644383

3. Gradivo

Beton:

Klasa:	**C 30/37**	
f_{ck} =	30,0	Mpa
f_{cd} =	20,0	Mpa
f_{ctm} =	2,9	Mpa
E_{cm} =	33000,0	MPa
γ_c =	25,0	kN/m^3

Armatura:

Tip:	**B 500B**	
f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
E_s =	200000,0	MPa

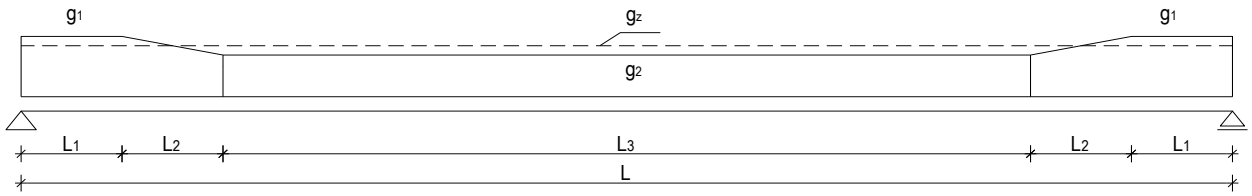
Koeficijent sigurosti materijala:

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15

G 1a Krovni nosac: "A"

4. Opterećenje

Vlastita težina nosača (1. faza):



	g_1 =	4,28	kN/m'
	g_2 =	4,24	kN/m'
Vlastita težina nosača:	g_z =	**4,25**	kN/m'

POPREČNI RASTER: **5,00** m

Vlastita težina ploče i monolitizacije:	g_{pl+m} =	**0,00**	kN/m^2	g_{pl+m} =	0,00	kN/m'
Dodatno stalno opterećenje:	Δg =	**1,30**	kN/m^2	Δg =	6,50	kN/m'
Korisno opterećenje:	q =	**1,37**	kN/m^2	q =	6,85	kN/m'

x	0,00	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
$M_{g,z}$ [kNm]	0,0	9,3	17,6	25,0	31,3	36,7	41,1	44,6	47,0	48,5	49,0
$M_{g,p+m}$ [kNm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_{\Delta g}$ [kNm]	0,0	14,2	27,0	38,2	47,9	56,2	62,9	68,1	71,9	74,1	74,9
M_q [kNm]	0,0	15,0	28,4	40,2	50,5	59,2	66,3	71,8	75,8	78,1	78,9

$M_{Ed,1}$ [kNm]	0,0	12,6	23,8	33,7	42,3	49,6	55,5	60,1	63,4	65,4	66,1
$M_{Ed,2}$ [kNm]	0,0	41,7	79,0	111,9	140,5	164,6	184,3	199,7	210,7	217,3	219,5
$M_{Ed,3}$ [kNm]	0,0	54,3	102,8	145,6	182,8	214,2	239,9	259,8	274,1	282,7	285,5
$M_{Ed,4}$ [kNm]	0,0	38,5	73,0	103,4	129,8	152,1	170,3	184,5	194,6	200,7	202,7
$M_{Ed,5}$ [kNm]	0,0	26,5	50,3	71,2	89,4	104,7	117,3	127,1	134,0	138,2	139,6
$M_{Ed,6}$ [kNm]	0,0	23,5	44,6	63,2	79,3	92,9	104,0	112,7	118,9	122,6	123,8

$V_{Ed,3}$ [kN]	119,0	107,1	95,2	83,3	71,4	59,5	47,6	35,7	23,8	11,9	0,0
$V_{Ed,4}$ [kN]	84,5	76,0	67,6	59,1	50,7	42,2	33,8	25,3	16,9	8,4	0,0
$V_{Ed,5}$ [kN]	58,2	52,4	46,5	40,7	34,9	29,1	23,3	17,5	11,6	5,8	0,0
$V_{Ed,6}$ [kN]	51,6	46,4	41,3	36,1	31,0	25,8	20,6	15,5	10,3	5,2	0,0

KO1 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti - 1.Faza: KO1 = 1.35 (g_z + g_{p+m})

KO2 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti - 2.Faza: KO1 = 1.35 (Δ_g) + 1.50 (q)

KO3 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti: KO3 =KO1 + KO2 = 1.35 (g_z + g_{p+m} + Δ_g) + 1.50 q

