

Univerzitet u Kragujevcu
MAŠINSKI FAKULTET U KRAGUJEVCU
KATEDRA ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO
Kragujevac, Srbija



**31. SAVETOVANJE PROIZVODNOG
MAŠINSTVA SRBIJE I CRNE GORE
SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM**

**31. CONFERENCE ON PRODUCTION
ENGINEERING OF SERBIA AND
MONTENEGRO
WITH FOREIGN PARTICIPANTS**

**ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS**

Kragujevac, 19. - 21. septembar 2006.



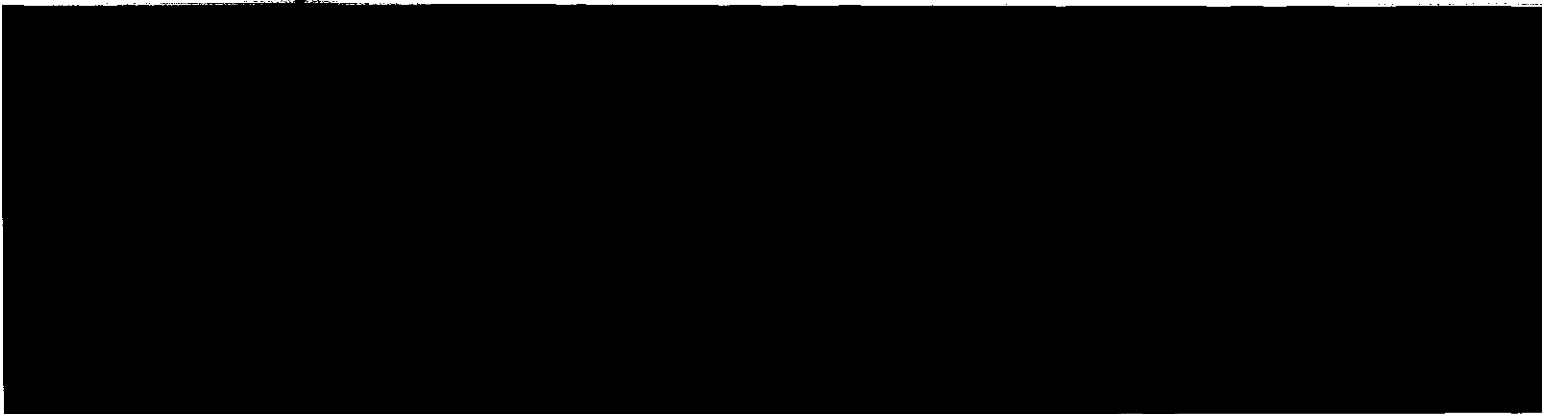
**31. SAVETOVANJE PROIZVODNOG
MAŠINSTVA SRBIJE I CRNE GORE
SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM**

*31th CONFERENCE ON PRODUCTION
ENGINEERING OF SERBIA AND MONTENEGRO
WITH FOREIGN PARTICIPANTS*



ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS

Kragujevac, 19. - 21. septembar 2006.



SADRŽAJ

UVODNI REFERATI INTRODUCTORY PAPERS

- U1 **Љ. Тановић**
ПОКАЗАТЕЉИ ПРИВРЕДНИХ КРЕТАЊА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ
INDICATORS OF ECONOMIC TRENDS IN THE REPUBLIC OF SERBIA 3
- U2 **М. Plančak**
NOVE PARADIGME U RAZVOJU SAVREMENIH TEHNOLOGIJA
PLASTIČNOG OBLIKOVANJA METALA
*NEW PARADIGM IN THE DEVELOPMENT OF MODERN METAL FORMING
TECHNOLOGIES* 11
- U3 **Д. Домазет**
ЗНАЧАЈ ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ПРОИЗВОДНОМ
ИНЖЕЊЕРСТВУ
*THE IMPACT OF INFORMATION TECHNOLOGY (IT) ON PRODUCTION
ENGINEERING* 31

SEKCIJA A: PROIZVODNJE TEHNOLOGIJE, OBRADNI SISTEMI I MATERIJALI SECTION A: PRODUCTION TECHNOLOGIES, MANUFACTURING SYSTEMS AND MATERIALS

- A1: PROIZVODNE TEHNOLOGIJE - Obrada rezanjem**
PRODUCTION TECHNOLOGIES - Cutting
- A1 **М. Lazić**
EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA U OBRADI METALA REZANJEM
EXPERIMENTAL RESEARCHES IN METAL CUTTING 39
- A2 **Д. Milikić, М. Sekulić, М. Gostimirović**
MODELIRANJE PROCESA BUŠENJA
MODELING OF DRILLING 49
- A3 **Г. Globočki - Lakić, В. Nedić, Р. Dakić, V. Golubović - Bugarski, Д. Čiča**
KOMPLEKSNOST PROBLEMA DEFINISANJA OBRADIVOSTI MATERIJALA
COMPLEXITY OF DEFINING A PROBLEM OF MATERIAL MACHINABILITY 57
- A4 **И. Milutinović, М. Sokić, S. Aksentijević**
ODREĐIVANJE TEMPERATURE REZANJA METODOM KONAČNIH
ELEMENATA
*CUTTING TEMPERATURE DETERMINATION BY THE FINAL ELEMENTS
METHOD* 65
- A5 **С. Sekulić, В. Nikolić**
ZAVISNOST PARAMETARA FUNKCIJE POUZDANOSTI REZNOG ALATA OD
REŽIMA RADA PRI OBRADI NA STRUGU
*DEPENDENCE RELIABILITY FUNCTION PARAMETERS OF CUTTING TOOLS
AWAY CUTTING CONDITIONS IN TURNING* 73
- A6 **М. Gostimirović, Д. Milikić, М. Sekulić**
UTICAJ VRSTE MATERIJALA ELEKTRODE NA TEHNOLOŠKE
KARAKTERISTIKE ELEKTROEROZIVNE OBRADNE
*THE INFLUENCE OF TYPE MATERIAL ELECTRODE ON THE TECHNOLOGIES
CHARACTERISTIC OF ELECTRO DISCHARGE MACHINING* 78

A7	L. Ivanović, D. Josifović, G. Devedžić OGRANIČENJA PRI IZBORU GEOMETRIJE ALATA ZA PROFILISANJE TROHOIDNOG OZUBLJENJA <i>LIMITS BY THE CHOICE OF THE TOOL GEOMETRY TO PROFILING OF TROCHOIDAL GEARING</i>	82
A8	B. Nedić, N. Vesić, Z. Stošić ANALIZA TROŠKOVA OBRADJE ODVALNIM GLODANJEM <i>ANALYSES OF HOB MILLING EXPENCES</i>	88
A9	M. Radovanović MODEL ZA ODREĐIVANJE TROŠKOVA LASERSKOG SEČENJA <i>MODEL FOR DETERMINATION COSTS OF LASER CUTTING</i>	93
A10	D. Temeljkovski, M. Janković, B. Rančić, S. Nusev NOVI PRISTUP IZRADI MATRICE PRESA ZA PELETIRANJE <i>NEW APPROACH OF MANUFACTURING PRESS DIE FOR PELETING</i>	97
A11	B. Rančić, M. Janković, D. Temeljkovski, S. Nusev PROJEKTOVANJE MERNIH MESTA I DEFINISANJE MERNO-REGULACIONE OPREME MAŠINE ZA PELETIRANJE <i>DESIGN OF MEASURING POINTS AND DEFINING OF MEASUREMENT- REGULATION EQUIPMENT OF PELLETING MACHINE</i>	103
A12	B. Kršljak OBRADA DRVETA REZANJEM SA OBRAZOVANJEM STRUGOTINE KLASIFIKACIJA I OPŠTI POJMOVI <i>PROCESSING WOOD BY CUTTING WITHWOOD CHIP FORMATION CLASSIFICATION AND GENERAL CONCEPTS</i>	109
A13	A. Babić, N. Ilić SAVREMEN KONCEPT PROJEKTOVANJA GLODAČKIH GLAVA U RUDARSTVU I IZRADI PROFILA TUNELA <i>NEW CONCEPT OF ROADHEADER DESIGN IN MINING AND TUNNELING INDUSTRIES</i>	114
A2:	PROIZVODNE TEHNOLOGIJE - Obrada plastičnim deformisanjem <i>PRODUCTION TECHNOLOGIES - Forming</i>	
A14	V. Marinković ANALIZA PROCESA VIŠEFAZNOG MASIVNOG DEFORMISANJA <i>AN ANALYSIS OF THE BULK FORMING MULTIPHASE PROCESS</i>	121
A15	D. Vilović, D. Movrin, M. Plančak, I. Trbojević, M. Krašnik DEFORMABILNOST MATERIJALA PRI SABIJANJU PUNOG I ŠUPLJEG VALJKA RAVNIM I IZDUBLJENIM PLOČAMA <i>MATERIAL FORMABILITY AT UPSETTING OF CYLINDER BY FLAT AND HOLLOW PLATES</i>	127
A16	M. Nožić, H. Djukić NOVI PRISTUP DIMENZIONISANJU VIŠESTEPENIH ALATA <i>NEW APPROACH TO DIMENSIONING OF MULTISTAGE TOOLS</i>	133
A17	S. Aleksandrović, M. Stefanović ZNAČAJ SILE DRŽANJA U REALIZACIJI UPRAVLJANJA PROCESOM DUBOKOG IZVLAČENJA <i>SIGNIFICANCE OF BLANK HOLDING FORCE IN REALIZATION OF DEEP DRAWING PROCESS CONTROL</i>	139
A18	П. Станковић, М. Шљивић НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА ОБРАДЕ У ЗАТВОРЕНОМ КОВАЧКОМ АЛАТУ <i>NUMERIC FORMING SIMULATION IN CLOSED FORGING TOOL</i>	147

