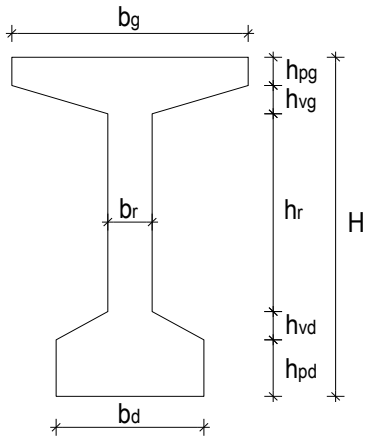
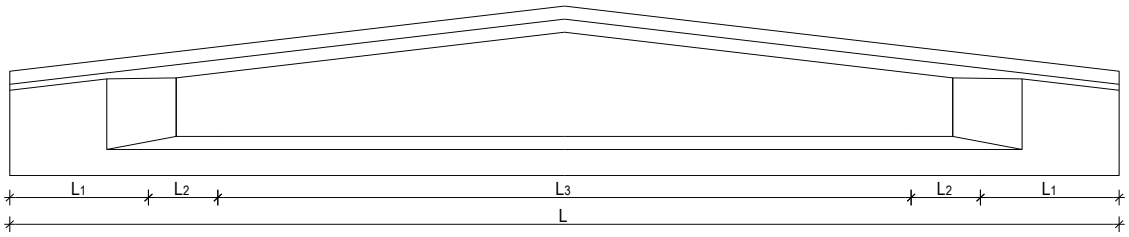
PRORAČUN KLASIČNO ARMIRANOG NOSAČA	G	1	Krovni nosač: "A"

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	

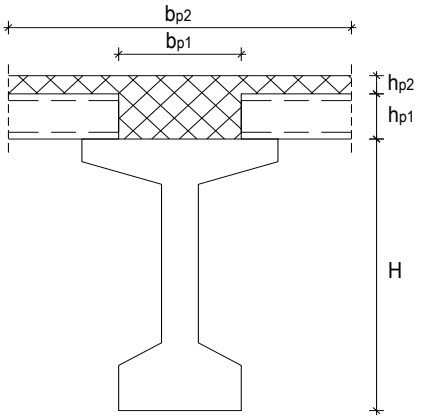
x	0,00	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
H [cm]	69,0	73,8	78,6	83,4	88,2	93,0	97,8	102,6	107,4	112,2	117,0
b_g [cm]	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
b_d [cm]	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
b_r [cm]	22,0	22,0	20,1	14,3	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	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 1 Krovni nosač: "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

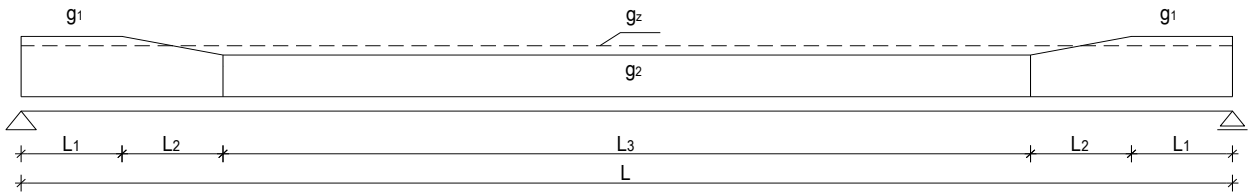
Koeficijent sigurosti materijala:

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15

G 1 Krovni nosač: "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: **9,90** 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 =	12,87	kN/m'
Korisno opterećenje:	q =	**1,37**	kN/m^2	q =	13,56	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	28,2	53,4	75,6	94,9	111,2	124,5	134,9	142,3	146,8	148,3
M_q [kNm]	0,0	29,7	56,2	79,7	100,0	117,2	131,2	142,2	150,0	154,7	156,2

