



TEHNIČKA ŠKOLA POŽEGA



KONFERENCIJA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM
**PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA I IDEJA U
ŠKOLSKOM INŽENJERSKOM OBRAZOVANJU**

ZBORNİK RADOVA



PROCEEDINGS

CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
**APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES AND
IDEAS IN ENGINEERING EDUCATION**

POŽEGA, 15-16. MAJ, 2017.

**ZBORNİK RADOVA KONFERENCIJE SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM
PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA I IDEJA U ŠKOLSKOM INŽENJERSKOM
OBRAZOVANJU**

Požega, 2017.

**PROCEEDINGS OF CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES AND IDEAS IN ENGINEERING
EDUCATION**

Požega, 2017.

Izdavač/Publisher:

**TEHNIČKA ŠKOLA
31210POŽEGA, VukaKaradžića 6
SRBIJA**

Organizaciju konferencije odobrio/la je Školski odbor Tehničke škole Požega br. 334/4 od 26.05.2016.

Organization of this Conference was approved by Technical school board on 334/4 od 26.05.2016.

Urednik/Editor:

Slavko Đokić

Recenzenti/Reviewer's team:

*dr Mladimir MILUTINOVIĆ, docent
dr Dragan GOLUBOVIĆ, redovni
profesor
dr Tihomir MARJANOVIĆ
Slavica TOTOVIĆ, prof. mašinstva*

*Tehnička priprema i dizajn:
Technical treatment and design*

*Zoran JOTIĆ
Snežana STAMATOVIĆ
Liljana TANASIĆ LUČIĆ*

Rukopis predat za štampu:

4. Maj, 2017.

Manuscript submitted for publication:

May 4, 2017.

Izdanje/Printing:

Prvo/1st

Tiraž/Circulation:

120 primeraka/120 copies

CIP kategorizacija:

CIP classification:

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd
373.54(082)
621.7/9(082)

Štampa: Grafos, Požega

КОНФЕРЕНЦИЈА са међународним учешћем Примена нових технологија и идеја у школском инжењерском образовању (2017 ; Пожега)
Zbornik radova = Proceedings / Konferencija sa međunarodnim učešćem
Primena novih tehnologija i ideja u školskom inženjerskom obrazovanju =
Conference with International Participation Application of New Technologies and Ideas in Engineering Education, Požega, 15-16. maj, 2017. ; [organizator Konferencije] Tehnička škola Požega = [Conference organizer] Tehnička škola Požega ; [urednik, editor Slavko Đokić]. - 1. izd. - Požega : Tehnička škola, 2017 (Požega : Grafos). - 236 str. : ilustr. ; 12 cm

Tiraž 120. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tekst lat. i ćir. - Str. 5: Predgovor / Slavko Đokić. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-915487-1-1

1. Техничка школа (Пожега)

a) Средњошколско образовање - Зборници b) Дуално образовање - Зборници c) Технички материјали - Обрада - Зборници

COBISS.SR-ID 234121740

Štampanje zbornika finansijski je pomogla Opština Požega

Financing of the Proceedings was sponsored by Municipality Požega



TEHNIČKA ŠKOLA
POŽEGA

KONFERENCIJA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM
**PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA I IDEJA U
ŠKOLSKOM INŽENJERSKOM OBRAZOVANJU**
CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
**APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES AND
IDEAS IN ENGINEERING EDUCATION**



POŽEGA, SERBIA, MAY 15-16, 2017

ORGANIZATOR KONFERENCIJE / CONFERENCE ORGANIZER

**Tehnička škola Požega
Požega, Srbija**

PROGRAMSKI I NAUČNI ODBOR / PROGRAM AND SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof.dr Dragiša Vilotić, FTN, Novi Sad, SRB, predsednik	Prof. dr Guyla Varga, UM, Miskolc, HU
Slavko Đokić, Požega, SRB	Prof. dr Petar Nikšić, VSTSS, Čačak, SRB
Prof. dr Slavko Arsovski, FIN Kragujevac, SRB	Prof.dr Milan Perović, MF Podgorica, ME
Prof. dr Vesna Mandić, FIN Kragujevac, SRB	Prof. dr Atanas Kocov, MFSkopje, MK
Prof. dr Milentije Stefanović, FIN Kragujevac, SRB	Prof. dr Mileta Janjić, MF Podgorica, ME
Prof. dr Dragan Golubović, FTN Čačak, SRB	Prof. dr. Nicolae Ungureanu, TU, Cluj-Napoca, RO
Prof. dr Dušan Golubović, MF Istočno Sarajevo, BiH	Prof. dr Tomaž Pepelnjak, MF, Ljubljana, SLO
Prof. dr Miodrag Hadžistević, FTN Novi Sad, SRB	Prof. dr Mirko Soković, MF, Ljubljana, SLO
Prof. dr Snežana Dragičević, TF Čačak, SRB	Prof. dr Sabahudin Jašarević, MF, Zenica, BiH
Prof. dr Stevan Stankovski, FTN Novi Sad, SRB	Prof. dr Slobodan Tabaković, FTN Novi Sad, SRB
Prof. dr Ljubomir Lukić, FMG Kraljevo, SRB	Prof. dr Zoran Jurković, TF Rijeka, HR
Prof. dr Miodrag Manić, MF Niš, SRB	Prof. dr Željko Papić, TF Čačak, SRB
Prof. dr Predrag Ćosić, FSB Zagreb, HR	Prof. dr Ljubodrag Tanović, MF Beograd, SRB
Prof. dr Dragan Milutinović, MF Beograd, SRB	Prof. dr Saša Randelović, MF Niš, SRB
Prof. dr Zoran Miljković, MF Beograd, SRB	Prof. dr Miroslav Trajanović, MF Niš, SRB
Prof. dr Radivoje Mitrović, MF Beograd, SRB	Doc. dr Mladimir Milutinović, FTN, SRB
Prof. dr Kosta Jovanović, ETF, Beograd, SRB	Doc. dr Milija Kraišnik, MF I. Sarajevo, BiH
Prof. dr Bogdan Nedić, FIN Kragujevac, SRB	
Prof.dr Petar B. Petrović, MF Beograd, SRB	

ORGANIZACIONI ODBOR KONFERENCIJE / ORGANIZATIONAL COMMITTEE

Milan Božić, <i>počasni predsednik</i>	Snežana Stamatović
Slavko Đokić, <i>predsednik</i>	Emir Avdić
doc. dr Mladimir Milutinović, <i>koordinator</i>	Ljiljana Tanasić Lučić
prof. dr Dragan Golubović	Dragan Vujović
dr Tihomir Marjanović	Vladimir Dojčilović
Slavica Totović	Filip Korac
Milenko Nikolić	Goran Janković
mr Radovan Živković	Rade Rajević
Vladan Vesnić	Miloš Janković
Zoran Jotić	Rade Marković



TEHNIČKA
ŠKOLA
POŽEGA

KONFERENCIJA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM
**PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA I IDEJA U
ŠKOLSKOM INŽENJERSKOM OBRAZOVANJU**
CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
**APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES AND
IDEAS IN ENGINEERING EDUCATION**



