



ZAVOD ZA STROJARSTVO I BRODOGRADNJU

KATEDRA ZA MEHANIKU FLUIDA (u o.)

C-519

LABORATORIJ ZA AERO I HIBRIDNE ENERGETSKE SUSTAVE

LAHES



Split, 2012.

LAHES Flyer, Ver.1.14.

Uvodna riječ osnivača i voditelja laboratorija

*SLIKA NA NASLOVNICI:
Izgled ispitne postaje
na krovu FESB-a (stara
zgrada), 2006.*



*Dr.sc. Zoran Milas, izv.prof., šef
Katedre za mehaniku fluida (lijevo)
i dr.sc. Branko Klarin, izv.prof.,
voditelj laboratorija (desno).*



*Senzori i razni dijelovi
anemografske opreme za
daljinski transfer podataka
preko GSM modula.*

Poštovane kolege i prijatelji,

Godina početka djelovanja Laboratorija za aero i hibridne energetske sustave (LAHES) može se smatrati godina 1998., kad je u sklopu istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije nabavljena prva oprema – anemografska mjerna garnitura sa skupljačem podataka. Naravno, pripreme za takvo djelovanje počele su ranije, tijekom istraživanja na znanstveno-istraživačkim projektima Katedre za mehaniku fluida.

Od tada pa do danas LAHES se razvija i širi svoje dosege. U tome su pomogle i generacije studenata, koji su koristeći resurse laboratorija ostvarili niz diplomskih i završnih radova.

Neki od tih radova bili su u funkciji razvoja njegovih resursa a neki i podloga za daljnji znanstveni rad, rezultat kojeg su članci i pozvana predavanja na međunarodnim kongresima ili u svjetski prepoznatljivim časopisima.

Neki od studenata povezanih s LAHES-om u svom daljnjem djelovanju ostvarili su zanimljive probitke na međunarodnom planu.

Laboratorij se na znanstvenom planu bavi strujanjem fluida i aerodinamikom a na stručnom sa obnovljivim izvorima energije, prvenstveno vjetroturbinama. U okviru svojih dosega, LAHES je orijentiran i na suradnju te pružanje usluga raznim tvrtkama.

Svoje rezultate zahvaljuje viziji koja podupire razne ideje studenata i drugih, daje im prostor i resurse za rad. Ovo je moguće zato jer postoji otvoreni poziv svima zainteresiranima, koji imaju ideju ili viziju da je pokušaju ostvariti uz pomoć LAHES-a.

Prvi korak suradnje je doći u prostoriju C-519 – tamo Vas čekaju otvorena vrata...!

*Dr.sc. Branko Klarin, izv.prof.,
osnivač i voditelj laboratorija*



Sadržaj

Namjena, uloga i vizija, moto	5
Osnivanje	6
Djelovanje	7
Nastava	8
Studentske inicijative	9
Radovi i rezultati	10
Značajniji pisani radovi i rezultati	10
Reference – montaža anemografske opreme	11
Radovi – naglasci, ideje i inovacije	12
Značajniji pisani radovi i rezultati	15
Ostali radovi i suradnja	16
Izvan-nastavne aktivnosti	19



*Promatranje podizanja vjetroturbinskog stupa
na lokaciji vjetroelektrane Trtar-Krtolin, 2006.*

4

*Terenska nastava – posjet
studenata vjetroelektrani, 2008.*



*Terenska nastava – posjet
studenata vjetroelektrani, 2010.*

Namjena, uloga i vizija

Moto

Namjena:

Osnovna namjena laboratorija je potpora nastavi iz grupe predmeta mehanike fluida, aeroenergetike i ostalim komplementarnim predmetima na preddiplomskim, diplomskim i poslijediplomskim studijima Sveučilišta u Splitu.

U sadašnjoj fazi, neposredno nakon utemeljenja, strategija LAHES-a je pronalaženje vlastite uloge u znanstvenom i privrednom okruženju, poticanjem kreativnosti njegovih korisnika i studenata, dakle kvantitativna faza.

Vremenom se očekuje profilacija laboratorija, odnosno prelazak na kvalitativnu fazu rada.

5

Uloga:

Uloga laboratorija je podupiranje inicijativa i ideja te istraživanja koja su u doticaju s dostupnom energijom u okruženju - arealnu energiju, s posebnim naglaskom na obnovljivim izvorima energije, poglavito atmosferskim strujanjima tj. energije vjetra.

Vizija:

Potica nastojanjima za širom primjenom obnovljivih izvora energije i njihovom razvoju, praćenjem ili kreiranjem novih tehnika ili tehnologija, inovacijama ili idejama.

Moto:

LAHES - kreativnost pokreće

LAHES - creativity drives

Osnivanje



Vjetroturbina i fotonaponske ćelije za opskrbu telekomunikacijske postaje na Korčuli, 2003.

Godine 1998. na inicijativu u to vrijeme znanstvenog novaka mr.sc. Branka Klarina, tadašnji dekan prof.dr.sc. Igor Duplančić odobrio je postavljanje anemografske opreme a zatim i manje vjetroturbinske instalacije na krov starog dijela zgrade Fakulteta, tvoreći tako ispitnu postaju.

Postaja je služila za praćenje vjetropotencijala, ponašanja vjetroturbine i mjerenja raznih parametara u realnim radnim uvjetima.

Analizom prikupljenih podataka i sintezom spoznaja, stečena su nužna iskustva na ovom području.

Sljedeći korak bila je stručna suradnja – 2002. ostvarena je suradnja sa splitskim odjelom telekomunikacijske tvrtke VIPNET d.o.o. na projekiranju i montaži hibridnog vjetroturbinsko-fotonaponskog sustava za opskrbu električnom energijom njihovih postaja.

