

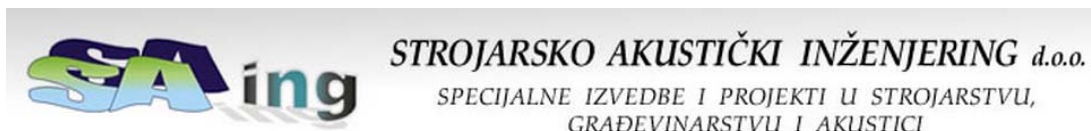


www.riteh.uniri.hr
zoran.jurkovic@riteh.hr
tel.: +385 51 651 466
fax: +385 51 651 468

Sveučilište: Sveučilište u Rijeci

Akadska godina: 2010-2011

Fakultet: Tehnički fakultet



ZAVRŠNO IZVJEŠĆE

o studentskoj praksi

Student: Petra Milinković

Matični broj studenta: 0069039333

Studijska godina: Prva godina diplomskog studija

Modul: Računarsko inženjerstvo

Ime akademskoga mentora: doc.dr.sc. Zoran Jurković

Ime industrijskoga mentora: Edo Grubešić, dipl. ing

2011, Rijeka



www.riteh.uniri.hr
zoran.jurkovic@riteh.hr
tel.: +385 51 651 466
fax: +385 51 651 468

SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET
Diplomski sveučilišni studij strojarstva
Broj: 2011 – **stepII-29**
Rijeka, 13.05.2011.

ZADATAK
za Stručnu praksu II

Ime i prezime: **PETRA MILINKOVIĆ**, matični broj: **0069039333**.

Sveučilišni diplomski studij strojarstva, god.: I, smjer-modul: **Računarsko inženjerstvo**

Stručna praksa (prva – druga): druga, u trajanju od 15 radnih dana.

Sadržaj zadatka stručne prakse: *Statistička analiza otpora za autoklav i ostale poslove*

Prema dogovoru i programu trgovačkog društva.

STROJARSKO-ARHITEKTIČKI
INŽENJERING d.o.o.
RIJEKA

Stručnu praksu izvršiti u trgovačkom društvu i u vremenu kako je navedeno u UPUTNICI za stručnu praksu. Po izvršenju stručne prakse voditelja prakse treba podnijeti pisano stručno izvješće u kojem će na stručan način biti dan prikaz izvršenog zadatka. Stručno izvješće treba biti pisano na papiru A4 i uredno uvezano. U stručno izvješće treba uložiti ovaj zadatak i uputnicu s mišljenjem i ovjerom trgovačkog društva. Krajnji rokovi za predaju stručnog izvješća su: 01.07.2011 i 01.09.2011. U slučaju neobavljene prakse ili negativne ocjene iste student je dužan upisati te obaviti ili ponoviti praksu u narednoj ak.godini. Informacije o stručnoj praksi moguće je pronaći u Pravilniku o stručnoj praksi Tehničkog fakulteta.

Voditelj doc.dr.sc. Zoran Jurković, mag.ing.mech.



www.riteh.uniri.hr
zoran.jurkovic@riteh.hr
tel.: +385 51 651 466
fax: +385 51 651 468

Student: **PETRA MILINKOVIĆ**

UPUTNICA

za Stručnu praksu II

Na osnovu ranijeg dogovora upućujemo na izvršenje nastavnim planom propisane Stručne prakse II u trajanju od 120 sati, našeg studenta koji pohađa 1. godinu **diplomskog sveučilišnog studija strojarstva**.

Student je dužan izvršiti praksu pod neposrednim nadzorom vaših stručnih rukovoditelja. S naše je strane zadužen za organizaciju i nadzor prakse voditelj doc.dr.sc. Zoran Jurković, mag.ing.mech.

Zahvaljujemo na Vašem trudu oko organizacije i provođenja ove prakse.

Voditelj stručne prakse

Doc.dr.sc. Zoran Jurković, mag.ing.mech.



POTVRDNICA O OBAVLJENOJ STRUČNOJ PRAKSI:

Molimo da date mišljenje o radnoj disciplini, zalaganju, kvaliteti rada i usvojenom znanju studenta na stručnoj praksi:

*Za nivo dogovorenih radova, izvedeno je max dobro.
Pohvaljujemo poštenost za primereno zalaganje i
trud.*

Dana:
Co: - Pravna osoba/obrtnik
- Arhiva

Potpis odgovorne osobe

M.P.

