



**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"**

**ZBORNİK  
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)	Prof.dr.sc. Lajos Jozsa (Hungary)
Akademik prof.dr.sc. Božo Udovičić (Croatia)	Prof.dr.sc. Mirsad Raščić (BiH)
Prof.dr.sc. Drago Žagar (Croatia)	Prof.emer.dr.sc. Safet Brdarević (BiH)
Izv.prof.dr.sc. Dražen Slišković (Croatia)	Izv.prof.dr.sc. Sebastijan Seme (Slovenia)
Izv. prof.dr.sc. Eleonora Desnica (Serbia)	Prof.dr.sc. Snježana Rimac-Drlje (Croatia)
Prof.dr.sc. Goran Martinović (Croatia)	Prof.dr.sc. Tihomil Rausnitz (Germany)
Prof.dr.sc. György Elmer (Hungary)	Prof.dr.sc. Vlado Majstorović (BiH)
Prof.dr.sc. Isak Karabegović (BiH)	Akademik prof.emer.dr.sc. Zijad Haznadar(Croatia)
Izv.prof.dr.sc. Kruno Miličević (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	Prof.dr.sc. Marinko Stojkov
Doc.dr.sc. Irena Galić	Doc.dr.sc. Zlatko Tonković
Izv.prof.dr.sc. Marijana Hadzima-Nyarko	

**RECENZENTI/REVIEWERS:**

Popis prema abecednom redu imena/List in alphabetical order

Doc.dr.sc. Aleksandar N. Ašonja (Serbia)	Dr.sc. Ivica Petrović (Croatia)
Prof.dr.sc. Andrej Štrukelj (Slovenia)	Dr.sc. Janoš Šimon (Serbia)
Prof.dr.sc. Brdarević Safet (BiH)	Doc.dr.sc. Krešimir Fekete (Croatia)
Doc.dr.sc. Damir Blažević (Croatia)	Prof.dr.sc. Lidija Tadić (Croatia)
Prof.dr.sc. Damir Šljivac (Croatia)	Doc.dr.sc. Ljiljana Radovanović (Serbia)
Dr.sc. Daniela Dvornik Perhavec (Slovenia)	Izv.prof.dr.sc. Predrag Marić (Croatia)
Doc.dr.sc. Danijel Topić (Croatia)	Prof.dr.sc. Robert Cupec (Croatia)
Mr.sc. Držislav Vidaković (Croatia)	Izv.prof.dr.sc. Sebastijan Seme (Slovenia)
Izv. prof.dr.sc. Eleonora Desnica (Serbia)	Prof.dr.sc. Srete Nikolovski (Croatia)
Doc.dr.sc. Emanuel Karlo Nyarko (Croatia)	Izv.prof.dr.sc. Silva Lozančić (Croatia)
Izv.prof.dr.sc. Marija Šperac (Croatia)	Izv.prof.dr.sc. Tomislav Barić (Croatia)
Izv.prof.dr.sc. Marijana Hadzima-Nyarko(Croatia)	Doc.dr.sc. Tomislav Keser (Croatia)
Doc. dr.sc. Marinko Barukčić (Croatia)	Izv.prof.dr.sc. Tomislav Matić (Croatia)
Prof. dr. sc. Marinko Stojkov (Croatia)	Izv. prof. Uroš Klanšek (Slovenia)
Izv.prof.dr.sc. Mirko Karakašić (Croatia)	Dr.sc. Višnja Križanović Čik (Croatia)
Doc.dr.sc. Nenad Cvetković (Serbia)	Izv.prof.dr.sc. Zlata Dolaček Alduk (Croatia)
Doc. dr. sc. Goran Knežević (Croatia)	Prof. dr.sc. Zlatko Lacković (Croatia)
Dr.sc. Goran Rozing (Croatia)	Doc. dr.sc. Zlatko Tonković (Croatia)
Doc.dr.sc. Hrvoje Krstić (Croatia)	Prof.dr.sc. Zlatko Čović (Serbia)
Doc.dr.sc. Hrvoje Glavaš (Croatia)	Doc.dr.sc. Zvonimir Klaić (Croatia)
Doc.dr.sc. Ivana Šandrak Nukić (Croatia)	Izv.prof.dr.sc. Željko Hederić (Croatia)
Doc.dr.sc. Irena Ištoka Otković (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 reprodukcijskog 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/](http://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/](http://www.etfos.unios.hr/ijeces/)) and the Journal of Energy (<http://journalofenergy.com/>)