KO4 - kombinacija za provjeru graničnih stanja uporabe - rijetka kombinacija: KO4 = 1.00 (g_z + g_{p+m} + Δg) + 1.00 q

KO5 - kombinacija za provjeru graničnih stanja uporabe - česta kombinacija: KO5 = 1.00 (g_z + g_{p+m} + Δg) + 1.00 $\psi_{1,1}$ q $\psi_{1,1}$ = **0,20**

KO6 - kombinacija za provjeru graničnih stanja uporabe - kvazistalna kombinacija: KO6 = 1.00 (g_z + g_p + Δg) + 1.00 $\psi_{2,1}$ q $\psi_{2,1}$ = **0,00**

5. Dimenzioniranje nosača na moment savijanja

Dimemenzioniranje nosača na savijanje provjerava se kroz pojedine faze!

Jednostruko armirani presjek: J. A.

$$\mu_{Rd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

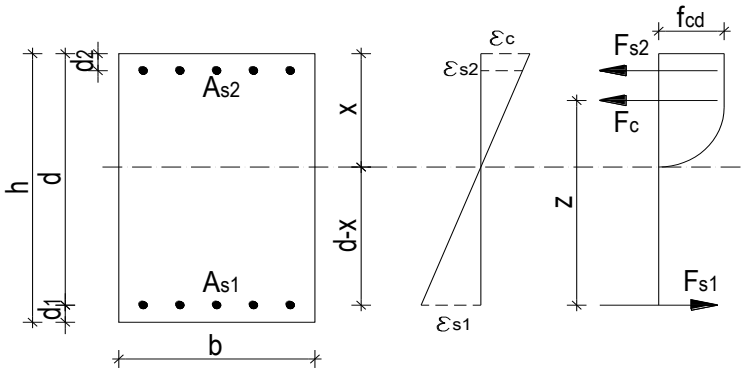
$$M_{Rd,lim} = \mu_{lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd}$$

Dvostruko armirani presjek: D. A.

$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta_{lim} \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}}$$

μ_{lim} =	0,296
$\zeta_{lim} = z/d$ =	0,813
$\xi_{lim} = x_u/d$ =	0,450
ε_c (‰) =	3,50
ε_{s1} (‰) =	4,28



Udaljenost dna od težišta vlačne armature: d_1=	**9,0**	cm
Udaljenost vrha od težišta vlačne armature: d_2=	**5,0**	cm

a) 1. Faza - montaža ploča i monolitizacija

KO1 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti - 1.Faza: KO1 = 1.35 (g_z + g_{p+m})

x	**0,00**	**0,48**	**0,96**	**1,44**	**1,92**	**2,40**	**2,88**	**3,36**	**3,84**	**4,32**	**4,80**
$M_{Ed,1}$ [kNm]	0,0	12,6	23,8	33,7	42,3	49,6	55,5	60,1	63,4	65,4	66,1
b [cm]	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
h [cm]	69,0	73,8	78,6	83,4	88,2	93,0	97,8	102,6	107,4	112,2	117,0
d [cm]	60,0	64,8	69,6	74,4	79,2	84,0	88,8	93,6	98,4	103,2	108,0
μ_{Ed}	0,000	0,004	0,007	0,009	0,010	0,010	0,010	0,010	0,009	0,009	0,008
ζ	0,997	0,992	0,990	0,988	0,988	0,987	0,987	0,988	0,988	0,988	0,988
ξ	0,010	0,024	0,029	0,034	0,034	0,038	0,038	0,034	0,034	0,034	0,034
x [cm]	0,600	1,555	2,018	2,530	2,693	3,192	3,374	3,182	3,346	3,509	3,672
$M_{Rd,lim}$ [kNm]	745,9	870,0	1003,7	1146,9	1299,7	1462,0	1633,9	1815,3	2006,2	2206,7	2416,8
x_{lim} [cm]	27,0	29,2	31,3	33,5	35,6	37,8	40,0	42,1	44,3	46,4	48,6
	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.
A_{s1_1} [cm^2]	**0,00**	**0,45**	**0,79**	**1,05**	**1,24**	**1,38**	**1,46**	**1,50**	**1,50**	**1,48**	**1,42**

