



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

Projektna dokumentacija je  
sestavni del uporabnega  
dovoljenja št. ...

351-1661/2010/9 (7122)

z dne 26.1.2011

### 3.1 NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI O NAČRTU

**ŠTEVILČNA OZNAKA NAČRTA IN VRSTA NAČRTA:**  
**3 – NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ**

**INVESTITOR:**  
**ZDRAVSTVENI DOM dr. ADOLFA DROLCA MARIBOR**  
**ULICA TALCEV 9, 2000 MARIBOR**

**OBJEKT:**  
**ADAPTACIJA LABORATORIJA Z NADZIDAVO II. IN III. NADSTROPJA OB**  
**ULICI TALCEV IN SODNI ULICI V MARIBORU**

**VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE IN NJENA ŠTEVILKA:**  
**PID – Projekt izvedenih del - SPREMEMBA**

**ZA GRADNJO:**

**REKONSTRUKCIJA IN NADZIDAVA – SPREMEMBA KONSTRUKCIJE**

**PROJEKTANT:**  
**ENELING d.o.o. , SPLAVARSKI PREHOD 5, MARIBOR**  
**DIREKTOR: ŠEŠKO MITJA, univ.dipl.inž.arh**  
žig in podpis



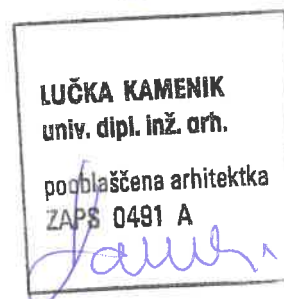
**ODGOVORNI PROJEKTANT:**  
**ŠEŠKO MILAN, univ. dipl.inž.grad., IZS G - 2071**  
žig in podpis



**ŠTEVILKA NAČRTA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE NAČRTA:**  
**55-K/2010, MARIBOR, NOVEMBER 2010**

**ŠTEVILKA IZVODA: ① 2 3 4**

**ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:**  
**LUČKA KAMENIK, univ.dipl.inž.arh., A - 0491**  
žig in podpis



## 3.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA

3.1	Naslovna stran		
3.2	Kazalo vsebine načrta		
3.3	Tehnično poročilo		
	3.3.1 Tehnični opis		1 – 7
	3.3.2 Račun konstrukcij		8 – 89
3.4	Risbe		
	1.01	STEBRI IN ETAŽA – SESTAVA 3D	1
	1.02	STEBRI IN ETAŽA – SESTAVA	1
	1.03	STEBRI IN ETAŽA – SIDRANJE AB VENEC	1
	1.04	STEBRI IN ETAŽA – SESTAVA PREREZI	1
	1.01	KONZOLA - SESTAVA	1
	1.02	KONZOLA – SESTAVA PREREZI	1
	1.01	POVEZJA IN ZAVETROVANJE - SESTAVA	1
	1.02	POVEZJA IN ZAVETROVANJE – SESTAVA 3D	1
	1.01	KLIMA PODEST - SESTAVA	1
	1	Plošča etaže – DISPOZICIJA NOSILCEV	1
	2	Plošča etaže – armaturna risba – armatura spodaj	1
	3	Plošča etaže – armaturna risba – armatura zgoraj	1
	4	Svetlobni jašek – armaturna risba	1



**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.4 TEHNIČNO POROČILO

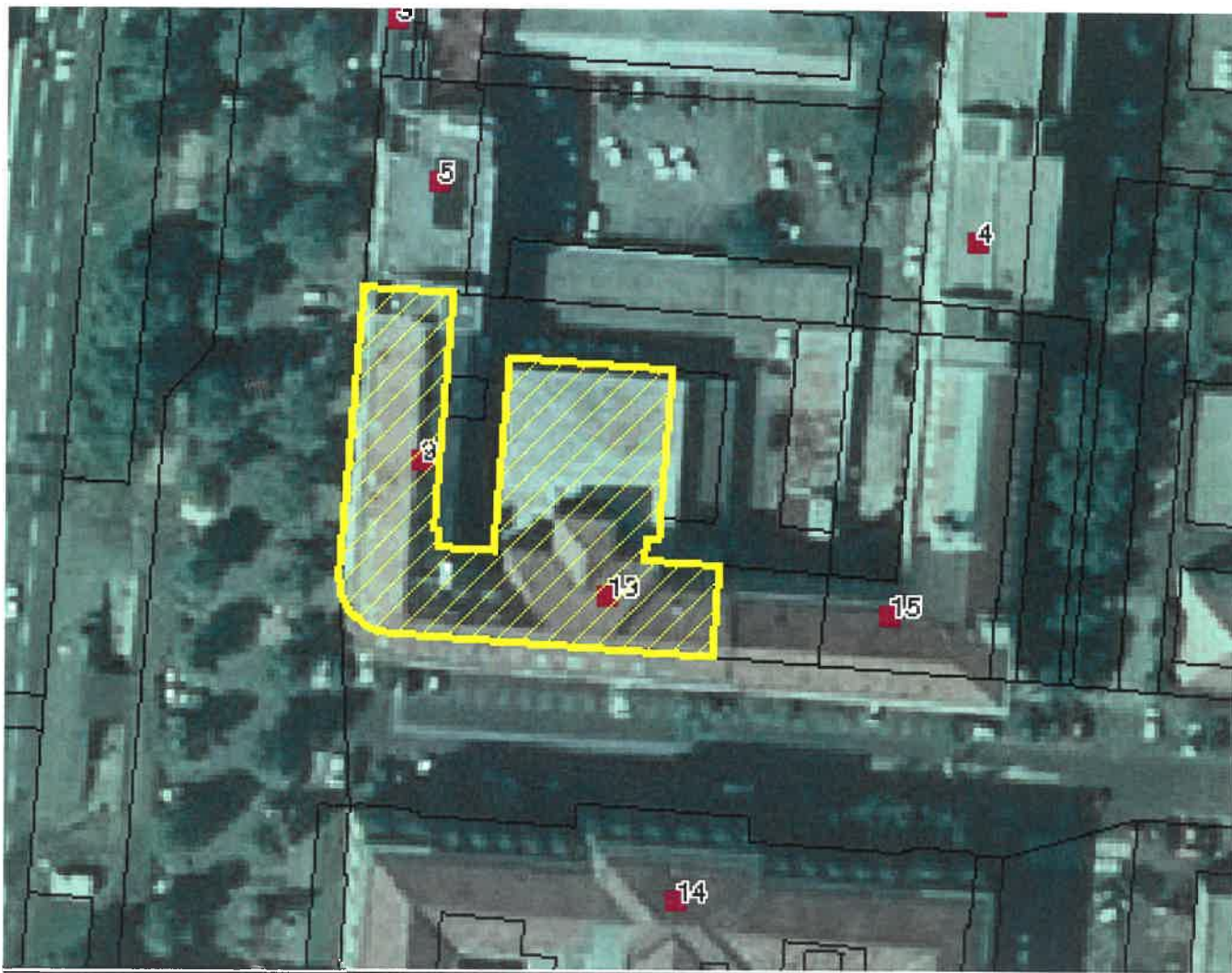
#### ZA OBJEKT ADAPTACIJA LABORATORIJA Z NADZIDAVO II. IN III. NADSTROPJA OB ULICI TALCEV IN SODNI ULICI V MARIBORU- PID

##### 3.4.1. TEHNIČNI OPIS

###### 3.4.1.1 SPLOŠNO

V tem načrtu so obdelane sprememba konstrukcije za objekt ADAPTACIJA LABORATORIJA Z NADZIDAVO II. IN III. NADSTROPJA OB ULICI TALCEV IN SODNI ULICI V MARIBORU , za katerega je že pridobljeno pravnomočno gradbeno dovoljenje št. 351-549/2005(7104) . Rekonstrukcija in nadzidava se je vršila na parcelah: parc. št. 1240/1 in 1238 , obe k.o. 657 – MARIBOR - GRAD

ORTOFOTO LOKACIJE ZDRAVSTVENEGA DOMA dr. ADOLFA DROLCA MARIBOR



**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## KONSTRUKCIJA OBSTOJEČEGA OBJEKTA

Obstoječi objekt je podkleten enonadstropni zidani objekt z nosilnimi zidovi iz opeke. Temeljenje je na pasovnih betonskih temeljih, etažna plošča nad kletjo in nad pritličjem je iz rebričaste armiranobetonske konstrukcije, v katero se ne posega in niso bili pridobljeni podatki o kvaliteti in količini vgrajenih materialov. Nad I. nadstropjem je nosilni strop izdelan iz stropnikov 21/27 cm na medsebojnem osnem razmaku 95 cm, nad stropom pa je leseno ostrešje z pločevinasto ravno kritino.

Nosilne stene objekta so debeline od 45 do 55 cm in so iz opeke kvalitete, ki jo je določil inštitut IRMA z odvzemom vzorcev (glej POROČILO v tehničnem poročilu), etažne plošče iz betona C 25/30 (MB 30).

### 3.4.1.2 OSNOVE ZA PROJEKTIRANJE PO EVROKODIH

#### 1.0 POTRESNA OBREMENITEV

Za potresno obremenitev po evrokodih sem upošteval metodo z vodoravnimi silami za pravilne konstrukcije z majhnim vplivom višjih nihajnih oblik in sicer:

#### JEKLENA KONSTRUKCIJA

$$T_i = C_t \times H^{3/4} = 0,085 \times 7,5^{3/4} = 0,38 \text{ s}$$

KATEGORIJA POMEMBOSTI OBJEKTA:

III  $\gamma_1 = 1,20$ 

TIP TAL:

C

PARAMETRI ZA SPEKTER TIP 1:

 $S = 1,15$  ;  $T_B(s) = 0,20 \text{ s}$  ;  $T_C(s) = 0,60 \text{ s}$ 

FAKTOR OBNAŠANJA ZA DCL

 $q = 1,50$ 

$$\text{Za } T_B < T_i < T_C \text{ je: } S_d(T_i) = a_g \times S \times \frac{2,5}{q}$$

Področje Maribora je v coni pospeškov  $a_g = \gamma_1 \times 0,100 \times g = 1,20 \times 0,100 \times g$

$$S_d(T_i) = a_g \times S \times \frac{2,5}{q} = 0,120 \times 1,15 \times \frac{2,5}{1,5} = \mathbf{0,23 \text{ g}}$$

$$F_b = S_d(T_i) \times m \times \lambda = 0,23 \times 9,81 \times m \times 1,00 = 2,25 \times m \quad [N]$$

#### OPEČNI ZIDOVI

Osnovni faktor obnašanja:

$$q_0 = 3,00 \times \frac{a_U}{a_1} = 3,00 \times 1,20 = 3,60$$

Faktor prevladujočega načina rušenja:

$$k_W = \frac{(1 + \alpha_0)}{3}; \quad \alpha_0 = \frac{h_w}{l_w} = \frac{13,5}{9} = 1,50$$

$$k_W = \frac{(1 + 1,5)}{3} = 0,83$$

Faktor obnašanja za naš primer je:

$$q = k_W \times q_0 = 0,83 \times 3,60 = 3,00$$

Projektirana stopnja duktilnosti:

DCM - srednja





**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

$$S_d(T_1) = a_g \times S \times \frac{2,5}{q} = 0,120 \times 1,15 \times \frac{2,5}{3,6} = \mathbf{0,10 \text{ g}}$$

$$F_b = S_d(T_1) \times m \times \lambda = 0,10 \times 9,81 \times m \times 1,00 = \mathbf{0,95 \times m \quad [N]}$$

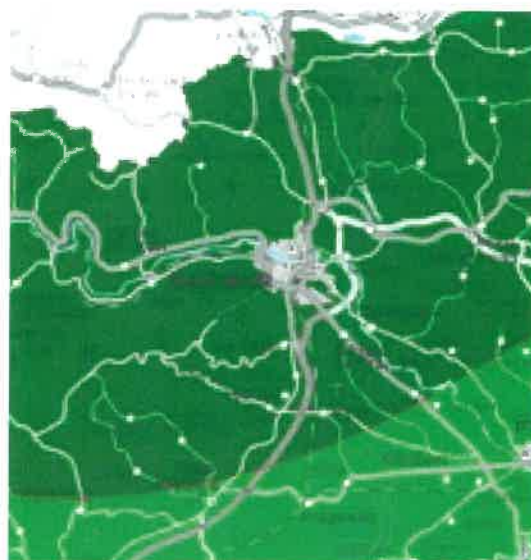
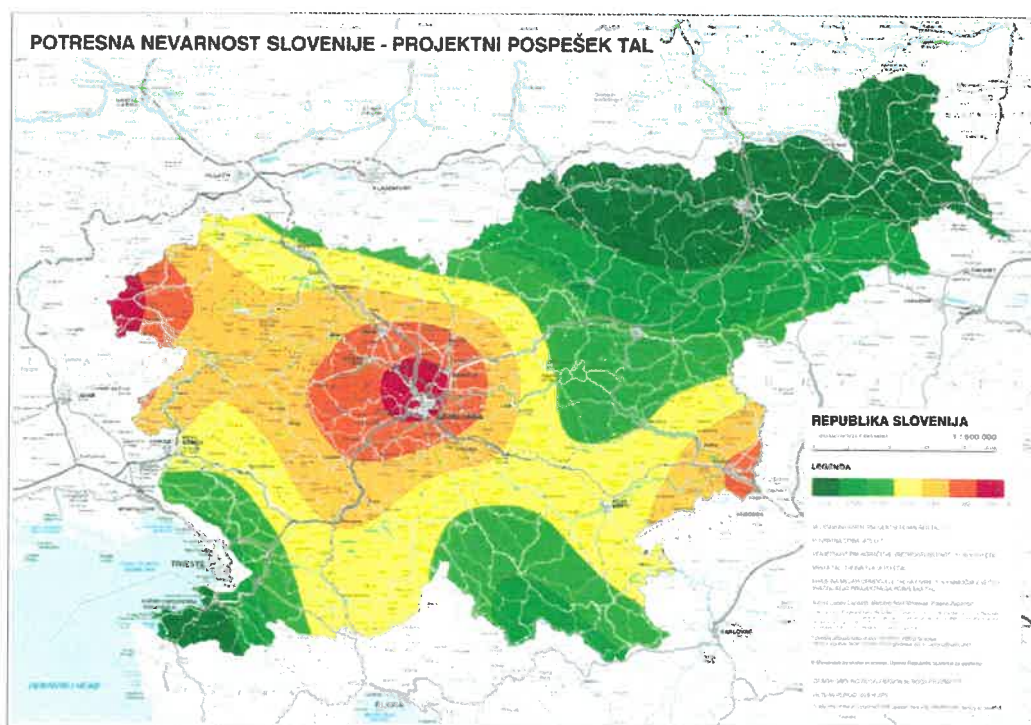
Kjer pomeni:

$F_b$  .....celotna prečna sila potresa

$S_d(T_1)$ ...vrednost v projektnem spektru pospeškov pri  $T_1$

$m$ .....celotna masa konstrukcije ( v kg )

$\lambda$ .....redukcijski faktor pri večetažnih konstrukcijah z  
zmernimi nihajnimi časi ( $\lambda = 1,00$  )





**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## LEGENDA

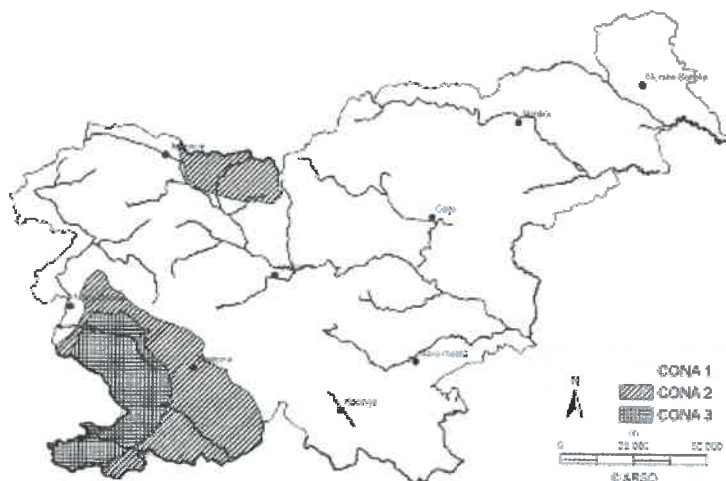


## 2.0 PRAVILA ZA RAČUN OBTEŽBE Z VETROM - EUROKODI

Za obtežbo z vetrom sem upošteval nacionalni dodatek k SIST EN 119-1-4 :

- 1. geografska cona
- Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra:  $v_{b,0} = 20 \text{ m/s}$
- Objekt v kraju z nadmorsko višino A pod 800 m  $A < 800 \text{ m}$
- Gostota zraka:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Koefficient sesalnega delovanja za področje B  $c_{pe,10} = -0,75$
- Kategorija terena III  $k_r = 0,19 \times \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07}$
- Parameter višine  $z_0 = 0,30 ; z_{\min} = 5$
- Faktor hrapavosti  $c_r(z)$  za doline in mesta  $c_r(z) = k_r \times \ln \left( \frac{z}{z_0} \right)$

Veljavna karta vetrovnih con:



Izračun pritiska vetra na površino objekta:

$$w_e = q_p(z_e) \times c_{pe}$$

kjer pomeni:

- $q_p(z_e)$ ..... največji tlak pri sunkih vetra  
 $z_e$  ..... referenčna višina za zunanji tlak ( za naš objekt  $z_e = 7\text{m}$ )  
 $c_{pe}$  ..... koefficient zunanjega tlaka

$$q_p(z) = c_e(z) \times q_b$$

**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

$$q_b = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 20^2 = 250 \text{ N/m}^2$$

kjer pomeni:

$$V_b = c_{\text{dir}} \times c_{\text{season}} \times V_{b,0}$$

$$c_{\text{dir}} = 1,00$$

$$c_{\text{season}} = 1,00$$

$$v_b = v_{b,0} = 20 \text{ m/s}$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_m^2 = c_e(z) \times q_b$$

$$I_v(z) = \frac{k_t}{c_0(z) \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$$

Ker za naš primer privzamemo  $k_t$  in  $c_0(z)$  vrednosti 1,00, je intenziteta turbulence  $I_v$  za  $z = 14,00 \text{ m}$  in  $z_0 = 0,30 \text{ m}$  za III. kategorijo tal in za  $c_0(z)=1,00$

$$I_v(z) = \frac{1}{\ln\left(\frac{14}{0,3}\right)} = 0,26$$

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} = [1 + 7 \times I_v(z)] \times c_r(z)^2 \times c_0(z)^2$$

Kjer moramo upoštevati naslednje za hrapavost terena:

$$c_r(z) = k_r \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \times \left(\frac{0,30}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

$$c_r(z) = 0,215 \times \ln\left(\frac{14}{0,3}\right) = 0,83$$

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} = [1 + 7 \times 0,26] \times 0,83^2 \times 1,00^2 = 1,94$$

Tako je osnovni pritisk vetra na objekt za višino objekta  $z = 14,00 \text{ m}$ :

$$q_p(z) = c_e(z) \times q_b = 1,94 \times 0,25 = 0,48 \text{ kN/m}^2$$



**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

Tlačna komponenta za streho je 0,00

Sesalna komponenta na ravno streho (področje A,B in C):

$$w_s = -0,48 \times 1,20 = -0,58 \text{ kN/m}^2 \text{ (upoštevam največjo komponento pri F)}$$

Tlačna in sesalna komponenta za steno objekta (področje D in E)

$$w_t = 0,48 \times 0,80 = 0,38 \text{ kN/m}^2 \text{ (D) – sprednja stena - tlak}$$

$$w_s = -0,48 \times 0,50 = -0,24 \text{ kN/m}^2 \text{ (E) – zadnja stena - sesanje}$$

### 3.0 OBREMENITEV S SNEGOM

#### EVROKODI

Po nacionalnem dodatku k SIST EN 1991-1-3 je področje Maribora uvrščeno v cono A 2, kjer je karakteristična obtežba snega za nadmorsko višino  $A = 296 \text{ m}$ :

$$s_k = 1,293 \times \left[ 1 + \left( \frac{A}{728} \right)^2 \right] = 1,293 \times \left[ 1 + \left( \frac{296}{728} \right)^2 \right] = 1,165 \times 1,295 = 1,51 \text{ kN/m}^2$$

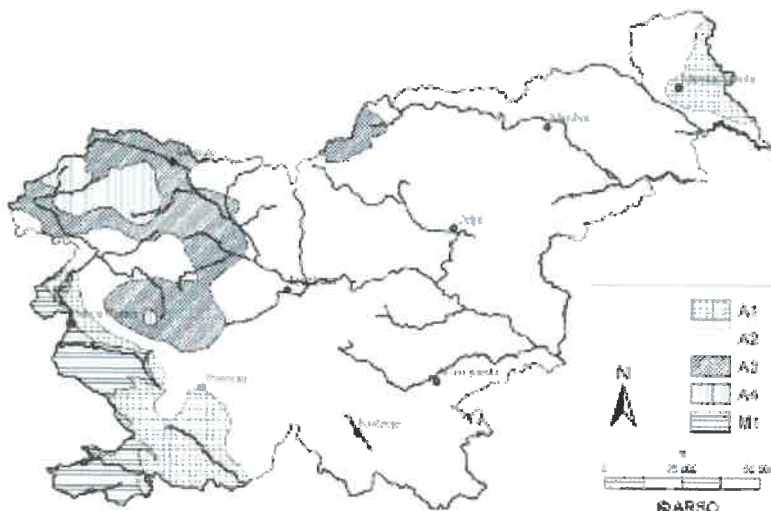
obtežba snega je:

$$s = \mu_i \times C_e \times C_t \times s_k$$

Koeficient  $\mu_i$  za ravne je 0,8 ( $\alpha = 20^\circ$ )

$$s = \mu_i \times C_e \times C_t \times s_k = 0,80 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,51 = 1,21 \text{ kN/m}^2$$

Karta veljavne snežne odeje







**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.4.1.3 KONSTRUKCIJA

#### NOVA KONSTRUKCIJA

Nove konstrukcije so jeklena konstrukcija II. In III. Nadstropja z etažno ploščo iz HI BOND pločevine višine 55 mm z betonsko ploščo v skupni debelini 11 cm. Strešna konstrukcija je iz jeklenih paličnih nosilcev z lesenimi špirovci in opazem kot podkonstrukcija za kritino SIKA in iz jeklene podkonstrukcije kot stropna konstrukcija nad II. nadstropjem, na katerem je lesena konstrukcija z izolacijo in nosilnostjo za revizije in vzdrževanje 1,00 kN/m<sup>2</sup>. Nova je tudi armiranobetonska konstrukcija inštalacijskega jaška skozi II. In III. nadstropje in nad streho. Na vrhu jaška je položena jeklena konstrukcija podesta za inštalacijsko opremo. Zaradi različnih višin tal II. nadstropja se je v srednjem delu izvedla tudi nova armiranobetonska plošča v izvedbi HI bond na jeklenih nosilcih, ki so pritrjeni na opečne stene. Nova konstrukcija je tudi ojačitev lesenega stropa nad I. nadstropjem in sicer se med stropnike večjega razpona dodajo na razmaku 80 cm še jekleni nosilci IPE 200, pritrjeni na opečne stene.

#### MATERIALI

##### ARMIRANI BETON ( NOVE KONSTRUKCIJE )

Za nove konstrukcije se uporabi armirani beton kvalitete C 25/30, armatura pa je rebrasta B 500 B in mrežasta B 500 B. Zaščitni sloj betona je pri stenah in ploščah 2 cm.

##### JEKLENE KONSTRUKCIJE

Za jeklene konstrukcije je uporabljeni material S 235 JR z antikorozijsko zaščito skupne debeline 90 µm za notranje elemente, za dele konstrukcije izven objekta pa je antikorozijska zaščita debeline 120 µm. Ker se pri nosilnosti tlačnega pasu primarnih nosilcev upošteva zavetrovanje strehe v ravnini nosilne strešne trapezne pločevine, je vijačenje pločevine izvedeno v skladu s statičnim računom.

Antikorozijska zaščita se izvede dvoslojna skupne debeline minimalne debeline 90 µm kvalitete kot sledi:

- priprava površine peskanje do Sa 2,5
- enokomponentni debeloslojni temeljni premaz na osnovi uretaniziranega alkida  
**REZISTOL temelj A debeline minimalno 40 µm**
- enokomponentni debeloslojni zaključni premaz na osnovi uretaniziranega alkida  
**REZISTOL emajl A debeline minimalno 50 µm**

#### ZAKLJUČEK

Vse spremembe med gradnjo so bile izvedene v soglasju z odgovornim projektantom načrta konstrukcij.

Maribor, november 2010

Odgovorni projektant:

Šeško Milan, udig  
IZS G - 2071

**MILAN ŠEŠKO**  
univ. dipl. inž. grad.  
**IZS G-2071**



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.4.2 RAČUN KONSTRUKCIJ

#### 3.4.2.1 ETAŽNE KONSTRUKCIJE

##### POZ SNS – SEKUNDARNI NOSILEC STREHE

###### 1.0 ZASNOVA

Streha je ravna z nagibom  $10^\circ$  in je iz trapezne pločevine, pritrjene na leseno strešno konstrukcijo, ki je sestavljena iz opaža in jeklenih sekundarnih nosilcev iz IPE 140, položenih v horizontalni smeri med glavnimi jeklenimi strešnimi nosilci. Opaž je debeline 3 cm, špirovci pa so na razmaku 1,05 in so največje dolžine, kolikor je največji razmak med primarnimi jeklenimi nosilci, to je  $L = 4,80$  m.

###### 2.0 OBTEŽBA IN OBREMENITEV

###### STREHA

Pločevinasta kritina		$= 0.20 \text{ kN/m}^2$
Opaž 3 cm	$0,03 \times 6$	$= 0.20 \text{ kN/m}^2$

**STALNA TEŽA STREHE**  $g_{ST} = 0.40 \text{ kN/m}^2$

Sneg  $1,21 \text{ kN/m}^2$   $= 1,21 \text{ kN/m}^2$

**KORISTNA TEŽA STREHE - SNEG**  $p = 1,21 \text{ kN/m}^2$

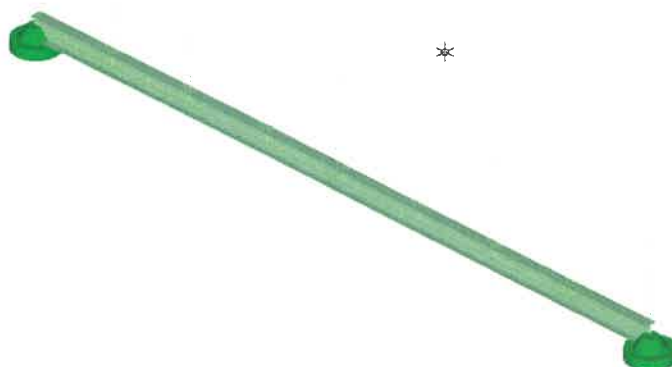
STALNA TEŽA NA SNS –  $e = 1,05$  m

$$g = 1,05 \times 0,40 + 0,13 = 0,55 \text{ kN/m}$$

KORISTNA TEŽA NA SNS –  $e = 1,05$  m

$$q = 1,05 \times 1,21 = 1,27 \text{ kN/m}$$

###### PRIKAZ GEOMETRIJE IN OBTEŽBE

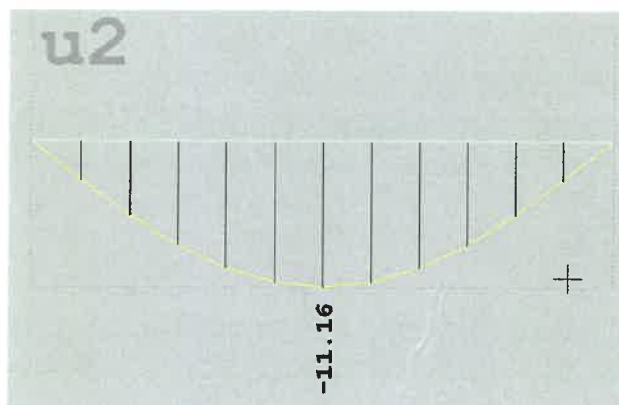




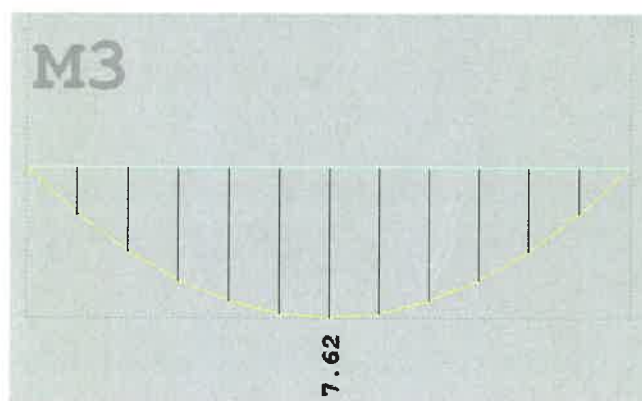
**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

DEFORMACIJE ZA SKUPNO OBTEŽBO ( m/1000 )



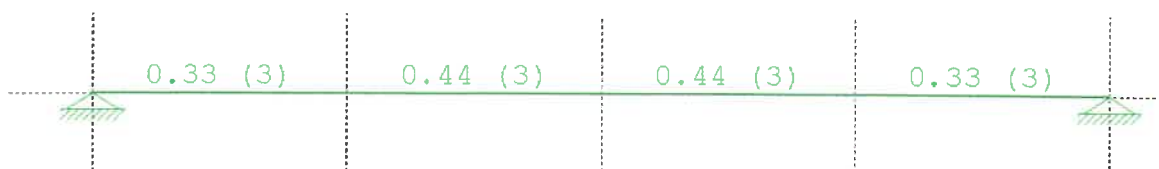
UPOGIBNI MOMENTI ZA SKUPNO OBTEŽBO



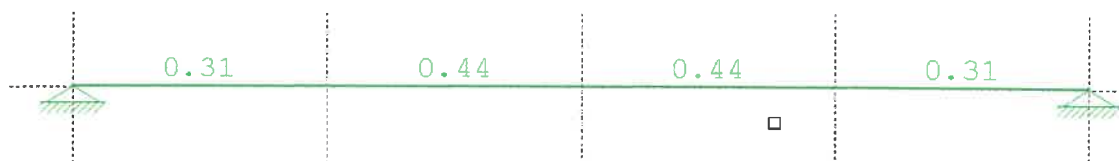
### 3.0 DIMENZIONIRANJE SNS IPE 140

#### 3.1 MEJNO STANJE NOSILNOSTI

IZKAZ NAPETOSTI



IZKAZ STABILNOSTI



**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.2 MEJNO STANJE UPORABNOSTI – KONTROLA DEFORMACIJ

EUROCODE 3 za jeklo priporočajo vrednosti mejnih deformacij za strehe na  $\delta_{\max} = L/250$   
 Za kontrolo po tem izračunu upoštevam kriterij, to je  $\delta_{\max} = L/300$ .

$$\delta_{\text{DOV}} = L/300 = \frac{L}{300} = \frac{480}{300} = 1,60 \text{ cm}$$

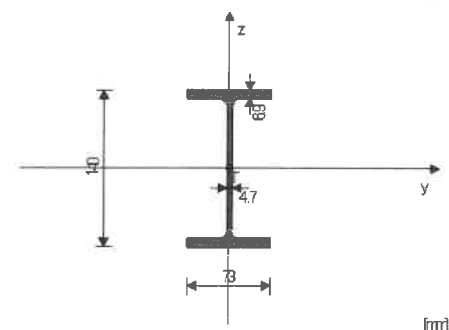
$$\delta_{\text{DOV}} = L/300 = \frac{L}{300} = \frac{480}{300} = 1,60 \text{ cm} > \delta_{\text{DEJ}} = 1,12 \text{ cm}$$

### 3.3 IZPIS ZA ELEMENT IPE 140

#### PALICA 4 - 3

PREČNI PREREZ: IPE 140 [Fe 360]  
EUROCODE

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE prereza

(fy = 23.5 kN/cm<sup>2</sup>, fu = 36.0 kN/cm<sup>2</sup>)PALICA IZPOSTAVLJENA UPOGIBU  
(obtežni primer 3, začetek palice)

Upogibni moment okoli y osi	Msd_y =	7.625 kNm
Sistemska dolžina palice	L =	120.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA PREČNIH PREREZOV  
Razred prereza 1

5.4 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

5.4.5 Upogib y-y

Računski plastični moment

Računska nos.na lokalno izbočitev

Računski elastični moment

Računska nosilnost na upogib

**Pogoj 5.17: Msd\_y <= Mc.Rd\_y (7.62 <= 19.36)**

5.5 NOSILNOST ELEMENTOV

5.5.2 Bočna zvrnitev upogibnih nosilcev

Koeficient

Koeficient

Koeficient

Mpl.Rd =	19.362 kNm
Mo.Rd =	16.511 kNm
Mei.Rd =	16.511 kNm
Mc.Rd =	19.362 kNm

C1 =	1.141
C2 =	0.000
C3 =	0.998

Koef.ukl.dolžine za uklon

Koef.ukl.dolžine za vbočenje

Koordinata

Koordinata

Razmak med bočnimi podporami

Sektorski vztrajnostni moment

Krit.moment bočne zvrnitve

Koeficient

Koeficient imperf.

Brezdimenz.vitkost

Koeficient zmanjšanja

Računska uklonska nosilnost

**Pogoj 5.48: Msd\_y <= Mb.Rd (7.62 <= 17.39)**

5.7 VNOS KONCENTRIRANIH SIL V STOJINO

5.7.7 Uklon pasnice v smeri stojine

Koeficient(razred pasnice 1)

Površina stojine

Površina tlač.pasnice

Preprečen je uklon pasnice v smeri stojine

**Pogoj 5.80: (26.85 <= 306.41)**

k =	1.000
k_w =	1.000
z_g =	0.000 cm
z_j =	0.000 cm
L =	120.00 cm
I_w =	1981.4 cm <sup>6</sup>
M_cr =	63.751 kNm
β_w =	1.000
αLT =	0.210
χLT =	0.578
χLT =	0.898
Mb.Rd =	17.390 kNm

k =	0.300
A_w =	6.580 cm <sup>2</sup>
A_fc =	5.037 cm <sup>2</sup>

KONTROLA STRIŽNE NOSILNOSTI  
(obtežni primer 3, konec palice)

Prečna sila v z smeri	Vsd_z =	3.177 kN
Upogibni moment okoli y osi	Msd_y =	5.719 kNm
Sistemska dolžina palice	L =	120.00 cm

5.4 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

5.4.6 Strig

Računska plast.nos.na strig z-z

**Pogoj 5.20: Vsd\_z <= Vpl.Rd\_z (3.18 <= 93.94)**

Vpl.Rd = 93.942 kN

5.6 LOKALNO IZBOČENJE ZARADI STRIGA  
za strig v ravnini z-z

Višina stojine

Debelina stojine

Ni prečnih ojačitev v sredini

Koeficient izbočenja pri strigu

Ni potrebna kontrola izbočenja zaradi striga

**Pogoj: d / t\_w <= 69 ε (26.85 <= 69.00)**

d =	12.620 cm
t_w =	0.470 cm
k_ε =	5.340



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## POZ SNS<sub>t</sub> – SEKUNDARNI NOSILEC STROPA

### 1.0 ZASNOVA

Stropna konstrukcija nad III. Nadstropjem je pritrjena na strešni primarni jekleni nosilec in je iz kvadratnih cevi 140/5 mm in iz nosilcev IPE 140, ki so pritrjeni v vozliščih spodnjega pasu na razmaku 3,00 m. Preko sekundarnih nosilcev je položena pločevina HI BOND z oznako 55/150/1 mm. Opaž je debeline 3 cm, nosilci pa so na razmaku 3,00 in so največje dolžine, kolikor je največji razmak med primarnimi jeklenimi nosilci, to je  $L = 4,80$  m. Ker je to neizkoriščeno podstrešje, upoštevam le občasno obtežbo zaradi vzdrževanja  $1,00 \text{ kN/m}^2$ .

### 2.0 OBTEŽBA IN OBREMENITEV

#### STROP

20 cm izolacije	$0,20 \times 0,35$	$= 0,07 \text{ kN/m}^2$
HI BOND		$= 0,13 \text{ kN/m}^2$

#### STALNA TEŽA STREHE

$$g_{ST} = 0,20 \text{ kN/m}^2$$

Koristna obtežba - servis	$1,00 \text{ kN / m}^2$	$= 1,00 \text{ kN/m}^2$
---------------------------	-------------------------	-------------------------

#### KORISTNA TEŽA – SERVIS

$$p = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

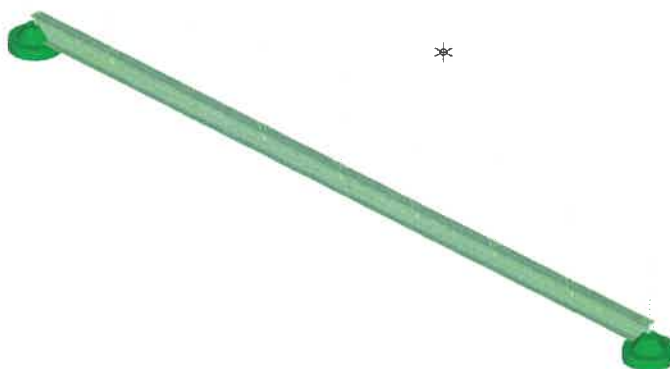
STALNA TEŽA NA SNS<sub>t</sub> –  $e = 3,00$  m

$$g = 3,00 \times 0,20 + 0,13 = 0,73 \text{ kN/m}$$

KORISTNA TEŽA NA SNS –  $e = 3,00$  m

$$q = 3,00 \times 1,00 = 3,00 \text{ kN/m}$$

#### PRIKAZ GEOMETRIJE IN OBTEŽBE



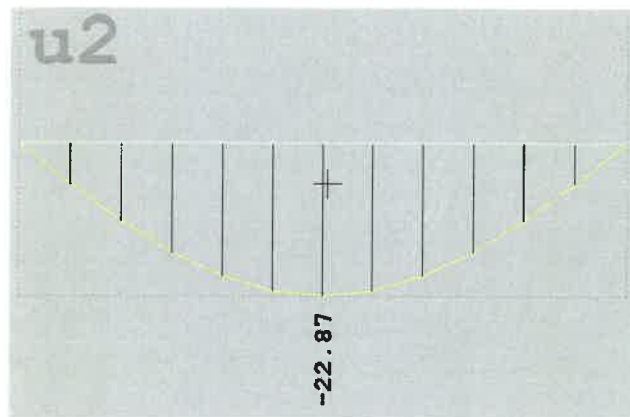




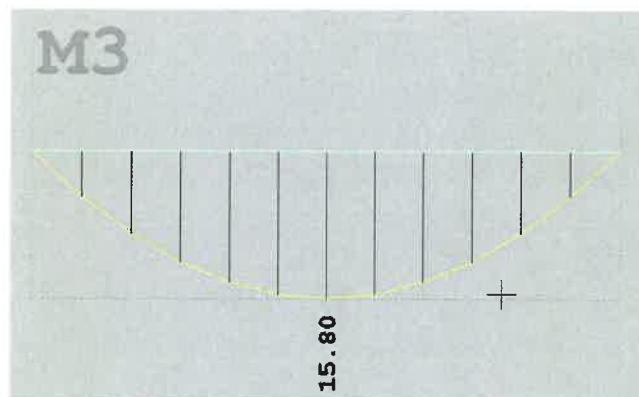
**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

DEFORMACIJE ZA SKUPNO OBTEŽBO ( m/1000 )



UPOGIBNI MOMENTI ZA SKUPNO OBTEŽBO



### 3.0 DIMENZIONIRANJE SNS IPE 140

#### 3.1 MEJNO STANJE NOSILNOSTI

IZKAZ NAPETOSTI



IZKAZ STABILNOSTI



**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.2 MEJNO STANJE UPORABNOSTI – KONTROLA DEFORMACIJ

EUROCODE 3 za jeklo priporoča vrednosti mejnih deformacij za strehe na  $\delta_{\max} = L/250$   
 Za kontrolo po tem izračunu zaradi deformacij le ob servisiranju in zaradi nepohodnosti strehe upoštevam kriterij, to je  $\delta_{\max} = L/200$ .

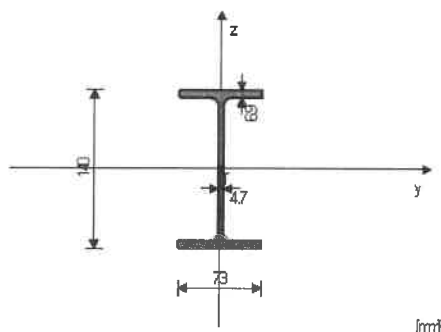
$$\delta_{DOV} = L/200 = \frac{L}{200} = \frac{480}{200} = 2,40 \text{ cm}$$

$$\delta_{DOV} = L/200 = \frac{L}{200} = \frac{480}{200} = 2,40 \text{ cm} > \delta_{DEJ} = 2,29 \text{ cm}$$

### 3.3 IZPIS ZA ELEMENT IPE 140

**PALICA 4 - 3**PREČNI PREREZ: IPE 140 [Fe 360]  
EUROCODE

## GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE prereza

(fy = 23.5 kN/cm<sup>2</sup>, fu = 36.0 kN/cm<sup>2</sup>)

[mm]

Ax =	16.400 cm <sup>2</sup>
Ay =	8.784 cm <sup>2</sup>
Az =	7.618 cm <sup>2</sup>
Ix =	2.450 cm <sup>4</sup>
Iy =	541.00 cm <sup>4</sup>
Iz =	44.900 cm <sup>4</sup>
Wy =	77.286 cm <sup>3</sup>
Wz =	12.301 cm <sup>3</sup>
Wy,pl =	90.832 cm <sup>3</sup>
Wz,pl =	18.385 cm <sup>3</sup>
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

Koef.ukl.dolžine za uklon  
 Koef.ukl.dolžine za vbočenje  
 Koordinata  
 Koordinata  
 Razmak med bočnimi podporami  
 Sektorski vztrajnostni moment  
 Krit.moment bočne zvrnitve  
 Koeficient  
 Koeficient imperf.  
 Brezdimenz.vitkost  
 Koeficient zmanjšanja  
 Računska uklonska nosilnost  
**Pogoj 5.48: Msd\_y <= Mb.Rd (15.80 <= 17.39)**

k =	1.000
kw =	1.000
zg =	0.000 cm
zj =	0.000 cm
L =	120.00 cm
Iw =	1981.4 cm <sup>8</sup>
Mcr =	63.751 kNm
sw =	1.000
αLT =	0.210
λLT =	0.578
χLT =	0.898
Mb.Rd =	17.390 kNm

5.7 VNOS KONCENTRIRANIH SIL V STOJINO  
 5.7.7 Uklon pasnice v smeri stojine  
 Koeficient(razred pasnice 1)  
 Površina stojine  
 Površina tlač.pasnice  
 Preprečen je uklon pasnice v smeri stojine  
**Pogoj 5.80: (26.85 <= 306.41)**

k =	0.300
Aw =	6.580 cm <sup>2</sup>
Afc =	5.037 cm <sup>2</sup>

KONTROLA STRIŽNE NOSILNOSTI  
(obtežni primer 3, konec palice)

Prečna sila v z smeri	Vsd_z =	6.583 kN
Upogibni moment okoli y osi	Msd_y =	11.849 kNm
Sistemska dolžina palice	L =	120.00 cm

## 5.4 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

5.4.8 Strig  
 Računska plast.nos.na strig z-z  
**Pogoj 5.20: Vsd\_z <= Vpl.Rd\_z (6.58 <= 93.94)**

Vpl.Rd =	93.942 kN
----------	-----------

5.6 LOKALNO IZBOČENJE ZARADI STRIGA  
 za strig v ravnini z-z  
 Višina stojine  
 Debelina stojine  
 Ni prečnih ojačitev v sredini  
 Koeficient izbočenja pri strigu  
 Ni potrebna kontrola izbočenja zaradi striga  
**Pogoj: d / tw <= 69 e (26.85 <= 69.00)**

d =	12.620 cm
tw =	0.470 cm
kt =	5.340

PALICA IZPOSTAVLJENA UPOGIBU  
(obtežni primer 3, začetek palice)

Upogibni moment okoli y osi	Msd_y =	15.798 kNm
Sistemska dolžina palice	L =	120.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA PREČNIH PREREZOV  
Razred prereza 1

## 5.4 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

5.4.5 Upogib y-y  
 Računski plastični moment  
 Računska nos.na lokalno izbočitev  
 Računski elastični moment  
 Računska nosilnost na upogib  
**Pogoj 5.17: Msd\_y <= Mc.Rd\_y (15.80 <= 19.36)**

Mpl.Rd =	19.382 kNm
Mo.Rd =	18.511 kNm
Mel.Rd =	18.511 kNm
Mc.Rd =	19.382 kNm

## 5.5 NOSILNOST ELEMENTOV

## 5.5.2 Bočna zvrnitve upogibnih nosilcev

Koeficient	C1 =	1.141
Koeficient	C2 =	0.000
Koeficient	C3 =	0.998



**ENELING d.o.o.**

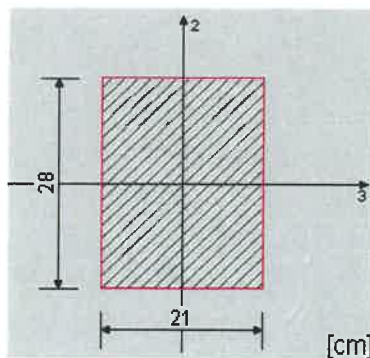
podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## POZ LN 1 – LESENI NOSILCI 1 – L = 5,20 m

### 1.0 ZASNOVA

Leseni tramovni strop nad prvim nadstropjem so dimenzije 21/28 cm in so na medsebojnem razmaku  $e = 0,90$  m. Na njih se pritrdi še nosilni leseni opaž debeline 3 cm, ki prenaša obtežbo armiranega cementnega estriha debeline 4+2 cm, kolikor je tudi lahko največja debelina estriha zaradi obstoječih višin sosednjega objekta, ki se ne rekonstruira. Razpon nosilca je  $L = 5,20$  m

#### PREREZ STROPNIKA



### 2.0 OBTEŽBA IN OBREMENITEV

Guma		$= 0.10 \text{ kN/m}^2$
Estrih 4 cm	$0,04 \times 25$	$= 1.00 \text{ kN/m}^2$
Izolacija		$= 0.10 \text{ kN/m}^2$
Trstika in omet – obstoječe	$0,02 \times 18$	$= 0.40 \text{ kN/m}^2$

**STALNA TEŽA SKUPAJ**  $g_{ST} = 1.60 \text{ kN/m}^2$

Koristna obtežba po SIST EN 1991-1-1

Preglednica 6.1 za kategorijo uporabe

C 1 – Sprejemnice

$$p = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

**KORISTNA TEŽA SKUPAJ**

$$p = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

STALNA TEŽA NA STROPNIK upoštevam  $e = 0,90$  m

$$g = 0,90 \times 1,60 + 0,50 = 2,00 \text{ kN/m}$$

KORISTNA TEŽA NA STROPNIK

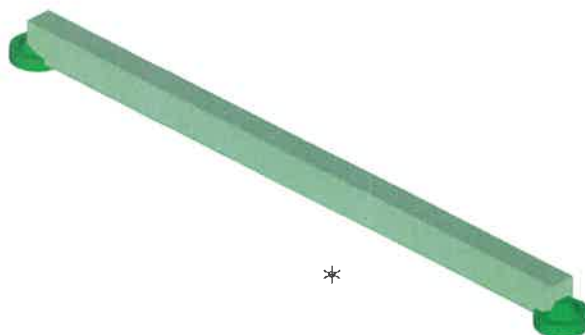
$$q = 0,90 \times 3,00 = 2,70 \text{ kN/m}$$



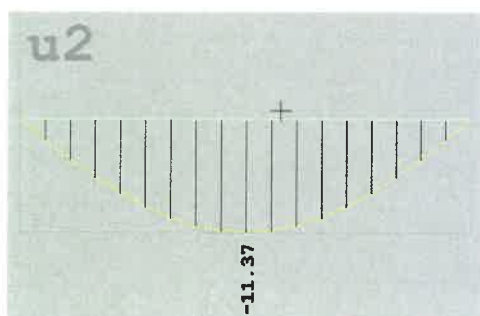
**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

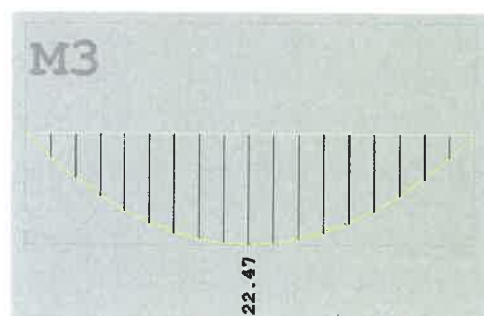
## PRIKAZ GEOMETRIJE IN OBTEŽBE



DEFORMACIJE (m/1000)



UPOGIBNI MOMENTI



## 3.0 DIMENZIONIRANJE LESENEGA NOSILCA – STROPNIKA $b/h = 21/28$ cm

### 3.1 MEJNO STANJE NOSILNOSTI

Masivni les C 24,  $\gamma_m = 1,30$

Trdnosti [ $kN/cm^2$ ]			upogib ( $f_{m,k}$ )	nateg $\parallel$ ( $f_{t,0,k}$ )	nateg $\perp$ ( $f_{t,90,k}$ )	tlak $\parallel$ ( $f_{c,0,k}$ )	tlak $\perp$ ( $f_{c,90,k}$ )	strig ( $f_{v,k}$ )
Karakteristična trdnost [ $N/cm^2$ ]			2400	1400	50	2100	250	250
Računska trdnost glede na trajanje obtežbe [ $N/cm^2$ ]	P (nad 10 let)	$k_{mod}=0,6$	1108	646	23	969	115	115
	L (od 6 mes. do 10 let)	$k_{mod}=0,7$	1292	754	27	1131	135	135
	M (od 1 tedna do 6 mes.)	$k_{mod}=0,8$	1477	862	31	1292	154	154
	S (manj kot en teden)	$k_{mod}=0,9$	1662	969	35	1454	173	173

Deformabilnost- modul [ $kN/cm^2$ ]		
Modul el. paralelno	$E_{0,mean}$	1100
Modul el. paralelno	$E_{0,0.5}$	740

$$I = 38.416 \text{ cm}^4; \quad W = 2.744 \text{ cm}^3; \quad A = 588 \text{ cm}^2$$

**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor**STATIČNE KOLIČINE**

$$M_{\text{MAX}} = 2247 \text{ kNcm}$$

$$Q_{\text{MAX}} = 12,13 \text{ kN}$$

**Kontrola glavnih napetosti:**

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{2,4}{1,3} = 1,477 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{d,\text{max}}}{W_y} = \frac{2247}{2744} = 0,82 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{m,d} = 1,477 \text{ kN/cm}^2$$

**Kontrola tangencialnih napetosti:**

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{0,25}{1,3} = 0,154 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{d,\text{max}} = \frac{V_{z,d,\text{max}} \cdot S_{\text{max}}}{I_y \cdot a} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{z,d,\text{max}}}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{12,13}{588} = 0,03 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{v,d} = 0,154 \text{ kN/cm}^2$$

**Izbrani prerez 21/28 cm USTREZA!****3.2 MEJNO STANJE UPORABNOSTI – KONTROLA DEFORMACIJ**EUROCODE priporočajo vrednosti mejnih deformacij za lesene konstrukcije na  
 $\delta_{\text{max}} = L/250$  do  $L/350$ **Za kontrolo po tem izračunu upoštevam največji kriterij, to je  $\delta_{\text{max}} = L/350$ .**

$$\delta_{\text{DOV}} = L/350 = \frac{L}{350} = \frac{520}{350} = 1,48 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{DOV}} = L/350 = \frac{L}{350} = \frac{520}{350} = 1,48 \text{ cm} > \delta_{\text{DEJ}} = 1,14 \text{ cm}$$

**3.3 DOLOČITEV MINIMALNE LASTNE FREKVENCE**

Nº	T [s]	f [Hz]
1	0.160420	6.233654
2	0.040610	24.624313
3	0.018561	53.876041

Najnižja lastna frekvenca je **6,23 Hz > 3,00 Hz - USTREZA**





**ENELING** d.o.o.

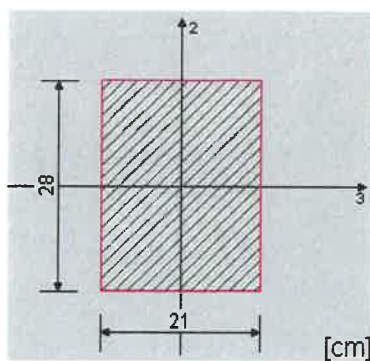
podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## POZ LN 2 – LESENI NOSILCI 1 – L = 6,65 m

### 1.0 ZASNOVA

Leseni tramovni strop nad prvim nadstropjem so dimenzije 21/28 cm in so na medsebojnem razmaku  $e = 0,90$  m. Na njih se pritrdi še nosilni leseni opaž debeline 3 cm, ki prenaša obtežbo armiranega cementnega estriha debeline 4+2 cm, kolikor je tudi lahko največja debelina estriha zaradi obstoječih višin sosednjega objekta, ki se ne rekonstruira. Razpon nosilca je  $L = 6,65$  m.

### PREREZ STROPNIKA



### 2.0 OBTEŽBA IN OBREMENITEV

Guma		$= 0.10 \text{ kN/m}^2$
Estrih 4 cm	$0,04 \times 25$	$= 1.00 \text{ kN/m}^2$
Izolacija		$= 0.10 \text{ kN/m}^2$
Trstika in omet – obstoječe	$0,02 \times 18$	$= 0.40 \text{ kN/m}^2$

**STALNA TEŽA SKUPAJ**  $g_{ST} = 1.60 \text{ kN/m}^2$

Koristna obtežba po SIST EN 1991-1-1

Preglednica 6.1 za kategorijo uporabe

C 1 – Sprejemnice

$$p = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

**KORISTNA TEŽA SKUPAJ**

$$p = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

STALNA TEŽA NA STROPNIK upoštevam  $e = 0,90$  m

$$g = 0,90 \times 1,60 + 0,50 = 2,00 \text{ kN/m}$$

KORISTNA TEŽA NA STROPNIK

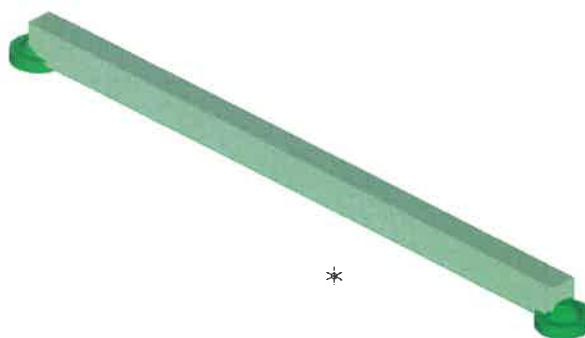
$$q = 0,90 \times 3,00 = 2,70 \text{ kN/m}$$



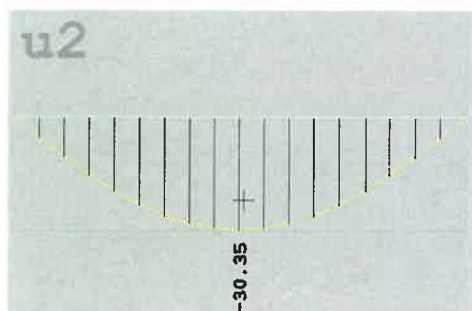
**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

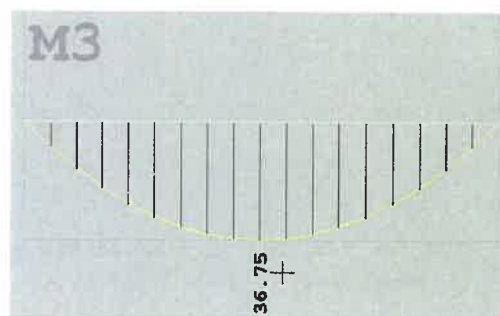
## PRIKAZ GEOMETRIJE IN OBTEŽBE



DEFORMACIJE (m/1000)



UPOGIBNI MOMENTI



## 3.0 DIMENZIONIRANJE LESENEGA NOSILCA – STROPNIKA $b/h = 21/28$ cm

### 3.1 MEJNO STANJE NOSILNOSTI

Masivni les C 24,  $\gamma_m = 1,30$

Trdnosti [kN/cm <sup>2</sup> ]			upogib ( $f_{m,k}$ )	nateg $\parallel$ ( $f_{t,0,k}$ )	nateg $\perp$ ( $f_{t,90,k}$ )	tlak $\parallel$ ( $f_{c,0,k}$ )	tlak $\perp$ ( $f_{c,90,k}$ )	strig ( $f_{v,k}$ )
Karakteristična trdnost [N/cm <sup>2</sup> ]			2400	1400	50	2100	250	250
Računska trdnost glede na trajanje obtežbe [N/cm <sup>2</sup> ]	P (nad 10 let)	$k_{mod}=0,6$	1108	646	23	969	115	115
	L (od 6 mes. do 10 let)	$k_{mod}=0,7$	1292	754	27	1131	135	135
	M (od 1 tedna do 6 mes.)	$k_{mod}=0,8$	1477	862	31	1292	154	154
	S (manj kot en teden)	$k_{mod}=0,9$	1662	969	35	1454	173	173

Deformabilnost- modul [kN/cm <sup>2</sup> ]		
Modul el. paralelno	$E_{0,mean}$	1100
Modul el. paralelno	$E_{0,0.5}$	740

$$I = 38.416 \text{ cm}^4; \quad W = 2.744 \text{ cm}^3; \quad A = 588 \text{ cm}^2$$

**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor**STATIČNE KOLIČINE**

$$M_{\text{MAX}} = 3675 \text{ kNm}$$

$$Q_{\text{MAX}} = 22,27 \text{ kN}$$

**Kontrola glavnih napetosti:**

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{2,4}{1,3} = 1,477 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{d,\text{max}}}{W_y} = \frac{3675}{2744} = 1,34 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{m,d} = 1,477 \text{ kN/cm}^2$$

**Kontrola tangencialnih napetosti:**

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{0,25}{1,3} = 0,154 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{d,\text{max}} = \frac{V_{z,d,\text{max}} \cdot S_{\text{max}}}{I_y \cdot a} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{z,d,\text{max}}}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{22,27}{588} = 0,06 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{v,d} = 0,154 \text{ kN/cm}^2$$

**Izbrani prerez 21/28 cm USTREZA!****3.2 MEJNO STANJE UPORABNOSTI – KONTROLA DEFORMACIJ**

EUROCODE priporočajo vrednosti mejnih deformacij za lesene konstrukcije na

$$\delta_{\text{max}} = L/250 \text{ do } L/350$$

**Za kontrolo po tem izračunu upoštevam največji kriterij, to je  $\delta_{\text{max}} = L/350$ .**

$$\delta_{\text{DOV}} = L/350 = \frac{L}{350} = \frac{665}{350} = 1,90 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{DOV}} = L/350 = \frac{L}{350} = \frac{665}{350} = 1,90 \text{ cm} < \delta_{\text{DEJ}} = 3,03 \text{ cm}$$

**Izbrani prerez 21/28 cm NE USTREZA!****3.3 DOLOČITEV MINIMALNE LASTNE FREKVENCE**

Nº	T [s]	f [Hz]
1	0.262087	3.815532
2	0.066054	15.139028
3	0.029944	33.395676

Najnižja lastna frekvenca je **3,81 Hz > 3,00 Hz – USTREZA**

**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

Ker so deformacije nosilca prevelike, lastna frekvenca pa je tudi zelo blizu najnižji vrednosti nihanja konstrukcije, se izvedejo med nosilci novi jekleni nosilci na enakem razmaku kot stropniki (  $e = 0,90 \text{ m}$  ), tako da odpade polovica obtežbe na leseni stropnik in polovica obtežbe na jekleni nosilec. Za jekleni nosilec izberem profile **IPE 200**, vplivna širina za jeklene nosilce pa je  $0,70 \text{ m}$ .

**OBTEŽBA IN OBREMENITEV**

Guma		$= 0.10 \text{ kN/m}^2$
Estrih 4 cm	$0,04 \times 25$	$= 1.00 \text{ kN/m}^2$
Izolacija		$= 0.10 \text{ kN/m}^2$
Trstika in omet – obstoječe	$0,02 \times 18$	$= 0.40 \text{ kN/m}^2$

**STALNA TEŽA SKUPAJ**

$$g_{ST} = 1.60 \text{ kN/m}^2$$

Koristna obtežba po SIST EN 1991-1-1  
Preglednica 6.1 za kategorijo uporabe  
C 1 – Sprejemnice

$$p = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

**KORISTNA TEŽA SKUPAJ**

$$p = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

STALNA TEŽA NA JEKLENI NOSILEC upoštevam  $e = 0,35 \text{ m}$

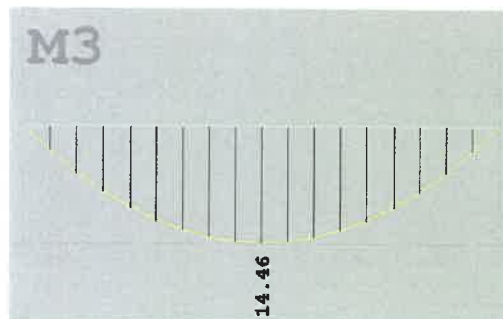
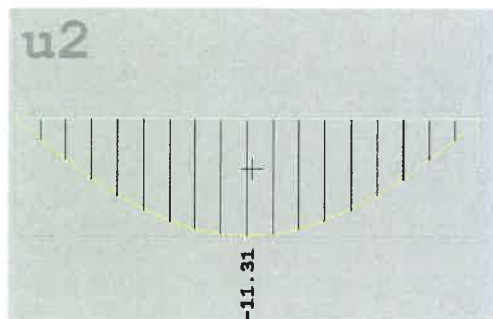
$$g = 0,35 \times 1,60 + 0,24 = 0,80 \text{ kN/m}$$

KORISTNA TEŽA NA JEKLENI NOSILEC

$$q = 0,35 \times 3,00 = 1,05 \text{ kN/m}$$

DEFORMACIJE ( m/1000 )

UPOGIBNI MOMENTI

**KONTROLA NAPETOSTI****KONTROLA STABILNOSTI**

## MEJNO STANJE UPORABNOSTI – KONTROLA DEFORMACIJ

EUROCODE priporočajo vrednosti mejnih deformacij za lesene konstrukcije na  $\delta_{\max} = L/250$  do  $L/350$

Za kontrolo po tem izračunu upoštevam največji kriterij, to je  $\delta_{\max} = L/350$ .

$$\delta_{DOV} = L/350 = \frac{L}{350} = \frac{520}{350} = 1,48 \text{ cm}$$

$$\delta_{DOV} = L/350 = \frac{L}{350} = \frac{520}{350} = 1,48 \text{ cm} > \delta_{DEJ} = 1,13 \text{ cm}$$

Deformacije lesenega stropnika in jeklenega nosilca sta skorajda enaki, kar zagotavlja tudi enakomeren prenos obtežbe na posamezni nosilec.

## DOLOČITEV MINIMALNE LASTNE FREKVENCE

Nº	T [s]	f [Hz]
1	95.977240	0.010419
2	95.977240	0.010419
3	0.262087	3.815532
4	0.155507	6.430560
5	0.066054	15.139028
6	0.039574	25.269037

Najnižja lastna frekvenca je **6,43 Hz > 3,00 Hz – USTREZA**

### 3.4 KONTROLA LESENEGA STROPNIKA ZA VPLIVNO ŠIRINO $\check{s} = 1,10 \text{ m}$

Ker sem za jekleni nosilec upošteval vplivno širino le razpon med lesenimi tramovi, se vplivna širina za leseni tram poveča na 1,10 m.

STALNA TEŽA NA STROPNIK upoštevam  $e = 0,55 \text{ m}$

$$g = 0,55 \times 1,60 + 0,35 = 1,23 \text{ kN/m}$$

KORISTNA TEŽA STROPNIK

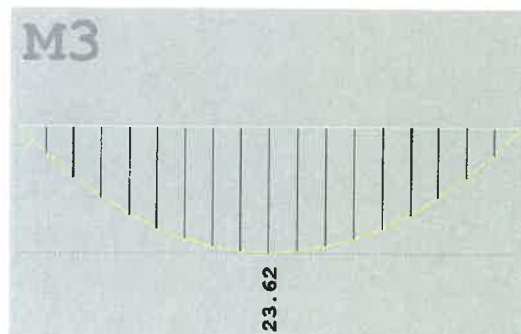
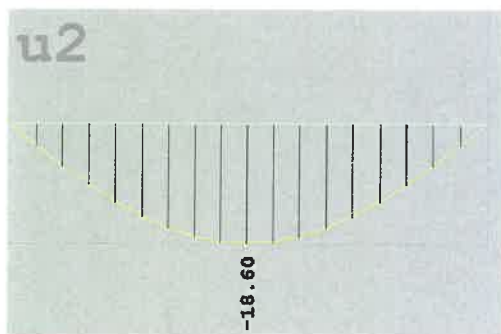
$$q = 0,55 \times 3,00 = 1,65 \text{ kN/m}$$



**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

DEFORMACIJE ( m/1000 )

UPOGIBNI MOMENTI

**STATIČNE KOLIČINE**

$$M_{\text{MAX}} = 2362 \text{ kNcm}$$

$$Q_{\text{MAX}} = 14,32 \text{ kN}$$

**Kontrola glavnih napetosti:**

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0.8 \cdot \frac{2.4}{1.3} = 1.477 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{d,\text{max}}}{W_y} = \frac{2362}{2744} = 0.86 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{m,d} = 1.477 \text{ kN/cm}^2$$

**Kontrola tangencialnih napetosti:**

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0.8 \cdot \frac{0.25}{1.3} = 0.154 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{d,\text{max}} = \frac{V_{z,d,\text{max}} \cdot S_{\text{max}}}{I_y \cdot a} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{z,d,\text{max}}}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{14.32}{588} = 0.04 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{v,d} = 0.154 \text{ kN/cm}^2$$

**Izbrani prerez 21/28 cm USTREZA!****3.2 MEJNO STANJE UPORABNOSTI – KONTROLA DEFORMACIJ**EUROCODE priporočajo vrednosti mejnih deformacij za lesene konstrukcije na  
 $\delta_{\text{max}} = L/250$  do  $L/350$ **Za kontrolo po tem izračunu upoštevam največji kriterij , to je  $\delta_{\text{max}} = L/350$ .**

$$\delta_{\text{pov}} = L/350 = \frac{L}{350} = \frac{665}{350} = 1,90 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{pov}} = L/350 = \frac{L}{350} = \frac{665}{350} = 1,90 \text{ cm} < \delta_{\text{DEJ}} = 1,86 \text{ cm}$$

**Izbrani prerez 21/28 cm USTREZA!**



**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## POZ P 200 – PLOŠČA V SREDINI OBJEKTA NAD I. NADSTROPJEM

### 1.0 ZASNOVA

Plošča nad drugim nadstropjem se izvede med srednjimi zidovi, ker je bila stara plošča izvedena 90 cm nad projektirano novo ploščo in se je odstranila. Nadomesti se z novo betonsko ploščo debeline 10 cm, podprto z jeklenimi nosilci IPE 270, ki so na razmaku 2,00 m in so z nerjavnimi vijaki pritrjeni na betonski obstoječi venec.

### 2.0 OBTEŽBA IN OBREMENITEV

Guma		= 0.10 kN/m <sup>2</sup>
Estrih 4 cm	0,04 × 25	= 1.00 kN/m <sup>2</sup>
AB plošča 10 cm	0,10 × 25	= 2.50 kN/m <sup>2</sup>
Omet	0,02 × 18	= 0.40 kN/m <sup>2</sup>

#### STALNA TEŽA SKUPAJ

$$g_{ST} = 4.00 \text{ kN/m}^2$$

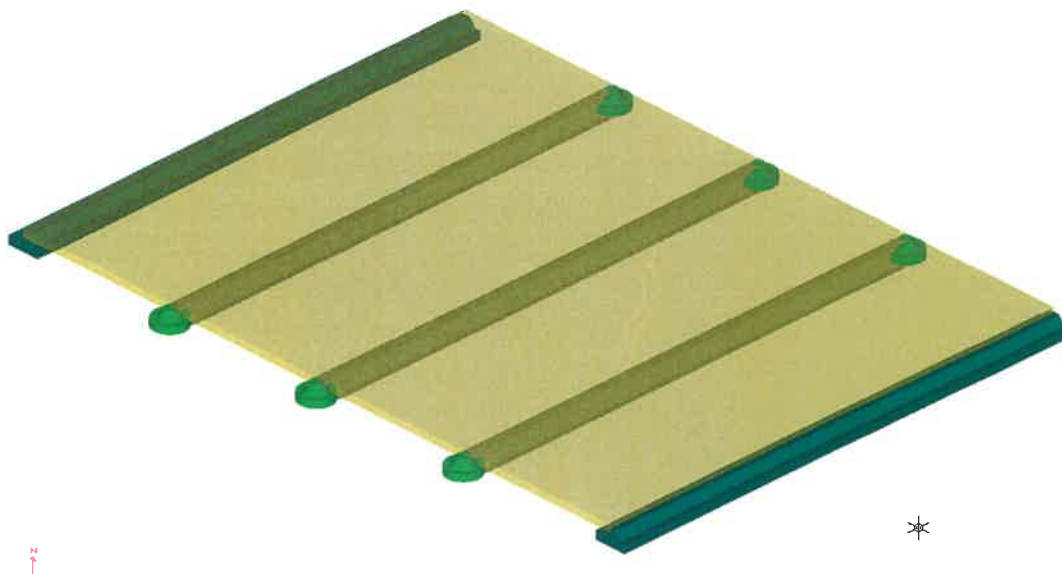
Koristna obtežba po SIST EN 1991-1-1  
Preglednica 6.1 za kategorijo uporabe  
C 1 – Sprejemnice

$$p = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

#### KORISTNA TEŽA SKUPAJ

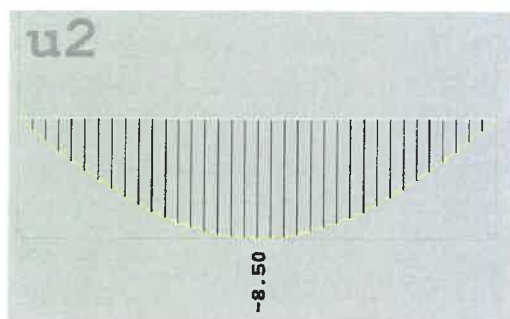
$$p = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

#### STATIČNA SHEMA

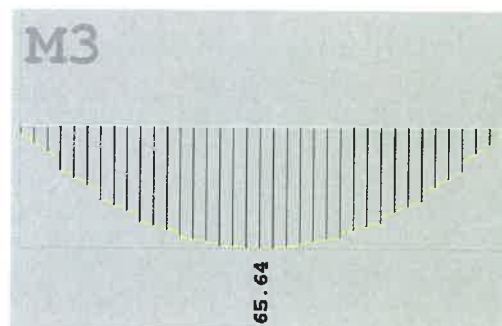


## JEKLENI NOSILEC

### DEFORMACIJE

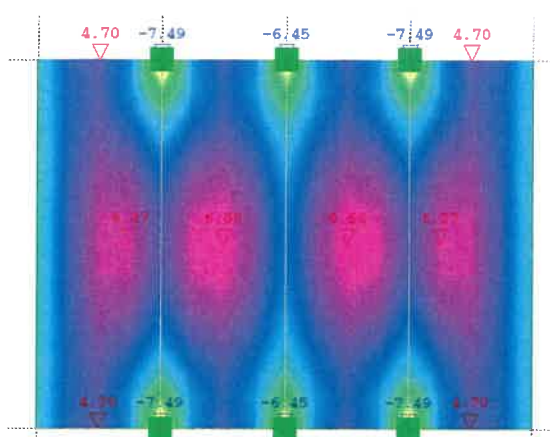


### UPOGIBNI MOMENTI

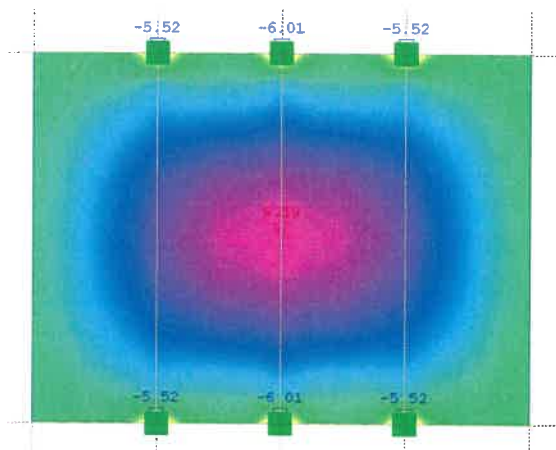


### UPOGIBNI MOMENTI

#### PLOŠČE X – SMER

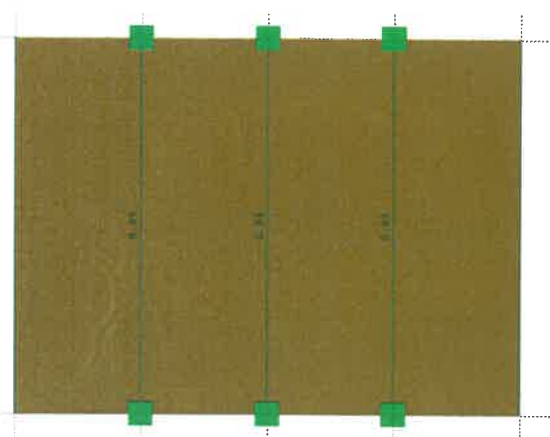
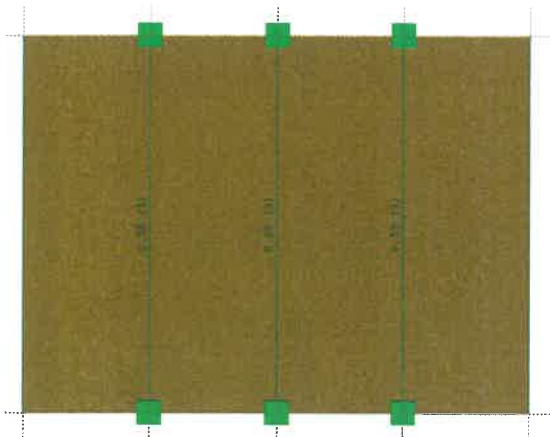


#### PLOŠČE Y – SMER



## 3.0 DIMENZIONIRANJE

### 3.1 JEKLENI NOSILEC



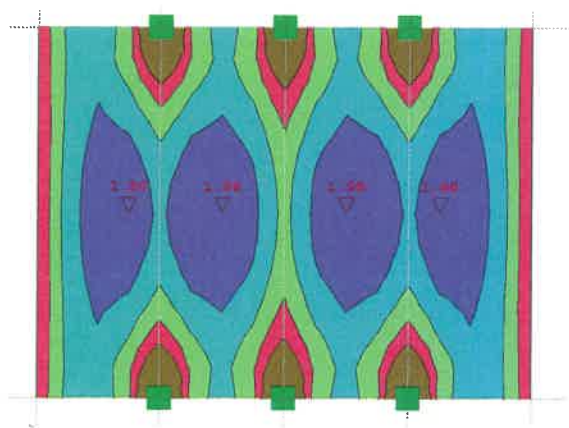


**ENELING** d.o.o.

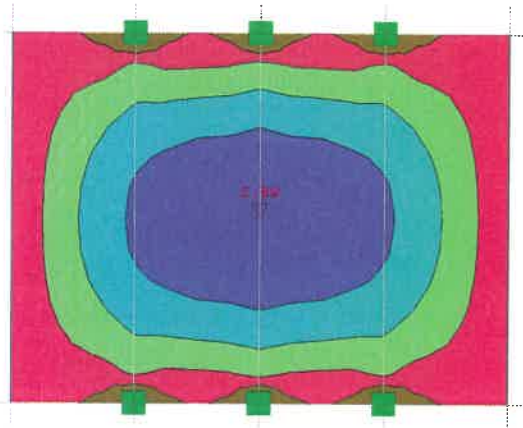
podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.2 ARMIRANOBETONSKA PLOŠČA

ARMATURA X – SMER



ARMATURA Y – SMER



### 3.3 SIDRANJE NOSILCEV V AB VENEC

$R_{ST} = 25,08 \text{ kN}$        $R_K = 18,81 \text{ kN}$

Upoštevam vijake HILTI M Ø 16 kvalitete 8.8 ( Z upoštevanjem  $f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2$  ).

Upoštevam samo nosilnost na strig.

$$F_{v,Rd} = 0,60 \times \frac{f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = 0,60 \times \frac{50 \times 1,57}{1,25} = 37,6 \text{ kN} > R_{s,d} = 0,50 \times (25,08 + 18,81) = 21,95 \text{ kN}$$

**Sidranje nosilcev je v redu!**

### 3.4.2.2 JEKLENA KONSTRUKCIJA

Jekleno konstrukcijo računam kot celotno konstrukcijo v prostoru. Uporabim računalniški program TOWER, s katerim izračunam osnovne in koristne obremenitve ter potresno obremenitev. Ker je opečna konstrukcija, na katero vežem jekleno konstrukcijo nadzidave, mnogo bolj toga od jeklene konstrukcije, obravnavam potresno obtežbo jeklene konstrukcije samostojno kot togo vezano na opečno konstrukcijo. Za togo povezavo etažnih plošč in strešne konstrukcije se izvede zavetrovanje v horizontalni ravnini stropa nad III. nadstropjem in armiranobetonska plošča na HI BOND pločevini v plošči nad II. nadstropjem.

## POZ HI-BOND – HI-BOND PLOČEVINA 55 mm

## 1.0 ZASNOVA

Pri nadzidavi II. nadstropja se izvede nosilna jeklena konstrukcija, sestavljena iz primarnih in sekundarnih nosilcev. Za izvedbo etažne plošče se uporabijo sekundarni jekleni nosilci na medsebojnem razmaku  $L_X = 2,57 \text{ m}$  ( kar je tudi razpon HI-BOND pločevine ) po celotnem tlorisu obstoječega objekta, na novem konzolnem delu pa je nosilnost pločevine v pravokotni smeri z največjim razponom  $L_Y = 3,37 \text{ m}$ . Zaradi zmanjšanja pomikov in zaradi požarne varnosti vstavim v zgornjo cono AB plošče še armaturno mrežo **Q 335** pri manjših razponih, pri večjih razponih na konzoli pa vstavim armaturno mrežo **O 503**.

Trapezna pločevina v nadstropju z etažno ploščo jevišine 55 mm in debeline 0.8 mm z betonsko ploščo v skupni debelini 11cm.

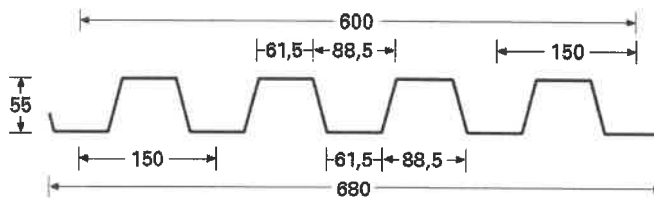
## MATERIALI

## TRAPEZNA PLOČEVINA



## HI-BOND

**TIPO A 55/P 600**  
**TYPE A 55/P600**





**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## TEHNIČNI PODATKI

## Caratteristiche della lamiera - Properties of the trapezoidal sheets - Caracteristiques du profil - Blecheigenschaften

	mm	Spessore - Thickness - Epaisseur - Stärke				
		0,60	0,70	0,80	1,00	1,20
Peso - Weight - Poids - Gewicht	kg/m	4,71	5,50	6,28	7,85	9,42
Peso - Weight - Poids - Gewicht	kg/m <sup>2</sup>	7,85	9,16	10,47	13,08	15,70
<b>Compressione sup. - Top compression</b>						
J <sub>f</sub>	cm <sup>4</sup> /m	39,12	45,98	54,90	73,46	92,57
W <sub>i</sub>	cm <sup>3</sup> /m	17,13	20,48	23,88	30,76	37,72
W <sub>s</sub>	cm <sup>3</sup> /m	11,11	13,89	16,85	23,27	30,19
<b>Compressione inf. - Bottom compression</b>						
W <sub>i</sub>	cm <sup>3</sup> /m	12,72	16,00	19,53	27,14	35,25
W <sub>s</sub>	cm <sup>3</sup> /m	14,95	17,87	20,83	26,81	32,82

KARAKTERISTIKE MATERIALA ( iz originalnih dokumentov proizvajalca )

**MATERIALS**

- *TRAPEZOIDAL SHEET: S 280 GD steel as defined by the UNI EN 10147 standard and equivalent for mechanical performance, to Fe 360 steel as laid down in the UNI-CNR 10022 standard. The total stress of the steel should be not greater than 165 N/mm<sup>2</sup>.*

Material je razreda **S 275 GD** s karakterističnimi vrednostmi:

f<sub>Y</sub> = 275 MPa  
f<sub>U</sub> = 430 MPa

Izbrana pločevina:

HI-BOND

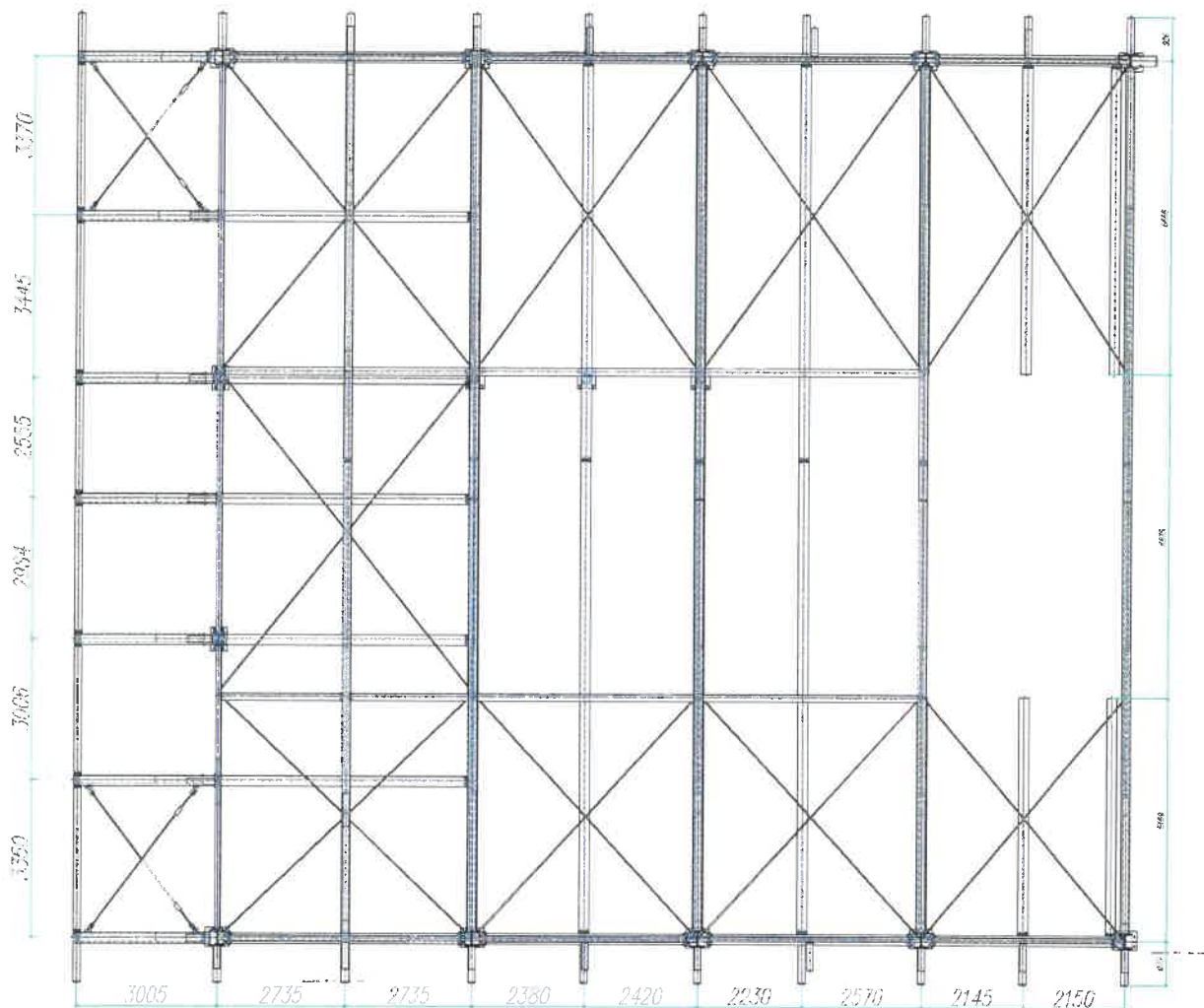
A55/P600/0,80 mm  
A = 12,66 cm<sup>2</sup>  
I<sub>f</sub> = 54,490 cm<sup>4</sup>  
y<sub>T</sub> = 2,44 cm  
W<sub>SP</sub> = 23,88 cm<sup>3</sup>  
W<sub>ZG</sub> = 16,85 cm<sup>3</sup>  
M<sub>PL</sub> = 5,60 kNm



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## DISPOZICIJA SEKUNDARNIH NOSILCEV



## 2.0 OBTEŽBA

Guma		= 0.10 kN/m <sup>2</sup>
Estrih 6 cm	0,06 × 25	= 1.50 kN/m <sup>2</sup>
AB plošča na HI BOND – u 8 cm	0,08 × 25	= 2.00 kN/m <sup>2</sup>
Pločevina HI BOND		= 0.15 kN/m <sup>2</sup>
Obešen strop + inštalacije		= 0.25 kN/m <sup>2</sup>

### STALNA TEŽA SKUPAJ

$$g_{ST} = 4.00 \text{ kN/m}^2$$

Koristna obtežba po SIST EN 1991-1-1  
Preglednica 6.1 za kategorijo uporabe  
C 1 – Sprejemnice

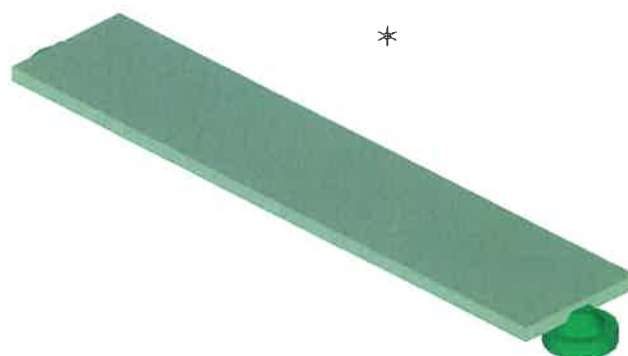
$$p = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

### KORISTNA TEŽA SKUPAJ

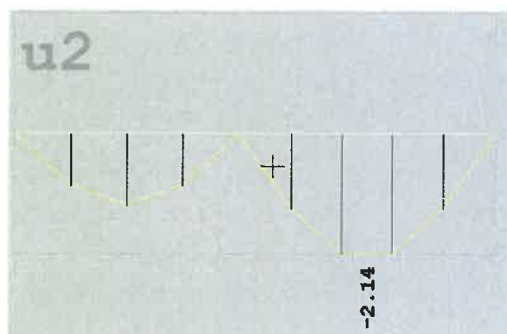
$$p = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

## 2.1 RAZPON L = 2,57 m

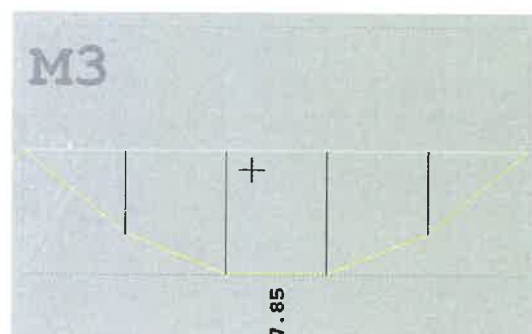
### HEMA KONSTRUKCIJE – AKSONOMETRIJA



### DEFORMACIJE

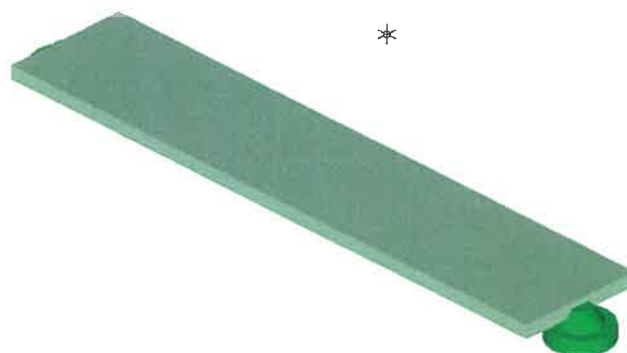


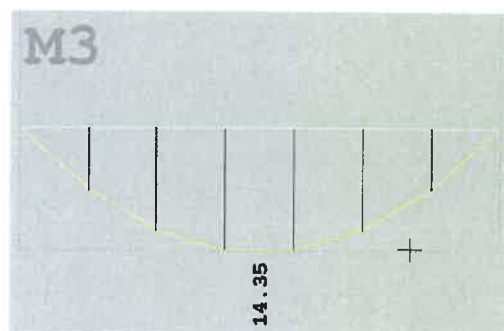
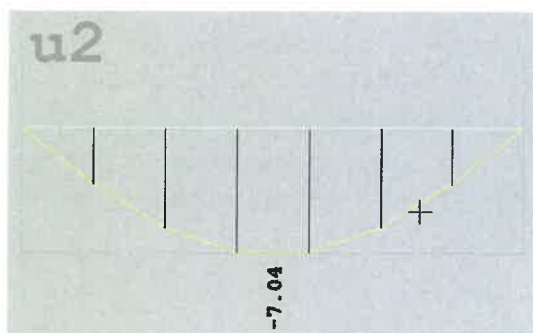
### UPOGIBNI MOMENTI



## 2.2 RAZPON L = 3,37 m

### HEMA KONSTRUKCIJE – AKSONOMETRIJA



**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor**DEFORMACIJE****UPOGIBNI MOMENTI****3.0 DIMENZIONIRANJE****3.1 RAZPON L = 2,57 m****3.1.1 HI – BOND PLOČEVINA****3.1.1.1 OSNOVNI PODATKI**

Pločvino dimenzioniram za statični sistem prostoležečega nosilca.

Karakteristike materialov:	pločevina HI-BOND	$f_Y$	= 275 MPa
	Beton C 25/30	$f_{CK}$	= 25 MPa
	Jeklo B 500 B	$f_{SK}$	= 500 MPa

Debelina betonske plošče:	$d$	= 11,00 cm
Statična višina plošče	$d - y_T = 11,00 - 2,44$	$d_p$ = 8,56 cm

Delni faktorji vpliva: stalni	$\gamma_G$	= 1,35
: spremenljivi	$\gamma_Q$	= 1,50

Materiala	beton	$\gamma_C$	= 1,50
	Pločevina	$\gamma_A$	= 1,10
	Armatura	$\gamma_s$	= 1,15
	strižni čepi	$\gamma_v$	= 1,25

**3.1.1.2 IZKAZ MEJNE NOSILNOSTI**

Izračun mejne nosilnosti po metodi delne strižne vezi:

**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

Blehdicke $t_N$ mm	Verbundfestigkeit $\tau_{u,Rd}$ kN/cm <sup>2</sup>
0,75	0,022
0,88	0,034
1,00	0,040
1,25	0,050

$\tau_{u,Rk} = 300 \text{ kN/m}^2$  - po podatkih proizvajalca za pločevino debeline 0,8 mm in višine 55 mm

$$\tau_{u,Rd} = \frac{\tau_{u,Rk}}{\gamma_V} = \frac{300}{1,25} = 240 \text{ kN/m}^2$$

$$|N_{CF}| = \frac{A_P \times f_{Y,PK}}{\gamma_A} = \frac{12,66 \times 27,5}{1,1} = 316 \text{ kN/m}$$

$$z_{PL} = \frac{|N_{CF}|}{b \times \left(0,85 \times \frac{f_{CK}}{\gamma_C}\right)} = \frac{316}{100 \times \left(0,85 \times \frac{2,5}{1,5}\right)} = 2,2 \text{ cm}$$

$$M_{pl,Rd} = |N_{CF}| \times (d_p - 0,50 \times z_{PL}) = 316 \times (8,56 - 0,50 \times 2,2) = 2.357 \text{ kNcm} = 23,57 \text{ kNm}$$

**$M_{Sd} = 7,85 \text{ kNm} < M_{Rd} = 23,57 \text{ kNm}$  pogoj mejne nosilnosti je izpolnjen**

**Določitev strižne dolžine :**

$$L_{St} = \frac{|N_{CF}|}{b \times \tau_{u,Rd}} = \frac{316}{1 \times 240} = 1,31 \text{ m}$$

Enačbi premic pri metodi delne strižne vezi, kjer je potrebno izpolniti pogoj , da je **po celotni dolžini pločevine  $M_{Rd} > M_{Sd}$ :**

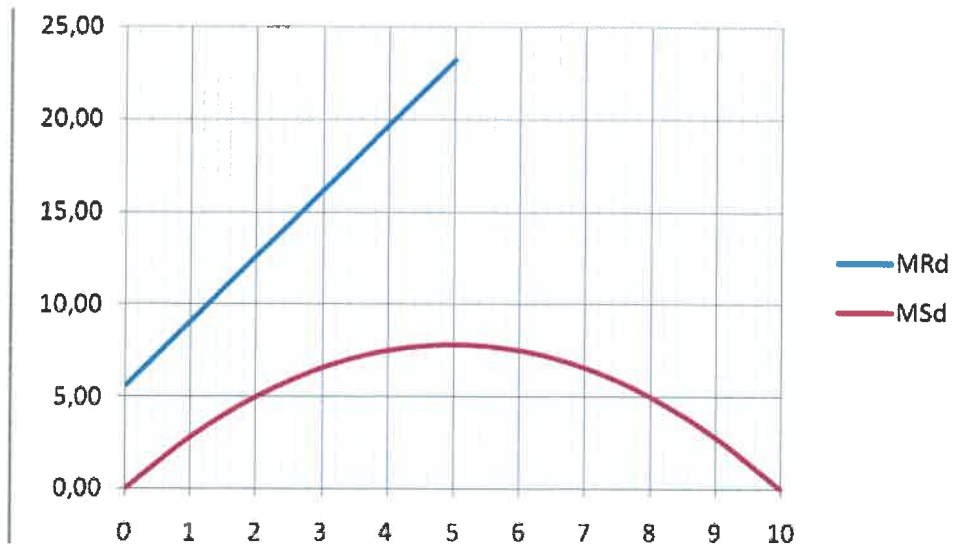
$$M_{Rd} = 5,60 + 13,72 \times x \text{ ( za območje od } x = 0 \text{ do } x = 1,31 \text{ m )}$$

$$M_{Sdx} = M_{Sd} \times 4 \times \left[ \frac{x}{L} - \left( \frac{x}{L} \right)^2 \right] = 7,85 \times 4 \times \left[ \frac{x}{L} - \left( \frac{x}{L} \right)^2 \right] = 31,40 \times \left[ \frac{x}{L} - \left( \frac{x}{L} \right)^2 \right]$$



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor



Ker je v dolžini delne strižne vezi  $L = 1,31$  m zagotovljen pogoj, da je  $M_{Rd} > M_{Sdx}$ , je zagotovljena tudi mejna strižna nosilnost

**Določitev mejne nosilnosti za prečno silo na ležišču:**

$$V_{Sd} = 12,72 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = 0,10 \times k \times \eta_1 \times (100 \times \rho_1 \times f_{CK})^{1/3} \times b_w \times d_p$$

kjer je:  $\eta_1 = 1,00$  za normalni beton

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_p}} = 1 + 1,53 = 2,53$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_w \times d_p} = \frac{16}{73,75 \times 8,56} = 0,03 > 0,02 - \text{upoštevam } 0,02$$

$b_w = 73,75 \text{ cm/m}$  - najmanjša strižna površina nad pločevino – širina reber

$$V_{Rd1} = 0,10 \times 2,53 \times 1 \times (100 \times 0,02 \times 25)^{1/3} \times 737,5 \times 85,6 \times 10^{-3} = 58,8 \text{ kN/m}$$

$V_{Rd1} = 58,8 \text{ kN/m} > V_{Sd} = 12,72 \text{ kN}$  strižna nosilnost na ležišču je zagotovljena



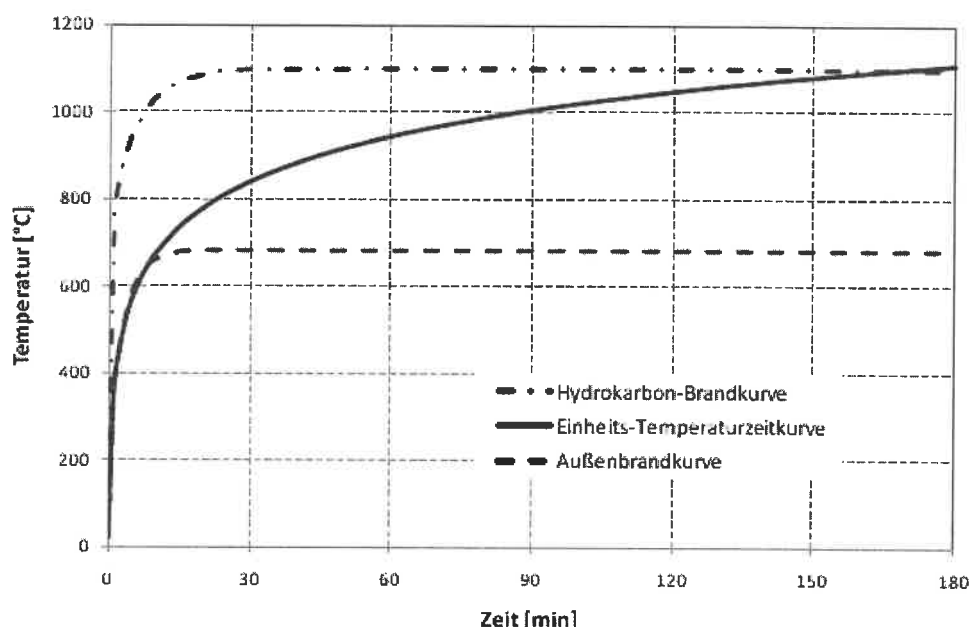
**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.1.1.3 IZKAZ POŽARNE VARNOSTI PLOČEVINE

#### POŽARNA OBREMENITEV

STANDARDNA POŽARNA KRIVULJA PO SIST EN 1991 – 1 – 2



FAKTOR ZMANJŠANJA ZA LASTNOSTI MATERIALA PRI POVEČANI TEMPERATURI( vmesne vrednosti linearno interpolirati )

Stahl-temperatur $\vartheta_a$	Abminderungsfaktoren bei Temperatur $\vartheta_a$ relativ zu dem Wert $f_y$ oder $E_a$ bei 20 °C		
	Abminderungsfaktor (relativ zu $f_y$ ) für die effektive Fließgrenze $k_{y,\vartheta} = f_{y,\vartheta} / f_y$	Abminderungsfaktor (relativ zu $f_y$ ) für die Proportionalitätsgrenze $k_{p,\vartheta} = f_{p,\vartheta} / f_y$	Abminderungsfaktor (relativ zu $E_a$ ) für die Steigung im elastischen Bereich $k_{E,\vartheta} = E_{a,\vartheta} / E_a$
20 °C	1,000	1,000	1,000
100 °C	1,000	1,000	1,000
200 °C	1,000	0,807	0,900
300 °C	1,000	0,613	0,800
400 °C	1,000	0,420	0,700
500 °C	0,780	0,360	0,600
600 °C	0,470	0,180	0,310
700 °C	0,230	0,075	0,130
800 °C	0,110	0,050	0,090
900 °C	0,060	0,0375	0,0675





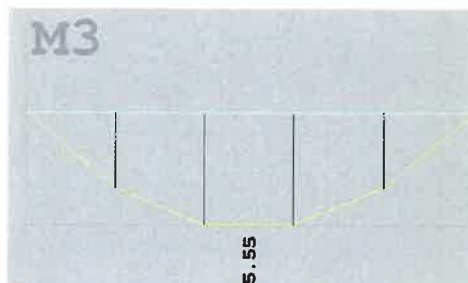
**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

Varnosti faktorji za požarno obremenitev

$$\gamma_{GA} = 1,00 \quad \psi_1 = 0,50 \quad \gamma_{M,0} = 1,00 \quad \gamma_{M,fi} = 1,00$$

### UPOGIBNI MOMENTI ZA POŽARNO OBREMENITEV



### KONTROLA NAPETOSTI PRI POŽARNI TEMPERATURI

#### DOLOČITEV TEMPERATURE JEKLA

Razvoj temperature po času se izračuna na naslednji način:

$$\Delta\theta_{a,t} = k_{sh} \times \frac{A_m / V}{c_a \times \rho_a} \times \dot{h}_{net} \times \Delta t$$

Kjer je:  $A_m/V$  ...razmerje med površino profila  $A_m$ , izpostavljeno požaru in volumnom profila  $V$

$k_{sh}$  ...korekturni koeficient zaradi obloge profila je  $0,90 \times \frac{(A_m/V)_b}{A_m/V}$

$c_a$  ...toplotna kapacitivnost železa v odvisnosti od temperature

$\rho_a$  ...7850 kg/m<sup>3</sup> specifična gostota jekla

Kot požarna obremenitev se upošteva standardna temperaturna krivulja in naslednji parametri:

$$\theta_g = 20 + \log_{10} \times (8 \times t + 1)$$

$$a_c = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\epsilon_m = 0,70$$

$$\epsilon_f = 1,00$$

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$\varnothing = 1,00$$

- koeficient toplotne prehodnosti

- emisivnost površine

- emisivnost ognja

- Stephan-Boltzmannova konstanta

- oblikovni koeficient



**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

$$\dot{h}_{net} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}$$

$$\dot{h}_{net,c} = a_c (\theta_g - \theta_a)$$

$$\dot{h}_{net,r} = \varnothing \times \varepsilon_m \times \varepsilon_f \times \sigma \times \left[ (\theta_g + 273)^4 - (\theta_a + 273)^4 \right]$$

$$\Delta t = 5s$$

- največji časovni interval se izbere 5 sekund

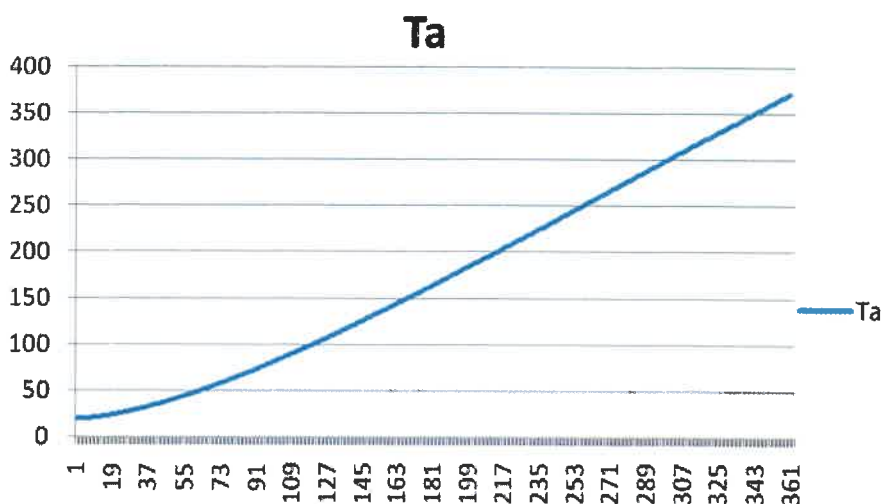
Za naš primer HI-BOND, na zgornji strani zaščiten z betonsko ploščo 5,5 cm, velja

$$A_m = b_{PL} = 1,55 \text{ m}^2$$

$$V = 0,0825 \text{ m}^3$$

$$A_m/V = 18,1 / \text{m}$$

355	29,500	839,3	366,1	11828,8	54141,3	65970,1	590,4	1,161
356	29,583	839,7	367,3	11810,3	54185,0	65995,3	590,9	1,161
357	29,667	840,1	368,5	11791,8	54228,4	66020,2	591,4	1,160
358	29,750	840,5	369,6	11773,3	54271,3	66044,6	591,9	1,160
359	29,833	841,0	370,8	11754,7	54313,9	66068,6	592,4	1,159
360	29,917	841,4	<b>371,9</b>	11736,1	54356,1	66092,2	592,9	1,158



Temperatura jekla po 30 minutah je  $T_a = 372 \text{ }^\circ\text{C} < 400 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow k_{y,\theta} = 1,00$

**DOKAZ NOSILNOSTI PREREZA PRI POŽARNI OBREMENITVI**

Preostanek nosilnosti jekla  $k_{y,\theta} = 1,00$

$$M_{Rd} = 23,57 \text{ kNm}$$

$$M_{fi,Ed} = 5,55 \text{ kNm}$$

$$k_1 = 0,70$$

$$k_2 = 1,00$$

**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

$$M_{fi,t,Rd} = \frac{M_{fi,\theta,Rd}}{k_1 \times k_2}$$

$$M_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta} \times (\gamma_{M,0} / \gamma_{M,fi}) \times M_{Rd}$$

$$M_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta} \times (\gamma_{M,0} / \gamma_{M,fi}) \times M_{Rd} = 1,00 \times (1,0 / 1,0) \times 23,57 = 23,57 \text{ kNm}$$

$$M_{fi,t,Rd} = \frac{M_{fi,\theta,Rd}}{k_1 \times k_2} = \frac{23,57}{0,7 \times 1,0} = 33,67 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{fi,Ed}}{M_{fi,t,Rd}} = \frac{5,55}{33,67} = 0,17 < 1,0 \quad \text{v redu}$$

#### 3.1.1.4 ARMATURA V PLOŠČI ZA OMEJITEV RAZPOK

Ker kontinuirano ploščo računam kot vrsto prostoležečih razponov, moram nad podporami zagotoviti normirano armaturo, ki v skladu s točko 9.8.1 EVROKODOV SIST EN 1994-1-1 znaša:

$$A_s = 0,004 \times b \times h_c = 0,004 \times 100 \times (11,0 - 5,5) = 2,22 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Upoštevam mrežo Q 333 (  $A_s = 3,35 \text{ cm}^2 / \text{m}$  )

#### 3.1.1.5 KONTROLA DEFORMACIJ

Deformacije so omejene s pogojem  $L / d_p < 35$

$$L = 0,80 \times 257 = 206 \text{ cm} \quad d_p = 8,56 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{L}{d_p} = \frac{206}{8,56} = 24 < 35 \quad \text{pogoj upogibne vitkosti je izpolnjen}$$

#### 3.1.2 BETONSKA PLOŠČA NAD PODPORO

Ploščo nad podporo računam kot kontinuirno ploščo preko dveh polj z upoštevanjem vložene armature mrežo Q 335 (  $A_s = 3,35 \text{ cm}^2 / \text{m}$  ), kvaliteta armature B 500 B ,  $f_{sk} = 50 \text{ kN/cm}^2$ .

$$N_{as} = \frac{A_s \times f_{sk}}{\gamma_s} = \frac{3,35 \times 50}{1,15} = 145 \text{ kN} = N_{CF}$$

$$N_{CF} = x \times b \times (0,85 \times f_{ck} / \gamma_c)$$

$$x = \frac{N_{CF}}{b \times (0,85 \times \frac{f_{ck}}{\gamma_c})} = \frac{145}{50 \times (0,85 \times \frac{2,5}{1,5})} = 2,05 \text{ cm}$$



**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

$$\dot{h}_{net} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}$$

$$\dot{h}_{net,c} = a_c(\theta_g - \theta_a)$$

$$\dot{h}_{net,r} = \varnothing \times \varepsilon_m \times \varepsilon_f \times \sigma \times \left[ (\theta_g + 273)^4 - (\theta_a + 273)^4 \right]$$

$$\Delta t = 5s$$

- največji časovni interval se izbere 5 sekund

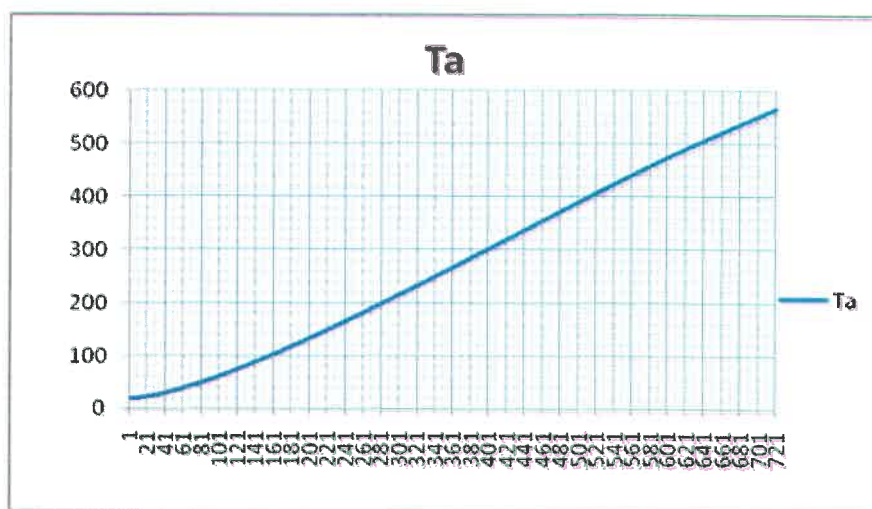
Za naš primer HI-BOND, na zgornji strani zaščiten z betonsko ploščo 5,5 cm in estrihom minimalne debeline 5,0 cm, velja

$$A_m = b_{PL} = 1,55 \text{ m}^2$$

$$V = 0,1325 \text{ m}^3$$

$$A_m/V = 11,7 / \text{m}$$

716	59,583	944,3	<b>563,1</b>	9530,0	67771,6	77301,7	720,8	0,720
717	59,667	944,5	563,8	9517,3	67764,6	77281,9	721,5	0,719
718	59,750	944,7	<b>564,5</b>	9504,5	67757,5	77262,0	722,2	0,718
719	59,833	944,9	565,3	9491,8	67750,2	77242,0	722,9	0,717
720	59,917	945,1	<b>566,0</b>	9479,1	67742,8	77221,9	723,6	0,716



Temperatura jekla po 60 minutah je  $T_a = 566 \text{ °C} \Rightarrow k_{y,\theta} = 0,575$

DOKAZ NOSILNOSTI PREREZA PRI POŽARNI OBREMENITVI

Preostanek nosilnosti jekla  $k_{y,\theta} = 0,575$

$$M_{Rd} = 23,57 \text{ kNm}$$

$$M_{fi,Ed} = 5,55 \text{ kNm}$$

$$k_1 = 0,70$$

$$k_2 = 1,00$$

**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

$$M_{fi,t,Rd} = \frac{M_{fi,\theta,Rd}}{k_1 \times k_2}$$

$$M_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta} \times (\gamma_{M,0} / \gamma_{M,fi}) \times M_{Rd}$$

$$M_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta} \times (\gamma_{M,0} / \gamma_{M,fi}) \times M_{Rd} = 0,575 \times (1,00 / 1,00) \times 23,57 = 13,56 \text{ kNm}$$

$$M_{fi,t,Rd} = \frac{M_{fi,\theta,Rd}}{k_1 \times k_2} = \frac{13,56}{0,7 \times 1,00} = 19,37 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{fi,Ed}}{M_{fi,t,Rd}} = \frac{5,55}{19,37} = 0,29 < 1,0 \quad \text{v redu}$$

### 3.1.1.4 ARMATURA V PLOŠČI ZA OMEJITEV RAZPOK

Ker kontinuirano ploščo računam kot vrsto prostoležečih razponov, moram nad podporami zagotoviti normirano armaturo, ki v skladu s točko 9.8.1 EVROKODOV SIST EN 1994-1-1 znaša:

$$A_s = 0,004 \times b \times h_c = 0,004 \times 100 \times (11,0 - 5,5) = 2,22 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Upoštevam mrežo Q 333 (  $A_s = 3,35 \text{ cm}^2 / \text{m}$  )

### 3.1.1.5 KONTROLA DEFORMACIJ

Deformacije so omejene s pogojem  $L / d_p < 35$

$$L = 0,80 \times 257 = 206 \text{ cm} \quad d_p = 8,56 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{L}{d_p} = \frac{206}{8,56} = 24 < 35 \quad \text{pogoj upogibne vitkosti je izpolnjen}$$

### 3.1.2 BETONSKA PLOŠČA NAD PODPORO

Ploščo nad podporo računam kot kontinuirno ploščo preko dveh polj z upoštevanjem vložene armature mrežo Q 335 (  $A_s = 3,35 \text{ cm}^2 / \text{m}$  ), kvaliteta armature B 500 B ,  $f_{sk} = 50 \text{ kN/cm}^2$ .

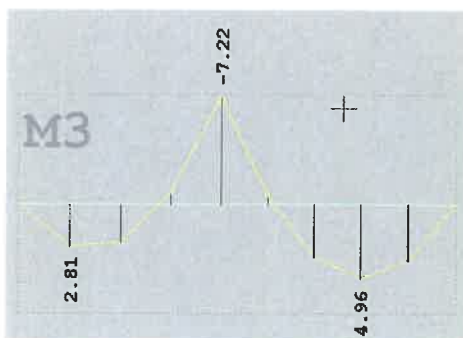
$$N_{as} = \frac{A_s \times f_{sk}}{\gamma_s} = \frac{3,35 \times 50}{1,15} = 145 \text{ kN} = N_{CF}$$

$$N_{CF} = x \times b \times (0,85 \times f_{ck} / \gamma_c)$$

$$x = \frac{N_{CF}}{b \times (0,85 \times \frac{f_{ck}}{\gamma_c})} = \frac{145}{50 \times (0,85 \times \frac{25}{1,5})} = 2,05 \text{ cm}$$

**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

$$M_{P,Rd} = N_{CF} \times (d_p - 0,50 \times x - a) = 145 \times (0,11 - 0,50 \times 0,02 - 2,50) = 10,88 \text{ kNm/m}$$



$$M_{Sd} = 7,22 \text{ kNm/m} < M_{P,Rd} = 10,88 \text{ kNm/m}$$

### 3.2 RAZPON L = 3,37 m

#### 3.2.1 HI – BOND PLOČEVINA

##### 3.2.1.1 OSNOVNI PODATKI

Pločevino dimenzioniram za statični sistem prostoležečega nosilca.

Karakteristike materialov:	pločevina HI-BOND	$f_Y$	= 275 MPa
	Beton C 25/30	$f_{CK}$	= 25 MPa
	Jeklo B 500 B	$f_{SK}$	= 500 MPa
Debelina betonske plošče:		$d$	= 11,00 cm
Statična višina plošče	$d - y_T = 11,00 - 2,44$	$d_p$	= 8,56 cm

Delni faktorji:

Vpliva:	stalni	$\gamma_G$	= 1,35
	spremenljivi	$\gamma_Q$	= 1,50
Materiala	beton	$\gamma_C$	= 1,50
	Pločevina	$\gamma_A$	= 1,10
	Jekleni profili	$\gamma_{M0}$	= 1,10
	Armatura	$\gamma_S$	= 1,15
	strižni čepi	$\gamma_V$	= 1,25

**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.2.1.2 IZKAZ MEJNE NOSILNOSTI

**Izračun mejne nosilnosti po metodi delne strižne vezi:**

Blechdicke $t_N$ mm	Verbundfestigkeit $\tau_{u,Rd}$ kN/cm <sup>2</sup>
0,75	0,022
0,88	0,034
1,00	0,040
1,25	0,050

 $\tau_{u,Rk} = 300 \text{ kN/m}^2$  - po podatkih proizvajalca za pločevino debeline 0,8 mm in višine 55 mm

$$\tau_{u,Rd} = \frac{\tau_{u,Rk}}{\gamma_V} = \frac{300}{1,25} = 240 \text{ kN/m}^2$$

$$|N_{CF}| = \frac{A_P \times f_{Y,PK}}{\gamma_A} = \frac{12,66 \times 27,5}{1,1} = 316 \text{ kN/m}$$

$$z_{PL} = \frac{|N_{CF}|}{b \times \left(0,85 \times \frac{f_{CK}}{\gamma_C}\right)} = \frac{316}{100 \times \left(0,85 \times \frac{2,5}{1,5}\right)} = 2,2 \text{ cm}$$

$$M_{pl,Rd} = |N_{CF}| \times (d_P - 0,50 \times z_{PL}) = 316 \times (8,56 - 0,50 \times 2,2) = 2.357 \text{ kNcm} = 23,57 \text{ kNm}$$

 **$M_{Sd} = 7,85 \text{ kNm} < M_{Rd} = 23,57 \text{ kNm}$  pogoj mejne nosilnosti je izpolnjen****Določitev strižne dolžine :**

$$L_{St} = \frac{|N_{CF}|}{b \times \tau_{u,Rd}} = \frac{316}{1 \times 240} = 1,31 \text{ m}$$

Enačbi premic pri metodi delne strižne vezi, kjer je potrebno izpolniti pogoj , da je po celotni dolžini pločevine  $M_{Rd} > M_{Sd}$ :

$$M_{Rd} = 5,60 + 13,72 \times x \quad (\text{za območje od } x = 0 \text{ do } x = 1,31 \text{ m})$$

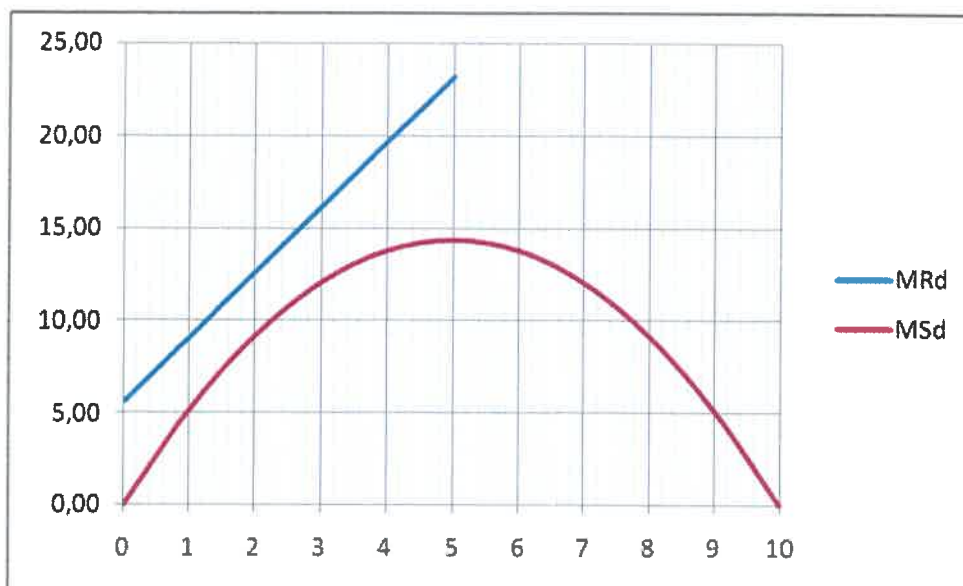
$$M_{Sdx} = M_{Sd} \times 4 \times \left[ \frac{x}{L} - \left( \frac{x}{L} \right)^2 \right] = 14,35 \times 4 \times \left[ \frac{x}{L} - \left( \frac{x}{L} \right)^2 \right] = 57,40 \times \left[ \frac{x}{L} - \left( \frac{x}{L} \right)^2 \right]$$





**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor



Ker je v dolžini delne strižne vezi  $L = 1,31$  m zagotovljen pogoj, da je  $M_{Rd} > M_{Sdx}$ , je zagotovljena tudi mejna strižna nosilnost

**Določitev mejne nosilnosti za prečno silo na ležišču:**

$$V_{Sd} = 12,72 \text{ kN}$$

$$V_{Rdl} = 0,10 \times k \times \eta_1 \times (100 \times \rho_1 \times f_{CK})^{1/3} \times b_w \times d_p$$

kjer je:  $\eta_1 = 1,00$  za normalni beton

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_p}} = 1 + 1,53 = 2,53$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_w \times d_p} = \frac{16}{73,75 \times 8,56} = 0,03 > 0,02 - \text{upoštevam } 0,02$$

$b_w = 73,75 \text{ cm/m}$  - najmanjša strižna površina nad pločevino – širina reber

$$V_{Rdl} = 0,10 \times 2,53 \times 1 \times (100 \times 0,02 \times 25)^{1/3} \times 737,5 \times 85,6 \times 10^{-3} = 58,8 \text{ kN/m}$$

$V_{Rdl} = 58,8 \text{ kN/m} > V_{Sd} = 17,03 \text{ kN}$  strižna nosilnost na ležišču je zagotovljena



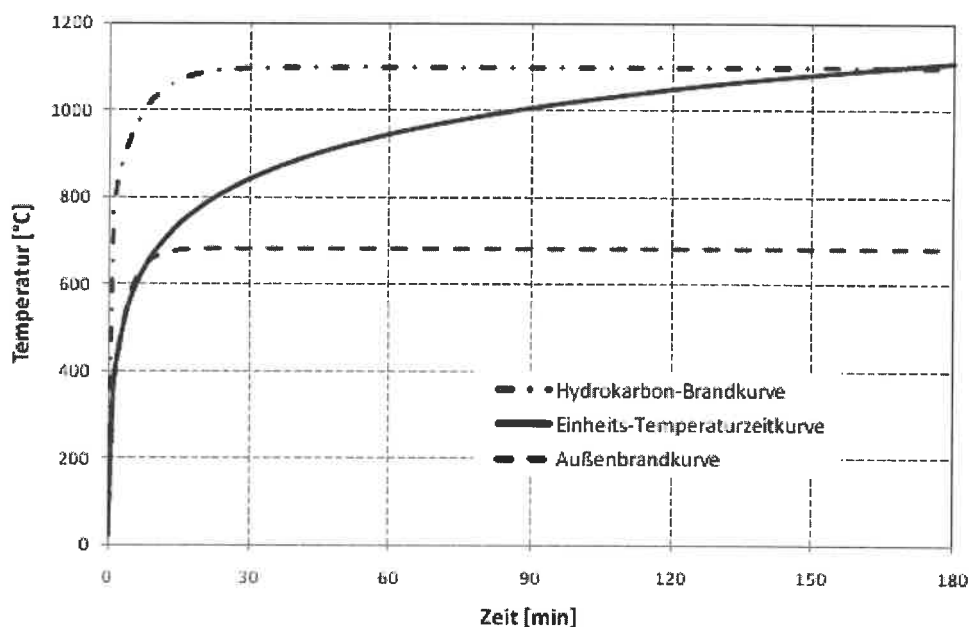
**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.1.1.3 IZKAZ POŽARNE VARNOSTI PLOČEVINE

#### POŽARNA OBREMENITEV

STANDARDNA POŽARNA KRIVULJA PO SIST EN 1991 – 1 – 2



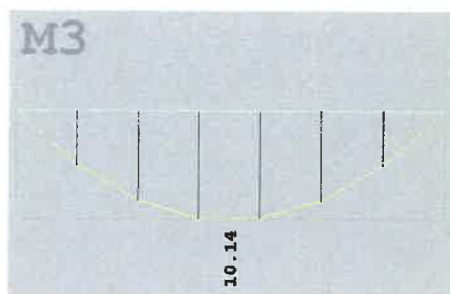
FAKTOR ZMANJŠANJA ZA LASTNOSTI MATERIALA PRI POVEČANI TEMPERATURI( vmesne vrednosti linearno interpolirati )

Stahl-temperatur $\theta_a$	Abminderungsfaktoren bei Temperatur $\theta_a$ relativ zu dem Wert $f_y$ oder $E_a$ bei 20 °C		
	Abminderungsfaktor (relativ zu $f_y$ ) für die effektive Fließgrenze $k_{y,s} = f_{y,s} / f_y$	Abminderungsfaktor (relativ zu $f_y$ ) für die Proportionalitätsgrenze $k_{p,s} = f_{p,s} / f_y$	Abminderungsfaktor (relativ zu $E_a$ ) für die Steigung im elastischen Bereich $k_{E,s} = E_{a,s} / E_a$
20 °C	1,000	1,000	1,000
100 °C	1,000	1,000	1,000
200 °C	1,000	0,807	0,900
300 °C	1,000	0,613	0,800
400 °C	1,000	0,420	0,700
500 °C	0,780	0,360	0,600
600 °C	0,470	0,180	0,310
700 °C	0,230	0,075	0,130
800 °C	0,110	0,050	0,090
900 °C	0,060	0,0375	0,0675

Varnosti faktorji za požarno obremenitev

$$\gamma_{GA} = 1,00 \quad \psi_1 = 0,50 \quad \gamma_{M,0} = 1,00 \quad \gamma_{M,fi} = 1,00$$

### UPOGIBNI MOMENTI ZA POŽARNO OBREMENITEV



### KONTROLA NAPETOSTI PRI POŽARNI TEMPERATURI

#### DOLOČITEV TEMPERATURE JEKLA

Razvoj temperature po času se izračuna na naslednji način:

$$\Delta\theta_{a,t} = k_{sh} \times \frac{A_m/V}{c_a \times \rho_a} \times \dot{h}_{net} \times \Delta t$$

Kjer je:  $A_m/V$  ...razmerje med površino profila  $A_m$ , izpostavljeno požaru in volumnom profila  $V$

$k_{sh}$  ...korekturni koeficient zaradi obloge profila je  $0,90 \times \frac{(A_m/V)_b}{A_m/V}$

$c_a$  ...toplotna kapacitivnost železa v odvisnosti od temperature

$\rho_a$  ...7850 kg/m<sup>3</sup> specifična gostota jekla

Kot požarna obremenitev se upošteva standardna temperaturna krivulja in naslednji parametri:

$$\theta_g = 20 + \log_{10} \times (8 \times t + 1)$$

$$a_c = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\varepsilon_m = 0,70$$

$$\varepsilon_f = 1,00$$

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$\varnothing = 1,00$$

- koeficient toplotne prehodnosti

- emisivnost površine

- emisivnost ognja

- Stephan-Boltzmannova konstanta

- oblikovni koeficient



**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

$$\dot{h}_{net} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}$$

$$\dot{h}_{net,c} = a_c(\theta_g - \theta_a)$$

$$\dot{h}_{net,r} = \varnothing \times \varepsilon_m \times \varepsilon_f \times \sigma \times \left[ (\theta_g + 273)^4 - (\theta_a + 273)^4 \right]$$

$$\Delta t = 5s$$

- največji časovni interval se izbere 5 sekund

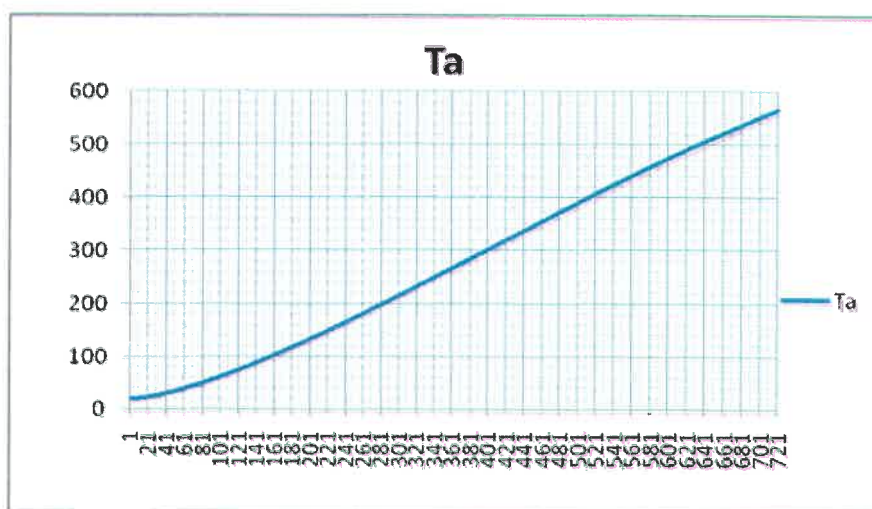
Za naš primer HI-BOND , na zgornji strani zaščiten z betonsko ploščo 5,5 cm in estrihom minimalne debeline 5,0 cm, velja

$$A_m = b_{PL} = 1,55 \text{ m}^2$$

$$V = 0,1325 \text{ m}^3$$

$$A_m/V = 11,7 / \text{m}$$

716	59,583	944,3	<b>563,1</b>	9530,0	67771,6	77301,7	720,8	0,720
717	59,667	944,5	563,8	9517,3	67764,6	77281,9	721,5	0,719
718	59,750	944,7	<b>564,5</b>	9504,5	67757,5	77262,0	722,2	0,718
719	59,833	944,9	565,3	9491,8	67750,2	77242,0	722,9	0,717
720	59,917	945,1	<b>566,0</b>	9479,1	67742,8	77221,9	723,6	0,716



Temperatura jekla po 60 minutah je  $T_a = 566 \text{ °C} \Rightarrow k_{y,\theta} = 0,575$

DOKAZ NOSILNOSTI PREREZA PRI POŽARNI OBREMENITVI

Preostanek nosilnosti jekla  $k_{y,\theta} = 0,575$

$$M_{Rd} = 23,57 \text{ kNm}$$

$$M_{f,Ed} = 10,14 \text{ kNm}$$

$$k_1 = 0,70$$

$$k_2 = 1,00$$

**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

$$M_{fi,t,Rd} = \frac{M_{fi,\theta,Rd}}{k_1 \times k_2}$$

$$M_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta} \times (\gamma_{M,0} / \gamma_{M,fi}) \times M_{Rd}$$

$$M_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta} \times (\gamma_{M,0} / \gamma_{M,fi}) \times M_{Rd} = 0,575 \times (1,00 / 1,00) \times 23,57 = 13,56 \text{ kNm}$$

$$M_{fi,t,Rd} = \frac{M_{fi,\theta,Rd}}{k_1 \times k_2} = \frac{13,56}{0,7 \times 1,00} = 19,37 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{fi,Ed}}{M_{fi,t,Rd}} = \frac{10,14}{19,37} = 0,52 < 1,0 \quad \text{v redu}$$

### 3.1.1.4 ARMATURA V PLOŠČI ZA OMEJITEV RAZPOK

Ker kontinuirano ploščo računam kot vrsto prostoležečih razponov, moram nad podporami zagotoviti normirano armaturo, ki v skladu s točko 9.8.1 EVROKODOV SIST EN 1994-1-1 znaša:

$$A_s = 0,004 \times b \times h_c = 0,004 \times 100 \times (11,0 - 5,5) = 2,22 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Upoštevam mrežo **Q 503** ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2 / \text{m}$ )

### 3.1.1.5 KONTROLA DEFORMACIJ

Deformacije so omejene s pogojem  $L_i / d_p < 35$   $L_i = 0,80 \times 337 = 270 \text{ cm}$   $d_p = 8,56 \text{ cm}$

$$\lambda = \frac{L}{d_p} = \frac{270}{8,56} = 32 < 35 \quad \text{pogoj upogibne vitkosti je izpolnjen}$$

### 3.1.2 BETONSKA PLOŠČA NAD PODPORO

Ploščo nad podporo računam kot kontinuirno ploščo preko dveh polj z upoštevanjem vložene armature mrežo **Q 503** ( $A_s = 5,03 \text{ cm}^2 / \text{m}$ ), kvaliteta armature B 500 B,  $f_{sk} = 50 \text{ kN/cm}^2$ .

$$N_{as} = \frac{A_s \times f_{sk}}{\gamma_s} = \frac{5,03 \times 50}{1,15} = 218 \text{ kN} = N_{CF} \quad \gg \quad N_{CF} = x \times b \times (0,85 \times f_{ck} / \gamma_c)$$

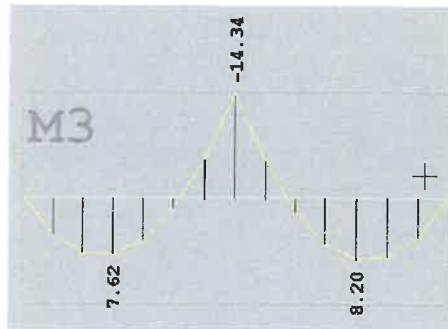
$$x = \frac{N_{CF}}{b \times (0,85 \times \frac{f_{ck}}{\gamma_c})} = \frac{218}{50 \times (0,85 \times \frac{2,5}{1,5})} = 3,09 \text{ cm}$$



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

$$M_{P,Rd} = N_{CF} \times (d_p - 0,50 \times x - a) = 218 \times (0,11 - 0,50 \times 0,03 - 2,50) = 15,26 \text{ kNm/m}$$



$$M_{Sd} = 14,34 \text{ kNm/m} < M_{P,Rd} = 15,26 \text{ kNm/m}$$

**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor**POZ JK – JEKLENA KONSTRUKCIJA****1.0 ZASNOVA**

Primarni strešni nosilec je razpona  $L = 27,15$  m ter je kontinuirni nosilec preko dveh polj. Prvo polje je razpona 20,37 m, drugi razpon pa je 6,78 m. Na obeh koncih palični jekleni nosilec nalega na jeklenih stebrih, vmesna podpora pa je armiranobetonska stena debeline 25 cm. Zgornji tlačeni pas paličnega nosilca je iz profila HEA 240, spodnji pas je iz profila HEA 220, diagonale so iz kvadratnih cevi 150/5 mm, 130/5 mm, 110/5 mm in iz okroglih cevi  $\varnothing 298,5/12,5$  mm. Nosilec je obremenjen na zgornjem pasu s strešno obtežbo, na spodnji pas s koncentriranimi silami v vozlišču z etažno obtežbo.

**2.0 OBTEŽBA****2.1 STREŠNI NOSILEC****2.11 NA ZGORNJI PAS ( na razmaku 1,05 m )****ZA STALNO TEŽO**

VERTIKALNA REAKCIJA NA NOSILEC	:	$R_{VNS} = 1,32$ kN
Lastna teža v vozlišču: 0,20 + 0,35 + 0,25	:	$R_{VLTN} = 0,80$ kN
SKUPNA OBTEŽBA: $2 \times 1,32 + 0,80$		$R_{VS} = 3,44$ kN

**ZA KORISTNO TEŽO**

VERTIKALNA REAKCIJA NA NOSILEC	:	$R_{VK1} = 3,05$ kN
SKUPNA OBTEŽBA NA ZGORNJI PAS: $2 \times R_{VK1}$		$R_{VK} = 6,10$ kN

**2.12 NA SPODNJI PAS ( v vozliščih na razmaku 3,00 m )****ZA STALNO TEŽO**

VERTIKALNA REAKCIJA NA NOSILEC	:	$R_{VNS} = 1,75$ kN
SKUPNA OBTEŽBA: $2 \times 1,75$		$R_{VS} = 3,50$ kN

**ZA KORISTNO TEŽO**

VERTIKALNA REAKCIJA NA NOSILEC	:	$R_{VK} = 7,20$ kN
SKUPNA OBTEŽBA: $2 \times 7,20$		$R_{VK} = 14,40$ kN

**2.2 ETAŽNA PLOŠČA HI BOND**

Guma		$= 0,10$ kN/m <sup>2</sup>
Estrih 6 cm	$0,06 \times 25$	$= 1,50$ kN/m <sup>2</sup>
AB plošča na HI BOND – u 8 cm	$0,08 \times 25$	$= 2,00$ kN/m <sup>2</sup>
Pločevina HI BOND		$= 0,15$ kN/m <sup>2</sup>
Obešen strop + inštalacije		$= 0,25$ kN/m <sup>2</sup>

**STALNA TEŽA SKUPAJ**

$$g_{ST} = 4,00 \text{ kN/m}^2$$





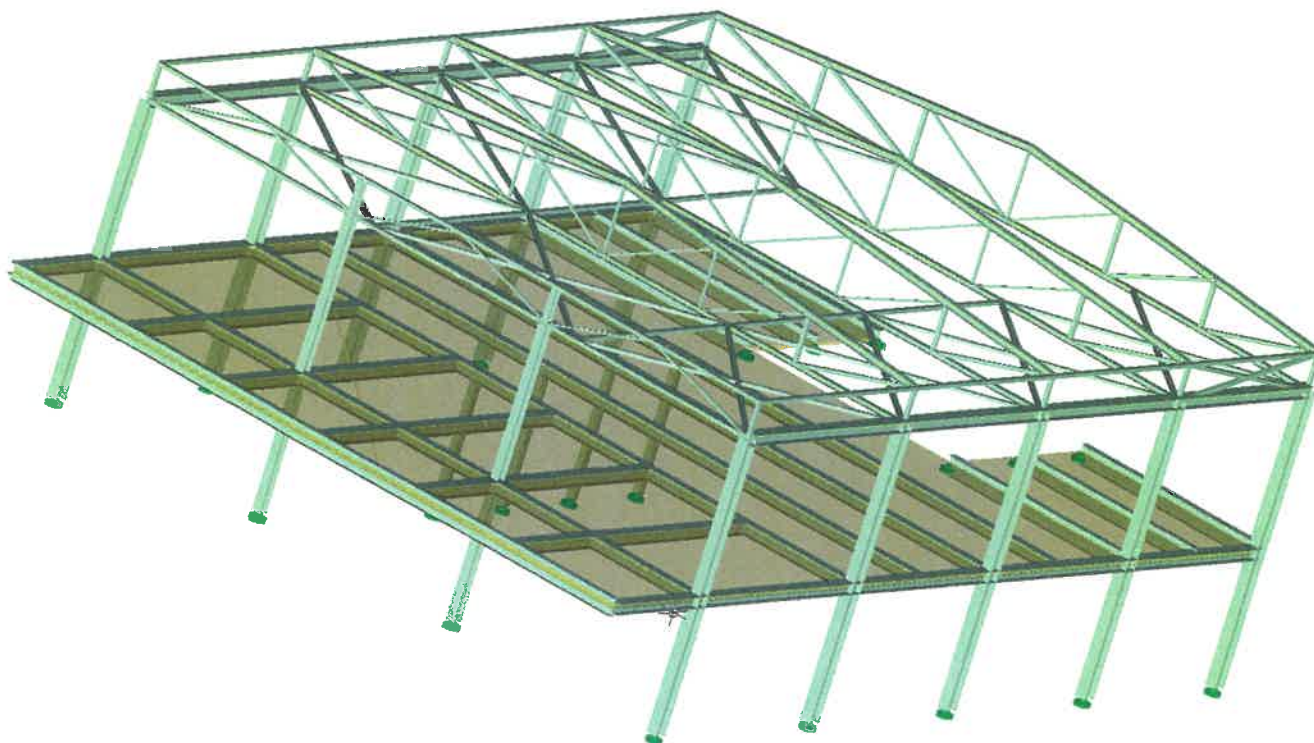
**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

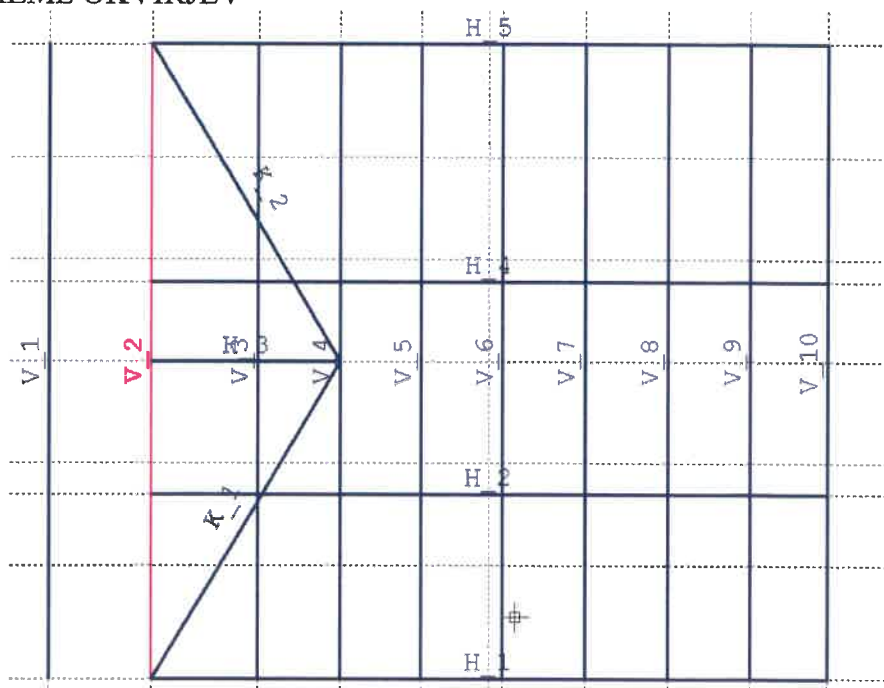
Koristna obtežba po SIST EN 1991-1-1 Preglednica 6.1 za kategorijo uporabe  
C 1 – Sprejemnice  $p = 3,00 \text{ kN/m}^2$

**KORISTNA TEŽA SKUPAJ**  $p = 3,00 \text{ kN/m}^2$

**HEMA KONSTRUKCIJE – AKSONOMETRIJA**



**TLORIS SCHEME OKVIRJEV**



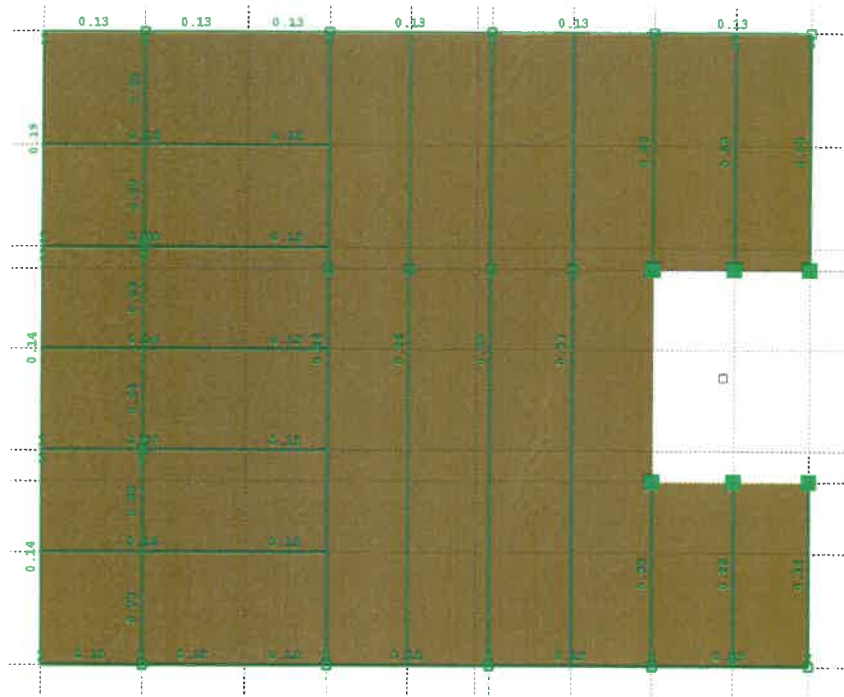
The diagram shows a truss structure with nodes represented by circles and members represented by lines. The structure is supported by a fixed support on the left and a roller support on the right. The members are labeled with sets of internal forces, such as  $\{1\}$ ,  $\{2\}$ ,  $\{3\}$ ,  $\{4\}$ ,  $\{5\}$ ,  $\{6\}$ , and  $\{10\}$ . The structure is divided into sections by vertical dashed lines, and the internal forces are shown as sets of values for each member.





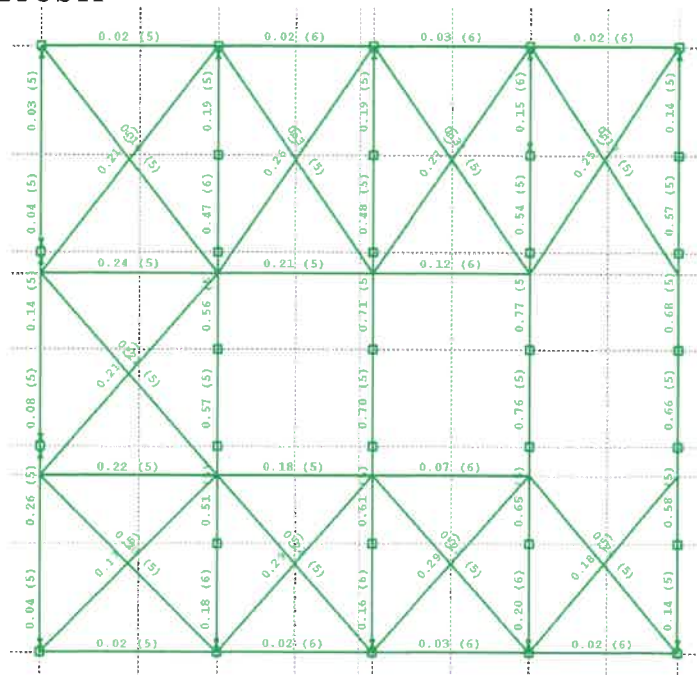
**ENELING** d.o.o.  
podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## KONTROLA STABILNOSTI



## 3.3 VETRNO POVEZJE

### KONTROLA NAPETOSTI



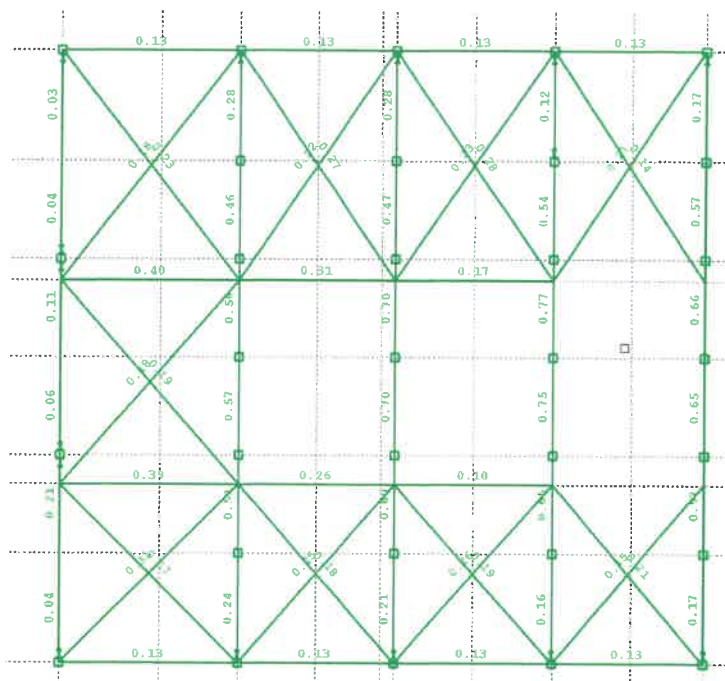




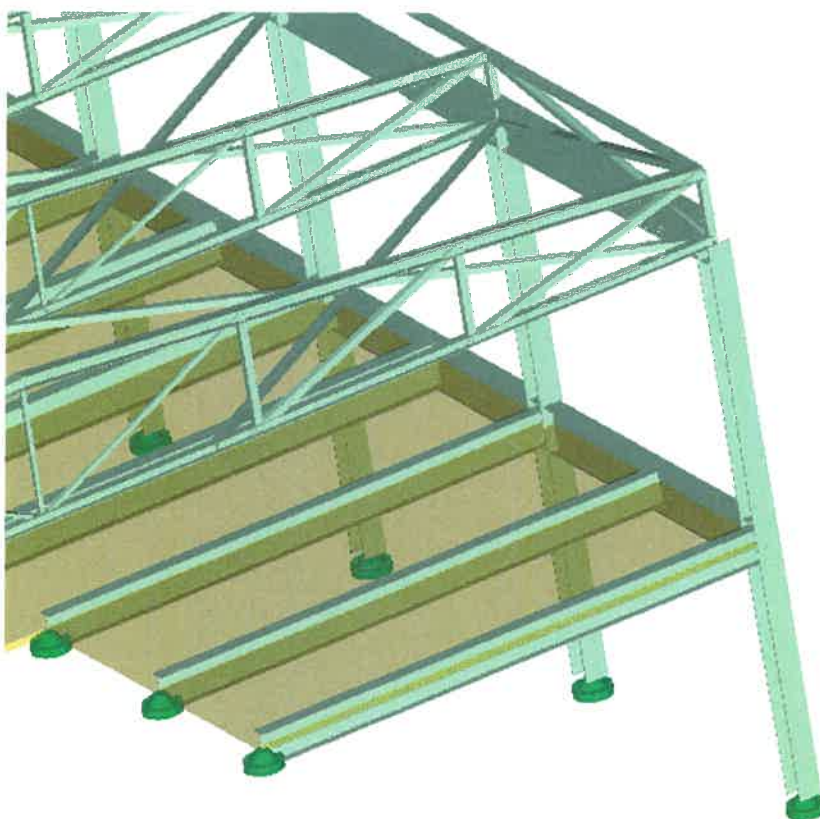
**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## KONTROLA STABILNOSTI



### 3.4 SIDRANJE ETAŽNIH NOSILCEV NA OBSTOJEČI OPEČNI ZID STATIČNI SISTEM





**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarški prehod 5, 2000 Maribor

## SLIKOVNA DOKUMENTACIJA – PRIPRAVA



## SLIKOVNA DOKUMENTACIJA – IZVEDBA



**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

Izračun kontaktnih napetosti na opeko

STALNA TEŽA

KORISTNA TEŽA



$$R_{Edc} = 1,35 \times 32,31 + 1,50 \times 24,18 = 79,90 \text{ kN}$$

Pritisk na opečno steno:

$$A_b = 0,40 \times 0,25 = 0,10 \text{ m}^2$$

Dovoljeni pritisk na opeko po rezultatih raziskave inštituta IRMA d.o.o.

Preskus tlačne trdnosti opečnih vzorcev.

**Sonda Z1**, predstavlja notranji, vzhodni zid ob stopnišču proti kleti (**sl.2**).

Na osnovi sondiranja ugotavljamo, da je zid izveden s polno opeko NF.

Na osnovi odvzetega gradiva zidu (**vzorec V1**) in na osnovi laboratorijskih preiskav ocenjujemo, da so mehanske lastnosti zidu sledeče:

Na osnovi pregleda zidne malte ocenjujemo, da je

- malta trdnosti **1,0 MPa**.
- tlačna trdnost zidu  **$f_c = 1,6 \text{ MPa}$**
- natezna trdnost zidu  **$f_t = 0,09 \text{ MPa}$**

$$R_{Rdc} = \beta \times A_b \times f_d = \left(1 + 0,30 \times \frac{a_1}{h_c}\right) \times \left(1,50 - 1,1 \times \frac{A_b}{A_{ef}}\right) \times A_b \times f_d$$

Za koncentrirani vnos obtežbe se lahko obtežba na opečni zid poveča, vendar koeficient  $\beta$  nesme biti večji od 1,50 ali od izraza  $1,25 + \frac{a_1}{2 \times h_c}$ , kjer je  $a_1$  razdalja med koncem zidu inbližjim robom obremenjene površine (v našem primeru je  $a_1 = 0,00$ ). Upošteva se manjša vrednost – v našem primeru je to **1,25**.

$$R_{Rdc} = 1,25 \times 0,10 \times 1600/2,50 = 80,00 \text{ kN}$$

$$R_{Edc} = 79,90 \text{ kN} < R_{Rdc} = 80,00 \text{ kN}$$

**v redu**





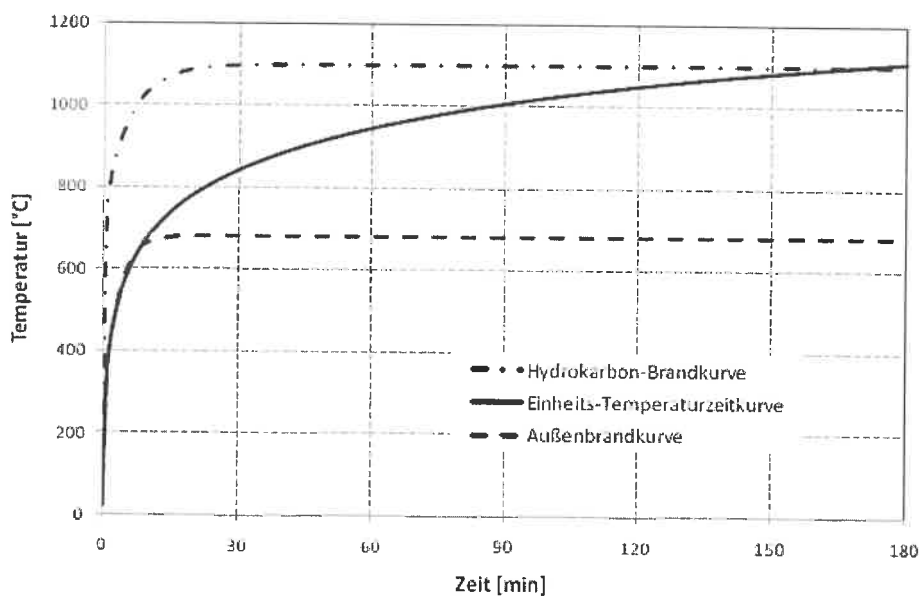
**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## POŽARNA OBREMENITEV JEKLENE KONSTRUKCIJE

Kot dopolnitev projektne dokumentacije PID za jekleno konstrukcijo izračunam še požarno varnost jeklene konstrukcije za razred požarne nosilnosti R 60 in R 30, kakor je zahtevano v Zasnovi požarne varnosti. S tem izračunom dokažem nosilnost nosilnih jeklenih elementov konstrukcije za obremenitev s standardno požarno krivuljo.

### STANDARDNA POŽARNA KRIVULJA PO SIST EN 1991 - 1 - 2



**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor**FAKTOR ZMANJŠANJA ZA LASTNOSTI MATERIALA PRI POVEČANI TEMPERATURI**

( vmesne vrednosti linearno interpolirati )

Stahl- temperatur $\theta_a$	Abminderungsfaktoren bei Temperatur $\theta_a$ relativ zu dem Wert $f_y$ oder $E_a$ bei 20 °C		
	Abminderungsfaktor (relativ zu $f_y$ ) für die effektive Fließgrenze $k_{y,\theta} = f_{y,\theta} / f_y$	Abminderungsfaktor (relativ zu $f_y$ ) für die Proportionalitätsgrenze $k_{p,\theta} = f_{p,\theta} / f_y$	Abminderungsfaktor (relativ zu $E_a$ ) für die Steigung im elastischen Bereich $k_{E,\theta} = E_{a,\theta} / E_a$
20 °C	1,000	1,000	1,000
100 °C	1,000	1,000	1,000
200 °C	1,000	0,807	0,900
300 °C	1,000	0,613	0,800
400 °C	1,000	0,420	0,700
500 °C	0,780	0,360	0,600
600 °C	0,470	0,180	0,310
700 °C	0,230	0,075	0,130
800 °C	0,110	0,050	0,090
900 °C	0,060	0,0375	0,0675
1 000 °C	0,040	0,0250	0,0450
1 100 °C	0,020	0,0125	0,0225
1 200 °C	0,000	0,0000	0,0000
ANMERKUNG Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.			

Kontrolo nosilnosti jeklene konstrukcije izvedem za posamezne nosilne elemente in sicer za strešno konstrukcijo dokazujem požarno odpornost R 30, za stebre v etaži pa požarno odpornost R 60.



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## POZ PNE – PRIMARNI NOSILEC ETAŽE

### 1.0 ZASNOVA

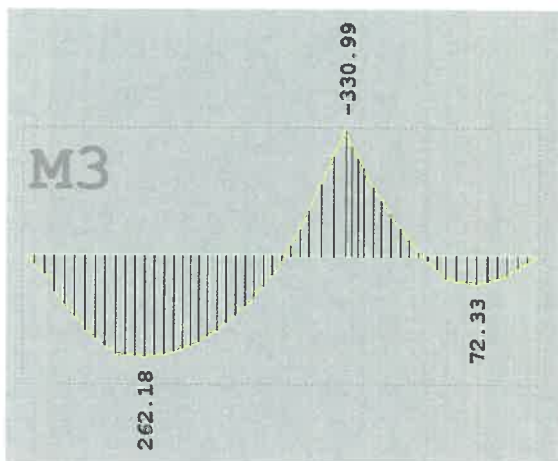
Primarni nosilec etaže je del primarnega strešnega nosilca, ki je razpona  $L = 27,15$  m ter je kontinuirni nosilec preko dveh polj. Prvo polje je razpona 20,37 m, drugi razpon pa je 6,78 m. Na obeh koncih palični jekleni nosilec nalega na jeklenih stebrih, zato pri dimenzioniranju upoštevam najbolj obremenjeni element. Obtežbo v etaži vzamem za pisarne po EC.

### 2.0 OBTEŽBA IN OBREMENITEV

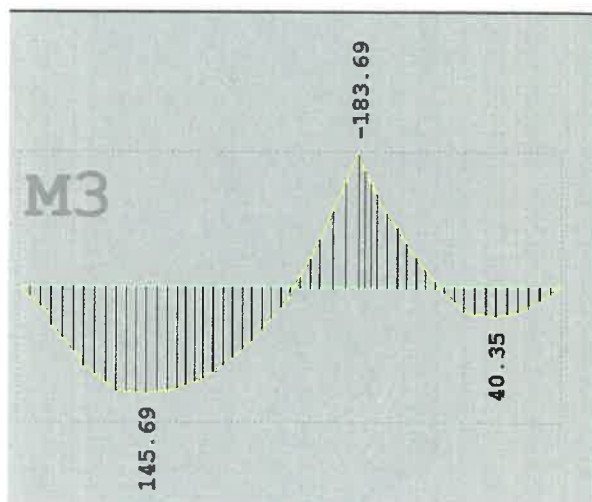
Upoštevam rezultate statične analize za celotni sistem z varnostnimi faktorji za požar in redno obtežbo

$$\gamma_{GA} = 1,00 \quad \psi_1 = 0,50 \quad \gamma_{M,0} = 1,00 \quad \gamma_{M,fi} = 1,00$$

#### UPOGIBNI MOMENTI ZA REDNO OBREMENITEV



#### UPOGIBNI MOMENTI ZA POŽARNO OBREMENITEV





**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.2 KONTROLA NAPETOSTI PRI POŽARNI TEMPERATURI

#### 3.2.1 DOLOČITEV TEMPERATURE JEKLA

Razvoj temperature po času se izračuna na naslednji način:

$$\Delta\theta_{a,t} = k_{sh} \times \frac{A_m / V}{c_a \times \rho_a} \times \dot{h}_{net} \times \Delta t$$

Kjer je:	$A_m/V$	...razmerje med površino profila $A_m$ , izpostavljeno požaru in volumnom profila $V$
	$k_{sh}$	...korekturni koeficient zaradi obloge profila je $0,90 \times \frac{(A_m/V)_b}{A_m/V}$
	$c_a$	...toplotna kapacitivnost železa v odvisnosti od temperature
	$\rho_a$	...7850 kg/m <sup>3</sup> specifična gostota jekla

Kot požarna obremenitev se upošteva standardna temperaturna krivulja in naslednji parametri:

$$\theta_g = 20 + \log_{10} \times (8 \times t + 1)$$

$$a_c = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\varepsilon_m = 0,70$$

$$\varepsilon_f = 1,00$$

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$\emptyset = 1,00$$

- koeficient toplotne prehodnosti

- emisivnost površine

- emisivnost ognja

- Stephan-Boltzmannova konstanta

- oblikovni koeficient

$$\dot{h}_{net} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}$$

$$\dot{h}_{net,c} = a_c (\theta_g - \theta_a)$$

$$\dot{h}_{net,r} = \emptyset \times \varepsilon_m \times \varepsilon_f \times \sigma \times \left[ (\theta_g + 273)^4 - (\theta_a + 273)^4 \right]$$

$$\Delta t = 5s$$

- največji časovni interval se izbere 5 sekund

Za naš primer IPE 600, zaščiten z zgornje strani z betonsko ploščo in bočne strani z mavčnimi ploščami, velja

$$A_m = 0,15 \text{ m}^2$$

$$V = 0,0156 + 2 \times 0,00192 = 0,0197 \text{ m}^3$$

$$A_m/V = 7,6 \text{ / m}$$

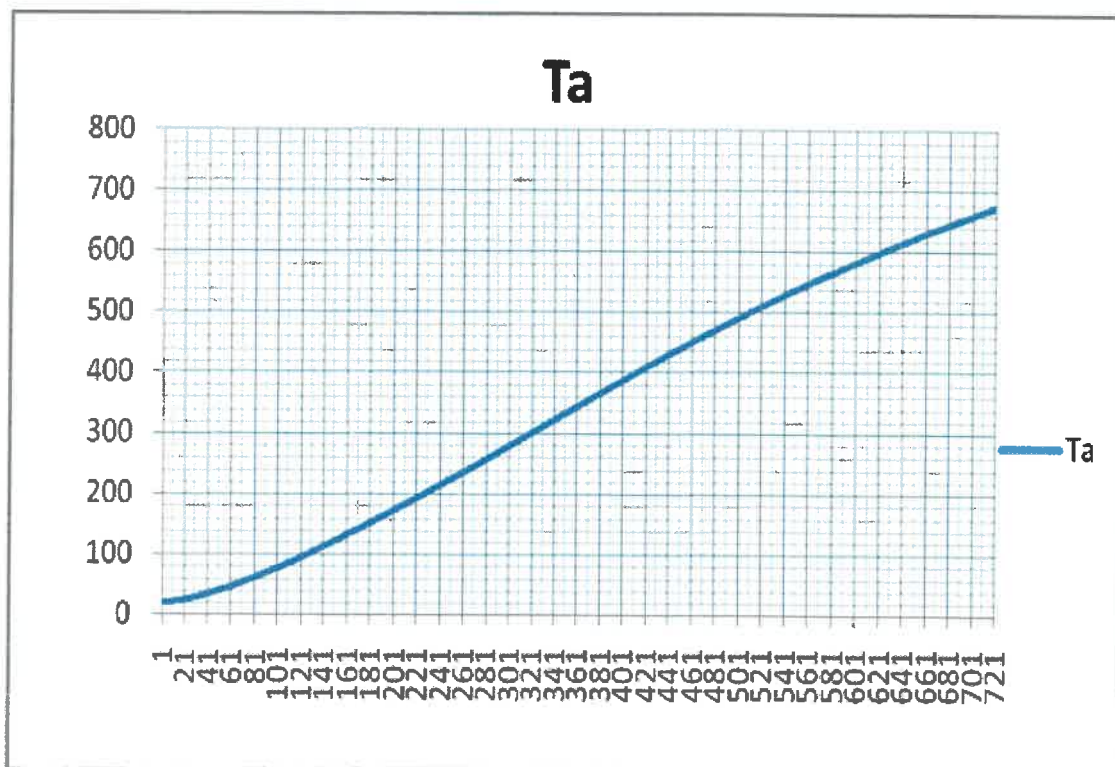
**ENELING** d.o.o.*podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor*

689	57,333	938,5	<b>652,8</b>	7142,7	56366,4	63509,1	827,1	0,720
690	57,417	938,8	653,6	7130,2	56336,9	63467,1	828,1	0,718
691	57,500	939,0	<b>654,3</b>	7117,6	56307,3	63425,0	829,1	0,717
692	57,583	939,2	655,0	7105,1	56277,7	63382,8	830,1	0,716
693	57,667	939,4	<b>655,7</b>	7092,6	56247,9	63340,5	831,1	0,714
694	57,750	939,6	656,4	7080,2	56218,0	63298,2	832,1	0,713
695	57,833	939,8	657,1	7067,7	56188,1	63255,8	833,1	0,712
696	57,917	940,1	<b>657,8</b>	7055,3	56158,1	63213,4	834,2	0,710
697	58,000	940,3	658,6	7042,9	56127,9	63170,9	835,2	0,709
698	58,083	940,5	<b>659,3</b>	7030,6	56097,7	63128,3	836,2	0,708
699	58,167	940,7	660,0	7018,3	56067,4	63085,6	837,2	0,706
700	58,250	940,9	<b>660,7</b>	7005,9	56037,0	63042,9	838,2	0,705
701	58,333	941,1	661,4	6993,7	56006,5	63000,1	839,3	0,704
702	58,417	941,3	662,1	6981,4	55975,9	62957,3	840,3	0,702
703	58,500	941,6	<b>662,8</b>	6969,2	55945,2	62914,4	841,3	0,701
704	58,583	941,8	663,5	6957,0	55914,5	62871,5	842,3	0,700
705	58,667	942,0	<b>664,2</b>	6944,8	55883,6	62828,4	843,3	0,698
706	58,750	942,2	664,9	6932,6	55852,7	62785,4	844,4	0,697
707	58,833	942,4	<b>665,6</b>	6920,5	55821,7	62742,2	845,4	0,696
708	58,917	942,6	666,3	6908,4	55790,6	62699,0	846,4	0,694
709	59,000	942,8	667,0	6896,3	55759,4	62655,8	847,5	0,693
710	59,083	943,0	<b>667,7</b>	6884,3	55728,2	62612,5	848,5	0,692
711	59,167	943,2	668,4	6872,3	55696,8	62569,1	849,5	0,690
712	59,250	943,5	<b>669,0</b>	6860,3	55665,4	62525,7	850,5	0,689
713	59,333	943,7	669,7	6848,3	55633,9	62482,2	851,6	0,688
714	59,417	943,9	<b>670,4</b>	6836,3	55602,3	62438,7	852,6	0,686
715	59,500	944,1	671,1	6824,4	55570,7	62395,1	853,6	0,685
716	59,583	944,3	671,8	6812,5	55539,0	62351,5	854,7	0,684
717	59,667	944,5	<b>672,5</b>	6800,7	55507,1	62307,8	855,7	0,683
718	59,750	944,7	673,2	6788,8	55475,3	62264,1	856,7	0,681
719	59,833	944,9	<b>673,8</b>	6777,0	55443,3	62220,3	857,8	0,680
720	59,917	945,1	<b>674,5</b>	6765,2	55411,3	62176,4	858,8	0,679



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor



Temperatura jekla po 60 minutah je 675 ° C



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.2.2 DOKAZ NOSILNOSTI PREREZA PRI POŽARNI OBREMENTITVI

Preostanek nosilnosti jekla  $k_{y,\theta} = 0,29$

$$M_{Rd} = 757,21 \text{ kNm}$$

$$M_{fi,Ed} = 145,69 \text{ kNm}$$

$$k_1 = 0,70$$

$$k_2 = 1,00$$

$$M_{fi,t,Rd} = \frac{M_{fi,\theta,Rd}}{k_1 \times k_2}$$

$$M_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta} \times (\gamma_{M,0} / \gamma_{M,fi}) \times M_{Rd}$$

$$M_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta} \times (\gamma_{M,0} / \gamma_{M,fi}) \times M_{Rd} = 0,29 \times (1,0 / 1,0) \times 757,21 = 219,6 \text{ kNm}$$

$$M_{fi,t,Rd} = \frac{M_{fi,\theta,Rd}}{k_1 \times k_2} = \frac{219,60}{0,7 \times 1,0} = 313,70 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{fi,Ed}}{M_{fi,t,Rd}} = \frac{145,69}{313,70} = 0,46 < 1,0 \quad \text{v redu}$$





**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## POZ FSEt– FASADNI STEBER ETAŽE

### 1.0 ZASNOVA

Stebri etaže so jekleni iz profilov HEA 320, ki so toga vijačno povezani s primarnim strešnim paličnim nosilcem in toga vpeti v primarni nosilec etaže HEA 400. Stebri so višine 3,65 m, obremenjeni pa so z obtežbo etažne plošče in koristno obtežbo pisarn.

### 2.0 OBTEŽBA IN OBREMENITEV

Reakcija na steber:

**STALNA TEŽA  $R_{\text{NEGU}} = 123,08 \text{ kN}$**

**KORISTNA TEŽA  $R_{\text{NEPU}} = 144,29 \text{ kN}$**



Varnostni faktorji za požarno obremenitev

$$\gamma_{GA} = 1,00 \quad \psi_1 = 0,50 \quad \gamma_{M,0} = 1,00 \quad \gamma_{M,fi} = 1,00$$

$$N_{fi,Ed} = 1,00 \times 123,08 + 0,50 \times 144,29 = 195,22 \text{ kN}$$

### 3.0 DIMENZIONIRANJE STEBRA HEA 320

$$\text{HEA 320 : } A = 0,0124 \text{ m}^2 ; I = 0,00022930 \text{ m}^4 ; W = 1480 \text{ cm}^3$$

NAPETOSTI

STABILNOSTI



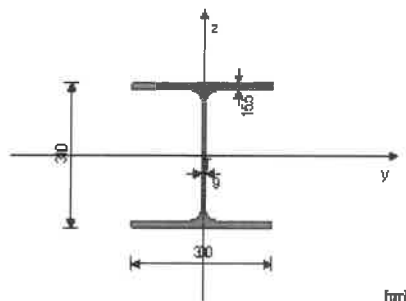
**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor**IZPIS REZULTATOV ZA STEBER HEA 320**

PALICA 232 - 400

PREČNI PREREZ: IPB 320 [Fe 360]

EUROCODE

## GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE prereza

(fy = 23.5 kN/cm<sup>2</sup>, fu = 36.0 kN/cm<sup>2</sup>)PALICA IZPOSTAVLJENA PRITISKU IN UPOGIBU  
(obtežni primer 3, začetek palice)

Računska osna sila	Nsd =	-382.59 kN
Prečna sila v y smeri	Vsd_y =	-10.673 kN
Prečna sila v z smeri	Vsd_z =	-1.551 kN
Upogibni moment okoli y osi	Msd_y =	-3.475 kNm
Upogibni moment okoli z osi	Msd_z =	-23.442 kNm
Sistemska dolžina palice	L =	335.00 cm

## 5.3 KLASIFIKACIJA PREČNIH PREREZOV

Razred prereza 1

## 5.4 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

## 5.4.4 Tlak

Plastična računska nosilnost  
Računska nosilnost na tlak  
Pogoj 5.16: Nsd ≤ Nc.Rd (382.59 ≤ 2649.09)

## 5.4.5 Upogib y-y

Računski plastični moment  
Računska nos. na lokalno izbočitev  
Računski elastični moment  
Računska nosilnost na upogib  
Pogoj 5.17: Msd\_y ≤ Mo.Rd\_y (3.47 ≤ 341.59)

## 5.4.5 Upogib z-z

Računski plastični moment  
Računska nos. na lokalno izbočitev  
Računski elastični moment  
Računska nosilnost na upogib  
Pogoj 5.17: Msd\_z ≤ Mo.Rd\_z (23.44 ≤ 149.01)

## 5.4.6 Strig

Računska plast.nos. na strig z-z  
Pogoj 5.20: Vsd\_z ≤ Vpl.Rd\_z (1.55 ≤ 502.81)

Računska plast.nos. na strig y-y

Pogoj 5.20: Vsd\_y ≤ Vpl.Rd\_y (10.67 ≤ 1026.65)

## 5.4.9 Upogib z osno in prečno silo

Ni potrebno zmanjšanje upogibne nosilnosti  
Pogoj: Vsd\_z ≤ 50% Vpl.Rd\_z i Vsd\_y ≤ 50% Vpl.Rd\_y

## 5.4.8 Upogib in osna sila

Razmerje Nsd / Npl.Rd 0.144  
Razmerje Msd\_y / Mpl.Rd\_y 0.010  
Razmerje Msd\_z / Mpl.Rd\_z 0.157  
Pogoj 5.36: (0.31 ≤ 1)

## 5.5 NOSILNOST ELEMENTOV

## 5.5.1 Uklonska nosilnost

Uklonska dolžina y-y l\_y = 335.00 cm  
Vztrajnostni radij y-y i\_y = 13.599 cm

## Vrtkost y-y

Relativna vrtkost y-y λ\_y = 0.262  
Uklonska krivulja za os y-y: B α = 0.340  
Koeficient nepopolnosti γ\_y = 0.978  
Koeficient efektivnega prereza β\_A = 1.000  
Računska uklonska nosilnost Nb.Rd\_y = 2590.2 kN  
Pogoj 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd\_y (382.59 ≤ 2590.21)

## Uklonska dolžina z-z

Vztrajnostni radij z-z i\_z = 335.00 cm  
Vrtkost z-z λ\_z = 44.619  
Relativna vrtkost z-z α = 0.400  
Uklonska krivulja za os z-z: C γ\_z = 0.857  
Koeficient nepopolnosti β\_A = 1.000  
Koeficient efektivnega prereza  
Računska uklonska nosilnost Nb.Rd\_z = 2269.7 kN  
Pogoj 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd\_z (382.59 ≤ 2269.66)

## 5.5.2 Bočna zvrnitev upogibnih nosilcev

Koeficient C1 = 2.696  
Koeficient C2 = 0.000  
Koeficient C3 = 0.679  
Koef. ukl. dolžine za uklon k = 1.000  
Koef. ukl. dolžine za vbočenje kw = 1.000  
Koordinata zg = 0.000 cm  
Koordinata zj = 0.000 cm  
Razmak med bočnimi podporami L = 335.00 cm  
Sektorski vztrajnostni moment Iw = 1.51e+6 cm<sup>6</sup>  
Krit. moment bočne zvrnitve Mr = 5865.2 kNm  
Koeficient pω = 1.000  
Koeficient imperf. ω\_LT = 0.210  
Brazdimenz. vrtkost λ\_LT = 0.253  
Koeficient zmanjšanja γ\_LT = 0.988  
Računska uklonska nosilnost Mb.Rd = 337.57 kNm  
Kontrola bočne zvrnitve ni potrebna: λ\_LT ≤ 0.4

## 5.5.4 Upogib in tlak

Koeficient nepopolnosti γ\_min = 0.857  
Nsd / ... 0.169  
Koeficient oblike momenta β\_y = 2.147  
Koeficient μ\_y = 0.158  
Koeficient k\_y = 0.979  
k\_y \* M\_y / ... 0.010  
Koeficient oblike momenta β\_z = 2.168  
Koeficient μ\_z = 0.656  
Koeficient k\_z = 0.999  
k\_z \* M\_z / ... 0.142  
Pogoj 5.51: (0.32 ≤ 1)

## Koeficient nepopolnosti

Nsd / ... 0.169  
Koeficient nepopolnosti γ\_LT = 0.988  
Koef. obl. mom. za bočno zvrnitev β\_M.LT = 2.147  
Koeficient μ\_LT = 0.003  
Koeficient k\_LT = 1.000  
k\_LT \* M\_y / ... 0.010  
Koeficient oblike momenta β\_z = 2.168  
Koeficient μ\_z = 0.656  
Koeficient k\_z = 0.999  
k\_z \* M\_z / ... 0.142  
Pogoj 5.52: (0.32 ≤ 1)

## 5.6 LOKALNO IZBOČENJE ZARADI STRIGA

## za strig v ravnini z-z

Višina stojine d = 27.900 cm  
Debelina stojine tw = 9.900 cm  
Ni prečnih ojačitev v sredini  
Koeficient izbočenja pri strigu kt = 5.340  
Ni potrebna kontrola izbočenja zaradi striga  
Pogoj: d / tw ≤ 63 ± (31.00 ≤ 69.00)

## 5.6.7 Interakcija prečne sile, upogiba in osne sile

## za strig v ravnini z-z

Računski plastični moment pasnic Mf.Rd = 301.53 kNm  
Pogoji 5.66a in 5.66b so izpolnjeni

**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.2.1 DOLOČITEV TEMPERATURE JEKLA

Razvoj temperature po času se izračuna na naslednji način:

$$\Delta\theta_{a,t} = k_{sh} \times \frac{A_m / V}{c_a \times \rho_a} \times h_{net} \times \Delta t$$

Kjer je:	$A_m/V$	...razmerje med površino profila $A_m$ , izpostavljeno požaru in volumnom profila $V$
	$k_{sh}$	...korekturni koeficient zaradi obloge profila je $0,90 \times \frac{(A_m/V)_b}{A_m/V}$
	$c_a$	...toplotna kapacitivnost železa v odvisnosti od temperature
	$\rho_a$	...7850 kg/m <sup>3</sup> specifična gostota jekla

Kot požarna obremenitev se upošteva standardna temperaturna krivulja in naslednji parametri:

$$\theta_g = 20 + \log_{10} \times (8 \times t + 1)$$

$$a_c = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\varepsilon_m = 0,70$$

$$\varepsilon_f = 1,00$$

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$\varnothing = 1,00$$

- koeficient toplotne prehodnosti

- emisivnost površine

- emisivnost ognja

- Stephan-Boltzmannova konstanta

- oblikovni koeficient

$$\dot{h}_{net} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}$$

$$\dot{h}_{net,c} = a_c (\theta_g - \theta_a)$$

$$\dot{h}_{net,r} = \varnothing \times \varepsilon_m \times \varepsilon_f \times \sigma \times [(\theta_g + 273)^4 - (\theta_a + 273)^4]$$

Za naš primer HEA 320, na eni strani zaščiten s fasadnimi paneli, na obeh bočnih straneh pa zaščiten z oblogo, zato velja:

$$A_m = 0,30 \text{ m}^2 \quad \text{in} \quad V = 0,0124 \text{ m}^3$$

$$A_m/V = 24,2 \text{ / m}$$

$$\Delta t = 5 \text{ s}$$

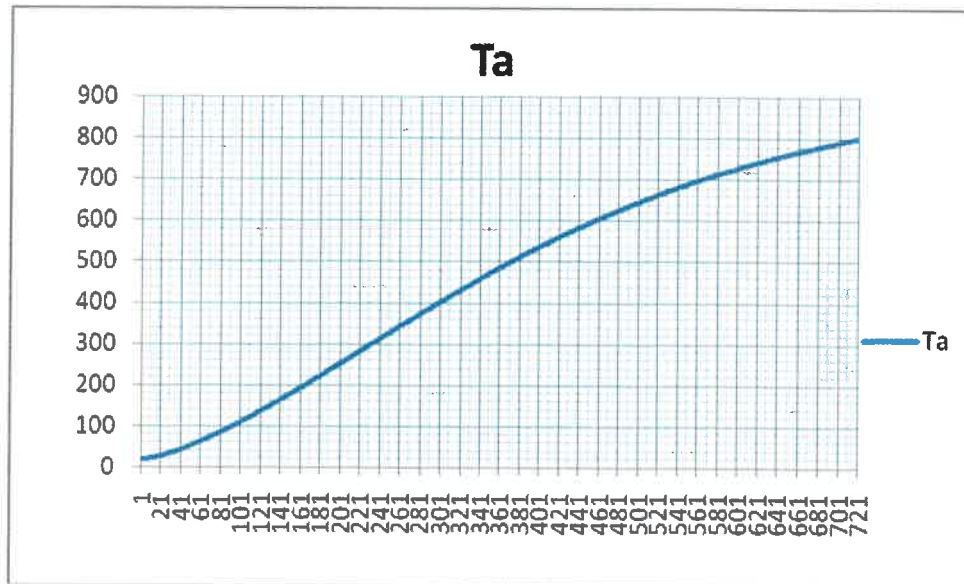
- največji časovni interval se izbere 5 sekund

715	59,500	944,1	801,0	3578,4	34300,4	37878,8	1100,7	0,530
716	59,583	944,3	<b>801,5</b>	3570,4	34256,0	37826,4	1101,9	0,529
717	59,667	944,5	802,0	3562,4	34211,6	37774,0	1103,1	0,527
718	59,750	944,7	<b>802,5</b>	3554,4	34167,3	37721,7	1104,4	0,526
719	59,833	944,9	803,1	3546,5	34123,1	37669,5	1105,6	0,525
720	59,917	945,1	<b>803,6</b>	3538,5	34078,9	37617,4	1106,9	0,523



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor



Temperatura jekla po 60 minutah je 804 °C

### 3.2.2 DOKAZ NOSILNOSTI PREREZA PRI POŽARNI OBREMENITVI ZA ŠIBKO OS

Preostanek nosilnosti jekla  $k_{y,\theta} = 0,10$  in  $k_{E,\theta} = 0,09$

$$N_{b,Rd} = 2.640,00 \text{ kNm}$$

$$N_{fi,Ed} = 195,22 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{\theta} = \bar{\lambda} \times \sqrt{\frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}}} = 0,475 \times \sqrt{\frac{0,10}{0,09}} = 0,50$$

$$\text{Z upoštevanjem } \alpha = 0,65 \times \sqrt{235 / f_y} = 0,65$$

$$\text{in } \varphi_{\theta} = 0,5 \times (1 + \alpha \times \bar{\lambda}_{\theta}^2 + \bar{\lambda}_{\theta}^2) = 0,5 \times (1 + 0,65 \times 0,50 + 0,50^2) = 0,78$$

dobimo zmanjšano vrednost za uklonsko varnost pri povišani temperaturi:

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\varphi_{\theta} + \sqrt{\varphi_{\theta}^2 - \bar{\lambda}_{\theta}^2}} = \frac{1}{0,78 + \sqrt{0,78^2 - 0,50^2}} = 0,72$$

$$N_{b,fi,t,Rd} = \chi_{fi} \times A \times k_{y,\theta} \times f_y / \gamma_{M,fi} = 0,72 \times 124,00 \times 0,10 \times 23,5 / 1,0 = 211,36 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{fi,Ed}}{N_{b,fi,t,Rd}} = \frac{195,22}{211,36} = 0,92 < 1,0 \quad \mathbf{v \text{ redu}}$$



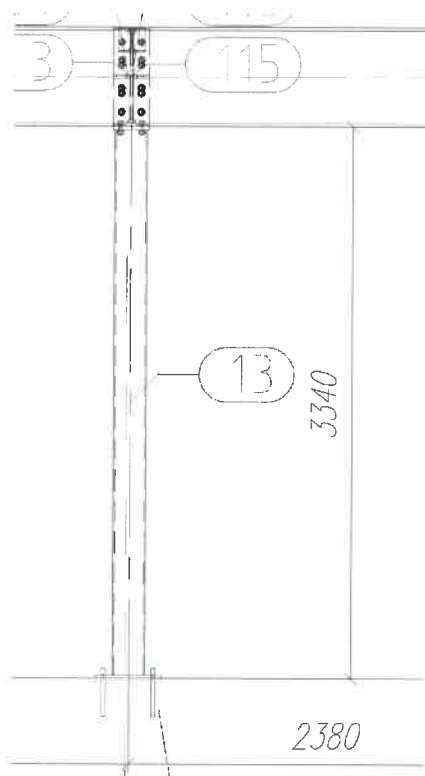
**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## POZ VSEt – VMESNI STEBER ETAŽE

### 1.0 ZASNOVA

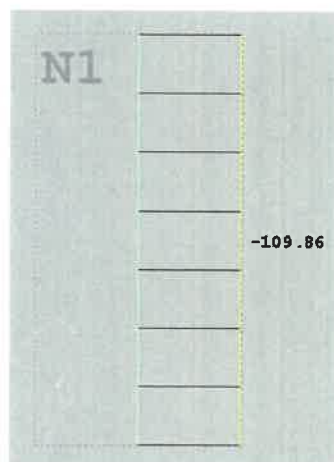
Stebri strehe so jekleni iz kvadratnih cevi 200/10 mm, ki so toga vijačno povezani s primarnim etažnim nosilcem in toga vpeti v armiranobetonsko vez obstoječe konstrukcije. Stebri so višine 3,34 m, obremenjeni pa so samo z obtežbo etaže.



### 2.0 OBTEŽBA IN OBREMENITEV

$$R_{vsg} = 145,87 \text{ kN}$$

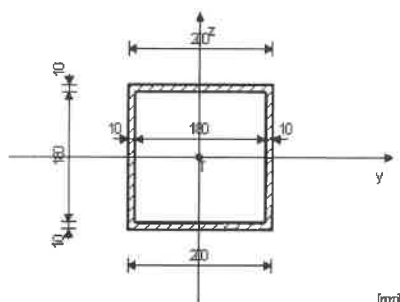
$$R_{vsq} = 109,86 \text{ kN}$$



**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor**3.0 DIMENZIONIRANJE STEBRA CEV 200/10 mm****3.1 KONTROLA NAPETOSTI PRI NORMALNI TEMPERATUR****CEV 200/10 mm** :  $A = 0,0076 \text{ m}^2$  ;  $I = 0,00004585 \text{ m}^4$  ;  $W = 458,53 \text{ cm}^3$ **IZPIS REZULTATOV ZA STEBER KVADRATNA CEV 200/10 mm****PALICA 634 - 908**PREČNI PREREZ: Škatlasti [Fe 360]  
EUROCODERazmerje  $M_{sd\_z} / M_{pl.Rd\_z}$ **Pogoj 5.36:**  $(0.37 \leq 1)$ 

0.147

GEOMETRISKE KARAKTERISTIKE prereza

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

$A_x = 76.000 \text{ cm}^2$   
 $A_y = 40.000 \text{ cm}^2$   
 $A_z = 36.000 \text{ cm}^2$   
 $I_x = 6859.0 \text{ cm}^4$   
 $I_y = 4585.3 \text{ cm}^4$   
 $I_z = 4585.3 \text{ cm}^4$   
 $W_y = 458.53 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 458.53 \text{ cm}^3$   
 $W_{y,pl} = 542.00 \text{ cm}^3$   
 $W_{z,pl} = 542.00 \text{ cm}^3$   
 $\gamma_{M0} = 1.100$   
 $\gamma_{M1} = 1.100$   
 $\gamma_{M2} = 1.250$   
 $A_{net/A} = 0.900$

[mm]

PALICA IZPOSTAVLJENA PRITISKU IN UPOGIBU  
(obtežni primer 3, začetek palice)

Računska osna sila	$N_{sd} = -361.71 \text{ kN}$
Prečna sila v y smeri	$V_{sd\_y} = 7.396 \text{ kN}$
Prečna sila v z smeri	$V_{sd\_z} = 0.026 \text{ kN}$
Upogibni moment okoli z osi	$M_{sd\_z} = 17.045 \text{ kNm}$
Sistemska dolžina palice	$L = 335.00 \text{ cm}$

5.3 KLASIFIKACIJA PREČNIH PREREZOV  
Razred prereza 1

5.4 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

5.4.4 Tlak

Plastična računska nosilnost  
Računska nosilnost na tlak  
**Pogoj 5.16:**  $N_{sd} \leq N_{c.Rd} \quad (361.71 \leq 1623.64)$ 

5.4.5 Upogib z-z

Računski plastični moment  
Računska nos. na lokalno izbočitev  
Računski elastični moment  
Računska nosilnost na upogib  
**Pogoj 5.17:**  $M_{sd\_z} \leq M_{c.Rd\_z} \quad (17.05 \leq 115.79)$ 

5.4.6 Strig

Računska plast.nos. na strig z-z  
**Pogoj 5.20:**  $V_{sd\_z} \leq V_{pl.Rd\_z} \quad (0.03 \leq 444.04)$ Računska plast.nos. na strig y-y  
**Pogoj 5.20:**  $V_{sd\_y} \leq V_{pl.Rd\_y} \quad (7.40 \leq 493.37)$ 

5.4.9 Upogib z osno in prečno silo

Ni potrebno zmanjšanje upogibne nosilnosti  
**Pogoj:**  $V_{sd\_z} \leq 50\%V_{pl.Rd\_z}$  i  $V_{sd\_y} \leq 50\%V_{pl.Rd\_y}$ 

5.4.8 Upogib in osna sila

Razmerje  $N_{sd} / N_{pl.Rd}$  0.223

5.5 NOSILNOST ELEMENTOV

5.5.1 Uklonska nosilnost

Uklonska dolžina y-y  
Vztrajnostni radij y-y  
Vrtkost y-y  
Relativna vrtkost y-y  
Uklonska krivulja za os y-y: C  
Koeficient nepopolnosti  
Koeficient efektivnega prereza  
Računska uklonska nosilnost  
**Pogoj 5.45:**  $N_{sd} \leq N_{b.Rd\_y} \quad (361.71 \leq 1405.21)$ 

$I_{y,y} = 335.00 \text{ cm}$   
 $i_{y,y} = 7.767 \text{ cm}$   
 $\lambda_{y,y} = 43.129$   
 $\alpha_{y,y} = 0.459$   
 $\alpha_y = 0.490$   
 $\chi_{y,y} = 0.865$   
 $\beta_A = 1.000$   
 $N_{b.Rd\_y} = 1405.2 \text{ kN}$

Uklonska dolžina z-z  
Vztrajnostni radij z-z  
Vrtkost z-z  
Relativna vrtkost z-z  
Uklonska krivulja za os z-z: C  
Koeficient nepopolnosti  
Koeficient efektivnega prereza  
Računska uklonska nosilnost  
**Pogoj 5.45:**  $N_{sd} \leq N_{b.Rd\_z} \quad (361.71 \leq 1405.21)$ 

$I_{z,z} = 335.00 \text{ cm}$   
 $i_{z,z} = 7.767 \text{ cm}$   
 $\lambda_{z,z} = 43.129$   
 $\alpha_{z,z} = 0.459$   
 $\alpha_z = 0.490$   
 $\chi_{z,z} = 0.865$   
 $\beta_A = 1.000$   
 $N_{b.Rd\_z} = 1405.2 \text{ kN}$

5.5.4 Upogib in tlak

Koeficient nepopolnosti

 $N_{sd} / \dots$   
Koeficient oblike momenta  
Koeficient  
Koeficient  
 $k_z \cdot M_z / \dots$ 

$\chi_{min} = 0.865$   
 $N_{sd} / \dots = 0.257$   
 $\beta_z = 2.118$   
 $\mu_z = 0.290$   
 $k_z = 0.932$   
 $0.137$

**Pogoj 5.51:**  $(0.39 \leq 1)$ 

5.6 LOKALNO IZBOČENJE ZARADI STRIGA

za strig v ravlini z-z

Višina stojine  $d = 18.000 \text{ cm}$   
Debelina stojine  $tw = 1.000 \text{ cm}$   
Ni prečnih ojačitev v sredini  
Koeficient izbočenja pri strigu  $k_{\tau} = 5.340$   
Ni potrebna kontrola izbočenja zaradi striga  
**Pogoj:**  $d / tw \leq 69 \varepsilon \quad (18.00 \leq 69.00)$ 

za strig v ravlini y-y

Višina stojine  $d = 18.000 \text{ cm}$   
Debelina stojine  $tw = 1.000 \text{ cm}$   
Ni prečnih ojačitev v sredini  
Koeficient izbočenja pri strigu  $k_{\tau} = 5.340$   
Ni potrebna kontrola izbočenja zaradi striga  
**Pogoj:**  $d / tw \leq 69 \varepsilon \quad (18.00 \leq 69.00)$ 

5.7 VNOS KONCENTRIRANIH SIL V STOJINO

5.7.7 Uklon pasnice v smeri stojine

Koeficient (razred pasnice 1)  $k = 0.300$   
Površina stojine  $A_w = 40.000 \text{ cm}^2$   
Površina tlač.pasnice  $A_{fc} = 20.000 \text{ cm}^2$   
Preprečen uklon pasnice v smeri stojine  
**Pogoj 5.80:**  $(9.00 \leq 379.13)$



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## 3.2 KONTROLA NAPETOSTI PRI POŽARNI TEMPERATURI

### 3.2.1 DOLOČITEV TEMPERATURE JEKLA

Razvoj temperature po času se izračuna na naslednji način:

$$\Delta\theta_{a,t} = k_{sh} \times \frac{A_m / V}{c_a \times \rho_a} \times \dot{h}_{net} \times \Delta t$$

Kjer je:  $A_m/V$  ...razmerje med površino profila  $A_m$ , izpostavljeno požaru in volumnom profila  $V$

$k_{sh}$  ...korekturni koeficient zaradi obloge profila je  $0,90 \times \frac{(A_m / V)_b}{A_m / V}$

$c_a$  ...toplotna kapacitivnost železa v odvisnosti od temperature

$\rho_a$  ...7850 kg/m<sup>3</sup> specifična gostota jekla

Kot požarna obremenitev se upošteva standardna temperaturna krivulja in naslednji parametri:

$$\theta_g = 20 + \log_{10} \times (8 \times t + 1)$$

$$a_c = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\varepsilon_m = 0,70$$

$$\varepsilon_f = 1,00$$

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$\varnothing = 1,00$$

- koeficient toplotne prehodnosti

- emisivnost površine

- emisivnost ognja

- Stephan-Boltzmannova konstanta

- oblikovni koeficient

$$\dot{h}_{net} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}$$

$$\dot{h}_{net,c} = a_c (\theta_g - \theta_a)$$

$$\dot{h}_{net,r} = \varnothing \times \varepsilon_m \times \varepsilon_f \times \sigma \times [(\theta_g + 273)^4 - (\theta_a + 273)^4]$$

$$\Delta t = 5s$$

- največji časovni interval se izbere 5 sekund

Za naš primer CEV 200/10 mm, na strani zaščiten z dvostransko oblogo, velja

$$A_m = 1 \times 0,20 = 0,20 \text{ m}^2$$

$$V = 0,0076 \text{ m}^3$$

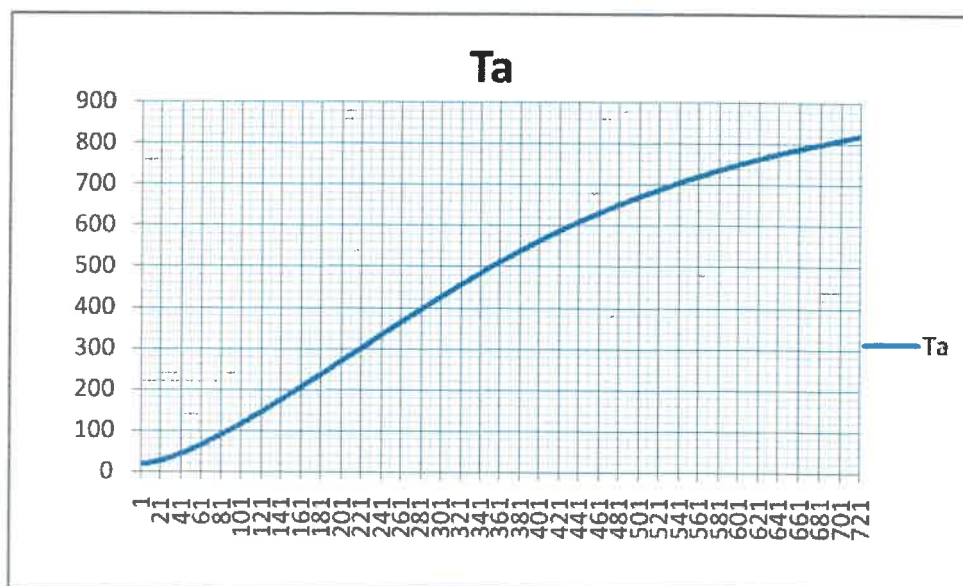
$$A_m/V = 26,3 \text{ / m}$$



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

714	59,417	943,9	<b>544,2</b>	9992,0	69347,0	79339,0	703,0	0,719
715	59,500	944,1	544,9	9979,2	69344,6	79323,8	703,6	0,718
716	59,583	944,3	<b>545,6</b>	9966,5	69342,1	79308,6	704,3	0,717
717	59,667	944,5	546,4	9953,8	69339,4	79293,2	704,9	0,716
718	59,750	944,7	<b>547,1</b>	9941,1	69336,5	79277,6	705,6	0,716
719	59,833	944,9	547,8	9928,4	69333,5	79262,0	706,2	0,715
720	59,917	945,1	<b>548,5</b>	9915,8	69330,4	79246,1	706,9	0,714



Temperatura jekla po 60 minutah je 549 °C

Stahl- temperatur $\theta_a$	Abminderungsfaktoren bei Temperatur $\theta_a$ relativ zu dem Wert $f_y$ oder $E_a$ bei 20 °C		
	Abminderungsfaktor (relativ zu $f_y$ ) für die effektive Fließgrenze $k_{y,\theta} = f_{y,\theta} / f_y$	Abminderungsfaktor (relativ zu $f_y$ ) für die Proportionalitätsgrenze $k_{p,\theta} = f_{p,\theta} / f_y$	Abminderungsfaktor (relativ zu $E_a$ ) für die Steigung im elastischen Bereich $k_{E,\theta} = E_{a,\theta} / E_a$
400 °C	1,000	0,420	0,700
500 °C	0,780	0,360	0,600
600 °C	0,470	0,180	0,310





**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.2.2 DOKAZ NOSILNOSTI PREREZA PRI POŽARNI OBREMENITVI

Varnosti faktorji za požarno obremenitev

$$\gamma_{GA} = 1,00 \quad \psi_1 = 0,50 \quad \gamma_{M,0} = 1,00 \quad \gamma_{M,fi} = 1,00$$

Preostanek nosilnosti jekla  $k_{y,\theta} = 0,62$  in  $k_{E,\theta} = 0,45$

$$N_{b,Rd} = 1623,60 \text{ kN}$$

$$N_{fi,Ed} = 1,0 \times 145,87 + 0,50 \times 109,86 = 200,80 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_\theta = \bar{\lambda} \times \sqrt{\frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}}} = \frac{L_{cr}}{i_z \times \lambda_1} \times \sqrt{\frac{0,62}{0,45}} = 0,459 \times 1,17 = 0,54$$

$$\text{Z upoštevanjem } \alpha = 0,65 \times \sqrt{235 / f_y} = 0,65$$

$$\text{in } \varphi_\theta = 0,5 \times (1 + \alpha \times \bar{\lambda}_\theta^2 + \bar{\lambda}_\theta^2) = 0,50 \times (1 + 0,65 \times 0,54 + 0,54^2) = 0,82$$

dobimo zmanjšano vrednost za uklonsko varnost pri povišani temperaturi:

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\varphi_\theta + \sqrt{\varphi_\theta^2 - \bar{\lambda}_\theta^2}} = \frac{1}{0,82 + \sqrt{0,82^2 - 0,54^2}} = 0,69$$

$$N_{b,fi,t,Rd} = \chi_{fi} \times A \times k_{y,\theta} \times f_y / \gamma_{M,fi} = 0,69 \times 76 \times 0,62 \times 23,5 / 1,0 = 770,52 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{fi,Ed}}{N_{b,fi,t,Rd}} = \frac{200,80}{770,52} = 0,26 < 1,0 \quad \text{v redu}$$



**ENELING d.o.o.**

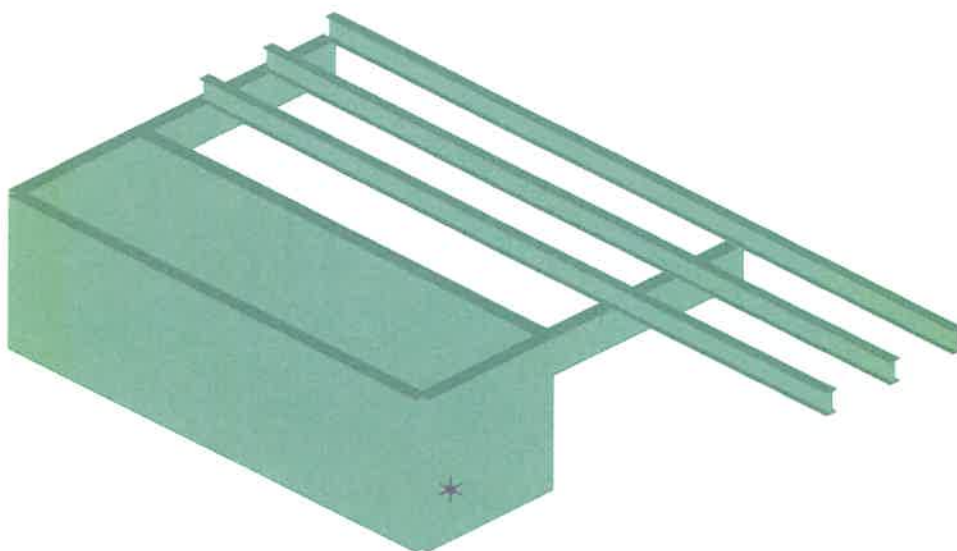
podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## POZ JP – JEKLENI PODEST INŠTALACIJ NA ARMIRANOBETONSKEM JAŠKU

### 1.0 ZASNOVA

Jekleni podest sestavljajo jekleni nosilci IPE 300 na razmaku 1,00 m, ki ležijo na armiranobetonskih konzolah jaška za vodenje inštalacij. Jašek za inštalacije je iz armiranobetonskih sten debeline 20 cm, konzole pa so dimenzije  $b/h = 20/50$  cm in so razpona 2,50 m. Obtežbo upoštevam 10 kN/m nosilca kot koristno in 1 kN/m stalno

### SHEMA KONSTRUKCIJE



### 2.0 OBTEŽBA IN OBREMENITEV

Stalna teža:  $g = 1,00 \text{ kN/m}$   
Koristna obtežba  $q = 10,00 \text{ kN/m}$

### 3.0 DIMENZIONIRANJE

#### KONTROLA NAPETOSTI

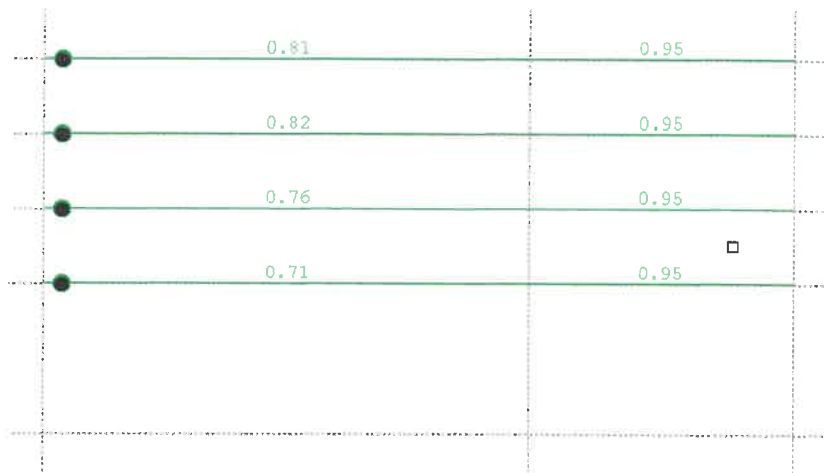
●	0.82 (3)	0.83 (3)
●	0.83 (3)	0.83 (3)
●	0.77 (3)	0.83 (3)
●	0.72 (3)	0.83 (3)



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## KONTROLA STABILNOSTI



Vse jeklene konstrukcije so dimenzionirane v skladu z EVROKODI in vsi prerezi zadoščajo za projektirani namen. Zaradi velike količine elementov so v računu konstrukcij predložene le grafične priloge, iz katerih so razvidni rezultati analize, pisni dokazi so v arhivu projektanta konstrukcij.



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.4.2.3 OPEČNE KONSTRUKCIJE

#### A) IZRAČUN POTRESNE OBREMENTITVE ZA STENE ZA OBSTOJEČE STANJE

##### 1.0 ZASNOVA

Za potresno analizo upoštevam trietažni podkleteni objekt. Za prenos potresne obtežbe upoštevam vse zidove v vzdolžni in prečni smeri, ki se pojavijo v posameznih etažah. Upoštevam dejansko debelino zidov, kakor je navedeno v načrtu arhitekture.

Ker pri izračunu razdelitve potresnih sil na zidove predpostavim, da zidovi prevzamejo potresne sile pretežno s strižnimi napetostmi, so pomembne samo površine teh zidov, ne pa njihova upogibna togost. Ker pa upoštevam, da potresne sile prevzemajo vsi zidovi, uporabim metodo raznosa sil, ki upošteva tudi raznos sil zaradi torzije objekta, ki se pojavi, če togostno središče objekta ne sovпада z masnim središčem.

Če togostno in masno središče ne sovpadata, se zaradi potresa v eni smeri pojavijo sile tudi na elementih, ki so nosilni v drugi smeri (zaradi potresa v x smeri se pojavijo sile v y smeri in obratno).

V tej metodi uporabim naslednje enačbe:

$$x_T = \frac{\sum_{j=1}^n x_j \times A_{yj}}{\sum_{j=1}^n A_{yj}}$$

kjer pomeni:

$x_T$  .....koordinato strižnega središča v x smeri

$x_j$  .....koordinato x težišča zida, nosilnega v y smeri

$A_{yj}$  .....površina zidu, nosilnega v y smeri

$\sum_{j=1}^n A_{yj}$  .....vsoto površin zidov, nosilnih v y smeri

$$y_T = \frac{\sum_{i=1}^m y_i \times A_{xi}}{\sum_{i=1}^m A_{xi}}$$

kjer pomeni:

$y_T$  .....koordinato strižnega središča v y smeri

$y_i$  .....koordinato y težišča zida, nosilnega v x smeri

$A_{xi}$  .....površina zidu, nosilnega v x smeri

$\sum_{i=1}^m A_{xi}$  .....vsoto površin zidov, nosilnih v x smeri



**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

Za potres v x smeri upoštevam naslednje enačbe:

$$S_{xi} = S_x \times \frac{A_{xi}}{\sum_{i=1}^m A_{xi}} \times \left( 1 + \frac{e_y \times y_i \times \sum_{i=1}^m A_{xi}}{I_{xy}} \right)$$

$$S_{yj} = -S_x \times \frac{e_y \times x_j \times A_{yj}}{I_{xy}}$$

kjer pomeni:

$S_{xi}$  .....potresna sila na steno  $A_{xi}$ , nosilno v x smeri  
zaradi potresa v x smeri

$S_{yj}$  .....potresna sila na steno  $A_{yj}$ , nosilno v y smeri  
zaradi potresa v x smeri

$S_x$  .....celotna sila potresa v x smeri za etažo

$e_y$  .....razdalja med y ordinato strižnega središča in  
y ordinato masnega središčem

$y_i$  .....koordinato y težišča zida, nosilnega v x smeri

$x_j$  .....koordinato x težišča zida, nosilnega v y smeri

$\sum_{i=1}^m A_{xi}$  .....vsoto površin zidov, nosilnih v x smeri

$I_{xy}$  .....torzijski vztrajnostni moment, zapisan kot:

$$I_{xy} = \sum_{i=1}^m A_{xi} \times y_i^2 + \sum_{j=1}^n A_{yj} \times x_j^2$$



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

Za potres v y smeri upoštevam naslednje enačbe:

$$S_{yj} = S_y \times \frac{A_{yj}}{\sum_{j=1}^n A_{yj}} \times \left( 1 + \frac{e_x \times x_j \times \sum_{j=1}^n A_{yj}}{I_{xy}} \right)$$

$$S_{xi} = -S_y \times \frac{e_x \times y_i \times A_{xi}}{I_{xy}}$$

kjer pomeni:

$S_{xi}$  .....potresna sila na steno  $A_{xi}$ , nosilno v x smeri  
zaradi potresa v y smeri

$S_{yj}$  .....potresna sila na steno  $A_{yj}$ , nosilno v y smeri  
zaradi potresa v y smeri

$S_y$  .....celotna sila potresa v y smeri za etažo

$e_x$  .....razdalja med x ordinato strižnega središča in  
x ordinato masnega središčem

$y_i$  .....koordinato y težišča zida, nosilnega v x smeri

$x_j$  .....koordinato x težišča zida, nosilnega v y smeri

$\sum_{j=1}^n A_{yj}$  .....vsoto površin zidov, nosilnih v y smeri

$I_{xy}$  .....torzijski vztrajnostni moment, zapisan kot:

$$I_{xy} = \sum_{i=1}^m A_{xi} \times y_i^2 + \sum_{j=1}^n A_{yj} \times x_j^2$$



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## 1.1 IZRAČUN MASNEGA SREDIŠČA ZA ETAŽE

### 1.11 STREHE



### 1.12 I., II. IN III. NADSTROPJE

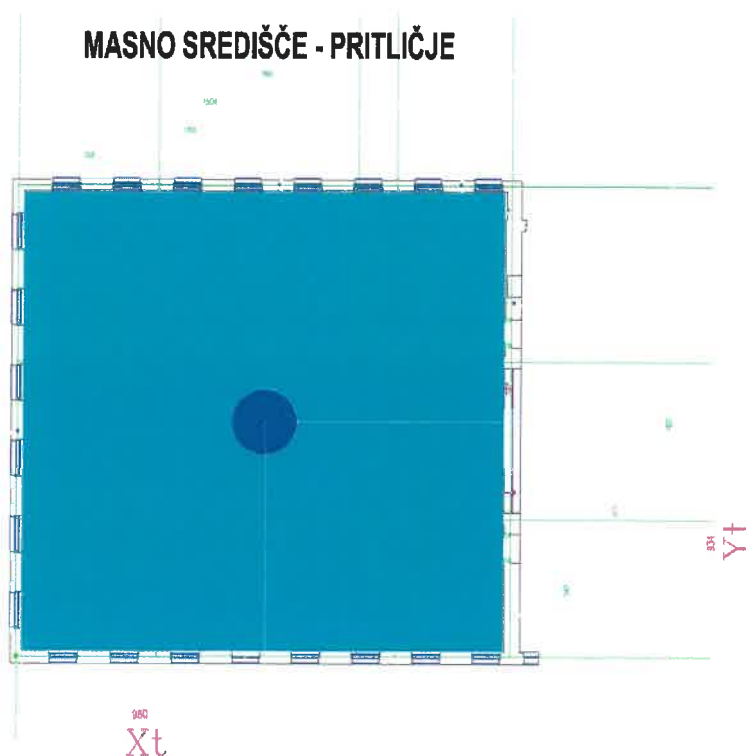




**ENELING** d.o.o.

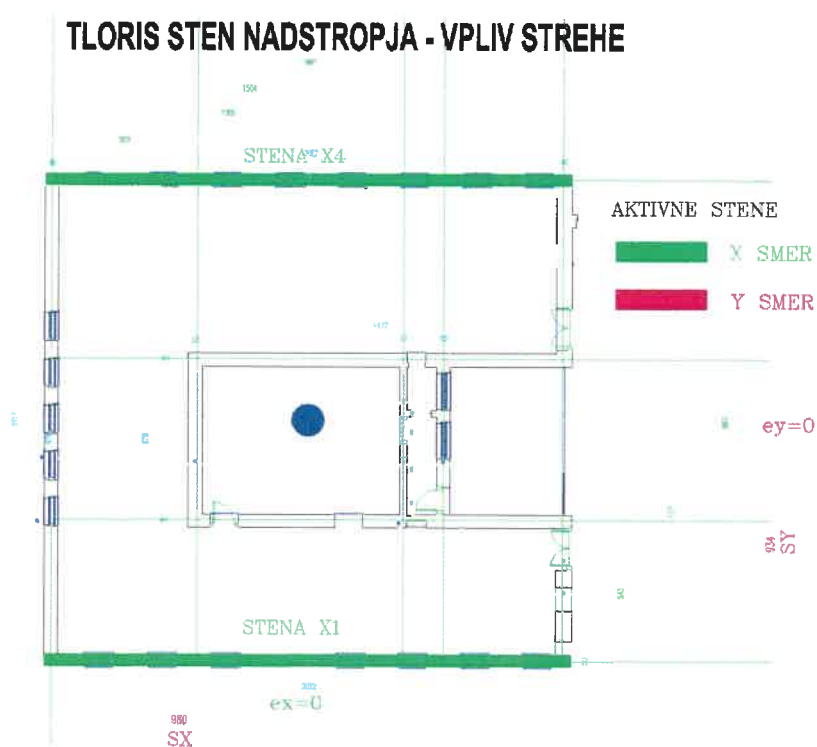
podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 1.13 PRITLIČJE



### 1.2 SHEMA NOSILNIH STEN

#### 1.21 STENE V II. NADSTROPJU ZA VPLIV STREHE





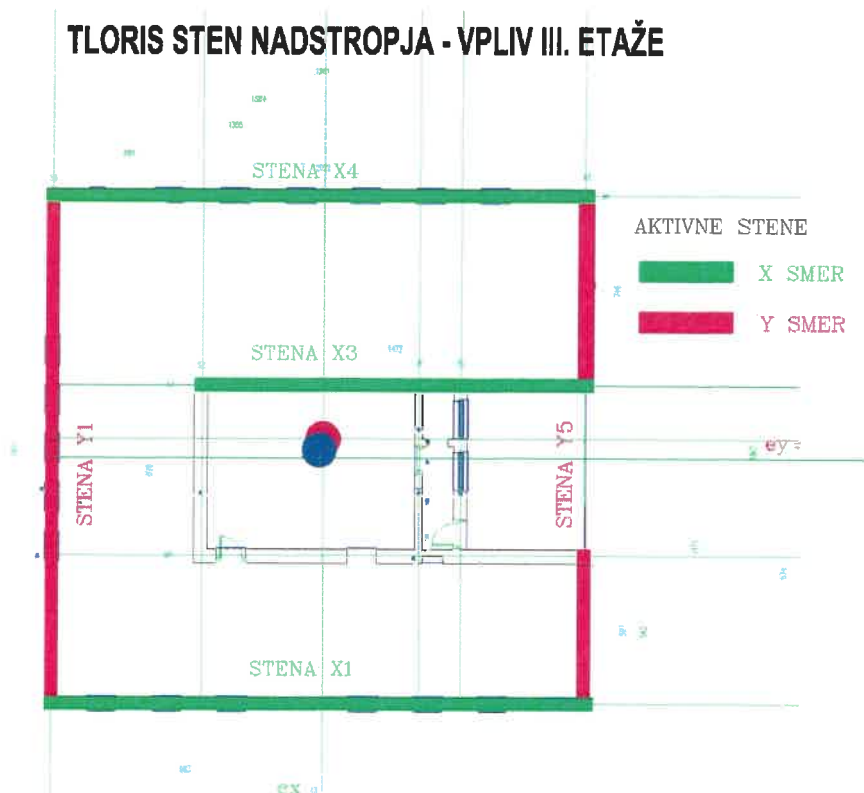


**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

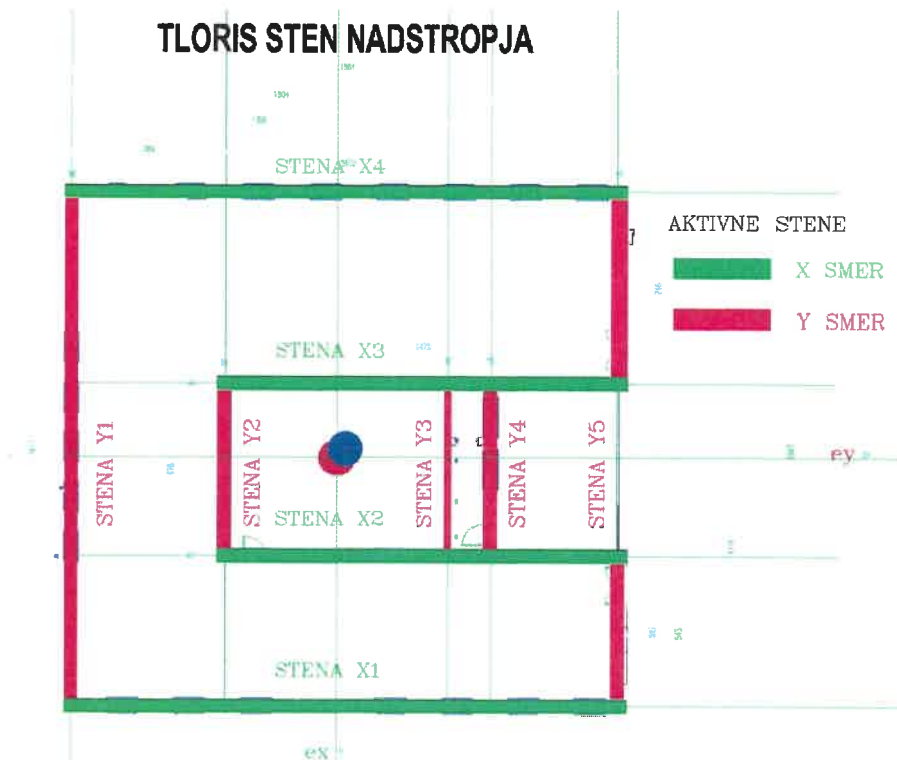
## 1.22 STENE V II. NADSTROPJU ZA VPLIV III. NADSTROPJA

### TLORIS STEN NADSTROPJA - VPLIV III. ETAŽE



## 1.23 STENE V II. NADSTROPJU ZA VPLIV II. NADSTROPJA

### TLORIS STEN NADSTROPJA



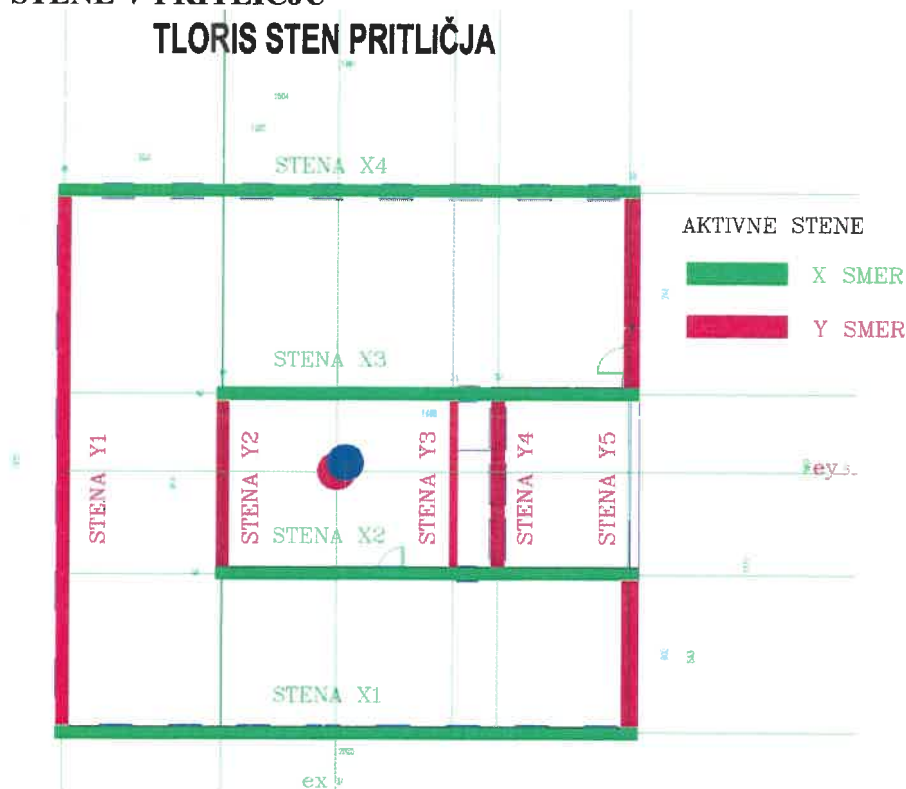


**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## 1.24 STENE V PRITLIČJU

### TLORIS STEN PRITLIČJA



## 1.3 IZRAČUN POVRŠIN NOSILNIH ZIDOV V X SMERI

### 1.31 PRITLIČJE

#### POVRŠINE NOSILNIH ZIDOV V X SMERI -PRITLIČJE

ZID	ŠIRINA	DOLŽINA		PREREZ
1X	0,50	22,20	11,10	11,10
2X	0,52	14,72	7,65	7,65
3X	0,52	14,72	7,65	7,65
4X	0,50	22,20	11,10	11,10

**37,51**

## 1.32 I. NADSTROPJE

#### POVRŠINE NOSILNIH ZIDOV V X SMERI - NADSTROPJE

ZID	ŠIRINA	DOLŽINA		PREREZ[M2]
1X	0,45	22,20	9,99	9,99
2X	0,45	14,72	6,62	6,62
3X	0,45	14,72	6,62	6,62
4X	0,45	22,20	9,99	9,99

**33,23**

**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor**1.4 IZRAČUN POVRŠIN NOSILNIH ZIDOV V Y SMERI****1.41 PRITLIČJE****POVRŠINE NOSILNIH ZIDOV V Y SMERI - PRITLIČJE**

ZID	ŠIRINA	DOLŽINA		PREREZ[M2]
1Y	0,50	19,17	9,59	<b>9,59</b>
2Y	0,50	6,78	3,39	<b>3,39</b>
3Y	0,27	6,78	1,83	<b>1,83</b>
4Y	0,50	6,78	3,39	<b>3,39</b>
5Y	0,50	13,40	6,70	<b>6,70</b>

**24,90****1.42 I. NADSTROPJE****POVRŠINE NOSILNIH ZIDOV V Y SMERI -  
I.NADSTROPJE**

ZID	ŠIRINA	DOLŽINA		PREREZ
1Y	0,45	19,17	8,63	<b>8,63</b>
2Y	0,45	6,78	3,05	<b>3,05</b>
3Y	0,27	6,78	1,83	<b>1,83</b>
4Y	0,50	6,78	3,39	<b>3,39</b>
5Y	0,50	13,40	6,70	<b>6,70</b>

**23,60****2.0 IZRAČUN MAS OBJEKTA****2.1 STREHA**STALNA TEŽA SKUPAJ  $g = 0,60 \text{ kN/m}^2$ POTRESNA OBTEŽBA  $q_{upS} = 0,50 \times 0,60 = 0,30 \text{ kN / m}^2$ **2.2 STROPNA PLOŠČA NAD II. NADSTROPJEM ( HI BOND )**STALNA TEŽA SKUPAJ  $g = 4,00 \text{ kN / m}^2$ KORISTNA TEŽA  $p = 3,00 \text{ kN / m}^2$ POTRESNA OBTEŽBA  $q_{up II} = 4,00 + 0,50 \times 3,00 = 5,50 \text{ kN / m}^2$ **2.3 STROPNA PLOŠČA NAD I. NADSTROPJEM ( LEŠENI STROP )**STALNA TEŽA SKUPAJ  $g = 2,50 \text{ kN / m}^2$ KORISTNA TEŽA  $p = 3,00 \text{ kN / m}^2$ POTRESNA OBTEŽBA  $q_{up I} = 2,50 + 0,50 \times 3,00 = 4,00 \text{ kN / m}^2$

**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## 2.4 STROPNA PLOŠČA NAD PRITLIČJEM

STALNA TEŽA SKUPAJ	g	= 6,50 kN / m <sup>2</sup>
KORISTNA TEŽA	p	= 3,00 kN / m <sup>2</sup>
POTRESNA OBTEŽBA	$q_{up P}$	= 6,50 + 0,50 × 3,00 = 8,00 kN / m <sup>2</sup>

## 2.5 ZIDOVI

Pri izračunu mas zidov upoštevam specifično težo 18 kN/m<sup>3</sup>.

### 2.51 ZIDOVI NAD PRITLIČJEM

$$G_P = (69,9 + 46,2) \times 0,50 \times 4,5 \times 18 + 6,78 \times 0,30 \times 4,50 \times 18 = 4.900,00 \text{ kN}$$

### 2.52 ZIDOVI NAD I. NADSTROPJEM

$$G_I = (69,9 + 46,2) \times 0,45 \times 4,5 \times 18 + 6,78 \times 0,30 \times 4,50 \times 18 = 4.400,00 \text{ kN}$$

### 2.53 FASADA NAD II. IN III. NADSTROPJEM

$$G_{II} = 78,00 \times 4,50 \times 0,50 = 180,00 \text{ kN}$$

$$G_{III} = 78,00 \times 5,50 \times 0,50 = 215,00 \text{ kN}$$

## 3.0 IZRAČUN POTRESNIH OBREMENITEV

### 3.1 IZRAČUN KOEFICIENTA SEIZMIČNOSTI IN CELOTNIH POTRESNIH SIL

Potresne sile izračunam na osnovi EVROKODOV in sicer:

Osnovni faktor obnašanja:

$$q_0 = 3,00 \times \frac{a_U}{a_1} = 3,00 \times 1,20 = 3,60$$

Faktor prevladujočega načina rušenja:

$$k_W = \frac{(1 + \alpha_0)}{3}; \quad \alpha_0 = \frac{h_W}{l_W} = \frac{13,5}{9} = 1,50$$

$$k_W = \frac{(1 + 1,5)}{3} = 0,83$$

Faktor obnašanja za naš primer je:

$$q = k_W \times q_0 = 0,83 \times 3,60 = 3,00$$

Projektirana stopnja duktilnosti:

DCM - srednja

$$S_d(T_1) = a_g \times S \times \frac{2,5}{q} = 0,120 \times 1,15 \times \frac{2,5}{3,6} = 0,10 \text{ g}$$

$$F_b = S_d(T_1) \times m \times \lambda = 0,10 \times 9,81 \times m \times 1,00 = 0,95 \times m \quad [N]$$

**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

Kjer pomeni:  $F_b$  .....celotna prečna sila potresa  
 $S_d(T_1)$  ...vrednost v projektnem spektru pospeškov pri  $T_1$   
 $m$  .....celotna masa konstrukcije ( v kg )  
 $\lambda$  .....redukcijski faktor pri večetažnih konstrukcijah z  
 zmernimi nihajnimi časi ( $\lambda = 1,00$  )

### 3.2 IZRAČUN MAS PO ETAŽAH

#### 3.21 MASA NAD I. NADSTROPJEM

STREHA:  $Q_S = A_S \times q_{upS} = 400 \times 0,30 = 120 \text{ kN}$   
 II. NADSTROPJE:  $Q_{II} = A_{II} \times q_{upII} = 480 \times 5,50 = 2.645 \text{ kN}$   
 I. NADSTROPJE:  $Q_I = A_I \times q_{upI} = 480 \times 4,00 = 1.920 \text{ kN}$

$$M_I = 120 + 2.645 + 1.920 + 180 + 215 + 0,50 \times 4.400 = \mathbf{7.280 \text{ kN}}$$

#### 3.22 MASA NAD PRITLIČJEM

PRITLIČJE:  $Q_P = A_P \times q_{upP} = 388 \times 8,00 = 3.104 \text{ kN}$

$$M_P = 3.104 + 4.900 = \mathbf{8.004 \text{ kN}}$$

### 3.3 IZRAČUN POTRESNIH SIL PO POSAMEZNIH ETAŽAH

Ker je objekt v osnovi zasnovan tako, da se skoraj v celoti ujemata masno in strižno središče ( $\delta_{MAX} = 0,41 \text{ m}$ ), upoštevam za obe smeri ekscentričnost, ki je predpisana v EVROKODIH, in sicer  $e_x = e_y = 0,05 \times L$ , zato upoštevam največjo ekscentričnost za obe strani enako in sicer  $e_{MAX} = 0,05 \times 20,22 = 1,00 \text{ m}$ .

#### 3.31 POTRES X SMER

##### 3.311 POTRESNE SILE NAD I. NADSTROPJEM

##### NOSILNI ELEMENTI V X SMERI - 1.NADSTROPJE

##### RAČUN TEŽIŠČA $Y_t$ ZA STENE V X SMERI

i	y	A	y×A	y×y×A	POTRES X	POTRES Y
1	0,00	9,99	0	814,61	0,275	0,026
2	5,43	6,62	35,9466	85,80	0,193	0,007
3	11,71	6,62	77,5202	47,54	0,204	-0,005
4	18,67	9,99	186,5133	928,35	0,328	-0,027

**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor**3.312 POTRESNE SILE NAD PRITLIČJEM****NOSILNI ELEMENTI V X SMERI - PRITLIČJE****RAČUN TEŽIŠČA  $Y_t$  ZA STENE V X SMERI**

i	y	A	$y \times A$	YT	$y \times y \times A$	POTRES X	POTRES Y
1	0,00	11,10	0		903,68	0,270	0,026
2	5,43	7,65	41,5395		98,75	0,197	0,007
3	11,71	7,65	89,5815		55,24	0,209	-0,005
4	18,67	11,10	207,237		1033,04	0,324	-0,028

**3.32 POTRES Y SMER****3.321 POTRESNE SILE NAD I. NADSTROPJEM****NOSILNI ELEMENTI V Y SMERI - 1.NADSTROPJE****RAČUN TEŽIŠČA  $X_t$  ZA STENE V Y SMERI**

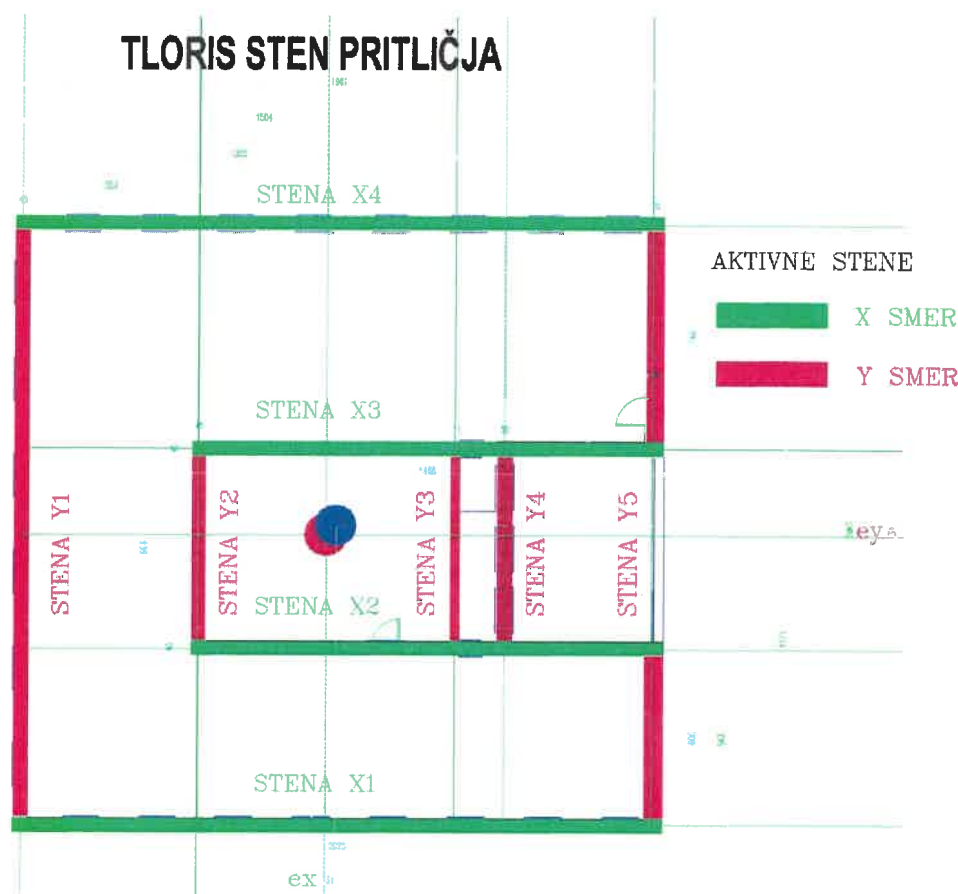
i	x	A	$x \times A$		$x \times x \times A$	POTRES X	POTRES Y
1	0,00	8,63	0		777,72	0,023	0,342
2	5,53	3,05	16,8665		47,90	0,003	0,126
3	13,55	1,83	24,7965		30,12	-0,002	0,080
4	15,04	3,39	50,9856		104,31	-0,005	0,149
5	19,61	6,7	131,387		685,77	-0,019	0,303

**3.322 POTRESNE SILE NAD PRITLIČJEM****NOSILNI ELEMENTI V Y SMERI - PRITLIČJE****RAČUN TEŽIŠČA  $X_t$  ZA STENE V Y SMERI**

i	x	A	$x \times A$	XT	$x \times x \times A$	POTRES X	POTRES Y
1	0,00	<b>9,59</b>	0		789,43	0,023	0,362
2	5,53	<b>3,39</b>	18,7467		42,55	0,003	0,133
3	13,55	<b>1,83</b>	24,7965		36,68	-0,002	0,076
4	15,04	<b>3,39</b>	50,9856		120,70	-0,005	0,141
5	19,61	<b>6,70</b>	131,387		743,90	-0,018	0,288

#### 4.0 OBREMENTITVE V OPEČNIH STENAH ZA POTRES V X IN Y SMERI

##### STENE V PRITLIČJU



$$S_i = S \times \frac{G_i \times H_i}{\sum_{i=1}^n G_i \times H_i}$$

Kjer je  $S = F_b$  - CELOTNA POTRESNA SILA

Kot se iz potresne analize razporeditve potresnih sil vidi, je za potres v X smeri najbolj obremenjena stena X 4, za potres v Y smeri pa je najbolj obremenjena stena Y1, ki jih v nadaljnjem izračunu tudi kontroliram na nosilnost in sicer za največjo vertikalno obtežbo in na kombinacijo vertikalne in strižne sile – glavne natezne napetosti.

#### 4.1 SEIZMIČNE SILE V X SMERI ZA NAJBOLJ OBREMENJENO STENO

##### STENA X4

NADSTROPJE:  
PRITLIČJE

$$S_{NAD} = (0,328 + 0,027) \times 7.280 = 2.584 \text{ kN}$$

$$S_P = (0,324 + 0,028) \times 8.004 = 2.818 \text{ kN}$$



**ENELING d.o.o.**podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

i	Hi	Gi	Gi × Hi	Gi × Hi / ●	Gi × Hi	Hi
NAD	7,8	2584	20155,2		0,63	321,91
PRIT	4,25	2818	11976,5		0,37	191,28
		5402	32131,7			<b>513,19</b>
						<b>3323,83</b>

**KONTROLA NAPETOSTI STENE X4 V PRITLIČJU t/L = 0,50 / 20,22 m**

$$\text{PRITLIČJE: } A_{\text{NETO}} = 10,11 - 7 \times 1,1 \times 0,5 = 6,26 \text{ m}^2 \quad W = 34,1 \text{ m}^3$$

**DOLOČITEV VERTIKALNE SILE ZA CELOTNO STENO X4**

Teža zidu	$10,11 \times 7,8 \times 18$	= 1.419 kN
Od strehe	$0,50 \times 21,00 \times 0,60 \times 20,60$	= 130 kN
Od etaž	$(5,50 + 4,00) \times 3,50 \times 20,60$	= 685 kN

$$V_{\text{TOTN}} = 2.234 \text{ kN} \quad H_{\text{TOTN}} = 513 \text{ kN} \quad M_{\text{TOTN}} = 3.323 \text{ kNm}$$

$$e = \frac{M_{\text{TOT}}}{V_{\text{TOT}}} = \frac{3323}{2234} = 1,49 \text{ m}$$

$$\sigma_V = \frac{V_{\text{TOT}}}{A_{\text{NETO}}} = \frac{2234}{6,26} = 356 \text{ kN / m}^2$$

$$\sigma_M = \frac{M_{\text{TOT}}}{W} = \pm \frac{3323}{34,1} = \pm 97 \text{ kN / m}^2$$

$$\tau = \frac{H_{\text{TOT}}}{A_{\text{NETO}}} = \frac{513}{6,26} = 82 \text{ kN / m}^2$$

$$\sigma_{\text{MAX}} = \frac{V_{\text{MAX}}}{b \times t} \left( 1 + \frac{6 \times e}{t} \right) = \frac{2234}{10,11} \left( 1 + \frac{6 \times 2,18}{20,22} \right) = 363 \text{ kN / m}^2 < f_c = 1600 \text{ kN / m}^2$$

$$\sigma_o = \sqrt{\frac{\sigma_o^2}{4} + (1,5 \times \tau_o)^2} - \frac{\sigma_o}{2}$$

$$\sigma_o = \sqrt{\frac{356^2}{4} + (1,5 \times 82)^2} = 216 - 178 = 38 \text{ kN / m}^2 < f_t = 90 \text{ kN / m}^2$$

**ENELING** d.o.o.podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## 4.2 SEIZMIČNE SILE ZA STENO Y1 ZA POTRES V Y SMERI

### STENA Y 1

$$\begin{aligned} \text{NADSTROPJE:} \quad S_{\text{NAD}} &= (0,342 + 0,023) \times 7.280 = 2.657 \text{ kN} \\ \text{PRITLIČJE} \quad S_{\text{P}} &= (0,362 + 0,023) \times 8.004 = 3.082 \text{ kN} \end{aligned}$$

i	Hi	Gi	Gi × Hi	Gi × Hi / ▲	Gi × Hi	Hi
NAD	7,8	2657	20724,6		0,61	334,07
PRIT	4,25	3082	13098,5		0,39	211,14
		5739	33823,1			545,21
						3503,06

### KONTROLA NAPETOSTI STENE Y 1 V PRITLIČJU $t/L = 0,50 / 19,17 \text{ m}$

$$\text{PRITLIČJE: } A_{\text{NETO}} = 9,59 - 6 \times 1,45 \times 0,5 = 5,26 \text{ m}^2 \quad W = 30,1 \text{ m}^3$$

### DOLOČITEV VERTIKALNE SILE ZA CELOTNO STENO X4

$$\begin{aligned} \text{Teža zidu} & 9,59 \times 7,8 \times 18 & = 1.346 \text{ kN} \\ \text{Od strehe} & 0,50 \times 8,00 \times 0,60 \times 19,17 & = 46 \text{ kN} \\ \text{Od etaž} & (5,50 + 4,00) \times 6,50 \times 19,17 & = 1.184 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{\text{TOTN}} = 2.576 \text{ kN} \quad H_{\text{TOTN}} = 545 \text{ kN} \quad M_{\text{TOTN}} = 3.503 \text{ kNm}$$

$$e = \frac{M_{\text{TOT}}}{V_{\text{TOT}}} = \frac{3323}{1525} = 1,36 \text{ m}$$

$$\sigma_v = \frac{V_{\text{TOT}}}{A_{\text{NETO}}} = \frac{2576}{5,26} = 490 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\sigma_M = \frac{M_{\text{TOT}}}{W} = \pm \frac{3503}{30,1} = \pm 116 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\tau = \frac{H_{\text{TOT}}}{A_{\text{NETO}}} = \frac{545}{5,26} = 104 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\sigma_{\text{MAX}} = \frac{V_{\text{MAX}}}{b \times t} \left( 1 + \frac{6 \times e}{t} \right) = \frac{2576}{9,59} \left( 1 + \frac{6 \times 1,36}{19,17} \right) = 383 \text{ kN} / \text{m}^2 < f_c = 1600 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\sigma_o = \sqrt{\frac{\sigma_o^2}{4} + (1,5 \times \tau_o)^2} - \frac{\sigma_o}{2}$$

$$\sigma_o = \sqrt{\frac{490^2}{4} + (1,5 \times 116)^2} = 300 - 245 = 56 \text{ kN} / \text{m}^2 < f_t = 90 \text{ kN} / \text{m}^2$$



**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

Kot je iz analize najbolj obremenjenih sten razvidno, so glavne natezne napetosti in največje tlačne napetosti v pritličju na mestu oslabitev z okenskimi odprtinami za obstoječe stanje manjše od dovoljenih, tako da potres ni nevaren za stabilnost objekta.

Na osnovi dinamičnega računa konstrukcij

### IZJAVLJAM

da je objekt po rekonstrukciji brez dodatnih ojačitev enako potresno varen kot pred rekonstrukcijo, z rešitvami v osnovnem statičnem računu pa je stabilnost objekta izboljšana s povezavo mednadstropnih konstrukcij z jeklenimi veznimi konstrukcijami med lesenimi stropniki in AB ploščo v HI BOND izvedbi v togo šipo.

Maribor, november 2010

Odgovorni projektant:

Šeško Milan, univ.dipl.inž.grad.  
IZS G - 2071





**ENELING** d.o.o.

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

### 3.4.2.4 ARMIRANOBETONSKE KONSTRUKCIJE

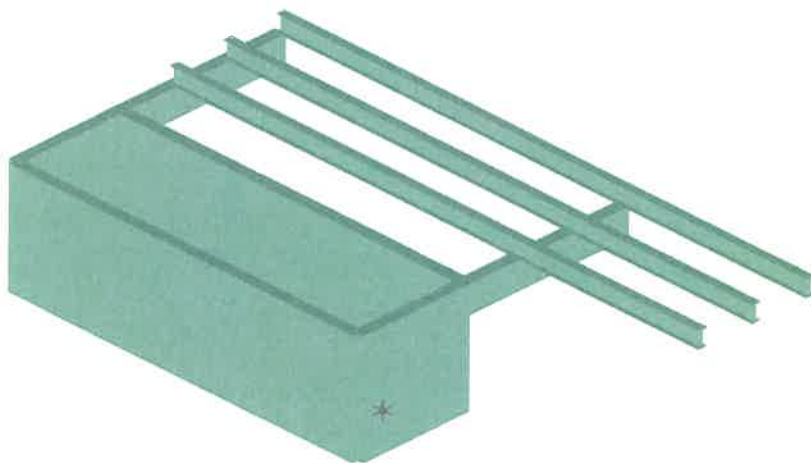
#### POZ K – KONZOLE ZA JEKLENI PODEST INŠTALACIJ NA STREHI

##### 1.0 ZASNOVA

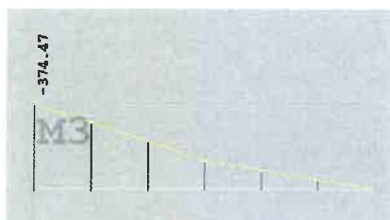
Za inštalacije je bilo potrebno nad streho izvesti podest iz jeklenih profilov IPE 300, ki ležijo na armiranobetonskih konzolah inštalacijskega jaška. Statuične količine za konzole so že izračunane pri celotnem sistemu, zato uporabim le rezultate in dimenzioniram.

##### 2.0 OBTEŽBA, OBREMENITEV IN DIMENZIONIRANJE

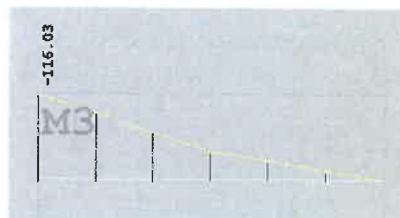
###### HEMA KONSTRUKCIJE



KONZOLA – SREDINA PODESTA

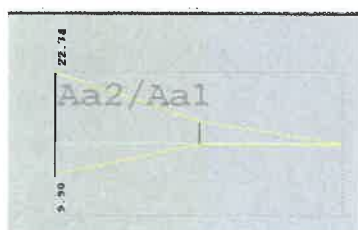


KONZOLA – KONEC PODESTA



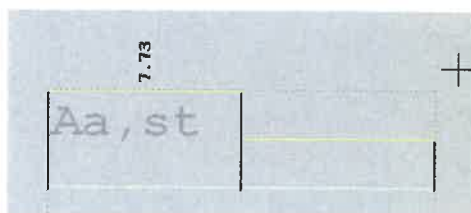
###### ARMATURA NAJBOLJ OBREMENJENE KONZOLE

###### GLAVNA ARMATURA



6 Ø 22;  $A_s = 22,80 \text{ cm}^2$

###### STREMENSKA ARMATURA



Ø 12/20 ;  $A_s = 12,24 \text{ cm}^2$



**ENELING** d.o.o.

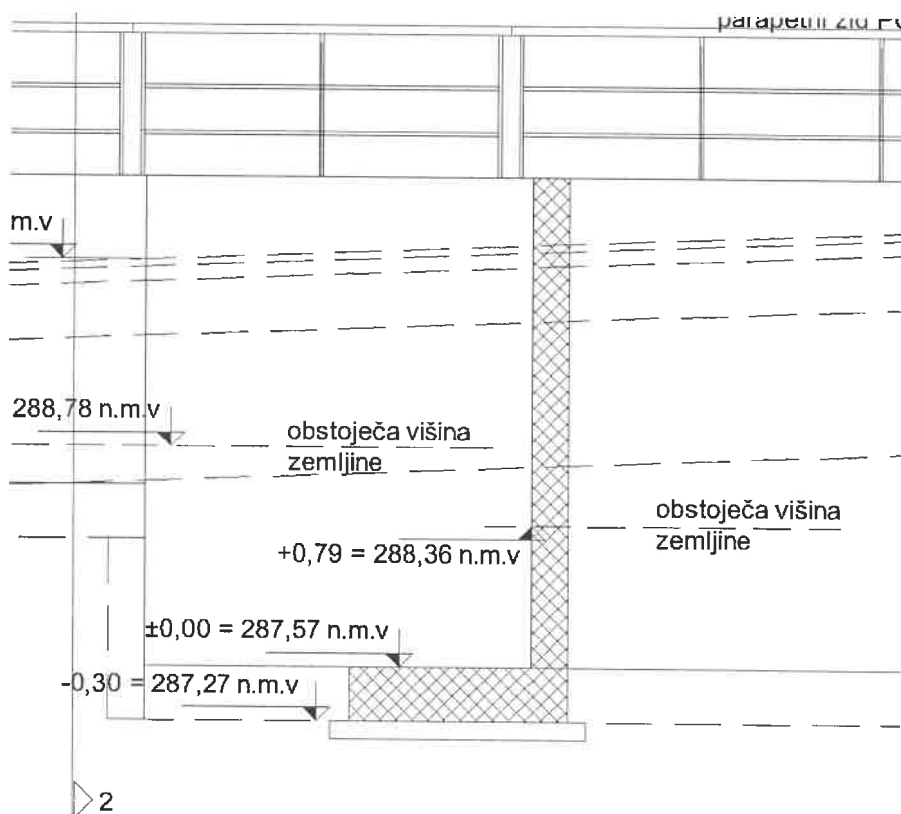
podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

## POZ OZ – OPORNI ZID

### 1.0 ZASNOVA

Oporni zid je debeline 25 cm in je L oblike. Stabilnost proti prevrnitvi zagotavlja nasip zemljine za zidom, ki obteži ploščo opornega zida. Dimenzioniram za obtežbo z zemljino za stalno težo, za koristno pa upoštevam horizontalno obtežbo zaradi prometa v velikosti  $5 \text{ kN/m}^2$

### ZASNOVA



### 2.0 OBTEŽBA IN OBREMENITEV

#### STALNA TEŽA

Teža AB stene	$g = 0,25 \times 3,00 \times 25$	$= 18,75 \text{ kN/m}$
Teža AB plošče	$g_p = 0,30 \times 25$	$= 7,50 \text{ kN/m}^2$
Teža zemljine	$g_z = 18,00 \times 3,00$	$= 54,00 \text{ kN/m}^2$
Zemeljski pritisk:	$p_z = 0,50 \times 18 \times 3,00$	$= 27,00 \text{ kN/m}^2$

#### KORISTNA TEŽA

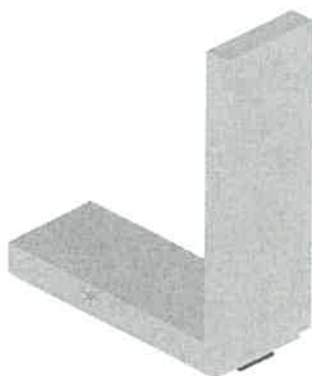
Promet	$p$	$= 5,00 \text{ kN/m}^2$
--------	-----	-------------------------



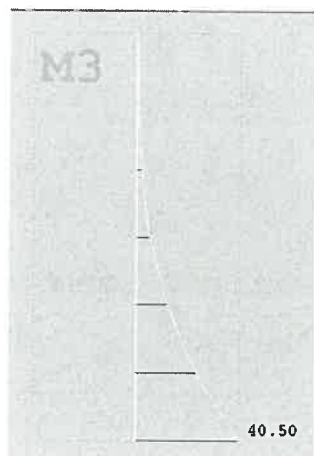
**ENELING d.o.o.**

podjetje za proizvodnjo električne energije in inženiring  
Splavarski prehod 5, 2000 Maribor

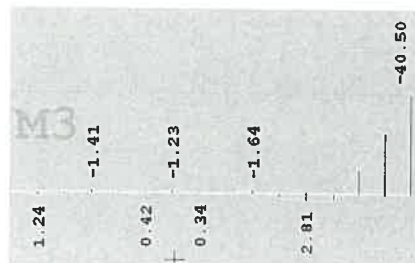
SHEMA



UPOGIBNI MOMENTI  
STENA

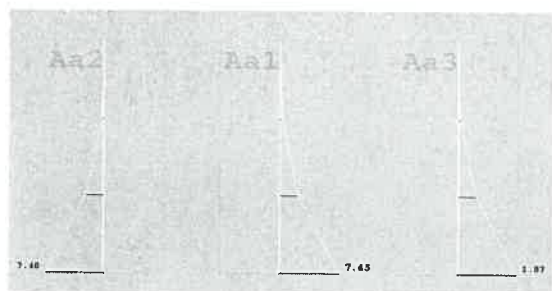


UPOGIBNI MOMENTI  
PLOŠČA

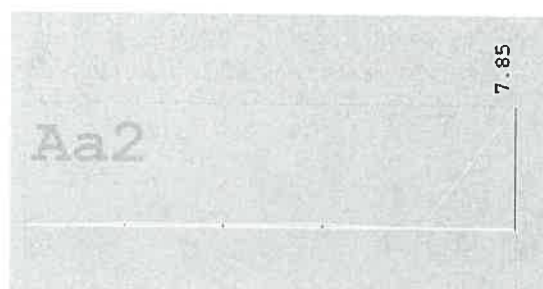


### 3.0 DIMENZIONIRANJE

STENA



PLOŠČA



V steno vstavim armaturo mrežo Q 335, sidranje do višine 1,20 m iz plošče pa za pokrivanje momentov izvedem s sidri  $\varnothing 14 / 15$  cm

V ploščo vstavim armaturo mrežo Q 335, notranjo armaturo pa za pokrivanje momentov izvedem z ravnimi palicami  $\varnothing 14 / 15$  cm, ki jih upognem v steno.

Maribor, november 2010

Odgovorni projektant:

Šeško Milan, univ.dipl.inž.grad  
IZS G - 2071

**MILAN ŠEŠKO**  
univ. dipl. inž. grad.  
IZS G-2071

### 3.4 RISBE

3.4	Risbe		
	1.01	STEBRI IN ETAŽA – SESTAVA 3D	1
	1.02	STEBRI IN ETAŽA – SESTAVA	1
	1.03	STEBRI IN ETAŽA – SIDRANJE AB VENEC	1
	1.04	STEBRI IN ETAŽA – SESTAVA PREREZI	1
	1.01	KONZOLA - SESTAVA	1
	1.02	KONZOLA – SESTAVA PREREZI	1
	1.01	POVEZJA IN ZAVETROVANJE - SESTAVA	1
	1.02	POVEZJA IN ZAVETROVANJE – SESTAVA 3D	1
	1.01	KLIMA PODEST - SESTAVA	1
	1	Plošča etaže – DISPOZICIJA NOSILCEV	1
	2	Plošča etaže – armaturna risba – armatura spodaj	1
	3	Plošča etaže – armaturna risba – armatura zgoraj	1
	4	Svetlobni jašek – armaturna risba	1