

Sadržaj, Uvodni dio

GRAĐEVINA G1600

Osnovni podaci o modelu	441
Ulazni podaci	
Ulazni podaci - Konstrukcija	442
Ulazni podaci - Opterećenje	453
Rezultati	
Statički proračun	458
Dimenzioniranje (beton)	465
Dimenzioniranje (čelik)	473

Osnovni podaci o modelu

Datoteka: Sanacija i opterećenje 4,00 kN po m2.twp
Datum proračuna: 20.9.2012

Način proračuna: 3D model

- | | | |
|---|--|--|
| ☒ Teorija I-og reda | ☒ Modalna analiza | ☐ Stabilnost |
| ☐ Teorija II-og reda | ☒ Seizmički proračun | ☐ Faze građenja |
| ☐ Nelinearni proračun | | |

Veličina modela

Broj čvorova:	21157
Broj pločastih elemenata:	16839
Broj grednih elemenata:	5097
Broj graničnih elemenata:	16404
Broj osnovnih slučajeva opterećenja:	7
Broj kombinacija opterećenja:	6

Jedinice mjera

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

Ulazni podaci - Konstrukcija

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ_m
1	Beton MB 30	3.150e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20
2	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

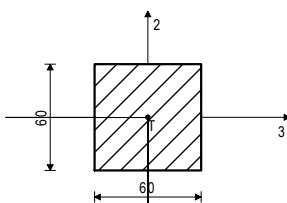
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0.500	0.250	1	Debela ploča	Izotropna			
<2>	0.200	0.100	1	Tanka ploča	Izotropna			
<3>	0.300	0.150	1	Tanka ploča	Izotropna			
<4>	0.120	0.060	1	Tanka ploča	Izotropna			
<5>	0.200	0.100	1	Tanka ploča	Izotropna			
<6>	0.700	0.350	1	Debela ploča	Izotropna			
<7>	0.300	0.150	1	Tanka ploča	Izotropna			
<8>	0.120	0.060	1	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=60/60, Fiktivna ekscentričnost

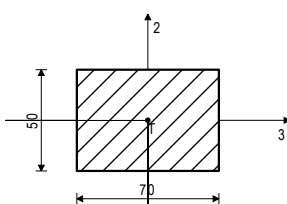
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 30	3.600e-1	3.000e-1	3.000e-1	1.825e-2	1.080e-2	1.080e-2



[cm]

Set: 2 Presjek: b/d=70/50, Fiktivna ekscentričnost

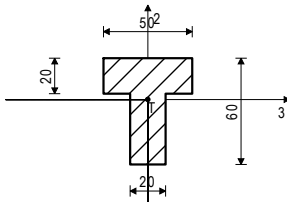
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 30	3.500e-1	2.917e-1	2.917e-1	1.633e-2	1.429e-2	7.292e-3



[cm]

Set: 3 Presjek: T 50/60, Fiktivna ekscentričnost

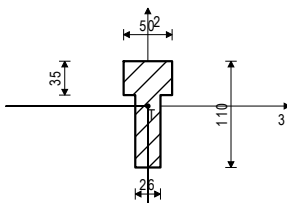
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 30	1.800e-1	1.212e-1	1.588e-1	2.400e-3	2.350e-3	5.400e-3



[cm]

Set: 4 Presjek: T 50/110, Fiktivna ekscentričnost

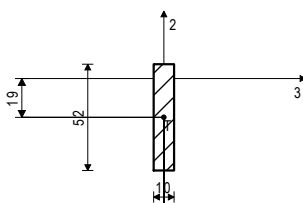
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 30	3.700e-1	2.704e-1	3.394e-1	1.154e-2	4.744e-3	3.883e-2



[cm]

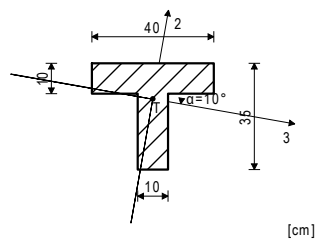
Set: 5 Presjek: b/d=10/52, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 30	5.200e-2	4.333e-2	4.333e-2	1.523e-4	4.333e-5	1.172e-3



[cm]

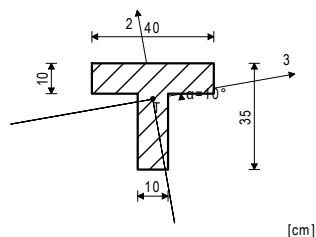
Set: 6 Presjek: T 40/35, Fiktivna ekscentričnost



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 30	6.500e-2	3.635e-2	5.037e-2	2.167e-4	5.566e-4	6.323e-4

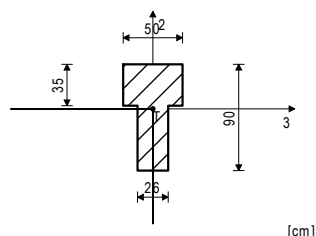
Set: 7 Presjek: T 40/35, Fiktivna ekscentričnost



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 30	6.500e-2	3.635e-2	5.037e-2	2.167e-4	5.566e-4	6.323e-4

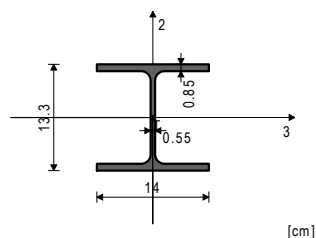
Set: 8 Presjek: T 50/90, Fiktivna ekscentričnost



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 30	3.180e-1	2.362e-1	2.928e-1	1.037e-2	4.451e-3	2.133e-2

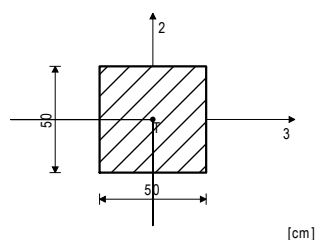
Set: 9 Presjek: IPB1 140, Fiktivna ekscentričnost



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik	3.140e-3	1.011e-3	2.129e-3	8.160e-8	3.890e-6	1.030e-5

Set: 11 Presjek: b/d=50/50, Fiktivna ekscentričnost

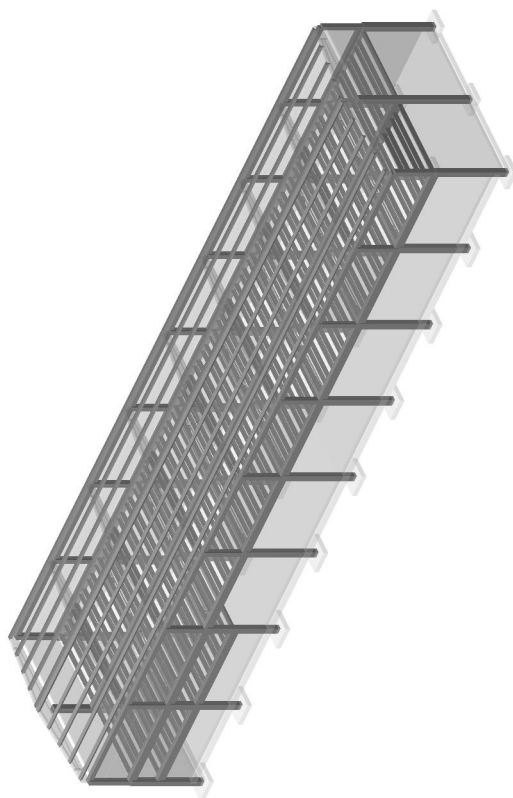


[cm]

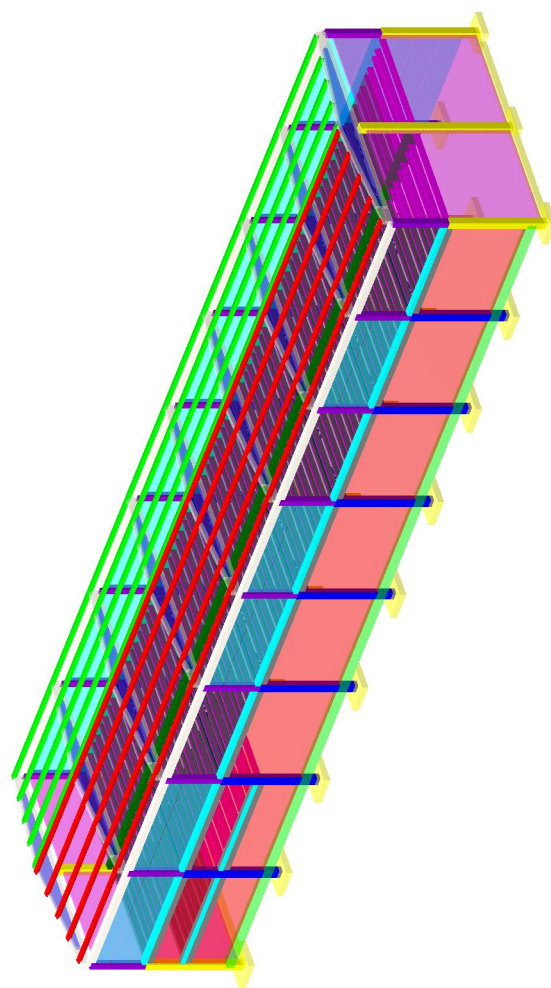
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 30	2.500e-1	2.083e-1	2.083e-1	8.802e-3	5.208e-3	5.208e-3

Setovi površinskih ležajeva

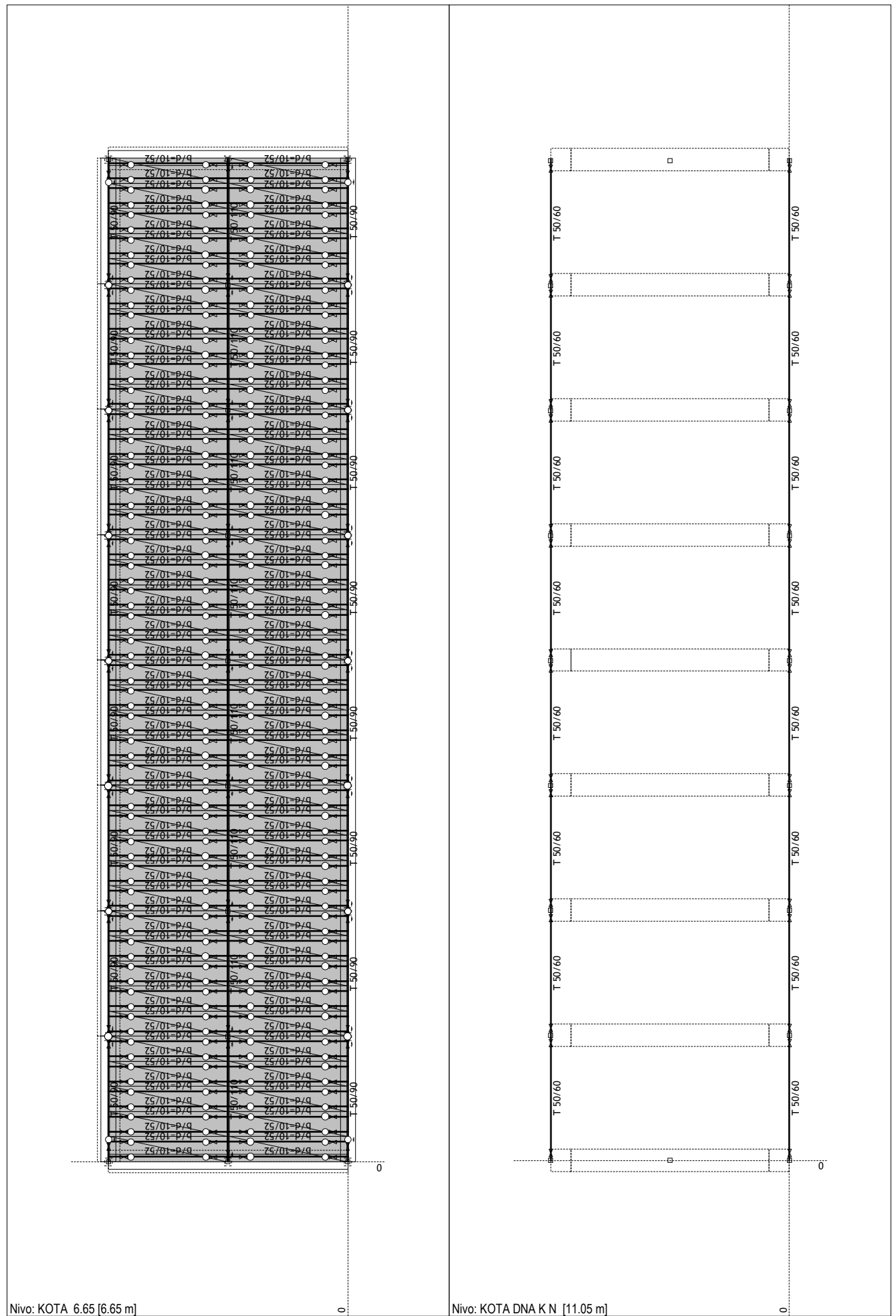
Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	1.100e+3	1.100e+3	2.200e+3
2	1.000e+5	1.000e+5	2.200e+3