G 1a Krovni nosac: "A"

b) 2. Faza - provjera nosača na dodatno stalno i korisno opterećenje

KO2 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti - 2.Faza: KO1 = 1.35 (Δ_g) + 1.50 (q)

x	0,00	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
$M_{Ed,2}$ [kNm]	0,0	41,7	79,0	111,9	140,5	164,6	184,3	199,7	210,7	217,3	219,5
b [cm]	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
h [cm]	69,0	73,8	78,6	83,4	88,2	93,0	97,8	102,6	107,4	112,2	117,0
d [cm]	60,0	64,8	69,6	74,4	79,2	84,0	88,8	93,6	98,4	103,2	108,0
μ_{Ed}	0,000	0,014	0,023	0,029	0,032	0,033	0,033	0,033	0,031	0,029	0,027
ζ	0,997	0,985	0,980	0,978	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977	0,978	0,980
ξ	0,010	0,043	0,057	0,061	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,061	0,057
x [cm]	0,600	2,786	3,967	4,538	5,148	5,460	5,772	6,084	6,396	6,295	6,156
$M_{Rd,lim}$ [kNm]	745,9	870,0	1003,7	1146,9	1299,7	1462,0	1633,9	1815,3	2006,2	2206,7	2416,8
x_{lim} [cm]	27,0	29,2	31,3	33,5	35,6	37,8	40,0	42,1	44,3	46,4	48,6
	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.
A_{s1_2} [cm^2]	**0,00**	**1,50**	**2,66**	**3,54**	**4,17**	**4,61**	**4,89**	**5,02**	**5,04**	**4,95**	**4,77**

c) 3. Faza - eksploatacija

KO3 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti: KO3 =KO1 + KO2 = 1.35 (g_z + g_{p+m} + Δ_g) + 1.50 q

x	0,00	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
$M_{Ed,3}$ [kNm]	0,0	54,3	102,8	145,6	182,8	214,2	239,9	259,8	274,1	282,7	285,5
b [cm]	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
h [cm]	69,0	73,8	78,6	83,4	88,2	93,0	97,8	102,6	107,4	112,2	117,0
d [cm]	60,0	64,8	69,6	74,4	79,2	84,0	88,8	93,6	98,4	103,2	108,0
μ_{Ed}	0,000	0,018	0,030	0,038	0,042	0,043	0,043	0,042	0,040	0,038	0,035
ζ	0,997	0,983	0,977	0,975	0,973	0,971	0,971	0,971	0,973	0,975	0,975
ξ	0,010	0,048	0,065	0,070	0,074	0,078	0,078	0,078	0,074	0,070	0,070
x [cm]	0,600	3,110	4,524	5,208	5,861	6,552	6,926	7,301	7,282	7,224	7,560
$M_{Rd,lim}$ [kNm]	745,9	870,0	1003,7	1146,9	1299,7	1462,0	1633,9	1815,3	2006,2	2206,7	2416,8
x_{lim} [cm]	27,0	29,2	31,3	33,5	35,6	37,8	40,0	42,1	44,3	46,4	48,6
	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.
A_{s1_3} [cm^2]	**0,00**	**1,96**	**3,48**	**4,62**	**5,45**	**6,04**	**6,40**	**6,58**	**6,59**	**6,46**	**6,24**
A_{s2} [cm^2]	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

Odabir armature

x	0,00	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
A_{s1_1} [cm^2]	0,00	0,45	0,79	1,05	1,24	1,38	1,46	1,50	1,50	1,48	1,42
A_{s1_2} [cm^2]	0,00	1,50	2,66	3,54	4,17	4,61	4,89	5,02	5,04	4,95	4,77
A_{s1_3} [cm^2]	0,00	1,96	3,48	4,62	5,45	6,04	6,40	6,58	6,59	6,46	6,24
$A_{s1,pot}$ [cm^2]	**0,00**	**1,96**	**3,48**	**4,62**	**5,45**	**6,04**	**6,40**	**6,58**	**6,59**	**6,46**	**6,24**
Profil [mm]	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**
n (br. kom.)	**2**	**2**	**2**	**2**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**
$A_{s1,odab.}$ [cm^2]	**5,09**	**5,09**	**5,09**	**5,09**	**7,63**	**7,63**	**7,63**	**7,63**	**7,63**	**7,63**	**7,63**

$$A_{s1,pot.} = max\begin{Bmatrix} A_{s1_1} + A_{s1_2} \\ A_{s1_3} \end{Bmatrix} \qquad A_{s1,odab.} \geq A_{s1,pot.}$$