STROJARSKO-AKUSTIČKI
INŽENJERING d.o.o.
RIJEKA



Sadržaj:

1. Opće informacije.....	5
2. Zahvalnica	5
3. Uvod	6
4. Ciljevi PSP – a (program studentske prakse) i metodologija	7
5. Opis posla i rezultati	8
6. Reference	26
7. Zaključak	26

1. Opće informacije

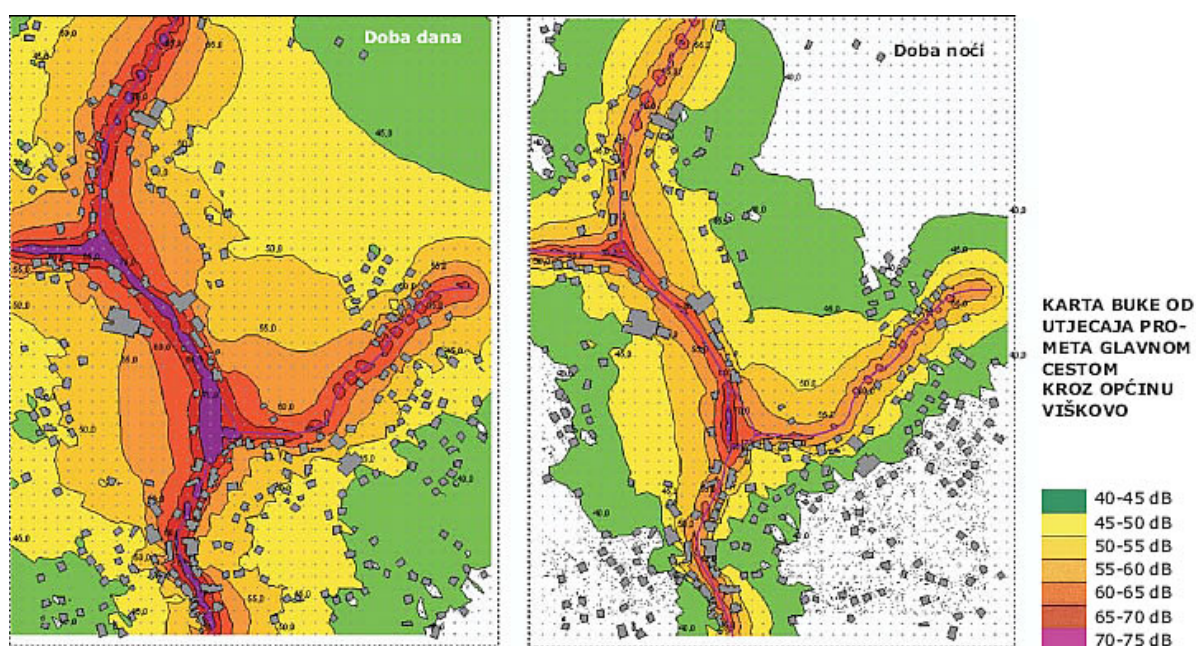
Student			
Ime studenta: Petra Milinković		Studijska razina: <input type="checkbox"/> Preddiplomski <input checked="" type="checkbox"/> Diplomski	
Matični broj: 0069039333	Adresa e-pošte: pmiinkovic@riteh.hr		Telefon: 098 510 081
Razdoblje prakse	Od: 11.05.2011.	Do: 31.05.2011.	Broj sati: 120
Akademska institucija			
Sveučilište: Sveučilište u Rijeci			
Fakultet: Tehnički fakultet			
Adresa: Vukovarska 58		Grad: Rijeka	
Ime akademskoga mentora: Zoran Jurković		Pozicija: docent	
Adresa e-pošte: zoran.jurkovic@riteh.hr		Broj telefona: 051/651 466	
Poduzeće/institucija u kojem se ostvaruje praksa			
Ime: Strojarsko Akustički Inženjering d.o.o			
URL: www.saing.hr			
Adresa: Save Jugo Bujkove 1		Grad: Rijeka	
Ime industrijskoga mentora: Edo Grubešić, dipl.ing		Pozicija: Glavni projektant	
Adresa e-pošte: saing@ri.t-com.hr		Broj telefona: 051 551 693	

2. Zahvalnica

Zahvaljujem se poduzeću SAing – Strojarsko Akustički Inženjering d.o.o što mi je omogućilo obavljanje studentske prakse, a posebno voditelju Edu Grubešiću na pomoći i stručnom vodstvu.

3. Uvod

Svoju drugu industrijsku praksu odradila sam u poduzeću SAing – Strojarsko Akustički Inženjering d.o.o. sa sjedištem u Rijeci. Proizvodni program SAing – a sastoji se od dva dijela: strojarstvo i akustika. Pod strojarstvo spadaju izrade projekata vezanih uz reklamne i antenske stupove, hale i nadstrešnice, te projekti vezani uz transportna sredstva kao što su mosne i specijalne dizalice, transporteri. Bave se i lakim čeličnim konstrukcijama i proizvodima iz stakloplastike. Pod proizvodni program – akustika ubrajaju se izrade projekata vezanih uz akustička mjerenja i istraživanja, zvučnu zaštitu u industriji, akustiku prostora, izradu karta buke i akcijskih planova, te projekti vezani uz zvučnu zaštitu. Izvedbe zvučnih zaštita i apsorpcija možemo pronaći u industriji, građevinarstvu, kinima, kazalištu, kafićima i disko klubovima, gdje se primjenjuju prigušivači buke i akustičke barijere, antivibracioni elementi zajedno sa kombiniranom izolacijom. Bitan dio proizvodnog programa su apsorpciono izolacijskih panela *SAING – 26*. Najbitniji i najčešće korišteni softverski program je *AutoCAD*, a za akustiku *Predvfor type 7810*.



