3. Nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem
Fakultet tehničkih nauka u Čačku, 25-27. Septembar 2015.

3rd National Conference With International Participation
Faculty of Technical Sciences in Čačak, 25-27. September 2015

UDK: 621:378 Stručni rad

SARADNJA OBRAZOVNIH USTANOVA I PRIVREDE (PRIMER DOBRE PRAKSE)

COOPERATION OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS AND INDUSTRIAL ORGANISATION (GOOD PRACTICE EXAMPLES)

Milutin Živković[1], Olga Ristić[2]
[1]*Visoka mašinska škola strukovnih studija u Trsteniku*
[2] *Fakultet tehničkih nauka u Čačku*
[1]*milutinzivkovicts@gmail.com*, [2]*olga.ristic@ftn.kg.ac.rs*

Apstrakt: *Svi univerziteti u Srbiji, pa i Fakultet tehničkih nauka u Čačku, funkcionišu po modelu u kojem je preduzetništvo deo razvojne strategije Univerziteta. Univerzitet podstiče transfer tehnologija i znanja i intenzivno radi na uspostavljanju veza sa okruženjem. U sklopu toga, gotovo revolucionarni razvoj informacionih tehnologija omogućio je njihovu sve značajniju primenu u industriji, pa su se obrazovne ustanove našle u ulozi brzog transfera znanja. Razlog je u povećavanju konkurentnosti, što nalaže optimizaciju proizvodnje i adaptaciju strukture proizvoda prema zahtevu korisnika. U tom smislu su u radu pokazane konstruktivne mogućnosti razvijenog mehatroničkog sistema za mehanička programska ispitivanja elemenata i složenih konstrukcija (programska kidalica MEHATRONIK TF 1000/10), kao prilog ovoj misiji. Kroz primere ispitivanja realnih proizvoda privrede iz okruženja fakulteta, pokazane su njegove mogućnosti i opravdala ulaganja u njegovu fizičku realizaciju.*
Ključne reči*: Mehatronika, Univerzitet, ispitivanje, verifikacija, kalibracija*

Abstract*: All the universities in Serbia, and Faculty of Technical Sciences in Cacak, operate according to a model in which entrepreneurship is part of the development strategy of the University. The University encourages the transfer of technology and knowledge and working intensively on establishing links with the region. In this context, almost revolutionary development of information technologies has enabled their increasingly important applications in industry and the educational institutions found themselves in the role of a rapid transfer of knowledge. The reason is the increasing competition, which requires optimization of production and adaptation of the product structure according to the user's request. This paper demonstrate the constructive potential of the developed mechatronic systems for mechanical testing program elements and complex structures (programmable braking machine MEHATRONIK TF 1000/10), as a contribution to this mission. Through examples from examining the real product of*

the economy from the environment faculty, demonstrated his capabilities and justify the investment in its physical implementation.
***Keywords**: Mechatronics, University, testing, verification, calibration*

1. UVOD

U eri globalizacije, kao i prisutni trendove u visokom obrazovanju, govori o šest mogućih scenarija u razvoju visokog obrazovanja [1]. Reč je, zapravo u čvrstoj integraciji univerziteta i tržišta i njegov doprinos u rešavanju funkcionalnih društvenih problema zajednice, u pravom smislu te reči [1]. On podrazumeva da, pored njegovih klasičnih uloga (prenošenje znanja i istraživačka uloga), u savremenim društvima sve više do izražaja dolazi tzv. treća misija univerziteta koja podrazumeva njegovo povezivanje sa privrednim okruženjem [1].

Neke od aktivnosti, koje se sprovode na univerzitetima, a ulaze u okvir treće misije su [1,2]: transfer tehnologija, podrška razvoju inovacija, preduzetništvo, saradnja sa lokalnom/regionalnom industrijom, doprinos lokalnom, regionalnom i nacionalnom društvenom rastu, strukturirana partnerstva sa poslovnim sektorom i brže i kvalitetnije odgovaranje na potrebe tržišta.

Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020. godine predstavlja smernice razvoja svih nivoa obrazovanja u našoj zemlji, a u radu je dat primer njegove praktične realizacije [3,4]. Istraživanja na FTN-Čačak su se u najvećem broju slučajeva primenjena istraživanja sa praktičnom primenom u industriji. Sve ove aktivnosti su realizovane, pored zainteresovanih korisnika rezultata istraživanja (privrede), i finansijski podržane od Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. To je značajno doprinelo razvoju proizvoda i verifikaciji kvaliteta uz ostvarivanje značajnih ekonomskih efekata, što se slobodno može reći i za razvijeni uređaj na fakultetu. Na osnovu nekih od primera primene, pokazaće se opravdanost ovakvog oblika saradnje visokoškolskih ustanova i privrednih subjekata [3,4]. Napominjemo da velike zasluge za razvoj uređaja i uvođenju smera MEHATRONIKE, tada na Tehničkom fakultetu, njegovu aplikativnu primenu u industriji i edukaciju studenata duguje se profesorima dr Draganu Goluboviću i dr Danilu Stojanoviću.

2. KONSTRUKTIVNE MOGUĆNOSTI "MEHATRONIK-TF 1000/10"

Programska kidalica MEHATRONIK TF 1000/10, zahvaljujući ugrađenoj mernoj i regulacijskoj opremi, pruža mogučnost statičkih i dinamičkih ispitivanjem raznih gotovih proizvoda (užad, lanci, poluge, sklopovi i podsklopovi) većih dužina i gabarita kako u laboratorijskim, tako i u realnim uslovima. Automatski merni sistem prikuplja i obrađuje veliki broj podataka, jer manuelno merenje i obrada dobijenih podataka često puta za posledicu ima grube greške. Automatizacija merenja moguća je samo sa instrumentima i mernom opremom konstruisanom za tu svrhu, kao i odgovarajućim interfejsom. To omogućuje OMRON-ov softverski paket (SCADA) koji je integrisan sa PLC-om. Sve to pruža mogućnost ažuriranja podataka, jednostavnu obradu kao i vizuelizaciju u vidu dijagrama i tabela [3,4].

Noseća konstrukcija ima obliku prostornog rama dimenzija 1,4x1,2x30*m*, sa mogućnošću fiksiranja nepokretnog dela traverze, (slika 1) [3,4]. Pokretni deo uređaja (kolica) se obrtnim rolnama (točkovima od *SL150*) pokretljivo paralelno vodi po livenom nosaču *U20*. Noseći deo konstrukcije je profilima *U14* fundiran na svakih 2,5*m* dužine i dodatno ukrućen "raspinjačama". Ispitivani delovi se prihvatnim uređajima fiksiraju za pokretni i nepokretni deo uređaja, a zatežuća sila se zavisno od ispitivane dužine ostvaruje pomoću dva hidraulička cilindra. Maksimalna sila od 1000*kN* može se ostvariti na rasponu od 5*m*, 500*kN* na rasponu od 8*m* i 300*kN* na rasponu od 22*m*. Izgled hidrauličkog agregata za programska naprezanja metalnih struktura (statička i dinamička) dat je na slici 2, a na slici 3 prikazana je upravljačka blok šema [3]. Projektovano rešenje ima mogućnost kontinualne regulacije broja obrtaja pumpe (u granicama mogućnosti učestanosti obrtanja elektromotora), a samim tim i brzine naprezanja. U hidraulički sistem je ugrađen akumulator pritiska kojim će se kompenzovati oscilacije protoka i pritiska kod statičkog ispitivanja, a izbor režima (statički ili dinamički) se obezbeđuje ručnom slavinom, tako da je kod dinamičkog ispitivanja uvek zatvorena (uticaj akumulatora pritiska isključen). Ugradnjom kočionih ventila se ostvaruje podešena ispitna sila (*F*), kao i uticaj (kod dinamičkog ispitivanja) povratnih elastičnih sila ispitivanog uzorka.

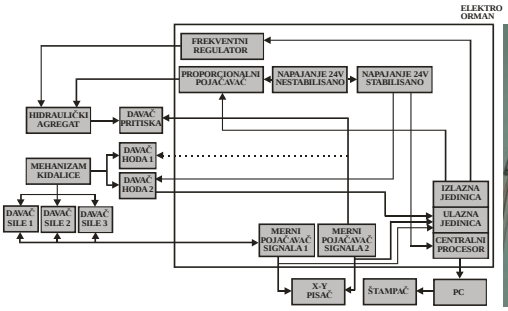
Slika 1. Noseće strukture kidalice

Slika 2. Hidraulični pogonski agregat kalibratora MEHATRONIK TF 1000/10

Direktno na mestu ispitivanja (nepokretnoj traverzi) postavljeni su davači željene sile, sve zavisno od zahteva naručioca odnosno karakteristika ispitivanog dela, a praćenje promene funkcionalnih parametara (F, n, □L, p) moguće je povratnom vezom po stanju. Takođe, ugrađenom opremom, moguća su i razna dinamička ispitivanja korišćenjem pulzacija protoka ugrađene klipno–radijalne pumpe, ili njeno simuliranje na proporcionalnom ventilu pritiska. Ovakvo konstruktivno izvođenje je potrebno zbog ispitivanja spojne i opreme kontaktne mreže za javne železnice, elemenata spojne i opreme za visokonaponsku mrežu elektroprivrede Srbije, raznih vrsta provodnika, kalibrisanih i nekalibrisanih lanaca, užadi i dr., kao i kalibraciju realnih elemenata mašinskih sistema.

Kako razvijeni uređaj svojom kompozicijom predstavlja mehatroničku mašinu, to se ona može koristiti i za edukaciju studenata, posebno za studente grupe smera Mehatronika, koji studiraju na Fakultetu tehničkih nauka u Čačku. Takođe, može da posluži za dalja naučna istraživanja i verifikaciju kvaliteta proizvoda.

U elektro ormanu su ugrađeni sledeći uređaji i sistemi, što i pokazuje slika 4 [3]. Frekventni regulator za upravljanje elektromotorom hidrauličkog agregata se koristi za upravljanje elektromotorima snage do 4kW i tipa je 3G3MV-AB040 [3]. Na slici 5 prikazano je mesto ugradnje induktivnog davača hoda (□100mm (HBM), a izgled glavne stranice programa pokazuje slika 6 [3].

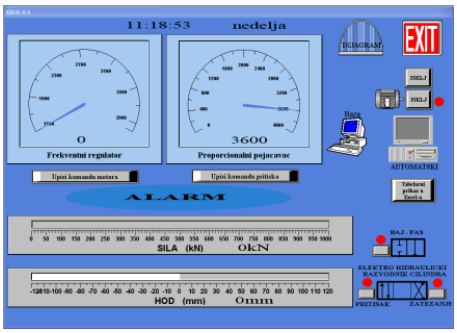


Slika 3. Upravljačka blok šema uređaja

Slika 4. Izgled elektro ormana

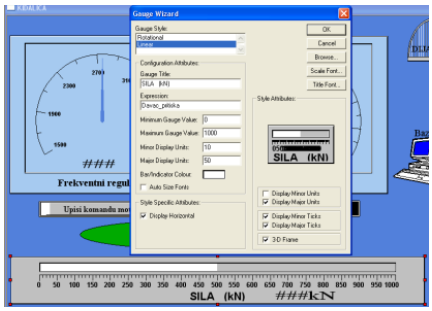
Preko nje se može upravljati radom kidalice MEHATRONIK TF 1000/10, izborom ručnog ili automatskog režima rada. Vrednost sile zadaje se preko davača podešavanjem vrednosti pritiska, kojim se elektronski zadaje na proporcionalnom ventilu pritiska (slika 7), a na sličan način se podešava linearni davač hoda (slika 8) [3].

Slika 5. Ugrađen davač hoda

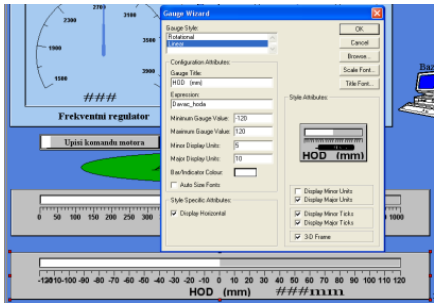


Slika 6. Stranice za upravljanje kidalicom

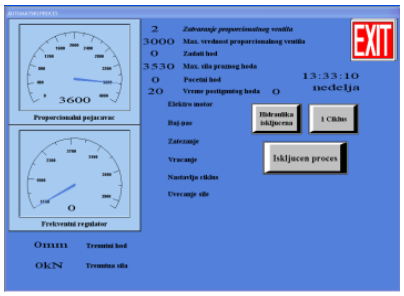
Izgled početne stranice za automatski proces kalibracije dat je slici 9, a na slici 10 i 11 prikazane su načini zadavanje i praćenja osnovnih parametara ispitivanja, a upravljačka elektronika omogućuje praćenje i prikazivanje funkcionalnih zavisnosti u vidu dijagrama: hoda, sile i uporednih dijagrama sile i hoda.



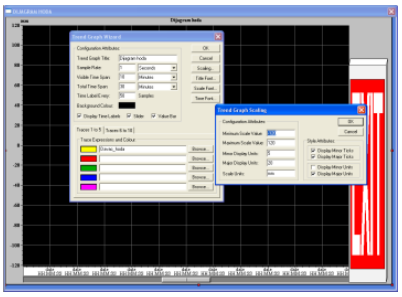
Slika 7. Prikazivanje sile



Slika 8. Komande za prikazivanje vrednosti hoda

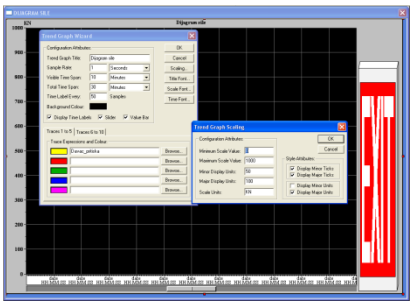


Slika 9. Stranice automatski proces

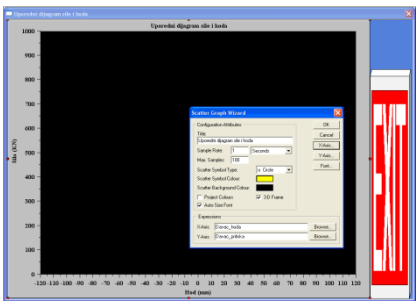


Slika 10. Dijagrama hoda

Stranica Uporednog dijagrama sile i hoda se definiše kao na slici 12 [3,4].

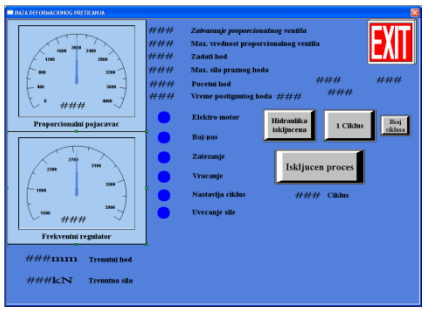


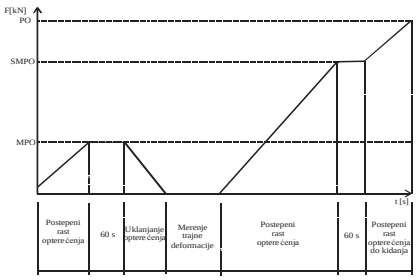
Slika 11. Dijagrama sile



Slika 12. Uporedni dijagram sile i hoda

Deformaciono preticanja, kod automatskog procesa, prikazano je slici 13 [3,4].





Slika 13. Deformacionog preticanja Slika 14. Postupka mehaničkog ispitivanja

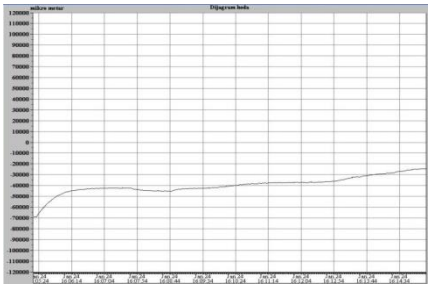
SMPO - Specificirano Minimalno propisano Prekidno Opterećenje
MPO - Minimalno propisano Prekidno Opterećenja
PO - Prekidno opterećenje

3. PRIMERI KORIŠĆENJA UREĐAJA

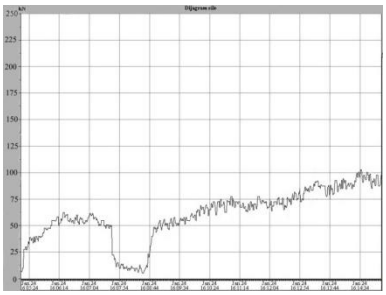
Uređaj je višenamenski, ali će se u radu dati samo prikazati kroz ispitivanje, njegovih proverenih mogućnosti [3,4]. Na elementima i sklopovima dalekovodnih mreža vrše se mehanička ispitivanja da bi se utvrdile karakteristike materijala i proverio uticaj dejstva sile u procesu njihove upotrebe. Osnovni cilj je da elementi i sklopovi izdrže dejstvo sile, a da pri tome ne dođe do deformacije ili kidanja elemenata. Ispitivanja materijala vrše se na epruvetama, međutim, zbog složenosti konstrukcije elemenata dalekovodne mreže (DM) uobičajeno je da se izvode ispititvanja i na uzorcima elemenata DM. Uzorci se biraju iz velike količine gotovih proizvoda i treba da zadovolje propisane zahteve u pogledu kvaliteta u skladu sa međunarodnim standardom IEC 61284 [4].

Da bi se ocenile karakteristike spojne opreme, oprema koja se ispituje se opterećuje u pravcu koji odgovara pravcu opterećenja u toku rada. Ispitivani su elementi proizvođača MINEL ELEKTROGRADNJA, pri čemu su ispitivane kompresione stezaljke, noseća stezaljka i noseće uže. Od prozvođača su dobijeni podaci o veličini sile koju treba da izdrži sklop navedenih elemenata gde je propisano je da isti treba da izdrži silu od 74,10 kN, pre koje ne sme doći do kidanja.

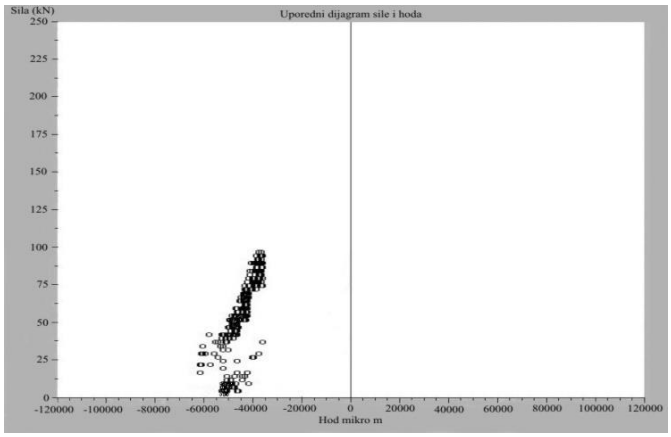
Rezultati prijemnih ispitivanja mehaničkog opterećenja, oštećenja i kidanja/izvlačenja za ispitivane elemente, prema prethodno navedenoj metodologiji, dati su na slikama 15, 16 i 17 [4]. Za svaki od uzoraka daju se dijagram sile, dijagram hoda i uporedni dijagram sile i hoda.



Slika 15. Dijagram hoda za uzorak 1



Slika 16. Dijagram sile za uzorak 1

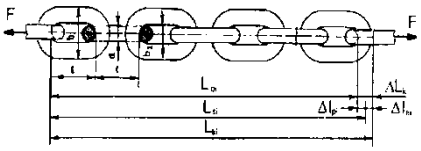


Slika 17. Uporedni dijagram sile i hoda za uzorak 1

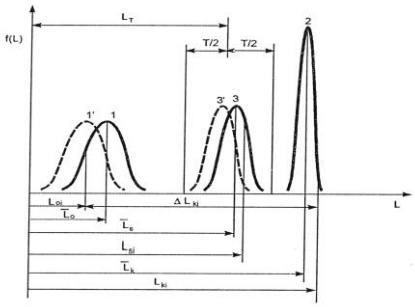
Karakteristike uređaja omogućuju i kalibraciji lanaca tako što je moguće povećati njegovu dužinu istezanjem, tj. kalibrisati ga (zbog nemogućnosti procene plastičnih deformacija). To znači da lanac odgovarajućih tehničkih karakteristika (materijal i način izrade, prečnik alke, korak, itd) treba "metodom preticanja", bez obzira na njegovu dužinu, predvideti njegove plastične deformacije, tj. konačnu dužinu nakon rasterećenja kalibracione sile.

Pri klasičnoj (ručnoj) kalibraciji (slika 18), dolazi do povećanja početne dužine za vrednost ΔL_{ki}, ako je F_{ki} kalibraciona sila. Njenim rasterećenjem dolazi do smanjenje dužine ispitivanog seta lanaca za ΔL_{el} tako da je njegova ukupna dužina povećana za vrednost "zaostalih" plastičnih deformacija ΔL_{pl}. To ima za posledicu veliko "rasipanje" ostvarenih dužina (slika 19). Široko tolerancijsko polje setova lanaca (alke) ima tokom eksploatacije za posledicu neravnomeran rad prenosnika, što smanjuje njegov vek trajanja. Sve ovo daje značaj samom postupku kalibracije kako po pitanju što manjeg odstupanja geometrijskog oblika (što manje rasipanje osnovnih dimenzija alke), tako i povećanja otpornosti na habanje. Prvi problem se rešava stalnim poboljšanjem tehnologije izrade, gde sigurno kalibracija zauzima značajno mesto, a drugi problem se rešava izborom materijala i termičkom obradom. Izbor kalibracione dužine (L_{ki}), kod metode klasične (ručne) kalibracije, (slika 18), uzima se iskustveno tako da za ispitivanu seriju lanaca ona

bude na gornjoj graničnoj meri (L_g), a isto tako i izbor kalibracionog izduženja (ΔL_{ki}), veličinu povratnih elastičnih deformacija (ΔL_{ei}), kao i trajne plastične deformacije (ΔL_{vi}) teško je metodama klastične kalibracije predvideti, zbog napred navedenih razloga. Sve ovo je moguće automatskom kalibracijom, gde se može zauzeti željena kalibraciona sila, izduženje ili pak vreme kalibracije (slika 20) [3].



Slika 18. Princip kalibracije



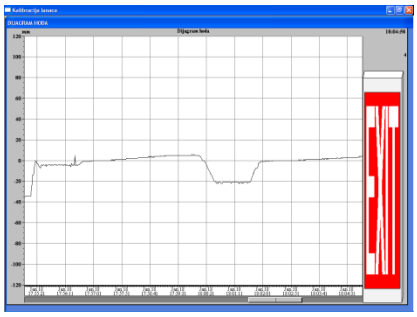
Slika 19. "Rasipanja" dimenzija dužina pri kalibraciji alke lanca ili setova lanaca

gde je: 1 (1') – Opterećenju (bez radnog opterećenja posle kalibracije;
2 – Stanje pri kalibracionom opterećenju ($F_{kal} < F_{kid}$);
3 (3') – Opterećenju (bez opterećenja) posle kalibracije.

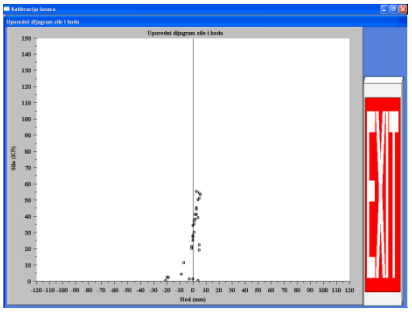
Slika 20. Kalibracije lanaca sa alkama

Slika 21. Dijagrami sile

I kod ovakvih ipitivanja moguće je dobiti željene fukcionalne zavisnosti date u vidu vremenske promene sile (slika 21) ili pokazivanje hoda (slika 22) ili u vidu uporednog dijagrama, kao što je i okazano slikom 23,[3].



Slika 22. Dijagram hoda



Slika 23. Dijagrami sila – hod

4. ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati istraživanja pokazuju, da postoji dobra saradnja između privrede i Fakulteta tehničkih nauka u Čačku. Razvijeni mehatronički uređaj za mehanička programska ispitivanja elemenata i složenih konstrukcija (programska kidalica MEHATRONIK TF 1000/10), shodno ugrađenoj mernoj i regulacijskoj opremi, pruža široke mogućnosti kako za prijemna, tako i za ispitivanja radi verifikacije kvaliteta. Moguće je ispitivati: užad, lance, poluge, spojne ili vezne elemente, kao i razni druge delove i/ili uređaje.

Od značajnijih korisnika usluga, svakako treba navesti: MI "Proleter" - Arilje, Elektroprivreda i Javne Železnice Srbije i Crne Gore itd. Treba reći da još značajniji korisnici, zbog mogućnosti vizuelizacije i identifikacije funkcionalnih parametara, trebaju da budu poslovi atestiranja sistema za zatezanje visokonaponskih nosećih kablova elektrificiranih železničkih pružnih deonica. Uređaj je značajan i za edukaciju studenata smera MEHATRONIKA, čije znanje će dalje biti poboljšano jer za vežbe mogu videti praktičnu primenu mehatroničkog uređaja.

LITERATURA

[1] Pejanović, R., Košić, K., Čikić, J., Nikić, V., Demirović D.: Istraživanje razvojnog modela treće misije univerziteta u Novom Sad-u, XXI Skup TRENDOVI RAZVOJA: “UNIVERZITET U PROMENAMA...”, Zlatibor, 23. - 26. 02. 2015. Paper No. T2.1-6, pp. 1- 4,

[2] Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020. god., Službeni lasnik RS, broj 107/2012.

[3] Živković, M.: Mehatronički sistem za programsko naprezanje metalnih struktura, doktorska disertacija,TF-Čačak 2006. str.144.

[4] Robajac, O.: Programska mehanička ispitivanja elemenata dalekovodne mreže, magistarski rad ,TF-Čačak, 2006, str. 154.