

# "ETG-inženjering"

d.o.o. za projektovanje, građenje i inženjering Bačka Palanka, ul. Veljka Vlahovića br. 5,  
tel. 021/60-40-143, mejl: mladenz@mts.rs, Tekući račun br. 340-31625-18 kod Erstebanke

## 2 – PROJEKAT KONSTRUKCIJE

Investitor: Javno preduzeće "SKIJALIŠTA SRBIJE"  
Beograd, Milutina Milankovića br.9

Objekat: Osvetljenje ski staze Karaman greben 7a u Ski centru Kopaonik, parcele br. 2/5, 2/30, 2/19, 4/20, 4/84, 4/85 i 90/1 KO Kopaonik, opština Raška i k.p. br. 1319/7 KO Brzeće, opština Brus

Vrsta tehničke dokumentacije: IDP Idejni projekat

Naziv i oznaka dela projekta: 2 – projekat konstrukcije

Za građenje / izvođenje radova: nova gradnja

Projektant: "ETG-inženjering", doo  
Veljka Vlahovića br. 5, Bačka Palanka

Odgovorno lice projektanta: Mladen Žarković, dipl. inž. el.

Pečat: Potpis:



Odgovorni projektant: Jarmila Šaršanski, dipl. inž. građ.  
Broj licence: 311 4211 03

Lični pečat: Potpis:



Broj tehničke dokumentacije: E -11/15-K - IDP  
Mesto i datum: Bačka Palanka, septembar 2017.

## 2.2. SADRŽAJ IDEJNOG PROJEKTA KONSTRUKCIJE

2.1.	Naslovna strana idejnog projekta
2.2.	Sadržaj idejnog projekta
2.3.	Rešenje o određivanju odgovornog projektanta idejnog projekta
2.4.	Izjava odgovornog projektanta idejnog projekta
<b>2.5</b>	<b>TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA</b>
2.5.1.	Tehnički opis
<b>2.6.</b>	<b>NUMERIČKA DOKUMENTACIJA</b>
2.6.1.	Statički proračun
<b>2.7.</b>	<b>GRAFIČKA DOKUMENTACIJA</b>
2.7.1.	Temelj stuba – pos T1
2.7.2.	- plan oplata
2.7.3.	- detalj armiranja
2.7.4.	Temelj stuba – pos T2
2.7.5.	- plan oplata
2.7.6.	- detalj armiranja
2.7.7.	Temelj stuba – pos T3
4.7.8.	- plan oplata
	- detalj armiranja – presek
	- detalj armiranja – osnove
	Specifikacija armature

## 2.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13—odluka US, 50/2013—odluka US, 98/2013—odluka US, 132/14 i 145/14) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 23/2015, 77/2015, 58/2016, 96/2016 i 67/2017) kao:

### ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu idejnog projekta (IDP) konstrukcije za Osvetljenje ski staze Karaman greben 7a u Ski centru Kopaonik, parcele br. 2/5, 2/30, 2/19, 4/20, 4/84, 4/85 i 90/1 KO Kopaonik, opština Raška i k.p. br. 1319/7 KO Brzeće, opština Brus

određuje se:

**Jarmila Šaršanski, dipl.inž.građ.**

**broj licence: 311 4211 03**

Projektant:

„ETG-inženjering“ doo  
ul. Veljka Vlahovića br. 5 Bačka Palanka

Odgovorno lice/zastupnik:

Mladen Žarković, dipl.inž.el.

Pečat:

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije:  
Mesto i datum:

E -11/15-K - IDP  
Bačka Palanka, avgust 2017.

## 2.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA KONSTRUKCIJE

Odgovorni projektant idejnog projekta (IDP) konstrukcije za Osvetljenje ski staze Karaman greben 7a u Ski centru Kopaonik na parcele br. 2/5, 2/30, 2/19, 4/20, 4/84, 4/85 i 90/1 KO Kopaonik, opština Raška i k.p. br. 1319/7 KO Brzeće, opština Brus

Jarmila Šaršanski, dipl.inž.građ.

### IZJAVLJUJEM

1. da je projekat u svemu u skladu sa Lokacijskim uslovima za izgradnju osvetljenja ski staze Karaman greben 7a u Ski centru Kopaonik, na k.p. br. 2/5, 2/30, 2/19, 4/20, 4/84, 4/85 i 90/1 KO Kopaonik, opština Raška i delu k.p. br. 1319/7 KO Brzeće, opština Brus, broj: ROP-MSGI-24159-LOC-1/2017 od 13.09.2017-14
2. da je projekat izrađeno u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji („Službeni glasnik RS", broj 72/09,81/2009-ispr., 64/2010-odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013-odl US, 50/2013-odluka US, 98/2013-odluka US, 132/2014 i 145/2014) , propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke;
3. da su pri izradi projekta poštovane sve propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat i da je projekat izrađen u skladu sa merama i preporukama kojima se dokazuje ispunjenost osnovnih zahteva

Odgovorni projektant : Jarmila Šaršanski, dipl.inž. građ.

Broj licence: 311 4211 03

Pečat: Potpis:



Broj tehničke dokumentacije:  
Mesto i datum:

E -11/15-K - IDP  
Bačka Palanka, septembar 2017.

## **2.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA**

### **2.5.1. TEHNIČKI OPIS**

Za potrebe Investitora, a u svemu prema projektnom zadatku, isprojektovana je temeljna konstrukcija za reflektorske stubove visine  $H=18\text{ m}$  i  $H=12\text{ m}$ .

Rasveta se sastoji od dva tipa reflektorskih stubova - visine 18 i 12 m. Postavlja se jedan stub visine 18 m koji će se u zavisnosti od situacije na terenu, postaviti ili na ravan teren ili na kosinu (pos S1, pos S2). Stubovi visine 12 m postavljaju se na ravan teren (pos S3).

#### **KONSTRUKCIJA:**

**Stub pos S1 i S2** su tipa VRS (16)-A-18/4R "AMIGA" Kraljevo ili odgovarajući. Stub S3 je tipa VRS (12)-A-12/2R "AMIGA" Kraljevo ili odgovarajući.

#### **FUNDIRANJE:**

Fundiranje reflektorskih stubova je na AB temeljnim stopama. Stub pos S2 je u donjem delu od armiranog betona visine 5,0 m zbog savladavanja visinske razlike u terenu. AB stub i temeljne stope armirani u svemu prema statičkom proračunu i grafičkim priložima. Temeljne stope se izvode se od armiranog betona MB30 i armature RA400/500-2 i MA 500/560. Armiraju po obodu mrežastom armaturom, a temeljna ploča rebrastom armaturom. AB stub je od MB30 armiran sa RA 400/500-2.

Ispod temeljnih stopa postavlja tampon od nabijenog tucanika debljine 20cm zbijenosti prema geomehničkom elaboratu. Kao zaštita armature predviđen je sloj nearmiranog betona MB15  $d=10\text{ cm}$  preko sloja tucanika.

Dozvoljena nosivost tla prema geomehničkom elaboratu. Nagib terena i stabilnost strmine su pretpostavljeni na osnovu vizuelnog pregleda terena.

Fundiranje je obavezno na zdravom tlu. Minimalna dubina fundiranja  $D_f = 100\text{ cm}$

SASTAVILA:

Jarmila Šaršanski, dipl.ing.građ.



## **2.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA**

### 2.6.1. Statički proračun

NAZIV OBJEKTA : **TEMELJ T1**, STUBA  $H_{\text{stuba}} = 18 \text{ m}$   
 MESTO : KOPAONIK  
 SADRŽAJ : **STATIČKI PRORAČUN**  
**TEMELJNE KONSTRUKCIJE STUBA**

## 1) PRORAČUN OPTEREĆENJA VETROM

LOKACIJA: KOPAONIK

VRSTA OBJEKTA: Temelj konzolnog stuba šesnaestougaoanog poprečnog preseka

DIMENZIJE STUBA:

Stub je šosmougaonog poprečnog preseka. Radi jednostavnijeg proračuna temelja stuba, a na strani sigurnosti, usvaja se stub kružnog poprečnog preseka sledećih dimenzija:

presek

$\phi 520/8 \text{ mm}$   $h = 0 \text{ m}$

$\phi 230/8 \text{ mm}$   $h = 18 \text{ m}$

RELATIVNO PRIGUŠENJE OSCILOVANJA KONSTRUKCIJE :

RELATIVNO PRIGUŠENJE:  $\zeta = 0,005$

OSN. BRZINA VETRA:  $v_{m,50,10} = 19 \text{ m/s}$

KATEGORIJA HRAPAVOSTI TERENA: »B«

GUSTINA VAZDUHA:

nadmorska visina 1800m  $\rho = 1,0269 \text{ kg/m}^3$

VREME OSREDNJAVANJA OSN. BRZINE:  $t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$

POVRATNI PERIOD PROJEKTNE OSN. BRZINE:  $T = 20 \text{ god.}$

FAKTOR TOPOGRAFIJE TERENA  $S_z = 1,5$

INTENZITET TURBULENCIJE  $I_z = \sqrt{a/b} (10/z)^\alpha$

-FAKTOR VREMENSKOG OSREDNJAVANJA  $K_t = 1$

-FAKTOR POVRATNOG PERIODA  $K_T = 1$

-PROJEKTNA OSN. BRZINA VETRA  $v_{m,50,10} = K_t K_T 19 = 19 \text{ m/s}$

-OSREDNJENA BRZINA VETRA  $v_{m,50,10} = K_z S_z 19 = 28,5 \text{ m/s}$

⇒ OSNOVNI PRITISAK VETRA

$$q_{m,50,10} = 0,5 \rho (v_{m,50,10})^2 10^{-3} = 0,185 \text{ kN/m}^2$$

⇒ OSREDNjeni AERODINAMIČKI PRITISAK VETRA

$$q_{m,50,z} = q_{m,50,10} S_z^2 K_z^2 = 0,185 \times 1,5 \times K_z^2 = K_z^2 \times 0,277 \text{ kN/m}^2$$

FAKTOR EKSPozICIJE TERENA  $K_z^2 = b \times (z/10)^{2\alpha}$

$$K_z^2 = (z/10)^{0,44}$$

$$z = 0 \text{ m} \quad K_z^2 = 1,0 \quad q_{m,50,z} = q_{m,50,10} S_z^2 K_z^2 = 0,277 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 10 \text{ m} \quad K_z^2 = 1,0 \quad q_{m,50,z} = q_{m,50,15} S_z^2 K_z^2 = 0,277 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 19 \text{ m} \quad K_z^2 = 1,195 \quad q_{m,50,z} = q_{m,50,15} S_z^2 K_z^2 = 0,331 \text{ kN/m}^2$$



## - KONTROLA KRUTOSTI GLAVNOG NOSECEG SISTEMA

- sirina konstrukcije upravne na delovanje vetra  $b := 0.375 \text{ m}$

frekvencija 1. tona  $n_1 := 1.26 \text{ Hz}$

$$b = 0.375 \text{ m}$$

$$h := 18 \text{ m}$$

$$\frac{b}{h} = 0.021 \ll 0.25 \quad \text{vitka konstrukcija}$$

$$\frac{h}{b} = 48 \gg 4$$

makroskala turbulencije  $L := 60 \text{ m}$

$$\frac{h}{2 \cdot L} = 0.15 \rightarrow S' := 0.018$$

$$Q := \left( \frac{v_{m,t,10}}{n_1 \cdot h} \right)^2$$

$$Q := \left( \frac{28.5}{n_1 \cdot h} \right)^2 \quad Q = 1.579 \quad \zeta := 0.005$$

$$\left( \frac{R}{B} \right)^2 := \frac{\pi}{4} \cdot \frac{Q^{\frac{5}{6}}}{\zeta} \cdot S'$$

$$\left( \frac{R}{B} \right)^2 := \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1.579^{\frac{5}{6}}}{\zeta} \cdot S' \quad \left( \frac{R}{B} \right)^2 := 4.14 > 0.5 \quad \text{- konstrukcija je podložna rezonantnom efektu spada u vitke konstrukcije}$$

## - DINAMICKI KOEFICIJENT

$$\frac{b}{h} = 0.021 < 0.25 \quad B := 1$$

$$\left( \frac{R}{B} \right)^2 := 4.14$$

$$I_z := 0.136$$

$$v \cdot t := \frac{n_1 \cdot t \cdot \left( \frac{R}{B} \right)}{\left[ 1 + \left( \frac{R}{B} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$

$$v_t := \frac{1.26 \cdot 3600 \cdot \sqrt{4.14}}{(1 + 4.14)^{0.5}} \quad v_t = 4.071 \times 10^3$$

$$\sqrt{2 \cdot \ln(4071)} = 4.077$$

$$g := 4.077 + \frac{0.577}{4.077} \quad g = 4.219$$

$$G := 1 + 2 \cdot g \cdot l_z \cdot B \cdot \left[ 1 + \left( \frac{R}{B} \right)^2 \right]^{0.5}$$

$$\underline{G} := 1 + 2 \cdot 4.219 \cdot 0.136 \cdot 1 \cdot \sqrt{5.14}$$

$$G = 3.602$$

$$z = 0 \text{ m}$$

$$z = 10 \text{ m}$$

$$z = 19 \text{ m}$$

$$q_{g,50,z} = 0.277 \times 3.602 = 0,998 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{g,50,z} = 0.277 \times 3.602 = 0,998 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{g,50,z} = 0.331 \times 3.602 = 1,192 \text{ kN/m}^2$$

### - Reynoldsov broj

$$Re := \frac{v_{mtz} \cdot b}{\nu}$$

prema JUS-u U.C7.111

$$Re := 0.685 \times 10^5 \cdot (v_{m,50,10}) \cdot b$$

$$\underline{Re} := 0.685 \cdot 10^5 \cdot 28.5 \cdot 0.375$$

$$0.6 \cdot 10^6 < Re = 7.321 \times 10^5 < 3.5 \cdot 10^6 \Rightarrow \text{nadkritična oblast strujanja}$$

-periodično odvajanje vrtloga ne postoji

### - Koeficijent sile stuba - prema JUS-u U.C7.113

$$C_f := 0.7 \Rightarrow q_w := q_{g,20,z}$$

$$q_w = q_{g,20,z} \times C_f \times A$$

$$z := 0 \text{ m}$$

$$w1 := 0.998 \cdot C_f \cdot 0.52$$

$$w1 = 0.363 \text{ kN/m}$$

$$\underline{z} := 10 \text{ m}$$

$$w2 := 0.998 \cdot C_f \cdot 0.39$$

$$w2 = 0.272 \text{ kN/m}$$

$$\underline{z} := 19 \text{ m}$$

$$w3 := 1.192 \cdot C_f \cdot 0.23$$

$$w3 = 0.192 \text{ kN/m}$$

## Ulazni podaci - Konstrukcija

**Tabela materijala**

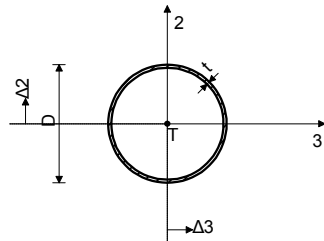
No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha t$ [1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu m$
1	Beton MB 25	3.000e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20
2	Celik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