SLIKA 1.: Primjer karte buke, www.saing.hr

4. Ciljevi PSP – a (Program studentske prakse) i metodologija

Glavni zadatak prakse bio je vezan uz projekt „Prihvata antena i balasta na atenskom stupu“ na lokaciji Drenova – Rijeka. Moja obaveza je bila izrada elaborata „Statička provjera antenskog stupa“. U nastavku teksta opisane su obveze po tjednima.

PRVI TJEDAN:

Praksa je započela sa upoznavanjem poduzeća u kojem sam obavljala praksu i proizvodnog programa istog. Upoznala sam se sa projektima koje poduzeće radi, odnosno sa procesom nastanka i izrade elaborata, preliminarnih izvještaja, idejnih rješenja, projektne dokumentacije. Dobila sam uvid u samu strukturu projekta vezanih uz izradu karti buke, analiza i proračuna vezanih uz antenske stupove. Nakon dobivenih općih podataka i uvida kako funkcionira poduzeće, moj sljedeći zadatak bio je pratnja projektanta u njegovom radu. Dobila sam detaljnija saznanja kako započinje proces, odnosno kako nastaje sam elaborat, a kasnije projekt. Pratila sam projektanta dok je radio nacrtu i tehničku dokumentaciju vezanu uz atenske stupove. Zadan mi je glavni zadatak prakse.

DRUGI TJEDAN:

Drugi tjedan prakse bio je vezan uz glavni zadatak – statičku analizu antenskog stupa visokog 30 m. Analizu sam započela sa pregledom nacrtu, gdje su bili vidljivi dijelovi antenskog stupa, lokacija, pozicija antena. Pomoću kataloga odredila sam parametre potrebne za izračun analize. Upoznala sam se i sa priručnicima i normama, odnosno sa pravilnikom o tehničkim propisima o djelovanju vjetra na noseće čelične konstrukcije. Veći dio izračuna bio je završen.

TREĆI TJEDAN:

Završila sam proračun i sredila nacrtu dokumentaciju. Započela sam sa pisanjem završnog izvješća o studentskoj praksi. Pregled voditelja prakse i njegovo odobrenje izvješća.

5. Opis posla i rezultati

U ovom poglavlju bit će detaljnije opisani zadaci, poslovi i obveze u poduzeću i bit će prikazan napravljeni elaborat.

Zadatak prakse prvenstveno se odnosio na statičku analizu antenskog stupa visokog 30 m na lokaciji Drenova – Rijeka. Konstrukcija stupa je čelično – rešetkasta, gdje je materijal stupa Č0361. Na stupu se nalaze četiri antene tipa APXV86-906515-C i pomoćna antena. Antenski stup je postavljen na temelj koji je izrađen od armiranog betona specifične težine $\gamma = 2200 \text{ kg/m}^3$. Zatezne užadi koje pridonose stabilnosti stupa postavljene su na tri balasta. Pomoćni objekti su kontejner, ograda i električni ormar SPMO.

Da bi što lakše riješila statičku analizu, jedan od prvih zadataka bio je pratnja projektanta u izradi dokumentacije vezane za slični tip antenskog stupa. U softveru *AutoCAD* projektant je započeo sa sređivanjem dobivene nacrtne dokumentacije koja je prikazivala antenski stup i lokaciju na kojoj se nalazi. Bilo je potrebno izmijeniti nacrt i tlocrt antenskog stupa. Izmjene su se odnosile na ucrtavanje odgovarajućih tipova antena, zatim se i uskladila orijentacija stupa sa dobivenim predloškom. Na nacrtu dobivenom od geodeta imala sam uvid u način na koji geodeti prikazuju lokaciju, odnosno teren na kojem se nalazi zadani stup. Tijekom sređivanja nacrtne geometrije projektant mi je pokazao kataloge iz kojih su se bitni podaci i parametri vadili. Pokazao mi je napredne mogućnosti u programu *AutoCAD* i naredbe sa kojima se on kao projektant koristi. Nakon pratnje projektanta tijekom izrade – sređivanja nacrtne dokumentacije, pokazao mi je primjer statičke analize antenskog stupa tip ZIR. Proveo me kroz proračun, te mi je naglasio bitne stvari koje određuju proračun i na koje sam trebala ja obratiti pažnju kad sam radila vlastiti proračun. Nakon što mi je mentor zadao glavni zadatak uputio me kako da rješavam vlastiti problem.

Pripreme vezane za statički proračun sastojale su se od pregleda fotografija sa stvarne lokacije antenskog stupa. Pomoću ovih fotografija dobila sam sliku stupa u prirodi, te pratećih objekata kao kontejner, ograda, električni ormar SPMO, pristupni put. Ove