Osim ovog, od 2002. pokrenuta je i stručna suradnja na polju vjetro-energetike – tvrtka ENERSYS GmbH, pa zatim EHN–Hrvatska d.o.o. pa tvrtka SEM 1986 d.o.o. Za istu tvrtku godine 2006. nadzirano je podizanje anemografskog stupa visine 50 m.

Zajedno sa tvrtkom FRACTAL d.o.o. ostvarena je i suradnja s kompanijom DALEKOVOD d.d. za koju je testirana i montirana anemografska oprema na dvanaest 50 m stupova, zatim sa HEP-OI d.o.o. i drugima.

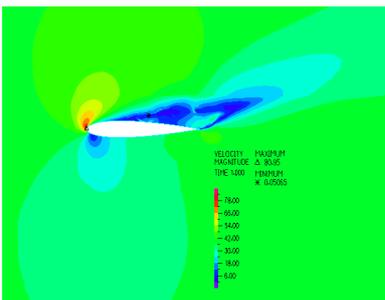
Sljedećih godina djelatnost je proširena i na susjedne države, Bosnu i Hercegovinu te Crnu Goru.

Preseljenjem u novu zgradu Fakulteta (C-519) ostvarene su pretpostavke za daljnje širenje horizonta te se razvija aerotehnički i solarni sektor te gradi veći zračni tunel. Razmatra se i preseljenje vjetroturbinske ispitne postaje na krov novog dijela zgrade...

Djelovanje



Pogled na anemografski stup 60 m visine sa nosačima različitih senzora ostvarenog u suradnji sa Ivanom Barišićem, 2008.



Prikaz magnituda brzina oko aeroprofila s vidljivim vrtloženjem i odvajanjem, 2004.

Obzirom na područje tehničkih znanosti koje je pokriveno namjenom laboratorija, on djeluje samostalno ili kao potpora drugim laboratorijima.

Unutar Fakulteta ostvarena je suradnja s laboratorijem za termodinamiku i laboratorijem za konstrukcije.

Rezultat je niz znanstvenih radova na međunarodnim kongresima i u časopisima.

Veliki dio opreme koji je bio objekt suradnje, dostupan je u nastavne i istraživačke svrhe. Tako se ostvaruje i terenska nastava, a ako se istovremeno s nastavom odvija i suradnja, studenti prate tu suradnju.

Osim u C-519, studenti dio nastave pohađaju i studijskim posjetama tj. neformalnim izletima.

U okviru LAHES-a postoje i serveri za prihvatanje podataka sa udaljenih anemografskih postaja preko GSM mreže. Zbog trendova koje u energetici diktira globalni klimatski poremećaj,

strategija laboratorija usmjerena je na obnovljive izvore energije.

Budući su na našem području prisutni obnovljivi izvori energije kao sunce, vjetar, vodni tokovi, valovi, biomasa i sl., prepoznata je uloga vjetrova i sunca kao najkarakterističnijih. Strujanje zraka je uzeto kao nositelj energije, bilo da svojim djelovanjem sudjeluje u njenoj pretvorbi bilo da utječe na različite konstrukcije.

Ispitivanje ovog utjecaja, koje počinje analizom meteoroloških podloga, preko računalnih obrada i simulacija, do odziva konstrukcija (CFD i FSI analiza) a završava pokusnim ispitivanjem, bilo na modelima ili stvarnim objektima, osnovna je djelatnost laboratorija.

Naravno, pritom je obuka studenata i pružanje potpore njihovom samostalnom radu konačni cilj LAHES-a.

S tim u vezi, laboratorij u okviru svojih mogućnosti logistički podupire studentsku Udruhu FORMULA STUDENT SAE.

Nastava



Razna računalna oprema, nova i stara, donirana ili obnovljena u suradnji s Denijem Milišićem 2008.



Prvi 'bolonjci' koji su obranili završne radove u LAHES-u (s lijeva na desno): Jelena Dumančić, b.sc., dr.sc. Branko Klarin (mentor), Anđela Vukman, b.sc. i Ivan Barišić, b.sc., 2008.

Najveći dio opreme LAHES-a nabavljen je vlastitim sredstvima, pa tako i dio koji služi za nastavu. Dio opreme je doniran (VIPNET, Danfoss-Croatia, Agenc. Mediteran, Vectis Pro. i dr.). Zahvaljujući vrijednim studentima, za sporedne radnje osposobljeno je i nekoliko otpisanih računala.

Nastavne aktivnosti LAHES-a podrazumijevaju potporu nekoliko nastavnih predmeta na preddiplomskim, diplomskim i poslijediplomskim studijima. Oprema za ovu potporu još nije potpuna, jer po definiciji, laboratorij nikad ne može biti opremljen 'do kraja'. Dio nastave izvodi se 'na terenu', tj. na objektima na kojima je s LAHES-om ostvarena stručna suradnja a dio na objektima ostale energetske infrastrukture. Vlastitim sredstvima i angažmanom napravljena je ili nabavljena gotovo sva ostala oprema

LAHES-a koja služi i u nastavne svhe.

Studenti mogu raditi na dostupnim CFD/FSI i wind-flow aplikacijama, imati uvid u sve dijelove opreme potrebne za anemografska mjerenja i daljinski transfer podataka preko GSM modula. Ako se pokaže potreba za instalacijom ovakve opreme od strane LAHES-a, tada i studenti, čiji kolegij tijekom tog semestra najviše odgovara kompetencijama za postavljanje i rad takve opreme, sudjeluju u njegovom postavljanju, testiranju i instalaciji. Od opreme za korištenje energije Sunca, postoji nekoliko monokristaliničnih i polikristaliničnih fotonaposkih modula a u tijeku je i razvoj solarnog motora: paraboličnog koncentrataora sa Stirling-ovim motorom u žarištu. Dio opreme razmatra se i u kombiniranom tj. hibridnom energetskom sustavu, pogodnom za distribuiranu proizvodnju energije, što je vrlo široko polje za istraživanja...