## Sadržaj

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

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

## Contents

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

---

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

# Izrada parametarskog modela ručne dizalice pomoću CAD sustava za parametarsko modeliranje temeljeno na značajkama

Preliminary notes

## Hrvoje Stojčić

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu  
Trg Ivane Brlić – Mažuranić 2, 35000 Slavonski Brod, Hrvatska  
hstojcic@sfsb.hr

## Mirko Karakašić

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu  
Trg Ivane Brlić – Mažuranić 2, 35000 Slavonski Brod, Hrvatska  
mirko.karakasic@sfsb.hr

## 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**– Primjenom CAD sustava za parametarsko modeliranje pomoću značajki generirana je familija proizvoda ručne dizalice. Prije samog modeliranja prostornog modela izvršen je analitički proračun u ovisnosti od zadanih ulaznih varijabli: težine tereta koji se podiže, visine dizanja te vrste materijala od kojih su izrađene komponente proizvoda. Proračunom je obuhvaćeno pet konstrukcijskih varijanti dizalice. Zatim je u CAD sustavu izvršen izbor zavisnih varijabli (geometrijske veličine) koje opisuju prostorni model te je izvršeno njihovo povezivanje s rezultatima proračuna. U prostornom modelu sklopa, sve zavisne varijable su dovedene u međusobne geometrijske odnose, generirajući pet konfiguracija parametarskog prostornog modela ručne dizalice. Ovaj postupak može se nazvati optimizacijom prostornog modela u odnosu na njegovu geometriju.

**Ključne riječi** - računalom podržano konstruiranje, familija proizvoda, značajka, ručna dizalica

## CREATING A PARAMETRIC MODEL OF HAND CRANE WITH CAD SYSTEM FOR PARAMETRIC MODELING BASED ON FEATURES

**Abstract** – Using the CAD system for parametric modeling by features, a family of hand crane products was generated. Prior the modeling of the model, an analytical calculation was performed depending on the given input variables: the weight of lifted load, the lift height and the type of material from which the product components are made. The calculation includes five design variants of the hand crane. Then, in the CAD system, a choice of dependent variables (geometric variables) is done. These variables describe the model of hand crane. Variables are connected with the results of the calculation. In the 3D assembly model, all dependent variables are brought in the geometric relations. In this way, they generate five configurations of the hand crane parametric model. This procedure can be called a 3D model optimization in relation to its geometry.

**Keywords** – computer aided design, product family, feature, hand crane

### 1. UVOD

Veza između funkcije i strukture proizvoda čini središnji problem konstrukcijskog procesa. Konstruktori stoga određuju način djelovanja i principe organizacije, odnosno odlučuju o strukturi tehničkog sustava. Znanost o konstruiranju stoga mora osigurati

konstrukcijsko znanje u prikladnoj formi za konstruiranje.

Tehnički sustavi imaju sljedeće vrste struktura: strukturu procesa, funkcijsku strukturu, organsku strukturu i strukturne komponente. Svaki se tehnički sustav može prikazati pomoću ove četiri vrste strukture koje sadrže konstrukcijsko znanje i informacije o



produkciju u potonjim formama [1]. Prilikom stvaranja tehničkog sustava, strukture su istovremeno karakteristike nastajanja pojedine etape razvoja tehničkog sustava za vrijeme konstrukcijskog procesa. Za potrebe ovoga rada bitne su funkcijska struktura i strukturne komponente za koje se često kaže da oblikuju fizikalnu strukturu proizvoda.

Funkcija je svojstvo tehničkog sustava koja opisuje njegovu sposobnost da ispuni svoju svrhu. Ona pretvara ulazne veličine u zahtijevane izlazne veličine (Sl. 1) pod točno određenim uvjetima [2]. Funkcije čine elemente funkcijske strukture. Unutar konstrukcijskog procesa funkcijska struktura čini polazište za gradnju fizikalne strukture proizvoda [3, 4].