**Setovi ploča**

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m <sup>2</sup> ]	G[kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha$
<1>	0.600	0.300	1	Tanka ploča	Izotropna			

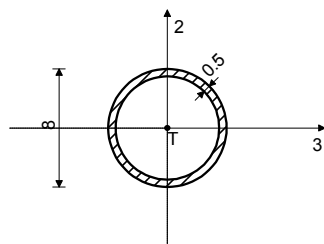
**Setovi greda**

Set: 1 Presek: Promenljiv, Fiktivna ekscentričnost

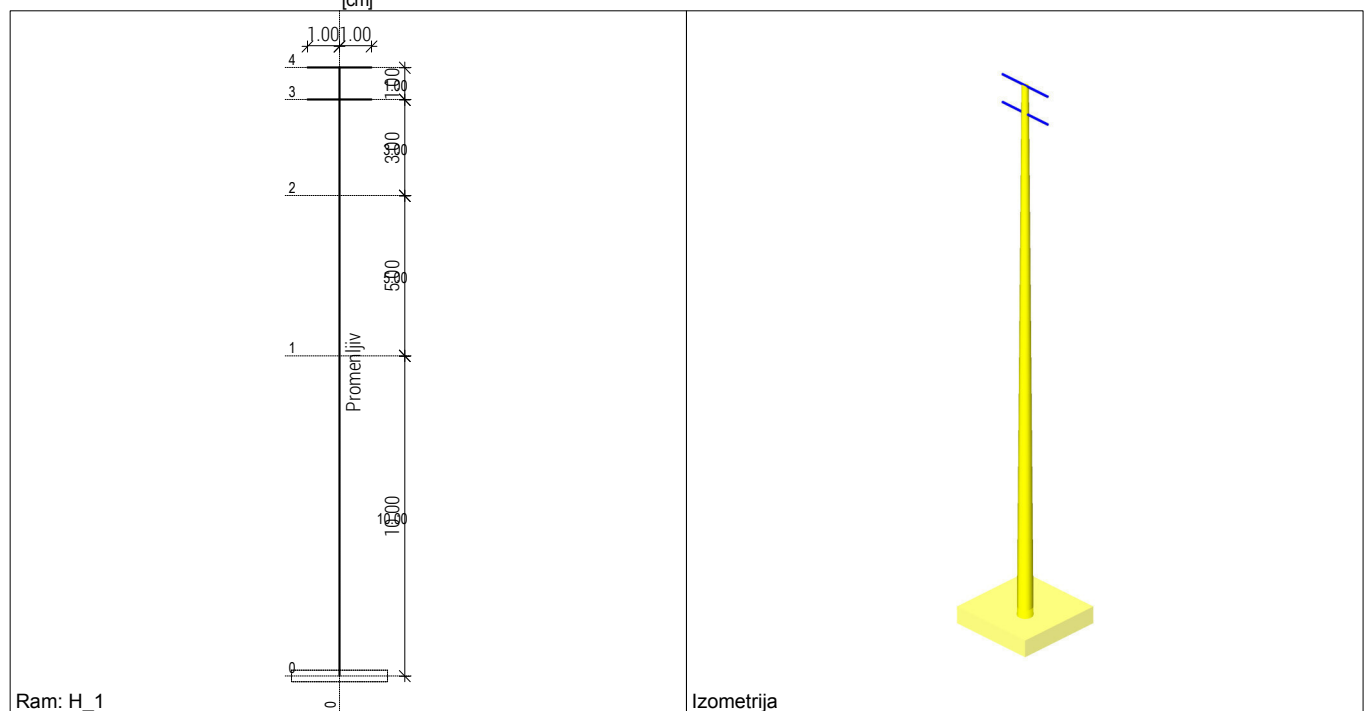


Mat.		Tip promene				
2 - Celik		Relativna linearna promena.				
No	dL	$\Delta 3$ [cm]	$\Delta 2$ [cm]	D [cm]	t [cm]	
S	0	0.00	0.00	23.00	0.60	
E	1	0.00	0.00	52.00	0.60	

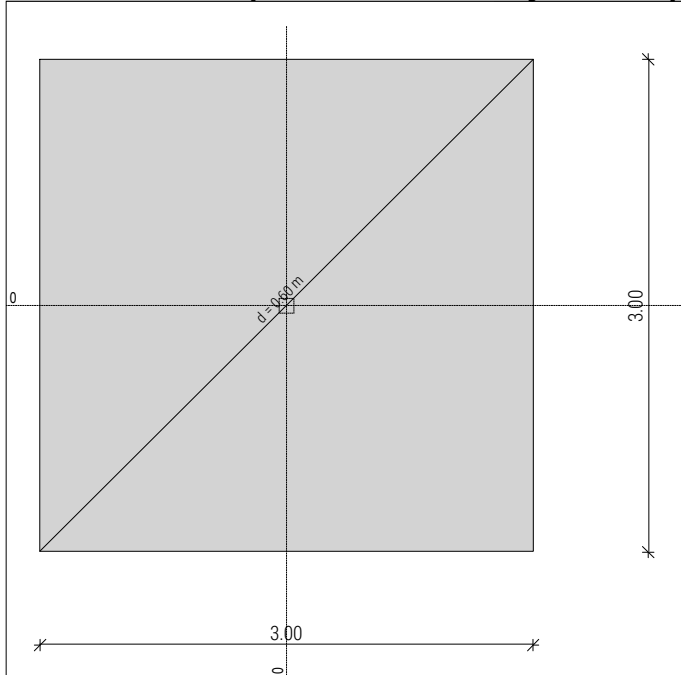
Set: 2 Presek: D=8/0.5, Fiktivna ekscentričnost



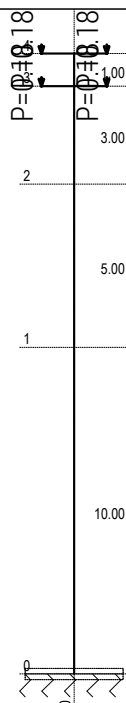
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Celik	1.178e-3	6.283e-4	6.283e-4	1.664e-6	8.320e-7	8.320e-7



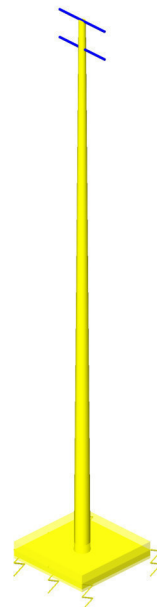
# Ulazni podaci - Konstrukcija, Ulazni podaci - Opterećenje, Modalna analiza



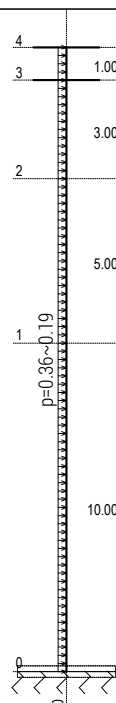
Nivo: [0.00 m]  
Opt. 1: stalno (g)



Ram: H\_1



Izometrija  
Opt. 2: vetar



Ram: H\_1

## Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Multiplikator krutosti oslonaca: 10000.000  
Sprečeno oscilovanje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa		
No	Naziv	Koeficijent
1	stalno (g)	1.00
2	vetar	0.00

Raspored masa po visini objekta					
Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m2
	4.00	0.00	0.00	0.99	
	0.80	0.00	0.00	0.15	
	0.00	0.00	0.00	13.80	1.53
Ukupno:	0.27	0.00	0.00	14.94	

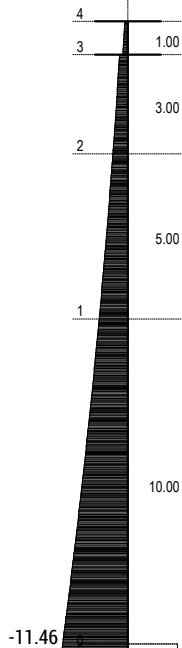
Položaj centara krutosti po visini objekta			
Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
	4.00	0.00	0.00
	0.80	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00

Ekscentricitet po visini objekta			
Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
	4.00	0.00	0.00
	0.80	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00

# Modalna analiza, Statički proračun, Dimenzionisanje (beton)

Periodi oscilovanja konstrukcije		
No	T [s]	f [Hz]
1	0.7908	1.2646
2	0.7905	1.2651
3	0.1629	6.1399

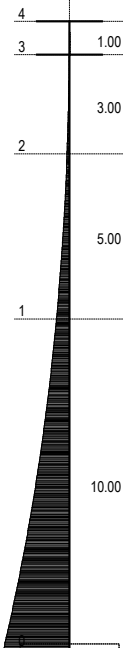
Opt. 1: stalno (g)



Ram: H\_1

Uticaji u gredi: max N1= 0.00 / min N1= -11.46 kN

Opt. 2: vetar



Ram: H\_1

Uticaji u gredi: max M3= 44.94 / min M3= -0.00 kNm

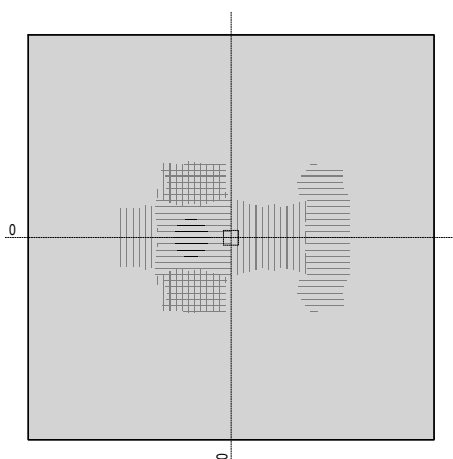
Presečne sile u gredama - Ekstremne vrednosti - Opterećenje: 1-4

Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	M3 [kNm]
(340 - 59)	4	19.000	-11.464	-5.273	44.944
(340 - 59)	3	19.000	-11.464	0.000	0.000
(340 - 59)	1	19.000	-11.464	0.000	0.000
(340 - 59)	4	19.000	-11.464	-5.273	44.944
(340 - 59)	3	19.000	-11.464	0.000	0.000
(340 - 59)	1	19.000	-11.464	0.000	0.000
(340 - 59)	4	19.000	-11.464	-5.273	44.944
(340 - 59)	2	19.000	0.000	-5.273	44.944
(340 - 59)	4	19.000	-11.464	-5.273	44.944
(340 - 59)	2	19.000	0.000	-5.273	44.944
(340 - 59)	4	19.000	-11.464	-5.273	44.944
(340 - 59)	2	19.000	0.000	-5.273	44.944
(340 - 59)	4	19.000	-11.464	-5.273	44.944
(340 - 59)	2	19.000	0.000	-5.273	44.944

Merodavno opterećenje: Kompletna šema  
PBAB 87, MB 30, RA 400/500, a=5.00 cm

Aa - d.zona [cm<sup>2</sup>/m]

0.00  
0.63  
1.25



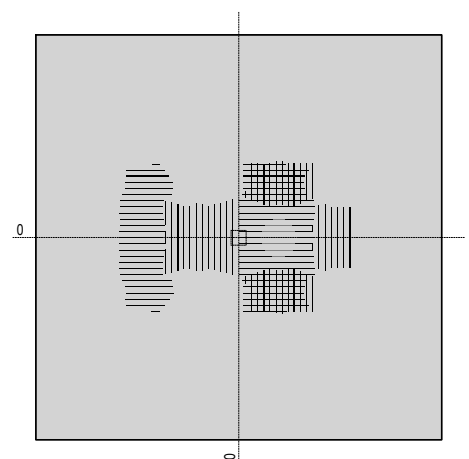
Nivo: [0.00 m]

Aa - d.zona - max Aa,d= 1.25 cm<sup>2</sup>/m

Merodavno opterećenje: Kompletna šema  
PBAB 87, MB 30, RA 400/500, a=5.00 cm

Aa - g.zona [cm<sup>2</sup>/m]

-1.27  
-0.64  
0.00



Nivo: [0.00 m]

Aa - g.zona - max Aa,g= -1.26 cm<sup>2</sup>/m

**Merodavno opterećenje - PBAB 87**

Slučajevi opterećenja

- I stalno (g) - <Stalno>
- II vetar - <Vetar>

Kombinacije

- 1.  $1.60 \times I + 1.80 \times II$
  - 2.  $I + 1.80 \times II$
  - 3.  $1.60 \times I$
  - 4. I
- 

$$A_{amin} = 0.1 \times 60 \times 100 / 100 \quad A_{amin} = 6.0 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

usvojeno: +-  $R_{\phi 14/20}$  cm u obe zone

## PRORACUN TEMELJA STUBA

### ANALIZA OPTEREĆENJA TEMELJA

- težina stuba sa svetiljkama.....  $g1 := 10.74$   $g1 = 10.74$

---

pretp. temeljna stopa  $B := 3.0 \text{ m}$   $G1 := g1$   $G1 = 10.74 \text{ kN}$

$L := 3.0 \text{ m}$

$h := 0.6 \text{ m}$

-sopstvena težina temeljne stope....  $G2 := 1.8 \cdot 1.8 \cdot 1.225$   $G2 = 97.2 \text{ kN}$

$G3 := B \cdot L \cdot h \cdot 25$   $G3 = 135 \text{ kN}$

---

$G := G1 + G2 + G3$   $G = 242.94 \text{ kN}$

Uticaj vetra

$Mw := 44.94$   $Mw = 44.94 \text{ kN/m}$

$Tw := 5.27$   $Tw = 5.27 \text{ kN}$

### - kontrola naprezanja u tlu

pretp.  $B := 3.0 \text{ m}$   $L := 3.0 \text{ m}$

$$\sigma_1 := \frac{G}{B \cdot L} - \frac{Mw + Tw \cdot 1.8}{\frac{B \cdot L^2}{6}}$$

$\sigma_1 = 14.899 \text{ kN/m}^2$

$$\sigma_2 := \frac{G}{B \cdot L} + \frac{Mw + Tw \cdot 1.8}{\frac{B \cdot L^2}{6}}$$

$\sigma_2 = 39.088 \text{ kN/m}^2 \quad \text{kN/m}^2 < \text{dozv}$

### - kontrola stabilnosti na preturanje

$Mp := Mw + Tw \cdot 1.8$   $Mp = 54.426 \text{ kNm}$

$Ms := G \cdot 1.8$   $Ms = 364.41 \text{ kNm}$

$np := \frac{Ms}{Mp}$   $np = 6.696 > 1.5 \Rightarrow \text{temelj je stabilan}$

usvojeno:  
**TEMELJNA STOPA**  
**B/L/h = 3.00 / 3.00 / 0.60 m**

-Temelj izvesti od armiranog betona MB 30. Ispod tem. stope izvesti mrsav beton 10 cm i tucanik d=20 cm sa nabijanjem.

- Fundiranje objekta se radi na zdravom tlu.Minimalna dubina fundiranja je 100 cm.

- Pre izvođenja temelja obavezno izvršiti zbijanje tamponskog sloja tucanika debljine 20 cm.