A19	Ž. Babić RAZVLAČENJE TAILORED BLANKS OD MATERIJALA RAZLIČITE DEBLJINE <i>STRETCH FORMING OF DIFFERENT THICKNESS TAILORED BLANKS</i>	153
A20	M. Vilotić, M. Plančak, D. Movrin ANALIZA SUPROTNOSMERNOG ISTISKIVANJA POMOĆU UBET-A <i>BACKWARD EXTRUSION ANALYSIS BY UBET</i>	159
A21	P. Skakun, M. Škunca, M. Plančak, L. Šiđanin, M. Math, D. Vilotić ODREĐIVANJE VELIČINE DEFORMACIJE KOD HLADNOG ISTISKIVANJA ALUMINIJUMSKIH ELEMENATA-EKSPERIMENTALNI I NUMERIČKI PRISTUP <i>STRAIN STATE DETERMINATION IN COLD EXTRUDED ALUMINIUM ELEMENT – EXPERIMENTAL AND NUMERICAL APPROACH</i>	165
A22	D. Adamović, M. Stefanović, M. Živković, V. Lazić UTICAJ RAZLIČITIH PARAMETARA NA SILU IZVLAČENJA PRI DUBOKOM IZVLAČENJU SA STANJENJEM DEBLJINE ZIDA <i>INFLUENCE OF DIFERENT PARAMETERS ON IRONING FORCE DURING IRONING</i>	171
A23	M. Samardžić, M. Stefanović, S. Aleksandrović UTICAJ ISTORIJE DEFORMISANJE NA OBRADIVOST PRI RAZVLAČENJU KAROSERIJSKOG LIMA OD AL-LEGURE <i>THE INFLUENCE OF STRAIN HISTORY ON FORMABILITY IN STRETCH FORMING AL-ALLOY SHEET METAL</i>	181
A24	V. Mandić, T. Marinković, M. Živković FE ANALIZA PROCESA ISTISKIVANJA ALUMINIJUMSKIH ŠUPLJIH PROFILA <i>FE ANALYSIS EXTRUSION PROCESS OF HOLLOW SECTION ALUMINIUM PROFILES</i>	187
A25	I. Trbojević, M. Milutinović, O. Lužanin FAZE OBLIKOVANJA PRIPREMAKA U PROCESU TOPLOG VALJANJA PRSTENA SLOŽENOG PRESEKA <i>FORMING PHASES OF BILLET FOR HOT RING ROLLING WITH VARIABLE CROSS SECTION</i>	195
A26	M. Milutinović, Đ. Čupković, D. Vilotić, T. Pepelnjak SIMULACIJA PROCESA KOMBINOVANOG HLADNOG ISTISKIVANJA <i>SIMULATION OF COMBINED COLD EXTRUSION PROCESS</i>	201
A27	B. Mišić, V. Pejić, V. Mandić UTICAJ KONTAKTNOG TRENJA NA POJAVU DEFEKATA PRI OBLIKOVANJU CIJEVNIH PRIPREMAKA <i>INFLUENCE OF CONTACT FRICTION ON APPEARANCE OF DEFECTS IN FORMING TUBULAR PIECES</i>	207
A28	I. Trbojević ANALIZA PERTLOVANOG SPOJA PLAŠTA SILOSA <i>ANALYSIS OF A LACED JOINT ON SILO MANTLE</i>	213
A3:	PROIZVODNE TEHNOLOGIJE - Zavarivanje <i>PRODUCTION TECHNOLOGIES - Welding</i>	
A29	M. Jovanović, R. Čukić, V. Lazić, N. Ratković, M. Mutavdžić TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA REPARATURNOG ZAVARIVANJA I NAVARIVANJA OŠTEĆENIH ZUBA ZUPČANIKA <i>TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF REPARATORY WELDING AND HARD-FACING OF THE DAMAGED GEAR TEETH</i>	217

- A30 **M. Mutavdžić, V. Lazić, M. Jovanović, R. Čukić, S. Rakić**
 PROIZVODNO I REPARATURNO NAVARIVANJE DELOVA GRAĐEVINSKE
 MEHANIZACIJE
*MANUFACTURING AND REPARATORY HARD-FACING OF THE CIVIL
 ENGINEERING MECHANIZATION PARTS* 225
- A31 **V. Lazić, M. Jovanović, R. Vulović, N. Ratković**
 PREGLED ČELIKA POVIŠENE JAČINE I OCENA NJIHOVE ZAVARLJIVOSTI
*REVIEW OF HIGH STRENGTH STEELS AND ESTIMATES OF THEIR
 WELDABILITY* 235
- A32 **V. Lazić, M. Jovanović, R. Vulović, N. Ratković,**
 IZBOR OPTIMALNE TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA CEVI POLUOBLOGE I
 KUTIJE ZADNJEG MOSTA KAMIONA VATROGASNOG VOZILA
*SELECTION OF OPTIMUM TECHNOLOGY FOR WELDING OF THE REAR AXLE
 SEMI-HOUSING AND BOX OF THE FIRE TRUCKS* 243
- A33 **D. Jovanić, S. Stojadinović, D. Steva**
 PROJEKTOVANJE BAZE PODATAKA ATESTIRANIH ZAVARIVAČA
DESIGN OF DATABASE OF ATTESTED WELDERS 251
- A3: MATERIJALI**
MATERIALS
- A34 **Z. Gulisija, B. Jordović, M. Stefanović, A. Patarić, B. Nedeljković, V. Djordjević**
 MOGUĆNOST PRIMENE NOVOG TEHNOLOŠKOG POSTUPKA LIVENJA
 ALUMINIJUMSKIH LEGURA
*THE POSSIBILITY FOR APPLICATION OF NEW PRODUCTION PROCESS FOR
 CASTING ALUMINUM ALLOYS* 257
- A35 **M. Todić, O. Miletić**
 BIFURKACIJA SLOJEVA KOD DVOSLOJNIH KOMPOZITNIH MATERIJALA
BIFURCATION OF LAYERS AT TWOLAYER COMPOSITE MATERIALS 263
- A36 **O. Miletić, M. Todić**
 ISPITIVANJE ANIZOTROPIJE MEHANIČKIH OSOBINA TRAKE
*ANISOTROPY EXAMINATION OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF
 BOUND* 269
- A37 **E. Romhanji, M. Stefanović**
 PRIMENA Al-Mg LEGURA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI
APPLICATION OF Al-ALLOYS IN CAR INDUSTRY 275
- A38 **S. Baloš, L. Šidanin, D. Rajnović**
 PONAŠANJE GRAFITA U NODULARNOM LIVU PRI ZATEZNOM I
 PRITISNOM OPTEREĆENJU
TENSILE AND COMPRESSION NODULE BEHAVIOUR IN DUCTILE IRON 281
- A39 **O. Erić, D. Rajnović, L. Šidanin, S. Baloš,**
 PRELAZNA TEMPERATURA NODULARNOG LIVA LEGIRANOG BAKROM U
 LIVENOM I TERMIČKI TRETIRANOM STANJU
*TRANSITION TEMPERATURE OF AS-CAST AND AUSTEMPERED COPPER
 ALLOYED DUCTILE IRON* 288
- A4: OBRADNI SISTEMI**
MANUFACTURING SYSTEMS
- A40 **D. Milutinović, M. Glavonjić, S. Živanović**
 FUNKCIONALNI SIMULATOR TROOSNIH MAŠINA SA PARALELNO
 KINEMATIKOM
FUNKTIONAL SIMULATOR OF PARALLEL KINEMATICS MACHINES 295

A41	W. Itals, V. Taranenko, A. Šwić MODELLING THE ACCURACY OF AXIALSYMMETRIC SHAFT MANUFACTURING <i>MODELIRANJE TAČNOSTI IZRADE OSNOSIMETRIČNIH DELOVA</i>	305
A42	Lj. Savić, R. Janković, S. Kovačević PRIMENA MAŠINE WIRTGEN SM 3500 NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA UGLJA <i>APPLICATION OF MACHINE WIRTGEN SM 3500 AT SURFACE COAL PITS</i>	311
A43	M. Rogić S. Ilinčić <i>SIGURNOST INDUSTRIJSKIH ROBOTA</i> SAFETY OF INDUSTRIAL ROBOTS	317
A44	V. Kopp, V. Taranenko, A. Šwić, L. Mazurek OPTIMIZATING PARAMETERS OF MULTITASK CNC MACHINE TOOLS IN FLEXIBLE PRODUCTION SYSTEMS – Part I <i>OPTIMIZIRAJUĆI PARAMETRI MULTIOPERACIJSKIH CNC MAŠINSKIH ALATA U FLEKSIBILNIM PROIZVODNIM SISTEMIMA – Deo 1</i>	323
A45	V. Kopp, V. Taranenko, A. Šwić, L. Mazurek OPTIMIZATING PARAMETERS OF MULTITASK CNC MACHINE TOOLS IN FLEXIBLE PRODUCTION SYSTEMS – Part 2 <i>OPTIMIZIRAJUĆI PARAMETRI MULTIOPERACIJSKIH CNC MAŠINSKIH ALATA U FLEKSIBILNIM PROIZVODNIM SISTEMIMA – Deo 2</i>	329
A46	R. Đukić MERENJE ISKORIŠĆENJA PROIZVODNIH KAPACITETA METODOM MAKSIMALNE MESEČNE PROIZVODNJE <i>MEASURING THE DEGREE OF THE USE OF PRODUCTION CAPACITIES USING THE METHOD OF THE MAXIMAL MONTHLY PRODUCTION</i>	333
SEKCIJA B: UPRAVLJANJE PROIZVODNIM SISTEMIMA, RAZVOJ PROIZVODA I CAx TEHNOLOGIJE		
<i>SECTION B: MANAGAMENT OF PRODUCTION SYSTEMS, PRODUCTS DEVELOPMENT AND CAx TECHNOLOGIES</i>		
B1: UPRAVLJANJE PROIZVODNIM SISTEMIMA MANAGAMENT OF PRODUCTION SYSTEMS		
B1	V. Majstorović, T. Šibalija EU / SERBIA MANUFACTURE STRATEGIC RESEARCH AGENDA or manufacture in Serbia?	341
B2	B. Ivković PRODUKTIVNOST RADA I KAPITALA U OBRADNIM SISTEMIMA <i>LABOUR AND CAPITAL PRODUCTIVITY IN MACHINING SYSTEMS</i>	347
B3	M. Kokić KONKURENTNOST I PRODUKTIVNOST DOMAĆIH INDUSTRIJSKIH SISTEMA <i>COMPETITIVENESS AND PRODUCTIVITY OF DOMESTIC INDUSTRIAL SYSTEMS</i>	351
B4	M. Stefanović, M. Erić, S. Mitrović INTEGRACIJA INFORMACIONIH RESURSA U PROIZVODNIM PREDUZEĆIMA KORIŠĆENJEM XML <i>INTEGRATION OF INFORMATION RESOURCES IN PRODUCTION COMPANIES USING XML</i>	357
B5	D. Krstić GLOBALNI TOKOVI U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI <i>GLOBALIZATION EXPENSES IN AUTOMOTIVE INDUSTRY</i>	363

B6	S. Ćurčić, R. Nikolić, A. Dragašević FAZI OCENJIVANJE VIRTUELNOG TIMA ZA PROJEKTE ENERGETSKE EFIKASNOSTI <i>FUZZY EVALUATION VIRTUAL TEAMS FOR POWER EFFICIENCY PROJECTS</i>	369
B1:	RAZVOJ PROIZVODA <i>PRODUCTS DEVELOPMENT</i>	
B7	M. Manić, G. Devedžić, M. Stojković ANALIZA TEHNOLOGIČNOSTI PRIMENOM TEHNIČKIH ELEMENATA <i>FEATURE-BASED MANUFACTURABILITY ANALYSIS</i>	375
B8	P. Dašić, R. Ječmenica, B. Nedić EVROPSKA RTD MISIJA U OBLASTI TEHNIČKIH NAUKA <i>EUROPEANS RTD MISSION IN THE FIELDS OF TECHNICAL SCIENTIFIC</i>	385
B9	R. Antić ODREĐIVANJE PRIPREMKA POMOĆU FUZZY LOGIKE <i>PROJECTION OF PREPARATION TOOL THROUGH FUZZY LOGIC</i>	397
B10	Z. Marjanović, R. Brzaković MODELIRANJEM I RAČUNARSKOM SIMULACIJOM DO BOLJEG KVALITETA PROIZVODA <i>BETTER QUALITY OF PRODUCTS THROUGH MODELLING AND COMPUTER SIMULATION</i>	401
B11	N. Vesić ZNAČAJ BOJE U TEHNOLOŠKOM LANCU IZRADE PROIZVODA <i>THE COLOR IMPORTANCE IN THE TECHNOLOGICAL CHAIN OF PRODUCTS MANUFACTURING</i>	407
B12	M. Blagojević DVOSTEPENI CIKLOREDUKTOR NOVE KONCEPCIJE <i>TWO STAGE CYCLO SPEED REDUCER WITH NEW CONCEPT</i>	416
B13	D. Krstić MULTIDISPERZIONE KOMPRESIONE BRIZGALJKE GORIVA <i>HOMOGENEOUS CHARGE COMPRESSION IGNITION</i>	420
B2:	CAx TEHNOLOGIJE <i>CAx TECHNOLOGIES</i>	
B14	D. Tanikić, M. Manić, G. Devedžić PRIMENA SISTEMA ZASNOVANIH NA VEŠTAČKOJ INTELIGENCIJI PRI MODELIRANJU PROCESA OBRADJE REZANJEM <i>ARTIFICIAL INTELLIGENCE BASED APPROACH IN MODELING OF METAL CUTTING PROCES</i>	425
B15	N. Grujović, N. Milivojević, V. Milivojević, V. Dimitrijević, Đ. Grujović ISKUSTVA U BRZOJ IZRADI PROTOTIPOVA TEHNOLOGIJOM 3D ŠTAMPE <i>EXPERIENCES IN RAPID PROTOTYPING WITH 3D PRINTING TECHNOLOGY</i>	437
B16	Lj. Lukić, S. Ivanović RAZVOJ I CAD/CAM PROJEKTOVANJE ALATA ZA "FORM" AMBALAŽU <i>DEVELOPMENT AND CAD/CAM DESIGN OF TOOLS FOR PAPER PULP MOULDS PACKS</i>	443
B17	D. Krstić CAx TEHNOLOGIJA MREŽNOM KOMUNIKACIJOM „P2P“ U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI <i>CAx TECHNOLOGY VIA PEER-TO-PEER COMMUNICATION</i>	447

- B118 **O. Lužanin, M. Plančak, D. Vilotić**
 KONCEPT VR-CAD RADNE STANICE ZA PROJEKTOVANJE U
 POLUIMMERZIVNOM OKRUŽENJU
 CONCEPT OF A SEMI-IMMERSIVE VR-CAD WORKSTATION 453
- B119 **J. Milovanović, M. Trajanović, M. Stojković**
 PREDNOSTI I NEDOSTACI SLM TEHNOLOGIJE NA PRIMERU IZRADE
 ALATA ZA VULKANIZACIJU PNEUMATIKA
 ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF SLM TECHNOLOGY IN
 MANUFACTURING COMPLEX PART SUCH AS TYRE MOLD 461
- B20 **D. Erić, Lj. Djordjević, G. Miodragović**
 PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKE BAZE ZNANJA KAO DELA CAPP
 SISTEMA ZA TEHNOLOGIJE ELEKTROERODIRANJEM
 DESIGN OF TECHNOLOGICAL DATABASE AS A PART OF CAPP SYSTEM FOR
 ELECTRIC-ERROSION TECHNOLOGIES 469
- B21 **S. Vulović, M. Živković, N. Grujović, V. Mandić**
 THE CONTACT PROBLEMS BASED ON THE PENALTY METHOD
 REŠAVANJE KONTAKTNIH PROBLEMA PENALTI METODOM 474
- B22 **S. Tabaković, M. Zeljković, R. Gatalo**
 PRIMENA NAPREDNIH KONCEPCIJA RAZVOJA POSTPROCESORA ZA
 NUMERIČKI UPRAVLJANE MAŠINE ALATKE
 APPLICATION OF ADVANCED CONCEPTION POSTPROCESSOR FOR MACHINE
 TOOLS WITH NUMERICAL CONTROL BUILDING 480
- B23 **I. Maričić, R. Slavković, S. Radonjić**
 PRIMER PROGRAMIRANJA TEHNOLOŠKIH OPERACIJA NA „HAAS“ CNC
 GLODALICI
 EXAMPLE OF PROGRAMMING TECHNOLOGY OPERATIONS ON HAAS" CNC
 MILL 486
- B24 **L. Dejan, V. Todić, M. Milošević**
 AUTOMATIZACIJA PROJEKTOVANJA TEHNOLOŠKIH PROCESA IZRADE
 TIPSКИH DELOVA ALATA ZA BRIZGANJE PLASTIKE
 AUTOMATION OF PROCESS PLANNING FOR MANUFACTURING OF TYPE
 PARTS FOR PLASTIC INJECTION MOLDS 492
- B25 **I. Trbojević, O. Lužanin, M. Milutinović**
 SOFTVER ZA AUTOMATSKO PROJEKTOVANJE FAZA OBLIKOVANJA PRIP-
 REMKA U PROCESU TOPLOG VALJANJA PRSTENA SLOŽENOG PRESEKA
 PROCESS PLANNING SOFTWARE FOR HOT RING ROLLING WITH VARIABLE
 CROSS SECTION 498

**SEKCIJA C: TRIBOLOGIJA, REVITALIZACIJA, REINŽENJERING I
 ODRŽAVANJE**

**SECTION C: TRIBOLOGY, REVITALISATION, REENGINEERING AND
 MAINTAINING**

**C1: TRIBOLOGIJA
 TRIBOLOGY**

- C1 **M. Soković, J. Kopac, L.A. Dobrzanski, J. Mikula, K. Golombek, D. Pakula**
 CUTTING CHARACTERISTICS OF PVD AND CVD-COATED CERAMIC TOOL
 INSERTS
 REZNE KARAKTERISTIKE PVD I CVD PREVLAKA NA KERAMIČKIM
 PLOČICAMA 505

- C2 **S. Zeković, R. Kovačević**
MODELING OF LASER-BASED DIRECT METAL DEPOSITION
MODELIRANJE DEPOZICIJA BAZIRANIH NA LASERSKOM NANOŠENJU 511
- C3 **M. Babić, R. Ninković, S. Mitrović, I. Bobić**
UTICAJ TERMIČKE OBRADNE NA TRIBOLOŠKO PONAŠANJE Zn-Al LEGURA
INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON TRIBOLOGICAL BEHAVIOR OF Zn-Al ALLOYS 519
- C4 **D. Kakaš, B. Škorić, T. Novakov, L. Kovačević, A. Miletić**
TRIBOLOŠKE KARAKTERISTIKE TiN PREVLAKE SA NANOINTERFEJSOM
PRIMENJENE KOD ALATNOG ČELIKA ZA RAD NA HLADNO
TRIBOLOGICAL CHARACTERISTIC OF TiN COATING WITH NANOINTERFACE APPLIED AT COLD WORKING TOOL STEEL 527
- C5 **B. Škorić, D. Kakaš, A. Miletić**
THE MODIFICATION OF DUPLEX COATINGS WITH NITROGEN ION
IMPLANTATION
MODIFIKACIJA DVOSTRUKIH PREVLAKA POMOĆU AZOTNO-JONSKE IMPLANTACIJE 533
- C6 **A. Venci, S. Avramović, A. Marinković**
PREVLAKA NA BAZI GVOŽĐA NANETA NA OSNOVU OD Al LEGURE
PLAZMA SPREJ POSTUPKOM U ATMOSFERSKIM USLOVIMA
FERROUS-BASED COATING DEPOSITED ON Al-ALLOY SUBSTRATE BY ATMOSPHERIC PLASMA SPRAYING (APS) 539
- C7 **S. Mitrović, M. Babić, I. Bobić**
TRIBOLOŠKE KARAKTERISTIKE KOMPOZITA SA OSNOVOM OD ZA 27
LEGURE OJAČANE ČESTICAMA GRAFITA
TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF ZA 27 ALLOY COMPOSITES REINFORCED WITH GRAPHITE PARTICLES 547
- C8 **S. Mitrović, M. Babić, I. Bobić**
TRIBOLOŠKE KARAKTERISTIKE KOMPOZITA SA OSNOVOM OD ZA 27
LEGURE OJAČANE ČESTICAMA Al₂O₃
TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF ZA 27 ALLOY COMPOSITES REINFORCED WITH Al₂O₃ PARTICLES 554
- C9 **M. Petrović, B. Nedić, V. Mandić**
KOEFIČIJENT KONTAKTNOG TRENJA PRI VUČENJU NEKIH OBOJENIH
METALA
COEFFICIENT OF CONTACT FRICTION AT DRAWING SOME COLOURED METALS 561
- C2: REVITALIZACIJA, REINŽINJERING, ODRŽAVANJE**
REVITALISATION, REENGINEERING AND MAINTAINING
- C10 **М. Булатовић, Ј. Шумић**
PRIMJENA ENDOSKOPIJA U TEHNIČKOJ DIJAGNOSTICI BRODSKIH
MAŠINA
APPLICATION OF ENDOSCOPY ON TECHNICAL DIAGNOSTICS OF A SHIPS ENGINE 567
- C11 **P. Todorović, B. Jeremić, I. Mačuzić**
PREGLED METODA BALANSIRANJA ROTACIONIH MAŠINA
ROTATING MACHINERY BALANCING METHODS; A SURVEY 573
- C12 **D. Knežo, D. Šebo, Z. Kimáková**
APPLICATION OF THE THEORY OF REGENERATION TO MACHINE
PRODUCTS AND EQUIPMENT
PRIMENA TEORIJE REGENERACIJE NA MAŠINSKE PROIZVODE I OPREMU 583