Strukturne komponente čine najkonkretniji način prikaza tehničkog sustava. Ovako definirana struktura sadrži sva potrebna svojstva dana pomoću zahtjeva. Strukturne komponente su opis tehničkog sustava koje se odnose na izrađene konstrukcijske elemente (komponente), koji mogu biti različite složenosti. Komponente čine strojni dijelovi. Konstrukcijske elemente određuju sljedeća svojstva- oblik, materijal, dimenzije, tolerancije, površinska obrada, itd. [2]. Opis strukture komponente sadrži pravila za proizvodnju i sklapanje.

Proizvodi predstavljaju strukturne komponente čija se struktura uglavnom generira u CAD sustavima s podrškom za parametarsko modeliranje temeljeno na

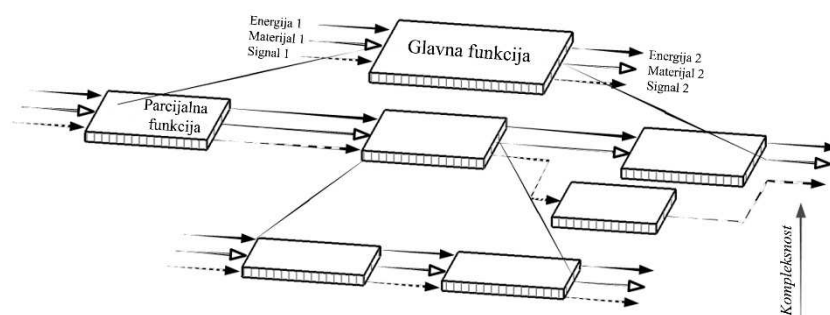
značajkama. Takvi sustavi podržavaju hijerarhijski prikaz značajki, konstrukcijske geometrije i komponenti proizvoda.

Značajke opisuju oblik tehničkog sustava i sadrže pohranjeno konstrukcijsko znanje [5]. One su pohranjene u stablu značajki CAD sustava te zajedno s geometrijskim i dimenzijskim ograničenjima sudjeluju u oblikovanju fizikalne strukture proizvoda. Oblik i dimenzije kao svojstva komponenti proizlaze iz značajki. Stoga za generiranje familije proizvoda, potrebno je upravo u značajkama potražiti one dimenzijske varijable koje će formirati međusobno povezan sustav matematičkih jednadžbi oblikujući tako konfiguracije proizvoda [5].

Familiju nekog proizvoda čine konfiguracije funkcijski istog proizvoda, ali parametarski različitog. Različitost parametara proizlazi iz njegove intervalne vrijednosti koja je utkana u opisu funkcije [3].

## 2. FUNKCIJSKA I FIZIKALNA STRUKTURA RUČNE DIZALICE

Funkcijska struktura proizvoda u mnogočemu određuje zadatke koje treba realizirati proizvod i oblik koji proizlazi iz nje. Glavna funkcija može se rastaviti na parcijalne funkcije koje odgovaraju podzadacima proizvoda i kao takve doprinose realizaciji glavne funkcije. Budući da je glavna funkcija kompleksna, njezinim rastavljanjem na parcijalne funkcije kompleksnost postaje manja (Sl. 1). Ovaj postupak naziva se funkcijska dekompozicija proizvoda [6].

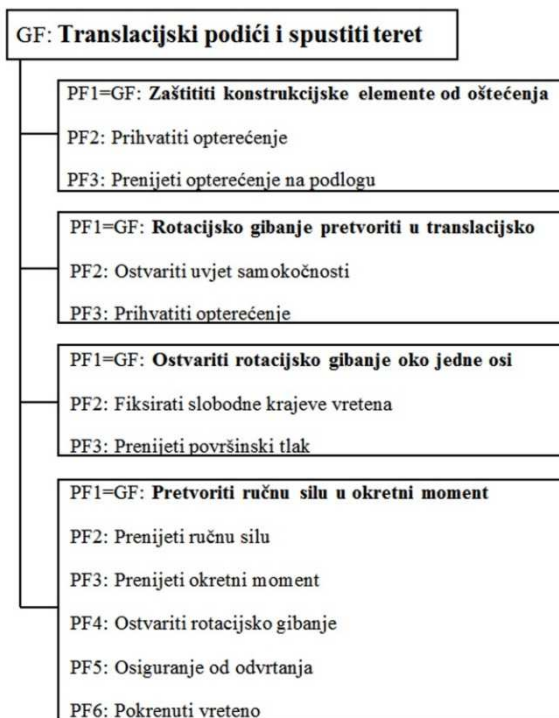


Sl. 1. Opća funkcijska struktura [7]

