

Osnovni podaci o modelu

Datoteka: Duplek.twp
Datum proračuna: 11.12.2017

Nacin proračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

- Teorija I-og reda Modalna analiza Stabilnost
 Teorija II-og reda Seizmicki proračun Faze gradjenja
 Nelinearan proračun

Velicina modela

Broj cvorova: 69
Broj pločastih elemenata: 0
Broj grednih elemenata: 69
Broj granicnih elemenata: 15
Broj osnovnih slucajeva opterecenja: 3
Broj kombinacija opterecenja: 3

Jedinice mera

Duzina: m [cm,mm]
Sila: kN
Temperatura: Celsius

Ulazni podaci - Konstrukcija

Koordinate cvorova

No	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.5000	-0.0000	0.0000
3	-1.8000	0.0000	3.1000
4	-3.6537	0.0000	6.0002
5	0.5000	-0.0000	3.1000
6	0.5000	-0.0000	6.9064
7	7.6500	-0.0000	0.0000
8	7.6500	-0.0000	3.1000
9	5.4557	0.0000	7.9875
10	7.6500	-0.0000	8.4034
11	9.3408	0.0000	8.7238
12	9.8378	0.0000	8.8004
13	10.335	0.0000	8.8736
14	10.833	0.0000	8.9435
15	11.332	0.0000	9.0100
16	11.831	0.0000	9.0732
17	12.330	0.0000	9.1329
18	12.830	0.0000	9.1893
19	13.330	0.0000	9.2423
20	13.830	0.0000	9.2920
21	14.331	0.0000	9.3382
22	14.832	0.0000	9.3811
23	15.333	0.0000	9.4206
24	15.835	0.0000	9.4567
25	16.337	0.0000	9.4894

26	16.850	0.0000	9.5108
27	17.364	0.0000	9.5285
28	17.878	0.0000	9.5426
29	18.392	0.0000	9.5530
30	18.907	0.0000	9.5597
31	19.421	0.0000	9.5628
32	19.935	0.0000	9.5622
33	20.449	0.0000	9.5579
34	20.963	0.0000	9.5500
35	21.477	0.0000	9.5383
36	31.137	-0.0000	0.0000
37	21.991	0.0000	9.5230
38	22.505	0.0000	9.5041
39	23.019	0.0000	9.4814
40	23.533	0.0000	9.4551
41	24.046	0.0000	9.4251
42	24.576	0.0000	9.3872
43	25.105	0.0000	9.3393
44	25.633	0.0000	9.2813
45	35.137	-0.0000	0.0000
46	26.160	0.0000	9.2134
47	26.685	0.0000	9.1354
48	27.209	0.0000	9.0475
49	27.717	0.0000	8.9524
50	28.223	0.0000	8.8480

51	35.137	-0.0000	2.0000
52	28.726	0.0000	8.7343
53	29.228	0.0000	8.6112
54	29.727	0.0000	8.4789
55	35.137	-0.0000	3.1000
56	30.224	0.0000	8.3374
57	35.210	-0.0000	3.6644
58	30.718	0.0000	8.1868
59	31.262	0.0000	7.9987
60	35.197	-0.0000	4.2335
61	31.795	0.0000	7.7807
62	32.314	0.0000	7.5335
63	35.098	-0.0000	4.7939
64	32.819	0.0000	7.2579
65	34.915	-0.0000	5.3329
66	33.309	0.0000	6.9548
67	34.608	0.0000	5.8233
68	33.796	0.0000	6.6431
69	34.232	0.0000	6.2632

Tabela materijala

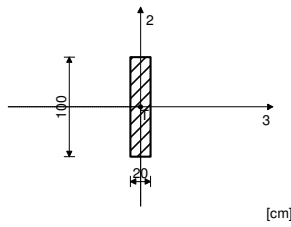
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Drvo-četinari-lamelirano	1.100e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.100e+7	0.20
2	Celik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30
3	Betoni MB 35	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20

