

# YU|INFO|09

CONFERENCE AND EXHIBITION  
Kopaonik 08.03.-11.03.2009.



 INFORMACIONO  
DRUŠTVO SRBIJE

**ZBORNİK RADOVA**  
KONFERENCIJA O RAČUNARSKIM NAUKAMA  
I INFORMACIONIM TEHNOLOGIJAMA

**YU**  
**INFO** | **09**

CONFERENCE AND EXHIBITION

Kopaonik 08.03.-11.03.2009.

izdavač:

 **INFORMACIONO  
DRUŠTVO SRBIJE**

za izdavača:

**Prof. dr Miodrag Ivković**

odgovorni urednik:

**mr Dušan Korunović**

redakcija:

**programski odbor**

ISBN 978-86-85525-04-9

sponzor CD-a





Unesite reči za pretragu:

**Broj radova: 184**

Tomić Igor, Simić Igor:

3GPP LTE LONG TERM EVOLUTION - SISTEMI ČETVIRTE GENERACIJE

Jakus Grega, Tomažič Sašo:

AN OVERVIEW OF A MULTILINGUAL MACHINE TRANSLATION SYSTEM BASED ON THE E-SPERANTO INTERLINGUA

Stefanović Hana, Stefanović Dimitrije, Stefanović Vladimir, Popović Zoran:

ANALIZA INTEGRALNIH KARAKTERISTIKA REJLIJEVE I NAKAGAMI-M RASPODELE

Dragonjić Marko, Ristić Marko:

ANALIZA ISPITNIH ROKOVA NA NIVOU CETE 1. STUDENTSKOG PUKA VA

Pavlović Boban, Jevtović Miloško:

ANALIZA KARAKTERISTIKA SIGNALIZACIONIH PROTOKOLA PAKETSKIH MREŽA

Mančić Žaklina J., Petrović Vladimir V.:

ANALIZA KONVERGENCIJE I TACNOSTI METODA KONACNIH ELEMENATA ZA PRORACUN VODOVA SA TEM TALASOM

Raičević Anđelija, Bandur Đoko, Bandur Miloš, Popović Brankica:

ANALIZA OTPORNOSTI NA PODMETANJE ŠIFROVANOG SAOPŠTENJA JEDNE ORIGINALNE SAVRŠENE ŠIFRE

Andrić Milenko, Manojlović Stojadin:

ANALIZA RADARSKIH SIGNALA POMOĆU SPEKTRALNE ENTROPIJE

Ilić Oliver, Trkulja Zorica:

ANALIZA TRANSFER LINIJA UZ POMOC RACUNARA

Milovanović Milan, Milovanović Miloš, Vitošević Nenad:

ANALIZA UTICAJA PROGRAMIRANJA KOD RAZLICITIH SISTEMA ZA GAS NA RAD MOTORA

Ristić Olga, Urošević Vlade:

ANALIZA ZAHTEVA U RAZVOJU SOFTVERA

Šendelj Ramo, Rekić Denis, Balota Adis, Glomazić Zoran:

APLIKACIJA ZA IZABRANOG DOKTORA - „KONTAKT“

Nikolić Siniša, Penca Valentin, Savić Goran:

APLIKACIJA ZA KONFIGURISANJE IDS SISTEMA SNORT

Jovanović Saša, Milovanović Milan, Dorđević Milan, Đukić Rade, Ravlić Miroslav:

APLIKACIJA ZA LABORATORIJSKO ISPITIVANJE NA ZAMOR KAROSERIJE VOZILA

Stevović Svetlana, Milanović Predrag:

APPLICATIVE SOFTWARE AND METHODOLOGICAL APPROACH TO CIVIL ENGINEERING AND HYDRO ENERGY OPTIMIZATION MODELS

Nejgebauer Ivan, Kerac Milan, Sudarević Aleksandar, Vojnović Zoran:  
ARHITEKTURA I IMPLEMENTACIJA LDAP PROKSI SERVISIA

Gostojić Stevan, Vidaković Milan, Sladić Goran:  
ARHIVIRANJE DOKUMENATA U ALFRESCO SISTEMU

Šućurović Snežana, Simić Dejan:  
ATRIBUTIVNO BAZIRANA KONTROLA PRISTUPA - JEDNO ISPITIVANJE PERFORMANSI PRI HIJERARHIJSKI ORGANIZOVANIM ATRIBUTIMA

Milčić Dragan, Mijalović Miroslav:  
AUTOMATIZACIJA PROCESA PRORAČUNA I OBLIKOVANJA REMENOG PREOSNIKA

Toljagić Milodanović Dragana:  
B2B I PROIZVODACI PREHRAMBENIH PROIZVODA

Davidović Tatjana, Teodorović Dušan, Šelmić Milica:  
BEE COLONY OPTIMIZATION FOR SCHEDULING INDEPENDENT TASKS

Miladinović Radojko, Radojčić Srđan:  
BERZANSKI INFORMACIONI SISTEM ZA EDUKACIJU STUDENATA

Reković Denis, Šendelj Ramo, Balota Adis, Glomazić Zoran:  
BEZBJEDNOST INFORMACIONOG SISTEMA U ZDRAVSTVU

Bujas Vladan, Vajagić Miroslav, Kaprocki Zvonimir, Pjevalica Velibor:  
BI MODEL HIPERKOCKE ZA PRACENJE NAPLATE GASA

Grujović Nenad, Milivojević Vladimir, Borota Jelena, Dimitrijević Vladimir, Grujović Đorđe, Milivojević Nikola, Živić Fatima:  
BRZA IZRADA PROTOTIPOVA SA TEHNOLOGIJOM VAKUUMSKOG LIVENJA

Stefanović Milutin, Milojević Mileta, Milovanović Irina, Gavrilović Zoran:  
BUJIČNI TOKOVI I EROZIJA U VODOPRIVREDNOM INFORMACIONOM SISTEMU SRBIJE

Šimić Goran, Jevremović Aleksandar:  
CASE STUDIES IN PROBLEM BASED LEARNING

Janoš Simon, Matijević Istvan:  
DALJINSKO UPRAVLJANJE I MONITORING STAKLENIKA PUTEV INTERNETA

Mester Gyula:  
DALJINSKO UPRAVLJANJE KRETANJA MOBILNIH ROBOTA NA BAZI WEB TEHNOLOGIJA

Petrevski Branko, Petrevski Miroslava, Petrevska-Dukić Ivana, Markoski Stojan:  
DATA TRANSMISION USING XML DOCUMENTS

Popović Jovan:  
DEFINISANJE PROCESA MERENJA I ANALIZE TOKOM RAZVOJA SOFTVERA U SKLADU SA CMMI STANDARDOM

Penca Valentin, Nikolić Siniša, Okanović Dušan:  
DETEKCIJA SKYPE SAOBRAČAJA IDS SISTEMOM SNORT

Matić Vladimir, Pavić Branislav, Mileusnić Mladen, Remenski Ninoslav:  
DIGITALNI RADRSKI PRIJEMNIK ZASNOVAN NA KONCEPTU SOFTVERSKI DEFINISANOG RADIJA

Sladić Goran, Gostojić Stevan, Milosavljević Branko:  
DIGITALNO POTPISIVANJE DOKUMENATA U ALFRESCO SISTEMU

Niković Petar, Petrović Nenad:

DVOFAKTORSKA AUTENTIKACIJA KORIŠĆENJEM SMART KARTICA

Sandić-Stanković Dragana:

EFIKASNOST MORFOLOŠKE PIRAMIDALNE DEKOMPOZICIJE 3D NIZOVA

Vuković Marina, Lazić Vukić, Živković Miroslav:

EKSPERIMENTALNO - NUMERIČKI METOD ODREĐIVANJA NAJPOVOLJNIJE TEHNOLOGIJE TAČKASTOG ZAVARIVANJA

Savić Goran, Ivanović Dragan:

E-LEARNING SISTEMI OTVORENOG KODA

Ali Zayed Abouhdeama :

ELEKTRONSKE USLUGE U LIBIJSKOM BANKARSTVU

Balota Adis, Šendelj Ramo, Reković Denis, Glomazić Zoran:

ELEKTRONSKI RECEPT U PRIMARNOJ ZDRAVSTVENOJ ZAŠTITI U CRNOJ GORI

Ivković Filip, Milošević Stanislava:

E-MARKETING YU-INFO KONFERENCIJE KORIŠĆENJEM SOCIJALNIH MREŽA

Gavranović Zoran, Simić Nikola:

E-REGRUTOVANJE U PROCESU PRIBAVLJANJA LJUDSKIH RESURSA

Tokai Imre, Lazor Kolja, Markoski Branko:

EVIDENTIRANJE STATISTIKE NA VATERPOLO UTAKMICAMA

Davidović Nikola, Bogdanović Miloš, Krstić Aleksandar, Stoimenov Leonid, Stojanović Dragan, Antić Irena:

GINISED MOBILE: MOBILNA GIS APLIKACIJA ZA UNOS GEOPODATKA ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

Kos Anton, Tomažič Sašo:

HASH BASED ARCHIVING: A STUDY SYSTEM

Paunković Jane, Crnčević Nenad, Baltezrević Vesna, Doktor Robert, Paunković Nebojša, Žikić Srđan:

HEALTH INFORMATION TECHNOLOGY AND ORGANIZATIONAL CHANGE MANAGEMENT

Davidović Tatjana, Janičijević Stefana:

HEURISTIC APPROACH TO SCHEDULING INDEPENDENT TASKS ON IDENTICAL PROCESSORS

Vasković Vojkan, Ranković Marko:

IMPLEMENTACIJA I PRIMENA DELJENIH ATM MREŽA

Dončov Nebojša, Stanković Zoran, Milovanović Bratislav:

IMPLEMENTACIJA I PRIMENA NUMERICKIH TLM MODELA LEFT-HANDED METAMATERIJALA

Petronijević Miloš:

IMPLEMENTACIJA ZAŠTITE U PRENOSU PODATAKA

Milošević Danijela, Šendelj Ramo, Savić Biljana:

INDIKATORI ZADOVOLJSTVA STUDENATA ONLINE KURSEVIMA

Tot Ivan:

INFORMACIONA PODRŠKA POSLOVIMA SMEROVA NA VOJNOJ AKADEMIJI

LaLović Komten, Milošević Sladan, Gurić Iva:

INFORMACIONI SISTEM AEROFOTO SNIMANJA ZA POTREBE VAZFUHOPLOVNIH SNAGA

Jovanović Branko, Papović Marko:

INFORMACIONI SISTEM KATEDRE ZA FIZIČKU KULTURU VOJNE AKADEMIJE VOJSKE SRBIJE

Ristić Marko, Dragonjić Marko:

INFORMACIONI SISTEM STOMATOLOŠKE ORDINACIJE NA VA

Pavlović Dejan:

INFORMACIONI SISTEM ZA EVIDENCIJU BILJNIH I ŽIVOTINJSKIH VRSTA NACIONALNOG PARKA ĐERDAP

Papović Marko, Jovanović Branko:

INFORMACIONI SISTEM ZA EVIDENCIJU KVAROVA MATERIJALNO TEHNIČKIH SREDSTAVA VOJSKE SRBIJE

Tomić Nenad:

INFORMACIONI SISTEM ZA IZRADU PLANA POLAGANJA ISPITA NA VOJNOJ AKADEMIJI VOJSKE SRBIJE

Stanić-Molcer Piroška, Popović Branislav, Delić Vlado:

INTERAKTIVNE ON-LINE VEŽBE IZ DIGITALNE OBRADNE SIGNALA

Đorđević Bojan:

INTERNET I BUDUCNOST FINANSIJSKIH TRŽIŠTA

Milićević Dejan, Marković Milan, Todić Mitar, Trbojević Nataša, Anđelić Dejan:

INTERNET USLUGA ZA UNUTRAŠNJE KORISNIKE TELEKOMUNIKACIONE MREŽE PORESKE UPRAVE

Petrović Slobodan, Micić Živadin:

IS STUDENTSKE SLUŽBE KROZ MODEL IZVRSNOSTI

Radenković Sonja, Devedžić Vladan, Krdžavac Nenad:

JEDAN INTELIGENTAN SISTEM ZA OBUKU

Veličković Stevan:

JEDAN MODEL PROGNOZIRANJA TRAŽNJE NOVIH USLUGA

Bujaković Dimitrije, Bondžulić Boban, Antonić Mladen:

JEDAN PRISTUP ANALIZI UTICAJA KOLOR KOORDINATA NA MOGUĆNOSTI PRAĆENJA OBJEKATA

Petrović Vladimir V., Mančić Žaklina J.:

JEDNO REFERENTNO (BENCHMARK) REŠENJE ZA DVODIMENZIONALNE ELEKTROSTATICKE PROBLEME

Pletl Szilveszter, Csongor Gálfi :

JEDNO REŠENJE PREPOZNAVANJA LICA

Mitić Mila:

JEDNO VIDENJE PROBLEMA UREĐIVANJA PODATAKA

Pavlović Dragana, Stefanović Mihajlo, Matović Ana:

KARAKTERISTIKE OPTIČKOG SIGNALA I IZVODA SIGNALA NA IZLAZU IZ FSK PRIJEMNIKA ZA BINARNI PRENOS U PRISUSTVU ŠUMOVA

Mikluc Davorin, Đurović Željko:

KOMPARATIVNA ANALIZA ALGORITAMA ZA PRIDRUŽIVANJE PODATAKA U SISTEMIMA ZA PRAĆENJE VIŠE POKRETNIH CILJEVA

Drajić Dejan:

KONTROLA GREŠAKA U HSPA PRENOSU

Đapić Mirko , Popović Predrag, Lukić Ljubomir:

KORIŠĆENJE EKSPERTNIH SISTEMA NA BAZI TEORIJE FUNKCIJA UVERENJA U KONCEPTUALNOM PROJEKTOVANJU

Nikolić Marija, Gojgić Nataša:

KORIŠĆENJE KOMBINOVANOG UČENJA KAO METODE ZA POSTIZANJE BOLJE EFIKASNOSTI USVAJANJA ZNANJA

Bešić Cariša, Đorđević Dejan:

KORPORATIVNA DRUŠTVENA ODGOVORNOST U FUNKCIJI KREIRANJA POSLOVNE IZVRSNOSTI ORGANIZACIJE

Terzić Rajko, Ristić Nina, Ristić Jasna, Terzić Tatjana:  
LICENCE I ZDRAVSTVENE KNJIŽICE KAO NOVE FUNKCIONALNOSTI SISTEMA ZA EVIDENTIRANJE ZDRAVSTVENIH RADNIKA

Perović Slađana J.:  
MEĐUNARODNI ETANDARDI ELEKTRONSKOG PRIKUPLJANJA, OBRADE I DISTRIBUCIJE RAČUNOVODSTVENIH INFORMACIJA

Nejković Valentina, Tošić Milorad:  
MENADŽMENT STUDENTSKIH PROJEKATA I VEŽBI U WIKI SISTEMU

Kovačević Aleksandar, Zarić Miroslav:  
METALEX - XML STANDARD ZA PREDSTAVLJANJE DOKUMENATA PRAVNE REGULATIVE

Surla Dušan, Milosavljević Branko, Ivanović Dragan, Rudić Gordana:  
METAPODACI O INDIVIDUALNIM NAUČNO ISTRAŽIVAČKIM REZULTATIMA

Kostandinović Uroš:  
METODI INTEGRACIJE SIGURNOSNIH SISTEMA

Stojanović Dragan, Đorđević-Kajan Slobodanka, Predić Bratislav:  
MOBILNI INFORMACIONI SERVISI ZA PODRŠKU SIGURNOM I EFIKASNOM PREVOZU LJUDI I TRANSPORTU ROBE

Ivković Miodrag, Milanov Dušanka:  
MODEL PARTNERSKOG MARKETINGA ZA PRODAJU USLUGA MOBILNE TELEFONIJE

Jovanović Nenad, Jovanović Zoran, Popović Oliver, Zakić Aleksandar:  
MODELOVANJE FUL-DUPLEX KOMUNIKACIJE U RAČUNARSKOJ MREŽI

Blagojević Marija, Urošević Vlade:  
MOGUĆNOSTI PRIMENE VOICE XML-A U OBRAZOVANJU

Veličković Zoran, Milivojević Zoran:  
MOS TEST BAZIRAN NA INTERNETU

Marinović Miloš:  
NAČINI UPRAVLJANJA VREMENOM U IT PROJEKTIMA

Mihajlović Vladan, Antolović Igor, Babić Zoran, Rančić Dejan, Predić Bratislav, Đorđević-Kajan Slobodanka:  
NADGRADNJA HASIS 3D INFORMACIONOG SISTEMA ODBRANE OD GRADA

Šaletić Dragan, Mester Gyula:  
NANOROBOTS - STATE OF THE ART

Radoičić Miroslav, Radulović Željko, Nešić Zoran:  
NEKA RAZMATRANJA O RAZVOJU E-LEARNING MODELA

Ilić Darko, Radović Đorđe, Leković Jelena, Bugarski Zoran:  
NETCOOL SISTEM ZA NADGLEĐANJE MULTIMEDIJALNIH SERVISA U MREŽI TELEKOMA SRBIJE A.D.