POŽEGA , SERBIA, MAY 15-16, 2017

**DETALJNI PROGRAM KONFERENCIJE /
FINAL PROGRAM - DETAILS**

**10.30 – 11.30 PREZENTACIJA RADOVA PO POZIVU– DEO 1/
PLENARY PRESENTATION 1 – KEYNOTE PAPERS**

Presedavajući/ Chairmen: dr Mladomir Milutinović, dr Milan Perović

1. Zivkovic, R.:

Inženjersko obrazovanje u svetlu koncepta inženjerskog načina mišljenja

2. Golubović, D.

Inovacije u metodama obrazovanja iz tehničkih i prirodnih nauka

3. Vilotić ,D.; Medvecki, D.; Milutinović, M:

Studije mašinstva na fakultetu Tehničkih nauka u Novom Sadu

**11.40 – 12.50 PREZENTACIJA RADOVA PO POZIVU- DEO 2
PLENARY PRESENTATION 2 – KEYNOTE PAPERS**

Presedavajući / Chairmen: dr Mladomir Milutinović, dr Milan Perović

1. Tabaković, S.; Zeljković ,M.; Živanović ,S:

Savremene mašine alatke – trendovi u edukaciji

2. Seidler, H.:

Application of ICT in education

3.Lihteneker, D.; Doler, I.:

Laboratorija za obnovljive izvore energije

4. Goloskoković, B:

Projekat MOC (međuregionalni obrazovni centar) Valjevo



TEHNIČKA ŠKOLA
POŽEGA

KONFERENCIJA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM
**PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA I IDEJA U
ŠKOLSKOM INŽENJERSKOM OBRAZOVANJU**
CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
**APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES AND
IDEAS IN ENGINEERING EDUCATION**



POŽEGA, SERBIA, MAY 15-16, 2017

SAVREMENE MAŠINE ALATKE – TRENDovi U EDUKACIJI

Slobodan Tabaković, Milan Zeljković, Saša Živanović

Rezime: *Kontinualni razvoj tehnike i društva uopšte je u velikoj meri omogućen intenzivnim razvojem i usavršavanjem proizvodnih tehnologija. To se naročito odnosi na razvoj mašina alatki kao osnove savremenih tehnoloških sistema. Najvažniji pravci razvoja mašina alatki su: intenzivno povećanje režima obrade u cilju obrade savremenih materijala, unapređenje mehaničke strukture mašina, modularnost upravljačkih sistema i uključivanje u industrijski koncept Interneta stvari (Industry Internet of Things).*

U skladu sa tim se sve više primenjuju i savremene metode obrazovanja inženjera proizvodnog mašinstva i operatera na mašinama. Ove metode obuhvataju primenu različitih softverskih rešenja od simulatora prilagodljivih konfiguracija mašina pa do kompleksnih računarskih sistema baziranih na veštačkoj inteligenciji, kao i intenzivnu primenu modularnih edukacionih i industrijskih mašina alatki. Primena savremenih metoda edukacije učenika srednjih škola, polaznika različitih programa prekvalifikacije kao i visokoobrazovanih kadrova u oblasti mašinske industrije je od ključnog značaja za njihovo brzo uključivanje u savremenu proizvodnju.

U radu se prikazuju savremene metode edukacije u oblasti numerički upravljanih mašina alatki i neki od rezultata višegodišnjeg iskustva autora u njihovoj primeni u Republici Srbiji.

Ključne reči: *edukacija, mašine alatke, numeričko upravljanje*

MODERN MACHINE TOOLS - TRENDS IN EDUCATION

Slobodan Tabaković, Milan Zeljković, Saša Živanović

Abstract: *The continuous development of technologies and society is enabled by intensive developments improvement of production technologies. This applies in particular to the development of machine tools as a basis of industrial technological systems of today. The main directions of improvement of machine tools are extensively increased cutting data necessary for the processes of cutting modern materials, improving the structure of the machine, a modular control systems and integration into the industrial concept of the Internet of Things (Internet of Things Industry).*

In line with these improvements are created new trends and methods of production engineering education of engineers and operators on the machines. Those trends include the use of various software solutions of the simulator machine configuration adaptable to complex computer systems based on artificial intelligence, as well as intensive implementation of modular educational and commercial machine tools. The application of modern methods of education of high school students, students of various programs and retraining of highly educated personnel in the field of production engineering is crucial for their rapid integration into modern production.

The paper describes modern methods of education in the field of machine tools and years of experience of the author on their application in the Republic of Serbia.

Keywords: *Education, Machine tool, CNC control*

1. UVOD

Intenzivan razvoj tehnike i integracija informacionih sistema u praktično sve elemente društva početkom dvadeset prvog veka su značajno uticali na razvoj društva, na globalizaciju i zahteve tržišta. To se može uočiti na osnovu promena u dužini životnog veka proizvoda na tržištu, intenzivnijom primenom novih materijala i sve izraženijim trendovima ka

personifikaciji proizvoda. Sve ovo je izazvalo intenzivne promene u strukturi i načinu funkcionisanja industrije uopšte.

Kao dobar primer za prethodno se može uzeti trend smanjenja vremenskih intervala između značajnih promena u konceptu industrijske proizvodnje, koji se popularno nazivaju industrijske revolucije (Slika 1.1). Na osnovu slike 1.1 se može uočiti da su vremenski periodi prve dve industrijske revolucije oko sto

godina, a između treće i četvrte oko pedeset godina. U najvažnije aktuelne trendove razvoja industrijske proizvodnje se mogu ubrojati povećanje fleksibilnosti i produktivnosti, smanjenje utroška energije, uz neprestani rast kvaliteta proizvoda i prilagođavanje trenutnim zahtevima tržišta.



Slika 1.1– Periodi razvoja industrije

Ovakvi trendovi su najviše uticali na razvoj i unapređenje mašina alatki kao osnovne ćelije savremenih industrijskih sistema sa ciljevima obezbeđivanja:

- efikasne obrade savremenih materijala kao što su aluminijum, titanijum kao i kompozitni materijali,
- prilagođavanja trendovima uvođenja aditivnih tehnologija u industrijsku proizvodnju,
- obezbeđivanja dvosmerne komunikacije između mašine i ostalih podsistema proizvodnog sistema (tehnološke pripreme, održavanja i sl.).

Ipak, osavremenjavanje mašina alatki samo po sebi nije dovoljan uslov za ispunjenje svih zahteva koji se pred savremenu proizvodnju postavljaju. Očekivana efikasnost i kvalitet na savremenim mašinama alatkama se može postići isključivo primenom adekvatnog sistema obrazovanja, koji treba da omogući podizanje nivoa znanja i stručnosti korisnika u cilju maksimalnog iskorišćenja mogućnosti mašina. Zbog toga se poslednjih godina značajan trud ulaže u primenu savremenih edukacionih sredstava u cilju upoznavanja svih zainteresovanih korisnika u industriji.

U radu se opisuju savremeni trendovi u edukaciji inženjera i tehničara proizvodnih profila i mogućnosti njihove primene u obrazovnom sistemu Republike Srbije.