Setovi tacakstih oslonaca

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

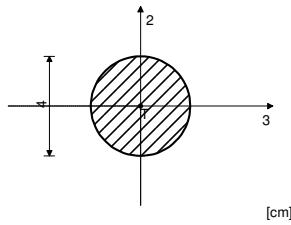
Setovi greda

@1@Set: 1 Presek: b/d=20/100, Fiktivna ekscentricnost



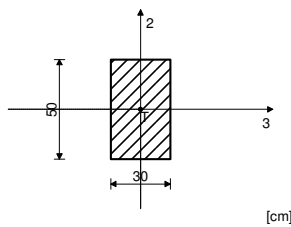
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-četinari...	2.000e-1	1.667e-1	1.667e-1	2.331e-3	6.667e-4	1.667e-2

@1@Set: 2 Presek: D=4, Prost nelinearan (zategnut) stap, Fiktivna ekscentricnost



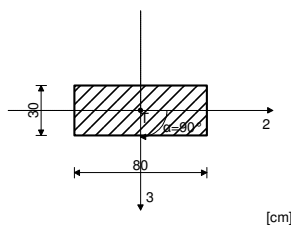
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Celik	1.257e-3	1.131e-3	1.131e-3	2.513e-7	1.257e-7	1.257e-7

@1@Set: 3 Presek: b/d=30/50, Fiktivna ekscentricnost



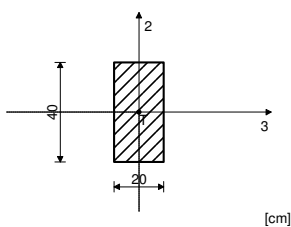
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Betoni MB 35	1.500e-1	1.250e-1	1.250e-1	2.817e-3	1.125e-3	3.125e-3

@1@Set: 4 Presek: b/d=80/30, Fiktivna ekscentricnost



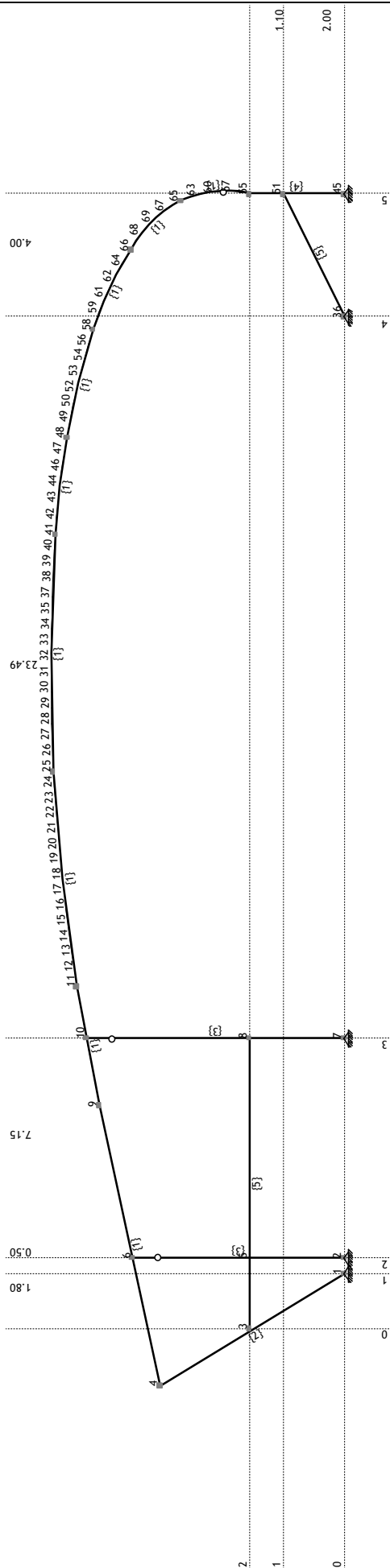
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Betoni MB 35	2.400e-1	2.000e-1	1.225e-17	5.502e-3	1.800e-3	1.280e-2