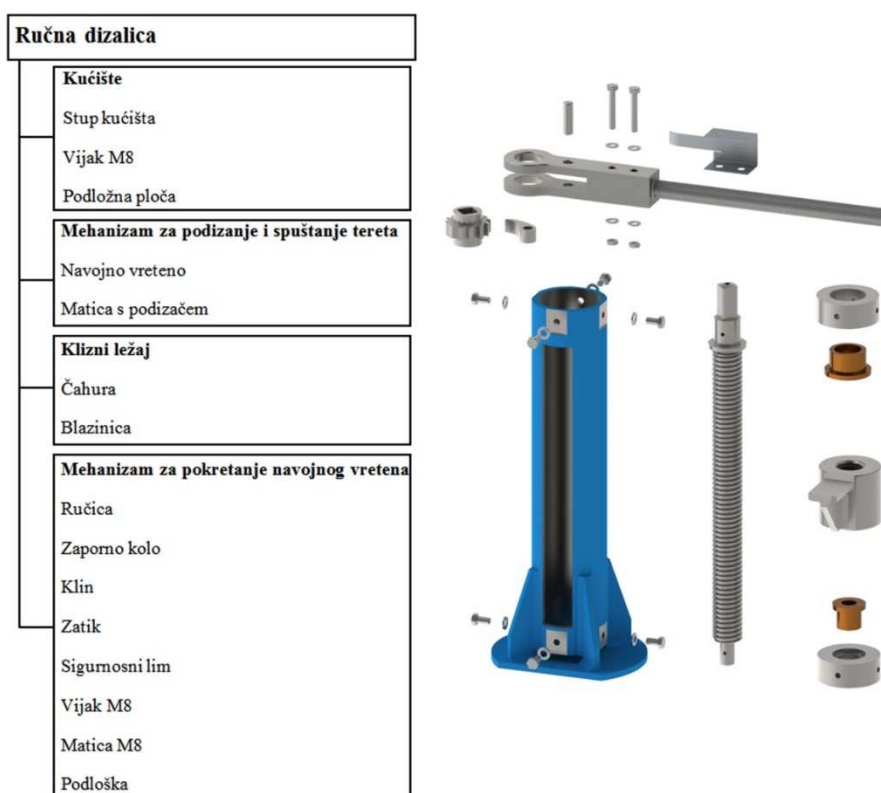
Složeni sustav može imati veliki broj zahtijevanih funkcija. Sve funkcije nisu jednako važne te stoga radi prepoznavanja i analize moraju biti klasificirane [8]. Klasifikacijom funkcija moguće je dobiti grubu i detaljnu funkcijsku strukturu proizvoda. Najbitnije

funkcije čine grubu funkcijsku strukturu koja čini jezgru proizvoda. One su kompleksne te ih je potrebno raščlaniti na funkcije manje kompleksnosti. Tako nastaje detaljna funkcijska struktura. Detaljna funkcijska

struktura ručne dizalice prikazana je funkcijskim stablom na slici 2.



Sl. 2. Detaljna funkcijska struktura ručne dizalice



Sl. 3. Fizikalna struktura ručne dizalice



Prema Ullmanu [6] iz funkcijske strukture slijedi generiranje fizikalne strukture. Ovakvu strukturu proizvoda moguće je prikazati hijerarhijskim stablom proizvoda i tabličnim prikazom strukture proizvoda [9]. Korištenjem CAD sustava za parametarsko modeliranje pomoću značajki izvršeno je modeliranje računalnog prostornog modela ručne dizalice, a na osnovi prethodno definirane funkcijske strukture. Dobiveni prostorni model i struktura proizvoda pohranjena u hijerarhijskom stablu prikazani su na slici 3.

### 3. IZBOR DIMENZIJSKIH VARIJABLI KOJE OPISUJU PARAMETARSKI MODEL RUČNE DIZALICE

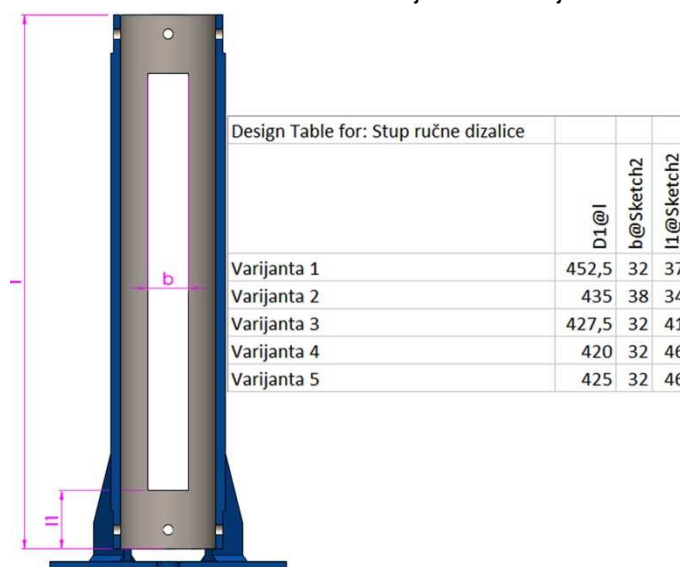
Prije izbora dimenzijskih varijabli kojima je opisan parametarski prostorni računalni model ručne dizalice, potrebno je izvršiti analitički proračun ručne dizalice. Proračunom je obuhvaćen proračun navojnog vretena i matice s podizačem te provjera tlakova i naprezanja u potonjim. Zatim je izvršeno dimenzioniranje istih konstrukcijskih elemenata. Potom je uslijedio proračun potrebnog kraka ručice sa zapornim kolom te proračun iskoristivosti ručne dizalice. Budući da je odabrana zavarena izvedba, potrebno je bilo izvršiti provjeru

naprezanja u zavarenim spojevima matice s podizačem. Detaljan prikaz proračun za pet konstrukcijskih varijanti ručne dizalice prikazan je u [10, 11].

U nastavku ovog poglavlja prikazane su dimenzijske varijable ručne dizalice koje u međusobnom odnosu oblikuju parametarski model ručne dizalice. Dimenzijske varijable prikazane su kotama na pojedinim konstrukcijskim elementima ručne dizalice te određene brojčanim iznosima (na osnovu proračuna) za svaku pojedinu varijantu ručne dizalice. Varijable su prikazane u strukturnoj tablici koja je generirana u programskom paketu SolidWork 2015 [12].

#### Stup ručne dizalice

Tri dimenzijske varijable iz komponente modela stupa (Sl. 4) izdvojene su za generiranje parametarskog modela sklopa ručne dizalice. Prvu varijablu čini visina stupa dizalice  $l$ . Ova varijabla je određena prema zadanoj visini dizanja tereta. Preostale dvije varijable, širina utora za podizač ( $b$ ) i minimalna visina dizanja tereta ( $l_1$ ) određene su prema proračunskim vrijednostima dimenzija matice s podizačem. Računske vrijednosti varijabli dane su u tablici na slici 4.



Sl. 4. Dimenzijske varijable modela stupa ručne dizalice

#### Blazinica kliznog ležaja

Blazinica kliznog ležaj ima jednu dimenzijsku varijablu. Varijabla je naziva promjer rukavca vretena ( $d_r$ ) i prikazana je na slici 5.

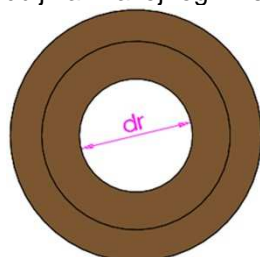
#### Navojno vreteno

Proračunom potrebnih dimenzija navojnog vretena (Sl. 6) dobivene su dvije različite

veliĉine trapeznog navoja, trapezni navoj Tr32x6 i Tr36x6. Pri izradi navoja u programu SolidWorks [12] potrebne su dimenzije profila navoja zbog naĉina izrade navoja. Kako su dimenzije profila navoja za obje veliĉine trapeznog navoja jednake, one nisu uzete kao parametarske dimenzije. Parametarske dimenzije potrebne za modeliranje trapeznog navoja provlaĉenjem profila navoja kroz

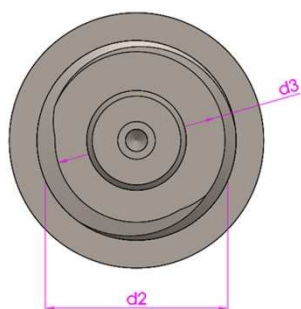
helikoidalnu zavojnicu, samo su srednji promjer navoja ( $d_2$ ) i promjer jezgre navojnog vretena ( $d_3$ ).

Budući da se svakoj varijanti ručne dizalice mijenja i ukupna duljina navojnog vretena,



Design Table for: Blaznica donjeg kliznog ležaja	
Varijanta 1	16
Varijanta 2	18
Varijanta 3	18
Varijanta 4	18
Varijanta 5	18

SI. 5. Dimenzijska varijabla modela blazinice kliznog ležaja



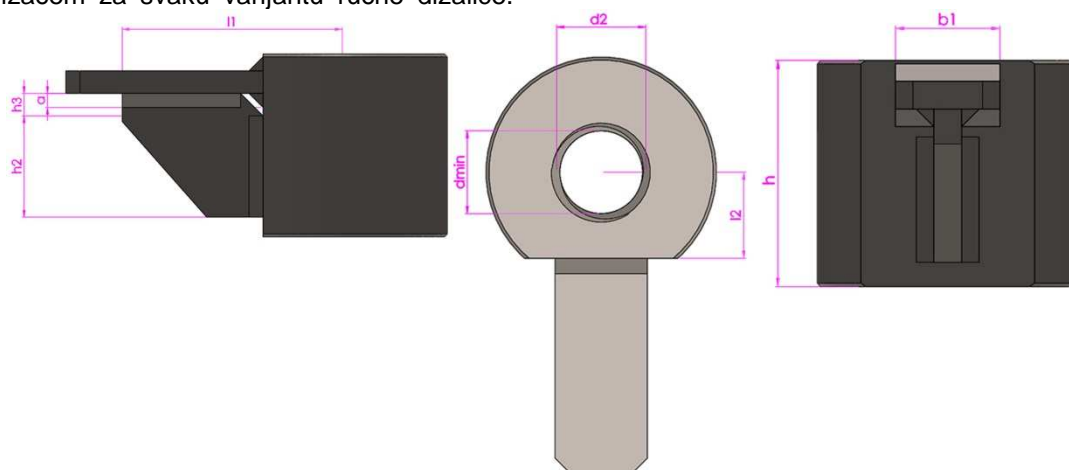
Design Table for: Navojno vreteno		
	d3@Sketch1	d2@Sketch2
Varijanta 1	25,5	29
Varijanta 2	29,5	33
Varijanta 3	29,5	33
Varijanta 4	29,5	33
Varijanta 5	29,5	33

SI. 6. Dimenzijske varijable modela navojnog vretena

### Matica s podizačem

Proračunom su određene dimenzije matice s podizačem za svaku varijantu ručne dizalice.

Dimenzijske varijable odabrane za generiranje parametarskog modela sklopa ručne dizalice prikazane su na slici 7.



SI. 7. Dimenzijske varijable modela matice s podizačem

Odabrane su sljedeće varijable: debljina zavora ( $a$ ), ukupna visina matice ( $h$ ), širina podizača ( $b_1$ ), udaljenost od središnje osi vretena do ruba ojačanja ( $l_1$ ), visina matice

( $h_2$ ), visina matice ( $h_3$ ), minimalni promjer provrta matice ( $d_{\min}$ ), srednji promjer navoja ( $d_2$ ) i udaljenost od središta minimalnog

promjera provrta do prednje plohe matice ( $l_2$ ). Vrijednosti varijabli dane su u tablici 1.

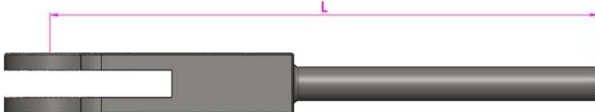
**Tablica 1.** Računske vrijednosti dimenzijskih varijabli matice s podizačem

Design Table for: Matica s podizačem									
	l2@Sketch1	dmin@Sketch1	D1@h	d2@Sketch3	b1@Sketch7	l1@Sketch9	h3@Sketch9	h2@Sketch9	a@Sketch10
Varijanta 1	28	27	65	29	30	78	8	36	5
Varijanta 2	32	31	70	33	36	88	10	42	6
Varijanta 3	32	31	75	33	30	88	8	42	5
Varijanta 4	32	31	80	33	30	88	8	42	5
Varijanta 5	32	31	80	33	30	88	8	42	5

### Ručica

Ručica za pokretanje navojnog vretena (Sl. 8) ima samo jednu dimenzijsku varijablu koja

je zadana kao ulazni podatak pri proračunu ručne dizalice, a to je duljina kraka ručice ( $L$ ).



Design Table for: Ručica	
	L@Sketch5
Varijanta 1	360
Varijanta 2	459
Varijanta 3	524
Varijanta 4	590
Varijanta 5	655

**Sl. 8.** Dimenzijske varijable modela ručice

## 4. GENERIRANJE PARAMETARSKOG MODELA RUČNE DIZALICE

Modeliranje parametarskog sklopa u domeni računalom podržanog konstruiranja postupak

je spajanja komponenti i podsklopova postavljanjem međusobnih geometrijskih i dimenzijskih ograničenja [5]. Postavljanjem geometrijskih ograničenja pojedinoj komponenti se oduzimaju stupnjevi slobode u odnosu na drugu komponentu ili podsklop.

**Tablica 2.** Konfiguracijska tablica parametarskog modela ručne dizalice

Design Table for: Ručna dizalica					
	<a href="#">\$configuration@Stup ručne dizalice&lt;1&gt;</a>	<a href="#">\$configuration@Blaznica donjeg kliznog ležaja&lt;1&gt;</a>	<a href="#">\$configuration@Navojno vreteno&lt;1&gt;</a>	<a href="#">\$configuration@Matica s podizačem&lt;1&gt;</a>	<a href="#">\$configuration@Ručica&lt;1&gt;</a>
Varijanta 1	Varijanta 1	Varijanta 1	Varijanta 1	Varijanta 1	Varijanta 1
Varijanta 2	Varijanta 2	Varijanta 2	Varijanta 2	Varijanta 2	Varijanta 2
Varijanta 3	Varijanta 3	Varijanta 3	Varijanta 3	Varijanta 3	Varijanta 3
Varijanta 4	Varijanta 4	Varijanta 4	Varijanta 4	Varijanta 4	Varijanta 4
Varijanta 5	Varijanta 5	Varijanta 5	Varijanta 5	Varijanta 5	Varijanta 5

Postoji nekoliko tehnika modeliranja parametarskog modela sklopa, a u ovom radu korištena je tehnika modeliranja sklopa odozgo prema dolje (*Top-Down*). Ovaj se pristup najčešće koristi prilikom modeliranja sklopova u fazi konceptualnog konstruiranja [2], ali i kada se, kao što je slučaj u ovome primjeru, generira parametarski model sklopa. Odozgo prema dolje tehnikom modeliranja sklopa ostvareno je međusobno povezivanje dimenzijskih varijabli komponenti i podsklopova u jedinstveni parametarski model

sklopa. U tablici 2 prikazana je međusobna povezanost konfiguracija (varijanti) ručne dizalice i komponenti u jedinstvenu familiju proizvoda parametarskog modela ručne dizalice u programskom paketu SolidWorks [12]. Veze između dimenzijskih varijabli, komponenti i konfiguracija (varijanti) prikazane su u tablici 3.

Prikaz familije parametarskog modela ručne dizalice u pet konfiguracija (varijanti) prikazan je na slici 9.

**Tablica 3.** Brojčane vrijednosti dimenzijskih varijabli komponenti

PARAMETARSKI MODEL RUČNE DIZALICE					
Parametarska dimenzija	Varijanta 1	Varijanta 2	Varijanta 3	Varijanta 4	Varijanta 5
STUP RUČNE DIZALICE					
l	452,5	435	427,5	420	425
b	32	38	32	32	32
ll	37	34	41	46	46
BLAZNICA DONJEG KLIZNOG LEŽAJA					
dr	16	18	18	18	18
NAVOJNO VRETENO					
d3	25,5	29,5	29,5	29,5	29,5
d2	29	33	33	33	33
MATICA S PODIZAČEM					
l2	28	32	32	32	32
dmin	27	31	31	31	31
h	65	70	75	80	80
d2	29	33	33	33	33
b1	30	36	30	30	30
ll	78	88	88	88	88
h3	8	10	8	8	8
h2	36	42	42	42	42
a	5	6	5	5	5
RUČICA					
L	360	459	524	590	655



**Sl. 9.** Familija proizvoda parametarskog modela ručne dizalice

## 5. ZAKLJUČAK

Primjenom CAD sustava za parametarsko modeliranje pomoću značajki danas se znatno se olakšava i ubrzava proces generiranja novog proizvoda. Izborom zavisnih varijabli koje određuju geometrijske veličine potrebe za generiranje oblika prostornog računalnog modela, te njihovim međusobnim povezivanjem sustavom matematičkih jednadžbi, moguće je dobiti parametarski prostorni model sklopa koji je polazište za stvaranje familije proizvoda.

Familije proizvoda čine konfiguraciju proizvoda koji ima istu glavnu funkciju, ali parametarski ipak različitog. Različitost parametara proizlazi iz njegove intervalne vrijednosti koja je utkana u opisu funkcije, a na primjeru modela ručne dizalice vidljiva je u proračunskom dijelu. Ulazne varijable poput težine tereta koji se podiže, visine dizanja te vrste materijala, dane su na početku proračuna te utječu na intervalne vrijednosti dimenzijskih varijabli prostornog modela. Tako je u radu unutar jedne familije proizvoda dobiveno pet različitih konfiguracija modela ručne dizalice koje imaju različite visine dizanja tereta, različite pojedine materijale od kojih su određene komponente izrađene, različite težine koje podižu i različite svojim iznosom dimenzijske varijable koje opisuju pojedinu konfiguraciju.

Variranjem intervalnih vrijednosti funkcija, variraju se dimenzijske varijable modela ručne dizalice te se na takav način ostvaruje optimizacija prostornog modela u odnosu na njegovu geometriju.

## REFERENCES:

- [1] Z. Herold, "Strukturiranje baze znanja u procesu konstruiranja", Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, PhD Thesis, 1997.
- [2] V. Hubka, W.E. Eder, "Theory of Technical Systems", Springer-Verlag, Berlin, 1988.
- [3] M. Karakašić, "Model povezivanja funkcija proizvoda, parametara i njihovih intervala vrijednosti kod razvoja proizvoda, primjenom matrice funkcije i funkcionalnosti", Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, Slavonski Brod, PhD Thesis, 2010.
- [4] Ž. Zadnik, "Matrika funkcij in funkcionalnosti izdelka v razvojno konstrukcijskem procesu", Fakulteta za strojništvo v Ljubljani, Ljubljana, PhD Thesis, 2012.
- [5] M. Kljajin, M. Karakašić, "Modeliranje primjenom računala", Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, Slavonski Brod, 2012.
- [6] D. Ullman, "The Mechanical Design Process", New York: McGraw-Hill, 1997.
- [7] G. Pahl, W. Beitz, "Engineering Design: A Systematic Approach", Springer-Verlag, London, 2001.
- [8] Đ. Dobrota, "Kvalitativna analiza u procjeni pouzdanosti pomoćnih brodskih sustava", Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Split, 2014.
- [9] T. Galeta, "Dijeljenje podataka o proizvodu kroz računalne sustave za upravljanje resursima poduzeća", Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, Slavonski Brod, PhD Thesis, 2005.
- [10] M. Kljajin, "Ručna dizalica", Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, Slavonski Brod, 2004.
- [11] H. Stojčić, "Funkcijska analiza i izrada parametarskog modela ručne dizalice", Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, Diplomski rad, 2016.
- [12] SolidWorks 2015, Dassault Systems.