



FERIT

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK**

OTO 2017

26. Međunarodni znanstveno-stručni skup „Organizacija i tehnologija održavanja“

**26th International Scientific and Profesional Conference
"Organization and Maintenance Technology"**

**ZBORNIK
RADOVA**

**CONFERENCE
PROCEEDINGS**

Osijek, 26. svibnja 2017.

Osijek, 26th May 2017

Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek (FERIT)

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

26. Međunarodni znanstveno-stručni skup „Organizacija i tehnologija održavanja“ - OTO 2017. - Zbornik radova

26th International Scientific and Profesional Conference
"Organization and Maintenance Technology" - OTO 2017 -
Conference Proceedings

Zbornik radova sadrži radove koji su prošli dvostruku neovisnu recenziju. Organizator skupa nije ulazio u sadržaj radova i način izražavanja te oni predstavljaju odraz razmišljanja autora.

Each paper in the conference proceedings was reviewed by two independent reviewers. The content of the conference proceedings does not reflect the official opinion of the conference organizers. Responsibility for the information and views expressed in the papers lies entirely with the respective author(s).

Naziv/Title:

26. Međunarodni znanstveno-stručni skup „Organizacija i tehnologija održavanja“ - OTO 2017. - Zbornik radova

26th International Scientific and Profesional Conference "Organization and Maintenance Technology" - OTO 2017 - Conference Proceedings

Mjesto održavanja skupa/ The place of the meeting:

Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek (FERIT),
Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek,
Adresa/Address: Kneza Trpimira 2B, HR-31000 Osijek, Croatia
Tel.: +385 (0) 31 224-600, Fax: +385 (0) 31 224-605, E-mail: etf@etfos.hr

Datum održavanja skupa/ Date of the meeting:

26. svibnja 2017./ 26th May 2017

Organizator skupa/ Organised by:

Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek (FERIT)/
Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

Izdavač/Published by:

Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek (FERIT)/
Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

Urednici/Editors:

Doc.dr.sc. Hrvoje Glavaš	- glavni urednik/ chief editor
Izv.prof.dr.sc. Tomislav Barić	- izvršni urednik/ executive editor
Doc.dr.sc. Emmanuel Karlo Nyarko	- tehnički urednik/ technical editor
Doc.dr.sc. Marinko Barukčić	
Doc.dr.sc. Tomislav Keser	
Izv.prof.dr.sc. Mirko Karakašić	

Naklada/Issue: 100

Tisak/Printed by: Biroprint d.o.o - Osijek

UDK klasifikacija/ UDK classification: Ljiljana Vučković Vizentaner, prof. dipl. knjižničar

ISBN: 978-953-6032-92-1

CIP zapis dostupan je u računalnom katalogu Gradske i sveučilišne knjižnice Osijek pod brojem 140712028.

MEĐUNARODNI ZNANSTVENI ODBOR/ INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD:

Popis prema abecednom redu imena/List in alphabetical order

Prof.dr.sc. Andrej Štrukelj (Slovenia)
 Akademik prof.dr.sc. Božo Udovičić (Croatia)
 Prof.dr.sc. Drago Žagar (Croatia)
 Izv.prof.dr.sc. Dražen Slišković (Croatia)
 Izv. prof.dr.sc. Eleonora Desnica (Serbia)
 Prof.dr.sc. Goran Martinović (Croatia)
 Prof.dr.sc. György Elmer (Hungary)
 Prof.dr.sc. Isak Karabegović (BiH)
 Izv.prof.dr.sc. Kruno Miličević (Croatia)

Prof.dr.sc. Lajos Jozsa (Hungary)
 Prof.dr.sc. Mirsad Raščić (BiH)
 Prof.emer.dr.sc. Safet Brdarević (BiH)
 Izv.prof.dr.sc. Sebastijan Seme (Slovenia)
 Prof.dr.sc. Snježana Rimac-Drlje (Croatia)
 Prof.dr.sc. Tihomil Rausnitz (Germany)
 Prof.dr.sc. Vlado Majstorović (BiH)
 Akademik prof.emer.dr.sc. Zijad Haznadar(Croatia)

ORGANIZACIJSKI ODBOR/ ORGANIZING BOARD:

Prof.dr.sc. Tomislav Mrčela - predsjednik/ president
 Doc. dr.sc. Hrvoje Glavaš - zamjenik predsjednika/ vice president
 Igor Sušenka, dipl.ing.el. - tajnik/ secretary
 Doc.dr.sc. Damir Blažević
 Mr.sc. Držislav Vidaković
 Prof.dr.sc. Zlatko Lacković

UREDNIŠTVO/EDITORIAL BOARD:

Doc.dr.sc. Hrvoje Glavaš - glavni urednik/ chief editor
 Izv.prof.dr.sc. Tomislav Barić - izvršni urednik/ executive editor
 Doc.dr.sc. Emmanuel Karlo Nyarko - tehnički urednik/ technical editor
 Doc.dr.sc. Marinko Barukčić
 Doc.dr.sc. Tomislav Keser
 Izv.prof.dr.sc. Mirko Karakašić

RECENZETSKI ODBOR/REVIEWS BOARD:

Doc.dr.sc. Goran Knežević
 Doc.dr.sc. Irena Galić
 Izv.prof.dr.sc. Marijana Hadzima-Nyarko
 Prof.dr.sc. Marinko Stojkov
 Doc.dr.sc. Zlatko Tonković

RECENZENTI/REVIEWERS:

Popis prema abecednom redu imena/List in alphabetical order

Doc.dr.sc. Aleksandar N. Ašonja (Serbia)
 Prof.dr.sc. Andrej Štrukelj (Slovenia)
 Prof.dr.sc. Brdarević Safet (BiH)
 Doc.dr.sc. Damir Blažević (Croatia)
 Prof.dr.sc. Damir Šljivac (Croatia)
 Dr.sc. Daniela Dvornik Perhavec (Slovenia)
 Doc.dr.sc. Danijel Topić (Croatia)
 Mr.sc. Držislav Vidaković (Croatia)
 Izv. prof.dr.sc. Eleonora Desnica (Serbia)
 Doc.dr.sc. Emanuel Karlo Nyarko (Croatia)
 Izv.prof.dr.sc. Marija Šperac (Croatia)
 Izv.prof.dr.sc. Marijana Hadzima-Nyarko(Croatia)
 Doc. dr.sc. Marinko Barukčić (Croatia)
 Prof. dr. sc. Marinko Stojkov (Croatia)
 Izv.prof.dr.sc. Mirko Karakašić (Croatia)
 Doc.dr.sc. Nenad Cvetković (Serbia)
 Doc. dr. sc. Goran Knežević (Croatia)
 Dr.sc. Goran Rozing (Croatia)
 Doc.dr.sc. Hrvoje Krstić (Croatia)
 Doc.dr.sc. Hrvoje Glavaš (Croatia)
 Doc.dr.sc. Ivana Šandrk Nukić (Croatia)
 Doc.dr.sc. Irena Ištoka Otković (Croatia)

Dr.sc. Ivica Petrović (Croatia)
 Dr.sc. Janoš Šimon (Serbia)
 Doc.dr.sc. Krešimir Fekete (Croatia)
 Prof.dr.sc. Lidija Tadić (Croatia)
 Doc.dr.sc. Ljiljana Radovanović (Serbia)
 Izv.prof.dr.sc. Predrag Marić (Croatia)
 Prof.dr.sc. Robert Cupec (Croatia)
 Izv.prof.dr.sc. Sebastijan Seme (Slovenia)
 Prof.dr.sc. Srete Nikolovski (Croatia)
 Izv.prof.dr.sc. Silva Lozančić (Croatia)
 Izv.prof.dr.sc. Tomislav Barić (Croatia)
 Doc.dr.sc. Tomislav Keser (Croatia)
 Izv.prof.dr.sc. Tomislav Matić (Croatia)
 Izv. prof. Uroš Klanšek (Slovenia)
 Dr.sc. Višnja Križanović Čik (Croatia)
 Izv.prof.dr.sc. Zlata Dolaček Alduk (Croatia)
 Prof. dr.sc. Zlatko Lacković (Croatia)
 Doc. dr.sc. Zlatko Tonković (Croatia)
 Prof.dr.sc. Zlatko Čović (Serbia)
 Doc.dr.sc. Zvonimir Klaić (Croatia)
 Izv.prof.dr.sc. Željko Hederić (Croatia)
 Dr.sc. Žiga Zadnik (Slovenia)

Predgovor dekana FERITA-a



Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek (FERIT) je visokoškolska institucija koja provodi znanstveno-istraživačke, razvojne i obrazovne projekte te izvodi preddiplomske, diplomske, poslijediplomske i stručne studije iz područja elektrotehnike, računarstva i informacijsko-komunikacijskih tehnologija. FERIT svojim obrazovnim sustavom sveučilišnih i stručnih studija stvara kadrove koji razvijaju i primjenjuju suvremene tehnologije na područjima elektrotehnike i računarstva i stečena znanja koriste u rješavanju inženjerskih problema te izravnom suradnjom s gospodarstvom prenose znanja o novim tehnologijama utemeljenima na novim znanstvenim spoznajama.