$M_{Ed,1}$ [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	82,6	156,4	221,6	278,1	325,9	365,0	395,4	417,1	430,2	434,5
$M_{Ed,3}$ [kNm]	0,0	95,1	180,2	255,3	320,4	375,5	420,5	455,6	480,6	495,6	500,6
$M_{Ed,4}$ [kNm]	0,0	67,2	127,2	180,3	226,2	265,1	296,9	321,7	339,3	349,9	353,5
$M_{Ed,5}$ [kNm]	0,0	43,4	82,2	116,5	146,2	171,4	191,9	207,9	219,3	226,2	228,5
$M_{Ed,6}$ [kNm]	0,0	37,5	71,0	100,6	126,2	147,9	165,7	179,5	189,3	195,2	197,2

$V_{Ed,3}$ [kN]	208,6	187,7	166,9	146,0	125,2	104,3	83,4	62,6	41,7	20,9	0,0
$V_{Ed,4}$ [kN]	147,3	132,5	117,8	103,1	88,4	73,6	58,9	44,2	29,5	14,7	0,0
$V_{Ed,5}$ [kN]	95,2	85,7	76,2	66,6	57,1	47,6	38,1	28,6	19,0	9,5	0,0
$V_{Ed,6}$ [kN]	82,2	74,0	65,7	57,5	49,3	41,1	32,9	24,7	16,4	8,2	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**

G 1 Krovni nosač: "A"

5. Dimenzioniranje nosača na moment savijanja

Dimemenzioniranje nosača na savijanje provjerava se kroz pojedine faze!

Jednostruko armirani presjek: J. A.

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

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

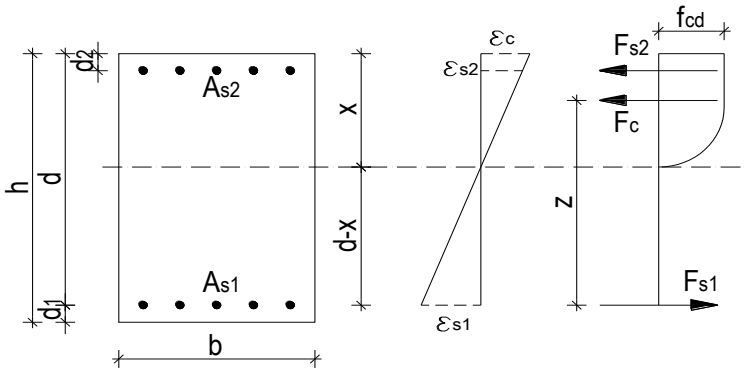
$$M_{Rd,lim} = \mu_{lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd}$$

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
ζ_{lim} = z/d =	0,813
ξ_{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 1 Krovni nosač: "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	82,6	156,4	221,6	278,1	325,9	365,0	395,4	417,1	430,2	434,5
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	0,028	0,046	0,057	0,063	0,066	0,066	0,064	0,062	0,058	0,053
ζ	0,997	0,978	0,970	0,966	0,962	0,962	0,960	0,962	0,964	0,966	0,968
ξ	0,010	0,061	0,083	0,091	0,099	0,099	0,103	0,099	0,095	0,091	0,087
x [cm]	0,600	3,953	5,777	6,770	7,841	8,316	9,146	9,266	9,348	9,391	9,396
$M_{Rd,lim}$ [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**	**3,00**	**5,33**	**7,09**	**8,39**	**9,28**	**9,85**	**10,10**	**10,11**	**9,92**	**9,56**

