

**SAŽECI DOKTORSKIH DISERTACIJA OBRANJENIH NA TEHNIČKOM  
FAKULTETU SVEUČILIŠTA U RIJECI 2010. GODINE**

**DOCTOR OF SCIENCE THESIS ABSTRACTS AWARDED AT FACULTY  
OF ENGINEERING, UNIVERSITY OF RIJEKA IN 2010**



UDK: 629.5.03-843.6:662.613:519.63(043)

**ANALIZA MOGUĆNOSTI SMANJENJA EMISIJA ČAĐE I  
NO<sub>x</sub> NA SUVREMENIM SPOROHODNIM DIZELSKIM DVO-  
TAKTNIM MOTORIMA**  
**ANALISYS OF SOOT AND NO<sub>x</sub> EMISSIONS REDUCTION  
POSSIBILITIES ON MODERN LOW SPEED, TWO STROKE,  
DIESEL ENGINES**

**Tomislav SENČIĆ**

**Sažetak:** U radu je razvijen model velikog brodskog motora pomoću OpenFOAM programskog kompleta alata. Ugrađen je model teškog goriva i model za čađu. Korigirani su parametri modela mlaza. Testiran je čitav raspon proračunskih mreža različitih karakteristika. Validacija je vršena na komori izgaranja konstantnog volumena, na vozilskom motoru i konačno na velikom brodskom motoru.

Nakon što je postignuto zadovoljavajuće poklapanje s eksperimentalnim mjerenjima, izvršena je serija numeričkih simulacija pri čemu su analizirane mogućnosti smanjenja emisija. Korištene su strategije smanjenja temperature ispirog zraka, recirkulacije ispušnih plinova te alternativnih strategija ubrizgavanja goriva. Sve analizirane metode rezultirale su smanjenjem emisije štetnih tvari.

**Ključne riječi:**

- dizelski motor
- 3D numerička simulacija
- emisije
- dušikovi oksidi
- čađa

**Abstract:** In the present work a large marine engine model was developed with the OpenFOAM software toolbox. A heavy fuel oil and a soot model were built in. Spray model parameters were tuned. A set of different calculation meshes was tested. The model validation was performed on a constant volume combustion chamber, on an automotive engine and finally on a large marine engine.

After a satisfactory matching with experimental measurements, a set of numerical simulations was performed by which the possibility of emissions reduction was evaluated. The strategies of scavenging air temperature reduction, exhaust gas recirculation and alternative injection patterns were used. After the end of the analysis all the methods resulted in a reduction of pollutant emissions.

**Keywords:**

- Diesel engine
- 3D numerical simulation
- emissions
- nitrogen oxides
- soot

Mentor: Red. prof. dr. sc. Vladimir Medica

Komentor: Doc. dr. sc. Tomaž Kutrašnik (FS, Univerza v Ljubljani)

Datum obrane / Presentation: 7. svibnja 2010. / 7.May 07, 2010

UDK 628.85/87:697.97:532.525:519.63(043)

# NUMERIČKA I EKSPERIMENTALNA ANALIZA PARAMETARA TOPLINSKE UGODNOSTI KLIMATIZIRANOG PROSTORA NUMERICAL AND EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THERMAL COMFORT IN AIR CONDITIONED SPACES

Igor WOLF

**Sažetak:** U radu je izvršena numerička i eksperimentalna analiza parametara toplinske ugodnosti uredskoga prostora klimatiziranog istovremenim radom dvaju podstropnih, paralelnih terminalnih uređaja. Pri njihovu istovremenom pogonu može doći do međudjelovanja proizvedenih turbulentnih površinskih mlazova i nastanka složenih strujanja, koja utječu na ugodnost boravka u prostoru. S ciljem matematičkoga opisa značajki mlazova, metodom laser-Doppler-anemometriiranja (LDA) izvršen je čitav niz eksperimentalnih mjerenja. Istraženi su profili brzina u mlazovima, opadanje maksimalne brzine i druge značajke, za tri različite međusobne udaljenosti terminalnih uređaja i za tri brzine vrtnje ventilatora. Za svih devet analiziranih slučajeva, u drugoj fazi eksperimentalnih mjerenja utvrđena je raspodjela temperaturnih i polja brzina unutar zone boravka u prostoru, te je uporabom PMV-PPD modela ocijenjena razina toplinske ugodnosti. Sva su mjerenja odrađena u Laboratoriju za toplinsku ugodnost na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, u kojem je pripremljen model uredskoga prostora s jednim vanjskim zidom, okružen jednako klimatiziranim prostorijama. U nastavku rada postavljen je matematički model trodimenzijskoga vremenski ustaljena strujanja zraka i izmjene topline u promatranome uredskom prostoru. Model je riješen numeričkom metodom kontrolnih volumena, uporabom komercijalna računalnog CFD programa FLUENT. Razvijeni numerički model vrednovan je usporedbom s eksperimentalnim mjerenjima. Ta je usporedba pokazala dobro podudaranje rezultata, te dokazala opravdanost primjene modela kod procjenjivanja toplinske ugodnosti sličnih prostora.