Sama ideja i realizacija prvih skupova OTO započela je prije više od 27 godina na tadašnjem Elektrotehničkom fakulteta u Osijeku. Od tada pa do danas svjedočimo kontinuiranom rastu Fakulteta kao i profiliranju skupa OTO koji je izrastao u regionalni interdisciplinarni znanstveno-stručni skup. Kako bi se održao kontinuitet, a nakon prestanka rada Društva održavatelja Osijek, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek preuzima organizaciju i brigu o nastavku održavanja ovoga tradicionalnog skupa. Prilog tomu je i veliki broj autora iz sustava visokog školstva, koji značajno dominiraju posljednjih godina. Djelatnici FERIT-a članovi nekadašnjeg Društva održavatelja Osijek uz pomoć kolega s drugih fakulteta Sveučilišta J.J. Strossmayera uspješno su nastavili svoj rad na organizaciji skupa OTO 2017.

FERIT već tradicionalno njeguje održavanje znanstvenih skupova, od kojih je najznačajniji „Znanost za praksu“, koji se uspješno organizira već 35 godina u suradnji s partnerima iz Njemačke, Mađarske i Vojvodine. Od prošle godine Fakultet organizira i međunarodnu znanstvenu konferenciju „Smart Systems and Technologies“, pod visokim pokroviteljstvom IEEE Regije 8 i brojnih drugih partnera i sponzora. Fakultet izdaje i znanstveni časopis IJECES - International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems, koji je nedavno uvršten i referalnu bazu znanstvenih časopisa SCOPUS, a uskoro će biti indeksiran i u drugim značajnim svjetskim bazama.

Skupovi OTO pružaju mogućnost publiciranja našim bivšim i sadašnjim studentima, praktikantima i mentorima te poslovnim subjektima svoja bogata iskustva iz područja održavanja. Kroz podršku pisanju i publiciranju znanstveno stručnih radova podižemo razinu stručnih znanja, promoviramo cjeloživotno obrazovanje i podupiremo struku. Vjerujemo kako će ovaj tradicionalni skup, pod okriljem FERIT-a, uspješno nastaviti ostvarivati zacrtanu misiju.

Prof.dr.sc. Drago Žagar

Dean of FERIT (Foreword)



Faculty of Electrical Engineering, Computing and Information Technology Osijek (FERIT) is a higher education institution that conducts scientific research, development and education projects as well as undergraduate, graduate, postgraduate and professional studies in the fields of electrical engineering, computing, information and communication technologies. FERIT, with its university education and professional studies creates professionals who develop and apply modern technologies in the fields of electrical engineering and computing. These professionals use their acquired knowledge to solve engineering problems and, by directly cooperating with industry, transfer scientific knowledge of new technologies.

The very idea and realization of the initial OTO conferences started more than 27 years ago at the then Faculty of Electrical Engineering in Osijek. From then on, we have witnessed the continuous growth of the Faculty as well as the profile change of the OTO conference which has grown into a regional interdisciplinary scientific and professional conference. After the Society of Maintenance Engineers Osijek ceased to exist, the Faculty of Electrical Engineering, Computing and Information Technology Osijek has taken over the organization of this traditional conference. This is evident in the increasing number of authors from higher education institutions in recent years. FERIT employees who were members of the former Society of Maintenance Engineers Osijek, and with the help of colleagues from other faculties of J.J. Strossmayer University, have successfully continued organizing the OTO 2017 conference.

FERIT has traditionally nurtured the organization of scientific conferences, most notably „Science in Practice“, which has been successfully organized for 35 years in cooperation with partners from Germany, Hungary and Vojvodina. Since last year, the Faculty has started organizing the international scientific conference "Smart Systems and Technologies", under the patronage of IEEE Region 8 and numerous other partners and sponsors. The Faculty also publishes a scientific journal IJECES - International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems, which has been recently incorporated into the SCOPUS reference database of scientific journals and will soon be indexed in other relevant world databases.

The OTO conference provides the opportunity for our past and present students, mentors, professionals as well as businesses to publish papers detailing their rich experience in the field of maintenance. By supporting the writing and publishing of scientific and professional papers, we increase the level of professional knowledge, promote lifelong learning and support professionals. We believe that this traditional conference, under the auspices of FERIT, will continue to carry out the planned mission successfully.

Prof.dr.sc. Drago Žagar

Predgovor predsjednika Organizacijskog odbora



Organizacija i tehnologije održavanja 2017, sukladno zaključcima sjednice Skupštine Društva održavatelja Osijek održane dana 26. studenog 2016. godine u prostorijama Fakulteta elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, odvija se 2017. godine pod okriljem Fakulteta elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek.

Od prvog skupa "Organizacija održavanja u novim uvjetima" održanog 20. travnja 1990. na Elektrotehničkom fakultetu Osijek održano je još 27 skupova u jedanaest različitih gradova Slavonije i Baranje. Kontinuirani rad odraz je potrebe za dijalogom i razmjenom iskustava na području održavanja kojim se promiče razvoj tehnike i znanosti.

Dosadašnja iskustva kroz 469 prezentiranih i publiciranih radova ukazuju na pad zastupljenosti radova autora strojarske struke, najviše radova autora elektrotehničke, a zatim građevinske, ekonomske, poljoprivredne i prehrambeno tehnološke struke. Udio autora koji su zaposleni na tehničkim fakultetima Sveučilišta J.J. Strossmayera značajno dominira u ukupnom broju radova. Potreba visokoobrazovanog kadra koji danas bavi održavanjem za cjeloživotnim obrazovanjem nameće potrebu daljnjeg razvoja skupova OTO prema znanstvenoj izvrsnosti.

Prof.dr.sc. Tomislav Mrčela

Informacije o skupu

Znanstveno stručni skupovi OTO predstavljaju priliku za neposrednu razmjenu iskustava stručnjaka iz svih područja održavanja s ciljem istraživanja i analize primjene novih metoda i postupaka. Skup nastoji podići razinu znanja o održavanju uzimajući u obzir kontinuirani napredak tehnike i tehnologije u svim sferama gospodarstva, infrastrukture i javnih službi.

Od prvog kolokvija 20.04.1990. na Elektrotehničkom fakultetu Osijek održano je do sada na području Slavonije i Baranje 27 znanstveno-stručnih skupova u cilju promicanja znanstvenih metoda i struke. Protekle skupove organiziralo je Društvo održavatelja Osijek (utemeljeno 1983.) u suradnji s Elektrotehničkim fakultetom Osijek, Građevinskim fakultetom Osijek, Poljoprivrednim fakultetom u Osijeku, te Veleučilištem u Požegi, uključujući pri tome proizvođače industrijske opreme i reprodukcijanskog materijala. Komunikacija između znanstvenika i održavatelja podiže razinu stručnosti te uvodi primjenu novih metoda i postupaka održavanja u svakodnevnu praksu.

Dvadeset šesti međunarodni znanstveno stručni skup Organizacija i Tehnologija Održavanja kolokvijalno OTO 2017 održati će se 26. svibnja 2017. u organizaciji Fakulteta elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek. Službeni jezici Skupa su hrvatski i engleski.

Odabrani radovi prezentirani na OTO 2017 će biti pozvani za objavu u proširenom obliku na engleskom jeziku u časopisima International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems (www.etfos.unios.hr/ijeces/) i Journal of Energy (<http://journalofenergy.com/>)

President of the Organizing Committee (Foreword)



Organization and Maintenance Technology 2017, in accordance with the conclusions of the session of the assembly of the Society of Maintenance Engineers Osijek, held on 26th November, 2016 on the premises of the Faculty of Electrical Engineering, Computing and Information Technology Osijek, will be held in 2017 under the auspices of the Faculty of Electrical Engineering, Computing and Information Technology Osijek.

Since the first conference "Maintenance Organization under New Conditions" held on 20th April, 1990 at the Faculty of Electrical Engineering Osijek, 27 other conferences have been held in eleven different cities of Slavonia and Baranja. Continuous work is reflected by the need for dialogue and exchange of experiences in the field of maintenance which promotes the development of technology and science.

By analyzing all the 469 presentations and publications until now, a decrease in the number of publications by mechanical engineers is noticed, while most of the authors are from the field of electrical engineering, followed by civil engineering, economics, agriculture and food technology. Of the total number of papers, a significant number is dominated by authors who are employed at the technical faculties of the University J.J. Strossmayer. The need for lifelong learning by highly educated professionals currently engaged in maintenance imposes the need for OTO conferences to be further organized in accordance with scientific excellence.

Prof.dr.sc. Tomislav Mrčela

Information about the conference

The scientific and professional conference, OTO, represents an opportunity for direct exchange of experience by experts from all areas of maintenance with the aim of exploring and analyzing the implementation of new methods and procedures. The conference seeks to raise the level of maintenance knowledge, taking into account the continuous advancement of engineering and technology in all spheres of the economy, infrastructure and public services.