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	95,1	180,2	255,3	320,4	375,5	420,5	455,6	480,6	495,6	500,6
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	0,032	0,053	0,066	0,073	0,076	0,076	0,074	0,071	0,066	0,061
ζ	0,997	0,977	0,968	0,962	0,958	0,957	0,957	0,957	0,958	0,960	0,964
ξ	0,010	0,065	0,087	0,099	0,107	0,111	0,111	0,111	0,107	0,103	0,095
x [cm]	0,600	4,212	6,055	7,366	8,474	9,324	9,857	10,390	10,529	10,630	10,260
$M_{Rd,lim}$ [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**	**3,46**	**6,15**	**8,20**	**9,71**	**10,74**	**11,38**	**11,70**	**11,73**	**11,51**	**11,06**
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	3,00	5,33	7,09	8,39	9,28	9,85	10,10	10,11	9,92	9,56
A_{s1_3} [cm^2]	0,00	3,46	6,15	8,20	9,71	10,74	11,38	11,70	11,73	11,51	11,06
$A_{s1,pot}$ [cm^2]	**0,00**	**3,46**	**6,15**	**8,20**	**9,71**	**10,74**	**11,38**	**11,70**	**11,73**	**11,51**	**11,06**
Profil [mm]	**Ø22**	**Ø22**	**Ø22**	**Ø22**	**Ø22**	**Ø22**	**Ø22**	**Ø22**	**Ø22**	**Ø22**	**Ø22**
n (br. kom.)	**2**	**2**	**2**	**3**	**3**	**3**	**3**	**4**	**4**	**4**	**3**
$A_{s1,odab.}$ [cm^2]	**7,60**	**7,60**	**7,60**	**11,40**	**11,40**	**11,40**	**11,40**	**15,21**	**15,21**	**15,21**	**11,40**

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

G 1 Krovni nosač: "A"

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]	208,6	187,7	166,9	146,0	125,2	104,3	83,4	62,6	41,7	20,9	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	0,0058	0,0053	0,0054	0,0107	0,0144	0,0136	0,0128	0,0162	0,0155	0,0147	0,0106
$V_{Rd,c}$	64,6	67,1	65,3	61,7	50,1	51,6	53,1	60,0	61,5	63,1	58,7
$V_{Rd,max}$	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]	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
$A_{sw,pot.}$[cm^2/m]	**6,13**	**4,76**	**3,73**	**2,90**	**2,42**	**1,60**	**0,87**	**0,07**	**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]	**16,4**	**21,1**	**27,0**	**34,7**	**41,5**	**62,7**	**115,0**	**1424,5**	**∞**	**∞**	**∞**
$s_{w,max}$ [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]	**5,0**	**10,0**	**10,0**	**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]	208,6	187,7	166,9	146,0	125,2	104,3	83,4	62,6	41,7	20,9	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	67,2	127,2	180,3	226,2	265,1	296,9	321,7	339,3	349,9	353,5
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	71,7	126,0	166,5	195,8	215,8	228,2	234,0	234,4	230,0	221,7
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	0,647	0,902	0,951	0,969	0,977	0,982	0,985	0,986	0,987	0,987
ε_{sm}	0,00000	0,00023	0,00057	0,00079	0,00095	0,00105	0,00112	0,00115	0,00116	0,00114	0,00109
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]	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7	117,7
w_k [mm]	0,00	0,05	0,11	0,16	0,19	0,21	0,22	0,23	0,23	0,23	0,22

< wg=0.30mm

G 1 Krovni nosač: "A"

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	67,2	127,2	180,3	226,2	265,1	296,9	321,7	339,3	349,9	353,5
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]	7,60	7,60	7,60	11,40	11,40	11,40	11,40	15,21	15,21	15,21	11,40
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]	13,76	14,38	14,98	18,48	19,17	19,83	20,48	23,81	24,52	25,21	22,91
I_x	730114	889004	1044977	1145968	1246148	1435646	1641812	1865209	2106397	2365935	2644383
I_I	740663,98	901340,46	1059239,5	1167415,7	1270493,1	1463071,1	1672501,4	1907494,2	2153179,3	2417442,1	2689961,3
I_{II}	361123	437795	517462	664644	741536	861215	992718	1248642	1420552	1607055	1646433
σ_s [MPa]	0,0	147,2	259,1	231,6	272,4	300,4	317,6	246,9	247,3	242,8	308,8
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]	133,9	123,6	114,8	72,5	67,9	63,9	60,3	43,3	41,1	39,1	49,3
I'_k [cm^4]	740664	764712	623893	713857	774415	888456	1017246	1268899	1440791	1628106	1673001

Koeficijent puzanja: φ = **2,0**

E_{cm} = 33000,0 Mpa

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

Kratkotrajni progib: f_k = 0,61 cm

k_r = 0,67

Dugotrajni progib f_d = 0,83 cm