Studentske inicijative



Model zrakoplova – bespilotne letjelice sklopljen u studentskoj arosekaciji LAHES-a voditelja Đanija Vrsalovića, 2005.



Aerosekcija: aero-foto snimak HD kamerom montiranom na bespilotnu letjelicu iznad sinjskog aerodroma, operator Tomislav Novaković, 2010.



Teslina turbina s pogonom na komprimirani zrak 0,3 MPa, 11800 o/min, konstruirao i izradio – diplomski rad Ivan Alilović, 2011.

Kao svoje najveće dostignuće LAHES smatra sposobnost da animira studente za istraživački rad, samostalno ili u timu, a pogotovo ako je on u skladu s vizijom laboratorija.

Zato još od samih početaka djelovanja, kad se prvi studenti javljaju sa idejama, LAHES podržava studentske aktivnosti u okviru svojih mogućnosti. Prvi studentski radovi bile su interaktivne WEB stranice s riješenim zadacima iz Mehanike fluida. Nakon toga na red su došli CFD proračuni i CAD razvoj, kao prateća podloga izradi konkretnih uređaja.

Slijedila je inicijativa koja je do danas najviše pružila: osnivanje aerosekcije. Nekoliko entuzijasta udružilo je svoje snage i sastavilo prvi model zrakoplova i napravilo koncept buduće bespilotne letjelice.

Upoznali su osnove aerotehnike i aerodinamike te održali nekoliko predavanja na Zavodu za strojarstvo i

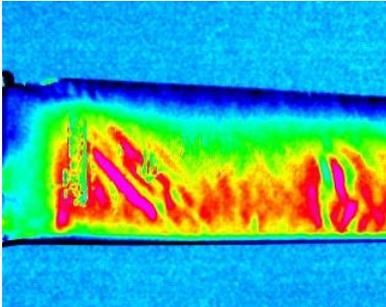
brodogradnju...

Nakon njih došla je i inicijativa računaraca. Logični nastavak koncepta bespilotne letjelice bio je daljinsko upravljanje odnosno transfer podataka. Na ovu temu napravljen je niz radova, koji su prezentirani na Festivalu znanosti 2007. i 2008.

Godine 2010. aerosekcija je dobila svog prvog pilota. Planira posljednja faza: kreiranje vlastite letjelice. Nakon toga, uz potporu svih koji su u ovome sudjelovali, LAHES će steći načelne kompetencije za izradu letjelica: od ideje do realizacije te korištenja.

Posljednje inicijative su još zanimljivije: otvoreno je veliko poglavlje izrade i primjene Stirling-ovih motora kao i izrade Teslinog motora. Kolega Ivan Alilović je u okviru završnog rada, u suradnji s tvrtkama BANKO i PP Metal izradio Teslin motor s pogonom na komprimirani zrak (pretlak 0,3 MPa) s mjerenim brojem okretaja od 11 800 o/min.

Radovi i rezultati



Termografsko ispitivanje vjetroturbinske lopatice (suradnja s laboratorijem za konstrukcije, prof.dr.sc. Lovre Krstulović-Opara), 2009.



Članovi ekspertne skupine za Kornate, slijetanje helikopterom u blizini mjesta stradavanja dvanaestorice vatrogasaca, 2007.

U ovoj, još uvijek početnoj fazi rada i djelovanja, radovi koji su proizašli iz LAHES-a više su rezultat inicijative i kreativnog rada, nego tehničko-tehnološke potpore laboratorija.

Postojeća oprema i uređaji trenutno nisu dovoljni za dosege pretpostavljene u viziji njegovog pokretanja.

Bez obzira na ovu činjenicu, svi korisnici laboratorija najprije bivaju upoznati s osnovnim načelom: za sada je potrebno žrtvovati i vlastito vrijeme i sredstva, te surađivati, kako bi se nadoknadio nedostatak uređaja i ostvarili rezultati.

Odlučnost svih korisnika rezultirala je nizom radova, od kojih je najveći dio napravljen prelaskom u novu zgradu FESB-a. Zamah koji je ustanovljen tada, nastavlja se i danas. Od školske godine 2010. počela je kampanja naglašavanja kreativnog inženjerskog rada, samostalnih inicijativa i potreba za tehničkim unapređenjima i izumima na svim poljima inženjerskog ali i općeg intelektualnog djelovanja.

Studenti se upućuju na organizirano djelovanje kroz organizacije koje prikupljaju, procjenjuju i zaštićuju intelektualno vlasništvo. Posebno se naglašava upotrebljivost i tržišna valorizacija izuma, na opće dobro korisnika i interesa izumitelja.

Kao jedan od rezultata djelovanja, može se navesti niz odlazaka na inozemnu studentsku praksu, više zatraženih preporuka, dobro pozicioniranje bivših studenata – korisnika laboratorija u praksi i sl. Kako uspjesi ovakve vrste ne mogu biti mjereni, ostaje zadovoljstvo učinjenim oni su najbolja preporuka daljnjem djelovanju LAHES-a, naravno, uz obvezu pronalaženja još boljih načina djelovanja.

Od listopada 2011. g., redovni profesor dr.sc. Neven Ninić, nakon odlaska u mirovinu postaje stalni vanjski suradnik Laboratorija. Zajedno sa dr.sc. Sandrom Nižetićem, ovaj tročlani tim je kao dio ekspertne skupine dao prilog rasvjetljavanju uzroka stradavanja vatrogasaca na Kornatima 2007.g.