Since the first conference held on 20th April, 1990 at the Faculty of Electrical Engineering Osijek, a total of 27 scientific and professional conferences have since been held in Slavonia and Baranja in order to promote scientific methods and profession. Former meetings were organized by the Society of Maintenance Engineers Osijek (founded in 1983) in cooperation with the Faculty of Electrical Engineering Osijek, the Faculty of Civil Engineering Osijek, the Faculty of Agriculture in Osijek and the Polytechnic of Požega, including manufacturers of industrial equipment and reproduction materials. Communication between scientists and maintenance experts raises the level of expertise and introduces new methods and maintenance procedures into everyday practice.

The twenty-sixth international scientific and professional conference on Organization and Maintenance Technology, OTO 2017, to be held on May 26th, 2017, is organized by the Faculty of Electrical Engineering, Computing and Information Technology Osijek. The official languages of the conference are Croatian and English. Selected papers presented at OTO 2017 will be invited for publication in English in the International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems (www.etfos.unios.hr/ijeces/) and the Journal of Energy (<http://journalofenergy.com/>)

Sadržaj

1. Domagoj Bilandžija, Marinko Barukčić, Dalibor Buljić, Željko Hederić Primjeri numeričkih simulacija elektromagnetskog polja kod kvarova električnih uređaja	1
2. Ivan Petrović, Marinko Stojkov, Ivan Samardžić, Ante Čikić: Umjeravanje opreme za elektrolučno zavarivanje	7
3. Eleonora Desnica, Danilo Mikić, Ivan Palinkaš Dijagnostika stanja kotrljajnih ležajeva na mašinsko-tehničkim sistemima	13
4. Ivan Korov, Goran Knežević, Vladimir Caha Održavanje niskonaponske distribucijske mreže u tehnologiji rada pod naponom	21
5. Ivan Mijić, Goran Knežević, Vladimir Caha Čišćenje srednjenaponskih postrojenja u tehnologiji rada pod naponom	27
6. Branimir Perković, Tomislav Barić, Nenad Janković, Dalibor Kos, Hrvoje Glavaš Održavanje plinskih i uljnih uređaja	33
7. Adam Martinek, Ivan Ostheimer, Luka Patrun Primjena računalnog programa Thorium A+ za određivanje optimalnih mjera energetske učinkovitosti pri održavanju stambenog objekta	43
8. Dino Obradović, Marija Šperac, Livio Međurečan, Marina Pavošević Postupak i svrha izdavanja Uporabne dozvole za određene građevine u sustavu eDozvola	53
9. Dino Obradović, Saša Marenjak Uloga održavanja u životnom ciklusu građevine	61
10. Marko Dugandžić Održavanje trafostanice prema stanju primjenom internet tehnologija	69
11. Držislav Vidaković, Krešimir Pavelić Primjena IT kod održavanja građevina – analiza na primjeru nove zgrade Građevinskog fakulteta u Osijeku	77
12. Tatjana Mijušković-Svetinović, Božica Cvijančević Održavanje plovni putova	85
13. Siniša Maričić, Mario Žeruk Razvoj hidrotehničkog sustava Bačica	95
14. Tomislav Kordić, Hrvoje Marinac, Hrvoje Glavaš Terensko mjerenje zvučne izolacije građevina	103

15. Dalibor Buljić, Marinko Barukčić, Željko Špoljarić, Krešimir Miklošević Pregled tehnologija baterijskih skladišta energije u električnim mrežama	113
16. Matej Žnidarec Upravljanje održavanjem elektrane na biomasu	119
17. Marija Šperac, Ivan Hrskanović, Željko Šreng Održavanje gravitacijskih kanalizacijskih sustava	125
18. Hrvoje Stojčić, Mirko Karakašić, Hrvoje Glavaš Izrada parametarskog modela ručne dizalice pomoću CAD sustava za parametarsko modeliranje temeljeno na značajkama	133
19. Milan Ivanović, Dalibor Mesarić, Franjo Ambroš Osnivanje službi za upravljanje lokalnim optičkim mrežama i njihovo održavanje na području regije Slavonije i Baranje	141
20. Dinka Šafar Đerki, Krešimir Lacković Upravljanje održavanjem sustava pomoću suvremenog informacijskog sustava održavanja	151
21. Lacković Krešimir, Dinka Šafar Đerki Informatičko-komunikacijski proces upravljanja troškovima u složenom proizvodnom tehničkom sustavu	157
22. Matej Petko, Tomislav Barić Održavanje dizala na području Osječko-baranjske županije	163
23. Hrvoje Dragovan, Želimir Kučibradić, Damir Nožica Ocjena stanja kolnika i prijedloga strategije održavanja državnih cesta primjenom neuralnih mreža	169
24. Borivoj Novaković, Ljiljana Radovanović, Jasmina Pekez, Mila Kavalić Primena preventivnog održavanja na kočionim sistemima putničkih vozila	177
25. Igor Lukić, Mirko Karakašić, Milan Kljajin Projektiranje i funkcionalna razrada idejnog rješenja koncepcijske varijante metalne konstrukcije nadstrešnice	183
26. Davor Beck, Damir Blažević, Hrvoje Dragovan Projektiranje dnevne rasvjete tunela - analiza zahtjeva, izrada modela i izračun	193
27. Rebeka Raff Kogeneracijska jedinica na bioplin za proizvodnju električne i toplinske energije	199
28. Josip Grgić, Saša Stokuća, Damir Blažević Primjena CAD/CAM alata u projektiranju cestovne rasvjete	207

Contents

1. Domagoj Bilandžija, Marinko Barukčić, Dalibor Buljić, Željko Hederić THE EXAMPLES OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD NUMERICAL CALCULATION IN CASE OF THE FAULTS IN ELECTRICAL DEVICES	1
2. Ivan Petrović, Marinko Stojkov, Ivan Samardžić, Ante Čikić: VALIDATION OF ARC WELDING EQUIPMENT	7
3. Eleonora Desnica, Danilo Mikić, Ivan Palinkaš DIAGNOSTICS OF ROLLING BEARINGS IN THE MECHANICAL AND TECHNICAL SYSTEMS	13
4. Ivan Korov, Goran Knežević, Vladimir Caha MAINTENANCE OF A LOW VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEM IN THE TEHNOLOGY OF LIVE-LINE WORKING	21
5. Ivan Mijić, Goran Knežević, Vladimir Caha POWER SYSTEM EQUIPMENT CLEANING IN THE TECHNOLOGY OF LIVE-LINE WORKIN	27
6. Branimir Perković, Tomislav Barić, Nenad Janković, Dalibor Kos, Hrvoje Glavaš MAINTENANCE OF GAS AND OIL DEVICES	33
7. Adam Martinek, Ivan Ostheimer, Luka Patrun APPLICATION OF COMPUTER PROGRAM THORIUM A+ FOR ASSESSMENT OF OPTIMAL ENERGY EFFICENCY MEASURES	43
8. Dino Obradović, Marija Šperac, Livio Međurečan, Marina Pavošević THE PROCEDURE AND THE PURPOSE OF ISSUING A CERTIFICATE OF OCCUPANCY FOR SPECIFIC STRUCTURES IN THE EDOZVOLA SYSTEM	53
9. Dino Obradović, Saša Marenjak THE ROLE OF MAINTENANCE IN THE LIFE CYCLE OF A BUILDING	61
10. Marko Dugandžić CONDITION BASED MAINTENANCE OF SUBSTATION WITH USE OF INTERNET TECHNOLOGY	69
11. Držislav Vidaković, Krešimir Pavelić APPLICATION OF IT IN BUILDING MAINTENANCE – ANALYSIS ON EXAMPLE OF THE NEW BUILDING OF THE CIVIL ENGINEERING FACULTY IN OSIJEK	77
12. Tatjana Mijušković-Svetinović, Božica Cvijančević INLAND FAIRWAY MAINTENANCE	85
13. Siniša Maričić, Mario Žeruk DEVELOPMENT OF BAČICA HYDROTECHNICAL SYSTEM	95
14. Tomislav Kordić, Hrvoje Marinac, Hrvoje Glavaš FIELD MEASUREMENT OF BUILDING SOUND INSULATION	103