- Stub je tipa VRS (16)-A-18/4R "AMIGA" h=18,0 m ili odgovarajući.
- Ankere i ankernu ploču isporučuje proizvođač stuba. Stub se postavlja u svemu prema uputstvu proizvođača.
- Nikakve izmene u statickom smislu, kao i u ostalim granicnim uslovima koji definišu opterećenja, nisu dozvoljene bez pismene saglasnosti projektanta.



uradila:  
Jarmila Šaršanski, dipl.ing.gradj.

A handwritten signature in blue ink, which appears to be "Jaršana" or similar, written in a cursive style.



NAZIV OBJEKTA : **TEMELJ T2**, STUBA  $H_{\text{stuba}} = 18 \text{ m}$   
 MESTO : KOPAONIK  
 SADRŽAJ : **STATIČKI PRORAČUN**  
**TEMELJNE KONSTRUKCIJE STUBA**

## 1) PRORAČUN OPTEREĆENJA VETROM

LOKACIJA: KOPAONIK

VRSTA OBJEKTA: Temelj konzolnog stuba šesnaestougaoanog poprečnog preseka

DIMENZIJE STUBA:

Stub je šosmougaonog poprečnog preseka. Radi jednostavnijeg proračuna temelja stuba, a na strani sigurnosti, usvaja se stub kružnog poprečnog preseka sledećih dimenzija:

presek (pretp.)

$\phi 520/8 \text{ mm}$   $h = 0 \text{ m}$

$\phi 230/8 \text{ mm}$   $h = 18 \text{ m}$

RELATIVNO PRIGUŠENJE OSCILOVANJA KONSTRUKCIJE :

RELATIVNO PRIGUŠENJE:  $\zeta = 0,005$

OSN. BRZINA VETRA:  $v_{m,50,10} = 19 \text{ m/s}$

KATEGORIJA HRAPAVOSTI TERENA: »B«

GUSTINA VAZDUHA:

nadmorska visina 1800m  $\rho = 1,0269 \text{ kg/m}^3$

VREME OSREDNJAVANJA OSN. BRZINE:  $t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$

POVRATNI PERIOD PROJEKTNE OSN. BRZINE:  $T = 20 \text{ god.}$

FAKTOR TOPOGRAFIJE TERENA  $S_z = 1,5$

INTENZITET TURBULENCIJE  $I_z = \sqrt{a/b} (10/z)^{\alpha}$

-FAKTOR VREMENSKOG OSREDNJAVANJA  $K_t = 1$

-FAKTOR POVRATNOG PERIODA  $K_T = 1$

-PROJEKTNA OSN. BRZINA VETRA  $v_{m,50,10} = K_t K_T 19 = 19 \text{ m/s}$

-OSREDNJENA BRZINA VETRA  $v_{m,50,10} = K_z S_z 19 = 28,5 \text{ m/s}$

⇒ OSNOVNI PRITISAK VETRA

$$q_{m,50,10} = 0,5 \rho (v_{m,50,10})^2 10^{-3} = 0,185 \text{ kN/m}^2$$

⇒ OSREDNjeni AERODINAMIČKI PRITISAK VETRA

$$q_{m,50,z} = q_{m,50,10} S_z^2 K_z^2 = 0,185 \times 1,5 \times K_z^2 = K_z^2 \times 0,277 \text{ kN/m}^2$$

FAKTOR EKSPozICIJE TERENA  $K_z^2 = b \times (z/10)^{2\alpha}$

$$K_z^2 = (z/10)^{0,44}$$

$$z = 5 \text{ m} \quad K_z^2 = 1,0 \quad q_{m,50,z} = q_{m,50,10} S_z^2 K_z^2 = 0,277 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 10 \text{ m} \quad K_z^2 = 1,0 \quad q_{m,50,z} = q_{m,50,15} S_z^2 K_z^2 = 0,277 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 20 \text{ m} \quad K_z^2 = 1,214 \quad q_{m,50,z} = q_{m,50,15} S_z^2 K_z^2 = 0,336 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 24 \text{ m} \quad K_z^2 = 1,276 \quad q_{m,50,z} = q_{m,50,15} S_z^2 K_z^2 = 0,354 \text{ kN/m}^2$$

## - KONTROLA KRUTOSTI GLAVNOG NOSECEG SISTEMA

- sirina konstrukcije upravne na delovanje vetra  $b := 0.375 \text{ m}$

frekvencija 1. tona  $n_1 := 1.26 \text{ Hz}$

$$b = 0.375 \text{ m}$$

$$h := 24 \text{ m}$$

$$\frac{b}{h} = 0.016 \ll 0.25 \quad \text{vitka konstrukcija}$$

$$\frac{h}{b} = 64 \gg 4$$

makroskala turbulencije  $L := 60 \text{ m}$

$$\frac{h}{2 \cdot L} = 0.2 \rightarrow S' := 0.018$$

$$Q := \left( \frac{v_{m,t,10}}{n_1 \cdot h} \right)^2$$

$$Q := \left( \frac{28.5}{n_1 \cdot h} \right)^2 \quad Q = 0.888 \quad \zeta := 0.005$$

$$\left( \frac{R}{B} \right)^2 := \frac{\pi}{4} \cdot \frac{Q^{\frac{5}{6}}}{\zeta} \cdot S'$$

$$\left( \frac{R}{B} \right)^2 := \frac{\pi}{4} \cdot \frac{0.888^{\frac{5}{6}}}{\zeta} \cdot S' \quad \left( \frac{R}{B} \right)^2 := 2.56 > 0.5 \quad \text{- konstrukcija je podložna rezonantnom efektu spada u vitke konstrukcije}$$

## - DINAMICKI KOEFICIJENT

$$\frac{b}{h} = 0.016 < 0.25 \quad B := 1$$

$$\left( \frac{R}{B} \right)^2 := 2.56$$

$$I_z := 0.152$$

$$v \cdot t := \frac{n_1 \cdot t \cdot \left( \frac{R}{B} \right)}{\left[ 1 + \left( \frac{R}{B} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$

$$v_t := \frac{1.26 \cdot 3600 \cdot \sqrt{2.56}}{(1 + 2.56)^{0.5}} \quad v_t = 3.847 \times 10^3$$

$$\sqrt{2 \cdot \ln(3847)} = 4.063$$

$$g := 4.063 + \frac{0.577}{4.063} \quad g = 4.205$$

$$G := 1 + 2 \cdot g \cdot l_z \cdot B \cdot \left[ 1 + \left( \frac{R}{B} \right)^2 \right]^{0.5}$$

$$G := 1 + 2 \cdot 4.205 \cdot 0.152 \cdot 1 \cdot \sqrt{3.56}$$

$$G = 3.412$$

$$z = 0 \text{ m}$$

$$q_{g,50,z} = 0.277 \times 3.412 = 0.945 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 5 \text{ m}$$

$$q_{g,50,z} = 0.277 \times 3.412 = 0.945 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 10 \text{ m}$$

$$q_{g,50,z} = 0.277 \times 3.412 = 0.945 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 20 \text{ m}$$

$$q_{g,50,z} = 0.336 \times 3.412 = 1.146 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 24 \text{ m}$$

$$q_{g,50,z} = 0.354 \times 3.412 = 1.208 \text{ kN/m}^2$$

#### - Reynoldsov broj

$$Re := \frac{v_{mtz} \cdot b}{\nu}$$

prema JUS-u U.C7.111

$$Re := 0.685 \times 10^5 \cdot (v_{m,50,10}) \cdot b$$

$$Re := 0.685 \cdot 10^5 \cdot 28.5 \cdot 0.375$$

$$0.6 \cdot 10^6 < Re = 7.321 \times 10^5 < 3.5 \cdot 10^6 \Rightarrow \text{nadkriticna oblast strujanja}$$

-periodicno odvajanje vrtloga ne postoji

#### - Koeficijent sile stuba - prema JUS-u U.C7.113

$$C_f := 0.7 \Rightarrow q_w := q_{g,20,z}$$

$$q_w = q_{g,20,z} \times C_f \times A$$

$$z := 0 \text{ m}$$

$$w1 := 0.945 \cdot 0.9 \cdot 1.55 \cdot 1.0$$

$$w1 = 1.318 \text{ kN/m}$$

$$z := 5 \text{ m}$$

$$w2 := 0.945 \cdot 0.9 \cdot 1.55 \cdot 1.0$$

$$w2 = 1.318 \text{ kN/m}$$

$$z := 10 \text{ m}$$

$$w3 := 0.945 \cdot C_f \cdot 0.375$$

$$w3 = 0.248 \text{ kN/m}$$

$$z := 20 \text{ m}$$

$$w4 := 1.146 \cdot C_f \cdot 0.375$$

$$w4 = 0.301 \text{ kN/m}$$

$$z := 24 \text{ m}$$

$$w5 := 1.208 \cdot C_f \cdot 0.375$$

$$w5 = 0.317 \text{ kN/m}$$

## Ulazni podaci - Konstrukcija

Tabela materijala

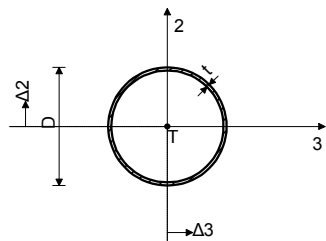
No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$
1	Beton MB 25	3.000e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20
2	Celik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30
3	Beton MB 30	3.150e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m <sup>2</sup> ]	G[kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha$
<1>	0.600	0.300	1	Tanka ploča	Izotropna			

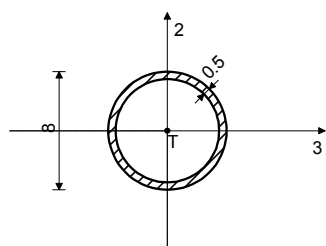
Setovi greda

Set: 1 Presek: Promenljiv, Fiktivna ekscentričnost



Mat.		Tip promene				
2 - Celik		Relativna linearna promena.				
No	dL	$\Delta 3$ [cm]	$\Delta 2$ [cm]	D [cm]	t [cm]	
S	0	0.00	0.00	23.00	0.60	
E	1	0.00	0.00	52.00	0.60	

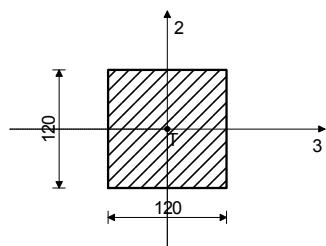
Set: 2 Presek: D=8/0.5, Fiktivna ekscentričnost



[cm]

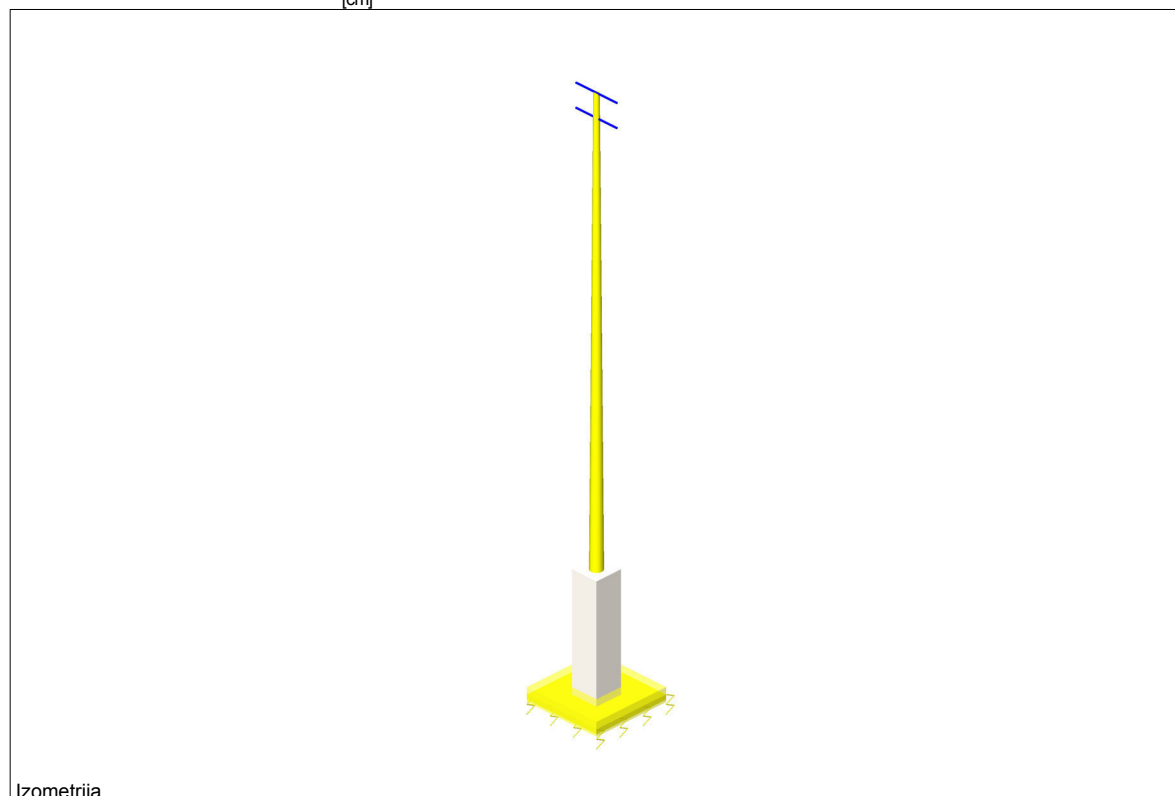
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Celik	1.178e-3	6.283e-4	6.283e-4	1.664e-6	8.320e-7	8.320e-7

Set: 3 Presek: b/d=120/120, Fiktivna ekscentričnost

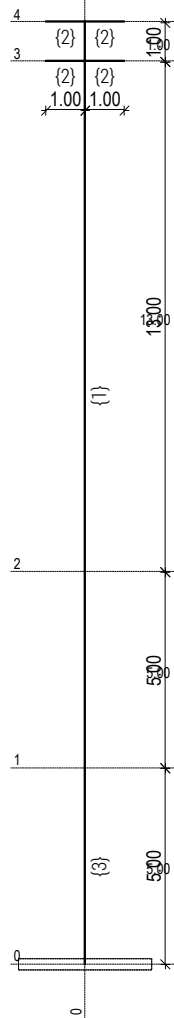


[cm]

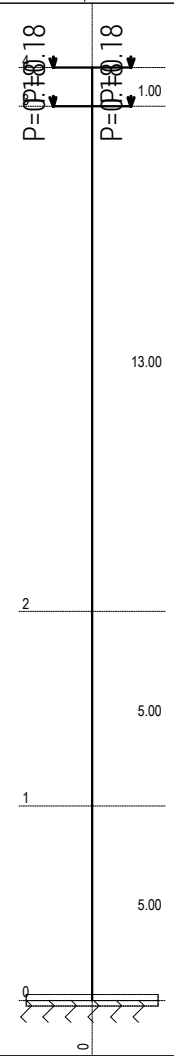
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Beton MB 30	1.440e+0	1.200e+0	1.200e+0	2.920e-1	1.728e-1	1.728e-1