2. SAVREMENE MAŠINE ALATKE

Preduslov za značajniji razvoj industrije u oblasti diskretne proizvodnje je u najvećoj meri uslovljen razvojem mašina alatki. Prateći aktuelne trendove najznačajniji pravci razvoja savremenih mašina alatki su:

- osavremenjavanje mehaničke strukture u smislu uvođenja novih koncepcija mašina alatki baziranih na paralelnoj i hibridnoj kinematici,
- prilagođavanje specifičnim potrebama pojedinih grana industrije, uvođenjem rekonfigurabilnih i prilagodljivih mašina alatki,
- dalji razvoj nadzora i dijagnostike procesa obrade na mašinama alatkama,

- usvajanje koncepcije digitalizacije u skladu sa, u svetu usvojenim, strategijama unapređenja industrijske proizvodnje (Industry Internet of Things i Industrie 4.0).

Kao posledica intenzivnog razvoja mašina alatki ostvareno je značajno poboljšanje eksploatacionih karakteristika u koje spadaju povećanja brzina glavnog i pomoćnog kretanja (za oko tri puta), uvođenje u komercijalnu upotrebu kompleksnih mašina alatki na kojima su prisutne istovremeno aditivne metode proizvodnje, metode nekonvencionalne obrade i metode skidanja strugotine.

2.1 Struktura

U najdužem periodu razvoja struktura mašina alatki je bazirana na koncepciji serijske kinematike. Razvoj mehatroničkih sistema sa ciljem unapređenja kinematskih karakteristika je u predhodnih dvadeset godina omogućio razvoj paralelnih kinematskih struktura pogodnih za implementaciju u mašine alatke (Slika 2.1 a), a odmah posle toga i hibridne kao kombinacije paralelnih i serijskih mehanizama čiji je osnovni cilj kompromis između ove dve koncepcije, (Slika 2.1 b).

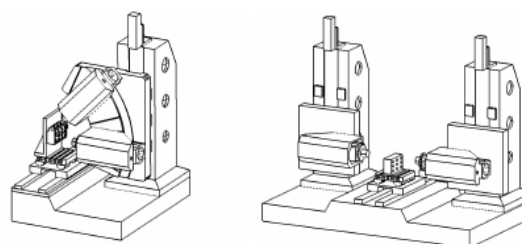


a) LOLA pn101_4V.1 [1]

b) Tricept T506 [2]

Slika 2.1– Mašina alatka sa paralelnom (a) i hibridnom kinematikom (b)

Pored toga, razvojem modularne strukture mašina alatki nastala je koncepcija mašina alatki koja omogućuje stvaranje fleksibilnih struktura, prilagodljivih potrebama proizvodnje i geometriji samog proizvoda [3]. Mašina pokazana na slici 2.2a, ima mogućnost podešavanja položaja glavnog vretena po lučnom stubu (Arch Type) i pogodna je za obradu delova sa nagnutim površinama. Mašina na slici 2.2.b ima dva paralelna vretena i obradak između njih na pokretnoj translatornoj osi.



Slika 2.2– Rekonfigurabilne mašine sa promenljivom strukturom [3]

Ova karakteristika fleksibilnosti strukture se naziva rekonfigurabilnost i značajna je kod proizvodnih sisteme za izradu velikog asortimana proizvoda u srednjim i velikim serijama. Jedan od ključnih izazova današnje proizvodnje je česta promena proizvodnih programa, što zahteva i promenu strukture tehnoloških sistema, koji sada mogu da uključuju i rekonfigurabilne mašine alatke.

Rekonfigurabilni Tehnološki sistemi (RTS) se konfiguriraju znanjima koja su stečena na modularnim, odnosno fleksibilnim tehnološkim sistemima (FTS). Strukturu RTS čine rekonfigurabilne mašine i rekonfigurabilno upravljanje otvorene arhitekture. Rekonfigurabilne mašine se rekonfiguriraju kako u hardverskim tako i u softverskim komponentama. Cilj je efikasno prilagođavanje na promenu obima i asortimana proizvoda, bez nabavke novih mašina. Jedna ilustracija RTS na Univerzitetu u Mičigenu [4] je pokazana na slici 2.3



Slika 2.3– Rekonfigurabilni tehnološki sistem (RMS- ERC University of Michigan)

2.2 Upravljanje

Paralelno sa definisanjem novih koncepcija mašina alatki u toku je i dalji razvoj upravljačkih sistema otvorene arhitekture čiji je zadatak da omogući odgovarajući nivo fleksibilnosti koji zahtevaju nove koncepcije mašina alatki sa paralelnom i hibridnom kinematikom, kao i rekonfigurabilne mašine alatke. Osnovne osobine ovakvih, upravljačkih sistema otvorene arhitekture su modularnost i prisustvo personalnih računara u sastavu upravljačkog sistema koji omogućuju jednostavniju i fleksibilniju komunikaciju korisnika sa mašinom alatkom [5].

Primena upravljačkih sistema otvorene arhitekture omogućava implementaciju različitih aplikacija koje imaju za cilj olakšanu komunikaciju sa korisnikom i unapređenje karakteristika mašina alatki.

2.3 Povezivanje (IoT)

Zahvaljujući intenzivnom razvoju računarskih sistema poslednjih godina i opštem trendu integrisanja svih uređaja u ljudskom okruženju putem računarskih mreža (eng. Internet of things) i u industiji je došla do izražaja potreba za implementacijom svih elemenata proizvodnje u jednu celinu primenom različitih

komunikacionih metoda (Industry Internet of Things). Ovaj trend se smatra sledećom industrijskom revolucijom (IV) i predstavlja osnovu strategija razvoja vodećih industrijskih zemalja u svetu (Industrie 4.0, Manufacturing Renesanse, Made in China 2025,...). U oblasti mašina alatki implementacija ovih strategija omogućava korisnicima kontinualni:

- uvid u stanje proizvodnje (broj izrađenih delova, nadzor nad alatima),
- nadzor nad kvalitetom proizvodnje,
- proces upravljanja planom proizvodnje,
- praćenje stanja mašine (u kontinualnom i periodičnom smislu), ...

Pored velikih prednosti koje ovakav pristup proizvodnji donosi, povećanje broja funkcija koje same mašine mogu da realizuju, njihovo usavršavanje podrazumeva i odgovarajuće obrazovanje korisnika.

3. PRAVCI OBRAZOVANJA I EDUKACIJE U OBLASTI NUMA I FTS

Brojne promene u karakteristikama mašina alatki i značajno proširenje broja i strukture funkcija koje one poseduju podrazumevaju značajne promene u metodama školovanja učesnika u procesu industrijske proizvodnje. Prema obimu znanja koje moraju da usvoje u toku školovanja/obučavanja korisnici mašina alatki se mogu svrstati u tri grupe:

- operateri-poslužiooci,
- programeri –tehničari i
- inženjeri proizvodnog mašinstva.

Prvu grupu čine operateri na mašinama koji obavljaju zadatke poslužioaca mašina. Njihova znanja se ograničavaju na osnovno poznavanje principa rada mašine, pripremu mašine za rad, izvršavanje pripremljenih programa i svakodnevne aktivnosti održavanja.

Znanja koja tehničar na numerički upravljanim mašinama alatkama (NUMA) treba da usvoji tokom školovanja pored pomenutih obuhvataju i poznavanje nivoa programiranja NUMA (ručno i poluatomatizovano) neophodnog za neposredno programiranje na mašini, realizaciju periodičnog održavanja i servisiranja kao i protokole uključivanja mašine u lokalnu računarsku mrežu.

Sa stanovišta znanja neophodnih za planiranje i eksploataciju savremenih mašina alatki od inženjera se očekuju znanja o svim tehnološkim, mehatroničkim i informatičkim aspektima mašina i njihova pravilna primena.