15. Dalibor Buljić, Marinko Barukčić, Željko Špoljarić, Krešimir Miklošević OVERVIEW OF BATTERY STORAGE TECHNOLOGIES IN POWER GRIDS	113
16. Matej Žnidarec MAINTENANCE MANAGEMENT OF A BIOMASS POWER PLANT	119
17. Marija Šperac, Ivan Hrskanović, Željko Šreng MAINTENANCE OF GRAVITY SEWERAGE SYSTEMS	125
18. Hrvoje Stojčić, Mirko Karakašić, Hrvoje Glavaš CREATING A PARAMETRIC MODEL OF HAND CRANE WITH CAD SYSTEM FOR PARAMETRIC MODELING BASED ON FEATURES	133
19. Milan Ivanović, Dalibor Mesarić, Franjo Ambroš ESTABLISHMENT OF OFFICIALS FOR THE MANAGEMENT OF LOCAL BROADBAND AND THEIR MAINTENANCE IN THE REGION OF SLAVONIA AND BARANJA	141
20. Dinka Šafar Đerki, Krešimir Lacković MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM USING MODERN INFORMATION SYSTEM MAINTENANCE	151
21. Lacković Krešimir, Dinka Šafar Đerki INFORMATION AND COMMUNICATION PROCESS OF COST MANAGEMENT IN A COMPLEX PRODUCTION TECHNICAL SYSTEM	157
22. Matej Petko, Tomislav Barić MAINTENANCE OF ELEVATORS IN OSIJEK-BARANJA COUNTY	163
23. Hrvoje Dragovan, Želimir Kučibradić, Damir Nožica EVALUATION OF PAVEMENT CONDITIONS AND PROPOSALS FOR THE STRATEGY OF MAINTAINING STATE ROADS USING NEURAL NETWORKS	169
24. Borivoj Novaković, Ljiljana Radovanović, Jasmina Pekez, Mila Kavalić APPLICATION OF PREVENTIVE MAINTENANCE ON PASSENGER VEHICLES BRAKING SYSTEMS	177
25. Igor Lukić, Mirko Karakašić, Milan Kljajin DESIGNING AND FUNCTIONAL ELABORATION OF CONCEPTUAL SOLUTION OF CONCEPTUAL VARIANT OF THE METAL CONSTRUCTION EAVE	183
26. Davor Beck, Damir Blažević, Hrvoje Dragovan DESIGNING DAYTIME LIGHTING FOR TUNNELS, REQUEST ANALYSIS, MODELING AND CALCULATION	193
27. Rebeka Raff BIOGAS COGENERATION UNIT FOR ELECTRICAL AND THERMAL ENERGY PRODUCTION	199
28. Josip Grgić, Saša Stokuća, Damir Blažević CAD/CAM TOOLS FOR ROAD LIGHTING DESIGN	207

Održavanje plinskih i uljnih uređaja

Professional paper

Branimir Perković

DMK servisi d.o.o.
Biljska cesta 66, Osijek, Hrvatska
branimir.perkovic@dmkservisi.com

Tomislav Barić

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,
Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek
Kneza Trpimira 2B, 31000 Osijek, Hrvatska
tomislav.bric@ferit.hr

Nenad Janković

DMK servisi d.o.o.
Biljska cesta 66, Osijek, Hrvatska
nenad.jankovic@dmkservisi.com

Dalibor Kos

DMK servisi d.o.o.
Biljska cesta 66, Osijek, Hrvatska
dalibor.kos@dmkservisi.com

Hrvoje Glavaš

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,
Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek
Kneza Trpimira 2B, 31000 Osijek, Hrvatska
hrvoje.glavas@ferit.hr

Sažetak – U radu su opisani plinski uređaji koji se mogu pronaći pretežno u privatnim kućanstvima, plinske peći te bojleri. Opisane su izvedbe istih, njihovi principi rada, te je objašnjena razlika između klasičnog kombi bojlera i kondenzacijskog. Nadalje, objašnjeno je što obuhvaća servis plinskog bojlera, najčešći kvarovi, te njihova prevencija uz redovno održavanje. S obzirom da raspoloživost cijelog sustava ovisi o izvedbi i njegovoj složenosti, opisane su neke od najčešćih izvedbi plinskih i uljnih plamenika. U kratkim crtama uspoređeni su plinski i uljni plamenici. Prikazani su osnovni dijelovi plamenika, procedura paljenja plamenika uz objašnjenje slijeda koji svaki plamenik prati, te logika djelovanja automatike na plameniku. Objašnjeno je što točno obuhvaća servis plamenika, vrste najčešćih kvarova, te njihova prevencija uz redovno održavanje.

Ključne riječi – plinski uređaj, peć, plamenik, servis, održavanje

MAINTENANCE OF GAS AND OIL DEVICES

Abstract – The paper describes the gas devices that can be found predominantly in private households, gas heaters and boilers. The device performances, their working principles are described, and the difference between the classic combined boiler and the condensing boiler is explained. Furthermore, it has been explained what it includes gas boiler service, most common faults, and their prevention with regular maintenance. Since the availability of the entire system depends on the implementation and its complexity, some of the most common designs of gas and oil burners are described. In short lines gas and oil burners were compared. The basic parts of the burner, the burner ignition procedure, and the explanation of the sequence followed by each burner, as well as the logic of the burner automatics are shown. It is explained what exactly includes burner service, the most common types of failure, and their prevention with regular maintenance.

Keywords – gas device, heater, burner, service, maintenance

1. UVOD

Tvrtka DMK servisi bavi se servisom, održavanjem i montažom plinskih i uljnih trošila, te kemijska čišćenja kotlova i izmjenjivača topline. Ovaj rad je napisan prvenstveno kako bi se korisnicima plinskih i uljnih trošila približila važnost redovitog i pravilnog održavanja takovih uređaja. Na području Osijeka i prigradskih naselja nalazi se oko 36.000 plinskih priključaka. Svaki od tih priključaka na sebe ima spojeno minimalno jedno plinsko trošilo, što nam govori da na području grada Osijeka i prigradskih naselja postoji daleko više plinskih trošila od samog broja priključaka. Uzevši u obzir broj firmi koje se bave servisom plinskih trošila možemo sa sigurnošću tvrditi kako velik broj priključenih trošila nije redovno servisiran, a veliki broj trošila se „servisira“ tek kada se pokvare, te su vlasnici primorani zvati serviser.

Problematika vezana uz neredovito održavanje uređaja prvenstveno potencijalno ugrožava život korisnika gdje može doći do trovanja ugljičnim monoksidom. Zatim možemo reći kako neredovito održavanje uređaja je u konačnici puno skuplje od redovitog održavanja, jer prema Murphyjevom zakonu – ako nešto može poći naopako, poći će u najgorem mogućem trenutku. Ukoliko Murphyjevu tvrdnju promotrimo kroz praksu kod privatnih korisnika kvarovi se pretežno dogode pri vrlo niskim temperaturama obično kasno navečer ili vikendom, dok kod proizvodnje prilikom kvara uređaja dolazi do zastoja proizvodnje i puno većih troškova.

2. PLINSKI BOJLER

Ovisno o potrebama postoji nekoliko izvedbi plinskih bojlera:

- protočni boiler,
- cirkulacijski boiler,
- kombinirani boiler (kombi boiler).

Protočni boiler se koristi samo za grijanje sanitarne vode, cirkulacijski samo za centralno grijanje, dok je kombi boiler kombinacija prva dva, te kao takav je i najčešće korišten u privatnim kućanstvima.

2.1. Kombi boiler

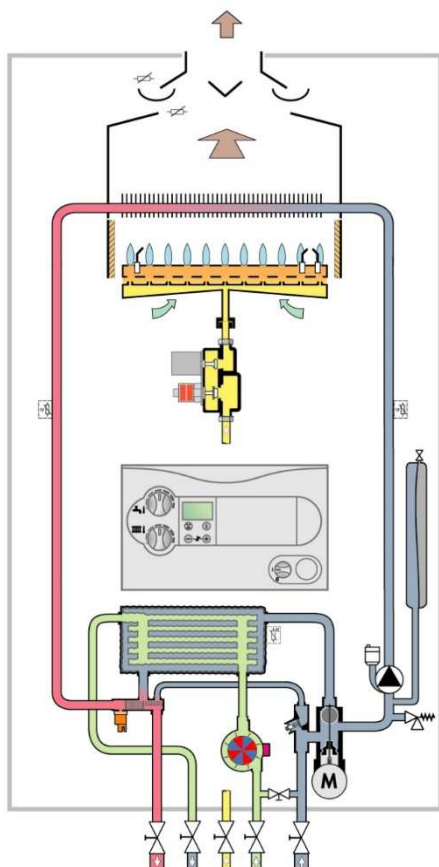
Svaki plinski boiler se sastoji od istih osnovnih dijelova koji mu omogućavaju da iskorištava toplinu dobivenu izgaranja plina u svrhu zagrijavanja vode u sustavu centralnog grijanja, te za zagrijavanje sanitarne vode. Osnovni dijelovi su plamenik, izmjenjivač, cirkulacijska pumpa i sustav za odvodnju dimnih plinova. Na slici 1. [1] je prikazana shema kombi bojlera za spajanje na dimnjak, dok je na slici 2. [1] prikazana shema za

spajanja na fasadni priključak. Princip rada i jednog i drugog uređaja su gotovo identični, jedine veće razlike su što trošilo priključeno na dimnjak koristi zrak iz prostora i koristi se podtlakom dimnjaka kako bi izbacilo dimne plinove, dok fasadni uređaj izbacuje dimne plinove pomoću ventilatora, te zrak uzima izvana.