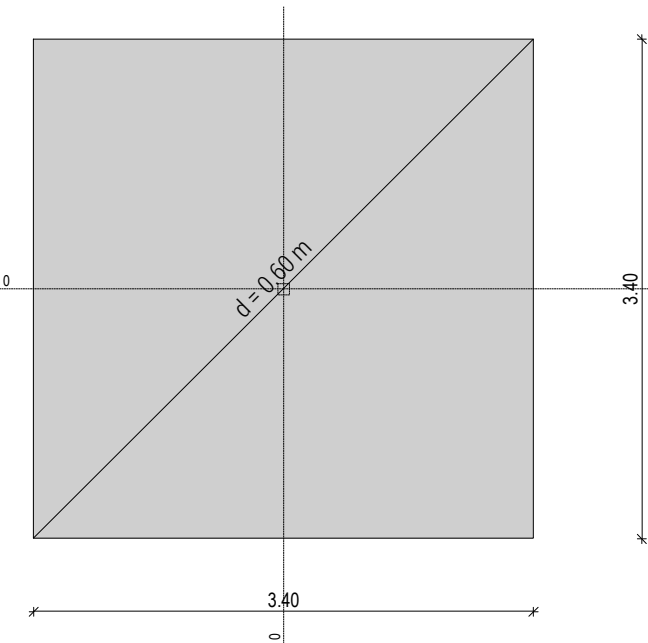
Izometrija



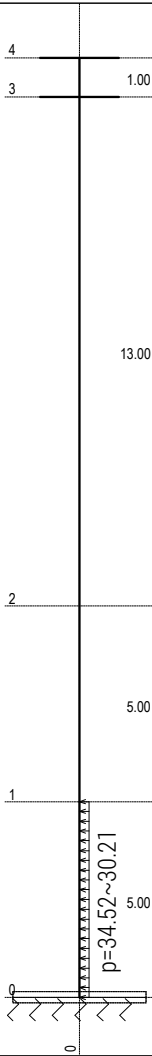
Ram: H\_1  
Opt. 1: stalno (g)



Ram: H\_1

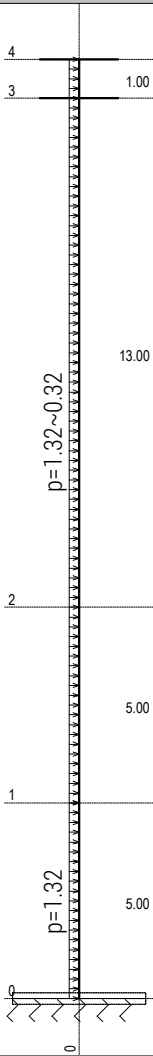


Nivo: [0.00 m]  
Opt. 2: tlo

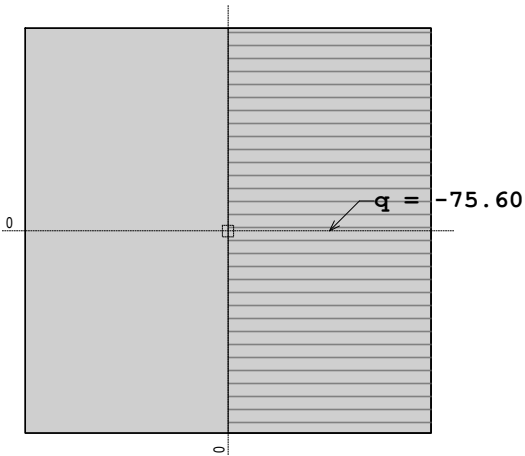


Ram: H\_1

Opt. 3: vetar1

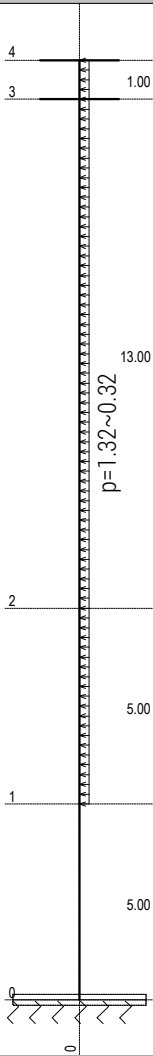


Ram: H\_1  
Opt. 2: tlo



Nivo: [0.00 m]

Opt. 4: vetar2



Ram: H\_1

**Napredne opcije seizmičkog proračuna:**

Multiplikator krutosti oslonaca:  
Sprečeno oscilovanje u Z pravcu

10000.000

Faktori opterećenja za proračun masa		
No	Naziv	Koeficijent
1	stalno (g)	1.00
2	tlo	0.00
3	vetar1	0.00
4	vetar2	0.00

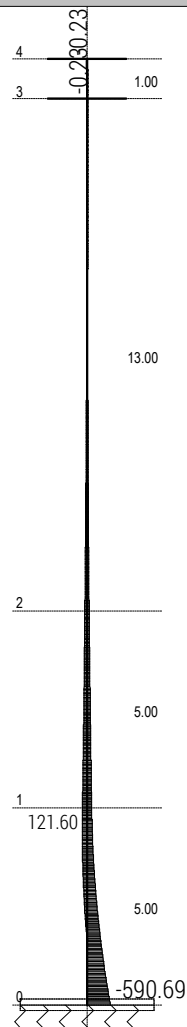
Raspored masa po visini objekta					
Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m2
	4.00	0.00	0.00	10.71	
	0.80	0.00	0.00	7.34	
	0.00	-0.00	-0.00	19.15	1.66
Ukupno:	1.31	-0.00	-0.00	37.21	

Položaj centara krutosti po visini objekta			
Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
	4.00	0.00	0.00
	0.80	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00

Ekscentricitet po visini objekta			
Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
	4.00	0.00	0.00
	0.80	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00

Periodi oscilovanja konstrukcije		
No	T [s]	f [Hz]
1	0.7955	1.2571
2	0.7952	1.2576
3	0.1653	6.0501

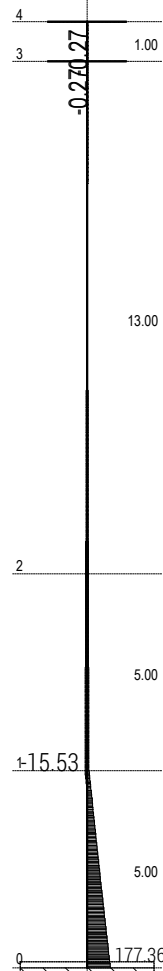
Opt. 10: [Anv] 5-9



Ram: H\_1

Uticaji u gredi: max M3= 121.60 / min M3= -590.69 kNm

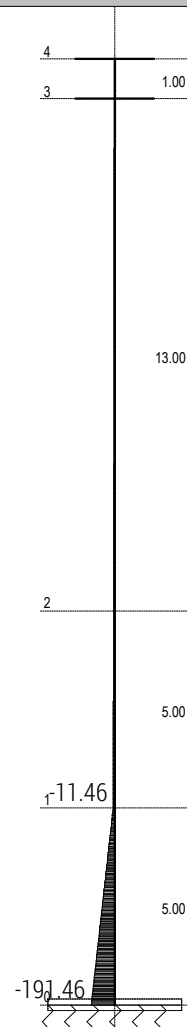
Opt. 10: [Anv] 5-9



Ram: H\_1

Uticaji u gredi: max T2= 177.36 / min T2= -15.53 kN

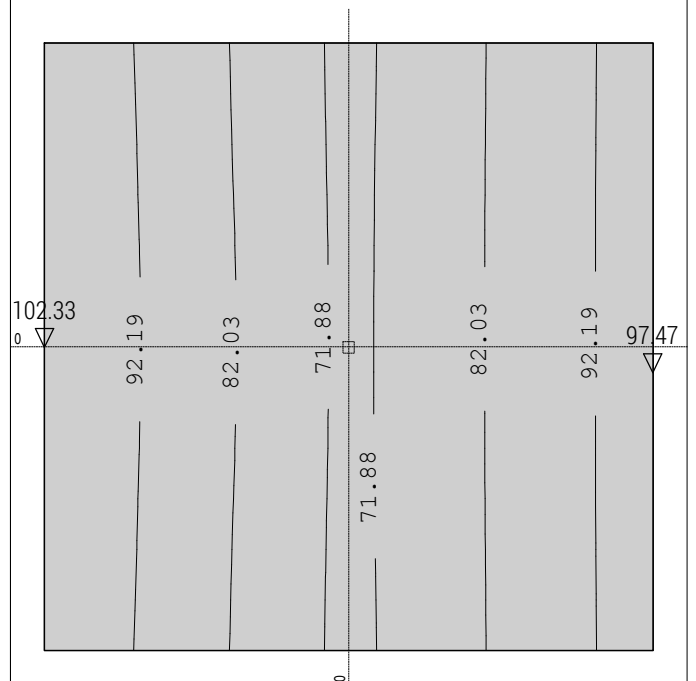
Opt. 10: [Anv] 5-9



Ram: H\_1

Uticaji u gredi: max N1= 0.00 / min N1= -191.46 kN

Opt. 10: [Anv] 5-9



Nivo: [0.00 m]

Uticaji u pov. osloncu: max  $\sigma_{tla}$ = 102.33 / min  $\sigma_{tla}$ = 31.27 kN/m2



## Merodavno opterećenje - PBAB 87

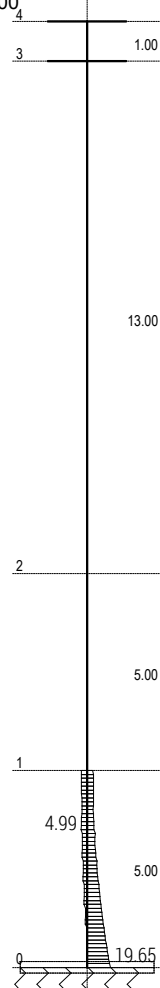
### Slučajevi opterećenja

- I stalno (g) - <Stalno>
- II tlo - <Stalno>
- III vetar1 - <Vetar>
- IV vetar2 - <Vetar>

### Kombinacije

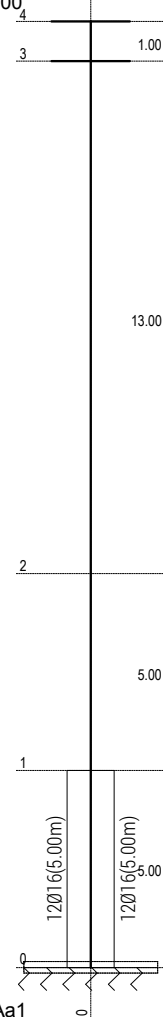
- 01.  $1.60 \times I + 1.60 \times II + 1.80 \times III + 1.80 \times IV$
- 02.  $1.60 \times I + II + 1.80 \times III + 1.80 \times IV$
- 03.  $I + 1.60 \times II + 1.80 \times III + 1.80 \times IV$
- 04.  $I + II + 1.80 \times III + 1.80 \times IV$
- 05.  $1.60 \times I + 1.60 \times II + 1.80 \times III$
- 06.  $1.60 \times I + 1.60 \times II + 1.80 \times IV$
- 07.  $I + 1.60 \times II + 1.80 \times III$
- 08.  $1.60 \times I + II + 1.80 \times IV$
- 09.  $I + 1.60 \times II + 1.80 \times IV$
- 10.  $1.60 \times I + II + 1.80 \times III$
- 11.  $I + II + 1.80 \times IV$
- 12.  $I + II + 1.80 \times III$
- 13.  $1.60 \times I + 1.60 \times II$
- 14.  $I + 1.60 \times II$
- 15.  $1.60 \times I + II$
- 16.  $I + II$

Merodavno opterećenje: Kompletna šema  
PBAB 87, MB 30, RA 400/500



Ram: H\_1  
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1 ≈ 19.65 cm<sup>2</sup>

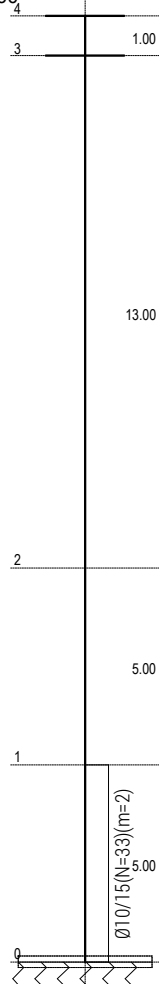
Usvojena armatura  
PBAB 87, MB 30, RA 400/500



Ram: H\_1  
Armatura u gredama: Aa2/Aa1

## Dimenzionisanje (beton)

Usvojena armatura  
PBAB 87, MB 30, GA 240/360



Ram: H\_1  
Armatura u gredama: Aa,uz

### Greda 219-90

PBAB 87  
MB 30  
Podužna armatura RA 400/500  
Poprečna armatura GA 240/360  
Kompletna šema opterećenja  
li,2 = 10.00 m ( $\lambda_2 = 28.87$ )  
li,3 = 10.00 m ( $\lambda_3 = 28.87$ )  
Nepomerljiva konstrukcija

Merodavna kombinacija za smicanje:

1.60xI+1.60xII+1.80xIV  
T2u = 102.01 kN  
T3u = 0.00 kN  
M1u = 0.00 kNm

$\Delta e2 = 3.3 < e0 > + 2.6 < eII > = 5.9$  cm

$|\Delta M2| = 3.86$  kNm

$\epsilon b / \epsilon a = -0.509 / 10.000$  ‰

Aa1 = 4.99 cm<sup>2</sup>

Aa2 = 5.98 cm<sup>2</sup>

Aa3 = 0.00 cm<sup>2</sup>

Aa4 = 0.00 cm<sup>2</sup>

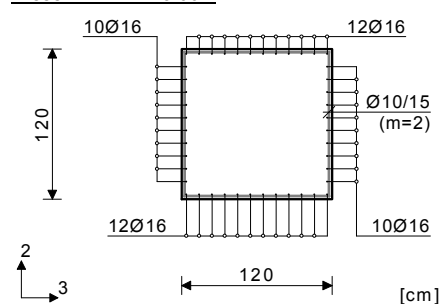
Aa,uz = 0.00 cm<sup>2</sup>/m (m=2)

[Usvojeno Aa,uz = Ø10/15(m=2) = 5.24 cm<sup>2</sup>/m]

$\tau_y = 0.08$  MPa <  $\tau_r$ ,  $\tau_r = 1.10$  MPa

Procenat armiranja: 0.61%

### Presek 2-2 x = 5.00m



Merodavna kombinacija za savijanje:

1.00xI+1.60xII+1.80xIV  
N1u = -191.46 kN  
M2u = 0.00 kNm  
M3u = -984.13 kNm

Merodavna kombinacija za smicanje:

1.60xI+1.60xII+1.80xIV  
T2u = 286.88 kN  
T3u = 0.00 kN  
M1u = 0.00 kNm

$\Delta e2 = 3.3 < e0 > + 2.6 < eII > = 5.9$  cm

$|\Delta M2| = 11.30$  kNm

$\epsilon b / \epsilon a = -0.978 / 10.000$  ‰

Aa1 = 0.00 cm<sup>2</sup>

Aa2 = 19.65 cm<sup>2</sup>

Aa3 = 0.00 cm<sup>2</sup>

Aa4 = 0.00 cm<sup>2</sup>

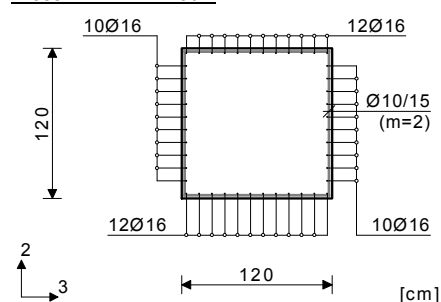
Aa,uz = 0.00 cm<sup>2</sup>/m (m=2)