fotografije su mi omogućile lakše snalaženje prilikom pregleda nacrtne dokumentacije. Dobivena dokumentacija prikazivala je mikro – lokaciju stupa, odnosno geodetski položaj stupa. Ovaj dio nacрта izradio je geodet, te mi je omogućilo upoznavanje i snalaženje u njihovim izradama nacрта. Nakon pregleda geodetske osnove slijedilo je određivanje dijelova stupa, odnosno pregled rešetkaste konstrukcije, zadanih gabarita antena, balasta, sajla. Dokumentaciju ju je trebalo modificirati. Modifikacije su se odnosile na promjenu dimenzija antena, orijentaciju stupa. Krenula sam u izradu proračuna. Pročitavši pravilnik o tehničkim propisima o djelovanju vjetra na noseće čelične konstrukcija saznala sam da će djelovanje vjetra imati najveći utjecaj na statički proračun. Kako je antenski stup dug 30 m, vitka konstrukcija, najveći utjecaj na njegovu stabilnost imaju horizontalna opterećenja od udara vjetra. Brzina vjetra ovisi o geografskoj zoni, lokalnog položaja objekta i njegove zaštićenosti od udara vjetra i o visini objekta. Veličina osnovnog opterećenja vjetrom određuje se prema tablici koja je prikazana na *SLICI 2.*

Redni broj	Visina površine nad terenom, koja je izložena dejstvu vetra	Stepen zaštićenosti objekta	Dejstvo vetra u kg/m ² za geografske zone		
			I	II	III
1	do 10 m	zaštićen	30	40	55
2		poluzaštićen	40	55	60
3		izložen	45	70	110
4	preko 10 do 30 m	poluzaštićen	50 ✓	75	110
5		izložen	60	90	130
6	preko 30 do 60 m	izložen	70	105	150
7	preko 60 do 100 m	izložen	80	120	170

SLIKA 2.: Prikaz tablice – osnovno opterećenje vjetrom

Lokalitet antenskog stupa je Drenova – Rijeka, odnosno Hrvatsko Primorje, što prema karti prikazanoj na *SLICI 3* pripada III. geografskoj zoni. Objekt se smatra izložen na udare vjetra, stoga se usvaja $q = 130 \text{ kg/m}^2 \sim 1300 \text{ N/m}^2$.



SLIKA 3.: Prikaz geografskih zona brzine vjetra

Vjetar puše normalno na jednu bočnu stranu stupa, stoga se ukupna sila vjetra određuje po obrascu:

$$F_t = A_i \cdot c_t \cdot q,$$

pri čemu je:

A_i – stvarna površina (za stup vrijedi $0,5 \cdot A_i$),

q – osnovno opterećenje vjetrom,

c – koeficijent oblika, i to:

$c = 1,5$ za antene,

$c = 2$ za trokutni rešetkasti stup.

Dobivene sile vjetra bitne su za izračun momenta prevrtanja. Moment prevrtanja mora biti manji od momenta stabilnosti da bi konstrukcija antenskog stupa bila stabilna. Moment stabilnosti se računa pomoću težina – antena, stupa, temelja, i najbitnije balasta. Antenski stup je pričvršćen pomoću zateznih užadi na tri balasta. Da konstrukcija ne sadrži užadi, u kritičnom presjeku – spoj stupa sa temeljem, javila bi se naprezanja veća od dopuštenih. Kritični presjek se nalazi na 7,5 m, odnosno na spoju zateznih užadi sa stupom. Težina antena i stupa odredila se prema obrascu:

$$G_i = m_i \cdot g,$$

pri čemu je:

m_i – masa pojedinog dijela konstrukcije,

g – zemljino ubrzanje.

Da bi se odredila težina temelja i balasta potrebno je bilo odrediti specifičnu težinu betona koja iznosi $\gamma = 2200 \text{ kg/m}^3$. Korišteni obrazac:

$$m_i = V_i \cdot \gamma_{\text{betona}},$$

pri čemu je:

V_i – volumen pojedinog dijela konstrukcije.

Prema formuli $G_i = m_i \cdot g$ izračunati su pojedine težine konstrukcije. Dobiveni moment stabilnosti bio je veći od momenta prevrtanja.

Sljedeći korak u proračunu bio je provjera kritičnog presjeka. Kritični presjek - spoj zateznih užadi sa stupom nalazi se na 7,5 m visine. Naprezanje u kritičnom presjeku određuje se prema obrascu:

$$\sigma = \frac{(M_A - A)_{max}}{W_x}$$

pri čemu je:

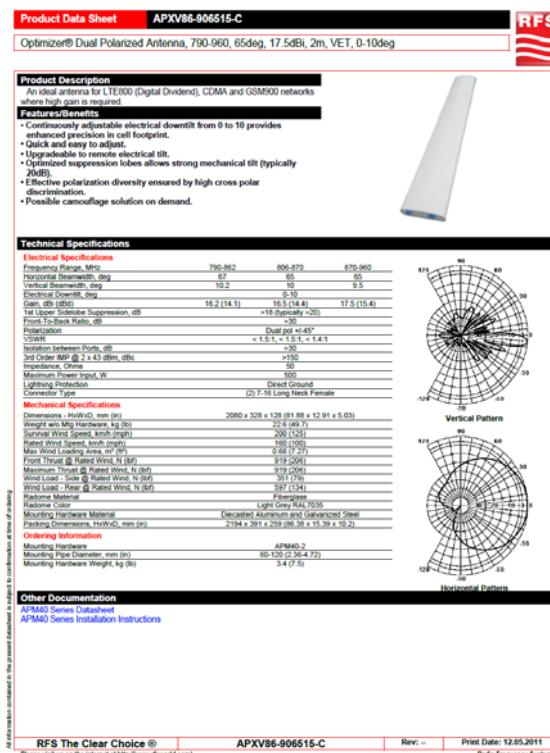
$(M_A - A)_{max}$ – maksimalni moment u kritičnom presjeku

W_x – otporni moment.