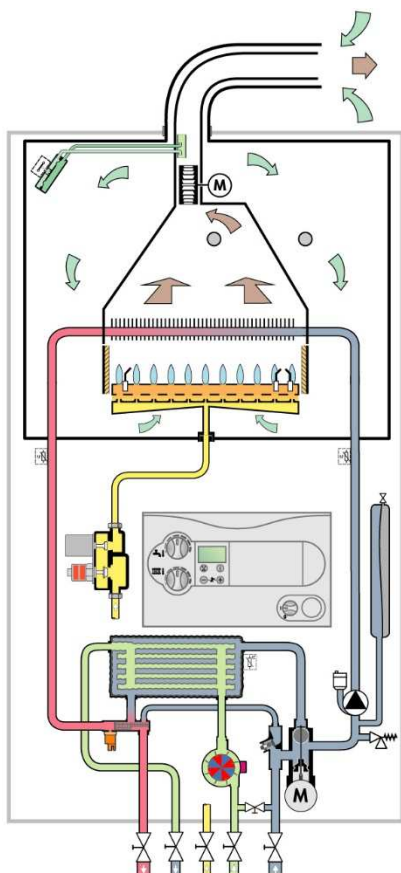
Kombi boiler kada je uključen radi u modu čekanja dok termostat ne pošalje impuls automatici da je potrebno podići temperaturu u prostoru. Prije paljenja vrše se sigurnosne provjere u samom uređaju kako bi uređaj provjerio ima li uvjete za nesmetani rad, ukoliko su svi uvjeti ispunjeni uređaj kreće sa paljenjem plina pomoću elektroda za paljenje. Nakon paljenja prolazi sigurnosno vrijeme u kojem automatika mora dobiti povratnu informaciju od ionizirajuće elektrode da li je došlo do paljenja, ako ionizirajuća elektroda ne potvrdi plamen uređaj će pokušati ponovno sa paljenjem (broj pokušaja ovisi o proizvođaču i modelu uređaja) ukoliko uređaj ne dobije informaciju o uspješnom paljenju nakon ponovljenih pokušaja paljenja, uređaj se gasi i pokazuje grešku. Kada dođe do uspješnog paljenja, te dođe do detekcije plamena uređaj nastavlja sa radom, te preko primarnog izmjenjivača predaje toplinu tekućini koja se nalazi u sustavu centralnog grijanja i pomoću crpke cirkulira tekućinu dok se ne postigne željena temperatura u sustavu. Trebamo li toplu sanitarnu vodu dovoljno je otvoriti toplu vodu na slavini, dolazi do detekcije protoka vode u uređaju, te dolazi do startanja uređaja. Uređaj pomoću troputog ventila prebacuje tok vode na sekundarni izmjenjivač gdje se toplina prenosi na sanitarnu vodu.

Kako bi se osigurao nesmetani rad uređaja potrebno mu je redovito i kvalitetno godišnje održavanje. Kada se govori o kvalitetnom godišnjem održavanju ono sadržava slijedeće elemente:

- unutarnje čišćenje uređaja od prašine,
- čišćenje plamenika i elektroda,
- pranje primarnog izmjenjivača (obavezno kod uređaja na dimnjak),
- čišćenje komore za izgaranje (fasadni uređaji),
- provjera i punjenje ili pražnjenje ekspanzijske posude,
- kontrola i namještanje parametara uređaja,
- kontrola odvoda dimnih plinova,



Slika 1. Kombi bojler – dimnjačni uređaj



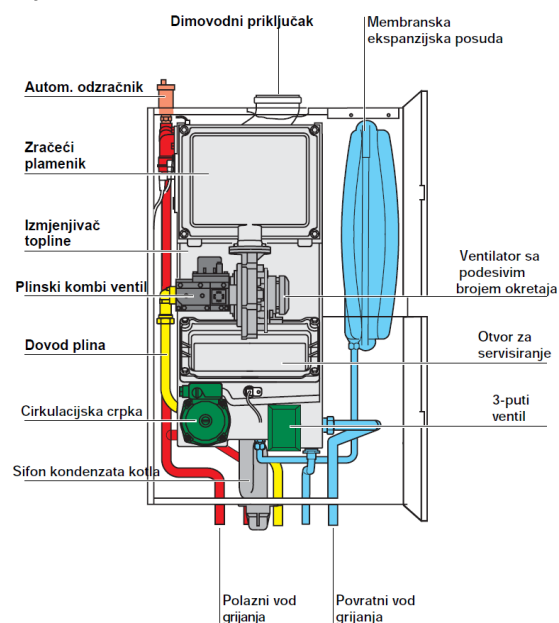
Slika 2. kombi bojler – fasadni uređaj

- kontrola nepropusnosti uređaja na hidrauličkom i plinskom dijelu,
- provjera funkcionalnosti uređaja,
- kemijsko čišćenje primarnog izmjenjivača (prema potrebi svake 2-3 godine),
- kemijsko čišćenje sekundarnog izmjenjivača (prema potrebi svake 2-3 godine).

Ukoliko se prilikom servisa samo obriše prašina ili se uopće ne odradi s vremenom dolazi do otežanog rada uređaja, buke, nekvalitetnog izgaranja, povećane potrošnje plina, te u najgorem slučaju gušenja ugljičnim monoksidom.

2.2 Kondenzacijski bojler

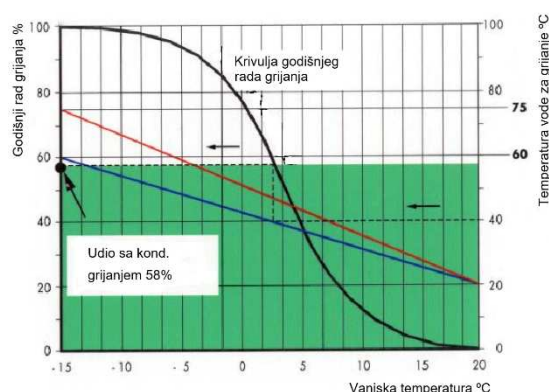
Kondenzacijski bojler na prvi pogled ne razlikuje se puno u izgledu i principu rada od konvencionalnog kombi bojlera. Glavna razlika je u veličini primarnog izmjenjivača topline, nižim temperaturama rada radi boljeg iskorištenja kondenzata, te spajanja na odvod radi zbrinjavanja kondenzata. Na slici 3. [2] su prikazani osnovni dijelovi kondenzacijskog bojlera.



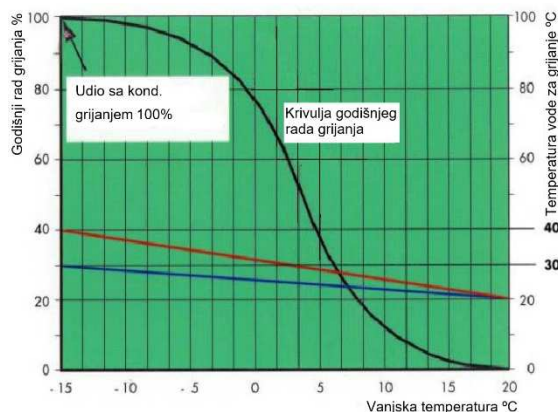
Slika 3. Prikaz osnovnih dijelova kondenzacijskog bojlera

Kako bi se osigurala veća korisnost u radu i povećano stvaranje kondenzata preporučuju se niže temperature rada u rasponu (30 – 40) °C. Kako bi se bolje uočila razlika između niže i

više radne temperature na slikama 4. [2] i 5. [2] grafički su prikazani u kojem udjelu uređaj radi kao kondenzacijski, a u kojem kao konvencionalni. Prilikom pridržavanja preporučenih temperatura rada i pravilnog podešavanja uređaja doseže se korisnost do 110 %. Korisnost od 110 % se postiže na način da se dodatno koristi toplina dimnih plinova pri čemu se stvara kondenzat. Pošto se dimni plinovi pothlađuju u izmjenjivaču predajući toplinu tekućini u sustavu centralnog grijanja dimni plinovi koji dolaze u dimnjak su niskih temperatura, tek nešto veće temperature od temperature povratnog voda centralnog grijanja.

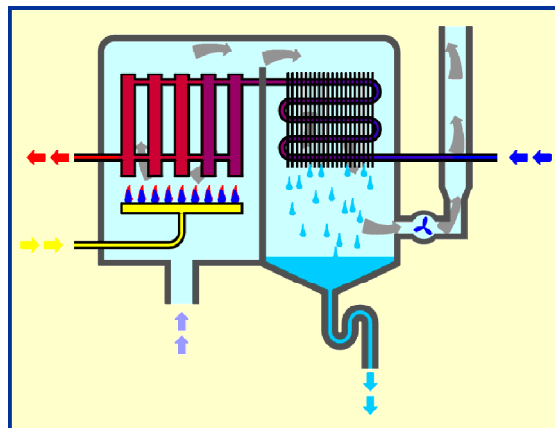


Slika 4. Kondenzacijski rad uređaja-proračun 75/60 °C



Slika 5. Kondenzacijski rad uređaja-proračun 40/30 °C

Na slici 6. [2] je prikazan princip rada izmjenjivača u kondenzacijskom bojleru. Prilikom izgaranja plina dobivena toplina se predaje tekućini u centralnom grijanju u prvom dijelu izmjenjivača. U drugom dijelu izmjenjivača se koristi toplina dimnih plinova koja predaje ostatak topline i kondenzira vlagu iz dimnih plinova na stjenke izmjenjivača. Prilikom tog procesa gubi se prirodni uzgon dimnih plinova, te ih je potrebno izbaci pomoću ventilatora.



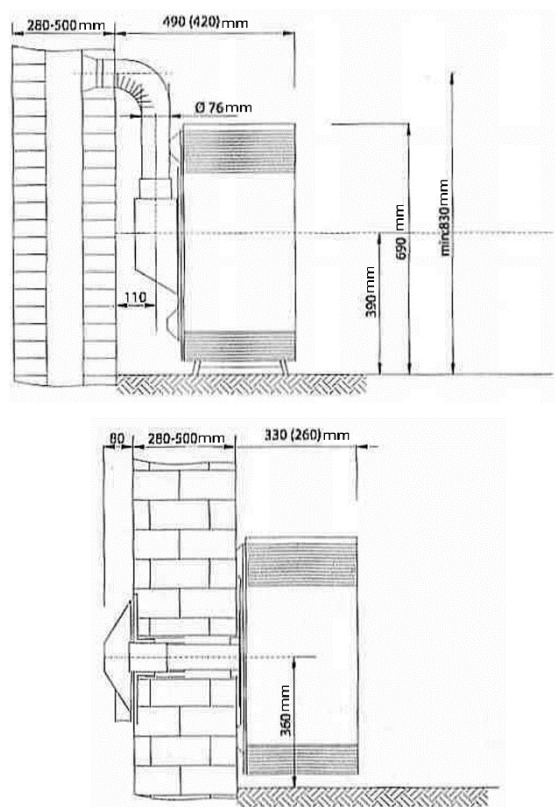
Slika 6. Princip rada kondenzacijskog uređaja

Pošto kondenzacijski uređaj radi pri nižim temperaturama potrebno mu je duže vrijeme rada kako bi ugrijao tekućinu, a time i radijatore na temperaturu koja bi osigurala ugodan boravak u prostoru. Kako bi se prikazale prednosti takvog načina rada možemo povući analogiju vožnje automobilom od točke A do točke B. U prvom slučaju automobil se kretao brzinom od 150 km/h, te se zaustavljao nekoliko puta kako bi se vozači odmorili uz kavu, te je nakon 5 h stigao u točku B. Dok se u drugom slučaju automobil kretao konstantom brzinom od 75 km/h bez stajanja i stigao u točku B u istom vremenu. Prednosti koje se ostvaruju u drugom slučaju su manja potrošnja goriva, manje habanje dijelova, tiši rad. Što na kraju rezultira sa zadovoljnim korisnikom.

3. PLINSKA PEĆ

Plinske peći su namijenjene isključivo za grijanje unutarnjih prostora. Plinska peć sastoji se od ložište peći (izmjenjivač topline) izrađen je od čeličnog lima prešanjem i varenjem. U njemu su smješteni usmjerivači svježeg zraka i dimnih plinova. Usmjerivačke ploče osiguravaju odgovarajuće strujanje zraka i dimnih plinova kao i prijenos topline. Ložište je izvana i iznutra zaštićeno emajliranjem. Na donjem dijelu ložišta smješten je plinski plamenik sa pilot plamenikom, svjećicom za paljenje plamena i sigurnosnim termo elementom. Plinski plamenik radi na principu predmiješanja, a upuhavanje plina u centar plamenika osigurava odgovarajuća izvedba i smještaj sapnice, držača i difuzora. Vizualna kontrola plamena je moguća zavisno od izvedbe, kroz kontrolni otvor na gornjoj ili desnoj strani ložišta. Na desnoj strani peći nalazi se upravljačka automatika, koja sadrži termo magnetsko osiguranje gorenja, regulator tlaka plina i regulator temperature. Na slici 7.

[3] su prikazani načini spajanja plinskih peći na dimnjak i na fasadni priključak.



Slika 7. Prikaz spajanja plinske peći na dimnjak i na fasadni priključak

Servis plinske peći treba obuhvatiti preglede i provjere:

- puteva odvođenja produkata sagorijevanja,
- sapnica i plamenika,
- vodova piezo upaljača, svjećice i razmaka između elektroda,
- plinske cijevi i spojeve unutar uređaja i ispitivanje plino-nepropusnosti spojeva,
- stanja i čistoće dimnjaka odnosno fasadnih priključaka.

Plinske peći su jedne od jednostavnih uređaja za grijanje na plinsko gorivo. Ne posjeduju pokretne dijelove da bi izvršavale svoju funkciju, no to ne znači da nisu sklone kvarovima i da nisu potencijalno opasne ukoliko se pravilno ne održavaju i servisiraju. Neki od najčešćih kvarova na plinskim pećima su kvar piezo upaljača i kvar termoelementa, no prilikom ne servisiranja uređaja dolazi do nakupljanja prašine i prljavštine na plameniku i ostalim dijelovima uređaja što bitno utječe na kvalitetu izgaranja, te kao rezultat toga dolazi do stvaranja ugljičnog monoksida kojeg je bez mjernog uređaja gotovo nemoguće detektirati. Neki od simptoma koji se manifestiraju nakon određenog vremena izloženosti ugljičnom monoksidu su prikazani u tablici 1. [4].

TABLICA 1. UTJECAJ RAZLIČITIH KONCENTRACIJA UGLJIČNOG MONOKSIDA U UDAHNUTOM ZRAKU NA BRZINU PROMJENA U ORGANIZMU

Koncentracija CO/vrijeme izloženosti	2 min	5 min	15 min	40 min	120 min
0,02 %	-	-	-	-	Glavobolja
0,04 %	-	-	-	Glavobolja	Vrtoglavica
0,08 %	-	-	Glavobolja	Vrtoglavica, mučnina, grčevi	Smrt
0,16 %	-	Glavobolja	Vrtoglavica, ubrzan rad srca, mučnina	Smrt	-
0,32 %	Glavobolja	Vrtoglavica, mučnina	Smrt	-	-
0,64%	Vrtoglavica, konvulzije	Smrt	-	-	-
1,28 %	Gubitak svijesti (smrt za 60-120 s)	-	-	-	-

4. PLAMENIK

Plamenici su uređaji namijenjeni za veće sustave grijanja i proizvodnje zagrijane

sanitarne vode. Ovisno o tipu kotla na koji se spajaju snage mogu varirati od 10 kW pa do 32 MW. Plamenici većih snaga su rezervirani za industriju dok se plamenici snaga do 550

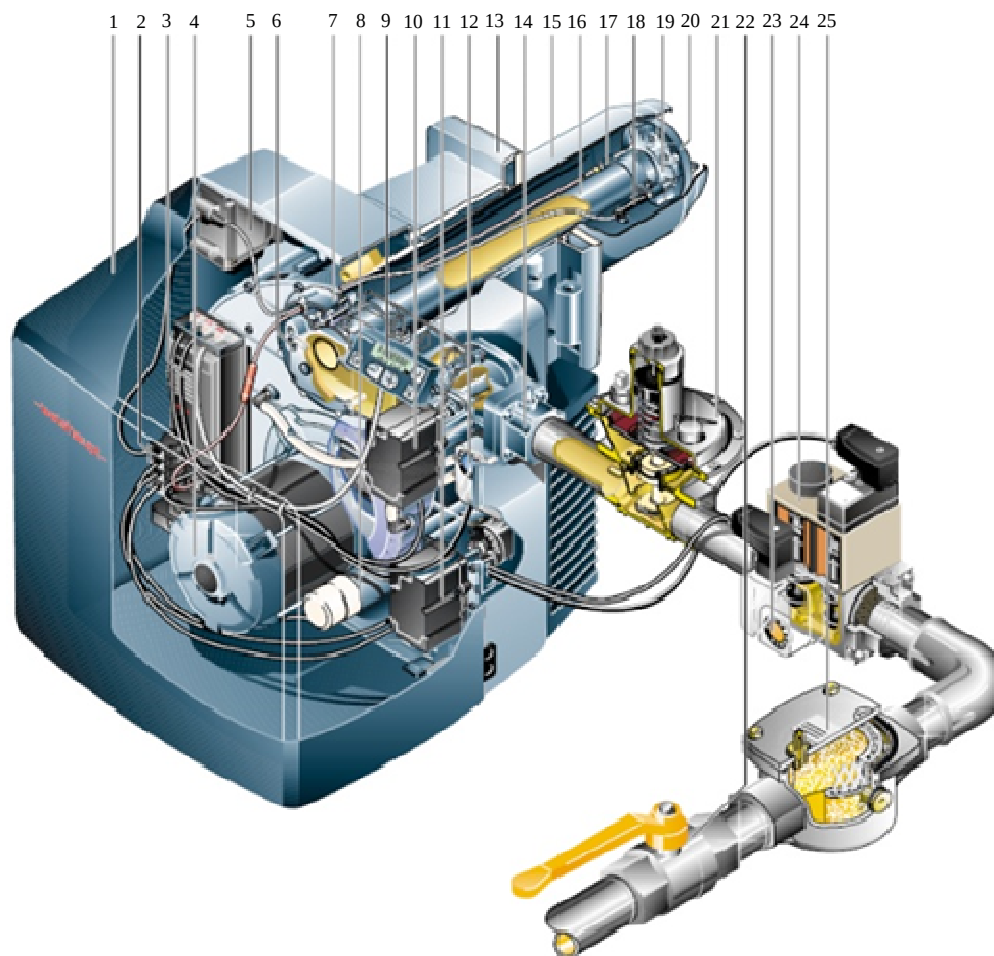
kW pretežno mogu naći u privatnoj primjeni za grijanje staklenika ili privatnih objekata. Prema gorivu koje koriste možemo ih razvrstati na plinske plamenike, uljne plamenike, te kombinirane plamenike koji imaju mogućnost rada na oba goriva ovisno o potrebi i raspoloživosti. Postoje također izvedbe plamenika koji kao gorivo koriste mazut, pelete, drvenu sječku, otpad, no kako su plinski i uljni plamenici trenutno najzastupljeniji na našem području obraditi ćemo njih.

Na slici 8. [5] prikazan je presjek plamenika radne snage do 550 kW. Princip rada plamenika i njihovi glavni dijelovi na svim plamenicima su prisutni, ovisno o snazi može se primijetiti kako su kod jačih plamenika neki dijelovi veći, ventilator jači, kontrolna automatika posjeduje više mogućnosti namještanja no sam princip rada i njegova logika ostaje ista.

Dijelovi plamenika:

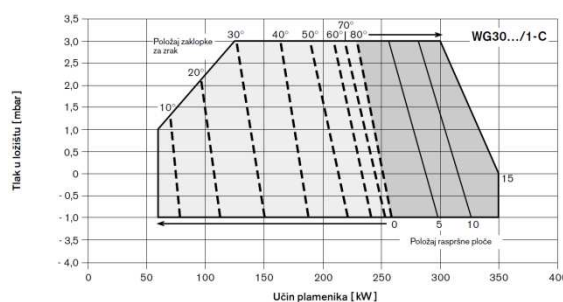
1. Poklopac
2. Priključni utikač
3. Digitalni programski sklop

4. Motor plamenika
5. Uređaj za paljenje
6. Vijak za podešavanje raspršne ploče
7. Kućište komore za miješanje
8. Kondenzator motora
9. Zaslon plamenika
10. Postavni pogon plinske prigušnice
11. Postavni pogon zračne zaklopke
12. Tlačna sklopka za zrak
13. Prirubnica plamenika
14. Priključna prirubnica
15. Plamena cijev
16. Cijev za miješanje
17. Ionizacijska elektroda
18. Elektroda za paljenje
19. Razvodna zvijezda
20. Raspršna ploča
21. Regulator tlaka
22. Kuglasta slavina
23. Tlačna sklopka za plin
24. Dvostruki magnetski ventil
25. Filtar za plin



Slika 8. Presjek plinskog plamenika

Kako plamenik ne dolazi nužno u kompletu sa kotlom (ložištem), nužno je odabrati plamenik koji odgovara veličini i snazi kotla na koji se montira. Ukoliko izaberemo preslab plamenik dolazimo do problema pothlađivanja kotla i stvaranja kondenzata u samom ložištu koji se potom veže sa dimnim plinovima i tvori sumpornu kiselinu koja nagriza kotao i na taj način ga uništava. Međutim ukoliko izaberemo prejak plamenik dolazi nam do oštećenja kotla uslijed prevelike temperature, prevelikog plamena za tu vrstu kotla, te kao rezultat dolazi do deformiranja izmjenjivača na kotlu i do izgaranja njegovih unutarnjih stjenki. Da ne bi došlo do tih problema na samim plamenicima je moguće prilikom puštanja u rad podesiti snagu kako bi plamenik što bolje odgovarao kotlu na koji je instaliran. Na slici 9. [5] prikazan je dijagram podešavanja snage plamenika u ovisnosti koliku količinu zraka dozvoljavamo da ventilator plamenika gura u ložište kotla.



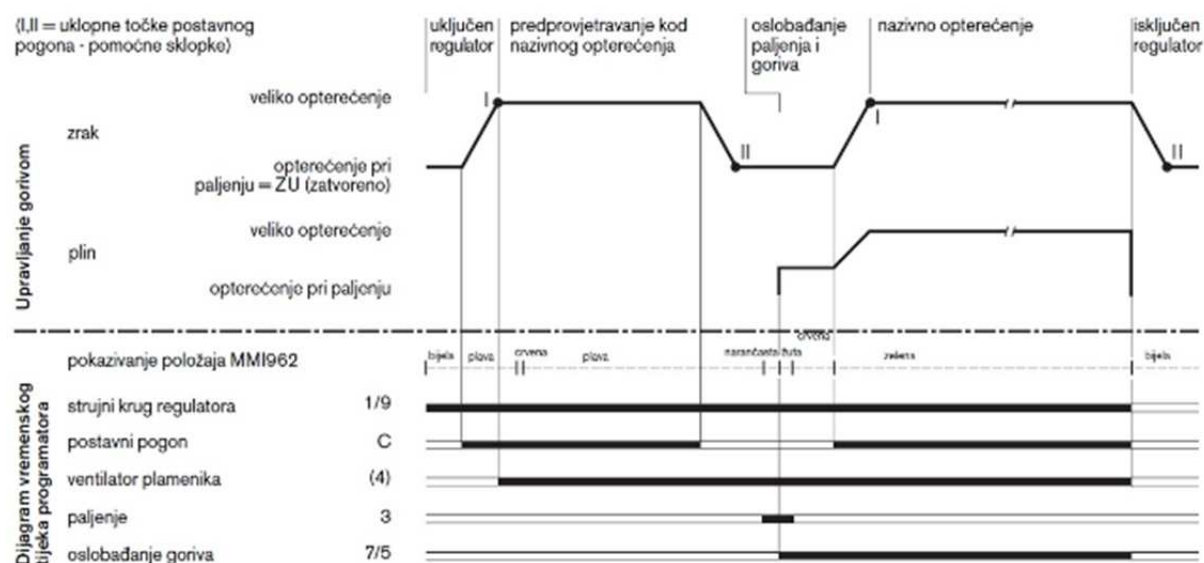
Slika 9. Reguliranje snage plamenika

strane proizvođača plamenika. Kako za ugradnju i puštanje u pogon, tako i za redovite servise na samom plameniku. Neke od osnovnih varijabli o kojima se mora voditi računa prilikom puštanja u pogon plamenika:

- nazivna snaga plamenika,
- stupanj iskorištenja,
- protok plina u m³/h ili ulja u l/h,
- trenutna vanjska temperatura,
- nadmorska visina,
- tlak zraka,
- udio CO₂ u dimnim plinovima,
- udio kisika u dimnim plinovima,
- temperatura dimnih plinova,
- kod uljnih plamenika je potrebno izabrati i odgovarajuću diznu.

Nakon što je plamenik pušten u rad potrebno je testirati sve sigurnosne mehanizme na plameniku i na kotlu. Neki od testova su pokušaj paljenja bez plina, pokušaj paljenja bez zraka, ispitivanje sigurnosnih termostata na kotlu. Ukoliko su svi parametri dobro podešeni i svi sigurnosni elementi ispitani plamenik je spreman za rad. Logika rada plamenika je prikazana na slici 10. [6] gdje je u radnom dijagramu prikazano po koracima koje radnje plamenik izvršava kako bi došlo do paljenja i nesmetanog rada.

Kako bi se odabrao i ugradio plamenik potrebna je stručna i ovlaštena osoba od



Slika 10. Prikaz logike rada plamenika

Termostat regulacije kotla šalje impuls automatici plamenika kako je potrebno podići temperaturu u sustavu. Plamenik ide u provjeru sigurnosnih elemenata kako bi provjerio jesu li svi potrebni uvjeti za nesmetan rad osigurani. Nakon toga se pali ventilator kako bi prije paljenja izbacio sve zaostale dimne plinove i eventualno višak plina iz ložišta kotla. Pošto je vrijeme provjetravanja završeno dolazi do tvorbe iskre potrebne za paljenje, nakon tvorbe iskre automatika plamenika pušta gorivo koje iskra pali i plamenik ide u rad. Plamenik radi dok mu regulacija kotla ne pošalje impuls da je potrebna temperatura postignuta.

Svaka automatika plamenika ima način prikazivanja greške. Kod manjih plamenika gdje se nalaze jednostavnije automatike prikaz greške se prikazuje preko određenog broja treptaja kontrolne lampice, dok kod velikih plamenika imamo displej na kojem se prikazuje kod greške. Kada plamenik pokaže grešku on više samostalno ne ide u paljenje dok se ne izvrši deblokada plamenika. Većina grešaka u radu plamenika mogu se otkloniti deblokadom gdje plamenik ponavlja ciklus paljenja i kreće u nesmetani rad, dok kod grešaka koje sprječavaju nesmetani rad plamenika plamenik ponovno odlazi u blokadu i potrebno je zvati servisera kako bi detektirao kvar, te isti otklonio. Kako bi plamenik nesmetano radio cijele godine i što manje odlazio u blokadu potrebno je minimalno jednom godišnje izvršiti servis plamenik. Kako propisi nalažu za sve pravne osobe potrebno je jednom godišnje napraviti servis svih plinskih trošila da bi se osigurao njihov siguran rad. Međutim kako vlaga u zraku i tlak zraka mogu bitno utjecati na ispravan rad plamenika bilo bi poželjno napraviti njegovu regulaciju dva puta godišnje, u jesen i u proljeće.

Servis plamenika treba obuhvatiti slijedeće radnje:

- rastavljanje kompletnog plamenika te mehaničko čišćenje svih pojedinih dijelova,
- čišćenje ili zamjena uloška uljnog ili plinskog filtera,
- zamjena dize uljnog plamenika,
- kontrola nepropusnosti plinske rampe i/ili uljnog voda,
- sastavljanje plamenika i puštanje u pogon,

- podešavanje sagorijevanja kompjuterskim analizatorom dimnih plinova, te izdavanje printanog izvješća,
- mjerenje struje ionizacije ili UV ćelije, te kontrola detektora plamena,
- kontrola i podešavanje sigurnosnih elemenata kotla (regulacioni i sigurnosni termostati ili presostati, nivo prekidač, nivo elektroda, nivo regulator, odmuljni ventili i sl.),
- kontrola rada cijelog sustava centralnog grijanja,
- kontrola i podešavanje automatike napojnog rezervoara kod parnih kotlovnica,
- kontrola i podešavanje regulatora učinka kod modulirajućih plamenika,
- kontrola i podešavanje automatike kotla i zaštitne pumpe, te automatike svih krugova grijanja vezanih na taj kotao i plamenik,
- kontrola rada svih cirkulacijskih i recirkulacijskih pumpi,
- kontrola tlaka u ekspanzijskoj posudi ili ispravnosti ekspanzijskog modula,
- kontrola svih odzračnih ventila u kotlovnici.

Kako plamenik nije uređaj koji djeluje samostalno nego ovisi o cijeloj kotlovnici kranja korisnost sustava ovisi o svim njegovim elementima. Kako bi povećali korisnost sustava moramo voditi računa o kamencu i čađi.

Kamenac ili kotlovac je naslaga minerala koji se prvenstveno sastoji od kalcijevih i magnezijevih karbonata. Kamenac nastaje grijanjem vode koja sadrži topive bikarbonatne soli koje su toplinski nestabilne i razlažu se na karbonate. Na stvaranje kamenca utječe nekoliko čimbenika:

- velika privremena tvrdoća vode,
- povišena pH vrijednost (alkaličnost) vode,
- povišena temperatura.

Naslage kamenca prvenstveno se stvaraju na površinama za prijenos topline (izmjenjivači topline). Problem je najizraženiji u sustavima

gdje se koristi tvrda voda i gdje se voda stalno nadopunjuje. Međutim, čak i zatvoreni sistemi grijanja nisu otporni na stvaranja naslaga kamenca. Kamenac se taloži iz vode početnog punjenja i vode koje se nadopunjuje zbog gubitka uzrokovanog isparavanjem ili curenjem na instalaciji.

Naslage kamenca mogu uzrokovati mnogobrojne probleme u sistemima grijanja i pripremi potrošne tople vode. Njihovo taloženje na izmjenjivačima topline doprinosi slabijem prijenosu topline i gubitku učinkovitosti. Naslage kamenca mogu smanjiti učinkovitost sistema grijanja od 2 % do 6 %, što u konačnici znači povećanje troškova za grijanje i veću emisiju ugljikovog dioksida CO₂. Taloženje kamenca nije ravnomjerno što dovodi do stvaranja vrućih točki, uzburkanosti vode, i stvaranju buke u sistemu. Naslage kamenca smanjuju protok vode i mogu uzrokovati oštećenje važnih dijelova kotla kao što je crpka. Zbog vlastite topline koju crpka stvara prilikom rada dolazi do taloženja kamenca unutar kućišta crpke što može smanjiti protok vode i smanjiti njen vijek trajanja [7].

Čađ je proizvod nepotpunog izgaranja ili toplinskoga raspada organskih tvari na visokim temperaturama. Čađ je važan industrijski proizvod. Kao sirovina služe ugljikovodici s velikim udjelom ugljika, kojih ima u naftnim proizvodima, prirodnom plinu i katranu. Kod plamenika stvaranje čađi je prvenstveno znak njihove loša podešenosti, te njeno nakupljanje na stjenkama ložišta izuzetno šteti korisnosti sustava. Uzmimo za primjer da se na stjenkama ložišta nakupio sloj čađi u debljini od 1 mm što nam učinkovitost sustava za oko 4 %, dok dovodi do povećanja temperature dimnih plinova za više od 50 °C. Dok kod nakupljanja sloja čađi u debljini od 4 mm govorimo o smanjenju korisnosti od 15 %, te porast temperature dimnih plinova preko 200 °C.

5. APLIKACIJA DMK FORCE

Tijekom 2016. godine naši djelatnici su izvršili 55.000 radnih naloga na terenu, te prešli 360.000 kilometara kako bi to ostvarili. Svi procesi praćenja, organizacije i izvršenja rađeni su ručno. U većini slučajeva djelatnici su sami određivali rute svojih dnevnih aktivnosti na terenu što je dovodilo u mnogim slučajevima do loše procijene, te ljudske pogreške. Kako bi uspjeli napraviti bolju organizaciju, praćenje i izvršavanje radnih

obveza upustili smo se u projekt izrade aplikacije DMK force. Prednosti koje su ostvarene implementacijom aplikacije:

- praćenje djelatnika na terenu,
- navigacija do lokacije,
- kreiranje rasporeda rada u realnom vremenu,
- kompletna evidencija stanja na terenu u realnom vremenu,
- optimizacija poslovnih procesa,
- aplikacija radi na android sustavu,
- eliminacija papirologije,
- sve informacije dostupne svim korisnicima,
- praćenje realizacije djelatnika,
- optimiziranje poslova.

Nakon implementacije aplikacije vidljiva su znatna poboljšanja u organizaciji posla, što se pokazalo i u aspektu financija. Skraćeno je vrijeme dolaska djelatnika na lokaciju rada za 39 %, smanjena je koordinacija i telefonski pozivi između voditelja i djelatnika za 57 %, izbjegla su se dupliciranja i greške u papirologiji, uštede na papirima i tonerima nisu zanemarive. Kako se tijekom rada sa aplikacijom stvara baza svih klijenata i njihovih uređaja, lako je napraviti analizu posla, te napraviti plan rada u narednim godinama [8].

6. ZAKLJUČAK

U radu su prikazana najčešća plinska i uljna trošila na našim prostorima, te kratki prikaza njihovog načina rada. Ukazana je važnost redovitog i potpunog servisa uređaja, mogući nedostaci i problemi ukoliko se trošila ne servisiraju redovito. Možemo zaključiti da ukoliko želimo zaštititi svoj život i živote drugih koji se koriste ili borave u blizini plinskih i uljnih uređaja, te smanjiti potrošnju goriva, produžiti vijek trajanja dijelova i samog uređaja moramo redovito servisirati plinske i uljne uređaje.

LITERATURA:

- [1] Vaillant, „Atmo turbo ecoTEC“, Vaillant, Zagreb 2007., url: <https://www.vaillant.hr/krajnji-korisnici>. (2.5.2017.)
- [2] Max Weishaupt GmbH, „Plinski kondenzacijski kotao WTC 15/25-A potsjetnik pri školovanju“, Schwendi 2001., url: <http://www.weishaupt.hr/produkte/brenner/gas%2C-oel-und-zweistoffbrenner>. (3.5.2017.)

- [3] Agria, „Uputstvo za upotrebu plinskih peći serije GALA 30 / GALA 50“, Osijek 2005., url: <http://agria.hr/grijanje/grijanje-izvori-topline-plinske-peci-178>. (6.5.2017.)
- [4] Arthur C. Guyton „Medicinska fiziologija“, Medicinska knjiga, Zagreb 1990.
- [5] Max Weishaupt GmbH, „Upute za montažu i pogon Weishaupt plinskog plamenika WG30.../1-C, izvedbe ZM-LN (LowNOx) WG40.../1-A, izvedbe ZM-LN (LowNOx)“, Schwendi 2002., url: <http://www.weishaupt.hr/produkte/brenner/gas%2C-oel-und-zweistoffbrenner>. (3.5.2017.)
- [6] Max Weishaupt GmbH, „Upute za montažu i pogon Weishaupt plinskih plamenika WG10 i WG20“, Schwendi 1997., url: <http://www.weishaupt.hr/produkte/brenner/gas%2C-oel-und-zweistoffbrenner>. (3.5.2017.)
- [7] "Kondicioniranje vode", www.grad.unizg.hr, 2012., url: https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/1.7._Kondicioniranje_vode.pdf. (5.5.2017.)
- [8] DMK servisi d.o.o., 31000 Osijek, url: <http://www.dmkservisi.com>. (7.5.2017.)