[Usvojeno Aa,uz = Ø10/15(m=2) = 5.24 cm<sup>2</sup>/m]

$\tau_y = 0.23$  MPa <  $\tau_r$ ,  $\tau_r = 1.10$  MPa

Procenat armiranja: 0.61%

### Presek 1-1 x = 1.50m



Merodavna kombinacija za savijanje:

1.00xI+1.60xII+1.80xIV  
N1u = -65.46 kN  
M2u = 0.00 kNm  
M3u = -308.49 kNm

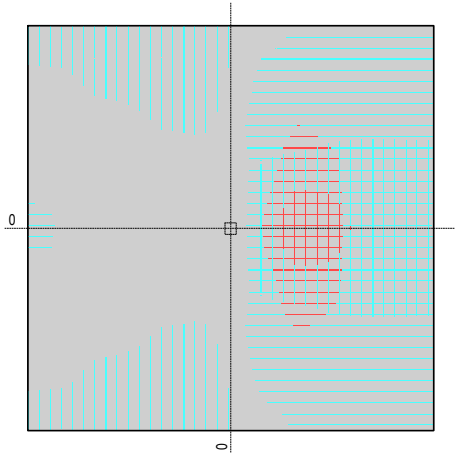
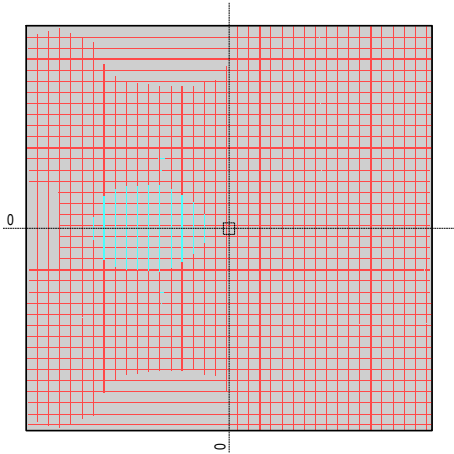
Dimenzionisanje (beton)

Merodavno opterećenje: Kompletna šema  
PBAB 87, MB 30, RA 400/500, a=5.00 cm

Aa - d.zona [cm2/m]
0.00
4.44
8.87

Merodavno opterećenje: Kompletna šema  
PBAB 87, MB 30, RA 400/500, a=5.00 cm

Aa - g.zona [cm2/m]
-5.11
-2.56
0.00



Nivo: [0.00 m]  
Aa - d.zona - max Aa,d= 8.87 cm2/m

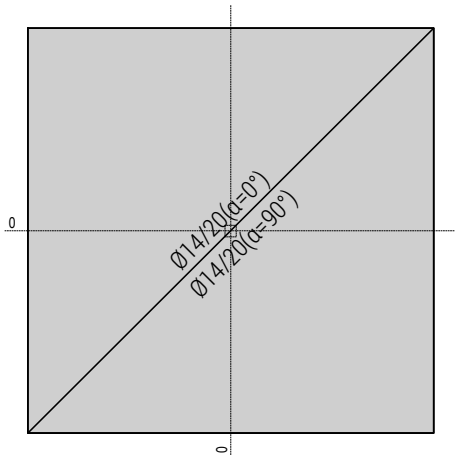
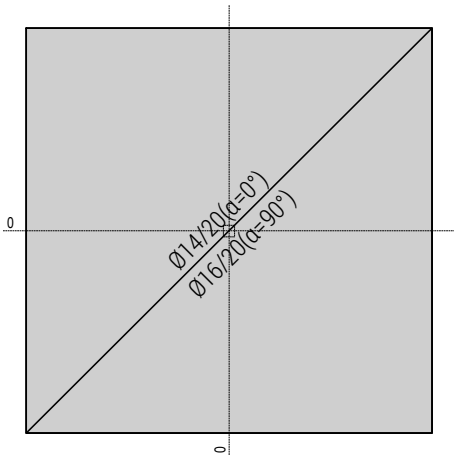
Usvojena armatura  
PBAB 87, MB 30, RA 400/500, a=5.00 cm

Aa - d.zona [cm2/m]
0.00
4.44
8.87

Nivo: [0.00 m]  
Aa - g.zona - max Aa,g= -5.10 cm2/m

Usvojena armatura  
PBAB 87, MB 30, RA 400/500, a=5.00 cm

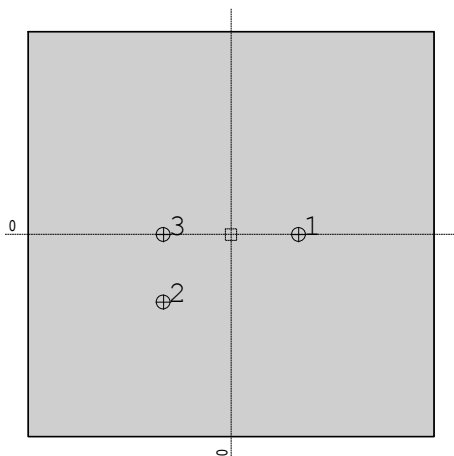
Aa - g.zona [cm2/m]
-5.11
-2.56
0.00



Nivo: [0.00 m]  
Aa - d.zona

Nivo: [0.00 m]  
Aa - g.zona

PBAB 87, MB 30, RA 400/500, a=5.00 cm



Nivo: [0.00 m]  
Dispozicija ploča

#### Nivo: [0.00 m]

PBAB 87  
d.pl=60.0 cm  
MB 30  
Gornja zona: RA 400/500 (a=5.0 cm)  
Donja zona: RA 400/500 (a=5.0 cm)  
Kompletna šema opterećenja

#### Tačka 1

X=0.57 m; Y=0.00 m; Z=0.00 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Merodavna kombinacija:

1.00xI+1.60xII+1.80xIV

Mu = -75.82 kNm

Nu = 99.19 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.473/10.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 4.80 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 1.82 cm<sup>2</sup>/m

Usvojeno (gornja zona):

Ø14/20 (7.70 cm<sup>2</sup>/m)

Usvojeno (donja zona):

Ø14/20 (7.70 cm<sup>2</sup>/m)

Procenat armiranja: 0.26%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Merodavna kombinacija:

1.00xI+1.60xII+1.80xIV

Mu = -119.64 kNm

Nu = -33.62 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.733/10.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 5.10 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 1.94 cm<sup>2</sup>/m

Usvojeno (gornja zona):

Ø14/20 (7.70 cm<sup>2</sup>/m)

Usvojeno (donja zona):

Ø16/20 (10.05 cm<sup>2</sup>/m)

Procenat armiranja: 0.30%

#### Tačka 2

X=-0.57 m; Y=-0.57 m; Z=0.00 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Merodavna kombinacija:

1.60xI+1.60xII+1.80xIV

Mu = 108.49 kNm

Nu = -31.53 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.680/10.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 4.62 cm<sup>2</sup>/m

Usvojeno (gornja zona):

Ø14/20 (7.70 cm<sup>2</sup>/m)

Usvojeno (donja zona):

Ø14/20 (7.70 cm<sup>2</sup>/m)

Procenat armiranja: 0.26%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Merodavna kombinacija:

1.60xI+1.60xII+1.80xIV

Mu = 39.22 kNm

Nu = -3.06 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.381/10.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 1.76 cm<sup>2</sup>/m

Usvojeno (gornja zona):

Ø14/20 (7.70 cm<sup>2</sup>/m)

Usvojeno (donja zona):

Ø16/20 (10.05 cm<sup>2</sup>/m)

Procenat armiranja: 0.30%

#### Tačka 3

X=-0.57 m; Y=0.00 m; Z=0.00 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Merodavna kombinacija:

1.60xI+1.60xII+1.80xIV

Mu = 108.86 kNm

Nu = -99.19 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.735/10.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 3.74 cm<sup>2</sup>/m

Usvojeno (gornja zona):

Ø14/20 (7.70 cm<sup>2</sup>/m)

Usvojeno (donja zona):

Ø14/20 (7.70 cm<sup>2</sup>/m)

Procenat armiranja: 0.26%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Merodavna kombinacija:

1.60xI+1.60xII+1.80xIV

Mu = 180.24 kNm

Nu = 33.62 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.849/10.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 8.87 cm<sup>2</sup>/m

Usvojeno (gornja zona):

Ø14/20 (7.70 cm<sup>2</sup>/m)

Usvojeno (donja zona):

Ø16/20 (10.05 cm<sup>2</sup>/m)

Procenat armiranja: 0.30%

## PRORACUN TEMELJA STUBA

### ANALIZA OPTERECENJA TEMELJA

- teжина stuba.....  $g1 := 11.46$   $g1 = 11.46 \text{ kN}$

$g2 := 1.2 \cdot 1.2 \cdot 5 \cdot 25$   $g2 = 180 \text{ kN}$

---

$G1 := g1 + g2$   $G1 = 191.46 \text{ kN}$

pretp. temeljna stopa  $B := 3.4 \text{ m}$

$L := 3.4 \text{ m}$

$h := 0.6 \text{ m}$

-sopstvena teжина temeljne stope....  $G2 := 0$   $G2 = 0 \text{ kN}$

$G3 := B \cdot L \cdot h \cdot 25$   $G3 = 173.4 \text{ kN}$

---

$G := G1 + G2 + G3$   $G = 364.86 \text{ kN}$

### Uticaj vetra

$Mw := 211.58$

$Mw = 211.58 \text{ kN/m}$

$Tw := 22.12$

$Tw = 22.12 \text{ kN}$

### - kontrola naprezanja u tlu

pretp.  $B := 3.4 \text{ m}$   $L := 3.4 \text{ m}$

$$\sigma_1 := \frac{G}{B \cdot L} - \frac{Mw + Tw \cdot 0.6}{\frac{B \cdot L^2}{6}}$$

$\sigma_1 = -2.763 \text{ kN/m}^2$

$$\sigma_2 := \frac{G}{B \cdot L} + \frac{Mw + Tw \cdot 0.6}{\frac{B \cdot L^2}{6}}$$

$\sigma_2 = 65.887 \text{ kN/m}^2 \quad \text{kN/m}^2 < \sigma_{\text{dozv}}$

### - kontrola stabilnosti na preturanje

$Mp := Mw + Tw \cdot 0.6$   $Mp = 224.852 \text{ kNm}$

$Ms := G \cdot 1.5$   $Ms = 547.29 \text{ kNm}$

$np := \frac{Ms}{Mp}$   $np = 2.434 > 1.5$  (za sljunkovito i peskovito tlo) => temelj je stabilan

usvojeno:

**TEMELJNA STOPA**

**B/L/h = 3.00 / 3.00 / 0.60 m**

Temelj izvesti od armiranog betona MB 25. Ispod tem. stope izvesti sloj podloznog betona d=10 cm, MB15.

- Temelj izvesti od armiranog betona MB 30. Ispod tem. stope izvesti mrsav beton 10 cm i tucanik  $d=20$  cm sa nabijanjem.

- Fundiranje objekta se radi na zdravom tlu. Minimalna dubina fundiranja je 100 cm.

- Pre izvođenja temelja obavezno izvršiti zbijanje tamponskog sloja tucanika debljine 20 cm.

- Stub je tipa VRS (16)-A-18/4R "AMIGA"  $h=18,0$  m ili odgovarajući.

- Ankere i ankernu ploču isporučuje proizvođač stuba. Stub se postavlja u svemu prema uputstvu proizvođača.

- Nikakve izmene u statičkom smislu, kao i u ostalim granicnim uslovima koji definišu opterećenja, nisu dozvoljene bez pismene saglasnosti projektanta.



uradila:  
Jarmila Šaršanski, dipl.ing.gradj.

NAZIV OBJEKTA : **TEMELJ T3**, STUBA  $H_{\text{stuba}} = 12 \text{ m}$   
 MESTO : KOPAONIK  
 SADRŽAJ : **STATIČKI PRORAČUN**  
**TEMELJNE KONSTRUKCIJE STUBA**

## 1) PRORAČUN OPTEREĆENJA VETROM

LOKACIJA: KOPAONIK

VRSTA OBJEKTA: Temelj konzolnog stuba dvanaestougaoanog poprečnog preseka

DIMENZIJE STUBA:

Stub je šosmougaonog poprečnog preseka. Radi jednostavnijeg proračuna temelja stuba, a na strani sigurnosti, usvaja se stub kružnog poprečnog preseka sledećih dimenzija:

preseka (pretpostavljeno)

$\phi$  230/6 mm  $h=0 \text{ m}$

$\phi$  62/6 mm  $h= 12 \text{ m}$

RELATIVNO PRIGUŠENJE OSCILOVANJA KONSTRUKCIJE :

RELATIVNO PRIGUŠENJE:  $\zeta=0,005$

OSN. BRZINA VETRA:  $v_{m,50,10} = 19 \text{ m/s}$

KATEGORIJA HRAPAVOSTI TERENA: »B«

GUSTINA VAZDUHA:

nadmorska visina 1800m  $\rho = 1,0269 \text{ kg/m}^3$

VREME OSREDNJAVANJA OSN. BRZINE:  $t=1 \text{ h}=3600\text{s}$

POVRATNI PERIOD PROJEKTNE OSN. BRZINE:  $T= 20 \text{ god.}$

FAKTOR TOPOGRAFIJE TERENA  $S_z=1,5$

INTENZITET TURBULENCIJE  $I_z=\sqrt{a/b} (10/z)^{\alpha}$

-FAKTOR VREMENSKOG OSREDNJAVANJA  $K_t = 1$

-FAKTOR POVRATNOG PERIODA  $K_T = 1$

-PROJEKTNA OSN. BRZINA VETRA  $v_{m,50,10} = K_t K_T 19 = 19 \text{ m/s}$

-OSREDNJENA BRZINA VETRA  $v_{m,50,10} = K_z S_z 19 = 28,5 \text{ m/s}$

⇒ OSNOVNI PRITISAK VETRA

$$q_{m,50,10} = 0,5 \rho (v_{m,50,10})^2 10^{-3} = 0,185 \text{ kN/m}^2$$

⇒ OSREDNJNI AERODINAMIČKI PRITISAK VETRA

$$q_{m,50,z} = q_{m,50,10} S_z^2 K_z^2 = 0,185 \times 1,5 \times K_z^2 = K_z^2 \times 0,277 \text{ kN/m}^2$$

FAKTOR EKSPOZICIJE TERENA  $K_z^2=b \times (z/10)^{2\alpha}$

$$K_z^2= (z/10)^{0,44}$$

$$z = 10 \text{ m} \quad K_z^2=1,0 \quad q_{m,50,z} = q_{m,50,10} S_z^2 K_z^2 = 0.277 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 12 \text{ m} \quad K_z^2=1,098 \quad q_{m,50,z} = q_{m,50,15} S_z^2 K_z^2 = 0.304 \text{ kN/m}^2$$