Otporni moment se računa prema izrazu $W_x = \frac{\sum A_i \cdot d_i^2}{4}$.

Naprezanje u kritičnom presjeku bilo je manje od dozvoljenog, stoga je odabrani cijevni nosač zadovoljava i usvojen je.

Parametri antena tipa APXV86-906515-C prikazani su na sljedećoj slici.



Product Data Sheet APXV86-906515-C

Optimizer® Dual Polarized Antenna, 790-960, 65deg, 17.5dBi, 2m, VET, 0-10deg

Product Description
 An ideal antenna for LTE/4G (Digital Divident), CDMA and GSM/500 networks where height gain is required.

Features/Benefits

- Continuously adjustable electrical downtilt from 0 to 10 provides enhanced precision in cell footprint.
- Quick and easy to adjust.
- Upgradable to remote electrical tilt.
- Optimized suppression lobes allows strong mechanical tilt (typically 20dB).
- Effective polarization diversity ensured by high cross polar discrimination.
- Possible camouflage solution on demand.

Technical Specifications

Electrical Specifications			
Frequency Range, MHz	790-962	806-872	810-960
Horizontal Beamwidth, deg	63	63	63
Vertical Beamwidth, deg	10.2	10	9.5
Electronic Downtilt, deg			0-10
Gain, dB (dBi)	16.2 (14.1)	16.5 (14.4)	17.5 (15.4)
1st Upper Side-lobe Suppression, dB			>18 (Typically >20)
Front-to-Back Ratio, dB			>30
Polarization			Dual pol. +/-45°
VSWR			< 1.5:1 +/- 1.5:1 +/- 1.4:1
Isolation between Ports, dB			>30
2nd Order BSB @ 2 x 43 dBm, dBc			>150
Impedance, Ohms			50
Maximum Power Input, W			300
Lightning Protection			Direct Ground
Connector Type			(2) 7-16 Long Neck Female
Mechanical Specifications			
Dimensions, mm (in)	2080 x 328 x 128 (81.88 x 12.91 x 5.03)		
Weight w/o Mtg Hardware, kg (lb)	22.0 (49.7)		
Surface Wind Speed, km/h (mph)	206 (128)		
Rated Wind Speed, km/h (mph)	180 (112)		
Max Wind Loading Area, m² (ft²)	2.68 (29.3)		
Front Thrust @ Rated Wind, N (lbf)	919 (206)		
Maximum Thrust @ Rated Wind, N (lbf)	119 (266)		
Wind Load - Side @ Rated Wind, N (lbf)	511 (115)		
Wind Load - Rear @ Rated Wind, N (lbf)	287 (134)		
Paints/Finish	Powdercoat		
Paints/Color	Light Grey RAL 7035		
Mounting Hardware Material	Decapitated Aluminum and Galvanized Steel		
Packing Dimensions, mm (in)	2194 x 361 x 259 (86.38 x 14.19 x 10.2)		
Ordering Information			
Mounting Hardware	APM40-2		
Mounting Pipe Diameter, mm (in)	60-120 (2.36-4.72)		
Mounting Hardware Weight, kg (lb)	3.4 (7.5)		

Other Documentation

- APM40 Series Datasheet
- APM40 Series Installation Instructions

RFS The Clear Choice® APXV86-906515-C Rev: -- Print Date: 12.05.2011
 Radio Frequency Systems

SLIKA 4.: Parametri antene tipa APXV86-906515-C

www.riteh.uniri.hr
zoran.jurkovic@riteh.hr
tel.: +385 51 651 466
fax: +385 51 651 468



Zadnji zadatak prakse bio je pisanje elaborata gdje sam naučila kako se on piše, odnosno od kojih se dijelova sastoji. Također sam dodatno sređivala nacrtanu dokumentaciju koja se nalazi unutar toga elaborata. Praksu sam završila pisanjem izvješća o odrađenoj praksi. Na sljedećim stranicama prikazan je elaborat „Statička provjera antenskog stupa“ kao dio projekta „Prihvata antena i balasta na atenskom stupu“.

Projektant: Petra Milinković	ANTENSKI STUP FM 30 STATIČKA PROVJERA (Elaborat)	Datum: 05.2011.
Projekt: Prihvati antena i balasta na antenskom stupu		Zaj. oznaka: Br. projekta: P1 – 11

Građevina: FM stup

Investitor: Strojarsko Akustički Inženjering d.o.o., Rijeka

Lokacija: Drenova Rijeka

Zajednička oznaka:

PROJEKT Br.: 1-11

Naziv projekta: Prihvati antena i balasta na antenskom stupu

Faza projekta: **STATIČKA PROVJERA ANTENSKOG STUPA** (elaborat)

Projektant: Petra Milinković

Rijeka, 31.05. 2011.

Projektant: Petra Milinković	ANTENSKI STUP FM 30 STATIČKA PROVJERA (Elaborat)	Datum: 05.2011.
Projekt: Prihvat antena i balasta na antenskom stupu		Zaj. oznaka: Br. projekta: P1 – 11

SADRŽAJ PROJEKTA (Elaborata) P1 – 11

1. Tehnički opis
2. Tehnički proračun – statički račun
3. Nacrtna dokumentacija
– dispozicija i sklop stupa FM 30 m

Projektant: Petra Milinković	ANTENSKI STUP FM 30 STATIČKA PROVJERA (Elaborat)	Datum: 05.2011.
Projekt: Prihvat antena i balasta na antenskom stupu		Zaj. oznaka: Br. projekta: P1 – 11

1. TEHNIČKI OPIS

Antenski stup visok 30 m na lokaciji Drenova – Rijeka. Konstrukcija stupa je čelično – rešetkasta, gdje je materijal stupa Č0361. Na stupu se nalaze četiri antene tipa APXV86-906515-C i pomoćna antena. Antenski stup je postavljen na temelj koji je izrađen od armiranog betona specifične težine $\gamma = 2200 \text{ kg/m}^3$. Zatezne užadi koje pridonose stabilnosti stupa postavljene su na tri balasta. Nosači antena odgovaraju tipskom rješenju za takvu vrstu stupova. Pomoćni objekti su kontejner, ograda i električni ormar SPMO.

2. TEHNIČKI PRORAČUN – STATIČKI RAČUN

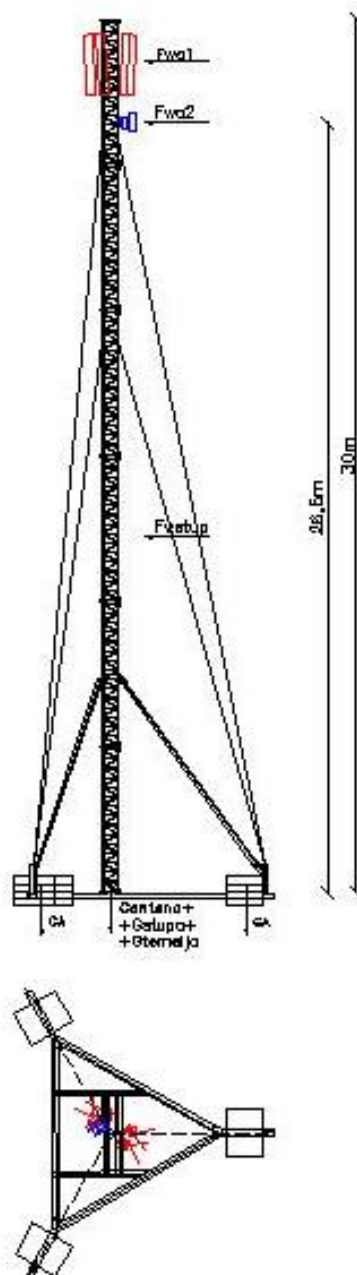
2.1. PODACI ZA PRORAČUN

Popis primijenjenih standarda, tehničkih normativa i pravilnika:

- Zakon o prostornom uređenju i gradnji NN76-07,
- Zakon o zaštiti od požara NN92/10,
- Zakon o telekomunikacijama NN 76/99, 128/99, 68/01, 122/03, 158/03, 177/03 i 60/04,
- Zakon o zaštiti na radu NN59/96 i NN114/03,
- Pravilnik o tehničkim normama za nosive čelične konstrukcije (Sl. 61/86),
- Pravilnik o tehničkim mjerama za montažu čeličnih konstrukcija (Sl. 29/70),

Projektant: Petra Milinković	ANTENSKI STUP FM 30 STATIČKA PROVJERA (Elaborat)	Datum: 05.2011.
Projekt: Prihvat antena i balasta na antenskom stupu		Zaj. oznaka: Br. projekta: P1 – 11

- Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozije (Sl. 32/70),
- Pravilnik o tehničkim propisima o kvaliteti zavarenih spojeva za nosive čelične konstrukcije (SL. br. 41/64),
- Tehnički propisi za čelične konstrukcije (NN RH br. 112/08).



SLIKA 1.: Skica situacije, gabarita i sila vjetra

Projektant: Petra Milinković	ANTENSKI STUP FM 30 STATIČKA PROVJERA (Elaborat)	Datum: 05.2011.
Projekt: Prihvata antena i balasta na antenskom stupu		Zaj. oznaka: Br. projekta: P1 – 11

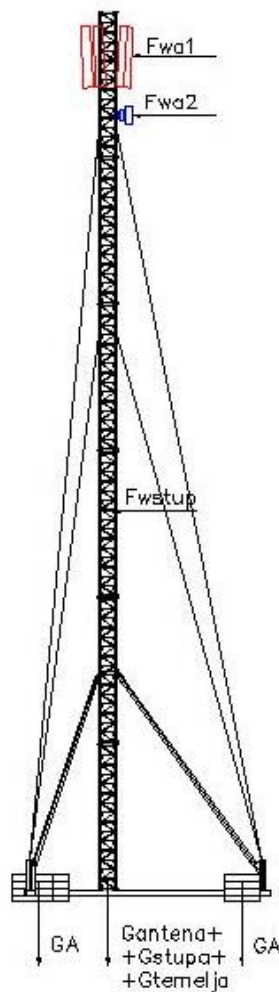
Materijal nosača antene je Č0361 .