U skladu sa tim se pravci obrazovanja korisnika mašina alatki zasnivaju na savladavanju svih pomenutih unapređenja na mašinama alatkama kroz kombinaciju primene softverskih rešenja, edukacionih mašina, učila i industrijskih mašina alatki

3.1 Savremeni pristup edukaciji u oblasti eksploatacije mašina alatki

Za programiranje i rukovanje mašinama alatkama neophodna je sveobuhvatna edukacija na različitim nivoima školovanja (na fakultetima, visokim i srednjim školama) kao i adekvatna obuka u fabrikama i kod zastupnika CAD/CAM softvera. Za ovakvu edukaciju su neophodni resursi, pre svega je potrebna NUMA, koja može biti edukaciona - stona ili industrijska [6].

Do sada su se ovi problemi aktuelnosti opreme za edukaciju rešavali nabavkom i edukacionih mašina industrijskog tipa i edukacionih mašina stonog tipa. Njihova nabavka zahtevala je značajna ulaganja, što je uzrokovalo nabavku veoma malog broja ovih edukacionih mašina, koje nemaju dovoljne kapacitete za kvalitetnu obuku svih kandidata. Stoga veliki broj tehničkih fakulteta, visokih i srednjih škola, imaju nedovoljno, ili uopšte nemaju edukacione mašine. Najveći broj sistema za edukaciju u Srbiji je nabavljen od firme EMCO Education Ltd. Drugi veliki ponuđači ovakvih sistema su Roland DG Corporation, The Cool Tool, Renishaw i drugi. U našoj zemlji ne postoji proizvođač edukacionih mašina [7].

3.2 Edukacione mašine alatke

Osnovna klasifikacija edukacionih mašina alatki slika 3.1 obuhvata podelu na [6]: (1) edukacione mašine alatke iz modularnih kompleta, od standardnih komponenta vrlo skromnih mogućnosti (na nivou igračaka); (2) edukacione mašine alatke kao delovi modularnih sistema na bazi standardnih komponenta – mini mašine; (3) edukacione stone mašine alatke sa upravljanjem na PC platformi i odgovarajućim upravljačkim softverom i (4) edukacione mašine za obuku u pokaznim centrima, koje su identične industrijskim mašinama, samo su manjih dimenzija.



Slika 3.1 – Edukacione mašine alatke

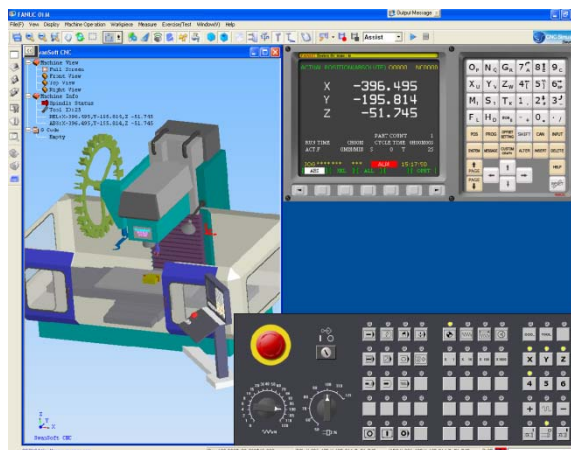
Prema nivou edukacije edukacione mašine mogu biti predviđene za osnovno, srednje i visoko obrazovanje.

Sve one se uglavnom zasnivaju na modularnom principu, uz mogućnost rekonfigurisanja i dobijanja različitih tipova mašina. Neke od njih su sa ručnim upravljanjem, a neke predstavljaju kompletne CNC sisteme.

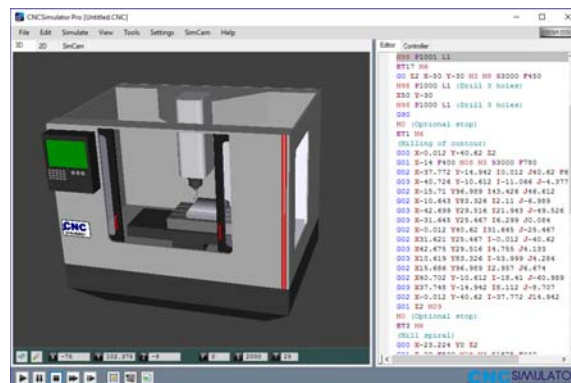
3.3 CNC simulatori i editori

U obuci čije su teme: principi funkcionisanja podsistema mašina alatki, programiranje, rukovanje i korišćenje upravljačkih jedinica koriste se softverska rešenja u vidu CNC simulatora i NC editora. NC editori se koriste pri ručnom definisanju upravljačkih programa, verifikaciji putanje alata, i mogućnosti verifikacije obrade simulacijom putanje alata i simulacijom uklanjanja materijala.

CNC simulatori omogućavaju učitavanje i verifikaciju programa, kao i uvežbavanje korišćenja različitih tipova upravljačkih jedinica kao i edukaciju u oblasti funkcionisanja podsistema mašina alatki. Primeri softverskih simulatora za obuku na NUMA, su SinuTrain, Swansoft CNC simulator [8] (Slika 3.2), CNC simulator Pro [9] (Slika 3.3), i drugi. Oni pored emulacije različitih upravljačkih jedinica, nude mogućnost rada na virtuelnoj mašini alatki u okruženju softvera, koja uključuje i rukovanje kao i simulaciju obrade na mašini.



Slika 3.2 – Swansoft CNC simulator

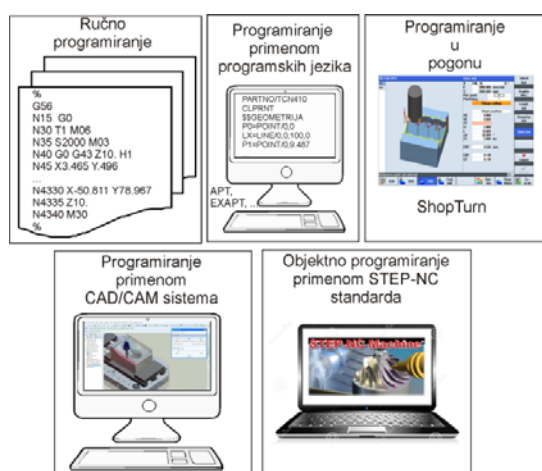


Slika 3.3 – CNC simulator Pro

3.4 Metodi programiranja NUMA

Prema obimu učešća čoveka, u ovom slučaju tehnologa u procesu programiranja NUMA, ili prema nivou automatizacije, programiranje se može podeliti na sledeće metode (Slika 3.4): (i) ručno programiranje; (ii) programiranje primenom problemski orijentisanih programskih jezika; (iii) programiranje u pogonu; (iv) programiranje primenom CAD/CAM sistema i (v) objektno programiranje primenom STEP-NC standarda.

Za kvalitetno programiranje neophodno je znanje, iskustvo i logika utvrđenih procedura programiranja sa jedne strane i uređeni skupovi informacija o mašinama, alatima, priborima, materijalima, režimima obrade i sl., sa druge strane.