@1@Set: 5 Presek: b/d=20/40, Fiktivna ekscentricnost

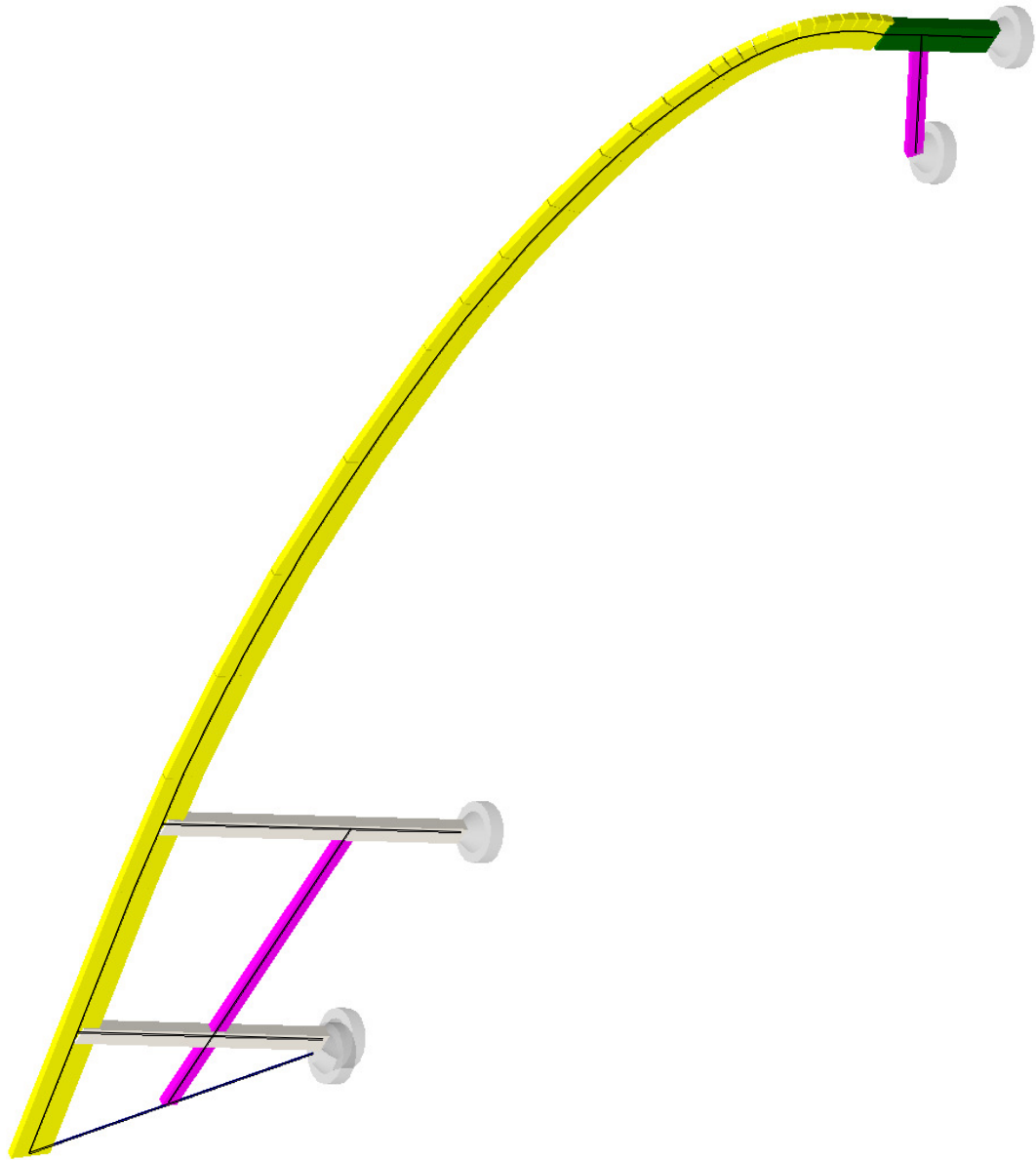


Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Betoni MB 35	8.000e-2	6.667e-2	6.667e-2	7.324e-4	2.667e-4	1.067e-3