Trajanović Miroslav, Arsić Stojanka, Trifunović Milan, Vitković Nikola:  
NOVI PRISTUP U GENERISANJU INTERPOLACIONIH POVRŠINA FIZIČKIH OBJEKATA

Stanojević Aleksandar:  
OBJEKTNO-ORIJENTISANI RAZVOJ SISTEMA ZA VOĐENJE EVIDENCIJE USPEHA UCENIKA VOJNE GIMNAZIJE

Milivojević Zoran N., Savić Nataša, Veličković Zoran:  
PERFORMANSE ADAPTIVNOG FRAKCIONOG FIR DIFERENCIJATORA

Kojić Nenad, Reljin Irini, Reljin Branimir:  
POBOLJŠANJE RADA HOPFIELD-OVE NEURALNE MREŽE PRIMENOM STATISTIČKE OBUKE

Nešković Siniša, Dimitrijević Kostandin, Ljubičić Miroslav, Čukalović Jovan, Babarogić Sladan, Žolt Egete:  
PODRŠKA ZA KLASIFIKOVANJE KONCEPATA U REPOZITORIJUMU ZASNOVANOM NA MODELIMA

Petrović Marijana, Pejčić-Tarle Snežana, Bogojević Dragan, Gospić Nataša:  
POLITIKA TELEKOMUNIKACIJE I OSOBE SA INVALIDITETOM

Dorđević Borislav, Timčenko Valentina:  
POREĐENJE PERFORMANSI RADA RAID-0 I RAID-1 REŠENJA U LINUX OKRUŽENJU

Jevtić Vesna, Letić Duško:  
POSTOJEĆE METODE I PRIKAZ RAZVIJENOG MODELA ZA ODREĐIVANJE TRAJANJA PROJEKTA

Busarac Nenad, Dunić Vladimir, Živković Miroslav, Slavković Radovan, Živković Petar:  
POTREBA ZA PARALELIZAZOVANJEM FEM SOFTVERA

Končar Jelena, Petrović Katai Zita:  
PRAVCI RAZVOJA ELEKTRONSKE TRGOVINE U REPUBLICI SRBIJI

Jovanović Ljubiša:  
PRECIZNI MERNI PRETVARAČ MREŽNE UČESTANOSTI

Milić Miodrag, Šenk Vojin:  
PREGLED POSTIGNutih REZULTATA U KRIPTOANALIZI FUNKCIJE SAŽIMANJA MD5

Stojković Miloš, Manić Miodrag, Trifunović Milan, Mišić Dragan:  
PREPOZNAVANJE TEHNIČKIH ELEMENATA CAD MODELA ANALIZOM NJIHOVIH ZNAČENJSKIH ODLIKA

Janev Valentina, Vraneš Sanja:  
PRETRAŽIVANJE EKSPERTIZE POMOĆU SEMANTIČKIH WEB TEHNOLOGIJA

Perišić Branko, Dimitrijević Dejan, Šarčević Ljubica, Šobić Vladimir, Gligorović Filip:  
PRIKAZ MICROSOFT ALATA I TEHNOLOGIJA ZA BRZ I EFIKASAN RAZVOJ WEB APLIKACIJA - ICET2009 STUDIJA SLUCAJA

Manojlović Stojadin, Graovac Stevica, Andrić Milenko:  
PRIMENA ADAPTIVNOG UPRAVLJANJA U SINTEZI AUTOPILOTA KOD RAKETA MALOG DOMETA

Plojović Šemsudin:  
PRIMENA B2B SEGMENTA ELEKTRONSKE TRGOVINE U SME-SEKTORU

Plojović Šemsudin:  
PRIMENA B2C SEGMENTA ELEKTRONSKE TRGOVINE U SMESEKTORU

Ivanov Saša, Dorđević Branimir, Stanujkić Dragiša:  
PRIMENA BLUMOVOG MODELA UČENJA NA KREIRANJE KURSEVA SISTEMA UČENJA NA DALJINU

Glušac Dragana, Namestovski Žolt:  
PRIMENA DIGITALNIH MULTIDISCIPLINARNIH DIDAKTIČKIH SREDSTAVA U NASTAVI U OSNOVNOJ ŠKOLI

Dunić Vladimir, Slavković Radovan, Busarac Nenad, Živković Miroslav:  
PRIMENA EKSTERNIH BIBLIOTEKA U RAZVOJU MKE SOFTVERA

Vulić Ivan :  
PRIMENA INTELIGENTNIH MOBILNIH KLIJENATA U INTERVENTNIM GIS

Okanović Dušan, Vidaković Milan:  
PRIMENA JBPM OKRUŽENJA U IMPLEMENTACIJI EUPRAVE

Jevtić Dubravka, Paskaš Milorad, Reljin Irini, Dujković Dragi, Dedić-Nešić Snežana:  
PRIMENA KRISTALNIH JEDINKI U DIGITALNOJ TV



Beljić Dejan, Milićević Nenad:

PRIMENA SAVREMENIH JAVA TEHNOLOGIJA U TELEKOM SRBIJA A.D.

Dejanović Igor, Milosavljević Gordana, Tumbas Maja, Perišić Branko:

PRIMENA SAVREMENIH TEHNIKA RAZVOJA SOFTVERA U IZRADI STUDENTSKIH PROJEKATA

Kosanović Mirko:

PRIMENA STANDARDNIH TRANSPORTNIH PROTOKOLA U BEŽIČNIM SENZORSKIM MREŽAMA

Kojić Dejan:

PRIMER PRIMENE STATVOLL-A U ODBOJCI

Nevenić Radovan, Stefanović Tomislav, Gagić Renata, Mueller Priska, Bilbajkić Svetlana, Poduška Zoran:

PRIOBALJE REKE SAVE - ANALIZE VEGETACIONOG POKRIVAČA PODRŠKOM GIS ALATA

Stančin Sara, Tomažič Sašo, Savić Dragan:

PRIVACY AND QUALITY ISSUES OF USER-CREATED CONTENT

Čukanović Dragan, Živković Miroslav:

PROCENA TRAJNE DINAMIČKE ČVRSTOĆE NOSAČA MOTORA U PROPISANIM USLOVIMA EKSPLOATACIJE

Pantelić Snežana, Ivanović Gradimir:

PROCESNI POSLOVNI MODEL I SOFTVERSKA PODRŠKA ZA USLUGE ODRŽAVANJA VOZILA U AUTOTRANSPORTNOM PREDUZEĆU

Šimić Nevena:

PROGRAM ZA EVIDENCIJU PREDMETA U POSLOVIMA CARGO TRACING-A U AVIO SAOBRAĆAJU

Đukić Radisav, Jovanović Jelena:

PROGRAM ZA RANGIRANJE ALTERNATIVA PO ODABRANIM KRITERIJUMIMA ODLUCIVANJA

Jovanović Jelena, Đukić Radisav:

PROJEKTOVANJE PROIZVODNOG CIKLUSA SLOŽENOG PROIZVODA KORIŠĆENJEM SOFTVERSKOG ALATA MS PROJECT

Segedinac Milan, Obradović Đorđe, Konjović Zora:

PROŠIRENJE INTERPRETERA XPROLOG FAZI UNIFIKACIJOM

Bojičić Srđan:

QUALITY MANAGEMENT PODRŠKA USLUZI IPTV

Tomažič Sašo, Stančin Sara:

QUALITY OF LIFE AND INFORMATION SOCIETY

Gojak Milan, Saljnikov Aleksandar, Komatina Mirko:

RAČUNARSKA SIMULACIJA RAZVOJA MEHURASTOG TOKA MEŠAVINE GAS-TEČNOST

Janković Radomir:

RAČUNARSKA SIMULACIJA SWARMINGA GRUPE NAORUŽANIH MOBILNIH PLATFORMI

Reljin Nikola, Dejanović Predrag:

RAČUNARSKI SISTEM ZA SEGMENTACIJU OBJEKATA U DIGITALNOM MAMOGRAMU

Nikolić Zoran, Nikolić Miodrag, Milosavljević Bojan:

RAD NA DALJINU - OBLIK RADA BUDUCNOSTI

Petraš Ivan:

RAZVOJ CMS SISTEMA OPTIMIZOVANIH ZA WEB PRETRAŽIVAČE

Čović Zlatko, Pejić Bojan, Bašić Robert:

RAZVOJ DESKTOP APLIKACIJA SA PYTHON PROGRAMSKIM JEZIKOM ZA PRISTUP WEB SERVISIMA

Jevtović Branislav T., Grujić Miloš R., Oklobdžija Jovan D., Oklobdžija Danilo J.:  
RAZVOJ I REALIZACIJA INFORMACIONOG SISTEMA ZA DALJINSKI NADZOR PROSTORA

Nikolić Miodrag, Petrović Života, Nikolić Zoran:  
RAZVOJ JEDNOG REŠENJA FABRIČKOG INFORMACIONOG SISTEMA

Stefanović Nenad, Stefanović Dušan:  
RAZVOJ MODELA SKLADIŠTA PODATAKA U B2B MREŽAMA

Korkarić Zlatica, Brtka Eleonora:  
RAZVOJ WEB PORTALA ZASNOVAN NA WSDM METODU

Stoimenović Leonid, Stanimirović Aleksandar, Tošić Saša, Đorđević-Kajan Slobodanka:  
REALIZACIJA INTEGRISANOG INFORMACIONOG SISTEMA ZA PRORAČUN GUBITAKA NA NISKONAPONSKOJ MREŽI

Jovanović Bojan, Jevtić Milun:  
REALIZACIJA LABORATORIJSKIH VEŽBI IZ DIGITALNE ELEKTRONIKE KORIŠĆENJEM FPGA ČIPA

Tomašević Nikola:  
REFLEKTIVNI SIMULATOR

Đivjak Nedeljko:  
REZOLUCIJSKI DOKAZIVAČ TEOREMA - OBJEKTNA IMPLEMENTACIJA

Cvjetković Vladimir:  
RFID SISTEM ZA EVIDENCIJU I PREGLED RADNOG VREMENA

Radonjić Zoran, Vujičić Momčilo:  
SAVREMENI PRAVCI RAZVOJA ALGORITAMA ZA ANALIZU GREŠAKA SISTEMA

Stefanović Mihajlo, Stefanović Dušan, Stefanović Dimitrije, Stefanović Hana:  
SELEKTIVNO KOMBINOVANJE SIGNALA U RAJSOVOM FEDING KANALU U PRISUSTVU NAKAGAMI SMETNJI

Šimić Igor, Tomić Igor:  
SIMULACIJA KAPACITETA LTE MOBILNE MREŽE

Ivković Nebojša, Diković Ljubica, Urošević Vlade:  
SIMULACIJA MATEMATIČKOG MODELIRANJA TROFAKTORNOG PROCESA POMOĆU POLINOMIJALNIH FUNKCIJA

Popović Nenad, Vukojić Predrag, Terzić Nela:  
SIMULACIONI HIDRODINAMIČKI 3D MODEL P.K. TAMNAVA ZAPAD U KOLUBARSKOM LIGNITSKOM BASENU

Paskaš Milorad, Dujković Dragi, Jevtić Dubravka:  
SINHROIZACIJA EKG SIGNALA I ULTRAZVUČNOG VIDEO SIGNALA SRCA

Šimić Radoslav K.:  
SINHROIZACIJA U MREŽAMA SA KOMUTACIJOM PAKETA

Zajić Goran, Kojić Nenad, Slavković Nikola, Reljin Nikola, Pavlović Milan, Kragović Milanko, Čabarkapa Slobodan:  
SISTEM ZA DIGITALIZACIJU, ARHIVIRANJE I PRETRAGU MEDICINSKIH SLIKA

Zarić Miroslav, Konjović Zora, Kovačević Aleksandar:  
SISTEMI OTVORENOG KODA ZA UPRAVLJANJE IT KONFIGURACIJAMA

Obrađović Slobodan, Marković Vesna, Jovanović Dragan, Lazić Ljubomir:  
SISTEMI ZA ELEKTRONSKO PLAĆANJE BAZIRANI NA KREDITNIM KARTICAMA

Bondžulić Boban, Bujaković Dimitrije, Petrović Vladimir:  
SJEDINJAVANJE MULTIFOKUSIRANIH SLIKA

Ilić Silvana, Stojanović Sanja:  
SOFTVERSKA REŠENJA U FUNKCIJI OPTIMALNOG UPRAVLJANJA U LANCU SNABDEVANJA

Obradović Đorđe, Segedinac Milan:  
SOFTVERSKA ARHITEKTURA ZA TRANSFORMACIJU GEOPROSTORNIH PODATAKA

Đorđević Milan, Srećković Vesna, Jovanović Saša:  
SOFTVERSKA PODRŠKA PROJEKTU ZA OBUKU DEFANZIVNE VOŽNJE

Stanković Zoran, Milovanović Bratislav, Dončov Nebojša:  
SOFTVERSKI PAKET "MW-CAVITY" ZA ODREĐIVANJE REZONANTNIH FREKVENCIJA OPTEREĆENOG MIKROTALASNOG REZONATORA ZASNOVAN NA NEURONSKIM MREŽAMA

Brтка Eleonora, Korkarić Zlatica:  
SORTIRANJE I FILTRIRANJE HTML DOKUMENATA U SISTEMU ZA ANALIZU PODATAKA

Radović Snežana:  
SPECIFIČNOSTI UVOĐENJA SAP BUSSINESS ONE MODELA U SLUŽBU NABAVKE

Antić Slobodan, Obradović Jasna, Rakić Janko:  
SPREDŠIT INŽENJERSTVO - MODEL DELFI METODE U SPREDŠITOVIMA

Marinković Verica, Pavić Branislav:  
STABILNI LOKALNI OSCILATOR ZA DIGITALNI RADARSKI PRIJEMNIK NOVE GENERACIJE

Vasiljević Verica, Kajgana Nikola, Odadžić Borislav, Petković Vesna, Ilić Veselin, Miletić Ana:  
STIL UČENJA U TRADICIONALNOM MULTIMEDIJALNOM PRISTUPU NASTAVI PREDMETA RAČUNARSKE MREŽE

Pinter Robert:  
STILOVI UČENJA U SISTEMIMA STUDIRANJA NA DALJINU

Popović Jovan:  
TEHNIKE MERENJA VELIČINE SOFTVERA

Markoski Branko, Mirjanić Dragoljub, Šetrajčić Jovan, Ivanković Zdravko, Pelemiš Svetlana:  
TEHNIKE TESTIRANJA PROGRAMA

Mihić Željko, Alfirević Đuro, Racković Uroš:  
TESTIRANJE STUDENATA NA VOJNOJ AKADEMIJI PRIMENOM SOFTVERSKOG PAKETA I WEB APLIKACIJE

Milosavljević Gordana, Tumbas Maja, Perišić Branko, Dejanović Igor:  
UML PROFIL ZA SPECIFIKACIJU KORISNIČKOG INTERFEJSA POSLOVNIH APLIKACIJA BAZIRAN NA HCI STANDARDU