## Ključne riječi:

- toplinska ugodnost
- PMV-PPD model
- turbulentni zračni mlazovi
- laser-Doppler-anemometriiranje
- eksperimentalna mjerenja
- numeričke metode

**Abstract:** A numerical and experimental analysis of thermal comfort in an open plan office has been carried out in the thesis. The office is air conditioned by two parallel ceiling air terminal devices (ATDs). During simultaneous operation of the ATDs, an interaction of the produced turbulent wall jets can occur resulting in complex airflow patterns within the room that influence on the achievable level of thermal comfort. With the aim of mathematical description of the jet characteristics, a set of experimental measurements was performed using laser-Doppler-anemometer (LDA) method. Velocity profiles in the jets, axial velocity decay and other relevant jet characteristics were investigated for three different distances between the ATDs and three fan speeds (i.e. initial jet velocities). For all nine cases, in the second phase of the experimental measurements, temperature and velocity distribution within the occupation zone were determined and thermal comfort evaluated using the PMV-PPD model. All the measurements were performed in a test room representing an open plan office having one external wall and surrounded by equally conditioned spaces. The test room is situated in the Laboratory of Thermal Comfort at the Faculty of Engineering University of Rijeka. A three-dimensional steady-state mathematical model of the fluid flow and heat transfer problem was the base for development of a numerical tool for the assessment of thermal comfort. The model was solved using commercial CFD software Fluent, based on the control volume method. Comparison of the results showed good agreement between the numerical simulations and experimental measurements.

## Keywords:

- thermal comfort
- PMV-PPD model
- turbulent air jets
- laser-Doppler-anemometry
- experimental measurements
- numerical models

Mentor: Red. prof. dr. sc. Ivan Viličić  
Komentor: Red. prof. dr. sc. Bernard Franković

Datum obrane / Presentation: 29. lipnja 2010. / June 29, 2010

UDK 628.316:504.06:338.465(043)

# MODEL UPRAVLJANJA ZAŠTITOM OKOLIŠA UTEMELJEN NA KOMUNALNOM GOSPODARENJU OTPADOM I VODOM ENVIRONMENTAL PROTECTION MODEL BASED ON WASTE AND WATER UTILITY MANAGEMENT

**Lidija Runko LUTTENBERGER**

**Sažetak:** Rad analizira djelovanje na okoliš komunalnog gospodarenja vodom i otpadom. Daje se pregled stanja komunalne djelatnosti, raspravlja primjenjivost načela onečišćivač plaća, navode razlozi opstajanja rješenja na kraju cijevi, te se iznose moguća tehnička rješenja za komunalno gospodarenje odnosno komunalnu infrastrukturu s posebnim naglaskom na manja naselja. Analizira se ekološko zakonodavstvo Europske unije koje se odnosi na komunalni sektor. Pružaju se podaci za komunalno gospodarenje u Republici Hrvatskoj u pogledu upravljanja vodama, gospodarenja otpadom i ulaganja u zaštitu okoliša. Opisuju se iskustva sa inozemnim partnerima u izgradnji komunalne infrastrukture u Hrvatskoj, pravna pomoć i sudska praksa, te stavovi Europske unije i Svjetske banke. Temeljem intervjua i objavljenih podataka se iznose stavovi dionika o okolišu. Daje se istraživanje modela upravljanja zaštitom okoliša utemeljen na komunalnom gospodarenju otpadom i vodom, uz sadržaj upitnika, te analizu i ocjenu dobivenih rezultata. Autor navodi prijedlog modela upravljanja zaštitom okoliša utemeljen na komunalnom gospodarenju otpadom i vodom, a koji je razrađen na način da pruža pregled postojećeg stanja, navodi ključne probleme, izazove, moguća tehnička, zakonodavna, institucionalna i obrazovna rješenja, te konkretne mjere.

## Ključne riječi:

- zaštita okoliša
- komunalno gospodarenje
- komunalna infrastruktura
- održivost
- gospodarenje otpadom
- vodoopskrba
- otpadna voda

**Abstract:** Thesis analyses the impact of water and waste utility service management on the environment. It presents the state of utilities sector, discusses the applicability of the polluter pays principle, states the reasons of perseverance of end of the pipe systems, and contemplates the feasible technical solutions for utilities management or the communal infrastructure with particular emphasis on smaller communities. Environmental legislation of the European Union relevant for the utilities sector is analysed. The data concerning utilities management in the Republic of Croatia are provided regarding water management, solid waste management and investment in environmental protection. The experiences with foreign partners in constructing communal infrastructure in Croatia, legal aid and case law are reported on, as well as the stances of the European Union and of the World Bank. On the basis of interviews and published data, the stances by shareholders on the environment are presented. Research is presented of the environmental protection model based on waste and water utility management together with contents of the questionnaire, as well as the analysis and evaluation of the results obtained. The author puts forward proposal of the environmental management model based on the waste and water utility management, which is elaborated so as to provide the review of present state, specify major problems, challenges, possible technical, regulatory, institutional and educational solutions, as well as concrete measures.

## Keywords:

- environmental protection
- utility management
- communal infrastructure
- sustainability
- waste management
- water supply
- sewerage
- waste water

Mentor: Red. prof. dr. sc. Branko Bošnjaković

Komentor: Red. prof. dr. sc. Julijan Dobrinić, prof.

Datum obrane / Presentation: 12. veljače 2010. / February 12, 2010