Meza konacnih elemenata



Greda	
1.	b/d=20/100
2.	D=4
3.	b/d=30/50
4.	b/d=80/30
5.	b/d=20/40



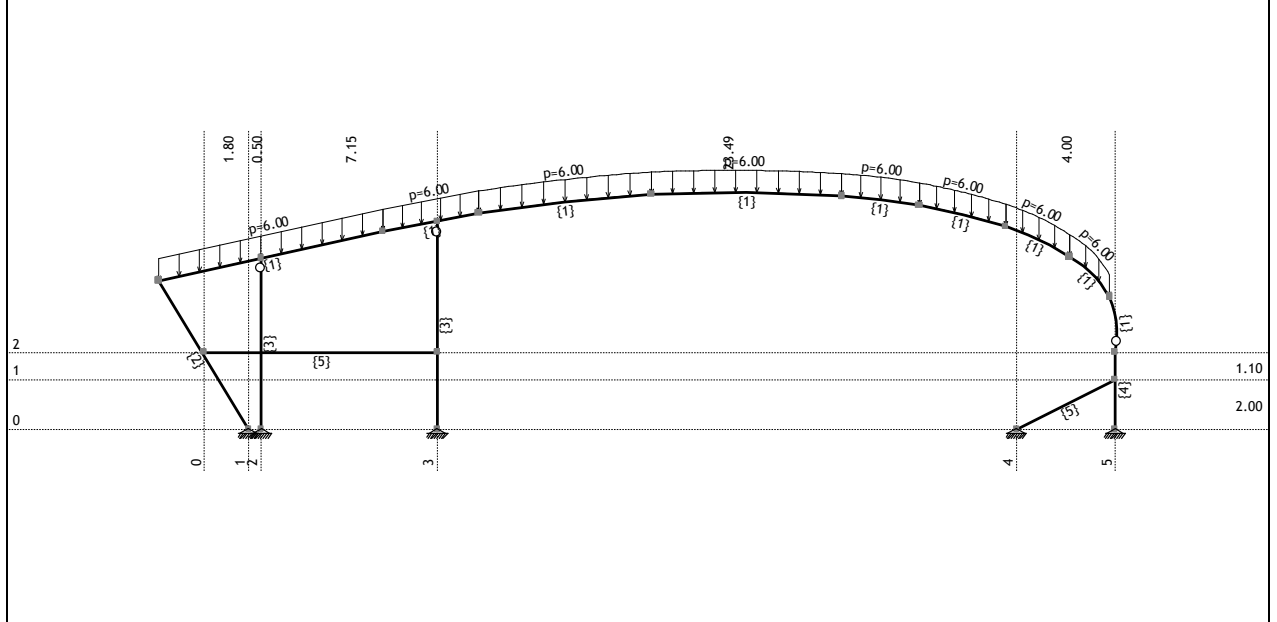
Setovi numerickih podataka
Greda (1-5)

Lista slučajeva opterećenja

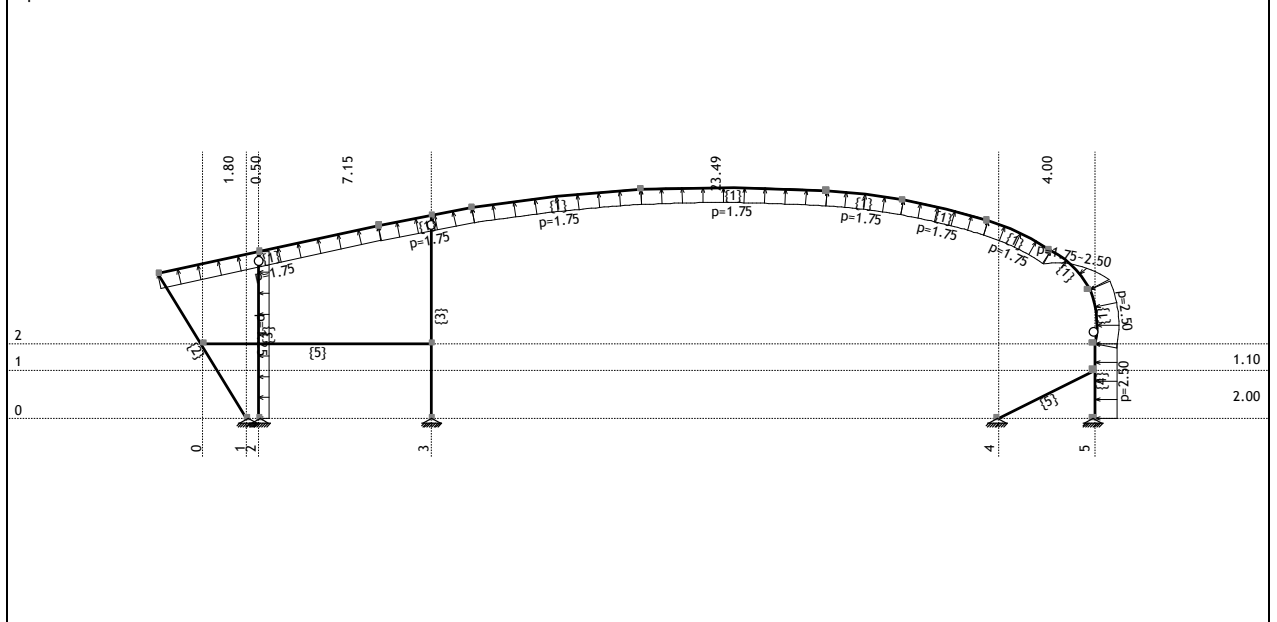
No	Naziv
1	Stalno (g)
2	Sneg
3	Vetar
4	Komb.: 1.35xStalno+ +1.5xSneg (1.35xI+1.5xII)

5	Komb.: 1.35xStalno+1.5xVetar (1.35xI+1.5xIII)
6	Komb.: 1.35xStalno+1.35xSneg+ +1.35xVetar (1.35xI+1.35xII+1.35xIII)

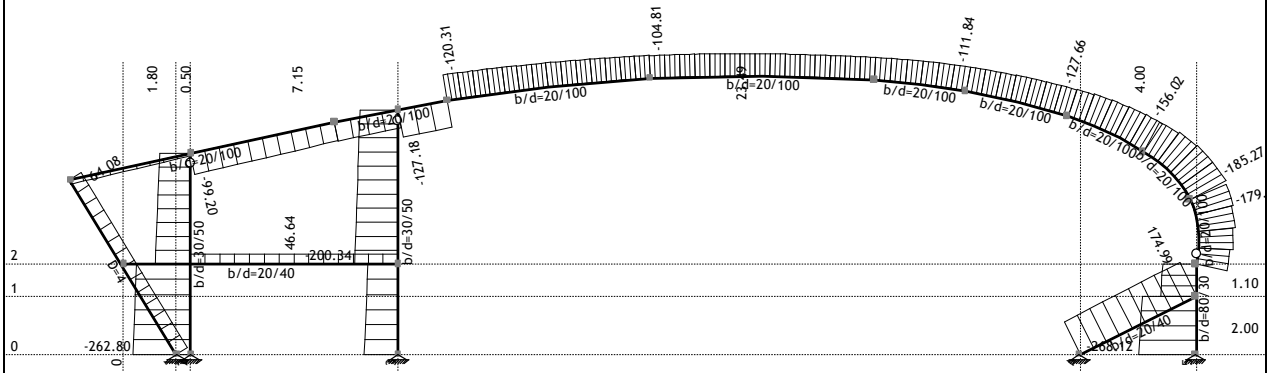
Opt. 2: Sneg



Opt. 3: Vetar

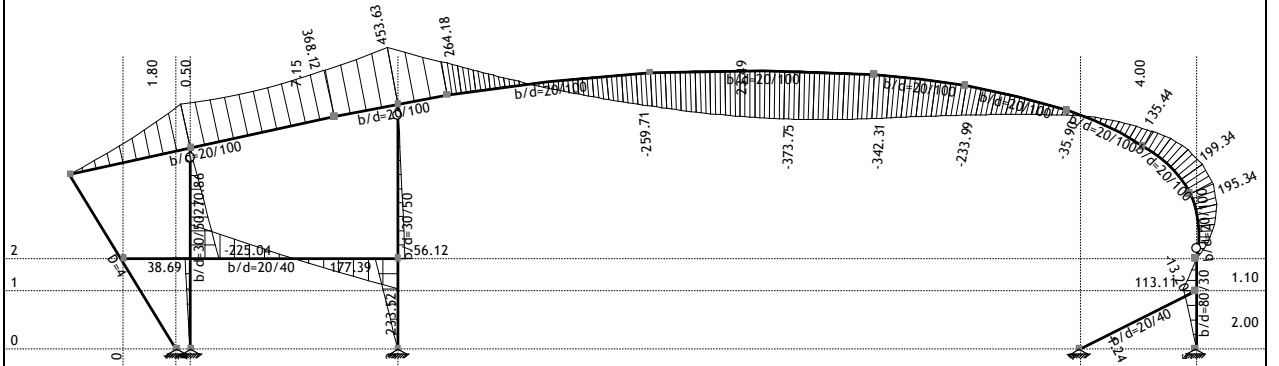