Reference – montaža anemografske opreme

1. Anemografska postaja *FESB*, 2000.
2. Anemografska postaja *Crno Brdo*, 2005.
3. Anemografska postaja *Pađene*, 2006.
4. Anemografska postaja *Ervenik*, 2006.
5. Anemografska postaja *Munac*, 2006.
6. Anemografska postaja *Jesenice*, 2006.
7. Anemografska postaja *Breze*, 2006.
8. Anemografska postaja *Krmpote*, 2006.
9. Anemografska postaja *Popovo polje*, 2006.
10. Anemografska postaja *Mazin*, 2006.
11. Anemografska postaja *Borova Glava (BiH)*, 06.
12. Anemografska postaja *Voštane*, 2006.
13. Anemografska postaja *Kupres (BiH)*, 2007.
14. Anemografska postaja *Ljubač*, 2007.
15. Anemografska postaja *Vrbnik*, 2007.
16. Anemografska postaja *Biskupija*, 2007.
17. Anemografska postaja *Velika glava*, 2007.
18. Anemografska postaja *Crno Brdo*, 2007.
19. Anemografska postaja *Ravanjska (BiH)*, 07.-08.
20. Anemografska postaja *Pakline (BiH)*, 2007.-08.
21. Anemografska postaja *Podkom*, 2007.-2008.
22. Anemografska postaja *Konjsko (MNG)*, 2008.
23. Anemografska postaja *Vjetrna (MNG)*, 2008.
24. Anemografska postaja *Bukovo (MNG)*, 2008.
25. Anemografska postaja *Gvozd (MNG)*, 2008.
26. Anemografska postaja *Kamešnica*, 2008.
27. Anemografska postaja *Ratac*, 2011.
28. Anemografska postaja *Kruševac*, 2011.



Podizanje anemografskog stupa 60 m, (MNG), 2008.



Podizanje anemografskog stupa 80 m, Kruševac, 2011.

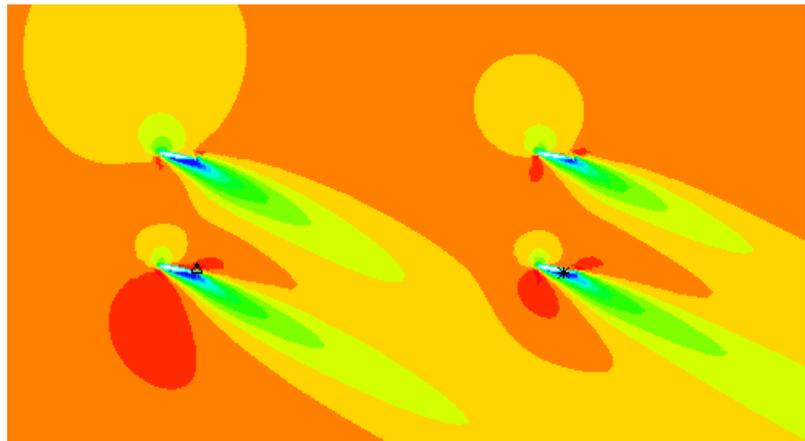


Anemografski stup kraj mora 10 m, Ratac, 2011.

Radovi – naglasci, ideje i inovacije



Fotomontaža krutih jedara (krila), na trajekt obalne plovidbe: dopunski pogon broda – ušteda fosilnog goriva do oko 25%, završni rad Anđela Vukman, 2008.

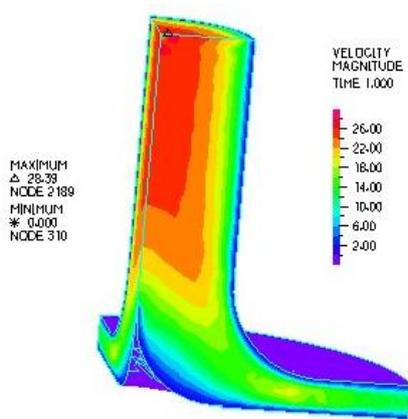


Simulacija strujanja – polje tlakova oko krutih jedara (krila) na trajektu obalne plovidbe u horizontalnoj presječnoj ravnini, diplomski rad Anita Tatara, 2008.



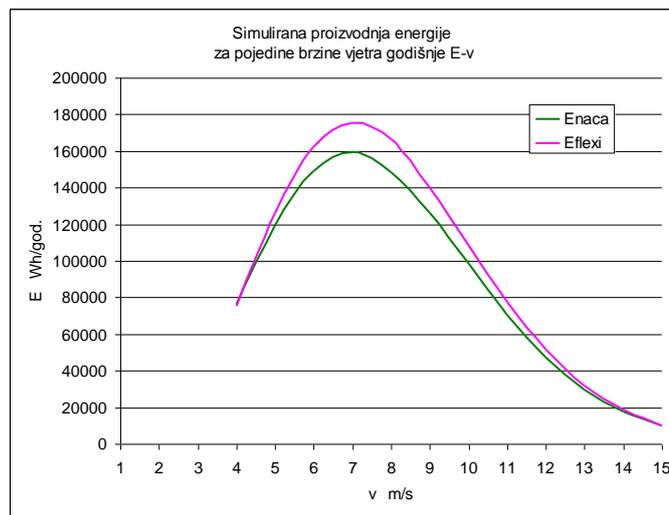
Parabolični koncentrador $D=1,83$ m od adaptirane telekomunikacijske antene i kipuća voda u žarištu. Mjerena temperatura čelične ploče od 522°C (12:00, 09.09.2011), završni rad Tomislav Popović, 2011.