- C13 **T. Latković, R. Zrilić, M. Šljivić**
FAZI EKSPERTNI SISTEM ZA DIJAGNOSTIKU PLC KONTROLISANIH
SISTEMA U INDUSTRIJI DUVANA BANJALUKA
*A FUZZY REAL-TIME EXPERT DIAGNOSTIC SYSTEM FOR PLC CONTROLLED
MANUFACTURING SYSTEMS IN TOBACCO INDUSTRY BANJALUKA* 587
- C14 **D. Jovanović, B. Nedić**
REGENERACIJA POVRŠINA UNUTRAŠNJE TRASE CEVI STRELJAČKOG
ORUŽJA
SURFACE REGENERATION OF BARREL INTERIOR LINE OF SMALL ARMS 593
- C15 **V. Komadinić, M. Jevtić, V. Vukićević**
UPRAVLJANJE ODOBRENJIMA ZA IZVOĐENJE RADOVA ODRŽAVANJA
WORK CLEARANCE MANAGEMENT 599
- C16 **A. Marić, Lj. Đorđević**
REINŽENJERING PROIZVODNIH LINIJA U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI U
FUNKCIJI NIVOVA FLEKSIBILNOSTI I KVALITETA PROIZVODA
*PRODUCTIVE LINE REENGINEERING IN FOOD INDUSTRY IN FUNCTION OF
FLEXIBILITY LEVEL AND PRODUCT QUALITY* 604
- C17 **S. Marković, D. Josifović, S. Tanasijević, R. Ćirić**
POBOLJŠANJE EKSPLOATACIONIH KARAKTERISTIKA PODEONOG
APARATA REKONSTRUKCIJOM
*IMPROVEMENT OF EXPLOITATION PROPERTIES OF DIVISION DEVICE BY
RECONSTRUCTION* 610
- C18 **Z. Pešić, B. Nedić, S. Perić**
PROMENE FIZIČKO HEMIJSKIH KARAKTERISTIKA MENJAČKOG ULJA
TOKOM EKSPLOATACIJE SA ASPEKTA DIJAGNOSTIKE STANJA I
ODRŽAVANJA TRIBOMEHANIČKOG SISTEMA
*CHANGES OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF TRANSMISSION
OIL FROM THE ASPECT OF CONDITION DIAGNOSTICS AND TRIBO-
MECHANICAL SYSTEM MAINTENANCE* 615
- C19 **B. Krstić**
ANALIZA UZROKA I MANIFESTACIJA OTKAZA MOTORA SUS SA
ASPEKTA NJEGOVOG HABANJA
*ANALYSIS OF CAUSES AND MANIFESTATION OF ICE ENGINES FAILURE
FROM THE ASPECT OF WEAR* 622

**SEKCIJA D: MENADŽMENT KVALITETOM I
EKOLOŠKE TEHNOLOGIJE**

SECTION D: MANAGAMENT QUALITY AND ECOLOGICAL TECHNOLOGIES

**D1: MENADŽMENT KVALITETOM
MANAGAMENT QUALITY**

- D1 **S. Arsovski**
KVALITET – POKRETAČ I ISHODIŠTE REGIONALNOG RAZVOJA
QUALITY – ACTIVATOR AND OUTSOME OF REGIONAL DEVELOPMNET 631
- D2 **M. Đapić**
KORIŠĆENJE EVIDENCIONIH MREŽA U INTEGRACIJI METODA
PROJEKTOVANJA
EVIDENCE NETWORK USING IN THE DESIGN METHODS INTEGRATION 637
- D3 **M. Lazić**
SPOSOBNOST PROCESA OBRADJE METALA REZANJEM
PROCESS' ABILITY OF METAL CUTTING 641

D4	S. Cvetković, B. Pejović STRATEGIJA UPRAVLJANJA RAZVOJEM PREDUZEĆA <i>THE STRATEGY MENAGEMENT OF ENTERPRISES DEVELOPMENT</i>	647
D5	D. Obradović, V. Srećković TIMSKI RAD KAO ORGANIZACIJSKI MODEL ZA BRZE PROMENE <i>TEAM WORK AS AN ORGANIZATIONAL MODEL FOR QUICK CHANGES</i>	652
D6	B. Krstić ANALIZA MOGUĆNOSTI ZADOVOLJENJA HOMOLOGACIJSKIH PROPISA PRI PROIZVODNJI MOTORNJIH VOZILA <i>ANALYSIS OF POSSIBILITIES FOR SATISFYING HOMOLOGATION REGULATIONS IN MOTOR VEHICLES MANUFACTURE</i>	657
D7	B. Najdanović METODOLOŠKI POSTUPAK IZBORA NAZIVA NOVOG MODELA AUTOMOBILA NA PRIMERU MODELA «ZASTAVA FLORIDA» <i>METHODOLOGICAL PROCEDURE IN CHOOSING OF NEW AUTOMOBILE MODEL NAME - EXAMPLE «ZASTAVA FLORIDA»</i>	663
D8	Ö. Peković MOGUĆNOST AUTOMATIZACIJE PRORAČUNA ZAVRŠNE KARIKE MERNIH LANACA <i>POSSIBLE AUTOMATION OF CALCULATION OF THE FINAL LINK IN A MEASUREMENT CHAIN</i>	669
D2:	EKOLOŠKE TEHNOLOGIJE <i>ECOLOGICAL TECHNOLOGIES</i>	
D9	D. Šebo, D. Knežo, M. Jadroňová THE THEORY OF RISKS AND ITS APPLICATION ON ENVIRONMET <i>TEORIJA RIZIKA I NJENA PRIMENA U OKRUŽENJU</i>	673
D10	H. Verebová, J. Šebo EVALUATION OF AGGREGATE INFLUENCES OF THE WORKING ENVIRONMENT FACTORS <i>EVALUACIJA UTICAJA AGREGATA NA RADNE FAKTORE U OKRUŽENJU</i>	678
D11	R. Mitrović, B. Tadić, D. Tadić EKONOMSKA OPRAVDANOST RECIKLAŽE RAČUNARSKOG OTPADA U SRBIJI <i>ECONOMICAL VALIDITY OF RECYCLING PROCEDURE IN TERRITORY OF SERBIA</i>	682
D12	R. Vulović INFORMATIKA U ZAŠTITI ŽIVOTNE SREDINE I PRIMENA VIDEOKONFERENCIJE <i>INFORMATION IN OF PROTECT LIFE AND VIDEOCONFORATION</i>	688
D13	J. Milivojević, A. Kokić-Arsić EKO-INDUSTRIJSKI PARK I NEGOVA ULOGA U KONCEPTU ČISTIH I ZELENIH GRADOVA <i>EKO-INDUSTRIAL PARK AND HIS ROLE IN CLEAN AND GREEN CITIES CONCEPT</i>	694
D14	М. Шљивић, З. Јањуш MOGUĆNOST KORIŠTEŃA RECIKLIPIRANOГ ТЕРМОПЛАСТА <i>POSSIBILITY OF USED RECYCLING POLYMER MATERIALS</i>	699
D15	S. Radonjić, P. Kovač МЕХАНИЧКО РЕЦИКЛИРАЊЕ ПЛАСТИКЕ <i>MECHANICAL RECYCLING OF PLASTIC</i>	704

- D16 **M. Jevtić, V. Zeljković, D. Ilić**
 ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI KOMPACTIRANJA METALNOG OTPADA
 ELEKTROMAGNETNOM IMPULSNOM TEHNOLOGIJOM
*RESEARCH OF APPLICATION OF ELEKTRO-MAGNETIC IMPULSE
 TECHNOLOGY FOR COMPACTING METAL WASTE* 710
- D17 **M. Jevtić, V. Zeljković, D. Ilić**
 ISTRAŽIVANJE PRIMENE ELEKTROHIDRAULIČNE TEHNOLOGIJE ZA
 KOMPACTIRANJE METALNOG OTPADA
*RESEARCH OF APPLICATION OF ELECTRO-HYDRAULIC TECHNOLOGY FOR
 COMPACTING METAL WASTE* 715
- D18 **R. Drobnjak, B. Kovačević, P. Drobnjak, V. Marjanović**
 UTICAJ RAZLIČITIH SUPSTANCIJA NA ZAGAĐIVANJE PRIRODE I MERE
 ZAŠTITE
*INFLUENCE OF DIFFERENT SUBSTANCES ON NATURE POLLUTION AND
 PROTECTIVE MEASURES* 720
- D19 **R. Biočanin, B. Amidžić, R. Rakić**
 MENADŽMENT KVALITETA U ZAŠTITI OD ZRAČENJA U ŽIVOTNOJ
 SREDINI
MANAGEMENT QUALITY DEFENCE IN THE HUMAN ENVIRONMENT 724
- D20 **B. Davidović, D. Rajković**
 EKOLOŠKI ASPEKTI REINŽENJERINGA LANCA SNADBEVANJA
ECOLOGICAL ASPECTS OF SUPPLY CHAIN REENGINEERING PROCES 736
- D21 **Д. Јовановић**
 EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE ŽELEZNIČKOG SAOBRAĆAJA
ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RAILROAD TRAFFIC 742
- D22 **J. Jevtić, R. Gligorijević, Đ. Borak**
 ENERGETSKA EFIKASNOST DOMAĆIH TRAKTORSKIH DIZEL MOTORA U
 ODNOSU NA EVROPSKE
*FUEL EFFICIENCY OF DOMESTIC DESIGN TRACTORS DIESEL ENGINES IN
 RELATION TO EUROPEAN ONES* 748
- D23 **R. Marjanović, R. Biočanin, D. Jokić**
 EKOLOŠKI MENADŽMENT U TOTALNOM KVALITETU OBRAZOVANJA U
 OSNOVNIM I SREDNJIM ŠKOLAMA
*ECOLOGICAL MANAGEMENT IN TOTAL QUALITY OF EDUCATION IN
 PRIMARY AND SECONDARY SCHOOLS* 756
- D24 **J. Đukić, R. Đukić**
 ZNAČAJ UVOĐENJA EMS U PRIVREDNIM SUBJEKTIMA SA SOPSTVENIM
 VOZNIŠKIM PARKOM
*SIGNIFICANCE OF THE INTRODUCTIONS OF EMS IN ORGANIZATIONS THAT
 USE THEIR OWN MEANS OF TRANSPORT* 765
- A47 **S. Đurić, D. Ječmenica, M. Radovanović**
 PRILOG IZUČAVANJU MOGUĆNOSTI PRIMENE SEČENJA VODENIM
 MLAZOM
*CONTRIBUTION TO STUDY OF POSSIBILITY OF USE CUTTING BY
 WATER JET* 771
- D25 **D. Marković, S. Đurić, S. Veselinović**
 PRILOG DOGRADNJI SISTEMA KVALITETA
CONTRIBUTION TO IMPROVEMENT OF QUALITY SYSTEM 777