Proizlazi: $q = 130 \text{ kg/m}^2 \sim 1300 \text{ N/m}^2$

koeficijent oblika za antene: $c = 1,5$

koeficijent oblika za trokutni rešetkasti stup: $c = 2.$

2.2. STATIČKI RAČUN



SLIKA 2.: Sile koje djeluju na antenski stup

Projektant: Petra Milinković	ANTENSKI STUP FM 30 STATIČKA PROVJERA (Elaborat)	Datum: 05.2011.
Projekt: Prihvata antena i balasta na antenskom stupu		Zaj. oznaka: Br. projekta: P1 – 11

Sile od vjetra na antene i antenski stup:

$$F_{wa_1} = A_1 \cdot c_1 \cdot q,$$

$$F_{st} = 0,5 \cdot A_{st} \cdot c \cdot q.$$

4 komada antena tipa APXV86-906515-C:

$$A_1 = 0,4368 \text{ m}^2$$

$$c_1 = 1,5$$

$$q = 1300 \text{ N/m}^2$$

$$F_{wa_1} = 0,4368 \cdot 1,5 \cdot 1300 = 852 \text{ N.}$$

Pomoćna antena:

$$A_2 = 0,2961 \text{ m}^2$$

$$c_2 = 1,5$$

$$q = 1300 \text{ N/m}^2$$

$$F_{wa_2} = 0,2961 \cdot 1,5 \cdot 1300 = 577 \text{ N.}$$

Antenski stup – trokutasti rešetkasti stup:

$$A_{st} = 2,04 \text{ m}^2$$

$$c_2 = 2$$

$$q = 1300 \text{ N/m}^2$$

$$F_{w_{st}} = 0,5 \cdot 2,04 \cdot 2 \cdot 1300 = 2652 \text{ N.}$$

Projektant: Petra Milinković	ANTENSKI STUP FM 30 STATIČKA PROVJERA (Elaborat)	Datum: 05.2011.
Projekt: Prihvata antena i balasta na antenskom stupu		Zaj. oznaka: Br. projekta: P1 – 11

Izračun težina pojedinih dijelova konstrukcije:

Težina antena:

$$m_{ant} = 100 \text{ kg}$$

$$G_{ant} = m_{ant} \cdot g = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ N}$$

Težina stupa:

$$m_{st} = 600 \text{ kg}$$

$$G_{st} = m_{st} \cdot g = 600 \cdot 10 = 6000 \text{ N}$$

Težina temelja:

$$A = 18,294 \text{ m}^2$$

$$V_1 = A \cdot 0,2 = 18,294 \cdot 0,2 = 3,6 \text{ m}^3$$

$$V_2 = A \cdot 0,19 = 18,294 \cdot 0,19 = 3,5 \text{ m}^3$$

$$V_t = V_1 + V_2 = 3,6 + 3,5 = 7,1 \text{ m}^3$$

$$m_t = V_t \cdot \gamma_{betona} = 7,1 \cdot 2200 = 15696 \text{ kg}$$

$$G_t = m_t \cdot g = 15696 \cdot 10 = 156960 \text{ N}$$

Težina balasta:

$$A = 1,92 \text{ m}^2$$

$$V_A = A \cdot 0,95 = 1,92 \cdot 0,95 = 1,824 \text{ m}^3$$

$$m_A = V_A \cdot \gamma_{betona} = 1,824 \cdot 2200 = 4012,8 \text{ kg}$$

Projektant: Petra Milinković	ANTENSKI STUP FM 30 STATIČKA PROVJERA (Elaborat)	Datum: 05.2011.
Projekt: Prihvata antena i balasta na antenskom stupu		Zaj. oznaka: Br. projekta: P1 – 11

$$G_A = m_A \cdot g = 4012,8 \cdot 10 = 40128 \text{ N.}$$

Izračun momenta prevrtanja:

$$M_{prev} = Fw_{a_1} \cdot 28,5 + Fw_{a_2} \cdot 26,5 + Fw_{st} \cdot 15 =$$

$$M_{prev} = 852 \cdot 28,5 + 577 \cdot 26,5 + 2652 \cdot 15 = 79353 \text{ Nm.}$$

Izračun momenta stabilnosti:

$$M_{stab} = 2 \cdot G_A \cdot x_1 + G_A \cdot x_2 + (G_{ant} + G_{st} + G_t) \cdot x_3$$

$$x_1 = 7,5 \text{ m, } x_2 = 0,6 \text{ m, } x_3 = 5,07 \text{ m}$$

$$M_{stab} = 2 \cdot 40128 \cdot 7,5 + 40128 \cdot 0,6 + (1000 + 6000 + 156960) \cdot 5,07 =$$

$$M_{stab} = 1457274 \text{ Nm.}$$

Vrijedi:

$$M_{prev} = 79353 \text{ Nm} < M_{stab} = 1457274 \text{ Nm.}$$

Maksimalno opterećenje pojavljuje se u kritičnom presjeku A – A:

Maksimalni moment u kritičnom presjeku A – A:

$$(M_{A-A})_{max} = Fw_{a_1} \cdot (28,5 - 7,5) + Fw_{a_2} \cdot (26,5 - 7,5) + Fw_{st} \cdot \left(\frac{15 - 7,5}{2}\right) =$$

Projektant: Petra Milinković	ANTENSKI STUP FM 30 STATIČKA PROVJERA (Elaborat)	Datum: 05.2011.
Projekt: Prihvata antena i balasta na antenskom stupu		Zaj. oznaka: Br. projekta: P1 – 11

$$(M_{A-A})_{max} = 852 \cdot (28,5 - 7,5) + 577 \cdot (26,5 - 7,5) + 2652 \cdot \left(\frac{15 - 7,5}{2}\right) =$$

$$(M_{A-A})_{max} = 58690 \text{ Nm.}$$

Odabrani nosač iz $\varnothing 76,1 \times 5$ ima $A_1 = 11,2 \text{ cm}^2$, $I_x = 70,9 \text{ cm}^4$, $W_x = 18,6 \text{ cm}^3$, $\gamma = 8,77 \text{ kg/m}^2$.

Potrebni otporni moment računa se prema sljedećoj relaciji: $W_x = \frac{\sum I_x}{e_{max}}$.

$$v_1 = 51,9 \text{ cm} - 17,3 \text{ cm} = 34,6 \text{ cm}$$

$$v_1 = v_3 = 17,3 \text{ cm}$$

$$e_1 = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{\sum A_i}$$

$$e_1 = \frac{11,2 \cdot 51,9 + 2 \cdot 11,2 \cdot 0}{3 \cdot 11,2} = 17,3 \text{ cm}$$

$$e_2 = 34 + 3,8 = 37,8 \text{ cm}$$

$$\sum I_x = I_{x1} + I_{x2} + I_{x3}$$

$$I_{x1} = I_{x1p} + A \cdot v_1^2 = 70,9 + 11,2 \cdot 34,6^2 = 13479 \text{ cm}^4$$

$$I_{x1} = I_{x2} \Rightarrow I_{x1} + I_{x2} = 2 \cdot (I_{x1p} + A \cdot v_2^2)$$

$$I_{x1} + I_{x2} = 2 \cdot (70,9 + 11,2 \cdot 17,3^2) = 6846 \text{ cm}^4 \#$$

$$\sum I_x = 13479 + 6846 = 20325 \text{ cm}^4$$

$$\text{Otporni moment iznosi: } W_x = \frac{20325}{37,8} = 538 \text{ cm}^3.$$

Projektant: Petra Milinković	ANTENSKI STUP FM 30 STATIČKA PROVJERA (Elaborat)	Datum: 05.2011.
Projekt: Prihvat antena i balasta na antenskom stupu		Zaj. oznaka: Br. projekta: P1 – 11

Ukupno naprezanje: $\sigma = \frac{(N_A - \sigma)_{\max}}{W_x} = \frac{88690}{830} = 109 \text{ N/mm}^2$ što je manje od dozvoljenog naprezanja 160 N/mm^2 .

Odabrani cijevni nosač **zadovoljava**.

Računala: Petra Milinković

Projektant: Petra Milinković	ANTENSKI STUP FM 30 STATIČKA PROVJERA (Elaborat)	Datum: 05.2011.
Projekt: Prihvat antena i balasta na antenskom stupu		Zaj. oznaka: Br. projekta: P1 – 11

4. NACRTNA DOKUMENTACIJA



6. Reference

- [1] www.saing.hr
- [2] Pravilnik o tehničkim propisima o djelovanju vjetra na noseće čelične konstrukcije
- [3] Krautov strojarški priručnik, Axiom d.o.o., Zagreb

7. Zaključak

Studentska praksa bila je poučno i zanimljivo iskustvo koja me približila dijelu strojarstva koji se odnosi na projektiranje. Proces projektiranja sastoji se od više postupaka/područja koje je potrebno primijeniti i kombinirati da bi se projekt smatrao uspješno priveden kraju. Postupci/područja obuhvaćaju analizu, izradu nacрта i dokumentacije, i sl. Zadatak prakse odnosio se na te postupke/područja, gdje sam mogla primijeniti znanje dobiveno tijekom akademskog obrazovanja. Potvrdila sam, ali sam i stekla nova saznanja iz područja mehanike i konstrukcije. Primijenivši znanje na realnu situaciju stekla sam sliku rada i primjene u strojarstvu.

Tri tjedna prakse prošla su u vrlo ugodnoj i radnoj atmosferi, gdje su mi mentor, ali i ostali djelatnici SAing – a d.o.o prenijeli svoje znanje i pomogli prilikom rješavanja i pisanja stručnog izvješća.

www.riteh.uniri.hr
zoran.jurkovic@riteh.hr
tel.: +385 51 651 466
fax: +385 51 651 468



Datum: _____ **Mjesto:** _____

Potpis studenta:

Potpis industrijskoga mentora:
