



S T A T I Č N A P R E S O J A

KONSTRUKCIJE/PODKONSTRUKCIJE OBSTOJEČEGA OBJEKTA ZA POTREBE NAMESTITIV FOTVOLTAIKE

Naročnik : OBČINA BELTINCI
Mladinska ulica 2
9231 BELTINCI

Objekt : Stadion Beltinci – nadstrešnica tribun

Št.proj : 1609-2024 tribuna Beltinci

Murska Sobota, september 2024

Pripravil: Roman GRANFOL, univ.dipl.inž.grad.


ROMAN GRANFOL
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-1822



TEHNIČNO POROČILO

1.1. SPLOŠNI PODATKI

Projekt obravnava statično presojo gradbenih konstrukcij/podkonstrukcij za potrebe namestitve fotovoltaičnih panelov sončne elektrarne na strehi objekta.

S strani naročnika so bili predloženi razpoložljivi podatki in dokumentacija objekta; pravtako je bil/bo pred posegom izveden dodatni preliminarni pregled v obsegu glede na kvalitativnost zbranih podatkov ter zahtevnost konstrukcije.

Predložena dokumentacija :

- Načrt gradbenih konstrukcij
št.proj. PD 97 - 245, september 1997 TDR Inženiring d.o.o.
/ Strešna konstrukcija NK Beltinci

1.2. KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA

V primeru tribun obravnavamo kovinsko montažno konstrukcijo, sidrano na podložni ab objekt tribun. Tlorisne dimenzije konstrukcije znašajo ca. $15 \times 5.0 = 75 \text{ m} \times 10.15 \text{ m}$ (konzola). Konzola nadstrešnica zasnovana kot palični nosilec, primarno pasnice iz prav.cevi 80/50/4, diagonale in vertikale med pasnicami iz 50/50/4 in 40/40/4. Spodnje pasnice dodatno varovane proti bočnemu izklonu z kv. cevmi 30/30/3, nameščene v vozlišča pod 45° s povezavo na sekundarne profile IPE140 strešine. Nosilna poševna zatega na zgornji strani konstrukcije iz kv. cevi 100/100/4, sidrano v ab steber dim. 50/80 z 3x M36.

Sekundarni profili za kritino iz IPE 140 profilov L $5.00 + 5.00 \text{ m}$ v medosnem rastru ca. 1.5 m. V sredini razpona dodatno poveznai z palico $\phi 12 \text{ mm}$ za varovanje bočnega izklona. Konstrukcija zavetrovana v ravnini strešine 3x s križnimi povezji $\phi 16$ in $\phi 24$.

Streha kot enokapnica v naklonu ca. 11.5° s pločevinasto kritino.

1.3. UPORABLJENI MATERIALI

- JEKLO:
- S235

1.4. STATIČNA ANALIZA

Statična analiza je bila izvedena z enim od rač. programov TOWER 8.5, Harzer, Eurocode express, mbAEC, ... s katerim je bilo izvedeno tudi dimenzioniranje.

Pri dimenzioniranju je upoštevana potrebna varnost konstrukcije, ki je določena v predpisih. Vsi elementi so temu primerno dimenzionirani na maksimalne obremenitve, ki bi lahko nastopile v času uporabe objekta.

Glede na priložene statične izračune je konstrukcija sposobna prevzeti dodatno težo fotovoltaičnih panelov. Zagotovljen je vsaj enak nivo nosilnosti konstrukcije kot pred posegom oziroma nosilnost konstrukcije v skladu z danes veljavnimi standardi Evrokod.

Pri jekleni konstrukciji se dodatno izvede dodatni podrobnejši pregled obstoječih spojev (predvsem zatega in spodnja pasnica v stiku z ab pilonom) ter po potrebi izvede določene ojačitve. Upošteva se dejanska mikrolokacija fotovoltaike.

Pred začetkom posega naročnik zagotovi potreben projektantski nadzor, da se preveri in uskladi dejansko stanje površin predvidenih za montažo fotovoltaike in ali prihaja do odstopanja glede na izvedeno statično presojo.

Statična nosilnost lastne podkonstrukcije fotovoltaičnih panelov ni predmet presoje; zagotovi in predloži jo dobavitelj fotovoltaičnih panelov.

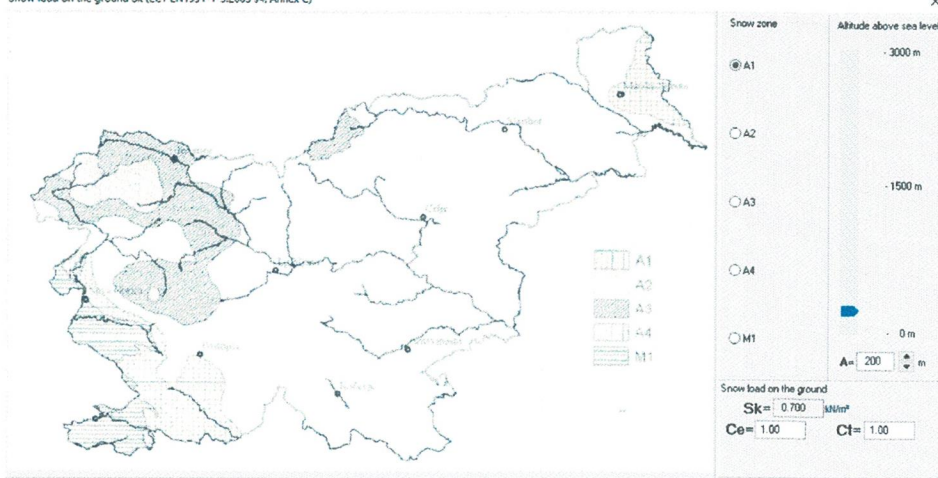
Vsi rezultati statične presoje so podani v prilogi v nadaljevanju.

ANALIZA OBTEŽB

Osnovni parametri glede na lokacijo, ki so bili upoštevani :

Podatki za snežno obtežbo

Snow load on the ground SK (EC1 EN1991-1-3:2003 §4, Annex C)



V coni A1 se mora upoštevati $s_{k \min} = 1.20 \text{ kN/m}^2$

1. EC1-SNOW-002 tribune beltinci

SNOW LOAD ON ROOF

Eurocode 1 (EC1) Actions on structures, Snow load, EN1991-1-3:2003

2. Snow load on the ground

(EN1991-1-3 §4, Annex C)

Characteristic value of snow load on the ground: $s_k = 1.200 \text{ kN/m}^2$

3. Snow load on the roof

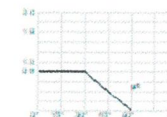
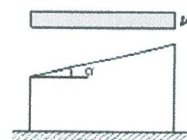
(EC1 EN1991-1-3:2003 §5)

monopitch roof (EC1-1-3 §5.3.2))

Angle of pitch of roof : $\alpha = 11.500^\circ$

Exposure coefficient : $C_e = 1.000$ (EC1-1-3 §5.2(7))

Thermal coefficient : $C_t = 1.000$ (EC1-1-3 §5.2(8))



3.1. Shape coefficients

Shape coefficients, $\alpha = 11.50^\circ$, $\mu_1 = 0.800$

(EN1991-1-3 §5.3)
(Table 5.2)

3.2. Snow load

$S_l = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.000 \times 1.000 \times 1.200 = 0.960 \text{ kN/m}^2$

(EN1991-1-3 §5.3.2)

Podatki za vetrno obtežbo

Input

Hint: Select 'Custom peak velocity pressure' in the terrain category dropdown in order to manually specify the peak velocity pressure.