PREDGOVOR

Prvo Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije održano je u Beogradu 1965. na inicijativu prof. dr Vladimira Šolaje, kada je i formirana Zajednica naučno-istraživačkih institucija proizvodnog mašinstva, koju su sačinjavali mašinski fakulteti i istraživački instituti iz skoro svih republičkih centara tadašnje države. Zajednicu proizvodnog mašinstva SCG, u vreme pripreme Savetovanja, sačinjavaju: Mašinski fakultet u Beogradu, Mašinski fakultet u Nišu, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Mašinski fakultet u Podgorici, Institut za proizvodno mašinstvo FTN iz Novog Sada, Institut za industrijske sisteme FTN iz Novog Sada, Tehnički fakultet u Čačku, Mašinski fakultet u Kraljevu, LOLA Institut u Beogradu i Mašinski fakultet u Prištini.

31. Savetovanje proizvodnog mašinstva SCG održava se u Kragujevcu, u organizaciji Katedre za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakultet u Kragujevcu. Prethodna Savetovanja u Kragujevcu su održana 1969. (5. Savetovanje) i 1985. godine (19. po redu).

I ovo Savetovanje, kao i nekoliko prethodnih, održava se u vreme intenzivnih društvenih promena, značajnih za šire aspekte proizvodnog mašinstva. Vlasnička transformacija i oživljavanje privrede u proizvodnim oblastima, posebno u metaloprerađivačkoj industriji, na samom je početku. Privatizacija i pokretanje proizvodnje u velikim industrijskim sistemima sprovodi se sporo i necelovito. Prema društvenim planovima, završetak transformacije u ovoj oblasti se najavljuje za kraj 2007., kada bi trebalo očekivati i značajnije pokretanje proizvodnih delatnosti.

Na ovom Savetovanje, organizovanom za samo godinu dana, biće izloženo 120 radova autora iz Srbije i Crne Gore i inostranstva (Ukrajina, Slovačka, Poljska, SAD, Slovenija, Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Makedonija). Aktivnosti na Savetovanju će se obavljati u više sekcija, koje obuhvataju sledeće tematske oblasti: Proizvodne tehnologije; obradne sistemi i materijale; Upravljanje proizvodnim sistemima, razvoj proizvoda i CAx tehnologije; Tribologiju, revitalizaciju, reinžinjeriing i održavanje; Menadžment kvalitetom i ekološke tehnologije.

Pored osnovnog zadatka Savetovanja - upoznavanje se trenutnim stanjem istraživanja u oblasti proizvodnog mašinstva, nadamo se da će saopšteni rezultati i diskusija na okruglom stolu, doprineti u definisanju strategije razvoja ove, izuzetno značajne oblasti za dalji privredni razvoj naše države.

Zahvaljujemo se svim domaćim i stranim autorima, članovima recenzetskog tima, kao i institucijama i pojedincima, koji su doprineli kvalitetnoj realizaciji programa Savetovanja.

Kragujevac,
19. 09. 2006.

Predsednik organizacionog odbora 31. SPMSCG
Prof. dr Milentije Stefanović

Predsednik Zajednice PMSCG
Prof. dr Bogdan Nedić

PREFACE

The first Conference of Production Engineering of Yugoslavia was held in u Belgrade in 1965 at the initiative of prof. dr Vladimir Solaja, when the Association of scientific-research institutions of productive engineering was founded, which consisted of the faculties of mechanical engineering and research institutes from almost all republic centres of the prior state. At the time of preparing for the Conference, the Association of Productive Engineering of Serbia & Montenegro consists of: the Faculty of Mechanical Engineering in Belgrade, the Faculty of Mechanical Engineering in Nis, the Faculty of Mechanical Engineering in Kragujevac, the Faculty of Mechanical Engineering in Podgorica, the Institute for Productive engineering FTN from Novi Sad, the Institute for Industrial Systems FTN from Novi Sad, Technical Faculty in Cacak, the Faculty of Mechanical Engineering in Kraljevo, LOLA Institute in Belgrade and Faculty of Mechanical Engineering in Pristina.

The 31st Conference of Production Engineering of Serbia and Montenegro will be held in Kragujevac; it will be organised by department for production engineering of the Faculty of Mechanical Engineering in Kragujevac. Previous conferences in Kragujevac were held in 1969 (5th Conference) and 1985 (19th Conference).

This Conference, as well as previous ones, will be held in the period of intensive social changes, significant for wider aspects of production engineering. Ownership transformation and revival of economy in production areas, especially in metal-processing industry, are at the very beginning. Privatisation and activation of production in large industrial systems are slow and incomplete. According to social plans, the completion of transformation in this area has been announced for the end of 2007, when significant activation of production activities should be expected.

At this Conference, organised in one year, 120 papers of authors from Serbia and Montenegro and abroad will be presented (authors from Ukraine, Slovakia, Poland, USA, Slovenia, Bosnia and Herzegovina, Croatia, and Macedonia). Conference activities will be conducted in several sections, which involve following topics: Production technologies, manufacturing systems and materials; production systems management, development of products and CAx technology; tribology, revitalisation, reengineering and maintenance; quality management and ecological technologies.

In addition to the main objective of Conference – introduction to current situation of researches in the area of production engineering – we hope that the obtained results and round-table discussion will contribute to defining of development strategy for this area which is extremely significant for economic development of our country.

We are grateful to all native and foreign authors, members of review team, as well as institutions and individuals who have contributed to the quality organisation of Conference programme.

Kragujevac,
19. 09. 2006

Organisation Board President 31. SPMSCG
Prof. dr Milentije Stefanovic

Association President PMSCG
Prof. dr Bogdan Nedic

**31. SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA
SRBIJE I CRNE GORE
SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM,
Kragujevac, 2006.**

ISBN: 86-80581-92-5

ZBORNİK RADOVA

Urednici:

Editors:

Prof. dr Bogdan Nedić, dipl. ing.
Prof. dr Milentije Stefanović, dipl. ing.
Prof. dr Miodrag Lazić, dipl. ing.

Izdavač:

Publisher:

Mašinski fakultet
34000 Kragujevac
Sestre Janjić 6

Za izdavača:

For publisher:

Prof. dr Radovan Slavković, dekan Fakulteta

Tiraž:

Circulation:

200 primeraka

Štampa:

Printed by:

Grafički atelje: **SKVER**, Kragujevac

Copyright © Mašinski fakultet, Kragujevac, 2006.

Izdavanje Zbornika radova, organizovanje i održavanje 31. Savetovanja proizvodnog mašinstva Srbije i Crne Gore podržalo je:

Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije

**31. SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA
SRBIJE I CRNE GORE
SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM,
Kragujevac, 2006.**

**NOSIOCI ORGANIZACIJE:
ORGANIZING INSTITUTIONS:**

Zajednica naučno istraživačkih institucija proizvodnog mašinstva Srbije i
Crne Gore

- Mašinski fakultet, Beograd
- Mašinski fakultet, Niš
- Mašinski fakultet, Kragujevac
- Mašinski fakultet, Podgorica
- Institut za proizvodno mašinstvo FTN, Novi Sad
- Institut za industrijske sisteme FTN, Novi Sad
- Tehnički fakultet, Čačak
- Mašinski fakultet, Kraljevo
- LOLA Institut, Beograd
- Mašinski fakultet, Priština

**ORGANIZATOR:
ORGANIZERS:**

UNIVERZITET U KRAGUJEVCU
MAŠINSKI FAKULTET
KATEDRA ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO
Sestre Janjić 6,
34000 Kragujevac
Tel. +381 (34) 335-990; Fax. +381 (34) 333-192
web: <http://www.mfkg.kg.ac.yu>
email: mfkg@mfkg.kg.ac.yu

**MESTO ODRŽAVANJA:
SYMPOSIUM VENUE:**

Kragujevac,
Hotel Šumarice
19. - 21. septembar 2006.

POKROVITELJI SAVETOVANJA:

Ministarsvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije
Grad Kragujevac
Zastava automobili, Kragujevac

NAUČNI ODBOR:

1. Prof. dr Milisav Kalajdžić, Mašinski fakultet, Beograd
2. Prof. dr Ljubodrag Tanović, Mašinski fakultet, Beograd
3. Prof. dr Pavao Bojanić, Mašinski fakultet, Beograd
4. Prof. dr Dragan Milutinović, Mašinski fakultet, Beograd
5. Prof. dr Ilija Cosić, Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad
6. Prof. dr Dragoje Milikić, Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad
7. Prof. dr Velimir Todić, Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad
8. Prof. dr Velibor Marinković, Mašinski fakultet, Niš
9. Prof. dr Dragan Domazet, Mašinski fakultet, Niš
10. Prof. dr Milentije Stefanović, Mašinski fakultet, Kragujevac
11. Prof. dr Miodrag Lazić, Mašinski fakultet, Kragujevac
12. Prof. dr Nedić Bogdan, Mašinski fakultet, Kragujevac
13. Prof. dr Slavko Arsovski, Mašinski fakultet, Kragujevac
14. Prof. dr Ratomir Jecmenica, Tehnički fakultet, Čačak
15. Prof. dr Snežana Radonjić, Tehnički fakultet, Čačak
16. Prof. dr Ljubodrag Đorđević, Mašinski fakultet, Kraljevo
17. Prof. dr Ljubomir Lukić, Mašinski fakultet, Kraljevo
18. Prof. dr Miomir Vukasojević, Mašinski fakultet, Podgorica
19. Prof. dr Milan Vukčević, Mašinski fakultet, Podgorica
20. Dr Mirko Đapić, LOLA Institut, Beograd
21. Dr Vladimir Zeljković, LOLA Institut, Beograd

POČASNI ODBOR:

1. Prof. dr Vladimir Milačić, Mašinski fakultet, Beograd
2. Prof. dr Joko Stanić, Mašinski fakultet, Beograd
3. Prof. dr Milenko Jovicić, Mašinski fakultet, Beograd
4. Prof. dr Svetislav Zarić, Mašinski fakultet, Beograd
5. Prof. dr Dragutin Zelenović, Fakultet tehn. nauka, Novi Sad
6. Prof. dr Sava Sekulić, Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad
7. Prof. dr Ratko Gatalo, Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad
8. Prof. dr Predrag Popović, Mašinski fakultet, Niš
9. Prof. dr Branko Ivković, Mašinski fakultet, Kragujevac
10. Prof. dr Branislav Devedžić, Mašinski fakultet, Kragujevac
11. Prof. dr Dušan Vukelja, Mašinski fakultet, Kragujevac
12. Prof. dr Dušan Vukelja, Mašinski fakultet, Kragujevac
13. Prof. dr Sreten Urošević, Tehnički fakultet, Čačak
14. Prof. dr Vucko Mecanin, Mašinski fakultet, Kraljevo
15. Prof. dr Vuko Domazetović, Mašinski fakultet, Podgorica

MEĐUNARODNI PROGRAMSKI ODBOR:

1. Prof. dr Milentije Stefanović, Mašinski fakultet, Kragujevac
2. Prof. dr Bogdan Nedić, Mašinski fakultet, Kragujevac
3. Prof. dr Lazić Miodrag, Mašinski fakultet, Kragujevac
4. Prof. dr Slavko Arsovski, Mašinski fakultet Kragujevac
5. Prof. dr Ratko Mitrović, Mašinski fakultet, Kragujevac
6. Doc. dr Lazić Vukić, Mašinski fakultet, Kragujevac
7. Doc. dr Vesna Mandić, Mašinski fakultet, Kragujevac
8. Prof. dr Žarko Spasić, Mašinski fakultet, Beograd
9. Prof. dr Miloš Glavonjić, Mašinski fakultet, Beograd
10. Prof. dr Miroslav Pilipović, Mašinski fakultet, Beograd
11. Prof. dr Ljubodrag Tanović, Mašinski fakultet, Beograd
12. Prof. dr Miroslav Plančak, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
13. Prof. dr Dragoje Milikić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
14. Prof. dr Velimir Todić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
15. Prof. dr Miroslav Radovanović, Mašinski fakultet Niš
16. Prof. dr Dragan Domazet, Mašinski fakultet Niš
17. Prof. dr Velibor Marinković, Mašinski fakultet, Niš
18. Prof. dr Ljubodrag Đorđević, Mašinski fakultet, Kraljevo
19. Prof. dr Ljubomir Lukić, Mašinski fakultet, Kraljevo
20. Prof. dr Ratomir Ječmenica, Tehnički fakultet, Čačak
21. Prof. dr Snežana Radonjić, Tehnički fakultet, Čačak
22. Prof. dr Milan Vukčević, Mašinski fakultet, Podgorica
23. Prof. dr Miodrag Bulatović, Mašinski fakultet, Podgorica
24. Dr Mirko Đapić, LOLA Institut, Beograd
25. Dr Vladimir Zeljković, LOLA Institut, Beograd
26. Dr Radovan Kovačević, Herman Brown Chair Professor, Southern Methodist University, Dallas, Texas, USA
27. Prof. dr Mirko Soković, Faculty of Mechanical Engineering, Ljubljana, Slovenia
28. Prof. dr Ostoja Miletić, Mašinski fakultet, Banja Luka, RS, Bosna i Hercegovina
29. Prof. dr Viktor Taranenko, ITSI Politehnika Lubelska, Lublin, Poljska
30. Prof. dr Himzo Đukić, Mašinski fakultet, Mostar, Bosna i Hercegovina

ORGANIZACIONI ODBOR:

1. Prof. dr Milentije Stefanović, MFK, predsednik
2. Prof. dr Bogdan Nedić, MFK, podpredsednik
3. Mr Slobodan Mitrović, MFK, tehnički sekretar
4. Prof. dr Slavko Arsovski, MFK
5. Prof. dr Miodrag Lazić, MFK
6. Prof. dr Branko Tadić, MFK
7. Prof. dr Goran Devedžić, MFK
8. Doc. dr Vesna Mandić, MFK
9. Doc. dr Srbislav Aleksandrović, MFK
10. Doc. dr Vukić Lazić, MFK
11. Doc. dr Dragan Adamović, MFK
12. Doc. dr Miladin Stefanović, MFK
13. Mr Milan Erić, MFK
14. Mr Nada Ratković, MFK
15. Dr Miljko Kokić, Grupa Zastava vozila

Švedska i
izmenjive
radu metala
će firme u
jem novog
šić"), koji su
potpunosti
ima, pored
iz oblasti
emlje i u
EPS, Prva
s, MIN-Niš,
rsija, Sterli



kom radu u
rou, što je
larta 2000.
rtifikat po
V-ESSEN-
ajpoželjnije
i korisnike
oma jaka
SISTEMA
no postali
poželjnijeg
artovao sa
ŽIVOTNE
mlji, ovog
njem svih
US ISO 14

roizvoda i
DRUN AD
anja.

СIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

621.7/9(082)
621.7/9:669(082)
681.5(082)
005.6(082)
004.896(082)

САВЕТОВАЊЕ производног машинства Србије и Црне Горе са
међународним учешћем (31. ; 2006 ; Крагујевац)

Zbornik radova = Proceedings / 31. savetovanje proizvodnog
mašinstva Srbije i Crne Gore sa međunarodnim učešćem =
31th Conference of Production Engineering of Serbia and Montenegro
with Foreign Participants, Kragujevac, 19-21. septembar 2006. ;
[organizator] Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet u Kragujevcu,
Katedra za proizvodno mašinstvo ; [urednici, editors Bogdan Nedić,
Milentije Stefanović, Miodrag Lazić]. - Mašinski fakultet : Kragujevac,
2006 (Kragujevac : Skver). - XXIV, 781 str. : ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tekst ćir. i lat. - deo teksta uporedo na
srp. i engl. jeziku. Tiraž 200. - Str. XII-XIII : Predgovor /
Milentije Stefanović, Bogdan Nedić. - Napomene uz tekst. -
Bibliografija uz svaki rad. - Summaries.

ISBN 86-80581-92-5

1. Машински факултет (Крагујевац)
а) Производно машинство - Зборници б) Метали - Обрада - Зборници
ц) Системи аутоматског управљања - Зборници
д) Управљање квалитетом - Зборници
COBISS.SR-ID 133582092

31. SAVETOVANJE
PROIZVODNOG
MAŠINSTVA
sa međunarodnim učesćem
Kragujevac, 19-21.09.2006.



31. CONFERENCE ON
PRODUCTION
ENGINEERING
with foreign participants
Kragujevac, 19-21.09.2006.

RAD PO POZIVU

ISKUSTVA U BRZOJ IZRADI PROTOTIPOVA TEHNOLOGIJOM 3D ŠTAMPE

N. Grujović¹⁾, N. Milivojević²⁾, V. Milivojević³⁾, V. Dimitrijević⁴⁾,
Đ. Grujović⁵⁾

Rezime: Ovaj rad je nastao kao rezultat upotrebe 3D štampača u Centru za informacione tehnologije na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu za brzu izradu prototipova. Kako je ovo relativno nova tehnologija i jedinstvena oprema u regionu, u radu su date osnove tehnologije, kao i iskustva u procesu izrade. Naznačeni su mogući problemi u izradi prototipova tehnologijom 3D štampe i date su preporuke za rešavanje ovih problema.

Ključne reči: 3D štampa, brza izrada prototipova, razvoj proizvoda

EXPERIENCES IN RAPID PROTOTYPING WITH 3D PRINTING TECHNOLOGY

Abstract: This paper is a result of constant use of 3D printer in Centre for information technologies at Faculty of Mechanical Engineering of Kragujevac for rapid prototyping. Since this is rather new technology, and unique piece of equipment in region, this paper presents its basics, and experiences in actual prototyping. Possible problems in rapid prototyping with 3D printing technology are emphasized, and solutions to these problems are proposed.

Key words: 3D printing, rapid prototyping, product development

1. UVOD

Brza izrada prototipova (engl. *Rapid Prototyping* - RP) je relativno nova pojava u industriji koja treba da reši probleme i ograničenja tradicionalnih metoda izrade prototipova. Postoje razne metode brze izrade prototipova i sve one imaju jednu zajedničku osobinu: kratko vreme proizvodnje prototipa. Umesto da se određeni delovi izrađuju nedeljama, sada je potrebno par dana, u nekim slučajevima i nekoliko sati, da se dobije gotov deo. Pa ipak, nedostatak svih ovih metoda je izrada delova od materijala koji se ne koristi za krajnji proizvod. Tako su veoma ograničene mogućnosti primene ovakvih prototipova za funkcionalna ispitivanja.

¹⁾ Prof. Dr Nenad Grujović, Mašinski fakultet, Kragujevac, Srbija, mfkkg@kg.ac.yu

²⁾ Nikola Milivojević, Mašinski fakultet, Kragujevac, Srbija, mfkkg@kg.ac.yu

³⁾ Vladimir Milivojević, Mašinski fakultet, Kragujevac, Srbija, mfkkg@kg.ac.yu

⁴⁾ Vladimir Dimitrijević, Mašinski fakultet, Kragujevac, Srbija, mfkkg@kg.ac.yu

⁵⁾ Đorđe Grujović, IBM United Kingdom Limited, London, Velika Britanija

I pored značajnih nedostataka, tehnologija brze izrade prototipova iz osnova menja shvatanje procesa razvoja proizvoda, omogućujući svim učesnicima razvojnog ciklusa konkretnu razmenu ideja i blagovremenu optimizaciju dizajna i tehnologije, pre nego što se uđe u skupe procese izrade alata i nultih serija.

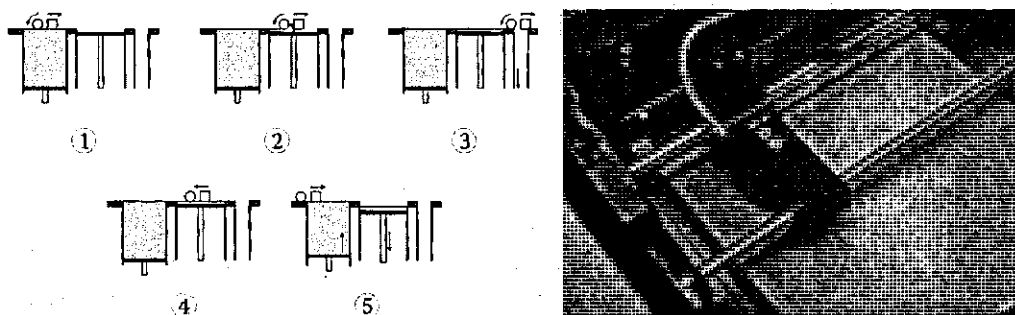
2. TEHNOLOGIJA 3D ŠTAMPE

Kompanija ZCorporation je osnovana 1994. godine u Masačusetsu, SAD. Na osnovu patentirane tehnologije, koja je razvijena na Institutu za tehnologiju, Masačusets (MIT), ova kompanija je razvila i komercijalizovala 1997. godine svoj prvi 3D štampač, Z402 sistem. Ova tehnologija spada u postupke sa praškastim materijalom, a koristi princip vezivanja čestica praha adhezivima.

Vezivno sredstvo nanosi se na prah kroz glavu za štampanje. Sitne kapljice veziva se izbacuju kroz otvore glave termalnim inkdžet postupkom. To postavlja određena ograničenja u izboru vezivnih sredstava, ali sam princip izrade je dovoljno svestran da se nove primene stalno pojavljuju. Sa druge strane, analogno 2D inkdžet štampačima, ovakav sistem može izrađivati i predmete u boji. Ovo je jedinstvena mogućnost u svetu RP tehnika.

Na slici 1. prikazan je postupak štampanja jednog sloja. Na šematskom prikazu treba uočiti sledeće delove: sa leve strane je spremište praha i klip za dodavanje materijala, valjak je prikazan kao krug pored koga je kvadratom prikazan pokretni most, u sredini je radna komora sa platformom, a sa desne strane je otvor za prihvatanje viška materijala. Most može da se kreće u oba smera, a glava se kreće duž mosta, tako da je omogućeno nanošenje veziva u horizontalnoj ravni.

U prvoj operaciji pokretni most koji nosi valjak i glavu za štampanje kreće se sa leva na desno. Valjak se okreće u smeru prikazanom na slici i odnosi određenu količinu praha. Zatim taj prah u drugom koraku razvlači u tanak sloj preko prethodno izrađenog sloja na platformi radne komore. Na kraju hoda udesno, valjak odnosi višak praha do otvora koji ga prihvata i sprovodi u spremište. U sledećem koraku, most se kreće sa desna na levo, a pritom glava štampa aktuelni poprečni presek. Pri dolasku mosta u krajnji levi položaj, klip za dodavanje materijala se podiže za jedan korak, dok se platforma spušta za debljinu sloja, i sve je spremno za ponovni ciklus.



Slika 1. Postupak 3D štampe

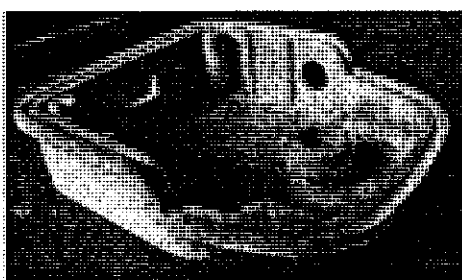
Prah na koji nije naneto vezivno sredstvo služi ujedno kao oslonac. Kada je postupak gotov, izrađeni deo se nalazi u nevezanom prahu. Platforma radne zapremine se podiže, i deo se vadi iz suvišnog praha. Višak materijala se usisava i prosejava i ponovo upotrebljava za sledeći model. Za određene primene, takav deo može se upotrebiti uz kraće sušenje. Za upotrebe dela u svrhe provere dizajna i funkcionalnosti, potrebno je postprocesiranje. Ono se svodi na infiltriranje modela cijanoakrilatnim

lepkom, ili za izdržljivije modele, epoksi lepkom. Tako ojačani delovi mogu se peskariti, bojiti ili metalizirati radi boljeg vizuelnog efekta. Kombinacijom osnovnog materijala i infiltranta u vidu uretana mogu se dobiti i savitljivi delovi.

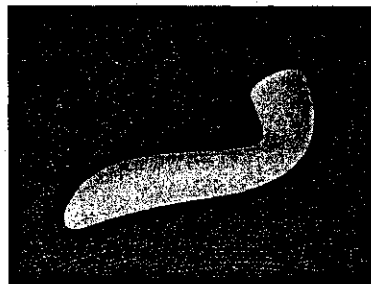
2.1 Primene

Primene delova izrađenih 3D štampom su brojne, i stalno se umnožavaju. S obzirom na raznovrsne mogućnosti postprocesiranja, lako je modelu dati željeni izgled i karakteristike. Neke od primena su: izrada konceptijskih i funkcionalnih modela i prototipova, šablona za livenje, direktno livenje obojenih metala i izrada kalupa za RTV formiranje.

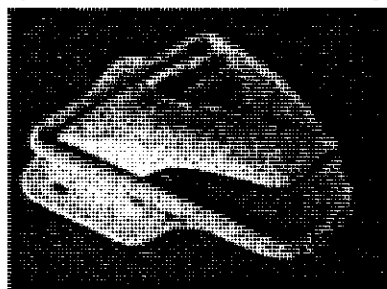
Na sledećim slikama su prikazani neki od prototipova izrađenih u Centru za informacione tehnologije Mašinskog fakulteta u Kragujevcu.



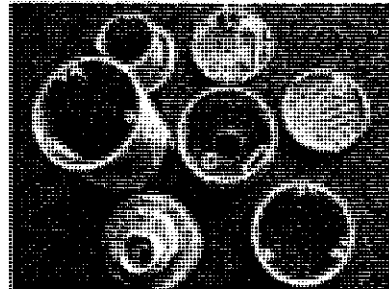
a) kućište za elektronski uređaj



b) radio antena



c) prototip - automobilska industrija



d) inhalator - medicinska oprema

Slika 3. Primeri izrađenih prototipova.

2.2 Komercijalni sistemi za 3D štampu

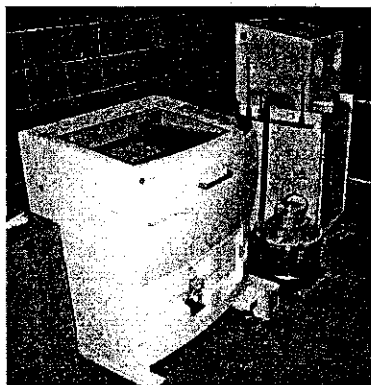
Sisteme za 3D štampu ekskluzivno pod zaštićenim imenom proizvodi kompanija ZCorporation. U njihovoj aktuelnoj ponudi se nalaze tri 3D štampača. Tabela 1. sadrži osnovne karakteristike ovih modela.

Tabela 1. Komercijalni sistemi za 3D štampu kompanije ZCorporation

Model	ZPrinter 310 System	Spectrum Z510	Z810 System
Maksimalne dimenzije dela	203x254x203 mm	254x356x203 mm	500x600x400 mm
Brzina izrade sloja	2 sloja/min	Kolor: 2 sloja/min Jednobojni: 6 sl./min	Kolor: 2 sloja/min Jednobojni: 6 sl./min
Debljina sloja	0,089 – 0,203 mm	0,089 – 0,203 mm	0,089 – 0,203 mm
Rezolucija u horizontalnoj ravni	300x300 dpi	600x540 dpi	300x300 dpi
Boja	Ne	Da	Da
Broj glava	1	4	4

2.3 Istraživanje i razvoj

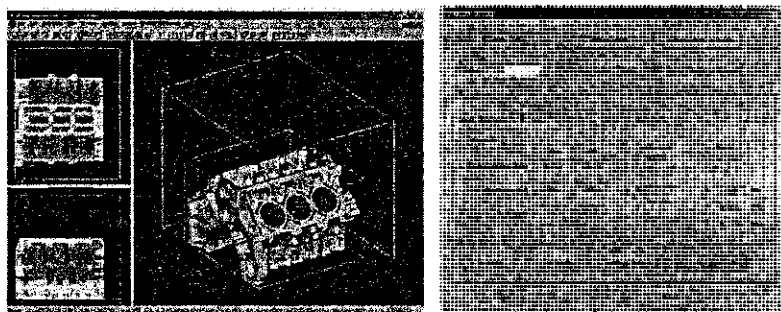
Kompanija ZCorporation stalno radi na novim materijalima i usavršavanju postupka 3D štampe. Nedavno se pojavio materijal koji nakon izrade ne zahteva dodatno očvršćavanje infiltracijom, jer su mu mehaničke karakteristike zadovoljavajuće. Takođe, u najavi je i materijal za izradu kalupa i jezgara za direktno livenje železnih livova. Što se razvoja novih sistema tiče, dobar primer je najnoviji 3D štampač Spectrum 510, koji je ujedno i najbrži RP sistem današnjice. On ima povećanu rezoluciju u horizontalnoj ravni, a time je obezbeđen bolji kvalitet površine i finiji detalji na izrađenim delovima.



Slika 4. ZCorporation ZPrinter 310 System u prostorijama Centra za informacione tehnologije Mašinskog fakulteta u Kragujevcu

3. POSTUPAK IZRADE PROTOTIPOVA NA 3D ŠTAMPAČU

Izradom prototipova na 3D štampaču se upravlja uz pomoć namenske aplikacije ZPrint Software.



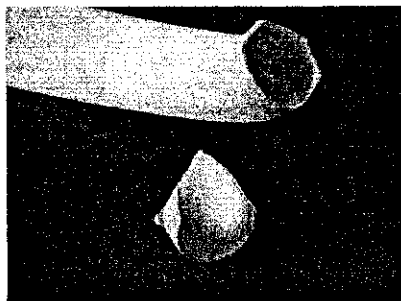
Slika 5. Izgled ZPrint Software (levo) i dijaloga parametara procesa 3D štampe (desno)

ZPrint softver podržava više formata fajlova 3D modela za štampanje, od kojih je najpoznatiji STL format. Mogući su problemi pri uvozu STL fajlova, pošto ovaj format ima nedostataka usled kojih može doći do grešaka u izradi. Otklanjanje grešaka u STL fajlu je moguće u ZPrint softveru samo kroz jednostavne operacije, dok se ozbiljniji problemi moraju rešavati uz pomoć specijalnih aplikacija. Važni parametri procesa koji se mogu podesiti su: „Layer Thickness“ – debljina sloja, „Saturation“ – parametri vezani za količinu veziva, anizotropno skaliranje i kompenzacija razlivanja veziva.

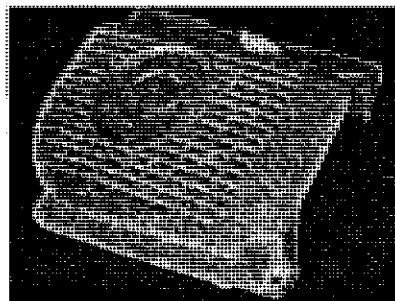
Osnovno postprocesiranje sastoji se u uklanjanju viška praha sa odštampanog dela i pažljivog vađenja iz radne komore, zatim odstranjivanje ostatka praha sa dela u komori za izduvavanje, sušenje (slobodno ili u pećnici na temperaturi od 90°C) i ojačavanje odštampanog dela upotrebom odgovarajućeg sredstva za infiltraciju.

3.1 Mogući problemi u izradi i preporuke za njihovo rešavanje

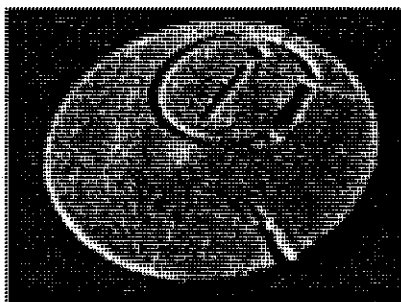
Podešavanja dela, orijentacija i parametri štampanja mogu bitno uticati na geometriju i tačnost dimenzija. Delovi koji se štampaju ne smeju se raspoređivati blizu jedni drugih. Potrebno je između delova ostaviti onoliko mesta koliko je potrebno da se usisa prah i da se pojedinačni delovi prihvate prstima. Delove je potrebno orijentisati tako da osetljivi detalji budu raspoređeni u vertikalnom pravcu. Ukoliko se ispod osetljivih detalja objekta koji se štampa nalazi samo neupotrebljeni prah znatno se povećava mogućnost lomljenja osetljivih detalja pri vađenju dela iz praha. Pri štampanju osetljivih delova koristi se funkcija «*Fixture*» kako bi se kreirao čvrst oslonac. Time se deo podiže za 6,4 mm, a ispod dela se formira postolja koje osigurava lakše rukovanje. Korišćenje *Bleed Compensation* opcije može dovesti do smanjenja veličine detalja. Zato se ova opcija ne koristi za delove sa detaljima manjim od 1,27 mm. Tankozidni delovi se ojačavaju smanjivanjem debljine sloja na 0,089 mm i podešavanjem vrednosti zasićenja na one koje odgovaraju štampanju sloja od 0,102 mm. Ovo će povećati učešće veziva u odnosu na prah i povećati okvašenost praha. Ojačavanjem dela na ovaj način povećava se vreme sušenja odštampanog dela.



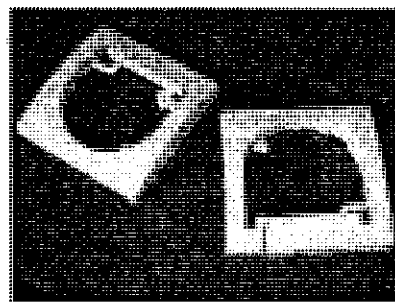
a) deo oštećen pri grubom odstranjivanju



b) deo oštećen pri finom odstranjivanju



c) pukotine nastale usled naglog sušenja



d) nepravilno nanošenje infiltranta

Slika 6. Primeri izrađenih prototipova.

Uvek je potrebno poznavati položaj i orijentaciju delova unutar radne komore, da se ne bi oštetili delovi tokom odstranjivanja praha. Pri grubom odstranjivanju praha (odstranjivanje viška praha unutar radne komore) mora se izbegavati postavljanje vakumskog usisnika direktno u prah. Usisavanje neupotrebljenog praha se započinje sa spoljne ivice radne komore, i usisavanje se vrši lagano prema odštampanom predmetu. Vrh vakumskog usisnika drži se na razdaljini od približno 6 mm od slobodnog praha.

Slično tome, prilikom finog odstranjivanja praha u namenskoj komori, zbog pritiska koji vrši vazduh iz mlaznice mora se voditi računa da ne dođe do oštećenja dela. Zato je potrebno izabrati mlaznicu koja odgovara debljini zida dela koji se obrađuje i, uz to, strogo paziti da mlaznica ne bude preblizu osetljivih detalja. Takođe, kod

tankozidnih delova poželjno je da nakon štampe deo ostane u prahu 30 minuta pre grubog i finog odstranjivanja praha, jer su mu tada mehaničke karakteristike bolje.

U toku sušenja može doći do mehaničkog oštećenja ili promene geometrije. Ukoliko se vrši sušenje na temperaturi većoj od preporučenih 90°C, može doći do pojave pukotina usled naglog isparavanja veziva. Delove koji imaju duge prepuste ili tanke zidove potrebno je osloniti tokom sušenja. Neoslonjeni delovi će promeniti geometriju usled sopstvene težine, jer vlažan deo ima slabe mehaničke karakteristike.

Pri nanošenju infiltranta može doći do oštećenja dela ili do promene izgleda spoljne površine. Posebno je izražena kod cijano-akrilatnih infiltranata pojava termičkih napona u delu, jer je polimerizacija cijano-akrilata egzotermni hemijski proces. Voda koja se nalazi u vezivu dodatno ubrzava polimerizaciju, pa je stoga neophodno pre primene ovih infiltranata odstraniti vodu sušenjem na preporučenoj temperaturi. Takođe, količina nanetog infiltranta, kao i njegov kvalitet, mogu pogoršati mehaničke karakteristike, kao što je prikazano na slici 6.d, gde je došlo do loma dela usled prevelike količine infiltranta koji nije mogao da polimerizuje u potpunosti. Ukoliko se, sa druge strane, infiltrant nanosi naglo u većim količinama, moguća je pojava barica koje sporo otvrdnjavaju i pogoršavaju izgled dela. Zato se preporučuje ravnomerno nanošenje infiltranta, ili upotreba specijalnih raspršivača.

4. ZAKLJUČAK

Prototipovi izrađeni tehnologijom 3D štampe često imaju slabije mehaničke karakteristike u odnosu na finalne proizvode. Da bi se poboljšale karakteristike, potrebno je pridržavati se preporuka proizvođača (*ZCorporation*), ali i preporuka izloženih u ovom radu. Time se obezbeđuje maksimalni kvalitet izrađenog prototipa. Dalja istraživanja će biti usmerena ka konkretnim ispitivanjima mehaničkih karakteristika u zavisnosti od primenjenog infiltranta i parametara procesa izrade.

LITERATURA

- [1] *Venuvinod P.K., Ma W.*, Rapid Prototyping – Laser-based and Other Technologies, Kluwer Academic Publishers, (ISBN 1-4020-7577-4), Norwell, MA, USA, 2004.
- [2] *Gebhart A.*, Rapid Prototyping, Hanser, (ISBN 3-446-21259-0), München, Germany, 2003., s. 178-183
- [3] *Jacobs P.F.*, Rapid Prototyping & Manufacturing – Fundamentals of StereoLithography, Society of Manufacturing Engineers, (ISBN 0-87263-425-6), Dearborn, MI, USA, 1992., s. 4-23
- [4] ZPrinter 310 User Manual, ZCorporation, September 2003.
- [5] *Lauder A., Cima M.J., Sachs E., Fan T.*, Three Dimensional Printing: Surface Finish and Microstructure of Rapid Prototyped Components, Synthesis and Processing of Ceramics: Scientific Issues, Boston, MA, USA, 2-6 Dec. 1991., s. 331-336.
- [6] *Pham D.T., Gault R.S.*, A comparison of rapid prototyping technologies, International Journal of Machine Tools and Manufacture, Elsevier Science, (ISSN 0890-6955), Volume 38, Number 10, October 1998, s. 1257-1287
- [7] *Grujović N.*, Brza izrada prototipova – Rapid Prototyping, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2005., s. 53-60
- [8] *Filetin T., Kramer I., Šercer M.*, Brza izrada konstrukcijskih dijelova i alata, Studija - analiza unutar tehnologijskog projekta "SUMAT - Razvoj i primjena suvremenih materijala" financiranog od MZOS Republike Hrvatske, Srpanj 2004, s. 9-12

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

621.7/.9(082)

621.7/.9:669(082)

681.5(082)

005.6(082)

004.896(082)

САВЕТОВАЊЕ производног машинства Србије и Црне Горе са
међународним учешћем (31. ; 2006 ; Крагујевац)

Zbornik radova = Proceedings / 31. savetovanje proizvodnog
mašinstva Srbije i Crne Gore sa međunarodnim učešćem =
31th Conference of Production Engineering of Serbia and Montenegro
with Foreign Participants, Kragujevac, 19-21. septembar 2006. ;
[organizator] Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet u Kragujevcu,
Katedra za proizvodno mašinstvo ; [urednici, editors Bogdan Nedić,
Milentije Stefanović, Miodrag Lazić]. - Mašinski fakultet : Kragujevac,
2006 (Kragujevac : Skver). - XXIV, 781 str. : ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tekst ćir. i lat. - deo teksta uporedo na
srp. i engl. jeziku. Tiraž 200. - Str. XII-XIII : Predgovor /
Milentije Stefanović, Bogdan Nedić. - Napomene uz tekst. -
Bibliografija uz svaki rad. - Summaries.

ISBN 86-80581-92-5

1. Машински факултет (Крагујевац)

а) Производно машинство - Зборници б) Метали - Обрада - Зборници

ц) Системи аутоматског управљања - Зборници

д) Управљање квалитетом - Зборници

COBISS.SR-ID 133582092