Opt. 4: 1.35xStalno+1.5xSneg



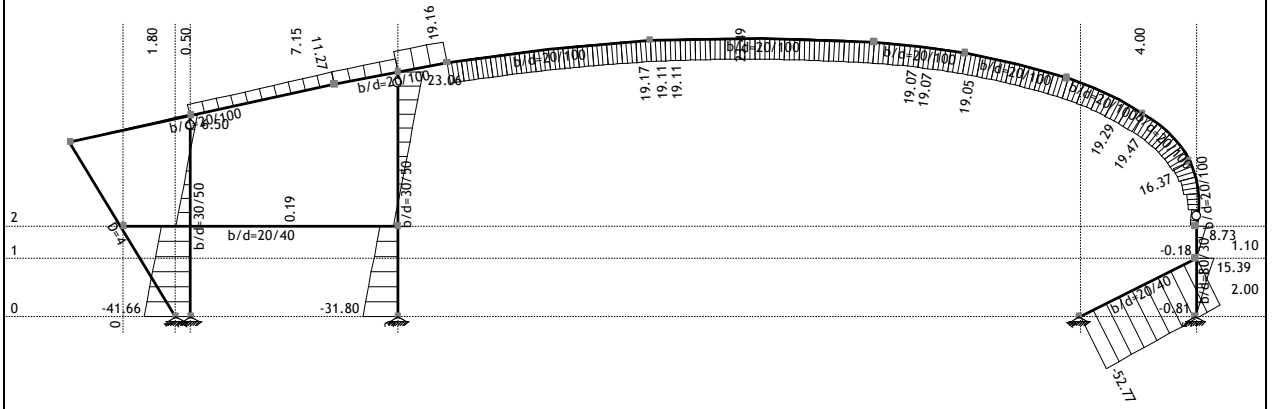
Uticaji u gredi: max N1= 174.99 / min N1= -268.12 kN

Opt. 4: 1.35xStalno+1.5xSneg



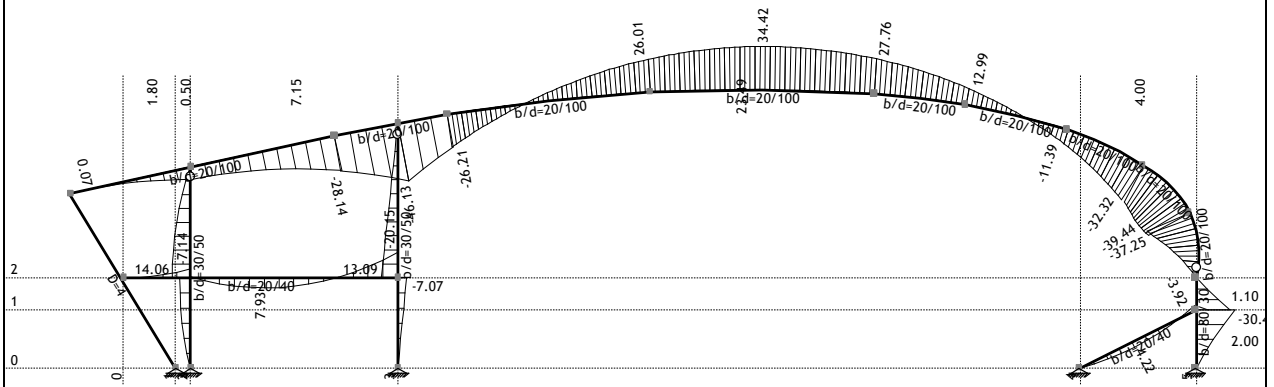
Uticaji u gredi: max M3= 453.63 / min M3= -373.75 kNm

Opt. 5: 1.35xStalno+1.5xVetar



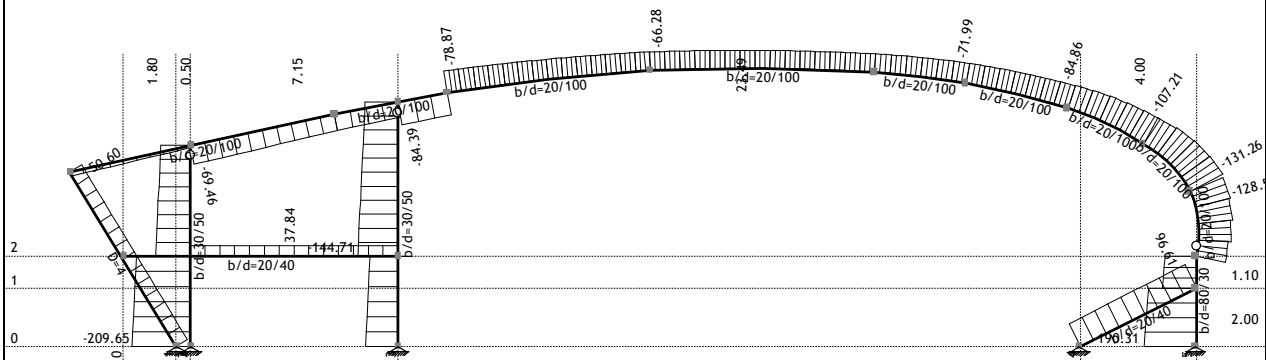
Uticaji u gredi: max N1= 23.06 / min N1= -52.77 kN

Opt. 5: 1.35xStalno+1.5xVetar



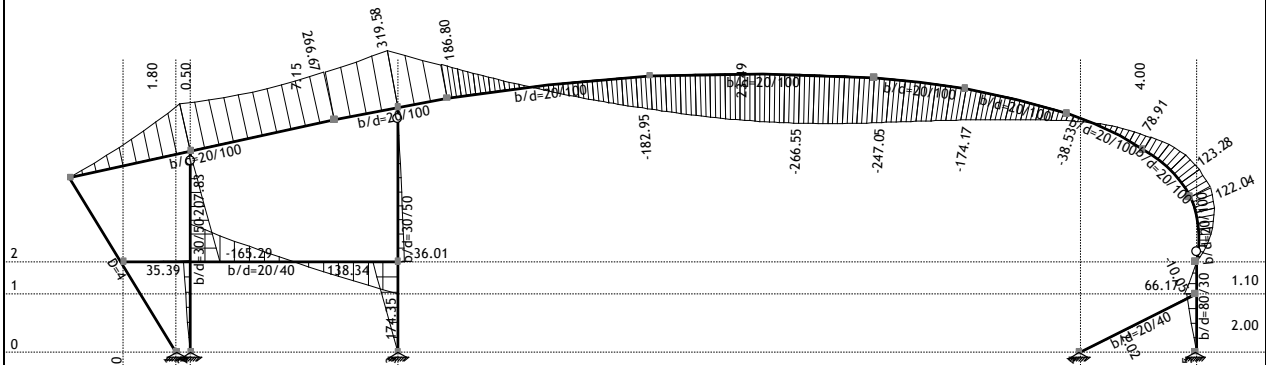
Uticaji u gredi: max M3= 34.42 / min M3= -46.13 kNm

Opt. 6: 1.35xStalno+1.35xSneg+1.35xVetar



Uticaji u gredi: max N1= 96.61 / min N1= -209.65 kN

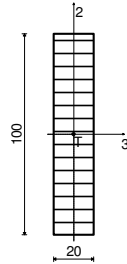
Opt. 6: 1.35xStalno+1.35xSneg+1.35xVetar



Uticaji u gredi: max M3= 319.58 / min M3= -266.55 kNm

STAP 48-41

Lepjeno lamelirano drvo - GL24h
 u pravcu gornje ivice štapa
 Debljina lamele 2.00 cm
 Eksploataciona klasa 1
 @3@EUROCODE



[cm]

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

4. $\gamma=0.90$ 6. $\gamma=0.65$ 5. $\gamma=0.06$

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 4, kraj štapa)

Računska normalna sila	N =	-104.71 kN
Transverzalna sila u pravcu ose 2	T2 =	22.654 kN
Moment savijanja oko ose 3	M3 =	342.31 kNm

Zakrivljen štapa

Radijus krivine najzakrivljenije lamele	R1 =	27.487 m
Debljina lamele	a =	20.000 mm
Odnos radijusa krivine i debljine lamele	R1/a =	1374.4
Koeficijent	Kl =	1.014

Nije potrebna redukcija napona usled zakrivljenja lamela
 (R1/a>=240)

