



Projekt je sufinancirala  
Europska unija iz  
Europskog fonda za  
regionalni razvoj.  
Ulaganje u budućnost!



**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE (FSB) SVEUČILIŠTA U ZAGREBU,  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA (FER) SVEUČILIŠTA U ZAGREBU I  
GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI (GF RI)**

**POZIVA STUDENTE I INŽENJERE IZ SURADNIH INSTITUCIJA NA PROJEKTU NA BESPLATNE RADIONICE  
projekta Centar izvrsnosti za procjenu stanja konstrukcija – CEESTructHealth pod nazivom**

## **Modeliranje, nadgledanje i upravljanje s ciljem očuvanja integriteta konstrukcije vjetroagregata**

### **Svrha radionica**

Namjera je upoznati polaznike radionica s teorijskim osnovama rada vjetroagregata, upravljanja njime te procjene integriteta njegove konstrukcije. Prikazat će se približna metoda proračuna aerodinamičkih značajki lopatice vjetroagregata te napredne metode numeričke simulacije međudjelovanja nestlačivog fluida i elastičnog tijela temeljene na metodi kontrolnih volumena. Posebna pozornost usmjerit će se na analizu zamora i dinamike konstrukcije s pripadnim algoritmima temeljenim na metodi konačnih elemenata. Dat će se kratki osvrt na greške koje se javljaju pri numeričkoj analizi konstrukcija. Prikazat će se postupak inverznog modeliranja za određivanje nepoznatih parametara modela iz rezultata indirektnih mjerenja za slučaj statičkih i dinamičkih opterećenja. Osim toga, dat će se prikaz određivanja relevantnih parametara konstrukcije primjenom analize osjetljivosti, odnosno rezultata indirektnih mjerenja. Na primjeru KONČAR vjetroagregata snage 2,5 MW instaliranog na Pometenom brdu kod Splita prikazat će se izračun opterećenja konstrukcije iz mjerenih deformacija. Prikazat će se principi upravljanja vjetroagregatom za zaštitu od prekoubrzanja pri udarima vjetra, za zaštitu od nedopuštenih naprezanja konstrukcije, za optimiranje zakreta gondole uz predviđanja vjetra, te za smanjenje vibracija momenta generatora. Radionice su prvenstveno namijenjene studentima i inženjerima u praksi koji rade na projektiranju, upravljanju i održavanju vjetroagregata, kao i ostalih dinamički opterećenih konstrukcija.

Molimo Vas da svoje sudjelovanje za svaku od tri radionice posebno (1. na FSB-u, 2. na FER-u, 3. na GF RI) potvrdite najkasnije do utorka **17. ožujka 2015. u 16:00 sati** na e-mail: [adna.dujso@gradri.uniri.hr](mailto:adna.dujso@gradri.uniri.hr). Veselimo se Vašem dolasku!

Voditelj projekta:

Prof. dr. sc. Zdenko Tonković



Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta

Ministarstvo znanosti,  
obrazovanja i sporta  
Donje Svetice 38  
10000 Zagreb  
tel: +385 1 4594-325  
fax: +385 1 4594-349  
[www.mzos.hr](http://www.mzos.hr)



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet strojarstva i  
brodogradnje  
Ivana Lučića 5  
HR-10000 Zagreb  
tel: +385 1 6168 450  
fax: +385 1 6168 187  
[www.fsb.unizg.hr](http://www.fsb.unizg.hr)



**CEESTructHealth**  
Centar izvrsnosti za procjenu stanja  
konstrukcija  
Voditelj projekta: prof. dr. sc. Zdenko  
Tonković  
tel: +385 1 6168 450; fax: +385 1 6168 187  
email: [info@ceestructhealth.eu](mailto:info@ceestructhealth.eu)  
[www.ceestructhealth.eu](http://www.ceestructhealth.eu)



Središnja agencija za  
financiranje i ugovaranje  
Vukovarska 284 (objekt C9),  
10000 Zagreb  
tel: +385 1 459 1245  
fax: +385 1 459 1075  
[www.safu.hr](http://www.safu.hr)



Fond za ulaganje u  
znanost i inovacije  
Donje Svetice 38  
10000 Zagreb, Croatia  
tel: +385 1 4594 434  
[www.siif-croatia.com](http://www.siif-croatia.com)



Projekt je sufinancirala  
Europska unija iz  
Europskog fonda za  
regionalni razvoj.  
Ulaganje u budućnost!



## 1. RADIONICA NA FAKULTETU STROJARSTVA I BRODOGRADNJE SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

održat će se u petak **20. ožujka 2015. s početkom u 10 sati** u **Plavoj dvorani** FSB-a, Ivana Lučića 5, Zagreb (istočna zgrada Fakulteta, zapadni ulaz, 3. kat).

### PROGRAM:

10:00 – 10:10 Otvaranje

### AERODINAMIČKO OPTEREĆENJE LOPATICA VJETROAGREGATA

10:10 – 10:40 Primjena integralnih oblika zakona za analizu rada vjetroagregata (prof. dr. sc. Zdravko Virag)

10:40 – 11:10 Približna metoda proračuna aerodinamičkih značajki lopatice vjetroagregata (dr. sc. Severino Krizmanić)

11:10 – 11:20 Pauza za kavu

11:20 – 11:50 Primjena metode kontrolnih volumena u simulaciji međudjelovanja između fluida i elastičnog tijela (izv. prof. dr. sc. Željko Tuković)

(Numerički model temeljen na metodi kontrolnih volumena za simulaciju međudjelovanja nestlačivog fluida i elastičnog tijela. Verifikacija implementiranog modela u OpenFOAM-u.)

### ANALIZA ZAMORA VJETROAGREGATA

11:50 – 12:50 Zamor konstrukcije (prof. dr. sc. Zdenko Tonković)

(Visokociklički zamor. Koncentracija naprezanja. Varijabilne amplitude opterećenja. Niskociklički zamor. Modeliranje iniciranja i rasta pukotine. Eksperimentalni podaci.)

12:50 – 13:50 Pauza za ručak

13:50 – 14:50 Numeričko modeliranje procesa deformiranja vjetroagregata (prof. dr. sc. Zdenko Tonković)

(Valjanost mreže konačnih elemenata i adaptivno umrežavanje. Kinematska ograničenja. Podmodeliranje. Izračun opterećenja konstrukcije iz mjerenih deformacija.)

### DINAMIČKA ANALIZA VJETROAGREGATA

14:50-15:50 Računalna dinamika vjetroagregata (dr. sc. Marko Jokić)

(Uloga računalne simulacije dinamike vjetroagregata. Pregled dostupnih računalnih metoda, mogućnosti primjene i njihova ograničenja. Neke poveznice s upravljanjem, zamorom konstrukcije.)



Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta



Ministarstvo znanosti,  
obrazovanja i sporta  
Donje Svetice 38  
10000 Zagreb  
tel: +385 1 4594-325  
fax: +385 1 4594-349  
www.mzos.hr

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet strojarstva i  
brodogradnje  
Ivana Lučića 5  
HR-10000 Zagreb  
tel: +385 1 6168 450  
fax: +385 1 6168 187  
www.fsb.unizg.hr



**CEEstructHealth**  
Centar izvrsnosti za procjenu stanja  
konstrukcija  
Voditelj projekta: prof. dr. sc. Zdenko  
Tonković  
tel: +385 1 6168 450; fax: +385 1 6168 187  
email: [info@ceestructhealth.eu](mailto:info@ceestructhealth.eu)  
[www.ceestructhealth.eu](http://www.ceestructhealth.eu)



Središnja agencija za  
financiranje i ugovaranje  
Vukovarska 284 (objekt C9),  
10000 Zagreb  
tel: +385 1 459 1245  
fax: +385 1 459 1075  
[www.safu.hr](http://www.safu.hr)



Fond za ulaganje u  
znanost i inovacije  
Donje Svetice 38  
10000 Zagreb, Croatia  
tel: +385 1 4594 434  
[www.siif-croatia.com](http://www.siif-croatia.com)



Projekt je sufinancirala  
Europska unija iz  
Europskog fonda za  
regionalni razvoj.  
Ulaganje u budućnost!



## 2. RADIONICA NA FAKULTETU ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

održat će se u **ponedjeljak 23. ožujka 2015. s početkom u 12 sati** u **dvorani B5 FER-a, Unska 3, Zagreb.**

### PROGRAM:

- 12:00 – 12:10 Otvaranje
- 12:10 – 13:00 Upravljanje vjetroagregatom – osnovni koncepti (izv. prof. dr. sc. Mario Vašak)
- 13:00 – 13:30 Optimalno upravljanje vjetroagregatom (Nikola Hure, mag. ing.)
- 13:30 – 14:30 Pauza za ručak
- 14:30 – 15:00 Upravljanje za zaštitu od prekoubziranja vjetroagregata i zaštitu od nedopuštenih napreznja konstrukcije (Nikola Hure, mag. ing.)
- 15:00 – 15:30 Kratkoročna predikcija brzine i smjera vjetra na lokaciji vjetroagregata (Mladen Đalto, mag. ing.)
- 15:30 – 16:00 Optimalno zakretanje gondole vjetroagregata (Robi Turnar, mag. ing.)
- 16:00 – 16:30 Pauza za kavu
- 16:30 – 17:00 Upravljanje generatorskim i mrežnim frekvencijskim pretvaračem u vjetroagregatu (dr. sc. Vinko Lešić)
- 17:00 – 17:30 Upravljanje otporno na kvarove generatora i smanjenje vibracija pri upravljanju momentom generatora vjetroagregata (dr. sc. Vinko Lešić)
- 17:30 – 18:00 Estimacija položaja magnetskog polja generatora za brzo pokretanje vjetroagregata (Tomislav Lončarek, mag. ing.)



Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet strojarstva i  
brodogradnje  
Ivana Lučića 5  
HR-10000 Zagreb  
tel: + 385 1 6168 450  
fax: + 385 1 6168 187  
www.fsb.unizg.hr



**CEESTructHealth**

Centar izvrsnosti za procjenu stanja  
konstrukcija  
Voditelj projekta: prof. dr. sc. Zdenko  
Tonković  
tel: + 385 1 6168 450; fax: + 385 1 6168 187  
email: [info@ceestructhealth.eu](mailto:info@ceestructhealth.eu)  
[www.ceestructhealth.eu](http://www.ceestructhealth.eu)



Središnja agencija za  
financiranje i ugovaranje  
Vukovarska 284 (objekt C9),  
10000 Zagreb  
tel: +385 1 459 1245  
fax: +385 1 459 1075  
[www.safu.hr](http://www.safu.hr)



Fond za ulaganje u  
znanost i inovacije  
Donje Svetice 38  
10000 Zagreb, Croatia  
tel: + 385 1 4594 434  
[www.siif-croatia.com](http://www.siif-croatia.com)

Ministarstvo znanosti,  
obrazovanja i sporta  
Donje Svetice 38  
10000 Zagreb  
tel: +385 1 4594-325  
fax: + 385 1 4594-349  
[www.mzos.hr](http://www.mzos.hr)



Projekt je sufinancirala  
Europska unija iz  
Europskog fonda za  
regionalni razvoj.  
Ulaganje u budućnost!



### 3. RADIONICA NA GRAĐEVINSKOM FAKULTETU SVEUČILIŠTA U RIJECI

održat će se u utorak **24. ožujka 2015. s početkom u 09:30 sati** u dvorani **G239 GF-a**, Radmile Matejčić 3, Rijeka.

#### PROGRAM:

- 09:30 – 09:40 Otvaranje
- 09:40 – 10:30 Inverzno modeliranje -- osnovni koncept (prof. dr. sc. Ivica Kožar)
- 10:30 – 11:00 Identifikacija parametara (LS, WLS, ML, BM, s primjerom rešetke) (prof. dr. sc. Ivica Kožar)
- 11:00 – 11:10 Pauza za kavu
- 11:10 – 11:40 Identifikacija opterećenja (prof. dr. sc. Ivica Kožar, Tea Rukavina mag. ing.)
- 11:40 – 12:10 Identifikacija parametara u dinamici (frekvencijska domena) (prof. dr. sc. Ivica Kožar)
- 12:10 – 12:40 Osnovno-simetrični model tijela vjetroagregata (redukcija dimenzije i identifikacija opterećenja) (prof. dr. sc. Ivica Kožar)
- 12:40 – 13:40 Pauza za ručak
- 13:40 – 14:10 Algoritmi za generiranje rezultata mjerenja (prof. dr. sc. Ivica Kožar, dr. sc. Neira Torić Malić, Tea Rukavina, mag. ing., Adna Dujso, mag. ing.)
- 14:10 – 14:40 Primjena sistema diferencijalnih jednadžbe s kašnjenjem - DDE (prof. dr. sc. Ivica Kožar, Tea Rukavina mag. ing.)
- 14:40 – 15:10 Modeliranje temelja vjetroagregata (prof. dr. sc. Ivica Kožar, dr. sc. Neira Torić Malić, Bojana Knežević, mag. ing.)



Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta

Ministarstvo znanosti,  
obrazovanja i sporta  
Donje Svetice 38  
10000 Zagreb  
tel: +385 1 4594-325  
fax: +385 1 4594-349  
[www.mzos.hr](http://www.mzos.hr)



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet strojarstva i  
brodogradnje  
Ivana Lučića 5  
HR-10000 Zagreb  
tel: +385 1 6168 450  
fax: +385 1 6168 187  
[www.fsb.unizg.hr](http://www.fsb.unizg.hr)



**CEEStructHealth**  
Centar izvrsnosti za procjenu stanja  
konstrukcija  
Voditelj projekta: prof. dr. sc. Zdenko  
Tonković  
tel: +385 1 6168 450; fax: +385 1 6168 187  
email: [info@ceestructhealth.eu](mailto:info@ceestructhealth.eu)  
[www.ceestructhealth.eu](http://www.ceestructhealth.eu)



Središnja agencija za  
financiranje i ugovaranje  
Vukovarska 284 (objekt C9),  
10000 Zagreb  
tel: +385 1 459 1245  
fax: +385 1 459 1075  
[www.safu.hr](http://www.safu.hr)



Fond za ulaganje u  
znanost i inovacije  
Donje Svetice 38  
10000 Zagreb, Croatia  
tel: +385 1 4594 434  
[www.siif-croatia.com](http://www.siif-croatia.com)