Slika 3.4 – Metodi programiranja NUMA

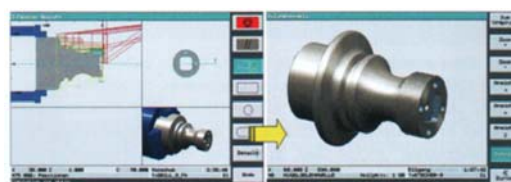
Kod ručnog programiranja NUMA, programer na osnovu sopstvenog znanja i iskustva, kao i raspoloživih informacija o mašinama, alatima, priborima, režimima obrade, primenom uputstva za programiranje, ručno piše geometrijske i tehnološke informacije potrebne za kompletiranje alfanumeričkog programa, poznatog i kao G kod. Prema tome, kod ovog metoda, programiranje se vrši direktno u jeziku prepoznatljivom za određeni tip upravljačke jedinice NUMA. Na početku razvoja tehnologije numeričkog upravljanja, ručno programiranje je bilo dominantan metod programiranja NUMA. Međutim, ovaj metod programiranja, nije pogodan za obratke sa geometrijski složenim oblicima, posebno onim koji zahtevaju višeosnu obradu. Čak je i za neke jednostavne zadatke, ručno programiranje sporo. Zbog toga su ostali metodi programiranja, posebno oni koji su zasnovani na primenu kompjutera i CAD/CAM sistema danas dominantniji. To ne znači da se ručno programiranje više ne koristi. Posebno je značajno da svaki programer prvo nauči ručno programiranje, kako bi bio u stanju da kod ostalih metoda programiranja razume rezultat koji je dobio, i da bude u stanju, da vrši eventualne korekcije programa koji su već postprocesirani.

Programiranje NUMA primenom problemski orijentisanih jezika podrazumeva da je programeru olakšan zadatak u odnosu na ručno programiranje i ovde je potrebno definisati: geometrijske elemente,

tehnološke podatke i opis putanje po kojoj se kreće alat tokom procesa obrade. Primenom programskih jezika olakšano je definisanje geometrije obratka kao i definisanje relativnog kretanja alata u odnosu na obradak, koja se u ovom slučaju definišu opisno primenom odgovarajućih simboličkih jezika.

Razvijeni su mnogi problemski orijentisani jezici (Part Programme Language) u cilju što jednostavnijeg programiranja NUMA [10]. Najčešće korišćeni je svakako APT, koji je bio osnova za razvoj i drugih kao što su PERAPT, EXAPT, MINIAPT, AUTOPRIT, AUTOPROGRAMER, COMPACT, VisualCAMScript i drugi. Programski jezik APT je bio i osnova za razvoj drugih jezika, a i dan danas je njegov format u pozadini svih CAD/CAM sistema za definisanje putanje alata, poznat još i kao CLF (Cutter Location File).

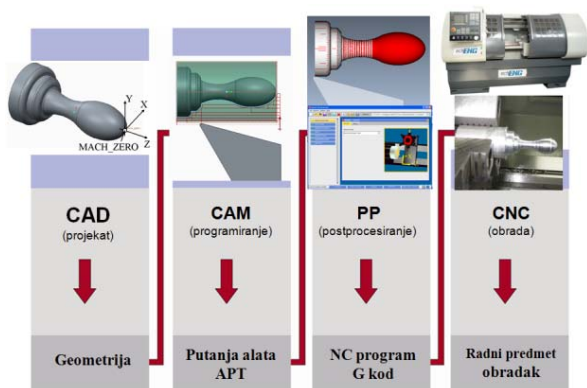
U cilju kontinualnog razvoja metoda programiranja NUMA, kao i želje da se programiranje spusti na samu mašinu, u cilju još veće i lakše primene NUMA, pojedini proizvođači su ponudili upravljačke jedinice koje podržavaju programiranje neposredno na samoj mašini. Ovakav metod programiranja je dobio naziv programiranje u pogonu (pogonsko programiranje). Iako je od samih početaka primene NUMA postojala mogućnost neposrednog programiranja na mašini u tzv. MDI (Manual Data Input) režimu, programiranje u pogonu predstavlja potpuno novi metod programiranja. Kod ovog metoda, upravljačke jedinice, koje ga podržavaju, imaju integrisane dodatne funkcije kojima se izbegava klasično programiranje primenom G koda. U ovom slučaju, programiranje se svodi na interaktivni dijalog između operatera i upravljačke jedinice, preko tastature i grafičkog korisničkog interfejsa, čime se mogu generisati jednostavne konture za obradu, kao i tipizirani ciklusi obrade. Upravljačka jedinica na osnovu unetih upita, izvodi neophodne proračune putanja alata i automatski generiše upravljački program, slika 3.5.



Slika 3.5 – Model programiranja NUMA u pogonu primenom softvera ShopTurn

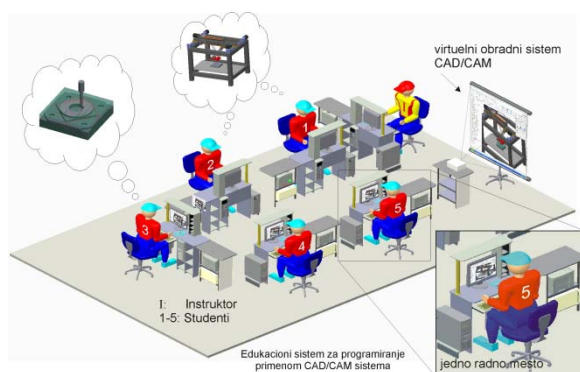
Težnje ka što većoj automatizaciji metoda programiranja, dovele su do metoda programiranja baziranih na primeni CAD/CAM sistema, koje predstavljaju imperativ u savremenoj i automatizovanoj proizvodnji.

Osnovne etape u programiranju primenom CAD/CAM sistema su ilustrovane na slici 3.6 za primer obrade struganjem. Na bazi CAD modela, mogu se za programiranje obrade primeniti različite strategije obrade. U ovom slučaju su pokazane strategije za predobradu i završnu obradu konture, kao i simulacija uklanjanja materijala za verifikaciju putanje alata.



Slika 3.6 – Primer osnovnih etapa u programiranju primenom CAD/CAM sistema

Jedan od vidova organizacije rada obuke i edukacije u programiranju CAD/CAM sistema pokazan je na slici 3.7 i podrazumeva rad u malim grupama uz prikaz aktivnosti instruktura primenom multimedijalnog projektora [7, 11].

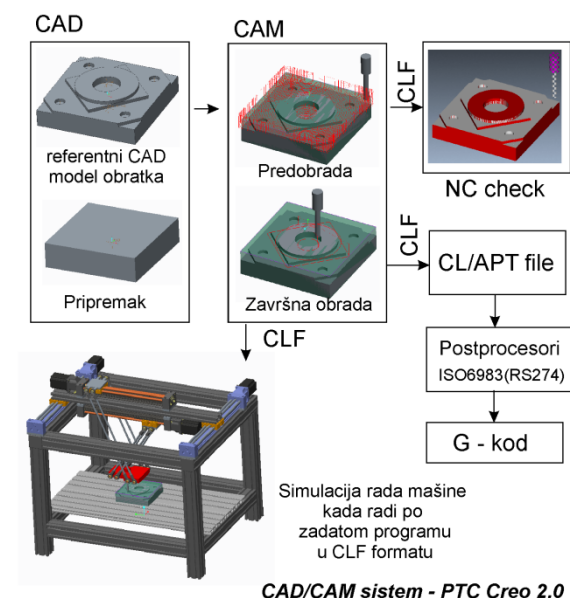


Slika 3.7 – Layout edukacione učionice za programiranje primenom CAD/CAM sistema

Primenom CAD/CAM sistema je moguće pored uobičajene pripreme modela obratka, izbora strategija za obradu i generisanja putanje alata, zatim postprocesiranja i generisanja G koda, izvršiti i simulaciju uklanjanja materijala kao i simulaciju rada virtuelnog modela mašine alatke. Simulacija rada mašine alatke je najbezbedniji i najekonomičniji način verifikacije programa [12]. Na slici 3.8 je prikazano okruženje za programiranje na konkretnom primeru simulacije rada mašine alatke bazirane na O-X hibridnom mehanizmu [13-17].