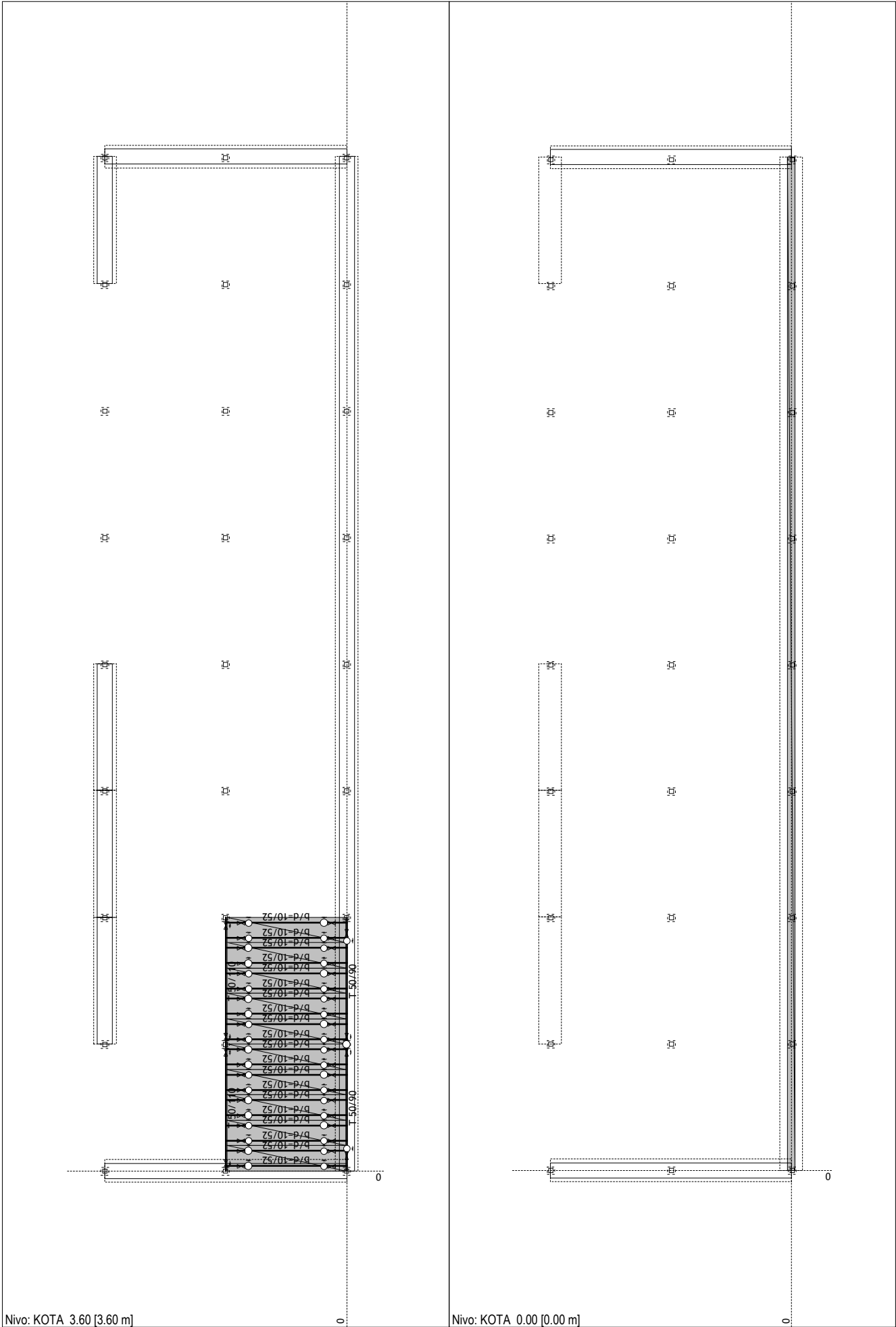


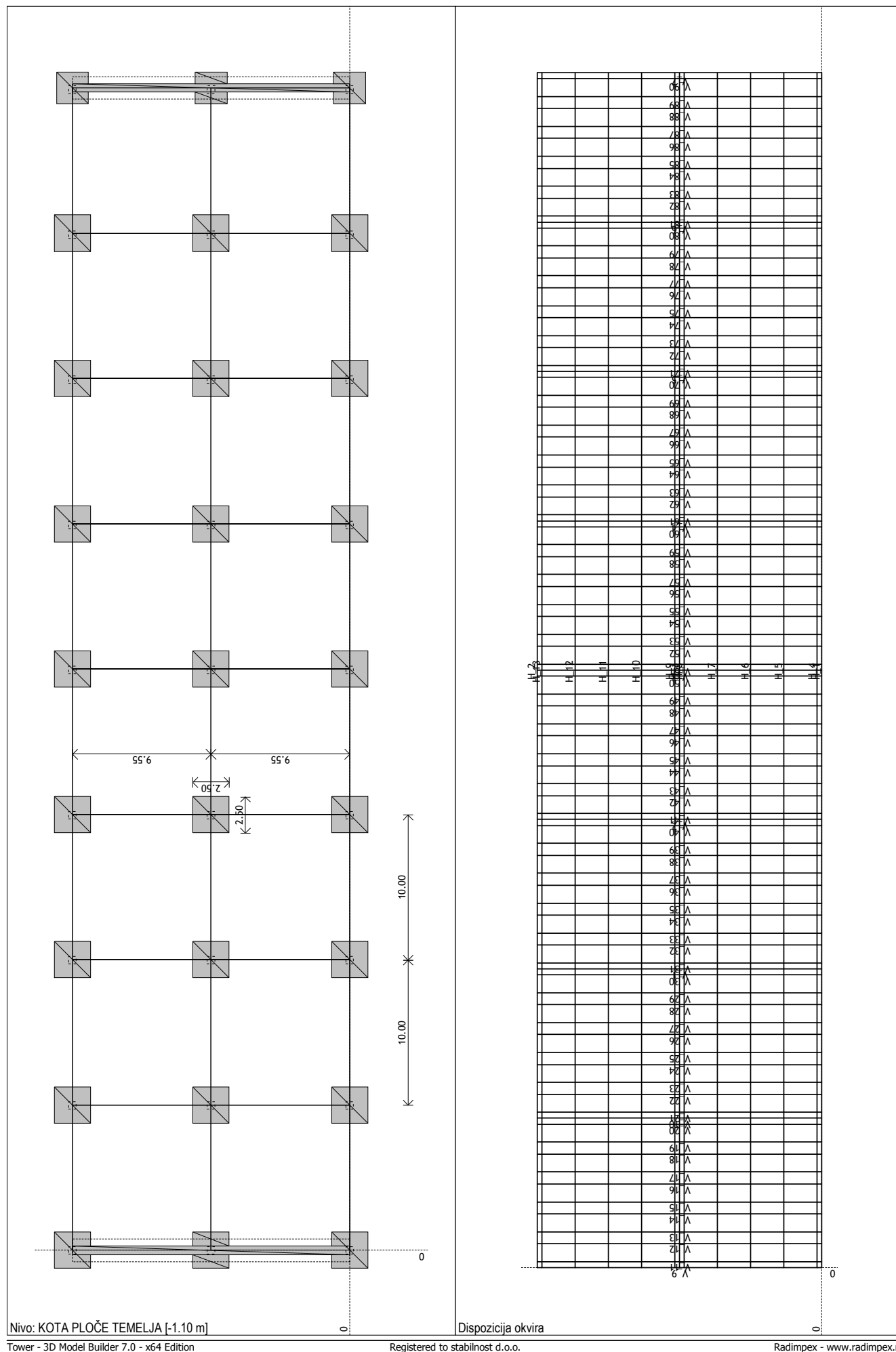
Izometrija

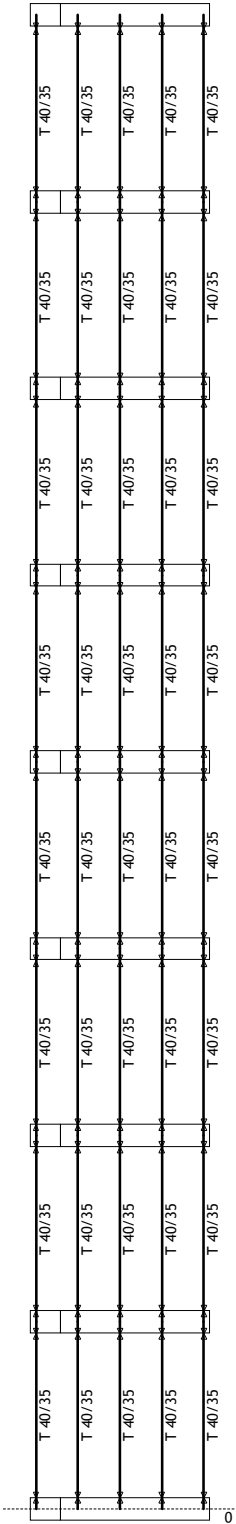


Izometrija

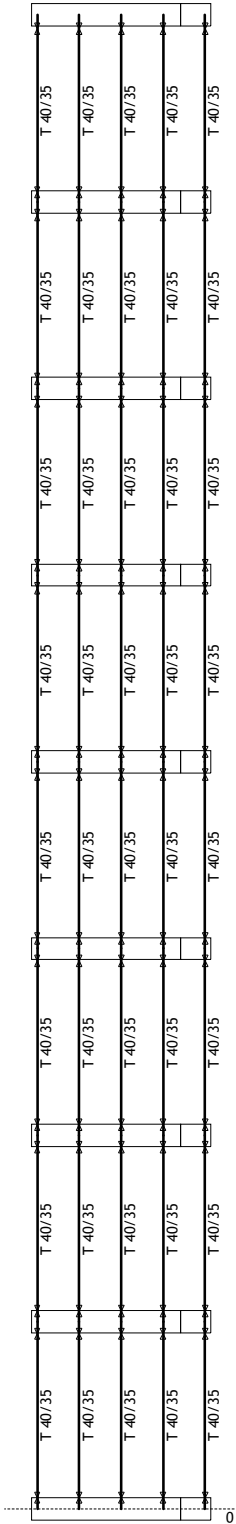




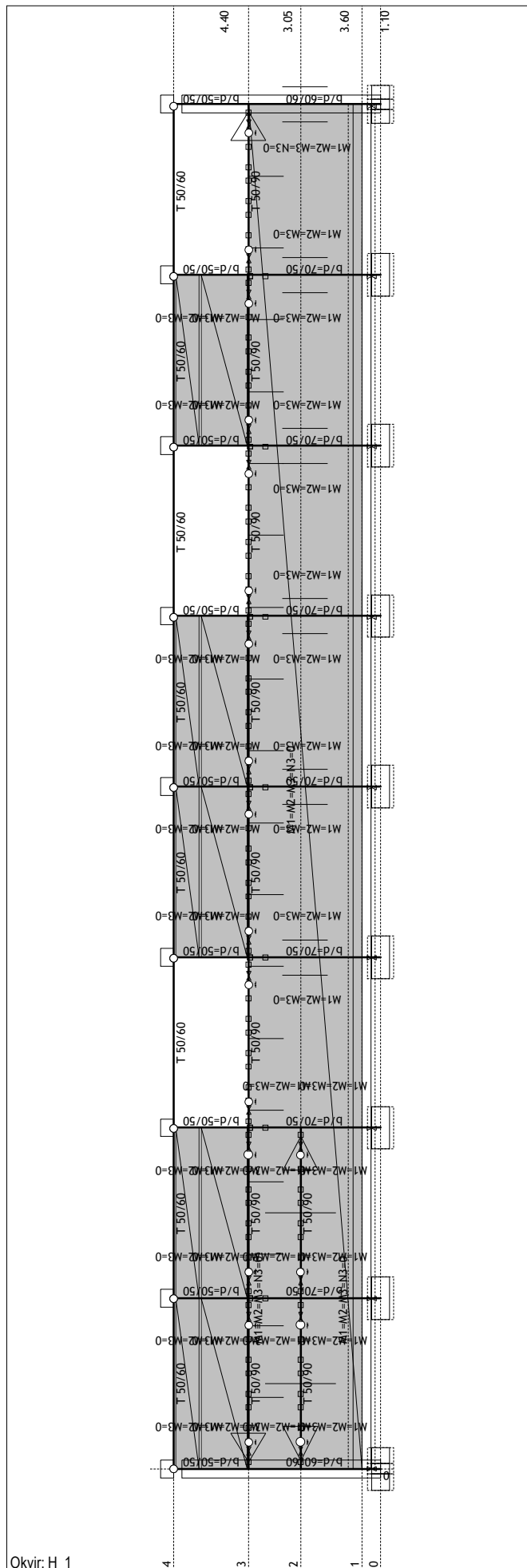


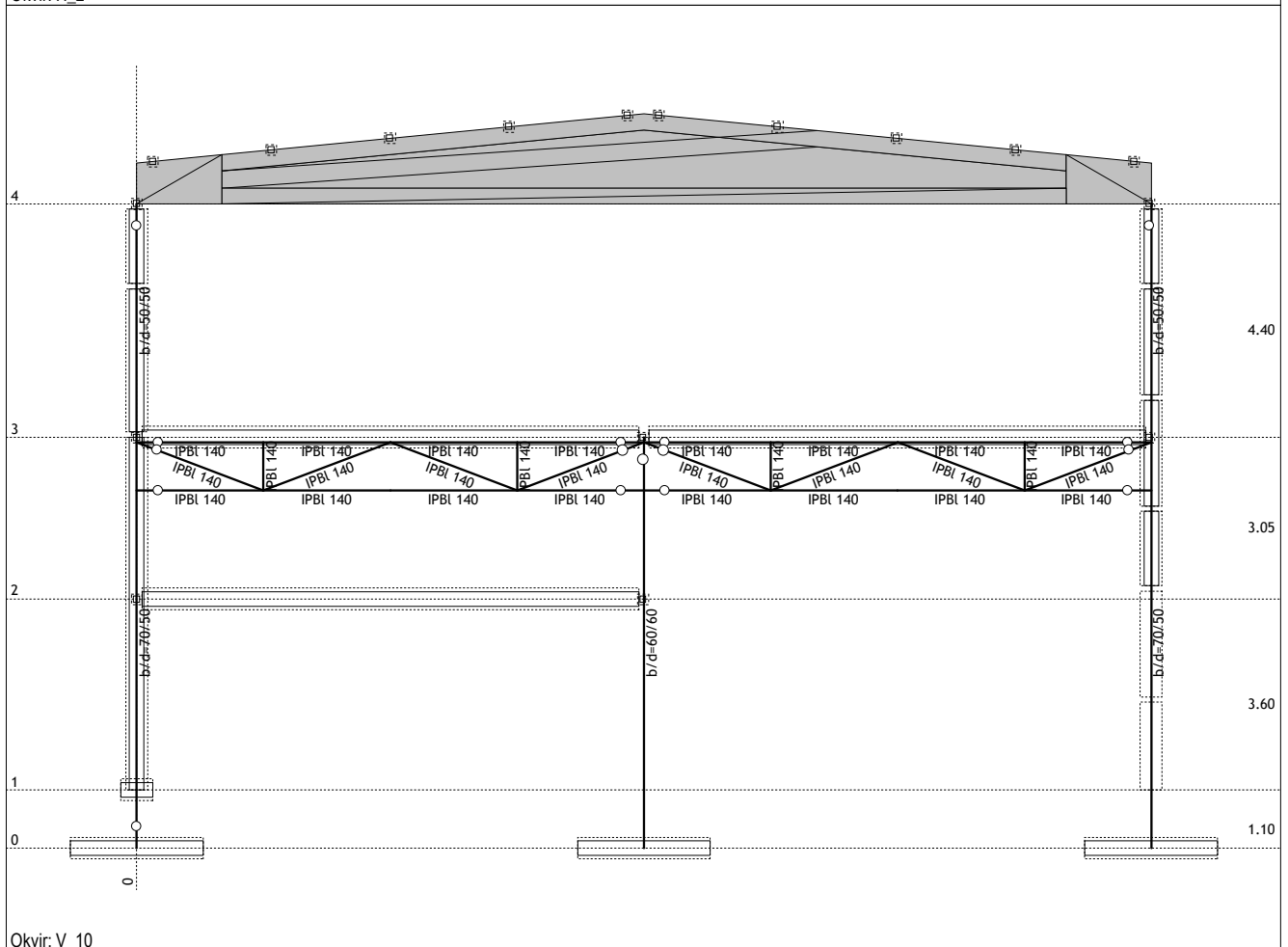
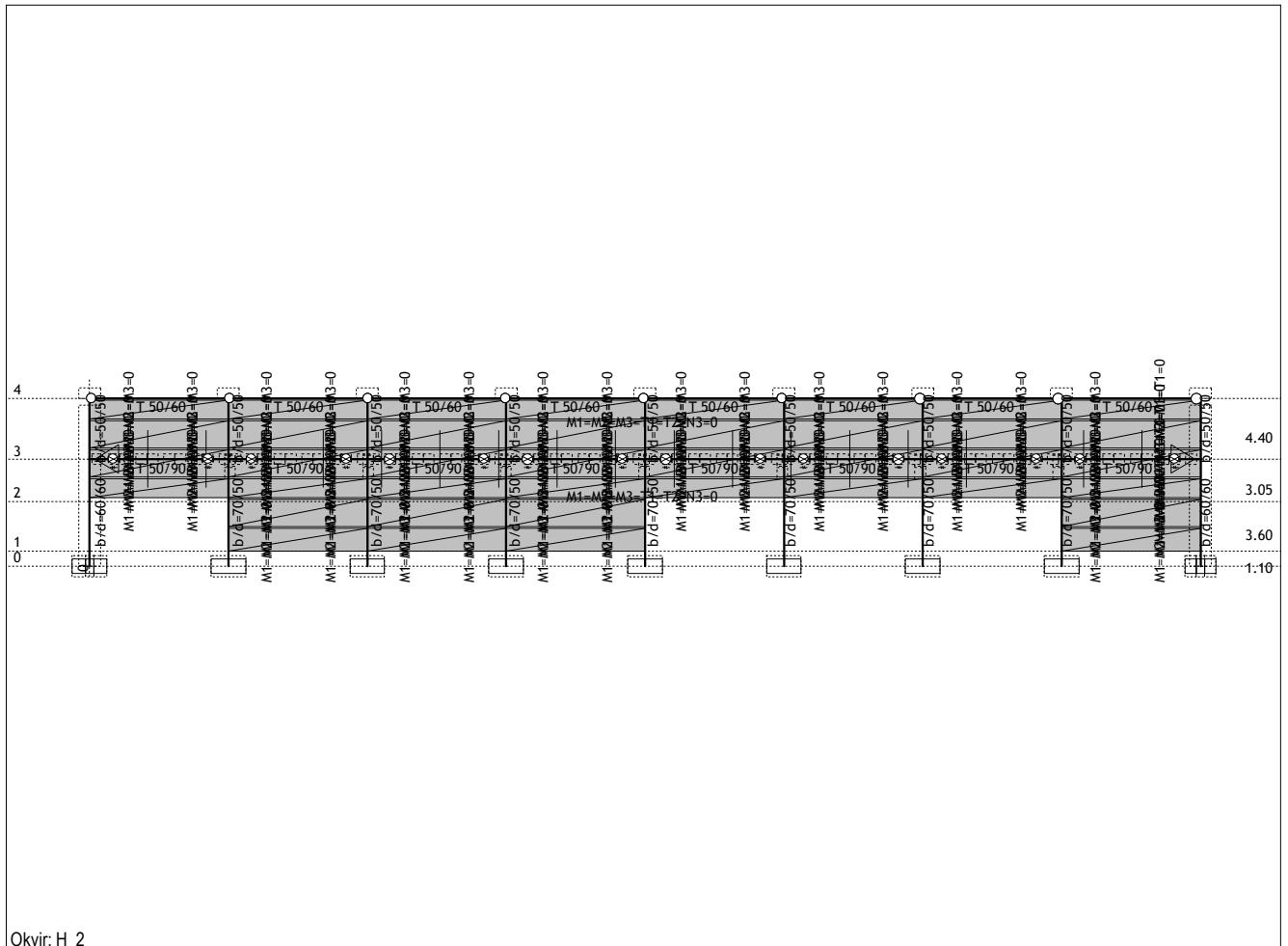