## - KONTROLA KRUTOSTI GLAVNOG NOSECEG SISTEMA

- sirina konstrukcije upravne na delovanje vetra  $b := 0.15 \text{ m}$

frekvencija 1. tona  $n_1 := 1.18 \text{ Hz}$

$b = 0.15 \text{ m}$

$h := 12 \text{ m}$

$\frac{b}{h} = 0.013 \ll 0.25$  vitka konstrukcija

$\frac{h}{b} = 80 \gg 4$

makroskala turbulencije  $L_{\text{ww}} := 60 \text{ m}$

$\frac{h}{2 \cdot L} = 0.1 \rightarrow S' := 0.018$

$$Q := \left( \frac{v_{m,t,10}}{n_1 \cdot h} \right)^2$$

$$Q := \left( \frac{28.5}{n_1 \cdot h} \right)^2 \quad Q = 4.051 \quad \zeta := 0.005$$

$$\left( \frac{R}{B} \right)^2 := \frac{\pi}{4} \cdot \frac{Q^{\frac{5}{6}}}{\zeta} \cdot S'$$

$$\left( \frac{R}{B} \right)^2 := \frac{\pi}{4} \cdot \frac{4.051^{\frac{5}{6}}}{\zeta} \cdot S' \quad \left( \frac{R}{B} \right)^2 := 9.07 > 0.5 \text{ - konstrukcija je podložna rezonantnom efektu}$$

spada u vitke konstrukcije

## - DINAMICKI KOEFICIJENT

$\frac{b}{h} = 0.013 < 0.25 \quad B := 1$

$$\left( \frac{R}{B} \right)^2 := 9.07$$

$l_z := 0.177$

$$v \cdot t := \frac{n_1 \cdot t \cdot \left( \frac{R}{B} \right)}{\left[ 1 + \left( \frac{R}{B} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$

$$v t := \frac{1.18 \cdot 3600 \cdot \sqrt{9.07}}{(1 + 9.07)^{0.5}} \quad v t = 4.032 \times 10^3$$

$$\sqrt{2 \cdot \ln(4032)} = 4.075$$

$$g_{\text{ww}} := 4.075 + \frac{0.577}{4.075} \quad g = 4.217$$



$$G := 1 + 2 \cdot g \cdot l_z \cdot B \cdot \left[ 1 + \left( \frac{R}{B} \right)^2 \right]^{0.5}$$

$$\underline{G} := 1 + 2 \cdot 4.217 \cdot 0.177 \cdot 1.0 \cdot \sqrt{10.07}$$

$$G = 5.737$$

$$z = 10 \text{ m}$$

$$q_{g,50,z} = 0.277 \times 5.737 = 1.589 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 12 \text{ m}$$

$$q_{g,50,z} = 0.304 \times 5.737 = 1.744 \text{ kN/m}^2$$

#### - Reynoldsov broj

$$Re := \frac{v_{mtz} \cdot b}{\nu}$$

prema JUS-u U.C7.111

$$Re := 0.685 \times 10^5 \cdot (v_{mtz}, 50, 10) \cdot b$$

$$\underline{Re} := 0.685 \cdot 10^5 \cdot 28.5 \cdot 0.15$$

$$Re = 2.928 \times 10^5 < 0.3 \cdot 10^6 \Rightarrow \text{podkriticna oblast}$$

#### - Koeficijent sile stuba - prema JUS-u U.C7.113

$$C_f := 0.7 \Rightarrow q_w := q_{g,50,z}$$

$$q_w = q_{g,50,z} \times C_f \times A$$

$$z := 0 \text{ m}$$

$$w_1 := 1.589 \cdot 0.7 \cdot 0.23$$

$$w_1 = 0.256 \text{ kN/m}$$

$$\underline{z} := 10 \text{ m}$$

$$w_3 := 1.589 \cdot 0.7 \cdot 0.15$$

$$w_3 = 0.167 \text{ kN/m}$$

$$\underline{z} := 12 \text{ m}$$

$$\underline{w_3} := 1.744 \cdot 0.7 \cdot 0.062$$

$$w_3 = 0.076 \text{ kN/m}$$

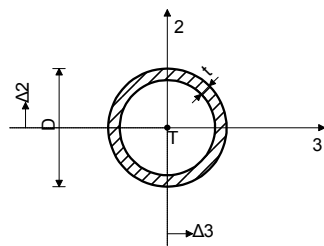
## Ulazni podaci - Konstrukcija

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha_t$ [1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu_m$
1	Celik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

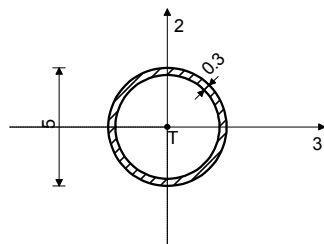
Setovi greda

Set: 1 Presek: Promenljiv, Fiktivna ekscentričnost

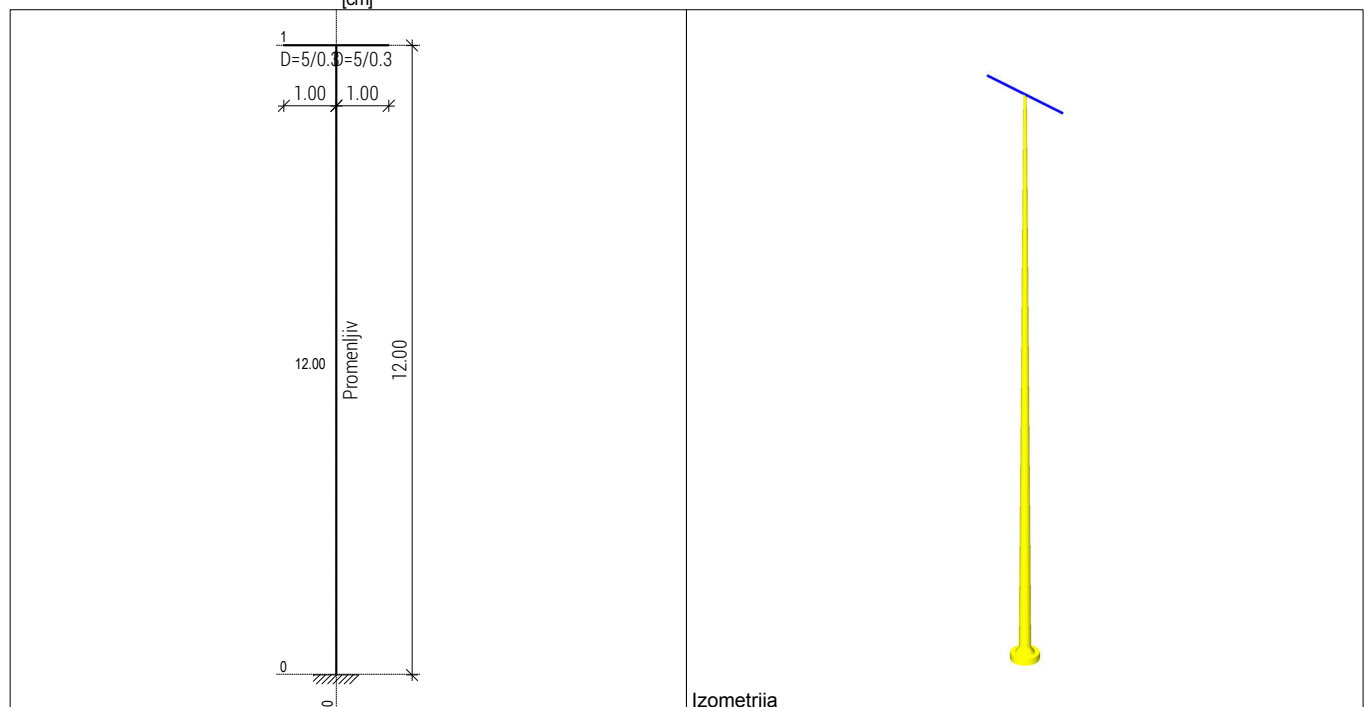


No	Mat.	dL	Tip promene			
			Relativna linearna promena.			
S	1 - Celik	0	$\Delta 3$ [cm]	$\Delta 2$ [cm]	D [cm]	t [cm]
E		1	0.00	0.00	6.20	0.60
			0.00	0.00	23.00	0.60

Set: 2 Presek: D=5/0.3, Fiktivna ekscentričnost

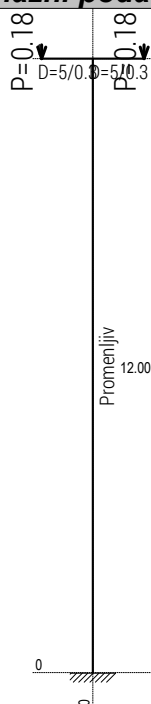


No	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
S	1 - Celik	4.430e-4	2.356e-4	2.356e-4	2.456e-7	1.228e-7	1.228e-7
E							

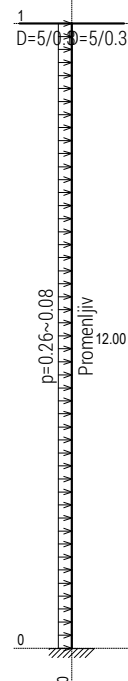


# Ulazni podaci - Opterećenje, Modalna analiza, Statički proračun

Opt. 1: stalno (g)



Opt. 2: vetar



## Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Multiplikator krutosti oslonaca:

10000.000

Sprečeno oscilovanje u Z pravcu

### Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	stalno (g)	1.00
2	vetar	0.00

### Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m2
	4.00	0.00	0.00	0.22	
	0.80	0.00	0.00	0.06	
	0.00	0.00	0.00	0.01	
Ukupno:	3.16	0.00	0.00	0.30	

### Položaj centara krutosti po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
	4.00	0.00	0.00
	0.80	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00

### Ekscentricitet po visini objekta

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
	4.00	0.00	0.00
	0.80	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00

### Periodi oscilovanja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.8486	1.1784
2	0.2224	4.4960
3	0.1290	7.7503

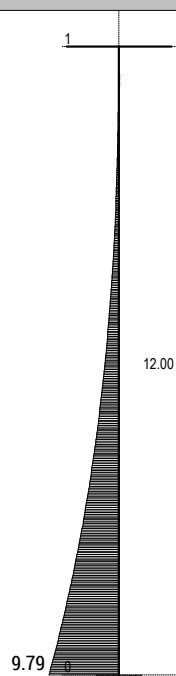
### Presečne sile u gredama - Opterećenje: 1,2

Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	M3 [kNm]
Ram: H_1					
(131 - 1)	1	0.000	-0.430	0.000	0.000
		12.000	-2.915	0.000	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000
		12.000	0.000	-1.992	9.792

### Deformacija greda GLO - Opterećenje: 1,2

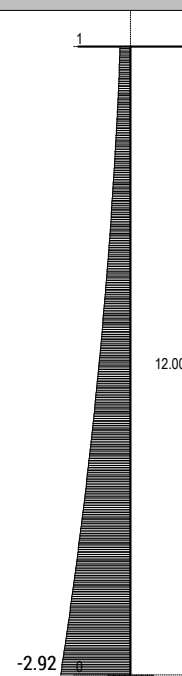
Oznaka	LC	x [m]	Zp [mm]
Ram: H_1			
(131 - 1)	1	0.000	-0.029
		12.000	0.000
	2	0.000	0.000
		12.000	0.000

Opt. 2: vetar



Uticaji u gredi: max M3= 9.79 / min M3= -0.00 kNm

Opt. 1: stalno (g)



Uticaji u gredi: max N1= 0.00 / min N1= -2.92 kN

# PRORACUN TEMELJA STUBA RASVETE

## ANALIZA OPTERECENJA TEMELJA

- tešina stuba.....  $g_1 := 2.56$

$g_1 = 2.56$  kN

$G_1 := g_1$

$G_1 = 2.56$  kN

-tešina reflektora.....

$G_2 := 0.18 \cdot 2$

$G_2 = 0.36$  kN

pretp. temeljna stopa

$B := 1.4$  m

$L := 1.4$  m

$h := 0.6$  m

-sopstvena težina temeljne stope....

$G_3 := B \cdot L \cdot h \cdot 25 + 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.2 \cdot 25$   $G_3 = 59.4$  kN

$G := G_1 + G_2 + G_3$

$G = 62.32$  kN

## Uticaj vetra

$M_w := 9.79$  kN/m

$T_w := 1.99$  kN

- od svetiljke.....

$M := 0.18 \cdot 1.0$

$M = 0.18$  kNm

$$\frac{M_w + T_w \cdot 1.8 + M}{G} = 0.217$$

## - kontrola naprezanja u tlu

pretp.

$B := 1.4$  m

$L := 1.4$  m

$$\sigma_1 := \frac{G}{B \cdot L} - \frac{M_w + T_w \cdot 1.8 + M}{\frac{B \cdot L^2}{6}}$$

$\sigma_1 = 2.163$  kN/m<sup>2</sup>

$$\sigma_2 := \frac{G}{B \cdot L} + \frac{M_w + T_w \cdot 1.8 + M}{\frac{B \cdot L^2}{6}}$$

$\sigma_2 = 61.429$  kN/m<sup>2</sup> kN/m<sup>2</sup> <  $\sigma_{dozv}$

## - kontrola stabilnosti na preturanje

$M_p := M_w + T_w \cdot 1.8 + M$

$M_p = 13.552$  kNm

$M_s := G \cdot 0.7$

$M_s = 43.624$  kNm

$n_p := \frac{M_s}{M_p}$

$n_p = 3.219 > 1.5 \Rightarrow$  temelj je stabilan

usvojeno:

**TEMELJNA STOPA**

**$B/L/h = 1.4 / 1.4 / 0.6$  m**

-Temelj izvesti od armiranog betona MB 30. Ispod tem. stope izvesti mrsav beton 10 cm i tucanik d=20 cm sa nabijanjem.

- Fundiranje objekta se radi na zdravom tlu.Minimalna dubina fundiranja je 100 cm.

-Pre izvođenja temelja obavezno izvršiti zbijanje tamponskog sloja tucanika debljine 20 cm.

- Stub je tipa VRS(12)-A-12/2R "AMIGA" h=12,0 m ili odgovarajući.

- Ankere i ankernu ploču isporučuje proizvođač stuba. Stub se postavlja u svemu prema uputstvu proizvođača.

-Nikakve izmene u statičkom smislu, kao i u ostalim granicnim uslovima koji definišu opterećenja, nisu dozvoljene bez pismene saglasnosti projektanta.



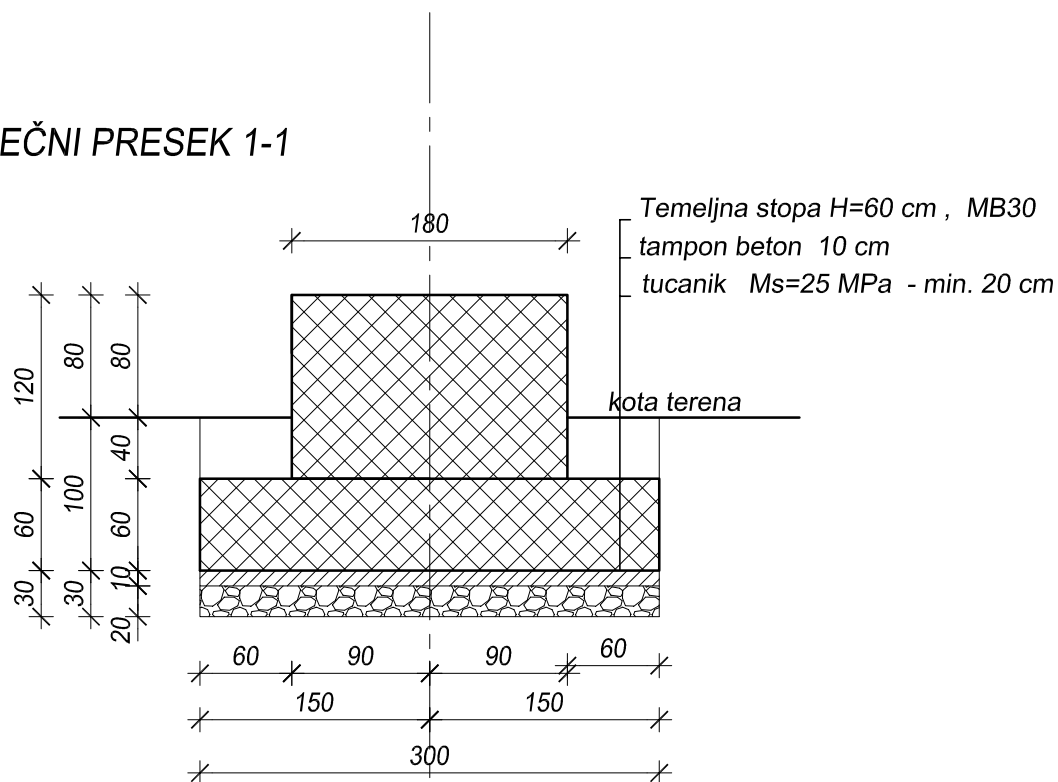
uradila:

Jarmila Šaršanski, dipl.ing.gradj.

## **2.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA**

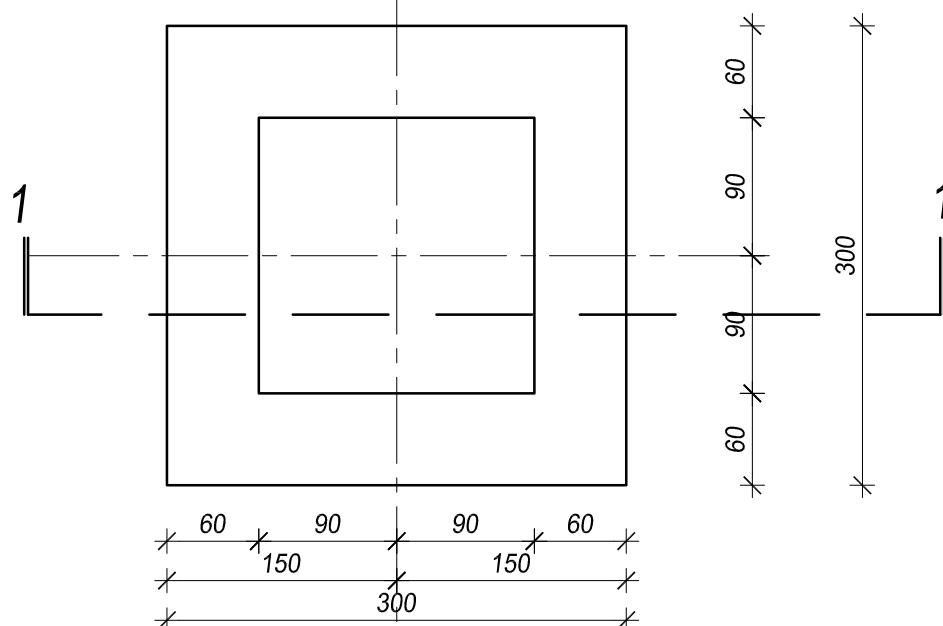
OSNOVA TEMELJA I POPREČNI PRESEK,  $R=1:50$

POPREČNI PRESEK 1-1



*Sharshanski*

OSNOVA TEMELJNE STOPE

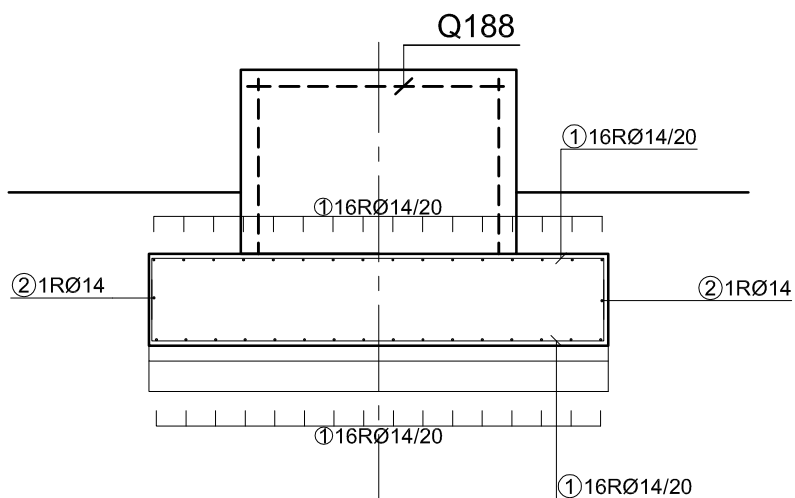


NAPOMENA:

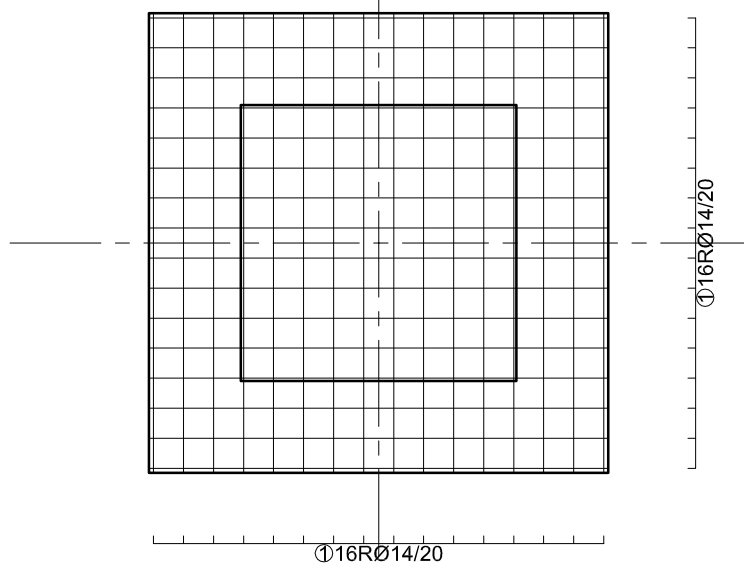
-Ankere i ankernu ploču postaviti prema uputstvu priizvođača stuba



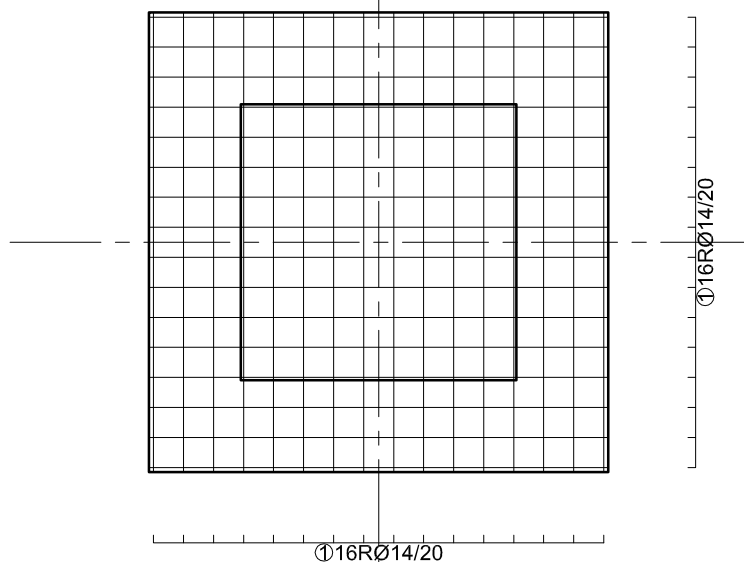
DETALJ ARMIRANJA TEMELJNE STOPE,  $R=1:50$



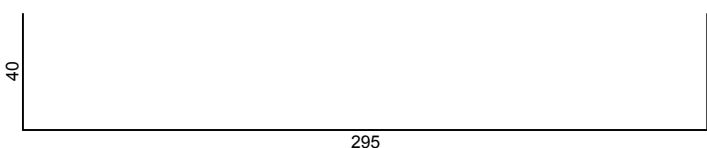

donja zona tem. stope



gornja zona tem. stope



Handwritten signature of Jarмила А. Шаршански.

Šipke - specifikacija									
ozn.	oblik i mere [cm]	vista arm.	Ø	n [kom]	g [kg]	lg [m]	lgn [m]	G [kg]	
temeljna stopa T1 (1 kom)									
1		RA2	14	64	1.24	3.75	240.00	298.08	
2		RA2	14	4	1.24	2.95	11.80	14.66	

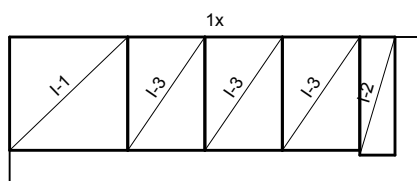
Šipke - rekapitulacija				
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m']	Ø [mm]	Težina [kg]
RA2				
14	251.80	1.24	1.24	312.74
Ukupno				312.74

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m2]	Ukupna težina [kg]
temeljna stopa T1 (1 kom)						
I-1	Q-188	167	174	1	2.96	8.60
I-2	Q-188	52	174	1	2.96	2.68
I-3	Q-188	167	114	4	2.96	22.54
I-4	Q-188	52	114	4	2.96	7.02
Ukupno						40.84

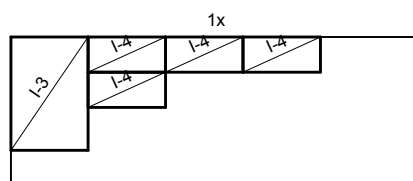
Mreže - rekapitulacija					
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m2]	Ukupna težina [kg]
Q-188	215	605	2	2.96	77.00
Ukupno					77.00

## Mreže - plan sečenja

Q-188 (215 cm x 605 cm)



I-1 167 x 174  
 I-3 167 x 114  
 I-3 167 x 114  
 I-3 167 x 114  
 I-2 52 x 174

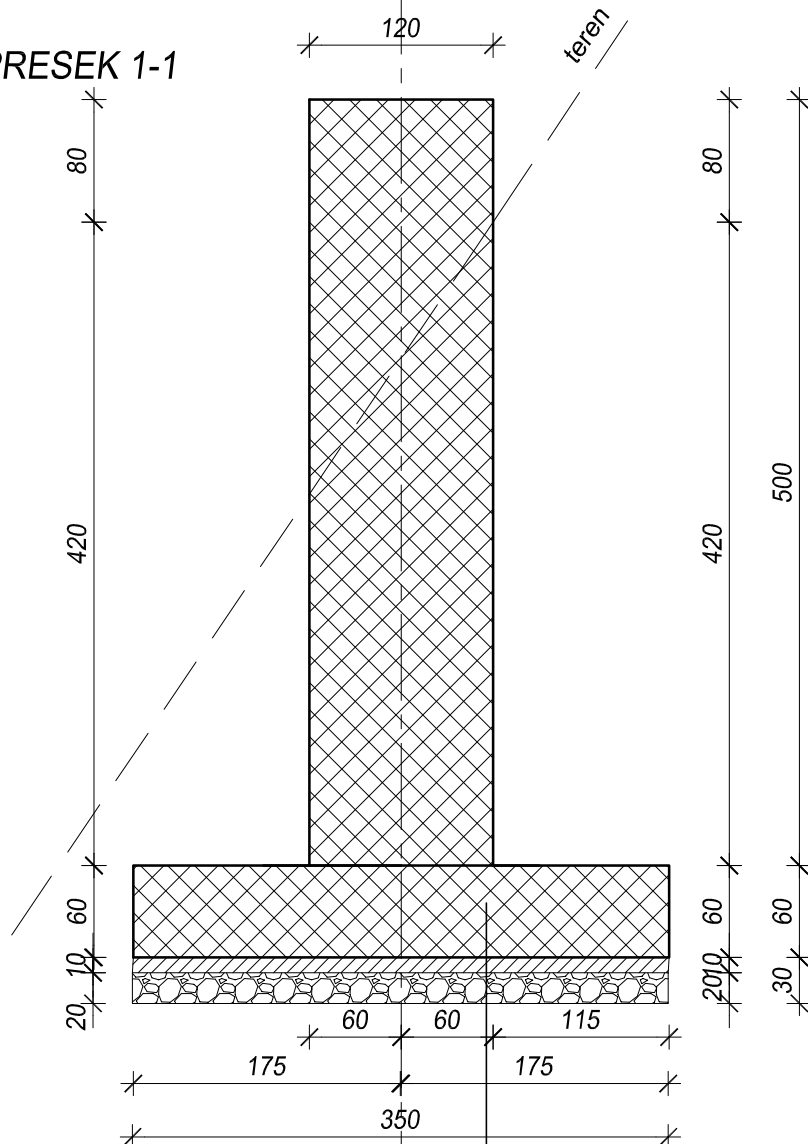


I-3 167 x 114  
 I-4 52 x 114  
 I-4 52 x 114  
 I-4 52 x 114

# TEMELJ STUBA JAVNE RASVETE - pos T2 , Hstuba = 18.0 m

-plan oplate-

## ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК 1-1



### NAPOMENA:

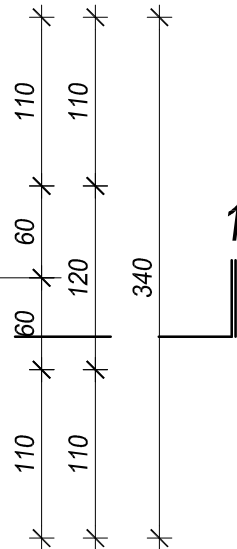
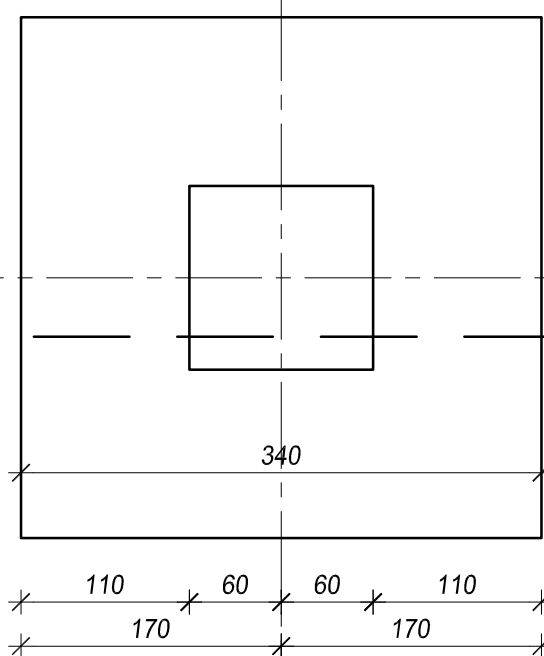
-Ankere i ankernu ploču postaviti prema uputstvu proizvođača stuba

Temeljna stopa H=60 cm , MB30  
tampon beton 10 cm  
tucanik Ms=25 MPa - min. 20 cm

## OSNOVA TEMELJNE STOPE



1

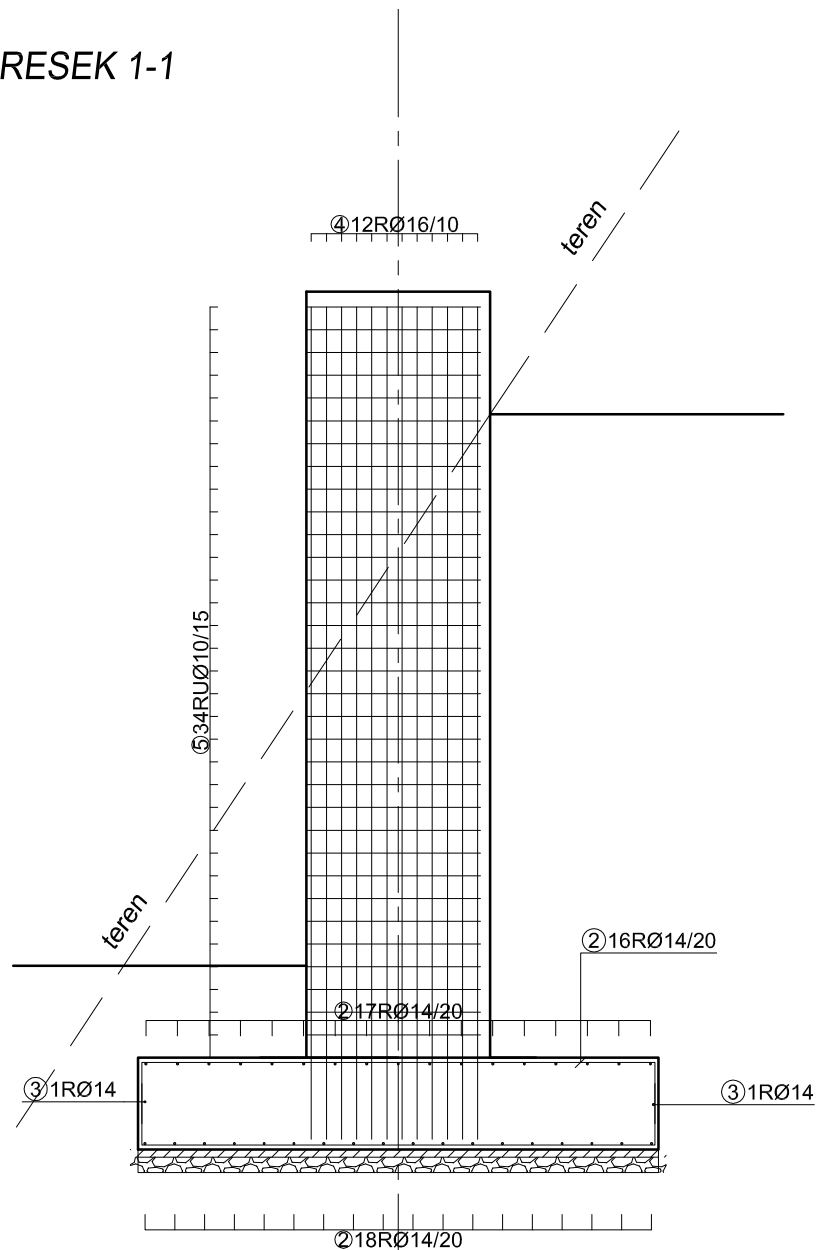


1

*Šaršanski*

DETALJ ARMIRANJA TEMELJNE STOPE, R=1:50

ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК 1-1



*Jaršanski*

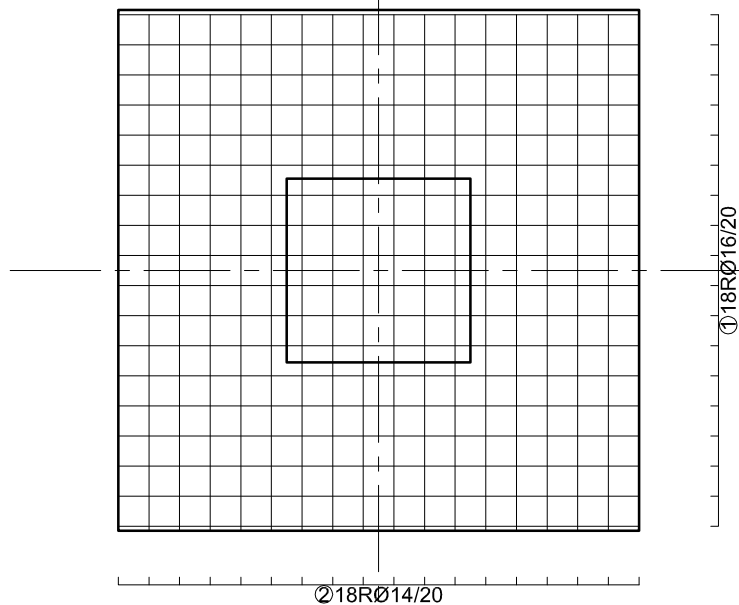
NAPOMENA:

-Ankere i ankernu ploču postaviti prema uputstvu proizvođača stuba



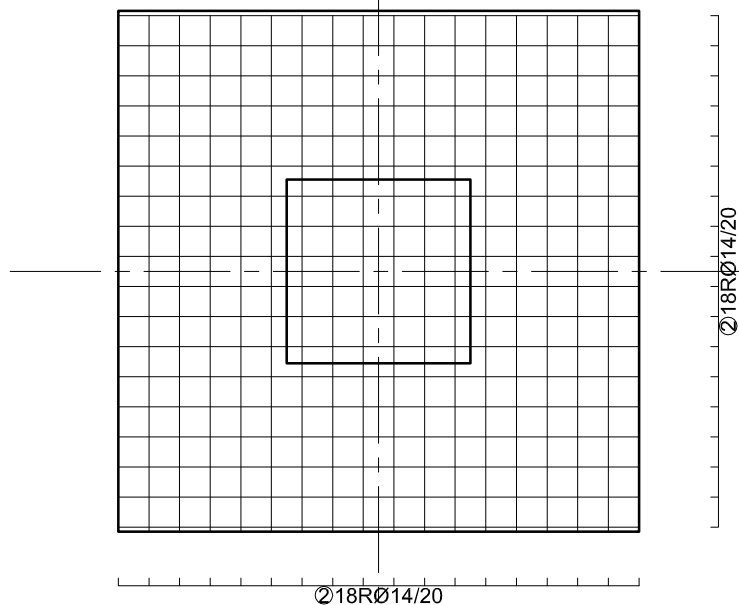
DETALJ ARMIRANJA TEMELJNE STOPE, R=1:50

donja zona tem. stope





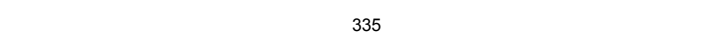
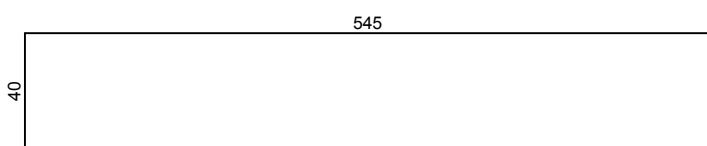
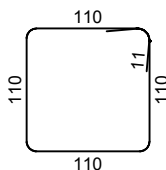
*Handwritten signature of Jarмила А. Шаршански.*

gornja zona tem. stope



NAPOMENA:

-Ankere i ankernu ploču postaviti prema uputstvu proizvođača stuba

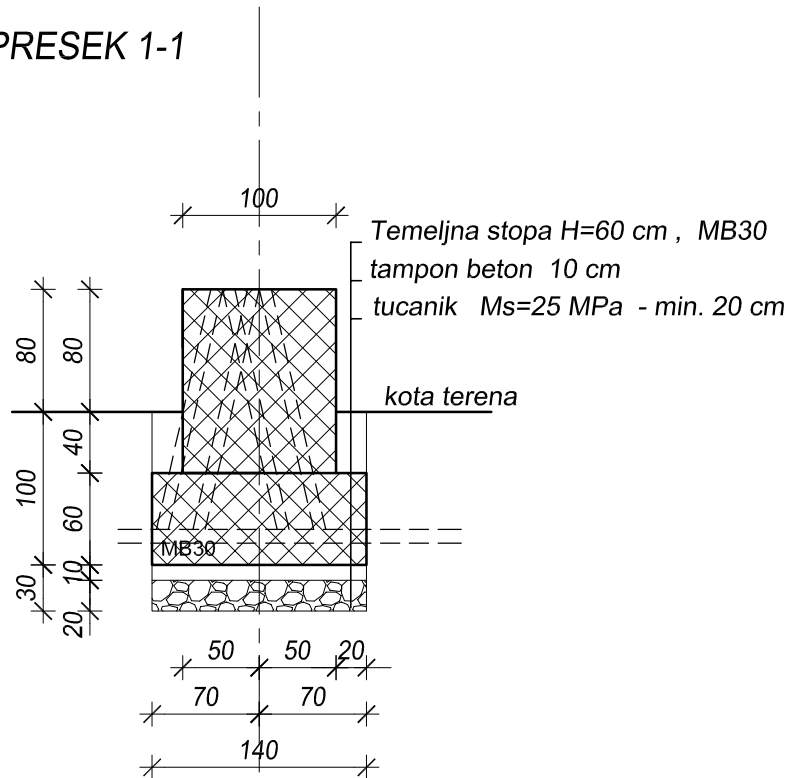
Šipke - specifikacija									
ozn.	oblik i mere [cm]		vista arm.	Ø	n [kom]	g [kg]	lg [m]	lgn [m]	G [kg]
temeljna stopa T2 (1 kom)									
1			RA2	16	18	1.62	4.15	74.70	121.09
2			RA2	14	54	1.24	4.15	224.10	278.33
3			RA2	14	4	1.24	3.35	13.40	16.64
4			RA2	16	48	1.62	6.25	300.00	486.30
5			RA2	10	34	0.63	4.62	157.08	99.43

Šipke - rekapitulacija				
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m']	Ø [mm]	Težina [kg]
RA2				
10	157.08	0.63	0.63	99.43
14	237.50	1.24	1.24	294.98
16	374.70	1.62	1.62	607.39
Ukupno				1001.80

# TEMELJ STUBA JAVNE RASVETE - pos T3, Hstuba = 12.0 m

## OSNOVA TEMELJA I POPREČNI PRESEK, R=1:50

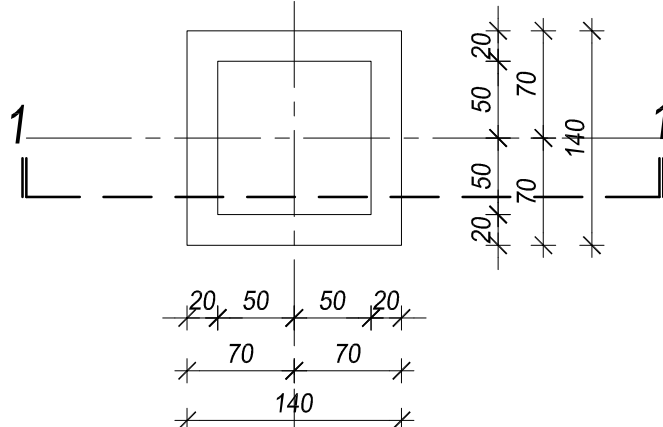
### ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК 1-1



### OSNOVA TEMELJNE STOPE



*Handwritten signature of Jarмила А. Шаршански.*

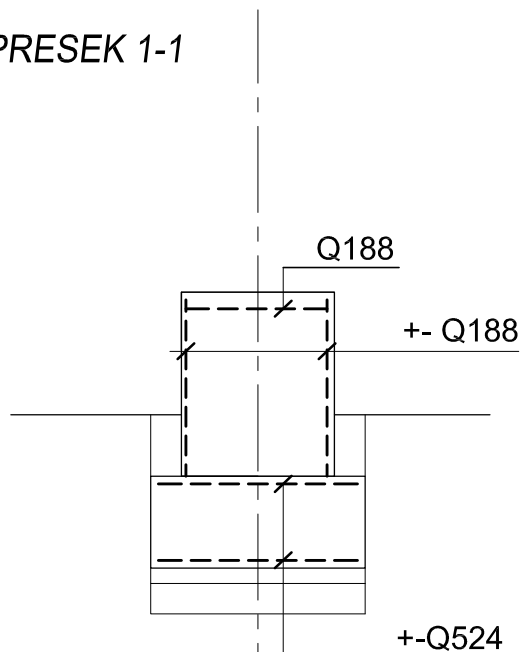


### NAPOMENA:

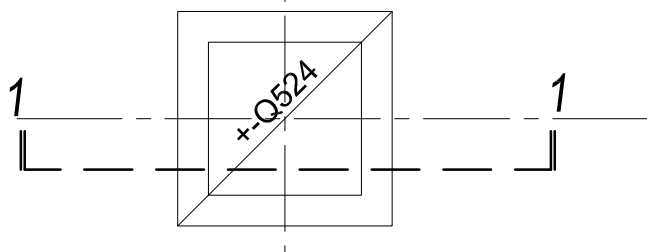
-Ankere i ankernu ploču postaviti prema uputstvu proizvođača stuba

DETALJ ARMIRANJA TEMELJNE STOPE, R=1:50

ПОПРЕЧНИ ПРЕSEK 1-1



OSNOVA TEMELJNE STOPE



*Jarbanj*

NAPOMENA:

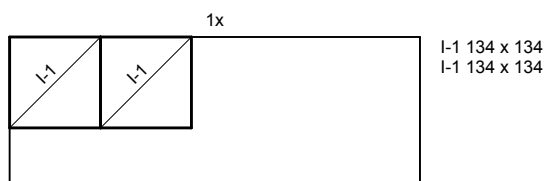
-Ankere i ankernu ploču postaviti prema uputstvu proizvođača stuba

Mreže - specifikacija						
Pozicija	Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m2]	Ukupna težina [kg]
temeljna stopa T3 (1 kom)						
I-1	Q-335	134	134	2	5.26	18.89
II-1	Q-188	94	114	4	2.96	12.69
Ukupno						31.58

Mreže - rekapitulacija					
Oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m2]	Ukupna težina [kg]
Q-335	215	605	1	5.26	68.42
Q-188	215	605	1	2.96	38.50
Ukupno					106.92

## Mreže - plan sečenja

Q-335 (215 cm x 605 cm)



Q-188 (215 cm x 605 cm)