KONTROLA NAPONA - PRITISAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcionni koeficijent	Kmod =	0.800
Parcijalni koef. za karakteristike materijala	γ_m =	1.250
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 2	Kh_2 =	1.100
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - osa 3	Kh_3 =	1.000
Faktor oblika (za pravougaoni presek)	km =	0.700
Karakteristična čvrstoća na pritisak	fc,0,k =	24.000 MPa
Računska čvrstoća na pritisak	fc,0,d =	15.360 MPa
Karakteristična čvrstoća na savijanje	fm,k =	24.000 MPa
Računska čvrstoća na savijanje - osa 2	fm,2,d =	16.896 MPa
Računska čvrstoća na savijanje - osa 3	fm,3,d =	15.360 MPa
Relativna vitkost	$\lambda_{rel,2}$ =	0.836
Relativna vitkost	$\lambda_{rel,3}$ =	0.836
Normalni napon pritiska	$\sigma_{c,0,d}$ =	0.524 MPa
Otporni moment	W3 =	33333 cm ³
Normalni napon savijanja oko ose 3	$\sigma_{m3,d}$ =	10.408 MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m3,d} \quad (10.408 \leq 15.360)$$

Iskorišćenje preseka je 67.8%

PRITISAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija	β_x =	0.100
Koeficijent	k3 =	0.507
Koeficijent	k2 =	0.876
Koeficijent	kc,3 =	1.014
Koeficijent	kc,2 =	0.876

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m3,d} / K_r) + \sigma_{m2,d} / f_{m2,d} \leq 1 \quad (0.513 \leq 1)$$

Iskorišćenje preseka je 51.3%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m3,d} / f_{m3,d} / K_r + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m2,d}) \leq 1 \quad (0.711 \leq 1)$$

Iskorišćenje preseka je 71.1%

KONTROLA POPREČNIH NAPONA ZATEZANJA

Ukupna zapremina nosača	Vb =	7.542 m ³
Zapremina zakrivljenog dela nosača (max 2/3 x Vb)	V =	4.887 m ³
Uporedna zapremina	V0 =	0.010 m ³
Faktor za raspodelu napona kod zakrivljenih nosača	Kdis =	1.400
Koeficijent	Kp =	0.009
Karakteristična čvrstoća na zatezanje upravno na vlakna	ft,90,k =	0.400 MPa
Računska čvrstoća zatezanja upravno na vlakna	ft,90,d =	0.256 MPa
Napon zatezanja upravno na vlakna	$\sigma_{t,3,90,d}$ =	0.093 MPa

$$\sigma_{t,3,90,d} / (K_{dis} \times [(V_0 / V)^{0.2}] \times f_{t,90,d}) \leq 1 \quad (0.899 \leq 1)$$

Iskorišćenje preseka je 89.9%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcionni koeficijent	Kmod =	0.800
Parcijalni koef. za karakteristike materijala	γ_m =	1.250
Razmak pridržajnih tačaka upravni na pravac ose 2	lef =	300.00 cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E0.05 =	9400.0 MPa

5% fraktil modula smicanja G	G0.05 =	480.00 MPa
Torzioni moment inercije	I _{tor} =	2.35e+5 cm ⁴
Moment inercije	I ₂ =	66667 cm ⁴
Otporni moment	W ₃ =	33333 cm ³
Kritični napon izvijanja	σ _{m,crit} =	83.529 MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λ _{rel} =	0.536
Koeficijent	k _{krit} =	1.000
Normalni napon savijanja oko ose 3	σ _{m3,d} =	10.269 MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (10.269 \leq 15.360)$$

Iskorišćenje preseka je 66.9%

KONTROLA SMIČUĆIH NAPONA
(slučaj opterećenja 4, početak štapa)

Transverzalna sila u pravcu ose 2	T ₂ =	45.162 kN
-----------------------------------	------------------	-----------

KONTROLA NAPONA - SMICANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcionni koeficijent	K _{mod} =	0.800
Parcijalni koef. za karakteristike materijala	γ _m =	1.250
Karakteristični napon smicanja	f _{v,k} =	2.700 MPa
Računska čvrstoća smicanja	f _{v,d} =	1.728 MPa
Površina poprečnog preseka	A =	2000.0 cm ²
Stvarni napon smicanja(osa 2)	τ _{2,d} =	0.339 MPa

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.339 \leq 1.728)$$

Iskorišćenje preseka je 19.6%