6. Dimenzioniranje nosača na poprečnu silu

$$C_{Rd,c} = \frac{0{,}18}{\gamma_c}$$

$$\nu = 0{,}6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} \leq 0{,}02$$

$$k = \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2{,}0 \;\; (d\ u\ mm)$$

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}\right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,min} = (0{,}035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,max} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd,max} = 0{,}5 \cdot b_w \cdot d \cdot \nu \cdot f_{cd}$$

$$A_{sw,pot.} = \frac{V_{Ed} - V_{Rd,c}}{z \cdot f_{yw,d}} \qquad z = 0{,}9 \cdot d$$

$$s_w = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd}}{V_{Ed} - V_{Rd,c}}$$

$$s_{w,max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{min} \cdot b_w}$$

$$\rho_{min} = \frac{0{,}08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

x	0,00	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
$V_{Ed,3}$ [kN]	119,0	107,1	95,2	83,3	71,4	59,5	47,6	35,7	23,8	11,9	0,0
b_w [cm]	22,0	22,0	20,1	14,3	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
h [cm]	69,0	73,8	78,6	83,4	88,2	93,0	97,8	102,6	107,4	112,2	117,0
d [cm]	60,0	64,8	69,6	74,4	79,2	84,0	88,8	93,6	98,4	103,2	108,0
$C_{Rd,c}$	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
k	1,58	1,56	1,54	1,52	1,50	1,49	1,47	1,46	1,45	1,44	1,43
ρ_1	0,0039	0,0036	0,0036	0,0048	0,0096	0,0091	0,0086	0,0082	0,0078	0,0074	0,0071
$V_{Rd,c}$	56,5	58,7	57,2	47,2	43,8	45,1	46,4	47,7	48,9	50,1	51,3
$V_{Rd,max}$	697,0	752,7	737,9	562,5	418,2	443,5	468,9	494,2	519,6	544,9	570,2
V_{Ed} / V_{Rd} [kN]	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
$A_{sw,pot.}$[cm^2/m]	**2,66**	**1,91**	**1,40**	**1,24**	**0,89**	**0,44**	**0,03**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
m (reznost)	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**
Profil [mm]	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**
$s_{w,pot.}$ [cm]	**37,8**	**52,6**	**72,0**	**81,0**	**113,1**	**230,3**	**2995,0**	∞	∞	∞	∞
$s_{w,max}$ [cm]	52,1	52,1	57,1	80,1	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7
$s_{w,max}$ [cm]	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
$s_{w,odab}$ [cm]	**10,0**	**10,0**	**15,0**	**15,0**	**15,0**	**25,0**	**25,0**	**25,0**	**25,0**	**25,0**	**25,0**

7. Proračun armature za sprezanje sa monolitizacijom

$$Q_{Ed,1-1} = \frac{V_{Ed} \cdot S_{1-1}}{I_{x-2}}$$

$$A_{q,pot.} = \frac{Q_{Ed,1-1}}{f_{yd}}$$

$$A_{q,odab.} \geq A_{q,pot.}$$

x	0,00	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
$V_{Ed,3}$ [kN]	119,0	107,1	95,2	83,3	71,4	59,5	47,6	35,7	23,8	11,9	0,0
I_{x-2} [cm^4]	730114	889004	1044977	1145968	1246148	1435646	1641812	1865209	2106397	2365935	2644383
S_{1-1} [cm^3]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$Q_{ed,1-1}$ [kN/m]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$A_{q,pot.}$ [cm^2/m]	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Profil [mm]	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**	**Ø8**
Razmak [cm]	**10,0**	**10,0**	**15,0**	**10,0**	**20,0**	**20,0**	**20,0**	**20,0**	**20,0**	**20,0**	**20,0**
m (reznost)	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**
$A_{q,odab.}$ [cm^2/m]	**20,11**	**20,11**	**13,40**	**20,11**	**10,05**	**10,05**	**10,05**	**10,05**	**10,05**	**10,05**	**10,05**

8. Kontrola pukotina

$$n = \frac{E_s}{E_{cm}}$$

$$x = \frac{n \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{\frac{2 \cdot b \cdot d}{n \cdot A_{s1}}} \right)$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_x}{y_d}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \zeta = \frac{\sigma_s}{E_s} \left[1 - 1{,}0 \cdot 0{,}5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right]$$

$$\rho_r = \frac{A_{s1}}{b \cdot 2{,}5 \cdot d_1}$$

$$s_{rm} = 50 + 0{,}25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\varphi}{\rho_r}$$

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 1{,}70 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} \leq 0{,}30\ mm$$

x	0,00	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
$M_{Ed,4}$ [kNm]	0,0	38,5	73,0	103,4	129,8	152,1	170,3	184,5	194,6	200,7	202,7
b_d [cm]	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
b_g [cm]	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
h [cm]	69,0	73,8	78,6	83,4	88,2	93,0	97,8	102,6	107,4	112,2	117,0
d [cm]	60,0	64,8	69,6	74,4	79,2	84,0	88,8	93,6	98,4	103,2	108,0
A_{s1} [cm^2]	16,08	16,08	16,08	16,08	16,08	16,08	16,08	16,08	16,08	16,08	16,08
n	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
x [cm]	18,63	19,53	20,40	21,24	22,06	22,85	23,62	24,37	25,10	25,81	26,50
σ_s [MPa]	0,0	41,1	72,3	95,5	112,3	123,8	130,9	134,2	134,4	132,0	127,1
M_{cr} [kNm]	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4
σ_{sr} [MPa]	65,2	60,2	55,9	52,1	48,8	45,9	43,3	41,0	39,0	37,1	35,4
ζ	0,000	-0,072	0,701	0,851	0,906	0,931	0,945	0,953	0,958	0,961	0,961
ε_{sm}	0,00000	-0,00001	0,00025	0,00041	0,00051	0,00058	0,00062	0,00064	0,00064	0,00063	0,00061
ρ_r	0,03248	0,03248	0,03248	0,03248	0,03248	0,03248	0,03248	0,03248	0,03248	0,03248	0,03248
s_{rm} [mm]	105,4	105,4	105,4	105,4	105,4	105,4	105,4	105,4	105,4	105,4	105,4
w_k [mm]	0,00	0,00	0,05	0,07	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11

< wg=0.30mm

9. Kontrola progiba

$$\alpha_{el} = \frac{E_s}{E_{cm}}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{\frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right)$$

$$I_I = I_x + \alpha_{el} \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_{s1}}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_x}{y_d}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3} \right) \cdot A_{s1}}$$

$$I_k' = I_I - (I_I - I_{II}) \cdot \left[1 - \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right]$$

$$f_k = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{Ed} \cdot l^2}{I_k' \cdot E_{cm}}$$

$$k_r = 0{,}85 - 0{,}45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}}$$

$$f_d = k_r \cdot f_k \cdot \varphi$$

x	0,00	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
$M_{Ed,4}$ [kNm]	0,0	38,5	73,0	103,4	129,8	152,1	170,3	184,5	194,6	200,7	202,7
b_d [cm]	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
b_g [cm]	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
h [cm]	69,0	73,8	78,6	83,4	88,2	93,0	97,8	102,6	107,4	112,2	117,0
d [cm]	60,0	64,8	69,6	74,4	79,2	84,0	88,8	93,6	98,4	103,2	108,0
A_{s1} [cm^2]	5,09	5,09	5,09	5,09	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63
A_{s2} [cm^2]	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52
α_{el}	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
x [cm]	11,57	12,08	12,57	13,04	16,15	16,69	17,22	17,74	18,24	18,73	19,21
I_x	730114	889004	1044977	1145968	1246148	1435646	1641812	1865209	2106397	2365935	2644383
I_I	738476,8	898782,93	1056282,7	1158910,6	1264729,7	1456578,4	1665235,9	1891263,8	2135222,7	2397672	2679170,9
I_{II}	317887	385041	454519	511499	650054	754815	869852	995568	1132357	1280604	1440686
σ_s [MPa]	0,0	124,5	219,3	290,0	230,3	254,0	268,6	275,6	276,2	271,2	261,4
M_{cr} [kNm]	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4
σ_{sr} [MPa]	197,4	182,3	169,4	158,2	100,1	94,2	88,9	84,3	80,0	76,2	72,7
I'_k [cm^4]	738477	898783	813813	704105	766176	851353	957078	1079265	1216561	1368798	1536520

Koeficijent puzanja: φ = **2,0**

E_{cm} = 33000,0 Mpa

Dozvoljeni progib (L/250): 3,84 cm

Kratkotrajni progib: f_k = 0,38 cm

k_r = 0,58

Dugotrajni progib f_d = 0,45 cm