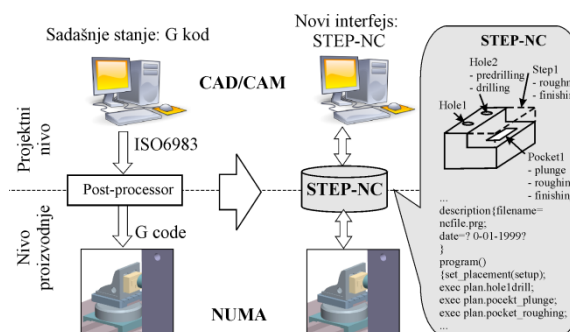
Oformljeno okruženje za programiranje omogućava simulaciju putanje alata na bazi generisanog upravljačkog programa, simulaciju uklanjanja materijala (NC-Check - VeriCUT) i simulaciju rada mašine po zadatom programu. Tokom simulacije se mogu uočiti eventualne kolizije alata sa delovima mašine, pribora ili obratka, kao i eventualno loše postavljanje obratka u granice radnog prostora mašine. U CAD/CAM sistemu se definiše i odgovarajući postprocesor za generisanje upravljačkog programa saglasno standardu ISO 6983. U cilju prevazilaženja nedostataka G koda, pristupilo se razvijanju novih standarda za programiranje CNC mašina, kompatibilnim sa standardima STEP iz serije ISO 10303. Ovaj standard za programiranje se sastoji

iz više delova i protokola. Šire je poznat pod imenom STEP-NC (Standard for Product Model Data Exchange for Numerical Control, ili AP-238) [18]. Novi model prenosa podataka između CAD/CAM sistema i NUMA, koji se javio kao alternativa upravljačkom programu prema ISO 6983, šire je poznat pod imenom STEP-NC. STEP-NC treba da omogući izvršavanje programa na različitim mašinama alatkama i to bez prilagođavanja programa i primene različitih postprocesora.



Slika 3.8 – Sistem za programiranje u CAD/CAM okruženju sa simulacijom rada mašine kada mašina radi po zadatom programu [16]

Metod programiranja primenom protokola STEP-NC ovde je nazvan objektnim metodom programiranja. Ako se pojedini tehnološki oblici i/ili tehnološki primitivi, na delu koji treba napraviti, nazovu objektima (Features) i ako se program za tu izradu kompletira pomoću tih objekata, ne pomoću alfanumeričkih tekstova, onda je takvo programiranje nazvano objektnim. Međutim, klasična programiranja postoje još uvek, a i objektno programiranje do sada nije uvedeno u punom obimu [18-20]. Ta dva metoda egzistiraju uporedo, kako je ilustrovano na slici 3.9.

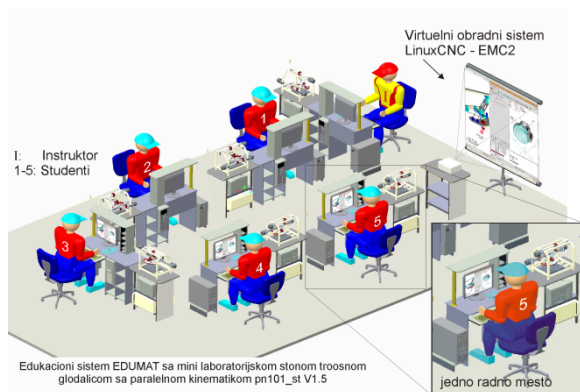


Slika 3.9 – Uporedni prikaz programiranja primenom G-koda i primenom STEP-NC-a

3.5 Programiranje i upravljanje – edukacioni sistem EduMAT

U sistemima edukacije na svim nivoima obrazovanja se uglavnom koriste mašine sa serijskom kinematikom. U današnjoj industriji u toku je smena postojećih, savremenim mašinama alatkama nove generacije, čiju okosnicu čine obradni sistemi sa paralelnom kinematikom i/ili hibridnom kinematikom. Taj trend u smeni generacija bi trebalo pratiti i u edukaciji, što je i suština edukacionog sistema EduMAT, koji se koristi na Katedri za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta u Beogradu. Karakteristike edukacionog sistema EduMAT su: (i) po performansama za obuku je ekvivalentan najmodernijim NUMA; (ii) ne zahteva industrijske instalacije, skupo održavanje, veliki prostor za smeštaj i sl.; (iii) ima neuporedivo nižu cenu, bez umanjivanja performansi, (iv) umesto nabavke jedne industrijske mašine, nabavkom većeg broja stonih mašina se može formirati učionica – Centar za edukaciju i obuku; (v) zadržava se kvalitet edukacije kao na industrijskoj mašini, ali omogućava i pojedinačnu edukaciju.

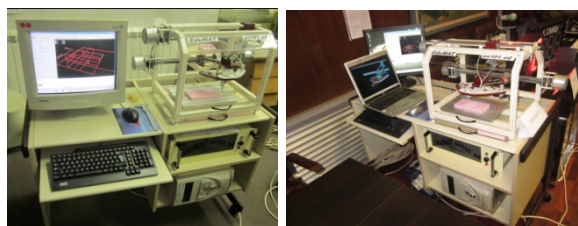
Edukacioni sistem EduMAT čine: (i) mini laboratorijska i edukaciona stona 3-osna glodalica sa paralelnom kinematikom; (ii) sistem za upravljanje otvorene arhitekture na PC Linux platformi i softveru EMC2; (iii) virtuelna mašina za verifikaciju programa (Python). Edukacioni sistem EduMAT se može koristiti u edukaciji pri konfigurisanju, upravljanju, programiranju i rukovanju CNC obradnim sistemima. Mini edukaciona stona troosna glodalica sa paralelnom kinematikom pn101_st, na kojoj se bazira edukacioni sistem, ima mogućnost višestruke primene na različitim nivoima i sa različitim temama edukacije. Ovakav resurs je pogodan za formiranje učionica ili obrazovnih edukacionih centara sa edukacionim mašinama, gde će svakom polazniku mašina biti pojedinačno dostupna za samostalan rad tokom edukacije, kao što je pokazano na slici 3.10.



Slika 3.10 – Layout Edukacionog sistema EduMAT

Izgled jednog pojedinačnog radnog mesta za polaznika je pokazan na slici 3.11a i obuhvata stonu edukacionu mašinu, odgovarajući softver za upravljanje (EMC2) i virtuelnu mašinu za prethodnu verifikaciju upravljačkog programa (G koda). Sa

ovom idejom autori rada [7] su učestvovali i u finalu takmičenja za najbolju tehnološku inovaciju za 2011. godinu. EduMAT je predstavljen i na sajmu najboljih tehnoloških inovacija (NTI) za 2011. godinu, slika 3.11b.



a) EduMAT radno mesto

b) Sajam NTI 2011.