Radovi – naglasci, ideje i inovacije

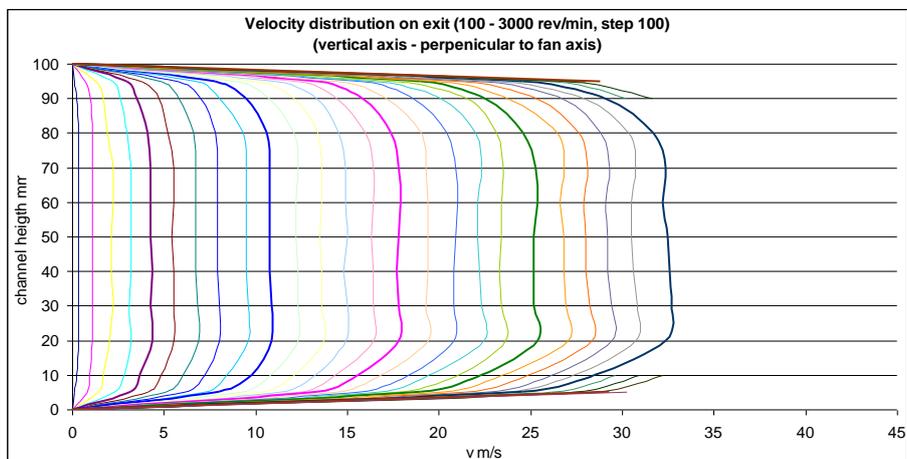


Numerički pokus polja brzina (3D) u segmentu solarnog dimnjaka, diplomski rad Jadran Roje, 2008.

Simulacija očekivanog energetskog doprinosa vjetroturbine s lopaticama od aeroelastičnog samonamjestivog aeroprofila (adaptivnog) na vjetroturbini, diplomski rad Ivan Štambuk, 2007.



13



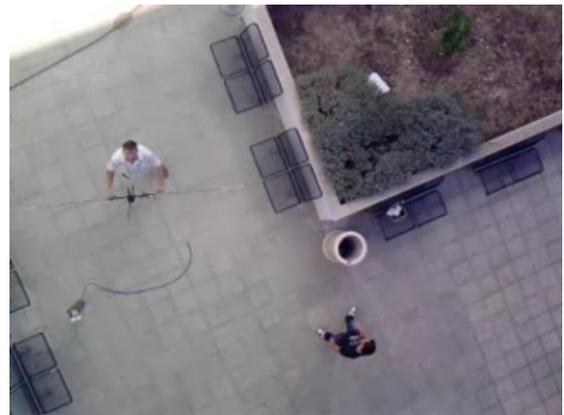
Profili brzina mjereni u središnjoj okomitoj osi kanala zračnog tunela ZT-2, 100×100 mm, diplomski rad Gabrijel Goić, 2008.

Radovi – naglasci, ideje i inovacije

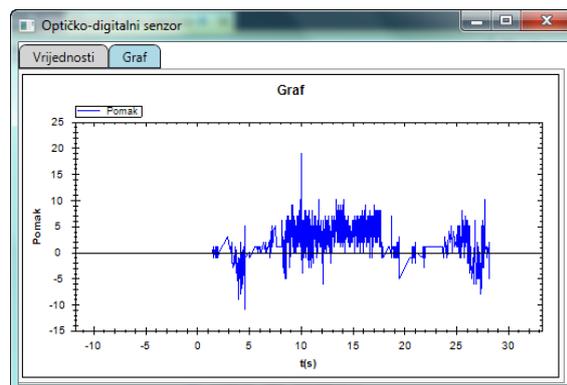


Letjelica lakša od zraka upravljane fizičkom vezom sa tla, volumena $0,6 \text{ m}^3$ i mase 236 g . punjena helijem, završni rad Josipa Šarića, 2011. g.

Zračni snimak iz letjelice lakše od zraka opterećene kamerom mase 92 g . napravljen je na probnom letu u dvorištu FESB-a.



14



Izvedba, programiranje i primjena optičko-digitalnog senzora za prepoznavanje vibracija, završni radovi Aljoše Mirčevskog i Ivana Milatića, 2011. g.



15

*Istraživačka skupina za aerotehniku i energiju vjetra, 2011. g. (s lijeva nadesno):
dr.sc. Branko Klarin, izv.prof., voditelj skupine; Dalija Milić-Kralj, PhD student; Josip
Prančić, PhD student i Đani Vrsalović, PhD student.*

Značajniji pisani radovi i rezultati

Značajniji radovi u časopisima (CC i SCI):

- Krstulović-Opara L., Klarin B., Neves P., Domazet Ž. (2010): *Thermal imaging and thermal stress analysis of the impact damage of composite materials*, DOI: 10.1016/j.engfailanal.2010.11.010
- Šiško Kuliš, M.; Mrduljaš, Z.; Klarin, B. (2010): *Forecast of the yield point of concrete steels based upon known chemical composition*, *Metalurgija*, 49 (4), p.321-325
- Nižetić, S.; Klarin, B. (2010): *A simplified analytical approach for evaluation of the optimal ratio of pressure drop across the turbine in solar chimney power plants*, *Applied Energy*, 87, p.587-591
- Klarin, B.; Nižetić, S.; Roje, V. (2009): *Basic Solar Chimney Flow Improvements*, *Strojarstvo* 51 (5), p.465-472
- Nižetić, S.; Ninić, N.; Klarin, B. (2008): *Analysis and feasibility of implementing solar chimney power plants in the Mediterranean region*, *Energy*, 33 (11), p.1680-1690

Citacije prema SCOPUS-u:

- 12

Patenti:

- Ninić, N., Klarin, B., Tolj, I. (2011): *Hibridna vjetroelektrana-destilator, prijava PP P2011054A.*, DZIV, Zagreb.