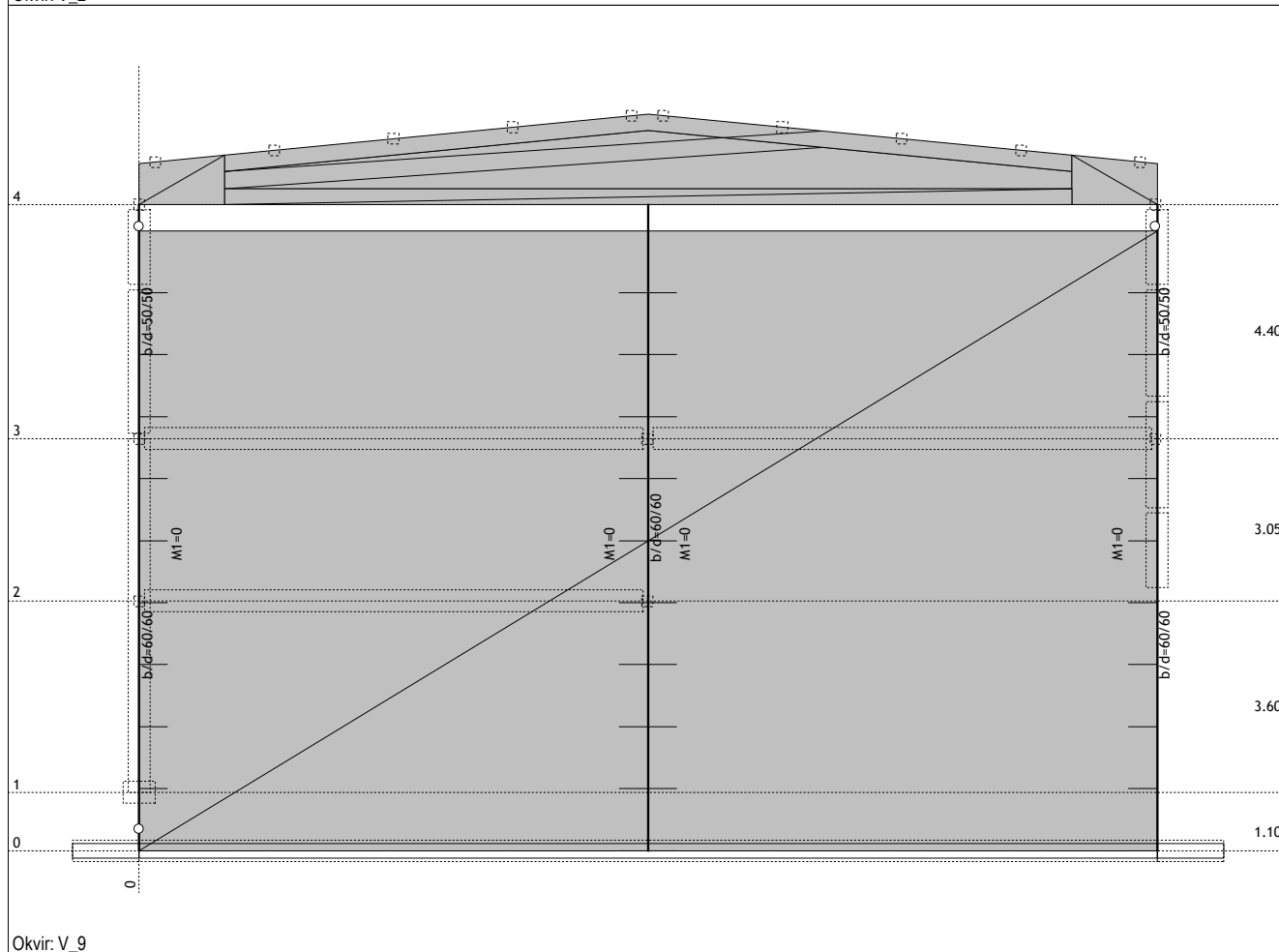
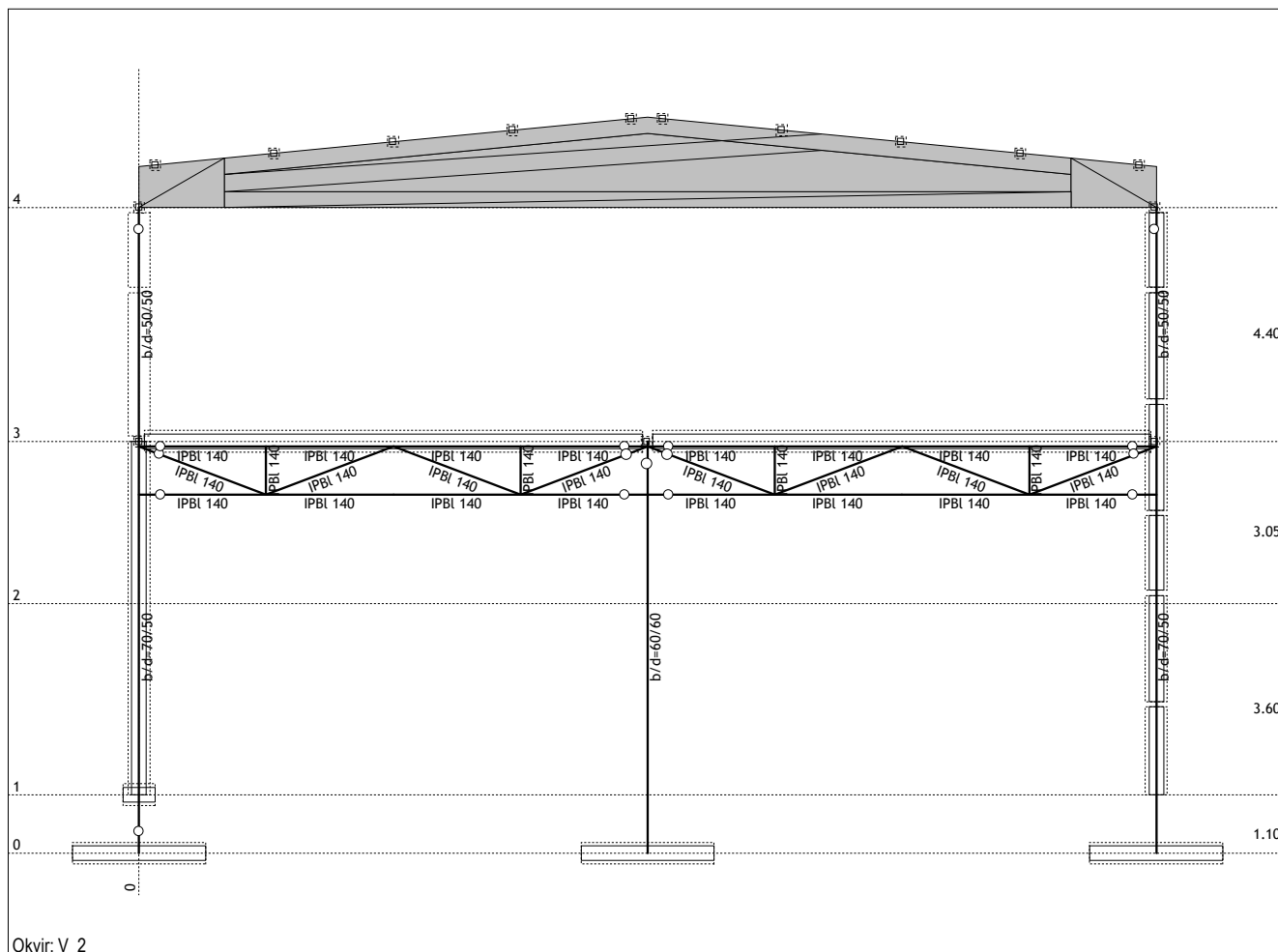
Pogled: 1

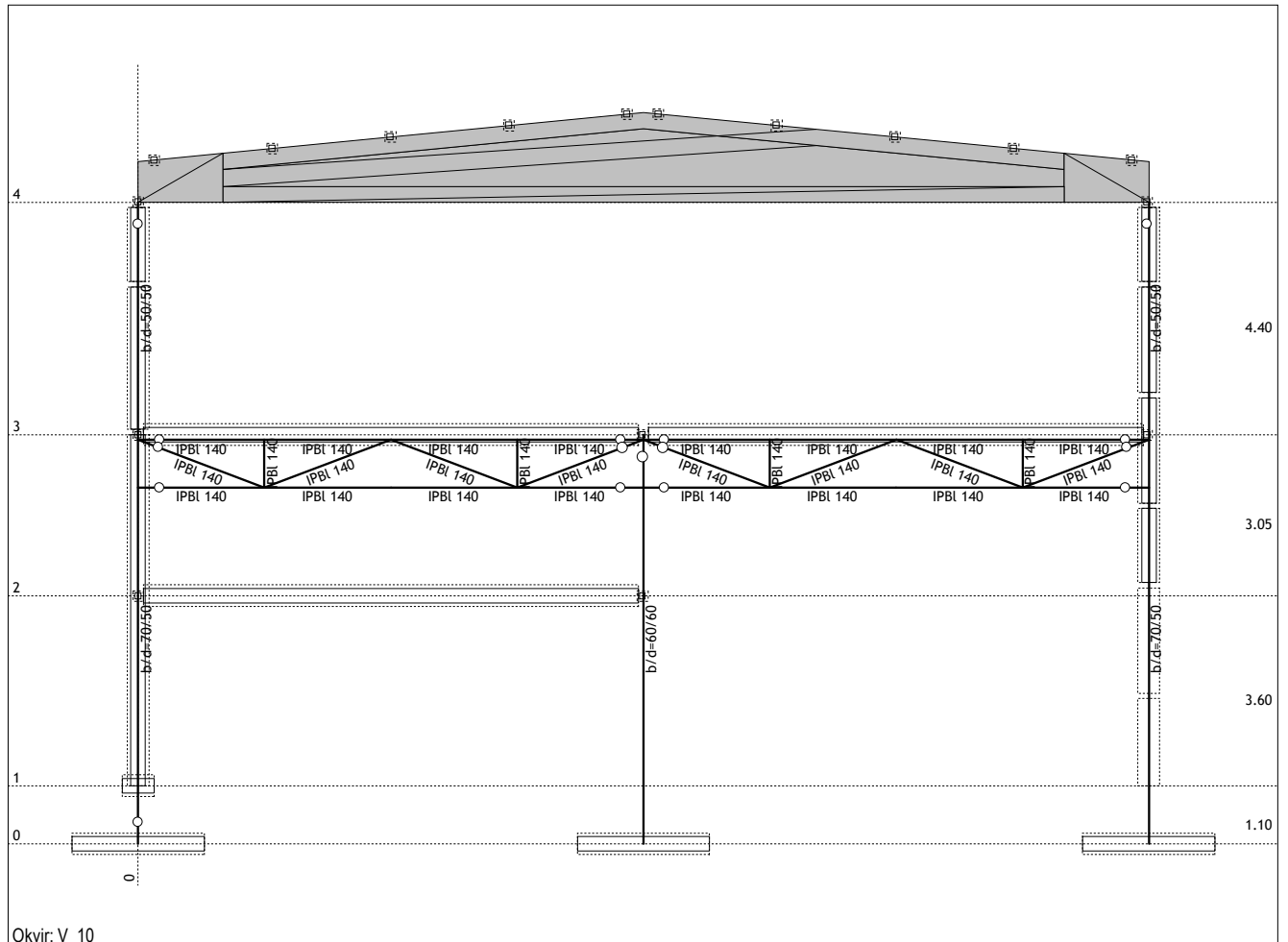


Pogled: 2





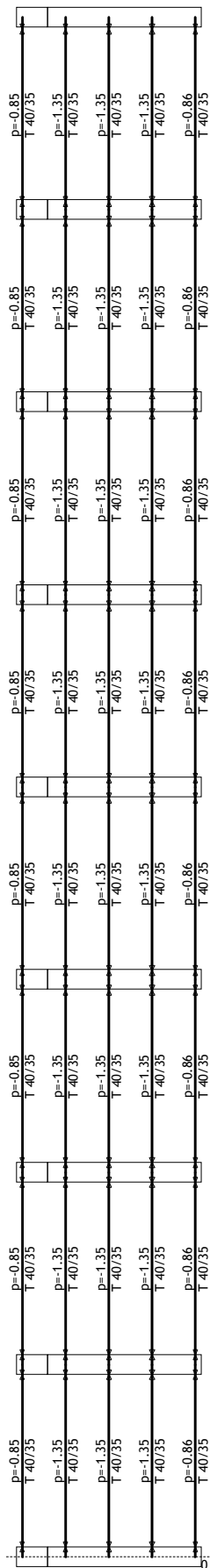




Ulazni podaci - Opterećenje

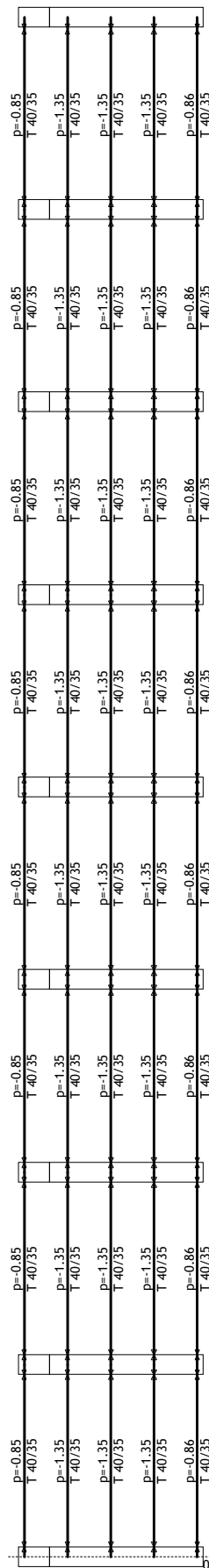
Lista slučajeva opterećenja	
LC	Naziv
1	vlastita (g)
2	stalno
3	korisno
4	potres smjera x
5	potres smjera y
6	SRSS: IV+0.3xV
7	SRSS: 0.3xIV+V
8	Komb.: I+II+III
9	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +1.5xIII
10	Komb.: I+II+0.6xIII+VI
11	Komb.: I+II+0.6xIII+VII
12	Komb.: I+II+0.6xIII-1xVI
13	Komb.: I+II+0.6xIII-1xVII

Opt. 2: stalno



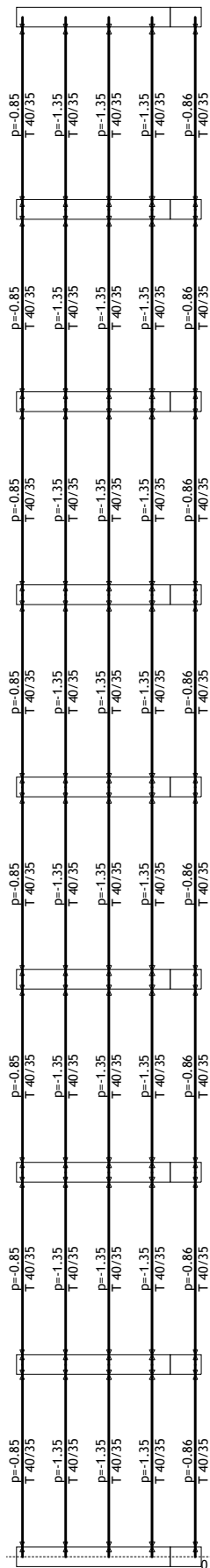
Pogled: 1

Opt. 3: korisno



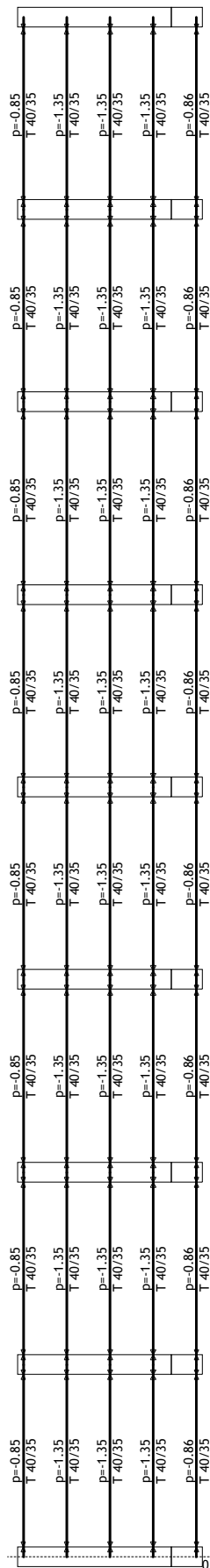
Pogled: 1

Opt. 2: stalno



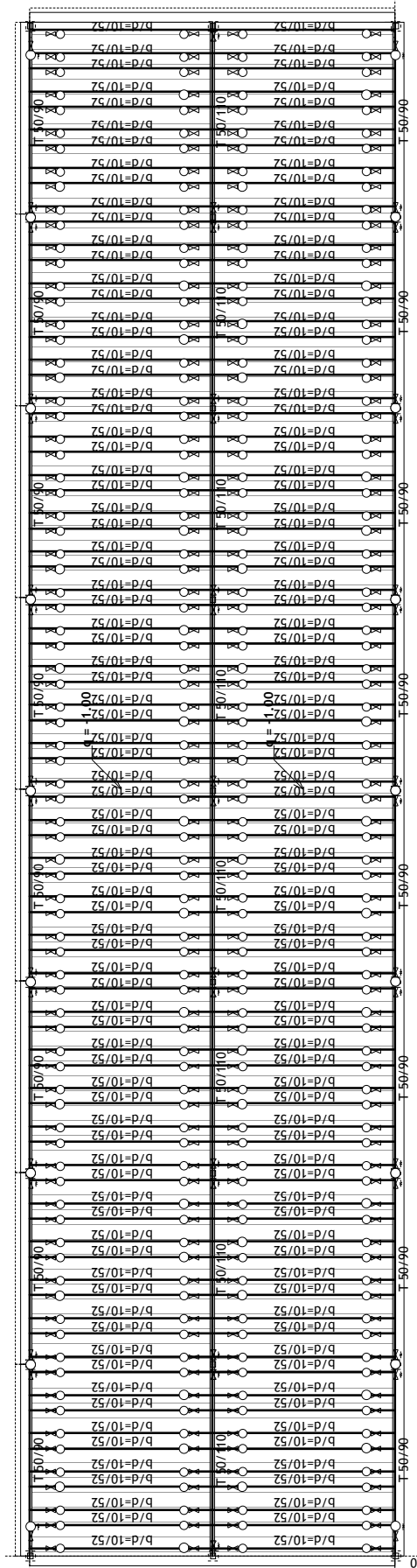
Pogled: 2

Opt. 3: korisno



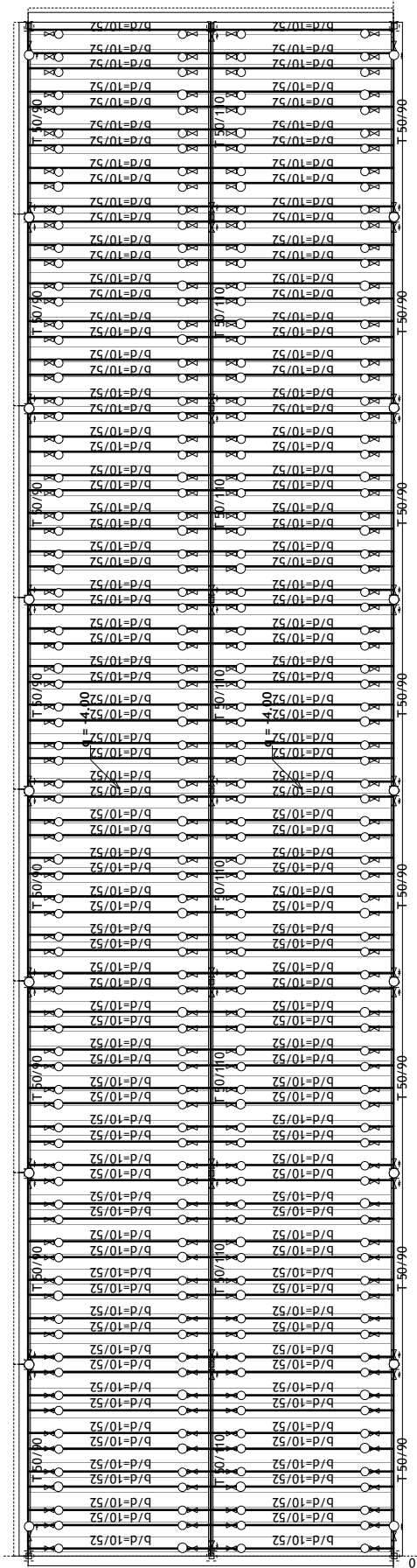
Pogled: 2

Opt. 2: stalno



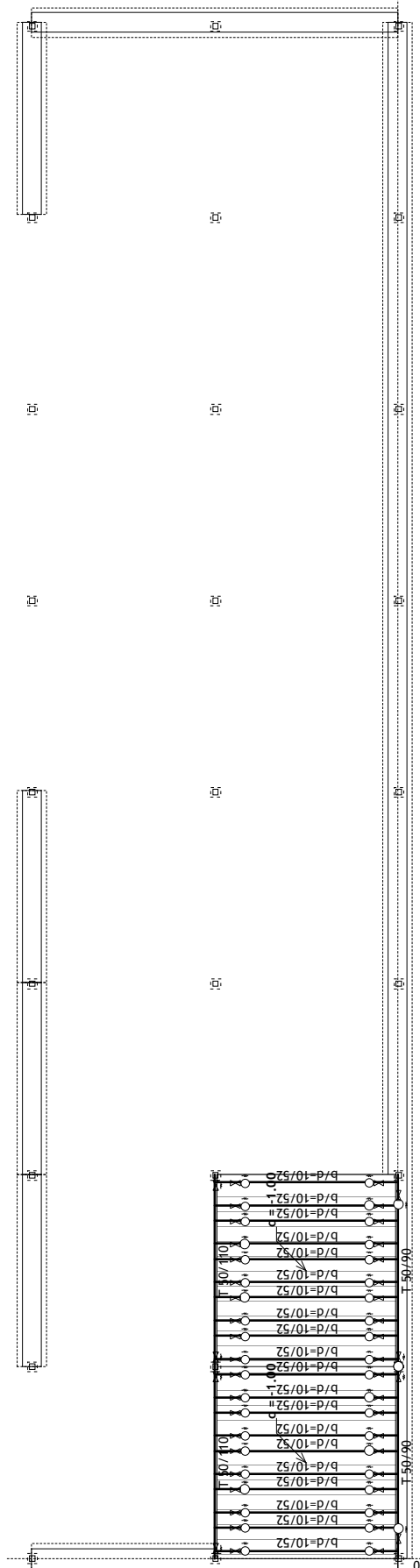
Nivo: KOTA 6.65 [6.65 m]

Opt. 3: korisno



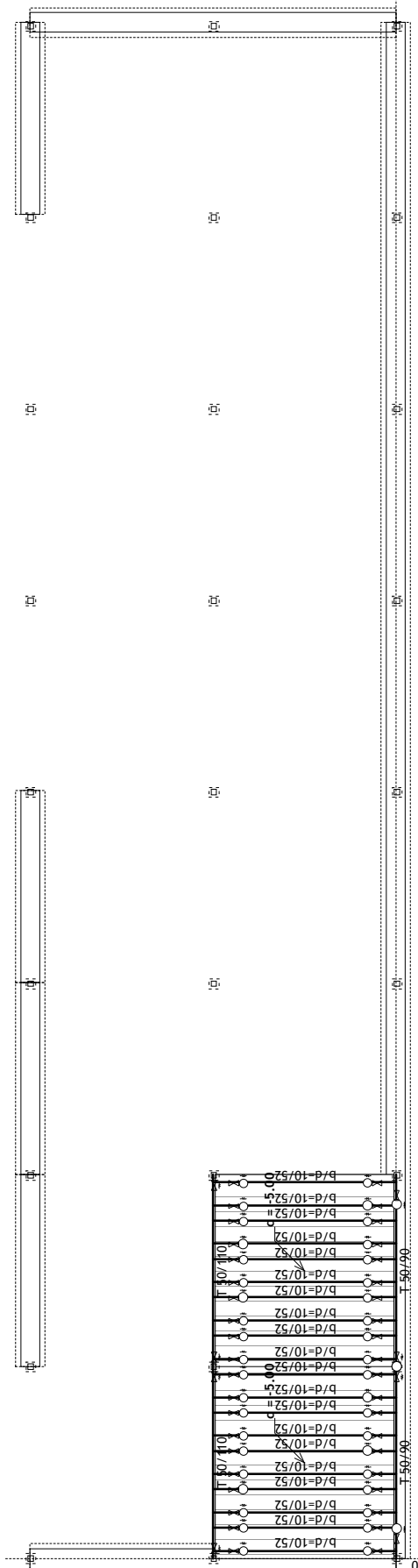
Nivo: KOTA 6.65 [6.65 m]

Opt. 2: stalno



Nivo: KOTA 3.60 [3.60 m]

Opt. 3: korisno

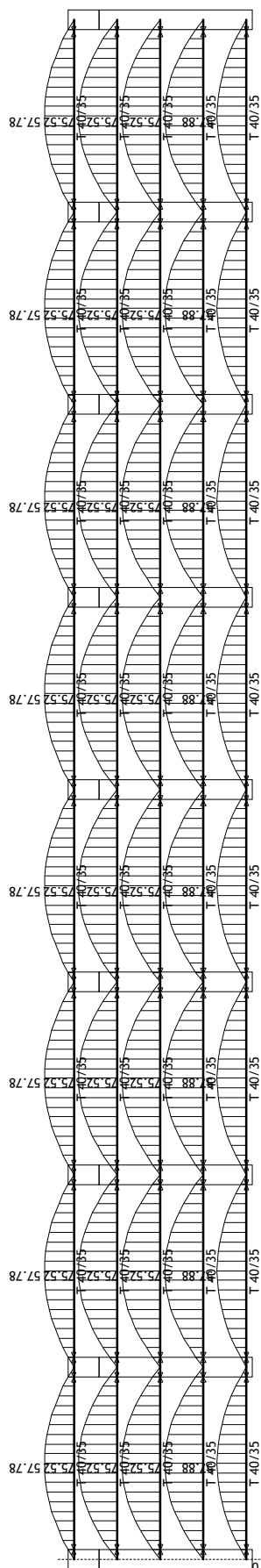


Nivo: KOTA 3.60 [3.60 m]

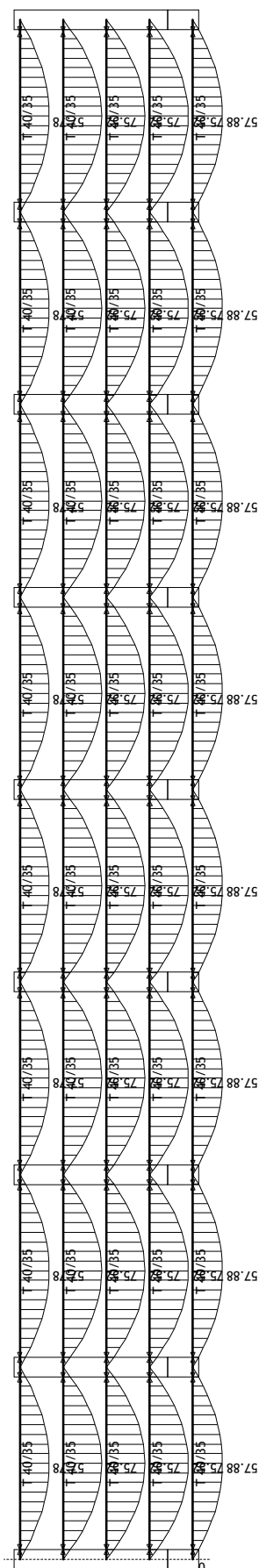
Statički proračun

Opt. 14: [Anv] 9-13

Opt. 14: [Anv] 9-13

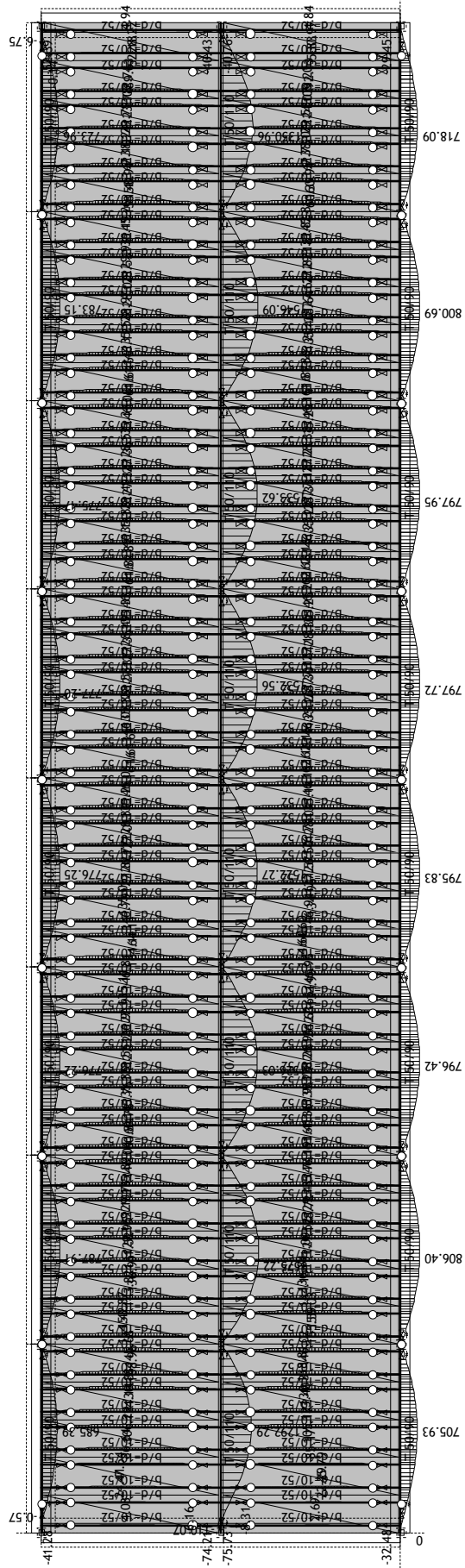


Pogled: 1
 Utjecaji u gredi: max M3= 75.52 / min M3= 0.00 kNm



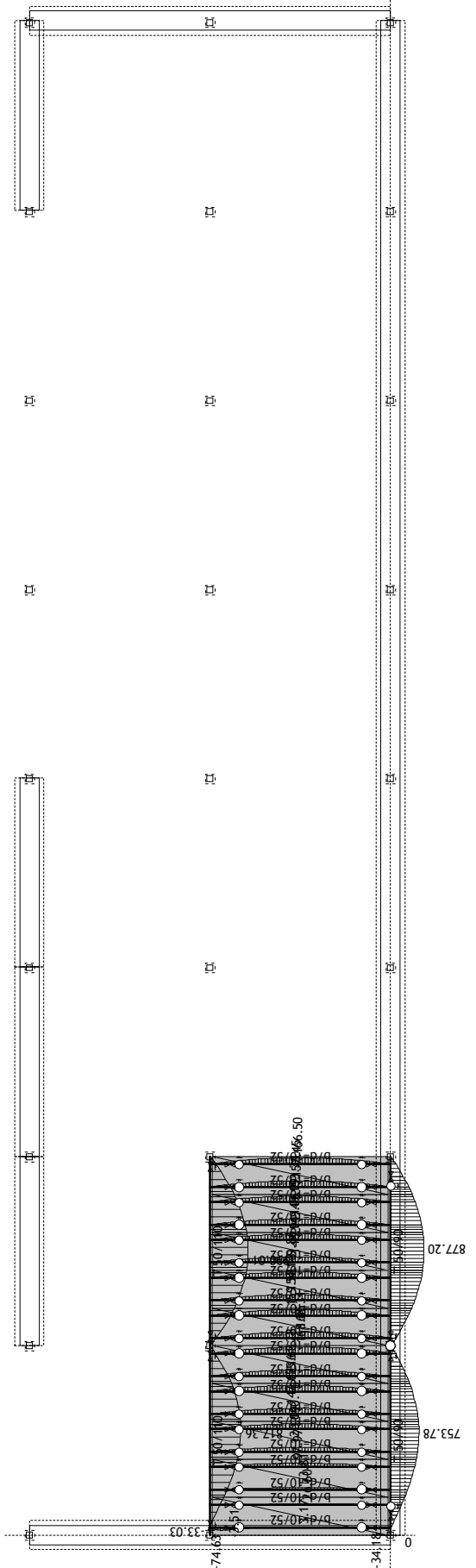
Pogled: 2
 Utjecaji u gredi: max M3= 75.52 / min M3= 0.00 kNm

Opt. 14: [Anv] 9-13



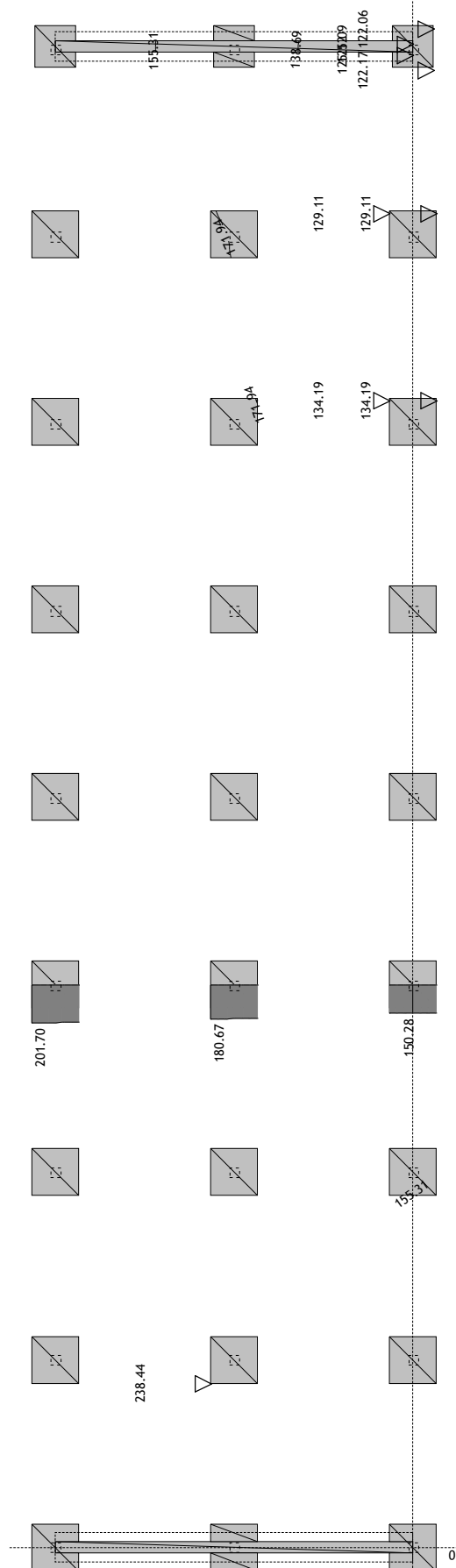
Nivo: KOTA 6.65 [6.65 m]
Utjecaji u gredi: max M3= 1575.22 / min M3= -110.07 kNm

Opt. 14: [Anv] 9-13



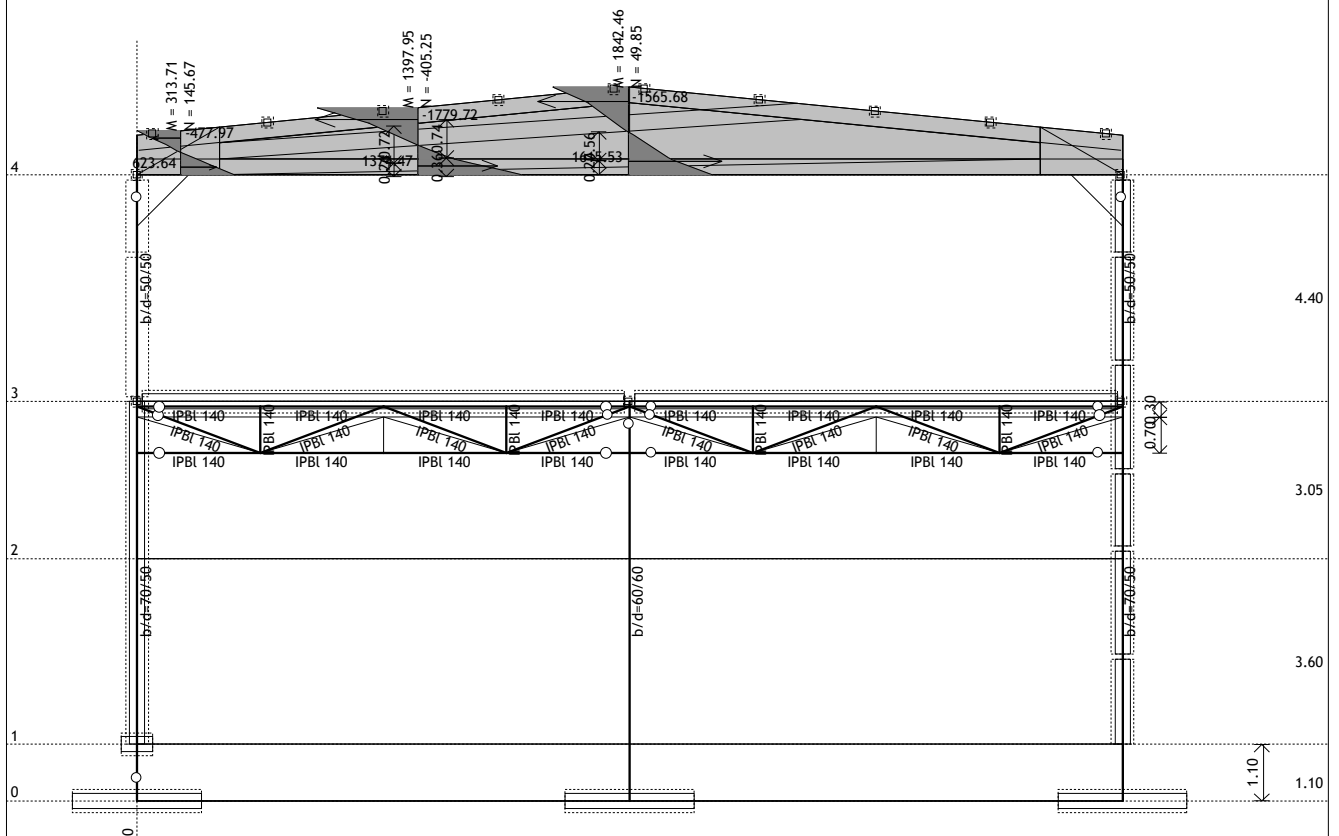
Nivo: KOTA 3.60 [3.60 m]
Utjecaji u gredi: max M3= 990.01 / min M3= -74.63 kNm

Opt. 8: I+II+III

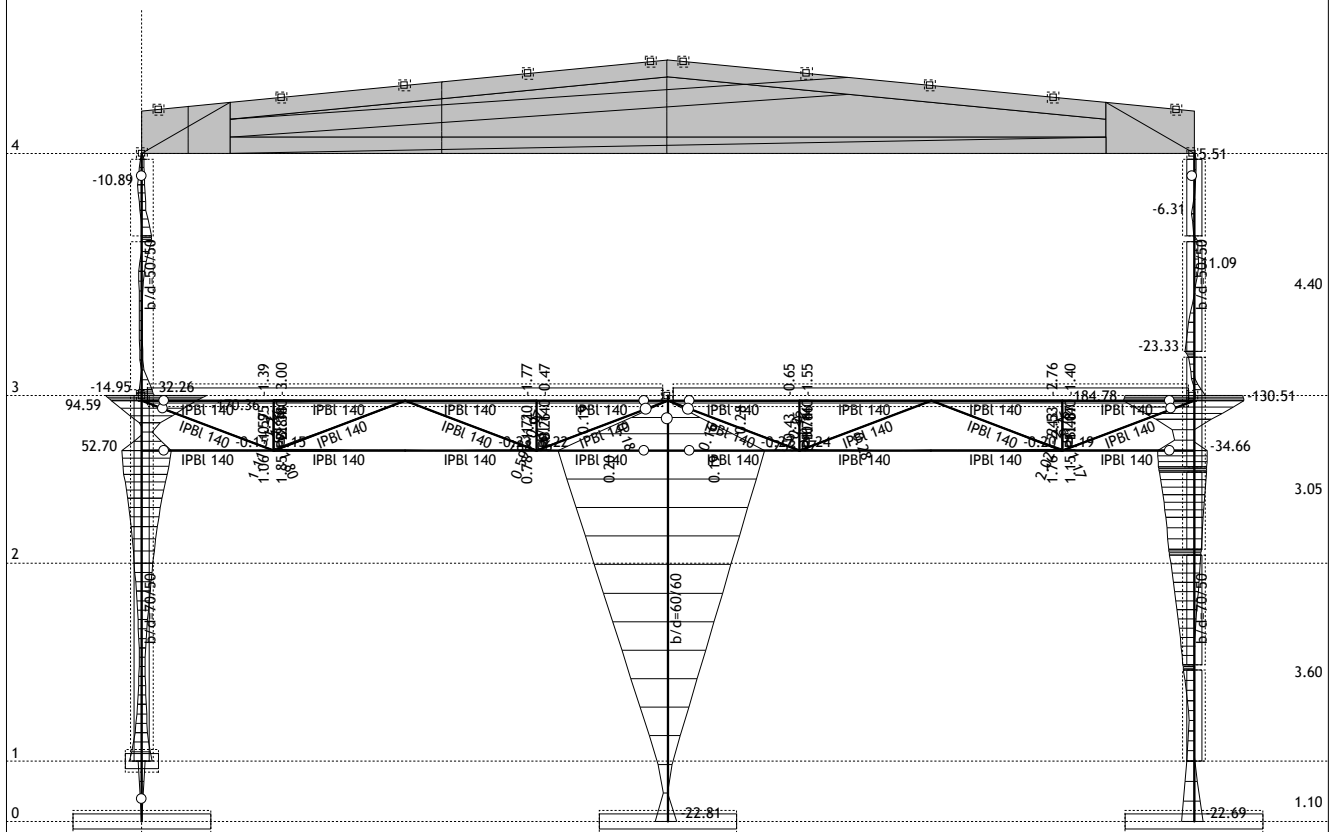


Nivo: KOTA PLOČE TEMELJA [-1.10 m]
Utjecaji u pov. ležaju: max σ_{tla} = 238.44 / min σ_{tla} = 122.06 kN/m²

Opt. 9: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII

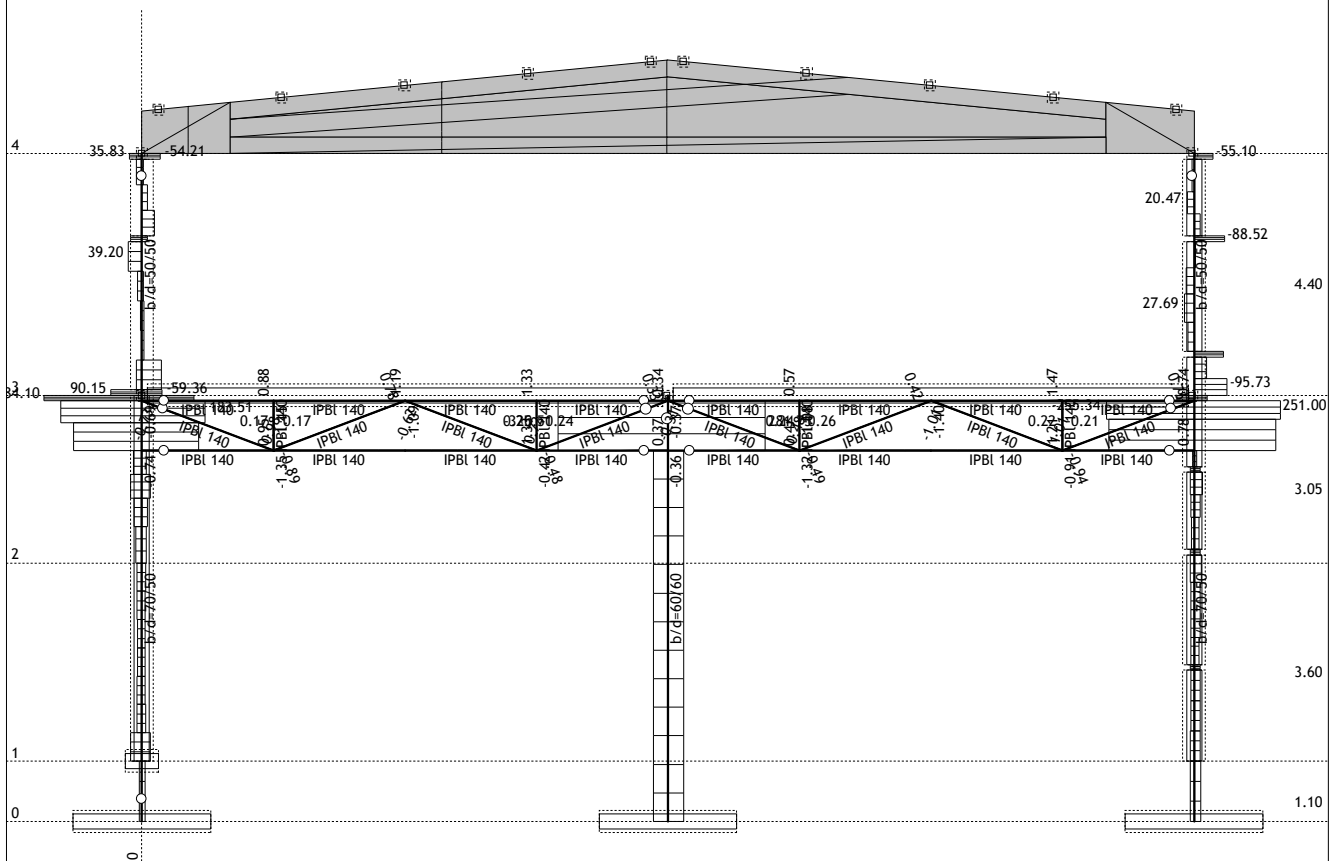


Okvir: V_2
Vektorski presjeci: Nn
Opt. 14: [Anv] 9-13



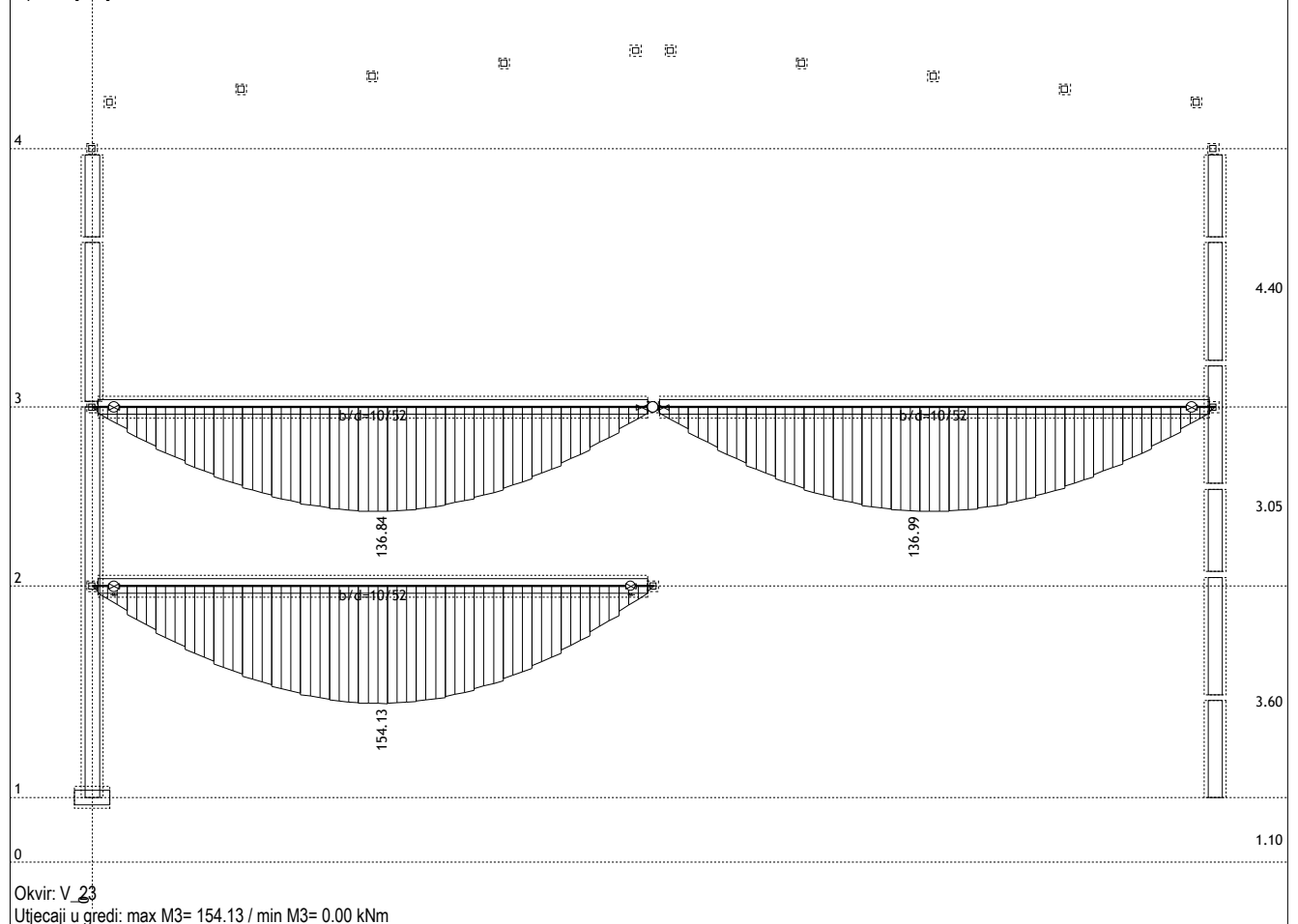
Okvir: V_2
Utjecaji u gredi: max M3= 288.06 / min M3= -253.07 kNm

Opt. 14: [Anv] 9-13

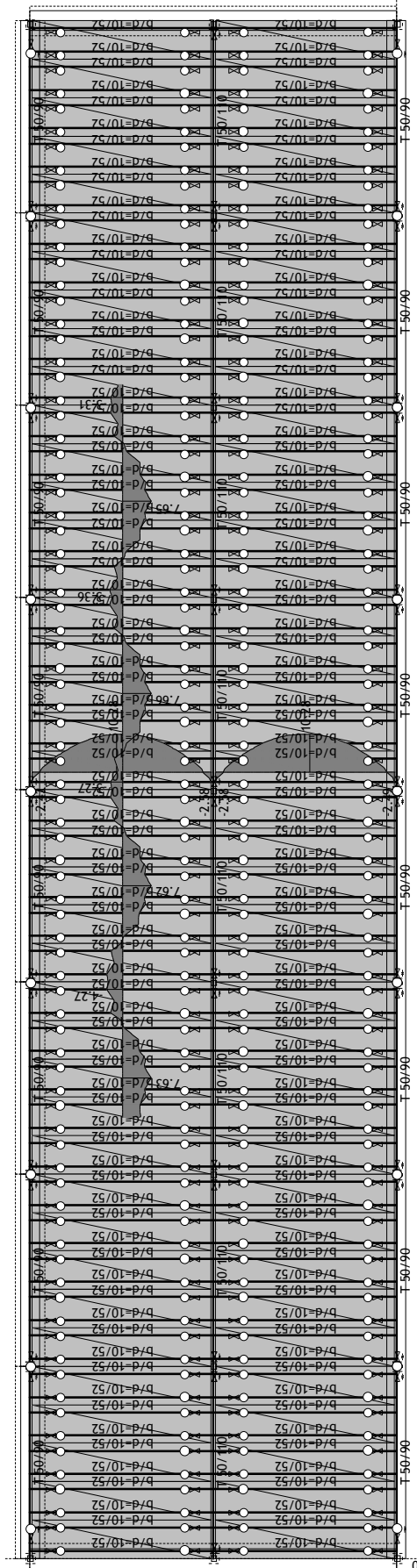


Utjecaji u gredi: max T2= 281.75 / min T2= -320.51 kN

Opt. 14: [Anv] 9-13

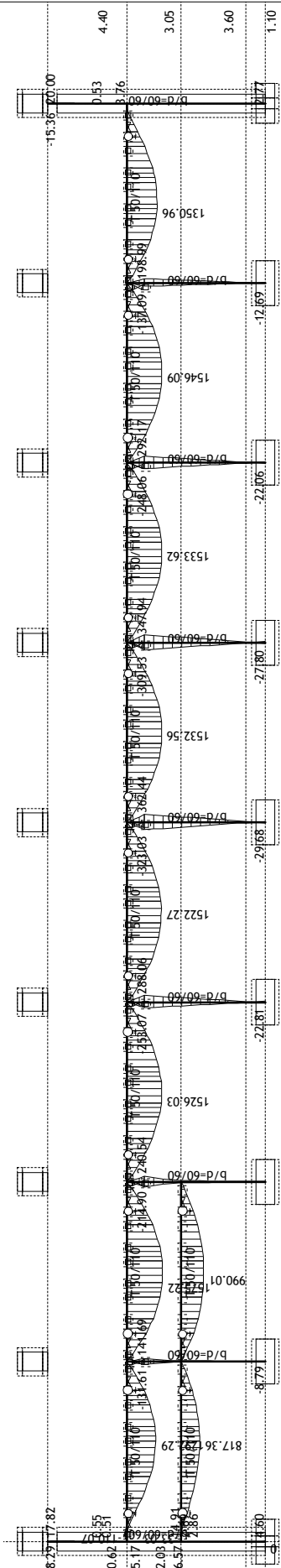


Opt. 9: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII



Nivo: KOTA 6.65 [6.65 m]
 Vektorski presjeci: Ms

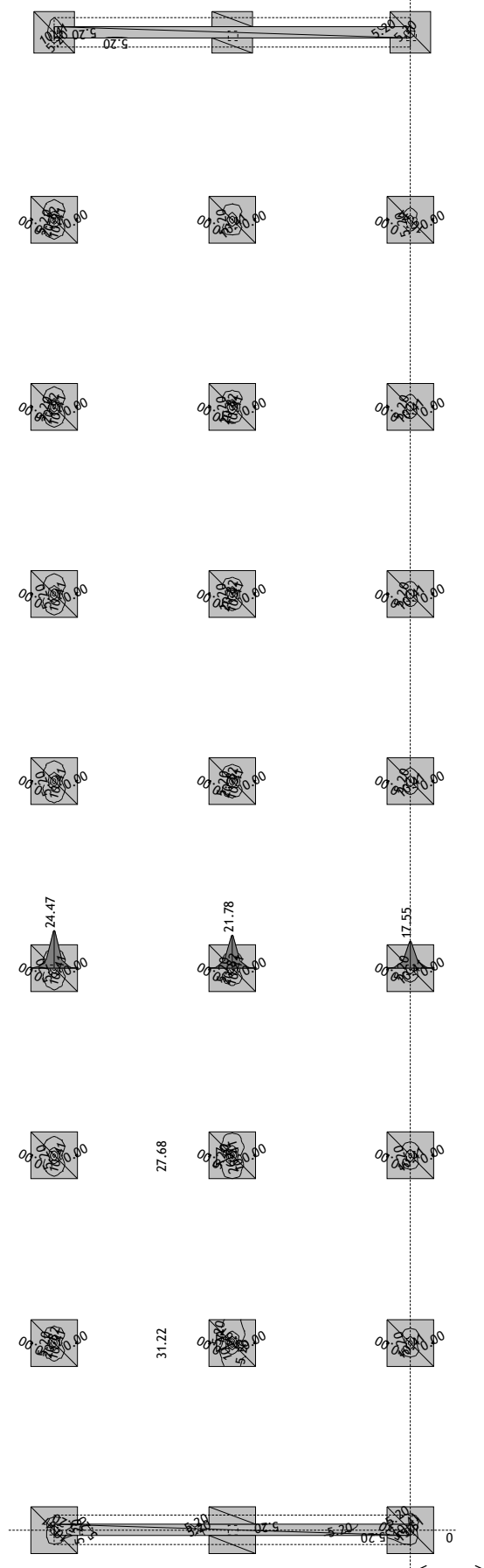
Opt. 14: [Anv] 9-13



Okvir: H_3
 Utjecaji u gredi: max M3= 1575.22 / min M3= -323.03 kNm

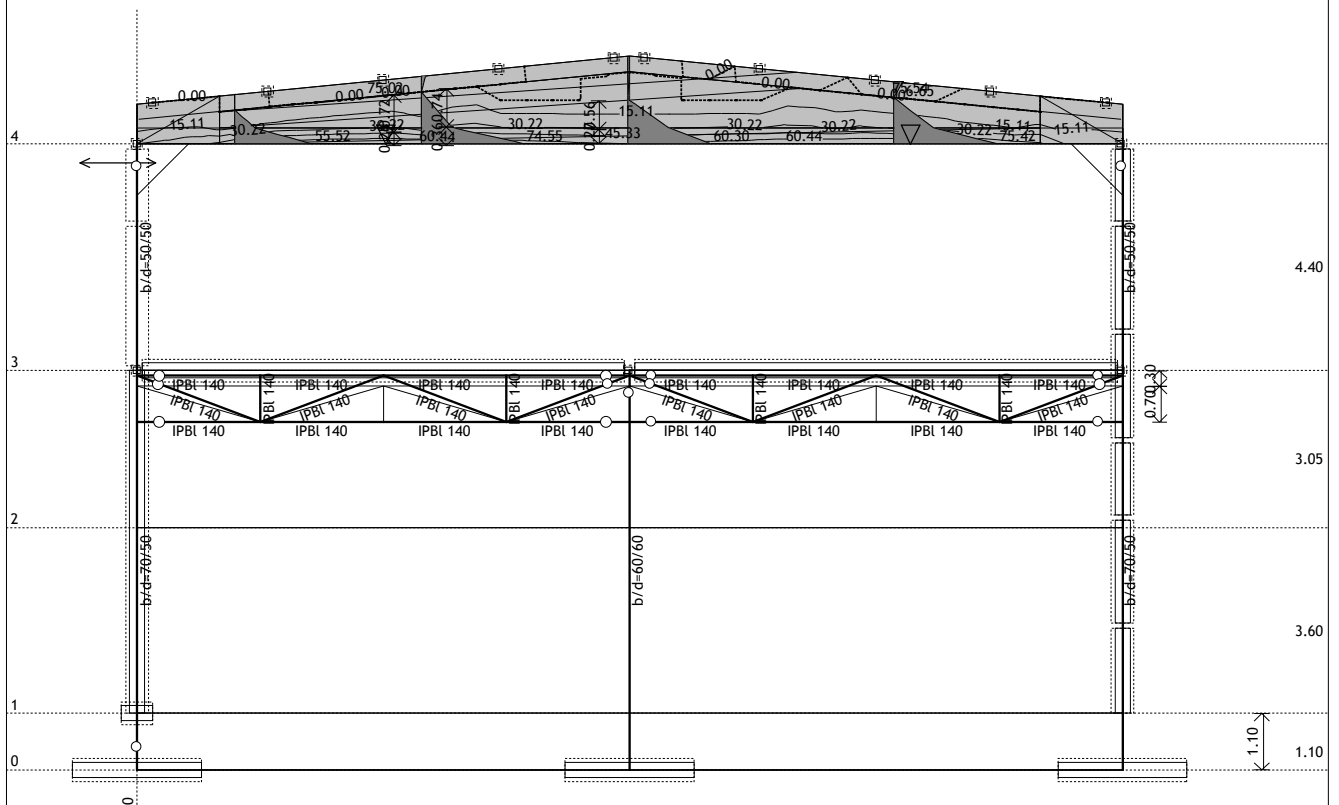
Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje: 9-13
TPBK, C 30, S500H, a=4.00 cm



Nivo: KOTA PLOČE TEMELJA [-1.10 m]
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 31.22 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 9-13
TPBK, C 30, S500H, a=4.00 cm

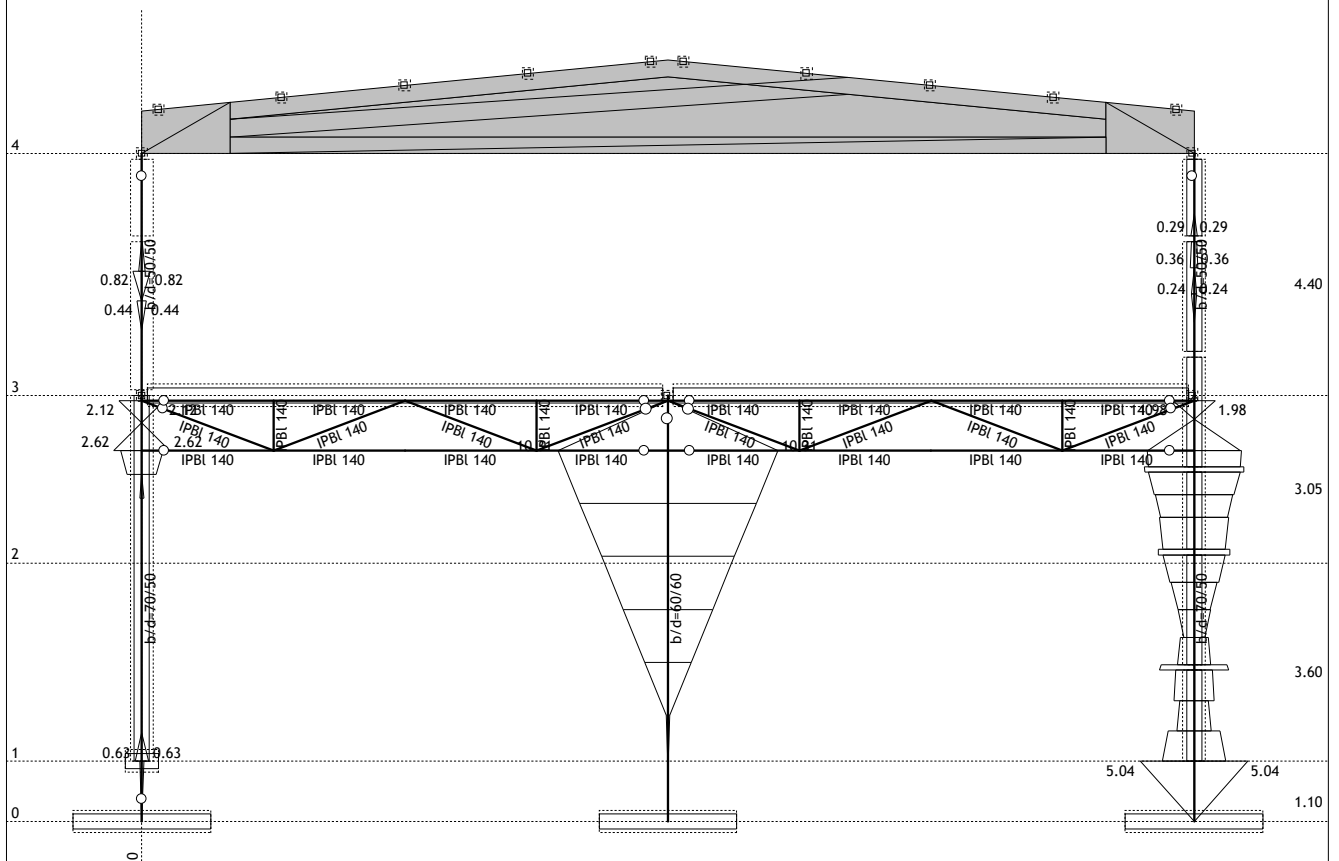


Okvir: V_2

Aa - d.zona - Pravic 1 - max Aa1,d= 75.54 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 9-13

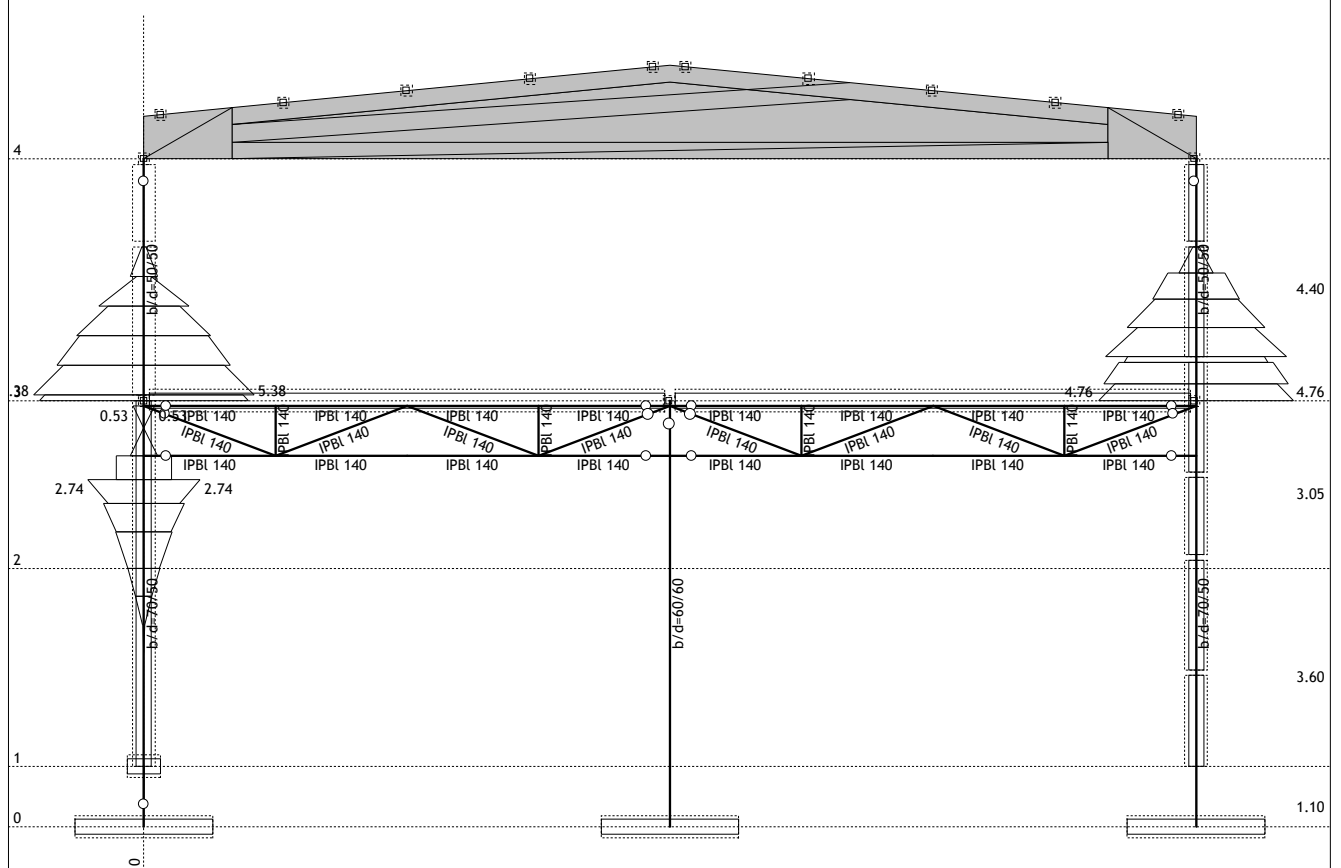
TPBK, C 30, S500H



Okvir: V_2

Armatura u gredama: $\max A_{a2}/A_{a1} = 10.31 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: 9-13
TPBK, C 30, S500H



Okrvir: V_2

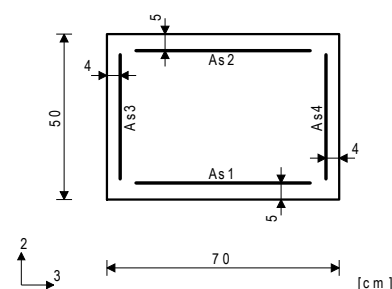
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4 = 5.38 cm²

Greda 6927-5243

TPBK
C 30 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
S500H
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 9-13

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.00xI+1.00xII+0.60xIII-1.00xVII
T2u = -235.93 kN
T3u = -11.60 kN
M1u = 0.00 kNm

As1 = 2.62 cm²
As2 = 2.62 cm²
As3 = 0.66 cm²
As4 = 0.66 cm²
Asw = 0.69 cm²/m (m=2)



li,2 = 11.63 m ($\lambda_{2,2} = 57.53$)
li,3 = 11.63 m ($\lambda_{2,3} = 80.54$)
Nepomična konstrukcija

Presjek 5-5 x = 0.10m

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.00xI+1.00xII+0.60xIII-1.00xVII
N1u = -413.85 kN
M2u = -28.50 kNm
M3u = -142.36 kNm

eb/ea = -3.500/18.443 ‰
As1 = 2.12 cm²
As2 = 2.12 cm²
As3 = 0.53 cm²
As4 = 0.53 cm²
Asw = 1.46 cm²/m (m=2)

Presjek 6-6 x = 1.00m

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.00xI+1.00xII+0.60xIII-1.00xVII
N1u = -341.38 kN
M2u = 4.41 kNm
M3u = -77.60 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.00xI+1.00xII+0.60xIII-1.00xVII
T2u = -198.87 kN
T3u = -12.50 kN
M1u = 0.00 kNm

Δe2 = 2.9<e0> + 9.9<eII> = 12.8 cm
|ΔM2| = 43.69 kNm
Δe3 = 2.9<e0> + 14.5<eII> = 17.4 cm
|ΔM3| = 59.45 kNm
eb/ea = -3.500/16.719 ‰

Presjek 7-7 x = 1.43m

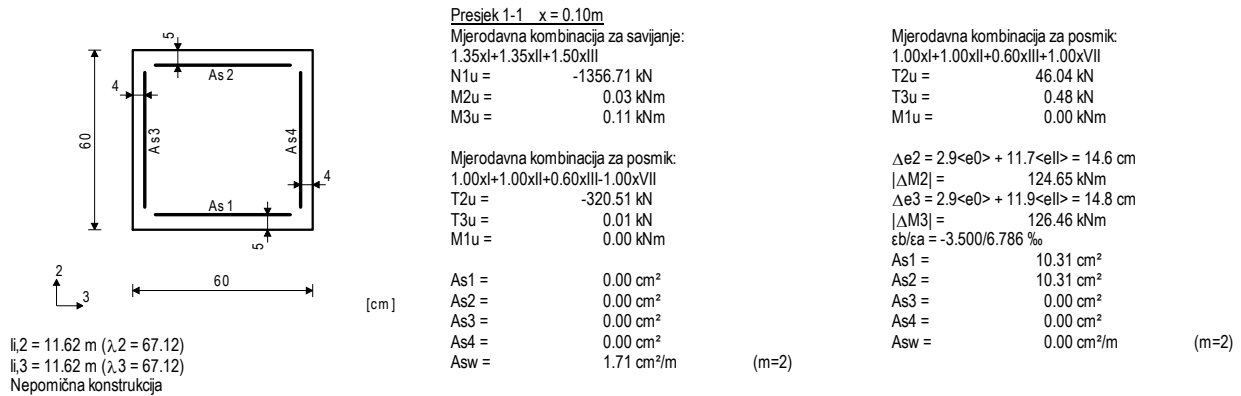
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.00xI+1.00xII+0.60xIII-1.00xVII
N1u = -257.90 kN
M2u = 1.89 kNm
M3u = -66.74 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.00xI+1.00xII+0.60xIII-1.00xVII
T2u = -33.04 kN
T3u = -2.46 kN
M1u = 0.00 kNm

Δe2 = 2.9<e0> + 9.9<eII> = 12.8 cm
|ΔM2| = 33.01 kNm
Δe3 = 2.9<e0> + 14.5<eII> = 17.4 cm
|ΔM3| = 44.91 kNm
eb/ea = -3.500/18.852 ‰
As1 = 0.00 cm²
As2 = 0.00 cm²
As3 = 2.74 cm²
As4 = 2.74 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)

Greda 9166-7361

TPBK
C 30 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
S500H
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 9-13

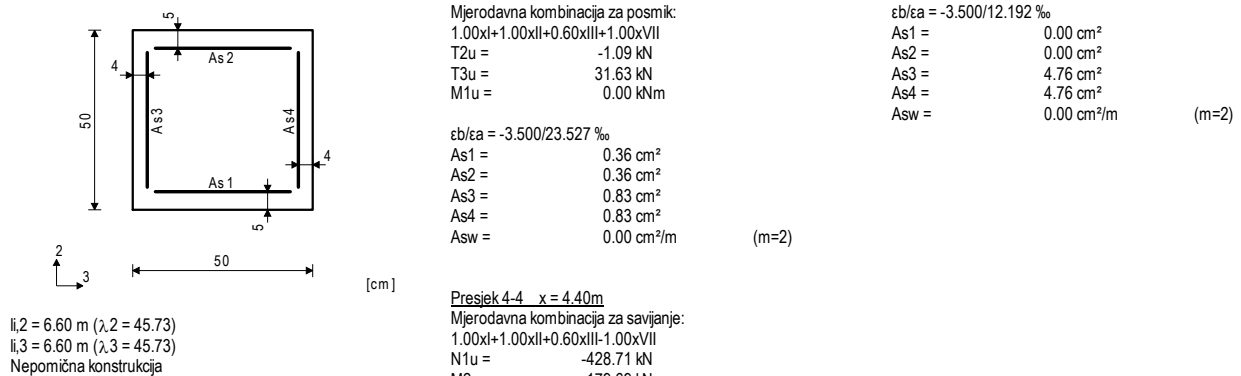


Presjek 2-2 $x = 1.00m$

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.60xIII - 1.00xVII$
 $N1u = -855.83 \text{ kN}$
 $M2u = 0.42 \text{ kNm}$
 $M3u = 288.06 \text{ kNm}$

Greda 12550-11452

TPBK
 C 30 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
 S500H
 Dimenzioniranje grupe slučajeva
 opterećenja: 9-13

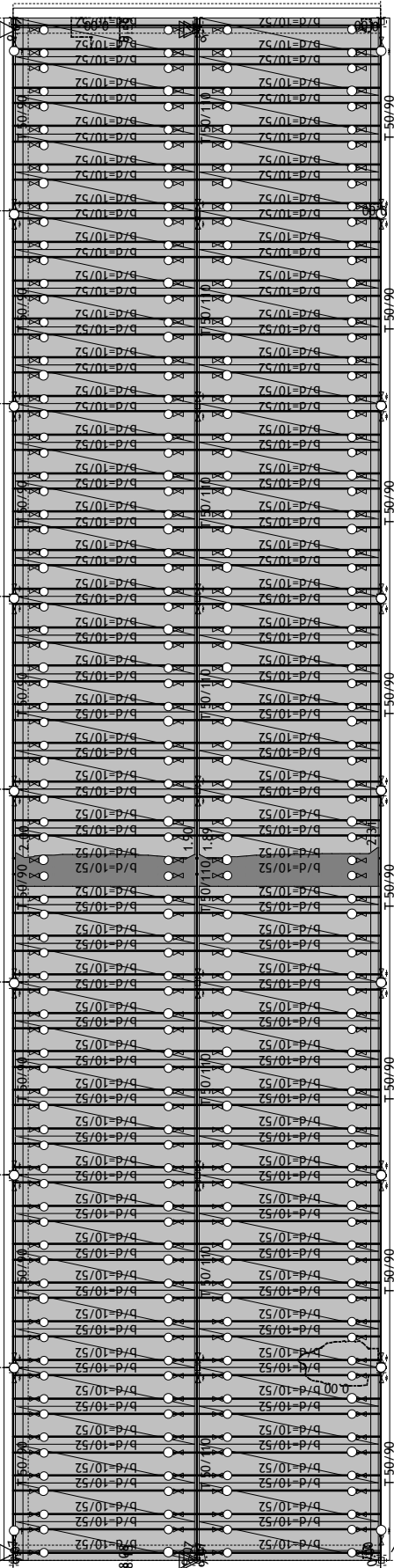


Presjek 4-4 $x = 4.40m$

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.60xIII - 1.00xVII$
 $N1u = -428.71 \text{ kN}$
 $M2u = 179.69 \text{ kNm}$
 $M3u = 28.85 \text{ kNm}$

Mjerodavno opterećenje: 9-13
TPBK, C 30, S500H, a=2.50 cm

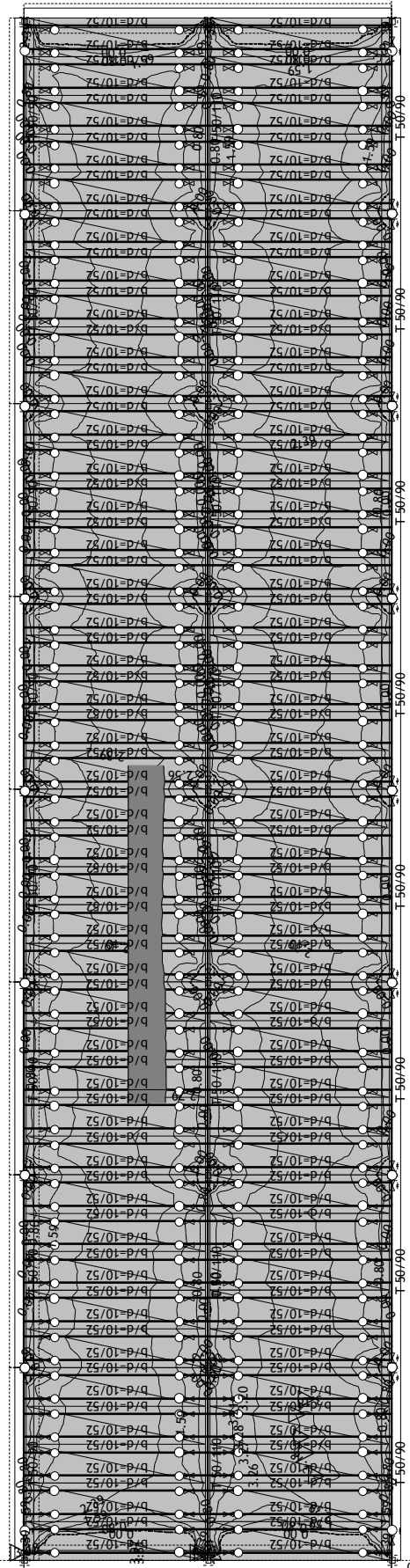
11.59



Nivo: KOTA 6.65 [6.65 m]
Aa - d.zona - Pravic 1 - max Aa1,d= 18.13 cm²/m

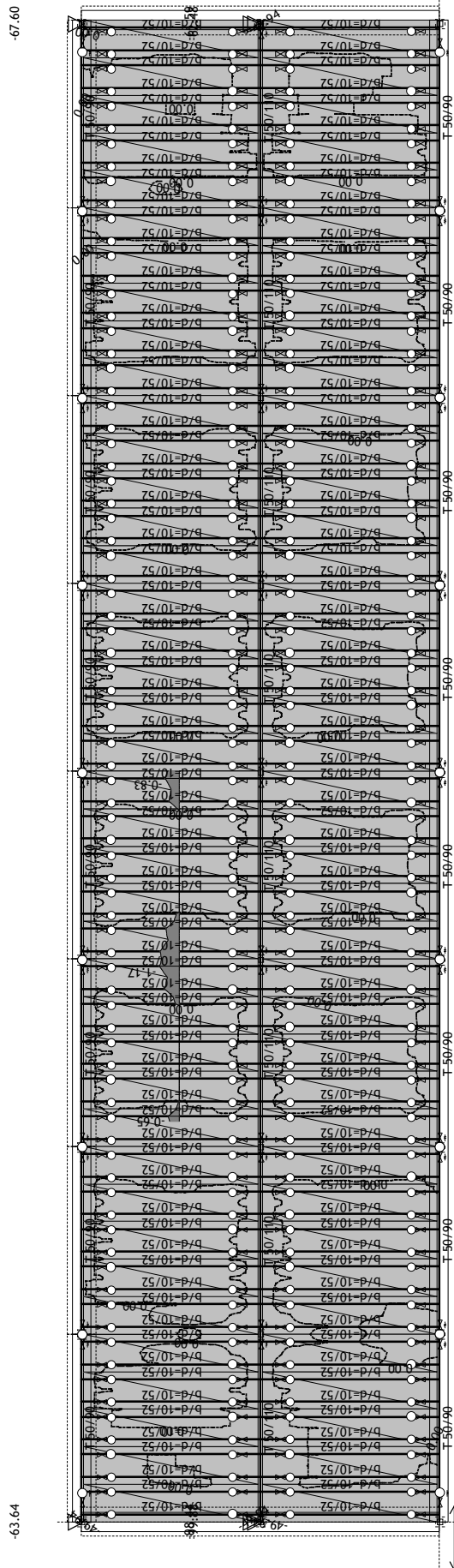
Mjerodavno opterećenje: 9-13
TPBK, C 30, S500H, a=2.50 cm

3.58



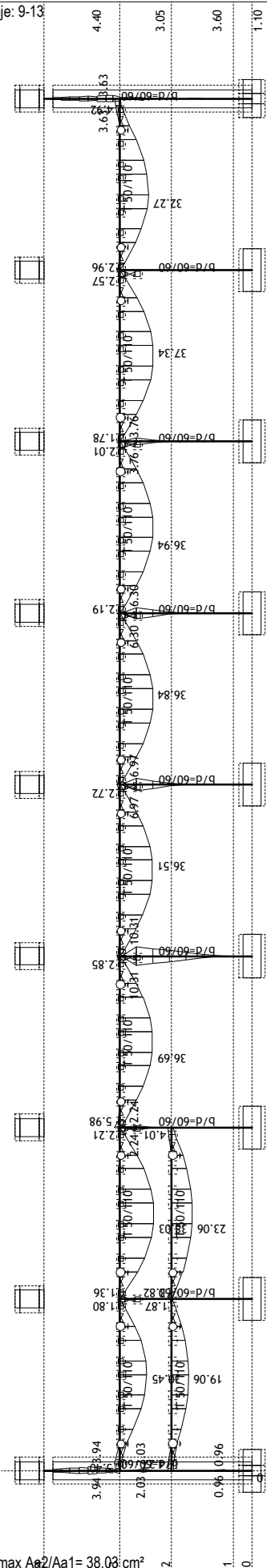
Nivo: KOTA 6.65 [6.65 m]
Aa - d.zona - Pravic 2 - max Aa2,d= 3.97 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 9-13
 TPBK, C 30, S500H, a=2.50 cm



Nivo: KOTA 6.65 [6.65 m]
 Aa - g.zona - Pravic 1 - max Aa1.g = 99.88 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 9-13
 TPBK, C 30, S500H

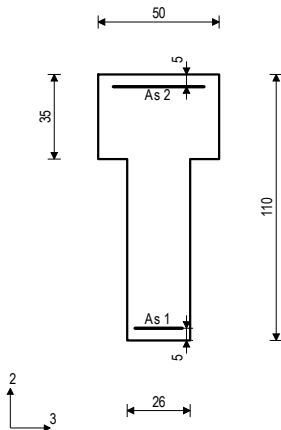


Okvir: H_3
 Armatura u gredama: max Aa2/Aa1 = 38.08 cm²



Greda 9166-11557

TPBK
C 30 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$)
S500H
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 9-13



$l_{i,2} = 10.00 \text{ m}$ ($\lambda_{i,2} = 88.31$)
 $l_{i,3} = 10.00 \text{ m}$ ($\lambda_{i,3} = 30.87$)
Nepomična konstrukcija

Presjek 1-1 $x = 0.00 \text{ m}$

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.60xIII - 1.00xVI$
 $N1u = 20.74 \text{ kN}$
 $M2u = 27.72 \text{ kNm}$
 $M3u = 0.00 \text{ kNm}$

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII$
 $T2u = -683.82 \text{ kN}$
 $T3u = -0.33 \text{ kN}$
 $M1u = 0.00 \text{ kNm}$

$\epsilon_b/\epsilon_a = -2.189/25.000 \text{ ‰}$
 $As1 = 0.58 \text{ cm}^2$
 $As2 = 2.58 \text{ cm}^2$
 $As3 = 0.00 \text{ cm}^2$
 $As4 = 0.00 \text{ cm}^2$
 $Asw = 6.95 \text{ cm}^2/\text{m}$ (m=2)

Presjek 2-2 $x = 5.60 \text{ m}$

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII$
 $N1u = -24.52 \text{ kN}$
 $M2u = 0.10 \text{ kNm}$
 $M3u = 1521.01 \text{ kNm}$

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII$
 $T2u = 118.77 \text{ kN}$
 $T3u = -0.33 \text{ kN}$
 $M1u = 0.00 \text{ kNm}$

$\Delta e2 = 2.5 \cdot e0 + 10.5 \cdot eII = 13.0 \text{ cm}$
 $|\Delta M2| = 3.19 \text{ kNm}$
 $\Delta e3 = 2.5 \cdot e0 + 4.6 \cdot eII = 7.1 \text{ cm}$
 $|\Delta M3| = 1.74 \text{ kNm}$
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -3.500/11.885 \text{ ‰}$
 $As1 = 36.51 \text{ cm}^2$
 $As2 = 0.00 \text{ cm}^2$
 $As3 = 0.00 \text{ cm}^2$
 $As4 = 0.00 \text{ cm}^2$
 $Asw = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ (m=2)

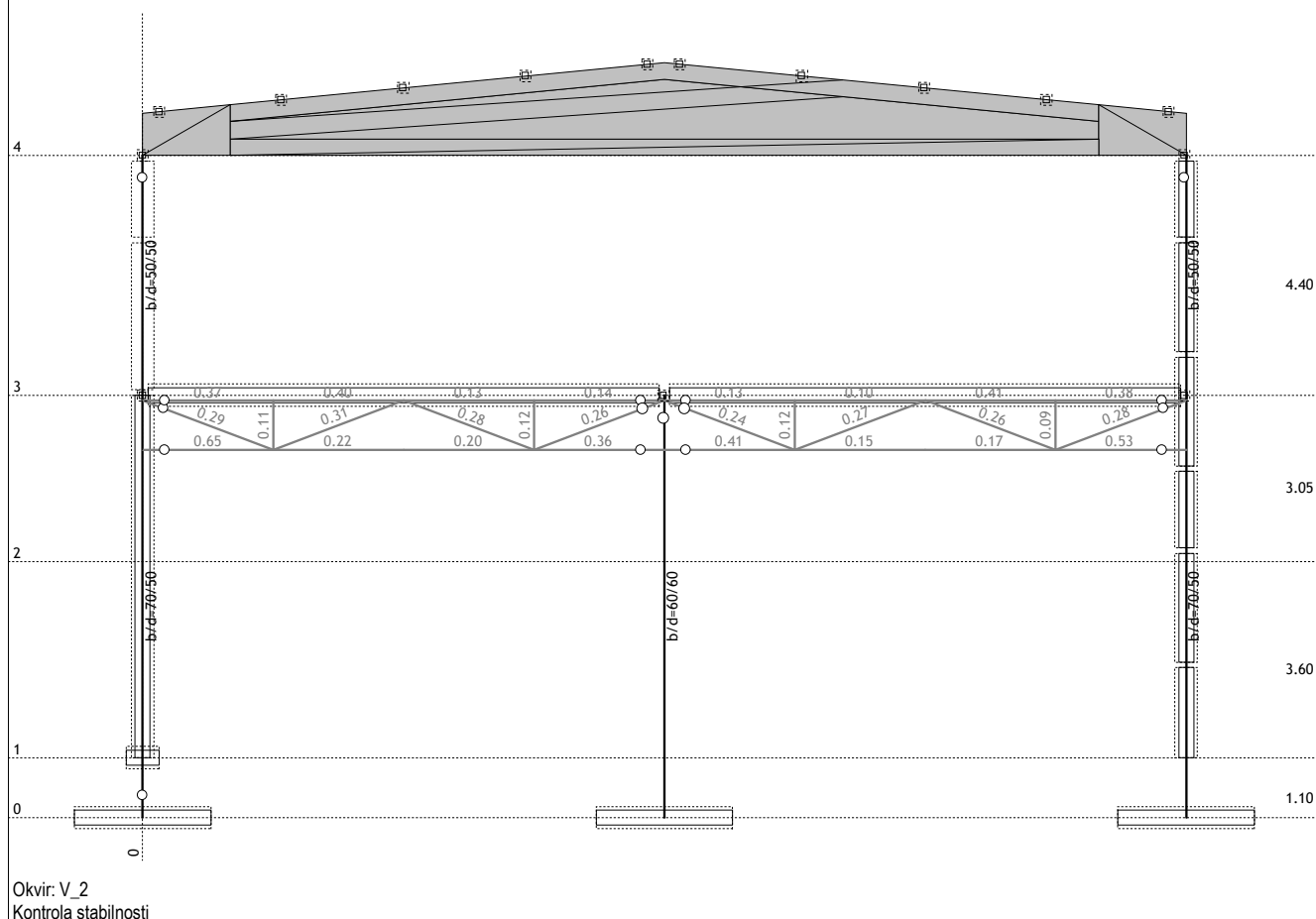
Presjek 3-3 $x = 10.00 \text{ m}$

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.60xIII - 1.00xVII$
 $N1u = 31.24 \text{ kN}$
 $M2u = -27.14 \text{ kNm}$
 $M3u = 0.00 \text{ kNm}$

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII$
 $T2u = 677.15 \text{ kN}$
 $T3u = -0.33 \text{ kN}$
 $M1u = 0.00 \text{ kNm}$

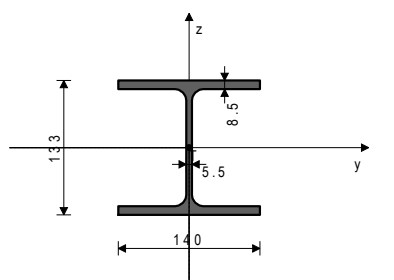
$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.758/25.000 \text{ ‰}$
 $As1 = 0.62 \text{ cm}^2$
 $As2 = 2.72 \text{ cm}^2$
 $As3 = 0.00 \text{ cm}^2$
 $As4 = 0.00 \text{ cm}^2$
 $Asw = 6.87 \text{ cm}^2/\text{m}$ (m=2)

Dimenzioniranje (čelik)



Okrvir: V_2
Kontrola stabilnosti
ŠTAP 8930-8406
POPREČNI PRESJEK: IPBI 140 [S 235]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



A_x	=	31.400 cm ²
A_y	=	21.293 cm ²
A_z	=	10.107 cm ²
I_x	=	8.160 cm ⁴
I_y	=	1030.0 cm ⁴
I_z	=	389.00 cm ⁴
W_y	=	154.89 cm ³
W_z	=	55.571 cm ³
$W_{y,pl}$	=	173.32 cm ³
$W_{z,pl}$	=	83.300 cm ³
γ_{M0}	=	1.100
γ_{M1}	=	1.100
γ_{M2}	=	1.250
A_{net}/A	=	1.000

($f_y = 23.5$ kN/cm², $f_u = 36.0$ kN/cm²)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

13. $\gamma = 0.36$	11. $\gamma = 0.28$	12. $\gamma = 0.22$
10. $\gamma = 0.16$	9. $\gamma = 0.11$	8. $\gamma = 0.06$

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU (slučaj opterećenja 13, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{sd}	=	-179.79 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{sd,y}$	=	-0.014 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{sd,z}$	=	-0.404 kN
Moment savijanja oko y osi	$M_{sd,y}$	=	-0.261 kNm
Moment savijanja oko z osi	$M_{sd,z}$	=	0.601 kNm
Sistemska dužina štapa	L	=	238.75 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računska otpornost	$N_{pl,Rd}$	=	670.82 kN
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$	=	670.82 kN

Uvjet 5.16: $N_{sd} \leq N_{c,Rd}$ (179.79 ≤ 670.82)

5.4.5 Savijanje y-y
Računski plastični moment Mpl.Rd = 37.028 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje Mo.Rd = 33.090 kNm
Računski elastični momenat Mel.Rd = 33.090 kNm
Računska otpornost na savijanje Mc.Rd = 37.028 kNm
Uvjet 5.17: $M_{sd_y} \leq M_{c.Rd_y}$ (0.26 <= 37.03)

5.4.5 Savijanje z-z
Računski plastični moment Mpl.Rd = 17.796 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje Mo.Rd = 11.872 kNm
Računski elastični momenat Mel.Rd = 11.872 kNm
Računska otpornost na savijanje Mc.Rd = 17.796 kNm
Uvjet 5.17: $M_{sd_z} \leq M_{c.Rd_z}$ (0.60 <= 17.80)

5.4.6 Posmik
Računska plast.otp.na posmik z-z Vpl.Rd = 124.67 kN
Uvjet 5.20: $V_{sd_z} \leq V_{pl.Rd_z}$ (0.40 <= 124.67)

Računska plast.otp.na posmik y-y Vpl.Rd = 262.63 kN
Uvjet 5.20: $V_{sd_y} \leq V_{pl.Rd_y}$ (0.01 <= 262.63)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{sd_z} \leq 50\% V_{pl.Rd_z}$ i $V_{sd_y} \leq 50\% V_{pl.Rd_y}$

5.4.8 Savijanje i centrična sila
Omjer $N_{sd} / N_{pl.Rd}$ 0.268
Omjer $M_{sd_z} / M_{pl.Rd_z}$ 0.034
Uvjet 5.36: (0.31 <= 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje
Dužina izvijanja y-y $l_y = 167.12$ cm
Polumjer inercije y-y $i_y = 5.727$ cm
Vitkost y-y $\lambda_y = 29.180$
Relativna vitkost y-y $\lambda_{_y} = 0.311$
Krivulja izvijanja za os y-y: C $\alpha = 0.490$
Redukcijski koeficijent $\chi_y = 0.944$
Koeficijent efektivnog presjeka $\beta_A = 1.000$
Računska otpornost na izvijanje Nb.Rd_y = 633.02 kN
Uvjet 5.45: $N_{sd} \leq N_{b.Rd_y}$ (179.79 <= 633.02)

Dužina izvijanja z-z $l_z = 167.12$ cm
Polumjer inercije z-z $i_z = 3.520$ cm
Vitkost z-z $\lambda_z = 47.482$
Relativna vitkost z-z $\lambda_{_z} = 0.506$
Krivulja izvijanja za os z-z: C $\alpha = 0.490$
Redukcijski koeficijent $\chi_z = 0.840$
Koeficijent efektivnog presjeka $\beta_A = 1.000$
Računska otpornost na izvijanje Nb.Rd_z = 563.36 kN
Uvjet 5.45: $N_{sd} \leq N_{b.Rd_z}$ (179.79 <= 563.36)

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda
Koeficijent C1 = 1.285
Koeficijent C2 = 1.562
Koeficijent C3 = 0.753
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja k = 1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja kw = 1.000
Koordinata zg = 0.000 cm
Koordinata zj = 0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka L = 120.00 cm
Sektorski moment inercije Iw = 15064 cm⁶
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje Mcr = 511.25 kNm
Koeficijent $\beta_w = 1.000$
Koeficijent imperf. $\alpha_{LT} = 0.210$
Bezdimenzionalna vitkost $\lambda_{LT} = 0.282$
Koeficijent redukcije $\chi_{LT} = 0.982$
Računska otpornost na izvijanje Mb.Rd = 36.347 kNm
Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. $\lambda_{LT} \leq 0.4$

5.5.4 Savijanje i centrični tlak
Redukcijski koeficijent $\chi_{min} = 0.840$
Nsd / ... 0.319
Koeficijent uniformnog momenta $\beta_y = 1.540$
Koeficijent $\mu_y = -0.167$
Koeficijent $k_y = 1.043$
 $k_y * M_y / ...$ 0.007
Koeficijent uniformnog momenta $\beta_z = 1.145$
Koeficijent $\mu_z = -0.366$
Koeficijent $k_z = 1.106$
 $k_z * M_z / ...$ 0.037
Uvjet 5.51: (0.36 <= 1)

Redukcijski koeficijent $\chi_{_z} = 0.840$
Nsd / ... 0.319
Redukcijski koeficijent $\chi_{LT} = 0.982$
Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. $\beta_{M.LT} = 1.540$
Koeficijent $\mu_{LT} = -0.033$
Koeficijent $k_{LT} = 1.010$
 $k_{LT} * M_y / ...$ 0.007
Koeficijent uniformnog momenta $\beta_z = 1.145$
Koeficijent $\mu_z = -0.366$
Koeficijent $k_z = 1.106$
 $k_z * M_z / ...$ 0.037

Uvjet 5.52: (0.36 ≤ 1)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	11.600 cm
Debljina lima	tw =	0.550 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	k _τ =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		
Uvjet: d / tw ≤ 69 ε (21.09 ≤ 69.00)		

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z

Računski plastični moment nožica

Mf.Rd =	31.384 kNm
---------	------------

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)

Površina rebra

Površina tlač. nožice

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra

Uvjet 5.80: (21.09 ≤ 210.19)

k =	0.300
Aw =	7.315 cm ²
Afc =	11.900 cm ²

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 9, početak štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	68.812 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-0.424 kN
Moment savijanja oko y osi	Msd_y =	-0.064 kNm
Moment savijanja oko z osi	Msd_z =	0.015 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	238.75 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

Vpl.Rd =	124.67 kN
----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_z ≤ Vpl.Rd_z (0.42 ≤ 124.67)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

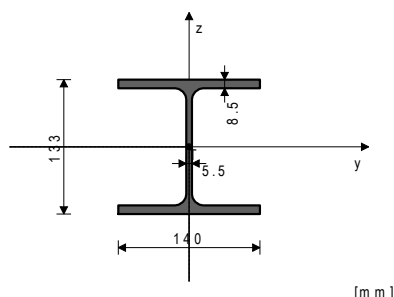
Širina lima	d =	11.600 cm
Debljina lima	tw =	0.550 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	k _τ =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		
Uvjet: d / tw ≤ 69 ε (21.09 ≤ 69.00)		

ŠTAP 7251-6895

POPREČNI PRESJEK: IPBI 140 [S 235]

EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	31.400 cm ²
Ay =	21.293 cm ²
Az =	10.107 cm ²
Ix =	8.160 cm ⁴
Iy =	1030.0 cm ⁴
Iz =	389.00 cm ⁴
Wy =	154.89 cm ³
Wz =	55.571 cm ³
Wy.pl =	173.32 cm ³
Wz.pl =	83.300 cm ³
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	1.000

(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

13. γ=0.28	11. γ=0.26	12. γ=0.17
10. γ=0.16	9. γ=0.10	8. γ=0.06

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 13, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-124.75 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	-0.149 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-0.142 kN
Moment savijanja oko y osi	Msd_y =	-1.739 kNm
Moment savijanja oko z osi	Msd_z =	0.197 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	255.15 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računski otpornost	Npl.Rd =	670.82 kN
Računska otpornost na tlak	Nc.Rd =	670.82 kN

Uvjet 5.16: $N_{sd} \leq N_{c,Rd}$ (124.75 ≤ 670.82)

5.4.5 Savijanje y-y	
Računski plastični moment	$M_{pl,Rd} = 37.028 \text{ kNm}$
Računska otp.na lokalno izbočavanje	$M_{o,Rd} = 33.090 \text{ kNm}$
Računski elastični momenat	$M_{el,Rd} = 33.090 \text{ kNm}$
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd} = 37.028 \text{ kNm}$

Uvjet 5.17: $M_{sd,y} \leq M_{c,Rd,y}$ (1.74 ≤ 37.03)

5.4.5 Savijanje z-z	
Računski plastični moment	$M_{pl,Rd} = 17.796 \text{ kNm}$
Računska otp.na lokalno izbočavanje	$M_{o,Rd} = 11.872 \text{ kNm}$
Računski elastični momenat	$M_{el,Rd} = 11.872 \text{ kNm}$
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd} = 17.796 \text{ kNm}$

Uvjet 5.17: $M_{sd,z} \leq M_{c,Rd,z}$ (0.20 ≤ 17.80)

5.4.6 Posmik	
Računska plast.otp.na posmik z-z	$V_{pl,Rd} = 124.67 \text{ kN}$

Uvjet 5.20: $V_{sd,z} \leq V_{pl,Rd,z}$ (0.14 ≤ 124.67)

Računska plast.otp.na posmik y-y	$V_{pl,Rd} = 262.63 \text{ kN}$
----------------------------------	---------------------------------

Uvjet 5.20: $V_{sd,y} \leq V_{pl,Rd,y}$ (0.15 ≤ 262.63)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{sd,z} \leq 50\% V_{pl,Rd,z}$ i $V_{sd,y} \leq 50\% V_{pl,Rd,y}$

5.4.8 Savijanje i centrična sila	
Omjer $N_{sd} / N_{pl,Rd}$	0.186
Omjer $M_{sd,y} / M_{pl,Rd,y}$	0.047
Omjer $M_{sd,z} / M_{pl,Rd,z}$	0.011

Uvjet 5.36: (0.24 ≤ 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	$I_y = 178.61 \text{ cm}$
Polumjer inercije y-y	$i_y = 5.727 \text{ cm}$
Vitkost y-y	$\lambda_y = 31.185$
Relativna vitkost y-y	$\lambda_{rel,y} = 0.332$
Krivulja izvijanja za os y-y: C	$\alpha = 0.490$
Redukcijski koeficijent	$\chi_y = 0.933$
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A = 1.000$
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y} = 625.67 \text{ kN}$

Uvjet 5.45: $N_{sd} \leq N_{b,Rd,y}$ (124.75 ≤ 625.67)

Dužina izvijanja z-z	$I_z = 178.61 \text{ cm}$
Polumjer inercije z-z	$i_z = 3.520 \text{ cm}$
Vitkost z-z	$\lambda_z = 50.744$
Relativna vitkost z-z	$\lambda_{rel,z} = 0.540$
Krivulja izvijanja za os z-z: C	$\alpha = 0.490$
Redukcijski koeficijent	$\chi_z = 0.820$
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A = 1.000$
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z} = 550.15 \text{ kN}$

Uvjet 5.45: $N_{sd} \leq N_{b,Rd,z}$ (124.75 ≤ 550.15)

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda	
Koeficijent	$C1 = 1.879$
Koeficijent	$C2 = 0.000$
Koeficijent	$C3 = 0.939$
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	$k = 1.000$
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	$k_w = 1.000$
Koordinata	$z_g = 0.000 \text{ cm}$
Koordinata	$z_j = 0.000 \text{ cm}$
Razmak bočno pridržanih točaka	$L = 120.00 \text{ cm}$
Sektorski moment inercije	$I_w = 15064 \text{ cm}^6$
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	$M_{cr} = 747.58 \text{ kNm}$
Koeficijent	$\beta_w = 1.000$
Koeficijent imperf.	$\alpha_{LT} = 0.210$
Bezdimenzionalna vitkost	$\lambda_{LT} = 0.233$
Koeficijent redukcije	$\chi_{LT} = 0.993$
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd} = 36.756 \text{ kNm}$
Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. $\lambda_{LT} \leq 0.4$	

5.5.4 Savijanje i centrični tlak	
Redukcijski koeficijent	$\chi_{min} = 0.820$
$N_{sd} / \dots$	0.227
Koeficijent uniformnog momenta	$\beta_y = 1.800$
Koeficijent	$\mu_y = -0.014$
Koeficijent	$\kappa_y = 1.003$
$\kappa_y * M_y / \dots$	0.047
Koeficijent uniformnog momenta	$\beta_z = 1.561$
Koeficijent	$\mu_z = 0.024$
Koeficijent	$\kappa_z = 0.995$
$\kappa_z * M_z / \dots$	0.011

Uvjet 5.51: (0.28 ≤ 1)

Redukcijski koeficijent	$\chi_{-z} = 0.820$
$N_{sd} / \dots$	0.227
Redukcijski koeficijent	$\chi_{LT} = 0.993$
Koef.unif.mom.za bočno torz.izv.	$\beta_{M,LT} = 1.800$
Koeficijent	$\mu_{LT} = -0.004$
Koeficijent	$\kappa_{LT} = 1.001$
$\kappa_{LT} * M_y / \dots$	0.047
Koeficijent uniformnog momenta	$\beta_z = 1.561$

Koeficijent $\mu_z = 0.024$
Koeficijent $k_z = 0.995$
 $k_z * M_z / \dots 0.011$
Uvjet 5.52: (0.29 <= 1)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima $d = 11.600 \text{ cm}$

Debljina lima $tw = 0.550 \text{ cm}$

Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom $k_{\tau} = 5.340$

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: $d / tw \leq 69$ (21.09 <= 69.00)

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z

Računski plastični moment nožica $Mf.Rd = 32.643 \text{ kNm}$

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1) $k = 0.300$

Površina rebra $Aw = 7.315 \text{ cm}^2$

Površina tlač. nožice $Afc = 11.900 \text{ cm}^2$

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra

Uvjet 5.80: (21.09 <= 210.19)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 9, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	$Nsd = 52.956 \text{ kN}$
Poprečna sila u z pravcu	$Vsd_z = 0.649 \text{ kN}$
Moment savijanja oko y osi	$Msd_y = -0.642 \text{ kNm}$
Sistemska dužina štapa	$L = 255.15 \text{ cm}$

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z $Vpl.Rd = 124.67 \text{ kN}$

Uvjet 5.20: $Vsd_z \leq Vpl.Rd_z$ (0.65 <= 124.67)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima $d = 11.600 \text{ cm}$

Debljina lima $tw = 0.550 \text{ cm}$

Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom $k_{\tau} = 5.340$

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: $d / tw \leq 69$ (21.09 <= 69.00)