Terrain category	= II	The terrain categories are illustrated in EN1991-1-4 Annex A. The transition zones between terrain categories are specified in EN1991-1-4 §A.2. For a description of the terrain categories 0, I, II, III, IV see Calculation of peak velocity pressure
Basic wind velocity	$V_b = 20$ m/s	The basic wind velocity is given as $V_b = V_{b,0} \cdot C_{b,0} \cdot C_{b,1}$, where the fundamental value of basic wind velocity $V_{b,0}$ is defined in EN1991-1-4 §4.2(1)P and its value is provided in the National Annex. Aabitude correction may also be specified in the National Annex for EN1991-1-4 §4.2(2)P. The directional and season factors are generally $C_{b,0} = 1.0$ and $C_{b,1} = 1.0$. For particular cases values smaller than 1.0 may be specified in the National Annex for EN1991-1-4 §4.2(2)P.
Horizontal dimension of rectangular plan parallel to the wind direction	$d = 10.15$ m	
Horizontal dimension of rectangular plan perpendicular to the wind direction (crosswind dimension)	$b = 76$ m	
Height of canopy from ground up to the maximum roof level	$h = 11.4$ m	
Roof pitch angle	$\alpha = 11.5^\circ$	The pitch angle value is given positive. Both wind directions are examined.
Degree of blockage under the canopy roof	$q = 0$	The ratio of the area of feasible, actual obstructions under the canopy divided by the cross sectional area under the canopy, both areas being normal to the wind direction. A value of $q=0$ represents an empty canopy, and $q=1$ represents the canopy fully blocked with contents to the down wind leaves only (this is not a closed building). See figure below.



Definition of blockage factor for canopy roofs (see also EN1991-1-4 Figure 7.15)

Orography factor at reference height z_e	$c_0(z_e) = 1$	Orography factor larger than 1.0 may be applicable over isolated hills and escarpments. See EN1991-1-4 §4.3.3 and §A.3 for more details.
Structural factor	$C_s C_d = 1$	Structural factor $C_s C_d$ in accordance with EN1991-1-4 Section 6. A value of $C_s C_d = 1.0$ is generally conservative for small structures not susceptible to wind turbulence effects such as buildings with heights less than 15 m.

Nationally Defined Parameters

Air density	$\rho = 1.25$ kg/m ³	According to EN1991-1-4 §4.5(1) and the National Annex.
Additional rules defined in the National Annex for the calculation of peak velocity pressure $q_p(z_e)$	= None	According to the National Annex to EN1991-1-4 §4.1(1), §4.2(1)P, §4.2(2)P, §4.3.1(1), §4.3.2(1), §4.3.5(1), §4.4(1), §4.5(1).
Location of center of pressure from the windward edge as a fraction of the inclined width d' parallel to the wind direction	$e/d' = 0.25$	According to EN1991-1-4 §7.3(6) and the National Annex. The default value is 0.25 (i.e. center of pressure at $d'/4$, where d' is the inclined width of the rectangular plan parallel to the wind direction).

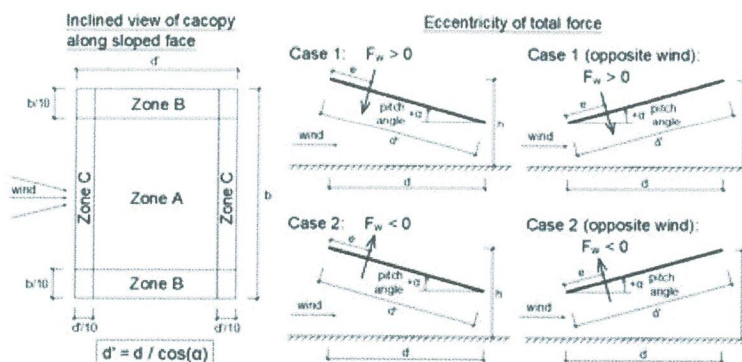
Note: Always verify the validity of the Nationally Defined Parameters (NDP). Please inform us of any discrepancy using our [Contact Form](#). The NDP value is left blank for all NDPs that we do not have this information available. Interested users who have access to the corresponding NDPs can notify us using our [Contact Form](#) to fill in the missing information.

✓ Finished

Results

Net wind pressure on zone A	$w_{net,A} = (-0.968 \text{ or } +0.767) \text{ kN/m}^2$
Net wind pressure on zone B	$w_{net,B} = (-1.291 \text{ or } +1.516) \text{ kN/m}^2$
Net wind pressure on zone C	$w_{net,C} = (-1.352 \text{ or } +1.011) \text{ kN/m}^2$

Total wind force	$F_w = (-460.26 \text{ or } +268.48) \text{ kN}$
Eccentricity of total wind force from windward edge	$e = 0.250d' = 2.589 \text{ m}$



Pressure zones for monopitch canopy roofs, reproduced from EN1991-1-4 Table 7.6 and Figure 7.16

Stalne in koristne obtežbe

Photovoltaik- und Solarthermieranlagen (ohne Ballastierung)

Photovoltaikanlagen	Flächenlast [kN/m ²]
- mit Unterkonstruktion	0,15–0,25
- glasfrei, dachintegriert	0,03–0,05

STREHA POŠEVNA - vertikalno

1. LASTNA+STALNA

- fotovoltaika s podkonstrukcijo	0.20 kN/m ²
- pločevinasta kritina	0.10 kN/m ²
- eventuelna	0.00 kN/m ²
Skupaj	0.30 kN/m ²

2. KORISTNA

- sneg	0.95 kN/m ²
Skupaj streha vertikalno	≅ 1.25 kN/m ²

Vsebina

Vhodni podatki

Vhodni podatki - Konstrukcija	2
Vhodni podatki - Obtežba	4

Rezultati

Statični preračun	7
Dimenzioniranje (jeklo)	9

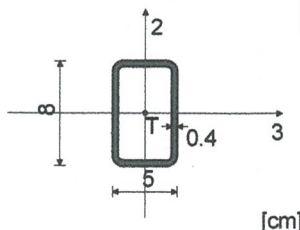
Vhodni podatki - Konstrukcija

Tabele materialov

No	Naziv materiala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ_m
1	Steel	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

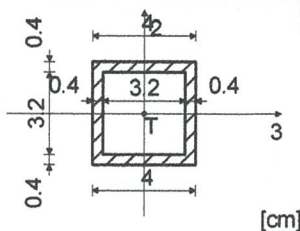
Seti gred

Set: 1 Prerez: HOP \square 80x50x4, Prosta palica, Fiktivna ekscentričnost



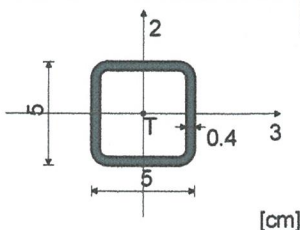
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Steel	9.350e-4	6.400e-4	4.000e-4	8.220e-7	3.443e-7	7.253e-7

Set: 2 Prerez: HOP \square 40x40x4, Prosta palica, Fiktivna ekscentričnost



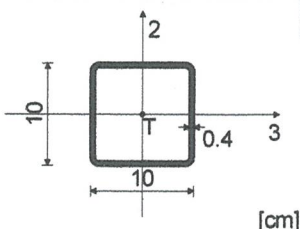
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Steel	5.760e-4	3.067e-4	3.067e-4	1.866e-7	1.260e-7	1.260e-7

Set: 3 Prerez: HOP \square 50x50x4, Prosta palica, Fiktivna ekscentričnost



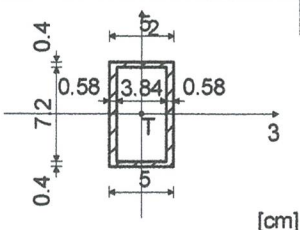
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Steel	6.950e-4	4.000e-4	4.000e-4	4.005e-7	2.170e-7	2.170e-7

Set: 4 Prerez: HOP \square 100x100x4, Prosta palica, Fiktivna ekscentričnost



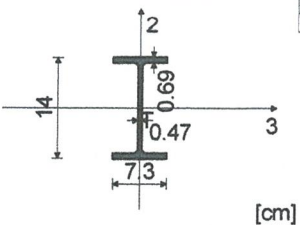
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Steel	1.495e-3	8.000e-4	8.000e-4	3.612e-6	2.264e-6	2.264e-6

Set: 6 Prerez: $|=|$ 5/8, Fiktivna ekscentričnost, ojačana pasnica ekvivalent



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Steel	1.235e-3	8.631e-4	3.978e-4	9.344e-7	5.552e-7	9.389e-7







Set: 7 Prerez: IPE 140, Fiktivna ekscentričnost

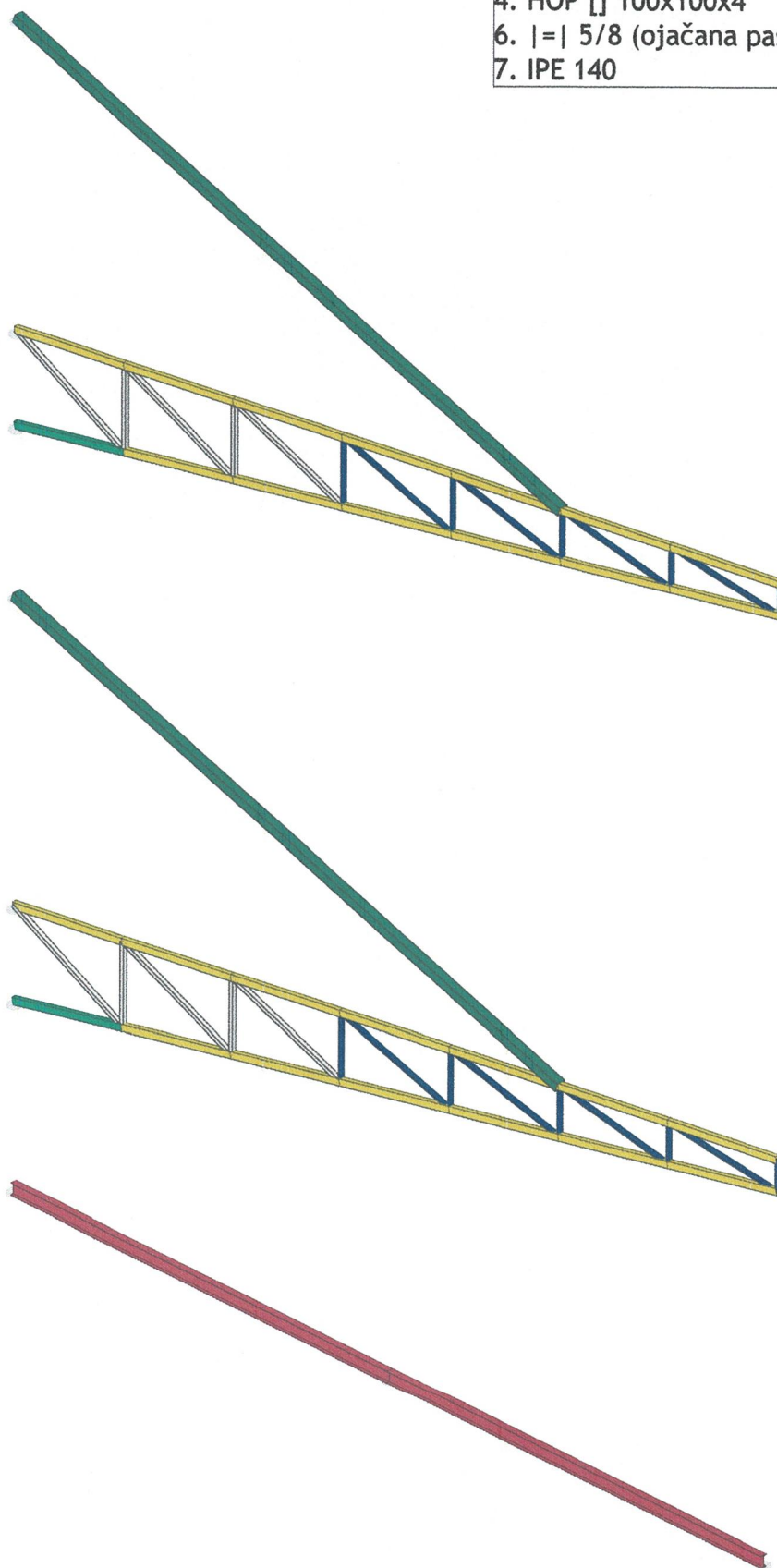


Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Steel	1.640e-3	7.616e-4	8.784e-4	2.450e-6	4.490e-7	5.410e-6

Seti točkovnih podpor

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2		1.000e+10	1.000e+10			

Greda		
1. HOP []	80x50x4	
2. HOP []	40x40x4	
3. HOP []	50x50x4	
4. HOP []	100x100x4	
6. =	5/8 (ojačana pasnica ekvivalent)	
7. IPE 140		



Seti numeričnih podatkov
Greda (1-4,6,7)

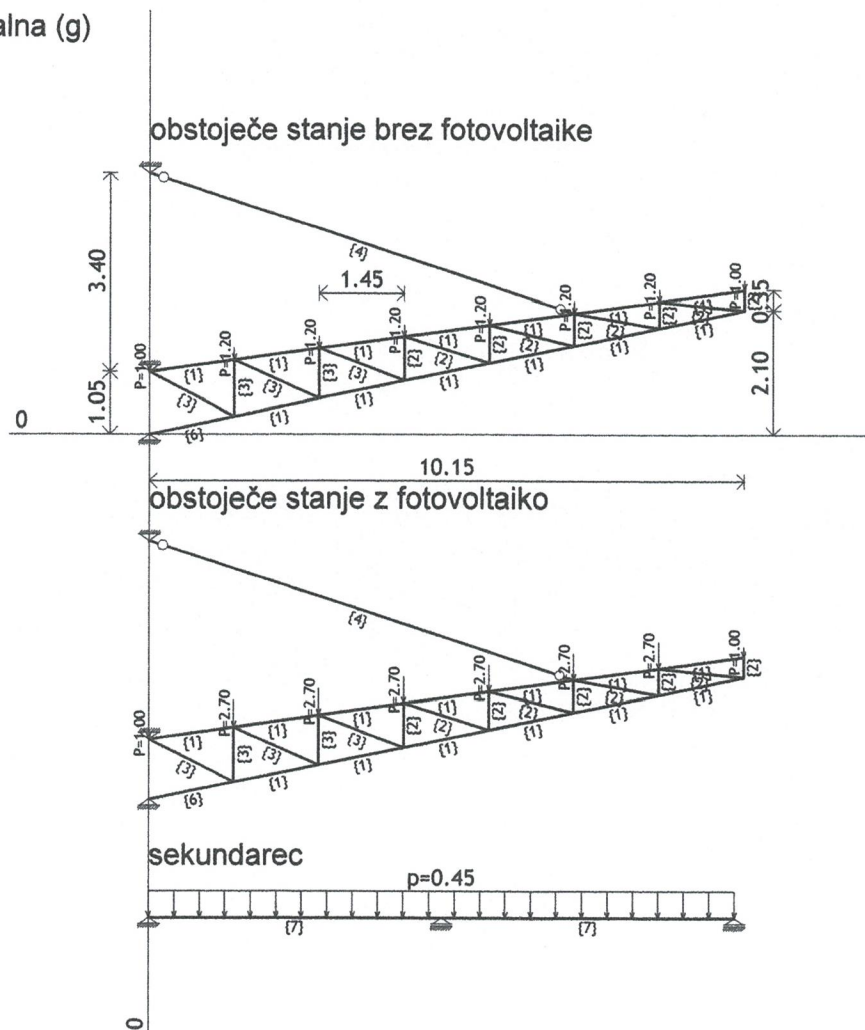
Vhodni podatki - Obtežba

Lista obteznih primerov

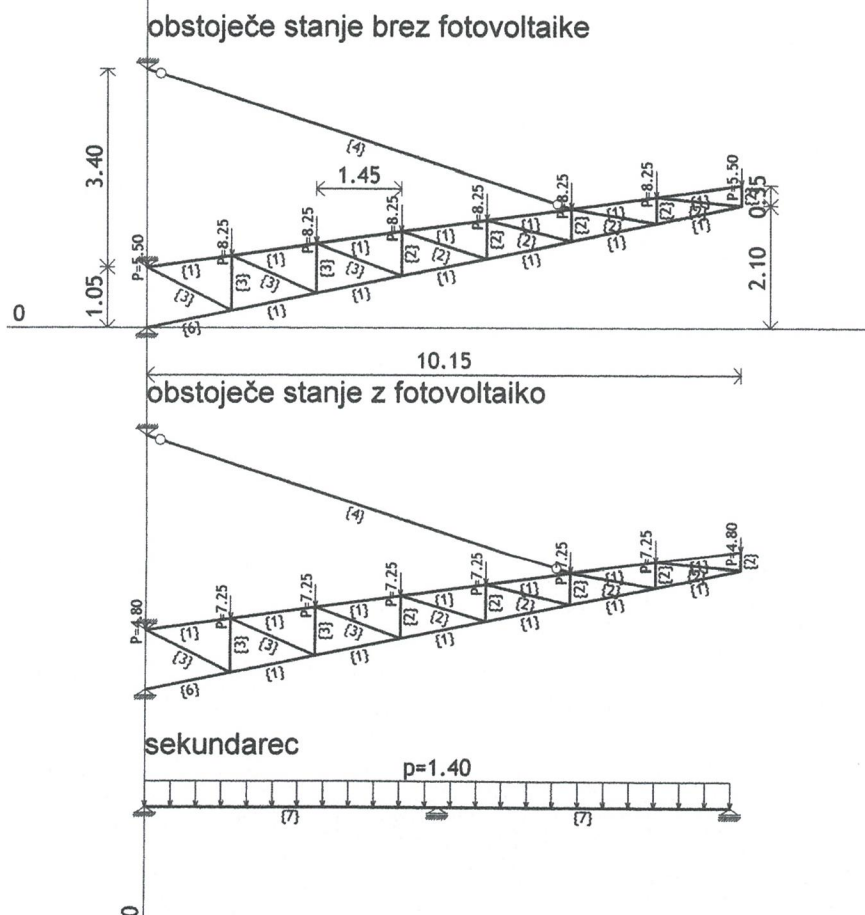
LC	Naziv
1	lastna+stalna (g)
2	sneg
3	veter z leve
4	veter z desne

LC	Naziv
5	Komb.: I+1.5xIII
6	Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII
7	Komb.: I+III
8	Komb.: I+II+0.6xIII

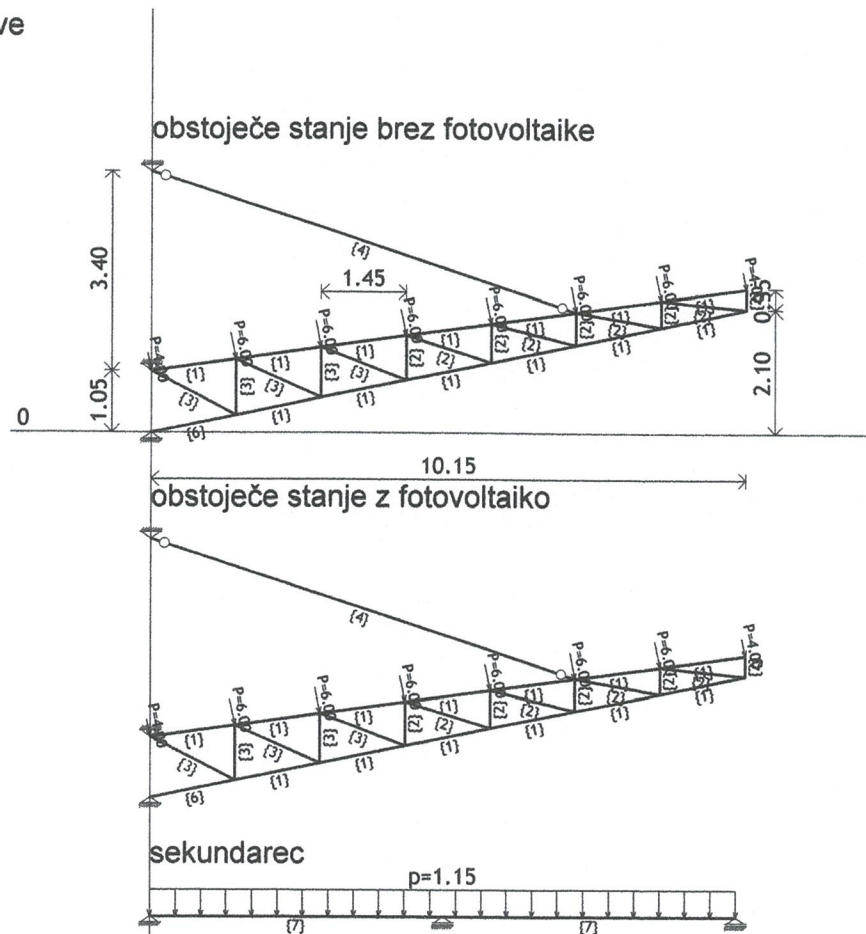
Obt. 1: lastna+stalna (g)



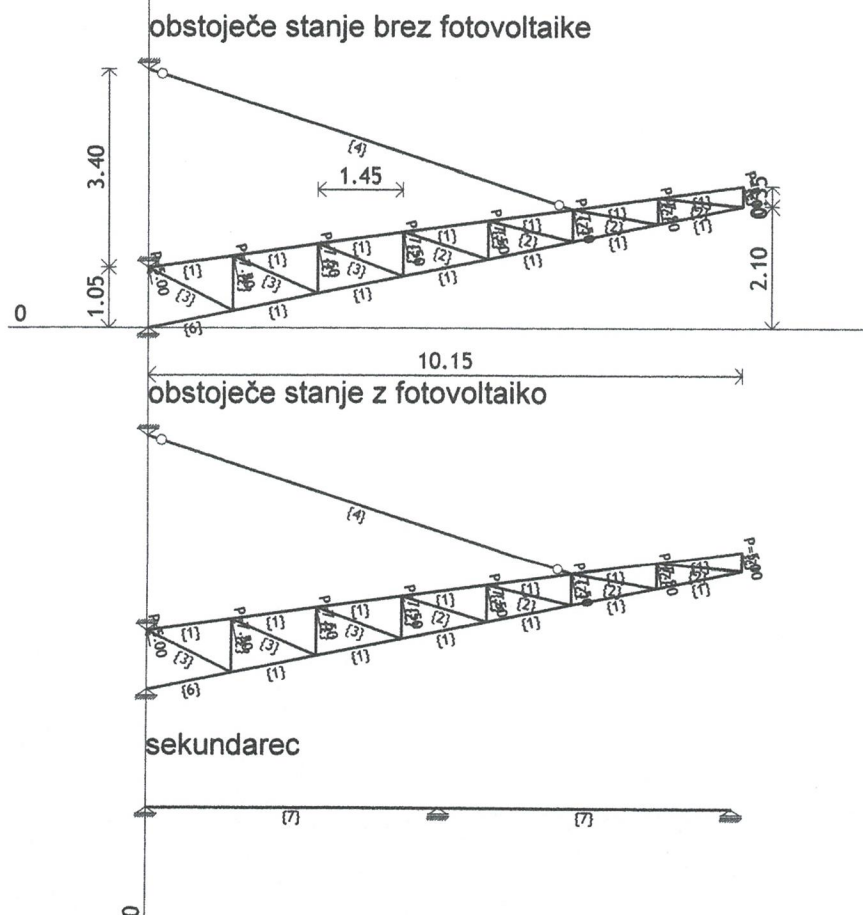
Obt. 2: sneg



Obt. 3: veter z leve



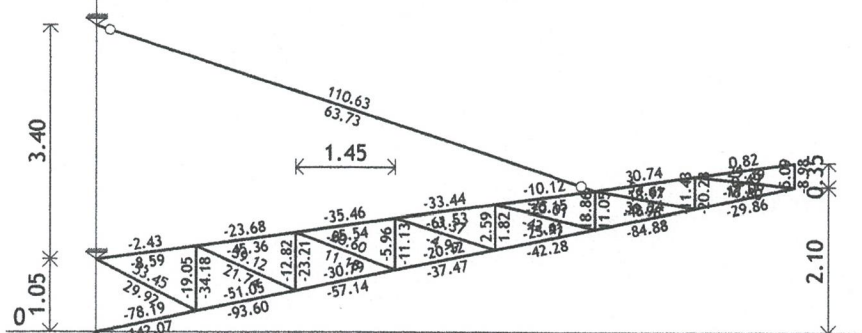
Obt. 4: veter z desne



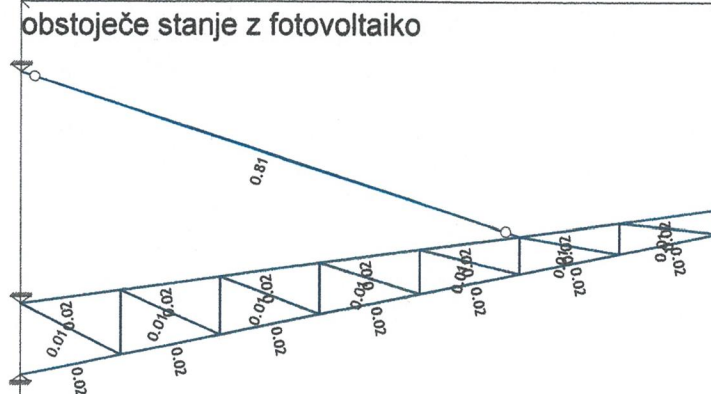
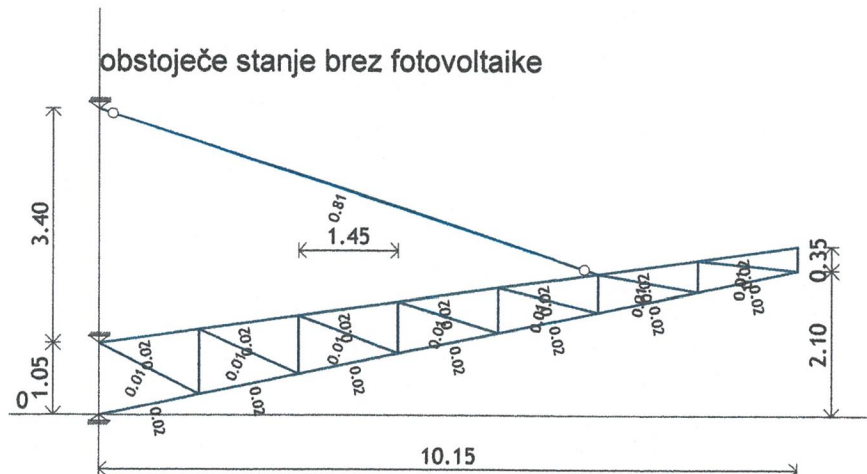
Statični preračun

Obt. 9: [Ovo] 7,8

obstoječe stanje brez fotovoltaike



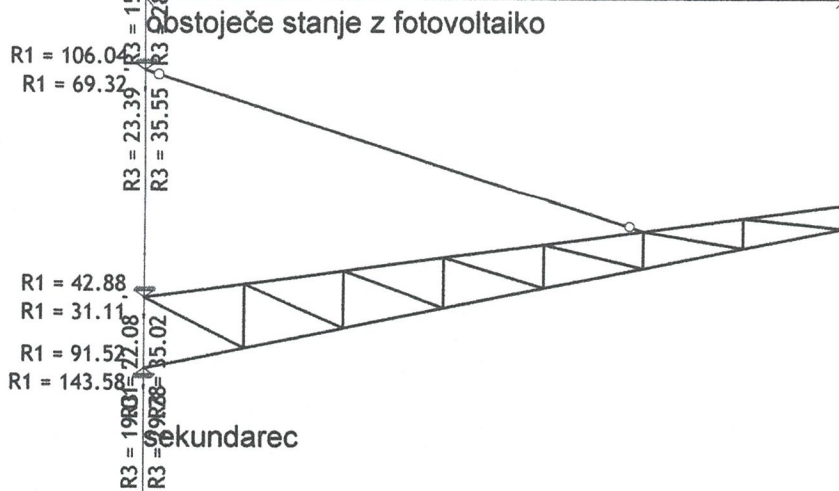
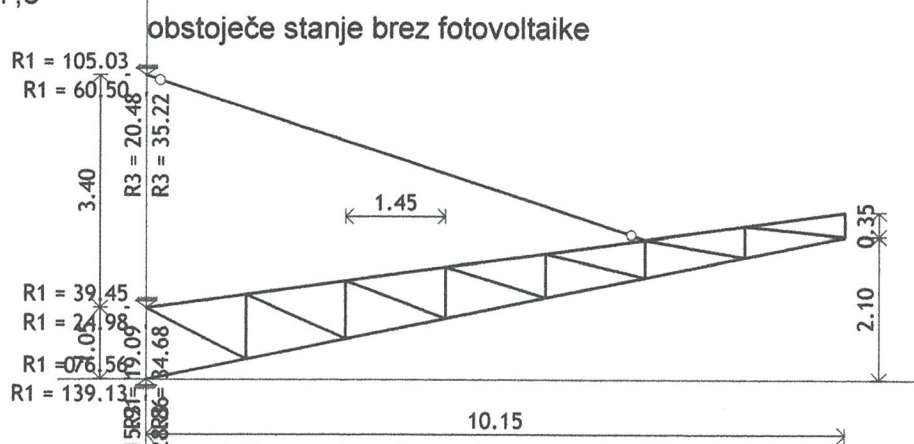
Obt. 9: [Ovo] 7,8



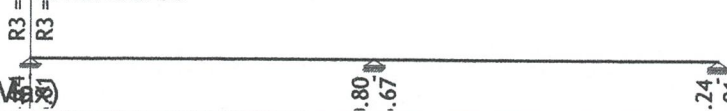
sekundarec



Vplivi v gredi: max M3 = 4.68 / min M3 = -8.32 kNm
Obt. 9: [Ovo] 7,8



sekundarec

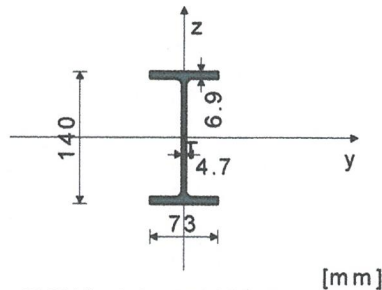


Reakcije podpor (Min/Max)



PALICA 16-6

 PREČNI PREREZ: IPE 140 [S 235] [Set: 7]
 EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE prereza


[m m]

 ($f_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$, $f_u = 36.0 \text{ kN/cm}^2$)

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB

 6. $\gamma = 0.89$ 8. $\gamma = 0.60$ 5. $\gamma = 0.52$
 7. $\gamma = 0.39$
PALICA IZPOSTAVLJENA UPOGIBU
 (obtežni primer 6, začetek palice)

Prečna sila v z smeri	$V_{Ed,z} = -12.233 \text{ kN}$
Upogibni moment okoli y osi	$M_{Ed,y} = -12.210 \text{ kNm}$
Sistemska dolžina palice	$L = 500.00 \text{ cm}$

5.5 KLASIFIKACIJA PREČNIH PREREZOV
 Razred prereza 1

6.2 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV
6.2.5 Upogib y-y

Plastični odpornostni moment

Računska nosilnost na upogib

Pogoj 6.12: $M_{Ed,y} \leq M_{c,Rd,y} (12.21 \leq 18.79)$
 $W_{y,pl} = 87.955 \text{ cm}^3$
 $M_{c,Rd} = 18.790 \text{ kNm}$
6.2.6 Strig

Računska strižna nosilnost

Računska strižna nosilnost

Pogoj 6.17: $V_{Ed,z} \leq V_{c,Rd,z} (12.23 \leq 93.94)$
 $V_{pl,Rd,z} = 93.942 \text{ kN}$
 $V_{c,Rd,z} = 93.942 \text{ kN}$
6.2.8 Upogib in strig

Ni potrebno zmanjšanje upogibne nosilnosti

 Pogoj: $V_{Ed,z} \leq 50\% V_{pl,Rd,z}$
6.3 NOSILNOST ELEMENTA NA UKLON
6.3.2.1 Nosilnost na bočno-torzijski uklon

Koefficient

Koefficient

Koefficient

Koef. ukl. dolžine za uklon

Koef. ukl. dolžine za vbočenje

Koordinata

Koordinata

Razmak med bočnimi podporami

Sektorski vztrajnostni moment

Krit. moment bočne zvrnitve

Ustrezni odpornostni moment

Koefficient imperf.

Brezdimenz. vitkost

Koefficient zmanjšanja (6.3.2.2.)

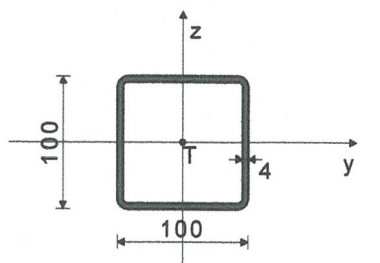
Računska uklonska nosilnost

Pogoj 6.54: $M_{Ed,y} \leq M_{b,Rd} (12.21 \leq 13.78)$
 $C1 = 1.285$
 $C2 = 1.562$
 $C3 = 0.753$
 $k = 1.000$
 $kw = 1.000$
 $zg = 0.000 \text{ cm}$
 $zj = 0.000 \text{ cm}$
 $L = 250.00 \text{ cm}$
 $I_w = 1981.4 \text{ cm}^6$
 $M_{cr} = 25.457 \text{ kNm}$
 $W_y = 87.955 \text{ cm}^3$
 $\alpha_{LT} = 0.210$
 $\lambda_{LT} = 0.901$
 $\chi_{LT} = 0.733$
 $M_{b,Rd} = 13.778 \text{ kNm}$

PALICA 9-20

PREČNI PREREZ: HOP □ 100x100x4 [S 235] [Set: 4]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE prereza



($f_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$, $f_u = 36.0 \text{ kN/cm}^2$)

[m m]

Ax = 14.950 cm²
Ay = 7.475 cm²
Az = 7.475 cm²
Ix = 361.21 cm⁴
Iy = 226.35 cm⁴
Iz = 226.35 cm⁴
Wy = 45.270 cm³
Wz = 45.270 cm³
Wy,pl = 55.328 cm³
Wz,pl = 55.328 cm³
 $\gamma_{M0} = 1.100$
 $\gamma_{M1} = 1.100$
 $\gamma_{M2} = 1.250$
Anet/A = 0.900

7. $\gamma = 0.23$

PALICA IZPOSTAVLJENA CENTRIČNEMU NATEGU
(obtežni primer 6, konec palice)

Računska osna sila	$N_{Ed} = 164.32 \text{ kN}$
Prečna sila v z smeri	$V_{Ed,z} = 0.574 \text{ kN}$
Sistemska dolžina palice	$L = 763.69 \text{ cm}$

5.5 KLASIFIKACIJA PREČNIH PREREZOV
Razred prereza 1

6.2 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

6.2.3 Nateg

Plast.rač.nosilnost bruto prereza

$N_{pl,Rd} = 319.39 \text{ kN}$

Mejna rač.nosilnost neto prereza

$N_{u,Rd} = 348.75 \text{ kN}$

Računska nos. na nateg

$N_{t,Rd} = 319.39 \text{ kN}$

Pogoj 6.5: $N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$ ($164.32 \leq 319.39$)

6.2.6 Strig

Računska strižna nosilnost

$V_{pl,Rd,z} = 92.199 \text{ kN}$

Računska strižna nosilnost

$V_{c,Rd,z} = 92.199 \text{ kN}$

Pogoj 6.17: $V_{Ed,z} \leq V_{c,Rd,z}$ ($0.57 \leq 92.20$)

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB

6. $\gamma = 0.51$

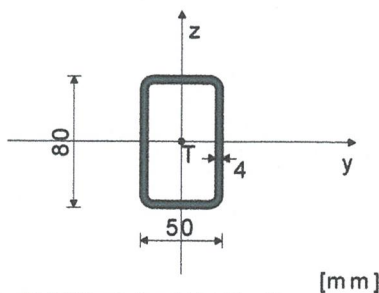
8. $\gamma = 0.35$

5. $\gamma = 0.31$

PALICA 11-8

 PREČNI PREREZ: HOP [80x50x4 [S 235] [Set: 1]
 EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE prereza


 (fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

Ax =	9.350 cm ²
Ay =	3.596 cm ²
Az =	5.754 cm ²
Ix =	82.204 cm ⁴
Iy =	72.530 cm ⁴
Iz =	34.430 cm ⁴
Wy =	18.133 cm ³
Wz =	13.772 cm ³
Wy,pl =	25.568 cm ³
Wz,pl =	18.248 cm ³
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

[m m]

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB

6. γ=0.77	8. γ=0.52	5. γ=0.44
7. γ=0.33		

 PALICA IZPOSTAVLJENA PRITISKU IN UPOGIBU
 (obtežni primer 6, na 62.7 cm od začetka palice)

Računska osna sila	N _{Ed} = -99.741 kN
Prečna sila v z smeri	V _{Ed,z} = -0.010 kN
Upogibni moment okoli y osi	M _{Ed,y} = 0.023 kNm
Sistemska dolžina palice	L = 146.37 cm

 5.5 KLASIFIKACIJA PREČNIH PREREZOV
 Razred prereza 1

6.2 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

6.2.4 Tlak

Računska nosilnost na tlak

 Pogoji 6.9: N_{Ed} ≤ N_{c,Rd} (99.74 ≤ 199.75)

 N_{c,Rd} = 199.75 kN

6.2.5 Upogib y-y

Plastični odpornostni moment

Računska nosilnost na upogib

 Pogoji 6.12: M_{Ed,y} ≤ M_{c,Rd,y} (0.02 ≤ 5.46)

 Wy,pl = 25.568 cm³
 M_{c,Rd} = 5.462 kNm

6.2.6 Strig

Računska strižna nosilnost

Računska strižna nosilnost

 Pogoji 6.17: V_{Ed,z} ≤ V_{c,Rd,z} (0.01 ≤ 70.97)

 V_{pl,Rd,z} = 70.970 kN
 V_{c,Rd,z} = 70.970 kN

6.2.10 Upogib z osno in prečno silo

Ni potrebno zmanjšanje upogibne nosilnosti

 Pogoji: V_{Ed,z} ≤ 50%V_{pl,Rd,z}

6.2.9 Upogib in osna sila

 Razmerje N_{Ed} / N_{pl,Rd}

Pogoji 6.41: (0.01 ≤ 1)

0.499

6.3 NOSILNOST ELEMENTA NA UKLON

6.3.1.1 Nosilnost na uklon

Uklonska dolžina y-y

Relativna vitkost y-y

Uklonska krivulja za os y-y: C

 I_y = 146.37 cm
 λ_y = 0.560
 α = 0.490

 Elastična kritična sila
 Koeficient nepopolnosti
 Računska uklonska nosilnost
 Pogoji 6.46: N_{Ed} ≤ N_{b,Rd,y} (99.74 ≤ 161.61)

 N_{cr,y} = 701.64 kN
 χ_y = 0.809
 N_{b,Rd,y} = 161.61 kN

 Uklonska dolžina z-z
 Relativna vitkost z-z
 Uklonska krivulja za os z-z: C
 Koeficient nepopolnosti
 Računska uklonska nosilnost
 Pogoji 6.46: N_{Ed} ≤ N_{b,Rd,z} (99.74 ≤ 130.73)

 I_z = 146.37 cm
 λ_z = 0.812
 α = 0.490
 χ_z = 0.654
 N_{b,Rd,z} = 130.73 kN

6.3.2.1 Nosilnost na bočno-torzijski uklon

 Koeficient
 Koeficient
 Koeficient

C1 = 1.132

C2 = 0.459

C3 = 0.525

Koef. ukl. dolžine za uklon

k = 1.000

Koef. ukl. dolžine za vbočenje

kw = 1.000

Koordinata

 z_g = 0.000 cm

Koordinata

 z_j = 0.000 cm

Razmak med bočnimi podporami

L = 146.37 cm

Sektorski vztrajnostni moment

 I_w = 0.000 cm⁶

Krit. moment bočne zvrnitve

 M_{cr} = 168.34 kNm

Ustrezni odpornostni moment

 W_y = 25.568 cm³

Koeficient imperf.

αLT = 0.760

Brezdimenz. vitkost

λLT = 0.189

Koeficient zmanjšanja (6.3.2.2.)

χLT = 1.000

Računska uklonska nosilnost

 M_{b,Rd} = 5.462 kNm
 Pogoji 6.54: M_{Ed,y} ≤ M_{b,Rd} (0.02 ≤ 5.46)

6.3.3. Elementi konstantnega prečnega prereza obremenjeni z upogibom in osnim tlakom

Preračun koeficienta interakcije je izvršen z alternativno metodo št.2 (Aneks B)

Koeficient oblike momenta

 C_{my} = 0.950

Koeficient oblike momenta

 C_{mz} = 1.000

Koeficient oblike momenta

 C_{mLT} = 0.950

Koeficient interakcije

 k_{yy} = 1.161

Koeficient interakcije

 k_{yz} = 0.880

Koeficient interakcije

 k_{zy} = 0.697

Koeficient interakcije

 k_{zz} = 1.467

Koeficient nepopolnosti

 χ_y = 0.809
 N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)

0.617

 k_{yy} * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...

0.005

Pogoji 6.61: (0.62 ≤ 1)

Koeficient nepopolnosti

 χ_z = 0.654
 N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)

0.763

 k_{zy} * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...

0.003

Pogoji 6.62: (0.77 ≤ 1)

KONTROLA STRIŽNE NOSILNOSTI

(obtežni primer 6, začetek palice)

 Računska osna sila
 Prečna sila v z smeri
 Sistemska dolžina palice

 N_{Ed} = -99.749 kN
 V_{Ed,z} = -0.072 kN
 L = 146.37 cm

6.2 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

6.2.6 Strig

Računska strižna nosilnost

 V_{pl,Rd,z} = 70.970 kN

Računska strižna nosilnost

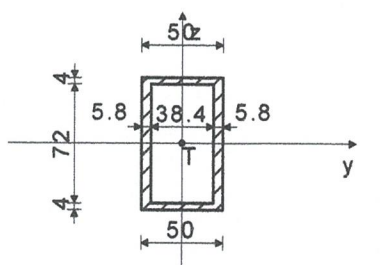
 V_{c,Rd,z} = 70.970 kN

 Pogoji 6.17: V_{Ed,z} ≤ V_{c,Rd,z} (0.07 ≤ 70.97)

PALICA 4-2

 PREČNI PREREZ: Škatlasti [S 235] [Set: 6]
 EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE prereza


 (fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

Ax =	12.352 cm ²
Ay =	4.000 cm ²
Az =	8.352 cm ²
Ix =	93.438 cm ⁴
Iy =	93.894 cm ⁴
Iz =	49.359 cm ⁴
Wy =	23.473 cm ³
Wz =	19.744 cm ³
Wy,pl =	30.234 cm ³
Wz,pl =	23.458 cm ³
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

[m m]

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB

6. γ=1.22	8. γ=0.83	5. γ=0.70
7. γ=0.53		

 PALICA IZPOSTAVLJENA PRITISKU IN UPOGIBU
 (obtežni primer 6, na 63.5 cm od začetka palice)

Računska osna sila	N _{Ed} =	-215.06 kN
Prečna sila v z smeri	V _{Ed,z} =	-0.014 kN
Upogibni moment okoli y osi	M _{Ed,y} =	0.031 kNm
Sistemska dolžina palice	L =	148.07 cm

 5.5 KLASIFIKACIJA PREČNIH PREREZOV
 Razred prereza 1

6.2 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

6.2.4 Tlak

Računska nosilnost na tlak

 Pogoji 6.9: N_{Ed} ≤ N_{c,Rd} (215.06 ≤ 263.88)

 N_{c,Rd} = 263.88 kN

6.2.5 Upogib y-y

Plastični odpornostni moment

Računska nosilnost na upogib

 Pogoji 6.12: M_{Ed,y} ≤ M_{c,Rd,y} (0.03 ≤ 6.46)

 Wy,pl = 30.234 cm³
 M_{c,Rd} = 6.459 kNm

6.2.6 Strig

Računska strižna nosilnost

Računska strižna nosilnost

 Pogoji 6.17: V_{Ed,z} ≤ V_{c,Rd,z} (0.01 ≤ 103.02)

 V_{pl,Rd,z} = 103.02 kN
 V_{c,Rd,z} = 103.02 kN

6.2.10 Upogib z osno in prečno silo

Ni potrebno zmanjšanje upogibne nosilnosti

 Pogoji: V_{Ed,z} ≤ 50% V_{pl,Rd,z}

6.2.9 Upogib in osna sila

 Razmerje N_{Ed} / N_{pl,Rd}

Zmanjšana plast.upogibna nosilnost

Koefficient

 Razmerje (M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^α

Pogoji 6.41: (0.02 ≤ 1)

 M_{N,y,Rd} = 0.815
 α = 1.593 kNm
 α = 1.000
 α = 0.020

6.3 NOSILNOST ELEMENTA NA UKLON

6.3.1.1 Nosilnost na uklon

Uklonska dolžina y-y

Relativna vitkost y-y

Uklonska krivulja za os y-y: C

Elastična kritična sila

 I_y = 148.07 cm
 λ_y = 0.572
 α = 0.490
 N_{cr,y} = 887.60 kN

Koefficient nepopolnosti

Računska uklonska nosilnost

 Pogoji 6.46: N_{Ed} ≤ N_{b,Rd,y} (215.06 ≤ 211.62)

Prekoračitev 1.6% ≤ 3%

 χ_y = 0.802
 N_{b,Rd,y} = 211.62 kN

Uklonska dolžina z-z

Relativna vitkost z-z

Uklonska krivulja za os z-z: C

Koefficient nepopolnosti

Računska uklonska nosilnost

 Pogoji 6.46: N_{Ed} ≤ N_{b,Rd,z} (215.06 ≤ 176.60)

Pogoji ni izpolnjen.

 I_z = 148.07 cm
 λ_z = 0.789
 α = 0.490
 χ_z = 0.669
 N_{b,Rd,z} = 176.60 kN

6.3.2.1 Nosilnost na bočno-torzijski uklon

Koefficient

Koefficient

Koefficient

Koef.ukl.dolžine za uklon

Koef.ukl.dolžine za vbočenje

Koordinata

Koordinata

Razmak med bočnimi podporami

Sektorski vztrajnostni moment

Krit.moment bočne zvrnitve

Ustrezni odpornostni moment

Koefficient imperf.

Brezdimenz.vitkost

Koefficient zmanjšanja (6.3.2.2.)

Računska uklonska nosilnost

 Pogoji 6.54: M_{Ed,y} ≤ M_{b,Rd} (0.03 ≤ 6.46)

 C1 = 1.132
 C2 = 0.459
 C3 = 0.525
 k = 1.000
 kw = 1.000
 zg = 0.000 cm
 zj = 0.000 cm
 L = 148.07 cm
 I_w = 0.000 cm⁶
 M_{cr} = 212.43 kNm
 W_y = 30.234 cm³
 αLT = 0.760
 λLT = 0.183
 χLT = 1.000
 M_{b,Rd} = 6.459 kNm

6.3.3. Elementi konstantnega prečnega prereza obremenjeni z upogibom in osnim tlakom

Preračun koefficienta interakcije je izvršen z alternativno metodo št.2 (Aneks B)

Koefficient oblike momenta

Koefficient oblike momenta

Koefficient oblike momenta

Koefficient interakcije

Koefficient interakcije

Koefficient interakcije

Koefficient interakcije

 C_{my} = 0.950
 C_{mz} = 1.000
 C_{mLT} = 0.950
 k_{yy} = 1.309
 k_{yz} = 1.030
 k_{zy} = 0.785
 k_{zz} = 1.717

Koefficient nepopolnosti

 N_{Ed} / (γ_y N_{Rk} / γ_{M1})

 k_{yy} * (M_{y,Ed} + ΔM_{y,Ed}) / ...

Pogoji 6.61: (1.02 ≤ 1)

Prekoračitev 2.3% ≤ 3%

 χ_y = 0.802
 1.016
 0.006

Koefficient nepopolnosti

 N_{Ed} / (γ_z N_{Rk} / γ_{M1})

 k_{zy} * (M_{y,Ed} + ΔM_{y,Ed}) / ...

Pogoji 6.62: (1.22 ≤ 1)

Pogoji ni izpolnjen.

 χ_z = 0.669
 1.218
 0.004

KONTROLA STRIŽNE NOSILNOSTI

(obtežni primer 6, začetek palice)

Računska osna sila

Prečna sila v z smeri

Sistemska dolžina palice

 N_{Ed} = -215.08 kN
 V_{Ed,z} = -0.085 kN
 L = 148.07 cm

6.2 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

6.2.6 Strig

Računska strižna nosilnost

Računska strižna nosilnost

 Pogoji 6.17: V_{Ed,z} ≤ V_{c,Rd,z} (0.09 ≤ 103.02)

 V_{pl,Rd,z} = 103.02 kN
 V_{c,Rd,z} = 103.02 kN