Pozvana predavanja:

- Klarin, B. (2008): *Application of smaller wind turbines in power production on the shore and on islands*, Second Conference of Marine Technology - in memoriam of the academician Zlatko Winkler 2007., Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti - Znanstveno vijeće za pomorstvo, Rijeka, 40-48.
- Klarin, B.; Dumančić, J.; Vukman, A. (2009): *Possibilities of use a hybrid wind-solar power source (rigid wing and photovoltaics) for additional ship propulsion*, Third Conf. of Marine Technology - in memoriam of the academician Zlatko Winkler 2009., Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti - Znanstveno vijeće za pomorstvo, Rijeka, 41-54.

Neki od posljednjih radova na međunarodnim kongresima:

- Krstulović-Opara L., Klarin B., Neves P., Domazet Ž. (2010): *Thermal imaging and thermal stress analysis of the impact damage of composite materials*, Proc. of the Fourth International Conference of Engineering Failure Analysis, Cambridge
- Krstulović-Opara L., Veljača T., Barišić I., Klarin B., Domazet Ž. (2010): *The application of the pulse thermography to the GRP glider inspection*, Proceedings of 27th Symposium on Advances in Experimental Mechanics, ed.: R. Bedzinski, 22. - 25. September, Wroclaw, Poland, 111-112
- Krstulović-Opara L., Klarin B., Domazet Ž. (2009): *A Non-Destructive Wind Turbine Blade Analysis Based on the Thermal Stress Analysis*, Proceedings of the International Symposium on Coupled Methods in Numerical Dynamics, CMND 2009, eds.: Terze Z., Lachor C., 16-19 September 2009, Split, Croatia, 255-265
- Klarin, B.; Ninić, N.; Stipančević, D.; Nižetić, S.; Krstinić, D. (2008): *The Kornati fire accident-aerodynamic and thermodynamic aspects of the accident*, Int. Confer. on Modelling, Monitoring and Management of Forest Fires (ForestFires 2008), Proc. WIT transactions on ecology and the environment, WITPres, Southampton, 377-386
- Klarin B. (2008): *Adaptive Airfoils for wind turbine blades*, članak u zborniku Međunarodnog skupa, Proc. of European energy Wind Conference 2008. (digital), Bruxelles
- Klarin B. (1999): *Estimation of small wind turbine production potentiality on the Croatian shore and islands*, Proc. European Wind Energy Conference and Exhibition, Nice, 520-523

Nacionalni značaj:

- suradnja u ekspertnoj skupini za istraživanje uzroka požara na otoku Kornat 2007., Zagreb, 2007-08.
- suradnja u Nacionalnom energetske programu PROHES, dio korištenja energije vjetera ENWIND, 1997-98.
- suradnja sa Hrvatskom elektroprivredom na određivanju potencijalnih lokacija za vjetroelektrane u RH, 1995-98.

Međunarodna suradnja:

- TEMPUS regionalni PLM studij
- ERASMUS MUNDUS nastava studentima u razmjeni



Ostali radovi i suradnja

Diplomski i završni radovi u LAHES-u i suradnja, mentor/komentor osoblje Laboratorija:

- 17 diplomskih radova na sveučilišnom studiju strojarstva,
- 2 diplomatska rada na sveučilišnom studiju elektrotehnike,
- 1 diplomski rad na sveučilišnom studiju industrijskog inženjerstva,
- 7 diplomskih radova na stručnom studiju strojarstva,
- 2 završna rada na stručnom studiju računarstva,
- 8 završna rada na sveučilišnom studiju industrijskog inženjerstva,
- 5 završna rada na sveučilišnom studiju strojarstva.

1. Dumanić, Deni: Radne značajke vjetroturbine i lopatice, dipl. rad, 1992., Mentor (ko-mentor): Pilić-Rabadan Lj. (Klarin B.)
2. Skelin, Goran: Izbor optimalnog vjetroturbinskog postrojenja, dipl. rad, 1994., Mentor: Pilić-Rabadan Lj., (Klarin B.)
3. Jankoski, Zlatko: Korištenje energije vjetra za potrebe energetskog kompleksa hotela, dipl. rad, 1997., Mentor: Pilić-Rabadan Lj., (Klarin B.)
4. Rosančić, Antun: Analiza optimalne konstrukcije vjetroturbina malih snaga, dipl. rad, 2001., Mentor: Pavazza, R., (Milas Z., Klarin B.)
5. Matić, Nikola: Simulacija proizvodnje energije eolno-solarnog postrojenja male snage, dipl. rad, 2001., Mentor: Pavazza R., (Klarin B.)
6. Lela, Joško: Uređaj za zaustavljanje vjetroturbine, dipl. rad, 2004., Mentor: Piršić T. (Klarin B.)
7. Renić, Mate: Podloge za opskrbu energijom turističkog kompleksa pomoću održivih energetskih sustava, dipl. rad, 2006., Mentor: Pavazza R., (Klarin B.)
8. Medvidović, Ivica: Poligeneracijski energetski sustavi i obnovljivi izvori energije, dipl. rad, 2006., Mentor: Pavazza R., (Klarin B.)
9. Jurić, Domagoj: Dimenzioniranje hibridnih vjetroturbinsko-fotonaponskih sustava, dipl. rad, 2006., Mentor: Pavazza Radoslav, (Klarin B.)
10. Pažanin, Šime: Naprava za ispitivanje aeroprofila u zračnoj struji, dipl. rad, 2006., Mentor: Klarin B.
11. Štambuk, Ivan: Simulacija radnih karakteristika vjetroturbine s krutim i prilagodljivim aeroprofilima, dipl. rad, 2007., Mentor: Klarin, B.
12. Pehnc, Igor: CFD/FSI analiza aeroprofila NACA 4415, dipl. rad, 2007., Mentor: Klarin, B.
13. Goić, Gabrijel: Priprema podloga za aerodinamička tunelska ispitivanja, dipl. rad, 2007., Ment.: Klarin B.
14. Lalić, Igor: Podloge za ispitivanje dvodimenzionalnih geometrijskih formi u zračnoj struji, dipl. rad, 2007., Mentor: Klarin, B.
15. Bečić, Zvonimir: Analiza dopunskog prigona broda pomoću aeroprofiliranog krutog jedra (krila), dipl. rad, 2007., Mentor: Klarin, B.
16. Andrin, Vinko: Izrada aeroprofiliranih sekcija za tunelsko ispitivanje, dipl. rad, 2007., Mentor: Klarin B.
17. Vukasović, Marko: Analiza energetskog doprinosa vjetroturbina s lopaticama od prilagodljivih aeroprofila za promjenjive vjetropotencijale, dipl. rad, 2008., Mentor: Klarin B.