Sudarević Aleksandar, Nejgebauer Ivan, Kerac Milan, Vojnović Zoran:  
UNS VPN SERVIS

Zočević Vladimir, Krneta Radojka:  
UPOTREBA VIDEOKONFERENCIJA U KORPORATIVNIM TRENINZIMA

Jokanović Dušan P.:  
USING DSP IN RADIO-FREQUENCY SPECTRUM MONITORING

Petrović Nenad, Niković Petar:  
USPOSTAVA INTERNE PKI HIJERARHIJE U ORGANIZACIJI NA BAZI MICROSOFT PKI SISTEMA

Marinović Miloš:  
UTICAJ KOMPONENTI NA AKTIVNOSTI U IT PROJEKTIMA - JEDAN PRISTUP

Lašović Komlen, Jovanović Ivan, Gurić Iva:  
UVOD U PRETRAGU PODATAKA POSLOVNIH PROCESA

Dorđević Maja, Rudović Predrag, Dorđević Milan:

UVODENJE INFORMACIONOG SISTEMA ZA IDENTIFIKACIJU ASPEKATA ŽIVOTNE SREDINE U ZASTAVA AUTOMOBILIMA

Milosavljević Dragan, Radaković Aleksandar:

VAN-OSNI KRITERIJUMI OTKAZA DRUGOG REDA KOD JEDNODIREKCIONIH KOMPOZITNIH MATERIJALA

Ilić Srđan, Stojanović Dragan A.:

VIRTUELNA PRIVATNA MREŽA NA SLOJU 3 OSI MODELA SA PRIMEROM KONKRETNE IMPLEMENTACIJE

Petošević Vladimir :

VRSTE VIDEOKONFERENCIJE I KONTROLA TOKA

Đurović Saša, Živić Predrag, Vuković Đorđe:

WEB APLIKACIJA ZA KATASTAR NEPOKRETNOSTI UZ PRIMENU SOA ARHITEKTURE I GIS TEHNOLOGIJE

Brtka Vladimir, Berković Ivana, Brtka Eleonora:

WEB BAZIRAN SISTEM ZA ANALIZU PODATAKA

Atanasijević Srđan, Vojnović Đuro, Matijević Milan:

WEB NASTAVA: PREPORUKE ZA PLANIRANJE I IMPLEMENTACIJU

Risteovski Dejan, Petkovski Milan, Spasov Vane, Trajanov Dimitar:

WEB TOOL FOR BRAINSTORMING - SOFTWARE TOOL FOR GENERATING IDEAS

Blagojević Marija, Stanković Milena:

XML SEMA KAO TEMPLEJT ZA OPIS SCORM SADRŽAJA

Jeremić Miljan, Kostadinović Đorđe, Jeremić Dušan, Randelović Miloš

XSALES - SNAGA KOMBINACIJE PC-A I POCKETPC-A



[povratak na meni](#)

# BRZA IZRADA PROTOTIPOVA SA TEHNOLOGIJOM VAKUUMSKOG LIVENJA

## RAPID PROTOTYPING WITH VACUUM CASTING TECHNOLOGY

Dr Nenad Grujović<sup>1</sup>, Dr Nikola Milivojević<sup>1</sup>, Vladimir Milivojević<sup>1</sup>,  
Vladimir Dimitrijević<sup>1</sup>, Jelena Borota<sup>1</sup>, Mr Fatima Živić<sup>1</sup>, Đorđe Grujović<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Mašinski fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac, Srbija, mfkkg@kg.ac.yu  
<sup>2</sup> IBM United Kingdom Limited, London, Velika Britanija

**Sadržaj** – Ovaj rad je nastao kao rezultat primene tehnologije vakuumskog livenja za brzu izradu prototipova u Centru za informacione tehnologije na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu. Kako je ovo relativno nova tehnologija i jedinstvena oprema u regionu, u radu su date osnove tehnologije, kao i iskustva stečena u procesu izrade.

**Abstract** – This paper is a result of use of vacuum casting technology with rapid prototyping in Centre for information technologies at the Faculty of Mechanical Engineering in Kragujevac. Since this is rather new technology, and unique piece of equipment in region, this paper presents its basics, together with experiences gained in actual prototyping.

### 1. UVOD

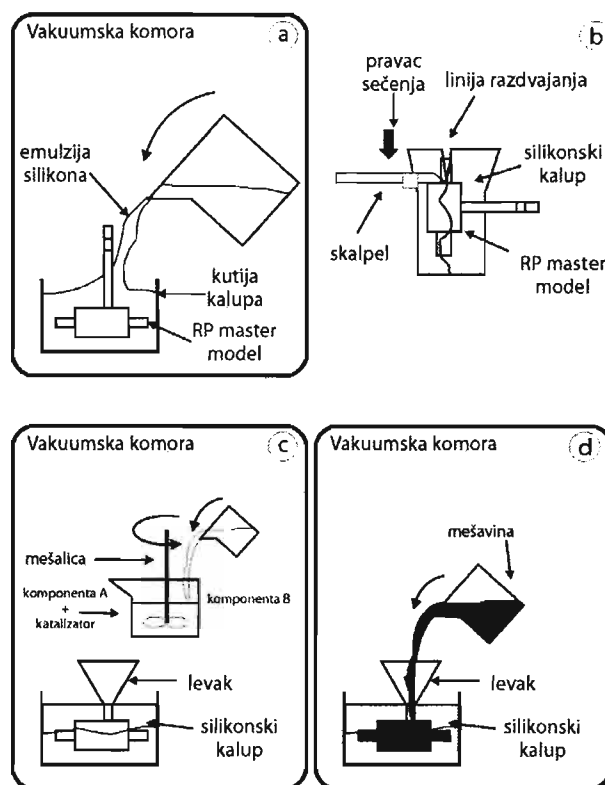
Tehnologije za brzu izradu prototipova (engl. Rapid Prototyping – RP) su danas prisutne u širokom spektru industrijskih oblasti zbog brojnih prednosti koje nude. Iako je RP relativno nova pojava u industriji, ove savremene tehnologije su za kratko vreme omogućile dostizanje niza ciljeva koje moderno tržište definiše, kao što su primarni zahtevi skraćivanja vremena do pojave proizvoda na tržištu i smanjenje cene proizvoda. Viši stepen vizualizacije u ranim fazama projektovanja, otkrivanje grešaka projektovanja pre izrade alata i brza izrada alata za proizvodnju fizičkih prototipova postižu se primenom RP tehnologija. Razvoj velikog broja RP tehnologija i postupaka doveo je i do toga da se danas njihovom pojedinačnom i kombinovanom upotrebom mogu ostvariti i brza izrada alata (engl. Rapid Tooling – RT) i brza proizvodnja (engl. Rapid Manufacturing – RM).

RT obuhvata niz RP tehnika koje se koriste za brzu izradu složenih alata, kalupa i oblika koji se zatim koriste za izradu gotovih delova. Tehnike koje su prisutne u praksi su vakuumsko livenje[1], livenje gipsanih kalupa[2], livenje kalupa od smole[3], centrifugalno livenje[4], precizni liv i druge. One se najčešće primjenjuju kada se radi o malim serijama proizvoda i kada bi izrada alata uobičajenim postupcima bila jako skupa. Rezultat je kombinovanja RP tehnika sa konvencionalnim alatima da bi se od CAD podataka u praksi proizveo kalup za manje vremena i sa manje troškova u odnosu na tradicionalne metode.

### 2. TEHNOLOGIJA VAKUUMSKOG LIVENJA

Za proizvodnju funkcionalnih delova od plastike, metala i keramike, vakuumsko livenje u kalupu od silikonske gume predstavlja najfleksibilniji i najčešće korišćen RT postupak[5]. Prosto rečeno, to je livenje u vakuumskoj komori koje koristi podpritisak u komori da potpuno popuni kalup mešavinom. Time se znatno umanjuje mogućnost pojave mehurova unutar dela, a dobijaju se delovi vrlo slični po karakteristikama onima koji se izrađuju livenjem pod pritiskom[6]. Ovaj postupak odlikuju sledeće prednosti:

- **Ekstremno visoka rezolucija.** I najsitniji detalji master modela se mogu preneti na silikonski kalup, pa čak i otisci prstiju!
- **Značajno olakšano vađenje delova iz kalupa.** Geometrijski detalji koji bi onemogućili vađenje iz tvrdog kalupa, lako se mogu izvaditi iz savitljivog kalupa od silikonske gume.



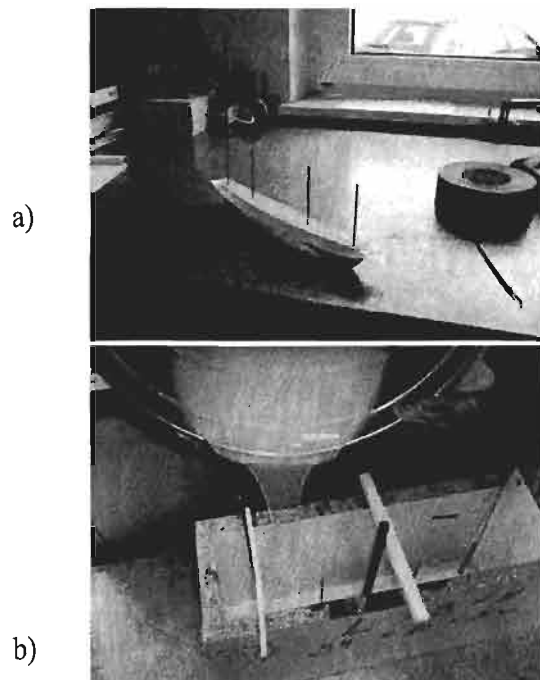
Slika 1. Izrada silikonskog kalupa i livenje prototipa

Slika 1. prikazuje princip tehnologije vakuumskeg livenja koju čine sledeće operacije: (a) nalivanje silikonske gume, (b) razdvajanje kalupa, (c) mešanje polimera, i (d) ulivanje polimera u kalup. Master model, koji je zakačen za ulivni sistem, se spušta u kontejner. Emulzija silikonske gume se sipa u kontejner preko master modela. Zatim se silikonska guma suši u pećnici na temperaturi od 70°C u trajanju od tri sata, dok se ne stvrdne. Onda se na tako dobijenom stvrdnutom silikonskom kalupu skalpelom formira linija razdvajanja. Master model se zatim izvadi iz kalupa, a na njegovom mestu ostaje šupljina. Polovine kalupa se onda sastave, i uliva se materijal. To može biti poliuretan, a ulivanje se vrši u vakuumu da bi se izbegle nepravilnosti usled zarobljenog vazduha. Dodatno pečenje na temperaturi od 70°C u trajanju od četiri sata je potrebno da bi se očvrsnuo deo od polimera. Ovi kalupi se najčešće koriste za vakuumsko livenje. U kalupu od silikonske gume može da se izradi do 20 poliuretanskih delova, pre nego što dođe do pucanja.

### 3. POSTUPAK IZRADE DELOVA TEHNOLOGIJOM VAKUUMSKOG LIVENJA

U praksi, postupak izrade delova vakumskim livenjem se može podeliti u više faza: izrada kalupa, izrada modela i postprocesiranje.

**Izrada kalupa.** Za vakumsko livenje neophodan je master model prema kojem se izrađuje kalup. Od kvaliteta master modela direktno zavisi i kvalitet odlivaka. Za master modele mogu se koristiti delovi izrađeni većinom RP postupaka, mada najbolje karakteristike poseduju delovi izrađeni SLA postupkom. Treba voditi računa pri izboru postupka izrade master modela, jer je preciznost vakuumskeg livenja izuzetna – moguće je da se otisci prstiju preslikaju na odlivak!



Slika 2. Izrada kalupa: a) priprema master modela i dodavanje ulivnog sistema, b) nalivanje silikonske gume

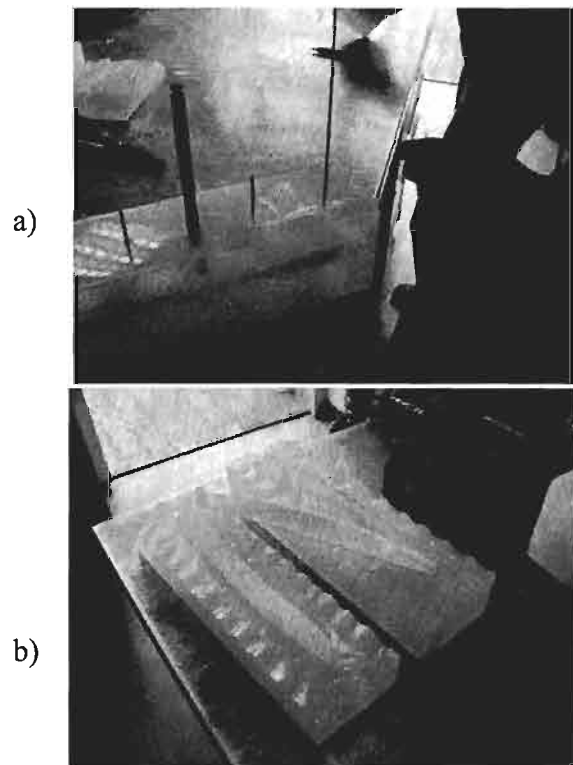
Način podele kalupa je predmet analize pre nego što se pristupi njegovoj izradi. Iako su kalupi od silikonske gume izuzetno fleksibilni, ipak treba voditi računa o tome da deo na kraju treba izvaditi bez uništenja kalupa. Takođe, pre izrade kalupa treba zatvoriti sve otvore na master modelu koji mogu onemogućiti vađenje mastera iz kalupa.

Nasuprot uobičajenom načinu izrade kalupa, a više nalik samom livenju, ulivni sistem i odušci se dodaju na master model pre nalivanja kalupa. Dobra strana ovakvog načina izrade je što se ulivni sistem može dizajnirati i izraditi na RP mašini zajedno sa master modelom. Moguće je i formirati kalup za izradu više odlivaka odjednom.

Kada je master model dopunjen ulivnim sistemom i osloncima, ceo sklop se spušta u livačku kutiju i fiksira. Kutija treba da bude nepropusna za silikon i da dobro podnosi temperature do 80°C.

Silikon za kalup je relativno lako dostupan, mada se mogu koristiti i drugi specijalni materijali. Priprema silikona podrazumeva da se i iz njega uklone mehuri gasa, što se postiže držanjem silikona u vakumskoj komori oko 15 minuta.

Nalivanje kalupa se vrši pažljivo da ne bi došlo do krupnih grešaka koje će se kasnije odslikati na odlivku. Nakon nalivanja, kalup se ubacuje u vakumsku komoru na 15-20 minuta zbog uklanjanja eventualnih mehura gasa.



Slika 3. Izrada kalupa: a) razdvajanje i obrada dobijenog kalupa, b) gotov kalup sa izvađenim master modelom

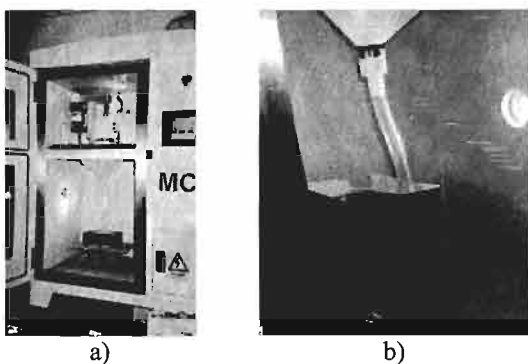
Iako silikon može da očvrsne i na sobnoj temperaturi, preporučuje se sušenje na 40°C u trajanju od 4 do 8

časova, jer tada neće doći do širenja master modela.

Pre rasecanja kalupa moraju se ukloniti kutija i delovi ulivnog sistema. Ukoliko je u prethodnim koracima označena linija razdvajanja, kalup je potrebno raseći duž oznake upotrebom skalpela ili dodatnog alata. Ne mora se strogo voditi računa o pravilnom sečenju po liniji razdvajanja, jer neravna površina razdvajanja omogućava lakše sastavljanje kalupa.

**Liveenje.** Postupak samog livenja se sastoji iz tri koraka: zagrevanja kalupa, pripreme materijala i livenja.

Pre livenja, kalup se mora zagrejeti na  $65\div 70^{\circ}\text{C}$  i spojiti. Jednostavni kalupi sastoje se iz dva dela, a složeniji mogu imati i više delova. Pri spajanju kalupa treba voditi računa o zaptivenosti spoja, pa se često koristi i lepljiva traka da onemogući curenje materijala.



Slika 4. Izrada odlivka: a) postavljanje kalupa u mašinu, b) livenje

Uporedo sa zagrevanjem kalupa može se pripremiti i materijal. On se uglavnom dobija mešanjem dve komponente (A i B), gde je jedna komponenta osnovni materijal, a druga predstavlja katalizator. Obe komponente se zasebno zagrevaju na  $65\div 75^{\circ}\text{C}$  u trajanju od 2 časa u vakuumu (zbog uklanjanja mehura). Potrebno je izračunati količinu komponenti potrebnu za izradu dela, što se dobija množenjem mase dela i specifične gustine mešavine uz uračunavanje gubitaka u ulivnom sistemu.

Nakon pripreme, komponente se sipaju u spremišta mašine koja automatski formira mešavinu. Na kraju, mašina uliva materijal u ulivni sistem, a vakuum omogućava da se kalup u potpunosti popuni.

**Postprocesiranje.** Kada je deo izliven, potrebno je ukloniti ulivni sistem i staviti kalup u pećnicu na  $68^{\circ}\text{C}$ . Ovo omogućava da materijal potpuno očvrstne, pre nego što se deo izvadi iz kalupa. Pri vađenju dela iz kalupa mora se voditi računa o delu, kao i o kalupu, da ne bi došlo do oštećenja. Zatim je potrebno ukloniti višak materijala sa dela. Ukoliko su se na delu javile deformacije (posebno izraženo kod tankozidnih modela), zagrevanjem dela u pećnici u trajanju od 10 minuta može se dobiti korektna geometrija.

Raznovrsnost materijala koji se mogu koristiti za vakuumsko livenje omogućava široku oblast primene. U osnovi, radi se o poliuretanskoj (PU) plastici koja karakteristikama odslikava druge tipove plastike. Tako se mogu koristiti PU materijali sa osobinama ABS-a, polipropilena, polikarbonata, pa čak i sa fleksibilnim karakteristikama nalik na gumu. Takođe, na raspolaganju su i providni materijali, a sirovom materijalu se boja može dodavati po potrebi.

Pošto je vakuumsko livenje u osnovi slično ostalim postupcima livenja, mogu se koristiti postojeće tehnologije za ubacivanje delova od drugih materijala u odlivak, za kreiranje tekture i površinsku obradu.

#### 4. PRAKTIČNA PRIMENA VAKUUMSKOG LIVENJA PLASTIKE

Sisteme za vakuumsko livenje proizvodi kompanija MCP Vacuum Casting Machines (od septembra 2008. posluje kao MTT Technologies Group). U njihovoj aktuelnoj ponudi se nalazi više različitih sistema za vakuumsko livenje, čije su karakteristike prikazane u Tabeli 1.

	MCP 5/01 ULC	MCP 5/01 (PLC)	MCP 4/04 ULC (PLC)	MCP 5/04 (PLC)	MCP 5/05 (PLC)	MCP 5/06 (PLC)
<b>Dimnzije kućišta</b>	1.175 x 900 x 750 mm	1.175 x 900 x 594 mm	1.910 x 1.510 x 900 mm	2.320 x 2.800 x 1.350 mm	2.320 x 2.800 x 1.350 mm	2.300 x 3.000 x 1.250 mm
<b>Maksimalne dimenzije kalupa</b>	530 x 450 x 425	530 x 450 x 425	750 x 900 x 750 mm	1.050 x 2.050 x 1.000 mm	1.050 x 2.050 x 1.000 mm 640 x 600 x 1.000 mm	650 x 900 x 1.000 mm – leva 650 x 900 x 1.000 mm – desna
<b>Zapremina odlivka</b>	0.8 dm <sup>3</sup> / max. 850 g	0.8 dm <sup>3</sup> / 850 g	6,5 kg	2.2 dm <sup>3</sup> / 2,5kg 5,5 dm <sup>3</sup> / 6,0 kg	2.2 dm <sup>3</sup> / 2,5kg 5,5 dm <sup>3</sup> / 6,0 kg	2x2.2 dm <sup>3</sup> / 5,0 kg 2x5,5 dm <sup>3</sup> / 12,0 kg
<b>Najveća vrednost vakuuma</b>	0,5 mbar	0,5 mbar		0,5 mbar	0,5 mbar	0,5 mbar

Tabela 1. Komercijalni sistemi za vakuumsko livenje plastike kompanije MCP



Slika 5. MCP 5/01 sistem u prostorijama Centra za informacione tehnologije Mašinskog fakulteta u Kragujevcu

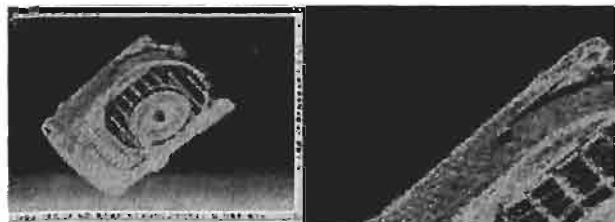
U Centru za informacione tehnologije Mašinskog fakulteta u Kragujevcu za vakuumsko livenje plastike upotrebljava se uređaj MCP 5/01 (PLC), prikazan na Slici 5., koji je nabavljen u okviru realizacije FP6 projekta.

Za izradu kalupa koriste se uglavnom master modeli dobijeni tehnikom 3D štampe. U tu svrhu koristi se uređaj ZPrinter 310 System. O osnovama tehnologije 3D štampe kao i o iskustvima u izradi prototipova ovom tehnologijom već je prikazano u radovima [7] i [8].



Slika 6. ZCorporation ZPrinter 310 System u prostorijama Centra za informacione tehnologije Mašinskog fakulteta u Kragujevcu

Da bi se master model mogao izraditi na 3D štampaču, potrebno je generisati STL fajl na osnovu CAD modela. U praksi se često se kao polazna osnova za izradu CAD modela koristi oblak tačaka dobijen digitalizacijom originalnog dela na laserskom 3D skeneru, Slika 7, [9].

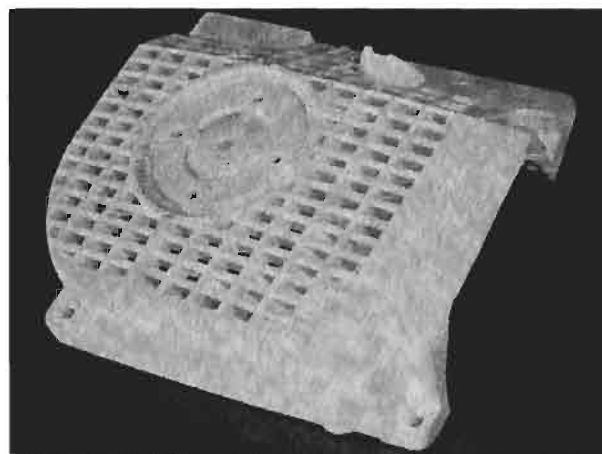


Slika 7. Oblak tačaka dobijen digitalizacijom originalnog dela na laserskom skeneru



Slika 8. CAD model dobijen postupkom reverznog inženjeringa

Na osnovu dobijenog CAD modela, Slika 8., formira se odgovarajući STL fajl. Rezultujući STL fajl se učitava u namensku aplikaciju ZPrint Software koja upravlja izradom na 3D štampaču. Na slici 9. je prikazan izgled gotovog modela štampanog na 3D štampaču.



Slika 9. Fizički model dobijen postupkom 3D štampe

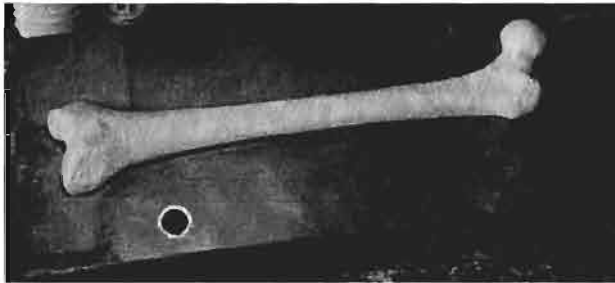
Opisani postupci nalaze svoje mesto primene i u medicini. RP medicinski modeli su našli primenu u planiranju kompleksnih hirurških intervencija, simulaciji, projektovanju i izradi implanata, medicinskih uređaja, hirurških pomoćnih alata, kao i u inženjeringu tkiva. U radu [10] je detaljno prikazana procedura pri proizvodnji medicinskih modela korišćenjem RP tehnologija, primena RP tehnologija u različitim granama medicine kao i budući trendovi i potrebe razvoja istih. U Centru za informacione tehnologije na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu u okviru projekta TR 12012 napravljen je kalup za model butne kosti (femur) i izlivena je serija modela koja će biti iskorišćena u naučno-nastavne svrhe na medicinskim ustanovama.

U praksi se pokazalo da je za pripremu kalupa potreban u proseku 1 radni dan, i da je sa tako dobijenim kalupom moguće izrađivati 4-5 delova dnevno, u zavisnosti od kompleksnosti i veličine samog modela. Treba imati u vidu da se pomoću jednog silikonskog kalupa napravljenog vakuumskim livenjem u nekim slučajevima može proizvesti približno 100 odlivaka.

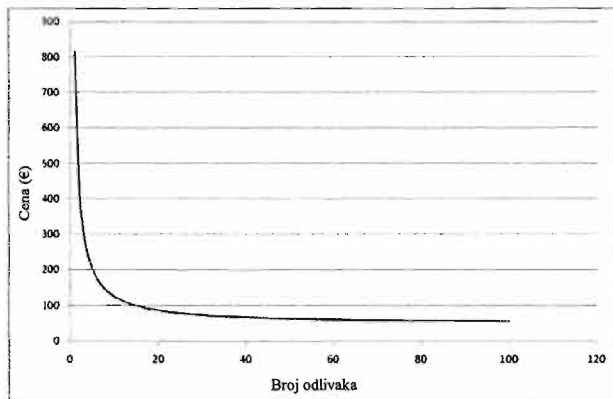


Brza (ili direktna) proizvodnja predstavlja korak više od RP procesa: to je izrada gotovih proizvoda u velikim serijama na bazi RP postupaka i srodnih tehnologija. Izrađeni predmeti imaju sve karakteristike gotovog proizvoda, a cena izrade nije mnogostruko veća, što je naročito izraženo kod RP tehnologija. Jedna od primena tehnologije vakuumnog livenja je upravo brza proizvodnja plastičnih delova.

Za manje serije moguća je isplativa proizvodnja upotrebom RP mastera i vakuumnog livenja. Urađena analiza troškova serijske izrade modela butne kosti (femur), slika 10., pokazala je zavisnot troškova od broja odlivaka korišćenjem tehnologije vakuumnog livenja, Slika 11.



Slika 10. Model butne kosti (femur)



Slika 11. Zavisnost troškova izrade modela od broja komada u seriji

Iskustva stečena u upotrebi tehnologije vakuumnog livenja plastike u Centru za informacione tehnologije Mašinskog fakulteta u Kragujevcu ukazuju na mogućnost i isplativost primene ove tehnologije u našim uslovima. Dalji pravci rada i ispitivanja u ovoj oblasti u Centru delom su vezani i za aktivnosti projekta TR12012 (*Primena računarski podržanih tehnologija u hirurgiji koštano zglobnog sistema*) koji finansira Ministarstvo nauke Republike Srbije.

## 6. ZAKLJUČAK

Tehnologije za brzu izradu prototipova su prisutne u širokom spektru industrijskih oblasti zbog brojnih prednosti koje nude. Ove savremene tehnologije su za kratko vreme omogućile dostizanje niza ciljeva koje moderno tržište definiše, kao što su primarni zahtevi

skraćanja vremena do pojave proizvoda na tržištu i smanjenje cene proizvoda. Viši stepen vizualizacije u ranim fazama projektovanja, otkrivanje grešaka projektovanja pre izrade alata i brza izrada alata za proizvodnju fizičkih prototipova postizu se primenom RP tehnologija. Ovi se postupci najčešće primenjuju kada se radi o malim serijama proizvoda i kada bi izrada alata uobičajenim postupcima bila skupa.

Raznovrsnost materijala koji se mogu koristiti za vakuurno livenje omogućava široku oblast primene. Mogu se koristiti postojeće tehnologije za ubacivanje delova od drugih materijala u odlivak, za kreiranje teksture i površinsku obradu. Primena RP i RT tehnika nije više ograničena samo na izradu prototipova, kao na početku razvoja ovih tehnologija. Materijali i tehnologije se razvijaju na takav način da omogućavaju i razvoj malih serija gotovih proizvoda. Proizvodnja malih serija predstavlja idealno rešenje za veći broj specifičnih potreba kod proizvoda namenjenih ograničenom manjem broju korisnika, pri čemu se omogućava dostizanje visokog kvaliteta i iterativno unapređenje proizvoda iako nije namenjen velikim serijama.

Uloga vakuumnog livenja kao procesa u okviru RP tehnologija je veoma značajna jer dozvoljava postizanje visoke preciznosti, kontrolu procesa livenja, čime omogućava kontrolisane karakteristike proizvoda, kao i primenu širokog spektra različitih materijala s aspekta ekonomičnosti njihove primene. Sistem za vakuurno livenje u Centru za informacione tehnologije Mašinskog fakulteta u Kragujevcu omogućava proučavanje optimalnih uslova rada, karakteristika samog procesa, kao i načine postizanja zahtevanih dimenzija, površinskih karakteristika materijala odlivka, kao i ostalih željenih karakteristika odlivka. Time se omogućava postizanje konstantnih rezultata visokog kvaliteta, uz kraće vreme rada, manji nivo greške i značajne uštede.

## LITERATURA

- [1] Tromans G. P., *Producing Models and Tooling for the Rover Group*, Manufacturing Technology Update, IEE, 1993.
- [2] Muller T., *Recent developments in the use of the rapid prototyping to prototype die cast parts*, Proceedings of the Fifth International Conference on Rapid Prototyping, s. 253-258, 12-15 Juni 1994
- [3] Ruud A. N., *Rapid tooling for resin transfer moulding*, Proceedings of Sixth International Conference on Rapid Prototyping, s. 205-215, 4-7 Juni 1995.
- [4] Schaefer L., *Spin-casting fully functional metal and plastic parts from stereolithography models*, Proceedings of Sixth International Conference on Rapid Prototyping, s. 217-236, 4-7 Juni 1995.
- [5] Venuvinod K. P., Ma W., *Rapid prototyping – Laser-based and other Technologies*, Kluwer Academic Publishers, 2004, s. 312
- [6] Trajanović M., Grujović N., Milovanović J., Milivojević V.: *Računarski podržane brze proizvodne*

*tehnologije*, monografija, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2008

- [7] Grujović N., Milivojević N., Milivojević V., Dimitrijević V., Grujović Đ., „Iskustva u brzom izradi prototipova tehnologijom 3D štampe“, 31. Savetovanje proizvodnog mašinstva Srbije i Crne Gore sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova, str. 437-442, Kragujevac, 2006
- [8] Grujović N., Milivojević N., Milivojević V., Dimitrijević V., Grujović Đ., „Brza izrada prototipova tehnologijom 3D štampe“, V Skup privrednika i naučnika, SPIN 2007, Zbornik radova, str. 38-42, Beograd, 2007
- [9] Grujović N., Milivojević N., Milivojević V., Dimitrijević V., Borota J., Grujović Đ., „Primena 3D štampe u procesu reverznog inženjeringa“, YUINFO 2008, Zbornik radova na CD-u, Kopaonik, 2008
- [10] Milovanović J., Trajanović M., *Medical applications of Rapid Prototyping*, FACTA UNIVERSITATIS, Series: Mechanical Engineering Vol. 1, Nov 10, 2007, s. 1 - 2