Slika 3.11 – Edukacioni sistem EduMAT za obuku u rukovanju, programiranju i upravljanju NUMA

Na Mašinskom fakultetu u Beogradu, Katedri za proizvodno mašinstvo, je napravljen i isproban prototip edukacionog sistema [7]. Studenti koriste ovaj resurs u okviru laboratorijskih vežbi pri savladavanju nastavnog sadržaja predmeta Mašine alatke i roboti nove generacije i Mašine alatke M. Na slici 3.12 je pokazan trenutni izgled EduMAT edukacionog centra, sa jednom stonom troosnom mašinom sa paralelnom kinematikom [6,7,21] i 5+1 radnim mestom sa virtuelnim mašinama. Rad instruktora se može pratiti na projektoru, dok polaznici prate i samostalno upravljaju virtuelnom mašinom na svom radnom mestu. Krajnji cilj je da sva radna mesta pored virtuelnih budu opremljena i stonim edukacionim mašinama.

Osnovna ideja je prelazak sa grupnog rada na pojedinačni, gde će svaki polaznik edukacije imati svoje mesto za samostalan rad. Na ovaj način svaki kandidat samostalno verifikuje programe i rukuje mašinom tokom obrade, uz nadzor i savete instruktora.



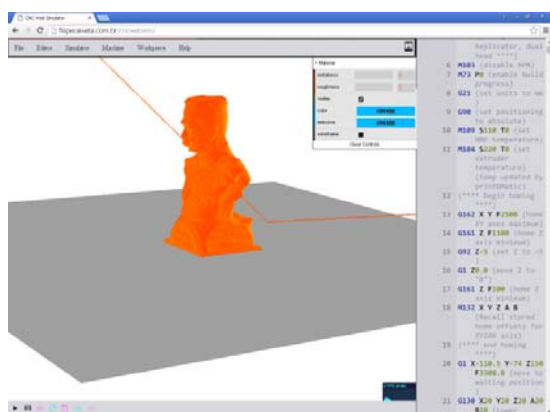
a) Instruktor b) Izgled učionice sa 5+1 radnih mesta

Slika 3.12 – Primer EduMAT edukacionog sistema

3.6 Povezivanje mašina alatki u digitalne tehnološke sisteme

Obično se za razvoj digitalnih tehnoloških sistema računa na ove četiri grupe tehnologija: (i) grupa digitalnih tehnologija za razvoj proizvoda, simulacije i optimizaciju. Neke od njih su: CAD, CAM, RP

(Rapid Prototyping), VM (Virtual Manufacturing); (ii) grupa digitalnih tehnologija za mašinsku obradu i tok materijala. Neke od njih su i generacije numeričkog upravljanja: NC, CNC (Computer Numerical Control), DNC (Direct Numerical Control) i PC-CNC upravljanje otvorene arhitekture; (iii) grupa tehnologija za konfigurisanje sistema za nadzor i dijagnostiku koji preuzima i izvršava programe i od udaljenih resursa i za udaljene korisnike; (iv) grupa tehnologija za umrežavanje i kooperaciju resursa, WEB tehnologije. Kada se govori o WEB tehnologijama, danas su dostupni i CNC simulatori mašina alatki u WEB okruženju na kojima se mogu verifikovati programi obrade za različite mašine kao što su glodalice, strugovi, pa i mašine za dodavanje materijala popularno nazvane 3D štampačima. Primer jednog CNC WEB Simulatora [22] sa primerom simulacije 3D štampe skulpture, na osnovu generisanog G koda, je pokazan na slici 3.13.



Slika 3.13 – Primer CNC WEB simulatora

4. MOGUĆNOSTI PRIMENE U PROCESU MODERNIZACIJE OBRAZOVNOG SISTEMA REPUBLIKE SRBIJE

Na osnovu preseka trenutnog stanja mašinske industrije u Republici Srbiji može se konstatovati da su mašine alatke u industrijskim pogonima u našoj zemlji različite starosti (raspon starosti je blizu 40 godina). Kao posledica toga postoji velika neujednačenost pristupu automatizaciji, metodama programiranja i sl.

Sa druge strane, tehnološki razvoj naše zemlje u industrijskom smislu u najvećoj meri zavisi od izgradnje intelektualnih kapaciteta radne snage da maksimalno iskoristi postojeće resurse i prilagodi se uvođenju novih, efikasnijih i fleksibilnijih.

Prema sadašnjem stanju edukacije u oblasti mašina alatki može se uočiti da se najveći deo teorijskih i deo praktičnih znanja koje korisnici treba da usvoje orijentišu ka softverskim rešenjima i primeni edukacionih, rekonfigurabilnih mašina alatki dok se praktična znanja stižu primenom komercijalnih mašina alatki u laboratorijskim i/ili industrijskim uslovima. Prema tome primena najsavremenijih učila u oblasti proizvodnog mašinstva u manjoj meri podrazumeva finansijska sredstva, a u znatno većoj strategiju razvoja industrije.

5. ZAKLJUČAK

Opšta digitalizacija u industriji je omogućila kontinualni razvoj i unapređenje mašina alatki koju je moguće realizovati implementacijom novih tehnoloških saznanja u softverska rešenja koja se u svakom momentu mogu integrisati u upravljačke sisteme otvorene arhitekture.

Ulaganje u nove, revitalizacija postojećih i samogradnja edukacionih mašina alatki, je jedan od važnih faktora za podizanje nivoa i kvaliteta edukacije na svim nivoima.

Uporedo sa tim se i postupci obrazovanja u velikoj meri oslanjaju na softverska rešenja i tehnologije simulacije i virtuelizacije. Upravo to može biti ekonomski isplativa osnova za unapređenje sistema obrazovanja u oblasti proizvodnog mašinstva u Republici Srbiji.

Zahvalnica/Acknowledgements

Rad je rezultat dugogodišnjeg iskustva u obrazovnom procesu sa studentima i saradnje između Univerziteta u Novom Sadu i Beogradu. Takođe, rad obuhvata i aktuelna istraživanja na projektima TR 35025 „Savremeni prilazi u razvoju specijalnih rešenja uležištenja u mašinstvu i medicinskoj protetici“ i TR 35022 „Razvoj nove generacije domaćih obradnih sistema“, koji su podržani od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Milutinovic D., Glavonjic M., Kvirgic, V., Zivanovic, S. (2005). A New 3-DOF Spatial Parallel Mechanism for Milling Machines with Long X Travel. CIRP Annals - Manufacturing Technology, vol 54, no. 1, pp. 345-348.
- [2] TRICEPT PKM, <http://www.pkmtricept.com/>, pristupljeno/accessed on 18.4.2017.
- [3] Landers, R; Min, B; Koren, Y. (2001). Reconfigurable Machine Tools. CIRP Annals - Manufacturing Technology, vol. 50, no. 1, pp. 269-274.
- [4] NSF Engineering Research Center for Reconfigurable Manufacturing Systems, <https://erc.engin.umich.edu/patents/>, pristupljeno/accessed on 18.4.2017.
- [5] Colledani M, Tolio T, Váncza J, et al. (2014). Design and management of manufacturing systems for production quality. CIRP Annals - Manufacturing Technology, vol. 63, no. 2, pp. 773-796.
- [6] Živanović, S. (2012). Razvoj edukacione mašine sa paralelnom kinematikom, Zadužbina Andrejević, Mašinski fakultet, Beograd.
- [7] Živanović S., Glavonjić M., Milutinović D., Slavković N., Dimić Z., Kvirgić V. (2013), Edukacioni sistem EduMAT za programiranje CNC mašina alatki. Nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem Reinženjering poslovnih

- procesa u obrazovanju RPP013, Zbornik radova, Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Srbija, str. 298-305.
- [8] Swan Soft CNC Simulator Software, <http://swansoftcncsimulator.com/>, pristupljeno/accessed on 17.4.2017.
- [9] CNC simulator PRO, <http://getintopc.com/software/simulators/cnc-simulator-pro-free-download/>, pristupljeno/accessed on 17.4.2017.
- [10] Bojanić, P., Puzović, R. (2002). Proizvodni sistemi APT jezik, Mašinski fakultet Beograd.
- [11] Živanović S., Dimić Z., Slavković N., Milutinović D., Glavonjić M. (2012). Configuring of virtual robot for machining and application in off-line programming and education. Proceedings of 1st International Scientific Conference Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications COMETA 2012, Jahorina, Republic of Srpska, B&H, pp.125-132.
- [12] Zivanovic, S., Kokotovic, B. (2015). Configuring a virtual desktop 5-axis machine tool for machine simulation. Proceedings of the 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H, pp. 255-262.
- [13] Tabaković, S., Živanović, S., Zeljković, M., Tabaković, N. (2016). Verifikacija kinematskih karakteristika mašine alatke bazirane na hibridnoj kinematici primenom virtuelnog prototipa. XVI međunarodni naučno-stručni Simpozijum INFOTEH-JAHORINA, Zbornik radova, Jahorina, Republika Srpska, BiH, str. 402-407.
- [14] Tabaković, S., Živanović, S., Zeljković, M. (2015). The application of virtual prototype in design of a hybrid mechanism based machine tools. Journal of Production Engineering, vol. 18, no. 2, pp. 77-80.
- [15] Tabaković, S., Živanović, S., Zeljković, M. (2015). The application of virtual prototype in design of a hybrid mechanism based machine tools. Proceedings of the 12th International Scientific Conference MMA 2015 - Advanced Production Technologies, Novi Sad, Srbija, pp. 59-62.
- [16] Tabaković, S., Živanović S. (2016). Simulation of kinematic of virtual prototype of a machine tool based on hybrid O-X mechanism. Proceedings of 3rd International Scientific Conference Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications COMETA 2016, Jahorina, Republic of Srpska, B&H, pp. 999-206.
- [17] Mladenović C., Tabaković S., Zeljković M. (2012). Kinematic analysis of machine tool based on O-X glide hybrid mechanism using a symbolic virtual model. Journal of Production Engineering, vol. 15, no. 1, pp. 37-40.
- [18] Glavonjić, M., Živanović, S. (2012). Novi pristup programiranju numerički upravljanih mašina alatki primenom STEP-NC, 38. JUPITER konferencija, 34. simpozijum NU-Roboti-FTS, Zbornik radova, Mašinski fakultet, Beograd, str. 3.112-3.117.
- [19] Živanović, S., Glavonjić, M. (2014). Methodology for implementation scenarios for applying protocol STEP-NC. Journal of Production Engineering. vol. 17, no. 1, pp 71-74.
- [20] Glavonjić M., Živanović S. (2012). Protokol STEP-NC za programiranje numerički upravljanih mašina alatki. TEHNIKA: Časopis saveza inženjera i tehničara Srbije, no. 6, str 937-942.
- [21] Zivanovic, S., Glavonjic, M., Milutinovic, D. (2015). Configuring A Mini-Laboratory and Desktop 3-Axis Parallel Kinematic Milling Machine, Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering, Vol. 61, No.1, pp. 33-42.
- [22] CNC WEB Simulator, <http://filipecaixeta.com.br/cncwebsim/>, pristupljeno/accessed on 21.4.2017.

Podaci o autorima

dr Slobodan Tabaković, vanredni profesor
Univerzitet u Novom Sadu
Fakultet tehničkih nauka
Departman za proizvodno mašinstvo
Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Srbija
tabak@uns.ac.rs

dr Milan Zeljković, redovni profesor
Univerzitet u Novom Sadu
Fakultet tehničkih nauka
Departman za proizvodno mašinstvo
Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Srbija
milanz@uns.ac.rs

dr Saša Živanović, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu,
Mašinski fakultet
Katedra za proizvodno mašinstvo
Kraljice Marije 16, Beograd, Srbija
szivanovic@mas.bg.ac.rs



Tehnička škola
Požega

Konferencija sa međunarodnim učešćem
**PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA I IDEJA U ŠKOLSKOM
INŽENJERSKOM OBRAZOVANJU**

Conference with international participation
**APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES AND IDEAS IN
ENGINEERING EDUCATION**



POŽEGA, SERBIA, MAY 15-16, 2017

Poštovane kolege profesori,

Prof dr Slobodan Tabaković i prof dr Milan Zeljković, sa Univerziteta u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, i prof dr Saša Živanović, sa Univerziteta u Beogradu, Mašinski fakultet,

Tehnička škola u Požegi organizuje Konferenciju sa međunarodnim učešćem

„Primena novih tehnologija i ideja u školskom inženjerskom obrazovanju“

Više informacija o školi kao i samoj konferenciji može se naći na sledećoj Web adresi:
<http://www.tehnickaskolapozega.edu.rs>.

Pozivamo Vas da učesvuujete u radu Konferencije sa uvodnim radom na temu

SAVREMENE MAŠINE ALATKE - TRENDVI U EDUKACIJI

Radujemo se ako prihvatite poziv za učešće u radu Konferencije sa uvodnim radom.

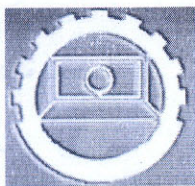
U Požegi, 30.3.2017.

S poštovanjem,

Predsednik organizacionog odbora

Slavko Đokić

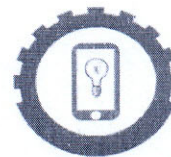




Tehnička škola
Požega

Konferencija sa međunarodnim učešćem
**PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA I IDEJA U ŠKOLSKOM
INŽENJERSKOM OBRAZOVANJU**

Conference with international participation
**APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES AND IDEAS IN
ENGINEERING EDUCATION**



POŽEGA, SERBIA, MAY 15-16, 2017

Poštovane kolege,

Prof dr Slobodan Tabaković i prof dr Milan Zeljković, sa Univerziteta u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, i *prof dr Saša Živanović*, sa Univerziteta u Beogradu, Mašinski fakultet,

Zahvaljujemo se na prihvatanju učešća sa uvodnim radom.

SAVREMENE MAŠINE ALATKE – TRENDVI U EDUKACIJI

na Konferenciji sa međunarodnim učešćem

„Primena novih tehnologija i ideja u školskom inženjerskom obrazovanju“.

U Požegi, 5.4.2017.

S poštovanjem,

Predsednik organizacionog odbora



Slavko Đokić