18. Tatara, Anita: Analiza sustava dopunskog prigona broda pomoću krutog jedra, dipl. rad, 2008., Mentor: Klarin B.
19. Roje, Jadran: Numerička analiza strujanja kroz solarni dimnjak, dipl. rad, 2008., Mentor: Klarin B.
20. Barišić, Ivan: Analiza vjetropotencijala na hrvatskom priobalju, zav. rad, 2008., Mentor: Klarin B.
21. Vukman, Anđela: Mogućnosti primjene dopunskog prigona broda pomoću krutih jedara (krila) na hrvatskom priobalju, zav. rad, 2008., Mentor: Klarin B.
22. Dumančić, Jelena: Distribuirani energetske sustavi (hibridni vjetroturbinsko-fotonaponski), zav. rad, 2008., Mentor: Klarin B.
23. Pletikosa, Denis: CFD proračun opterećenja na krovnu konstrukciju, dipl. rad, 2009., Mentor: Klarin B.
24. Šalov, Ante: Analiza stanja i trendova u vjetroenergetici, dipl. rad, 2009., Mentor: Klarin B.
25. Prančić, Josip: Hibridni vjetroturbinsko-fotonaponski distribuirani energetske sustavi, zav. rad, 2009., Mentor: Klarin B.
26. Jurčević, Ivan: Analiza sustava za pretvorbu energije sunca u električnu energiju, dipl. rad, 2009., Mentor: Klarin B., (Nižetić S.)
27. Milić, Duje: Manji hibridni vjetroturbinsko-fotonaponski sustav (2 kW), dipl. rad, 2009., Mentor: Klarin B.
28. Filipović, Ivan: Primjena toplinske izolacije u zgradarstvu u cilju smanjenja potrošnje energenata, zav. rad, 2010., Mentor: Klarin B., (Nižetić, S.)
29. Grubišić-Čabo, Filip: Pretvorba energije u solarnim dimnjačnim elektranama, zav. rad, 2010., Mentor: Klarin B., (Nižetić S)
30. Lovrić, Ivan: Način rada i vrste Stirling-ovog motora s osvrtom na Ericsson-ovu izvedbu, zav. rad, 2010., Mentor: Klarin B.
31. Pajčić, Veljko: Način rada i vrste Stirling-ovih motora, zav. rad, 2010., Mentor: Klarin B.
32. Čulo, Matea: Mogućnosti primjene metalnih pjena u aerotehnici, zav. rad, 2010., Mentor: Klarin B.
33. Močić, Ivica: Vjetroturbinski sustavi za primjenu u naseljenim mjestima i urbaniziranim područjima, zav. rad, 2011., Mentor: Klarin B.
34. Alilović, Ivan: Način rada i podloge za izradu Tesline turbine, zav. rad, 2011., Mentor: Klarin B.
35. Prelas, Ivan: Ispitivanje značajki zračnog tunela FESB/LAHES-ZT 3, zav. rad, 2011., Mentor: Klarin B.
36. Kovačević, Bojan: Analiza troškova kopnenih i pučinskih vjetroelektrana, zav. rad, 2011., Mentor: Klarin B.
37. Mirčevski, Aljoša: Sklop za konverziju vibracija nategnute žice u zvuk, zav. rad, 2011., Mentor: Štula M., (Klarin B.)
38. Milatić, Ivan: Softverska konverzija vibracija nategnute žice u zvuk, zav. rad, 2011., Mentor: Štula M., (Klarin B.)
39. Šegvić, Klara: Konstrukcija ispitnog stola za tenzometrijska ispitivanja u zračnom tunelu, zav. rad, 2011., Mentor: Krstulović-Opara L. (Klarin B.)
40. Kojadin, Goran: Aerovoltaički efekti i uređaji, zav. rad, 2011., Mentor: Klarin B.
41. Popović, Tomislav: Koncentratori sunčeve energije i heliostati: vrste i primjene, zav. rad, 2011., Mentor: Klarin B.
42. Šarić, Josip: Analiza i primjena uzgonskih aerotehničkih sustava, zav. rad, 2011., Mentor: Klarin B.

Primjer studentske ocjene voditelja laboratorija

(Sveučilište u Splitu, studentska anketa 2009/10, predmet HES, diplomski studij strojarstva)

docent Branko Klarin, HIBRIDNI ENERGETSKI SUSTAVI

docent Branko Klarin
HIBRIDNI ENERGETSKI SUSTAVI (FESL39-a-L)
Broj odgovora = 3

Overall indicators	
Global Index	- 1 2 3 4 5 + av.=5 dev.=0
2. Pitanja o kvaliteti nastavnika	- 1 2 3 4 5 + av.=5 dev.=0
3. Pitanja važna za procjenu kvalitete nastave	- 1 2 3 4 5 + av.=5 dev.=0

Vanjski suradnici laboratorija

- Dr.sc. Ninić Neven, znan.sav. - Prančić Josip, mag.ing.

Dosadašnji suradnici i korisnici laboratorija

(abecedno):

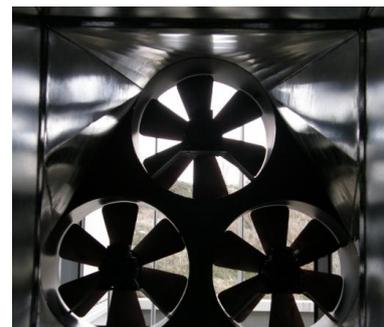
- | | |
|--|-------------------------------------|
| - Andabaka Damir, dipl.ing. | - Milišić Deni |
| - Barišić Ivan, mag.ing. | - Mirčevski Aljoša |
| - Barjašić Marin | - Dr.sc. Nižetić Sandro, dipl.ing. |
| - Blajić Marko, dipl.ing. | - Novaković Tomislav |
| - Božinović-Madžor Stipe, b.sc.kin. (laborant) | - Penga Ivica |
| - Gašparović Goran, dipl.ing. | - Petrošić Duško |
| - Govorčin Danko, dipl.ing. | - Prančić Josip |
| - Jurić Petar | - Pupiće-Bakrač Katarina, dipl.ing. |
| - Dr.-ing Lovre Krstulović-Opara, red.prof. | - Vranić Roko |
| - Lisica Glorija, b.sc.ing. | - Vrsalović Đani, dipl.ing. |
| - Madunić Luka | - Vuković Danijel, dipl.ing. |
| - Masleša Veselino | - Smernić Nikola, ing. |
| - Milatić Ivan | - Stupalo Mirko, ing. |
| - Milić-Kralj Dalija, dipl.ing. | - Zarić Tanja, dipl.ing. |

20

Donacije i potpora laboratoriju

(abecedno):

- | | |
|---|---------|
| - Agencija Mediteran d.o.o., Split | (*) |
| - Danfoss-Hrvatska d.o.o., Zagreb | (*) |
| - EHN-Hrvatska d.o.o., Split | (***) |
| - Krivić, obrt, Split | (*) |
| - Salona var d.o.o., Kaštel Sućurac | (*) |
| - Vectis Profectus d.o.o., Split | (*) |
| - VIPNET-Odjel izgradnje u Splitu d.o.o., Split | (*****) |



Ventilatorska sekcija zračnog tunela, 2011.

Aktivnosti Laboratorija

Laboratorij za aero i hibridne energetske sustave trenutno je aktivan na istraživanju i razvoju objekata za vlastite potrebe:

1. Zračni tunel ZT-2 (0,1×0,1 m),
2. Zračni tunel ZT-3 (0,35×0,35 m),
3. Hibridno vjetroturbinsko-fotonaponsko postrojenje od 0,2 kW,
4. Hibridno vjetroturbinsko-fotonaponsko postrojenje od 1 kW,
5. Hibridno vjetroturbinsko-fotonaponsko postrojenje od 2 kW,
6. Anemografska postaja FESB-1,
7. Mobilna anemografska postaja FESB-2 i
8. Solarni paraboloidni koncentrador D=1,83 m.

Osim ovih aktivnosti, LAHES razvija i/ili sudjeluje u razvoju sljedećih projekata i to u različitim fazama izvedbe, od ideje do analize:

1. Projekt prenamjene natjecateljske jedrilice (23 m) u istraživački brod s hibridnim pogonom (kruto jedro/fotonaponici-Stirling motor-Voith-Schneider propulzor),
2. Bepilotna letjelica i zračni brod-lebdjelica sa kamerom i
3. Stirling-ov motor za solarni paraboloidni koncentrador 1 kW.

21

Isto tako, LAHES razvija i sljedeće inovacije od kojih u različitim stupnjevima zaštite intelektualnog vlasništva:

1. Hibridna *off-shore* vjetroturbina, sa dodatnom proizvodnjom vodenog destilata (*patentna prijava*), Brončana medalja na 9. Međunarodnoj izložbi inovacija ARCA 2011.,
2. Aeroelastični samonamjestivi aeroprofil za vjetroturbinske lopatice (*u postupku patentne prijave*),
3. Razvoj krutog i ukrućenog krila za razne namjene (*u postupku patentne prijave*),
4. Visoki stup za vjetroturbine (*u postupku patentne prijave*),
5. Koncept vjetroturbine velike snage (*u postupku patentne prijave*).
6. Valobrani za zaštitu velikih obalnih i pučinskih objekata (*u postupku pat. prij.*) i
7. Primjena simultane vektorske propulzije i balansa (*u post. pat. prij.*).

Osoblje LAHES-a surađuje u analizi i projektiranju energetskih projekata za razne naručitelje:

1. Vjetroelektrana 11 MW,
2. Vjetroelektrana 42 MW,
3. Vjetroelektrana 127,5 MW s djelomičnom proizvodnjom vjetroturbina u RH,
4. Plinska elektrana do 400 MW s djelomičnom proizvodnjom agregata u RH.

Osoblje LAHES-a priprema podloge za dosad najveći energetski projekt u RH na tri lokacije:

Polifunkcionalna energetska modularna *off-shore* elektrana (POLIFEM I, II i III) koja u sebi uključuje niz sadržaja raznih komplementarnih namjena.

Izvan-nastavne aktivnosti



Rad na terenu, Kamešnica, 2011.



*Studenti sudjeluju u radu
na terenu, Podkom, 2010.*



*Student Ivan Barišić i studentica Anđela
Vukman sa mentorom Brankom Klarinom
– autori radova na međunarodnom
kongresa, Opatija, 2008.*



Napomene:
