

## PRILOG SAVREMENOJ NASTAVI MERENJA

Slobodan Škundrić, Dragan Kovačević, *Elektrotehnički institut «Nikola Tesla» u Beogradu*

**Sadržaj** – Rad se bavi pitanjem osavremenjavanja nastave merenja na fakultetima i višim školama. Daje se kratak osvrt na nastavu merenja u svetu i kod nas. Tehnički i tehnološki progres rezultirao je nizom socioloških promena u navikama i interesovanju mladih, a koje postojeći sistem obrazovanja ne uvažava u dovoljnoj meri.

### 1. UVOD

Metrologija ili nauka o merenjima je vrlo kompleksna oblast koja integriše znanja iz mnogih naučnih oblasti: od fizike i matematike, do elektrotehnike i informatike. Skoro da nema naučne oblasti u kojoj nisu zastupljena merenja. To takođe važi i za druge delatnosti. Može se slobodno reći, da su merenja jedno od permanentnih aktivnosti karakterističnih za ljudsku civilizaciju. Postoje materijalni dokazi o merenjima (vage i tegovi) starim preko 5 000 godina. Ovim prvim pramerilima davano je božansko značenje, pa su postali satavni deo religiozne dogme, kako u paganskim tako i u sadašnjim religijama. Znanje i umešnost merenja visoko je cenjena u svim epohama ljudskog razvoja. Najveći umovi svoga vremena, kao na primer: Leonardo da Vinči, Galilej, Lavoazje, Mendeljejev, Njutn, Gaus i mnogi drugi, bavili su se različitim problemima iz oblasti merenja i merne tehnike, dajući značajne doprinose teoriji i praksi merenja.

Uspostavljanjem nauke u sadašnjem značenju, kao sistematizacije znanja iz neke oblasti istraživanja zasnovanog na matematičkom i logičkom prosuđivanju ali i na eksperimentalnoj proverbi i potvrđivanju, merenja dobijaju na značaju i širini, pa se definišu kao posebna naučna disciplina: metrologija. Metarska konvencija iz 1875. godine kojom su postavljene osnove metrološkog sistema u svetu, odredila je kao prioritetne zadatke metrologije: definicije mernih jedinica, etalone, merne metode i postupke za etaloniranje i obezbeđenje jedinstva mera u svetu, imajući u vidu pre svega potrebe trgovine i međudržavne razmene. Razvoj tehnike i tehnologije u epohi industrijskog razvoja doveo je do novih mernih metoda i instrumenata primenjenih u procesu proizvodnje i istraživanja. Kompleksnost cele problematike merenja dovodi do granjanja metrologije na više oblasti: naučna ili opšta metrologija, zakonska ili legalna metrologija, industrijska ili primenjena metrologija. Broj naučnih oblasti i delatnosti koju svaka od ovih grana metrologije pokriva je prilično velik, što povlači dalja granjanja i podele. U takvoj situaciji školovanje i osposobljavanje stručnjaka u oblasti merenja nije ni malo lak zadatak.

### 2. NASTAVA MERENJA KOD NAS I U SVETU

Prva znanja iz oblasti merenja stižu se već u osnovnoj školi, što je zaista dobro. Deca se upoznaju sa osnovnim

pojmovima iz oblasti merenja: fizičkim veličinama, mernim jedinicama i njihovim multiplima, sa merilima dužine, težine i vremena, kao i praktičnoj primeni istih. U toku srednjoškolskog obrazovanja, zavisno od vrste škola i usmerenja, znanja iz oblasti merenja se proširuju i produbljuju, a često je nastava iz merenja poduprta praktičnim vežbama u laboratorijama.

Nastava na određenim višim školama i fakultetima trebala bi da upotpuni i zaokruži znanja iz oblasti metrologije. Različita usmerenja fakulteta i viših škola na: mašinsku, tehnološku, hemijsku, elektrotehničku i dr. oblasti u velikoj meri opredeljuje program nastave merenja, odnosno njegov obim, nivo i strukturu. Zajednički deo u tim programima su određena poglavlja iz opšte metrologije, a veći deo posvećen je samoj tehnologiji (praksi) merenja, odnosno onim oblastima merenja koji su od primarnog interesa za određeni profil fakulteta. To u principu ne mora da bude loše, ali to stvara obavezu redovnog i pravovremenog inoviranja nastave merenja, shodno tehničkim i tehnološkim promenama u mernoj instrumentaciji. Ako se pogleda merna instrumentacija u oblasti elektrotehnike u periodu od samo 150 godina, vidi se da je ista zavisno od primenjene tehnologije prolazila kroz različite faze razvoja. Počelo se sa analognim (pokaznim) mernim instrumentima, potom se razvoj bazirao na elektronskim instrumentima, da bi sledile faze: digitalnih, mikroprocesorskih, PC-orijentisanih mernih instrumenata. Sadašnja faza označava se kao virtualna instrumentacija.

Aktuelni udžbenici za nastavu merenja na našim fakultetima i višim školama su u značajnom tehničkom i tehnološkom raskoraku sa savremenom praksom, jer izlažu pretežno poglavlja iz: analogne, elektronske i delom digitalne merne instrumentacije. To uglavnom važi i za praktični deo obuke. Laboratorijske vežbe su uglavnom sa zastarelom i tehnički i tehnološki prevaziđenom instrumentacijom. Ima naravno i dobrih primera, ali su oni zaista retki i usamljeni da ne menjaju ovu opštu konstataciju. Sigurno da je ovakvo stanje rezultat objektivno lošeg ukupnog razvoja našeg društva tokom poslednje dve decenije.

U razvijenom svetu sadašnji period karakteriše vrlo dinamičan razvoj nauke, tehnike i tehnologije, što je generisalo u tim zemljama ne samo ekonomski prosperitet, već i ozbiljne sociološke i druge promene u različitim oblastima života, naravno i u obrazovanju. Globalizacija, kao najznačajniji svetski ekonomski i politički proces, dotiče takođe i obrazovni sistem uslovljavajući njegove promene i prilagođenja. Ako je dvadeseti vek bio u znaku industrijske proizvodnje materijalno i energetski orijentisane, dvadeset i prvi vek počinje sa informacionim i komunikacionim bumom u svim oblastima ljudskih aktivnosti. Ove promene su

dinamične, značajne i vidljive. Jedna od osnovnih obeležja savremenog života su: računari i mobilni telefoni. Sociološka istraživanja pokazuju da je primena računara i mobilnih telefona prisutna već kod dece predškolskog uzrasta, pre nego što ona nauče da čitaju i pišu. O uticaju televizije na razvoj i formiranje životnih navika dece i odraslih napisane su mnoge knjige. A sintagma:» Što nije prikazano na televiziji nije se ni dogodilo» najbolje govori o ulozi i mestu televizije u realnom životu. Koliko su računari i televizija zastupljeni u našem sistemu obrazovanja ? Vrlo malo ili malo, ali sigurno ne koliko bi moglo i trebalo da budu zastupljeni. Postojeći obrazovni sistem u celini, a takođe i nastava merenja u užem smislu, ne prate u dovoljnoj meri savremene dimične promene u načinu rada, učenja i životnih navika učenika i studenata.

### 3. PRAVCI PROMENA

O reformi nastave merenja u svetu u protekloj dekadi dosta se: razgovaralo, pisalo i radilo. U okviru svetske asocijacije metrologa IMEKO ( International Measurement Confederation) postoji posebna sekcija posvećena problemima edukacije i obuke u oblasti merenja i instrumentacije (TC-1). Na poslednja tri svetska kongresa u okviru ove sekcije prikazano je preko sto radova posvećenih ovoj problematici. Već pregled samo naslova prikazanih radova upućuje na:

- pravce i trendove promena u ovoj oblasti [1],
- na uvođenje novih pristupa nastavi merenja [2],
- na uvođenje savremenih sredstava u nastavi i obuci [3],
- na početna iskustva u reformisanoj nastavi merenja [4],

Na bazi ovih radova da se utvrditi da se promene u obuci i nastavi merenja odvijaju u nekoliko pravaca: u strukturi gradiva i metodologiji nastave, u tehnologiji učenja i obuke, u načinu provere i ocenjivanja stečenog znanja. Struktura gradiva odražava proširenu uloga merenja u informaciono orijentisanom postindustrijskom društvu. Tu se pre svega misli na ulogu merenja u upravljanju kvalitetom, u savremenoj proizvodnji optimiziranoj u odnosu na kvalitet, produktivnost i profit, na sve veću primenu merenja u: automatizaciji, robotizaciji, sistemima zaštite, transportnim sistemima, medicini, zaštiti životne sredine, sportu i dr.

Metodološki savremena nastava merenja koncipira se: sa logičko-informatičkog, sa fizičkog i inženjerskog aspekta. Logičko-informatički model nastave preferira primenu: matematičkih, funkcionalnih, i strukturalnih modela, blok dijagrame, dijagrame tokova merne informacije i sl. Fizički aspekt obuhvata: fizičke fenomene, principe rada, merne metode i postupke, statičke i dinamičke karakteristike, uticajne veličine, energetsko napajanje i dr. Inženjerski pristup u rešavanju postavljenog zadatka merenja neke veličine određenim mernim postupkom i primenom odgovarajućih mernih sredstava obuhvata kontekst: izrade, primene i održavanja mernih sredstava, a sklopu pogonskih zahteva i karakteristika kao što su: pouzdanost, efikasnost, ekonomičnost, standardnost, bezbednost, udobnost rada. Izložena podela odnosi se samo na opštu metrologiju, odnosno na opšti zajednički kurs merenja na visokim i višim školama.

Specijalistički kursevi koncipiraju se prema profilu škole, stepenu i smeru nastave, potrebama obrazovanja kadrova određenih specijalnosti. Broj mogućnih specijalističkih predmeta iz oblasti merenja je zaista velik. Pored standardnih kurseva kao što su: električna merenja, elektronska merenja, merenja neelektričnih veličina, procesna merenja, pogonska merenja, dinamička merenja, postoji ceo niz novih savremeno orijentisanih kurseva kao što su:

- inteligentni merni sistemi,
- virtuelni merni sistemi,
- monitoring sistemi,
- senzori i merni pretvarači,
- opto-elektronska merenja,
- telemetrijski merni sistemi,
- zakonska (legalna) metrologija,
- procesiranje mernih signala,
- merenja u ekologiji,
- merenja u biologiji i medicini,
- merenja u transportu i saobraćaju,
- merenja u poljoprivredi i prehrambenoj industriji,

U metodološkom smislu, i opšti i specijalistički kursevi merenja su strukturno uravnoteženi u smislu optimalnog odnosa teorijskih i inženjerskih poglavlja. Savladavanje nastavnog gradiva podržano je i olakšano adekvatnim laboratorijskim vežbama.

Nastava merenja unapređuje se primenom svremenih multimedijalnih sredstava kao što su: PC, internet, televizija, DVD, DVX, videobim i dr. To omogućava kvalitetniju pre svega vizuelnu prezentaciju nastavne materije, otvara široke mogućnosti u koncipiranju drugačijih oblika vežbanja i obuke u okviru nastave merenja. Ovakav oblik nastave, sa težištem na vizuelnoj percepciji, mnogo je bliži životnim navikama sadašnje generacije.

Internet mreža pored obilja najširih informacija iz oblasti merenja nudi i takve materijale i dokumente koji su namenski pravljani i direktno upotrebljivi u svrhu edukacije iz oblasti merenja. Sajtovi vodećih svetskih proizvođača merne instrumentacije kao što su: [www.fluke.com](http://www.fluke.com) , [www.agilent.com](http://www.agilent.com) , [www.ti.com](http://www.ti.com) , [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com), i dr. pružaju uvid u tehnološki najsavremeniju mernu opremu., a sajt: [www.ni.com](http://www.ni.com) predstavlja baznu adresu virtuelne instrumentacije. Na sajtu: [www.bluetooth.com](http://www.bluetooth.com) mogu se naći odgovori na probleme bežičnog prenosa informacija. Dragocene informacije iz oblasti naučne metrologije mogu se naći na sajtovima vodećih metroloških laboratorija: [www.bipm.fr](http://www.bipm.fr) , [www.nist.gov](http://www.nist.gov) , [www.ptb.de](http://www.ptb.de) i dr. Za probleme zakonske metrologije treba potražiti sajt: [www.oiml.org](http://www.oiml.org) , a za probleme kvaliteta i metroloških propisa i standarda sajt: [www.iso.ch](http://www.iso.ch) . Na internetu su takođe i sajtovi mnogih, visokih i viših škola na kojima se odvija nastava merenja. Tu se često mogu naći i nastavni programi i vežbe iz oblasti merenja. Jedan takav sajt je: [www.ntb.com](http://www.ntb.com) internacionalne visoke tehničke škole. Na ovom sajtu uz predhodnu personalnu registraciju može se putem interneta interaktivno obučavati za rad na nekoliko savremenih električnih instrumenata. Virtuelni instrumenti sa ovog sajta su u vizuelnom, funkcionalnom i tehničkom smislu potpuno verne kopije takvih komercijalnih instrumenata.

Jasno je da internet mreža i u ovom smislu predstavlja pravi rudnik informacija. Tu je kao i u pravom rudniku neophodno odvojiti rudu od jalovine, odnosno pronaći dobre i prave informacije.

Računari, internet, objektno orijentisani programi kao što su: Lab WIEW, Math Lab, Visuel Design i dr. otvaraju široke mogućnosti osavremenjavanja nastave merenja, a posebno laboratorijske obuke. Klasična obuka i trening na realnoj komercijalnoj instrumentaciji nije samo ekonomski neracionalna, već je i tehnički i tehnološki manje efikasna i kvalitetna. Laboratorijske vežbe sa virtuelnom instrumentacijom pružaju mogućnost ne samo upoznavanja i rada sa instrumentima, već ostavljaju mogućnost obnavljanja i provere teorijskog znanja iz određene metodološke jedinice. Dosadašnja, uglavnom inostrana iskustva u savremenoj nastavi merenja upućuju da sve ovo doprinosi podizanju kvaliteta nastave, racionalnosti i efikasnosti obrazovanja. I na našim visokim i višim školama bilo je pokušaja modernizovanja nastave, ali to nisu bili celovito razrađeni koncepti nove nastave merenja. Autori ovog rada zdušno se zalažu za takav pristup.

## PRIMER JEDNE VIRTUELNE VEŽBE

Kao praktičan prilog takvom zalaganju autori su razvili jednu virtuelnu laboratorijsku vežbu. To je samo ilustrativni primer jedne virtuelne vežbe. Izabrana je srednjoškolska laboratorijska vežba: "Eksperimentalna provera Omovog zakona". Ciljevi vežbe su da pored eksperimentalne provere Omovog zakona, učenici se upoznaju sa teorijskim postavkama ovog fundamentalnog zakona elektrotehnike, da se takođe upoznaju sa laboratorijskom priborom i instrumentima potrebnim za ovu eksperimentalnu proveru, da izvrše virtuelno povezivanje odgovarajuće merne šeme, koje u najvećoj meri odgovara radu sa realnim instrumentima, da na bazi rezultata merenja sa virtuelnim instrumentima izračunaju odstupanja od teorijskih postavki, da odgovore na određeni broj test pitanja koji se odnose na ovu vežbu.

Za realizaciju ove vežbe potrebno je raspolagati sa PC standardne konfiguracije (Pentjum III ili bolje) na kome je instaliran ovaj namenski razvijeni softver. Startovanjem programa otvara se korisnički meni vežbe prikazan na slici 1.

**ПРОВЕРА ОМОВОГ ЗАКОНА**

**ЗАДАТАК**

1. Повезати коло према слици 1 и менјајући напон извора при константој отпорности пријемника мерити струју  $I$ . Резултате мерења унети у табелу 1.
2. Мерити струју у истом колу при константном напону и променљивој отпорности. Резултате мерења унети у табелу 2.
3. Приказати добијене вредности графички.
4. Према шеми на слици 2 формирати мерно коло и извршити мерење напона и струје за задате вредности променљивог отпора  $R$ . Резултате мерења унети у табелу 3.

**Прибор и инструменти:**

1. Усмеривач
2. УНИМЕР 43 (волтметар)
3. МИ 7043 (амперметар)
4. Стална отпорност  $R_0$
5. Декадна кутија отпорности ( $R$ )

**Сл.1 ШЕМА СА СТРУЈНИМ ГЕНЕРАТОРОМ**

**Сл.2 ШЕМА СА НАПОНСКИМ ГЕНЕРАТОРОМ**

**ВЕЖБА БРОЈ 4.**

УВОД  
ЗАДАТАК  
ШЕМЕ  
ЗАКЉУЧАК  
ЛАБ. ОПРЕМА

Sl 1. Izgled početnog korisničkog panela

Izborom funkcije «merni instrumenti» učeniku se nudi fotografija realnog instrumenta kao i onovni merno-tehnički podaci o istom. Na sličan način se prezentira i laboratorijski pribor i oprema. Izborom funkcije "merna šema", učeniku se otvara novi panel sa postavljenom električnom šemom u koju treba da postavi odgovarajuće merne instrumente. Po izvršenom zadatku na ekranu se pojavljuje poruka o ispravnom ili neispravnom povezivanju električne šeme.

Izborom parametara šeme na skali virtuelnih instrumenta mogu se očitati vrednosti napona i struje. Menjajući na primer vrednosti napona pri konstantnom otporu u šemi, učenik će na očigledan način steći pretstavu o međusobnoj povezanosti električnih fizičkih veličina: napona, struje, otpora.

### 3. ZAKLJUČAK

Nastavu merenja kod nas treba sigurno osvremeniti na svim nivoima. Na to nas primorava ne samo svetski proces globalizacije koji je zahvatio i obrazovanje, već i domaći zahtevi za povećanje efikasnosti i racionalnosti sistema obrazovanja. Ljudske, tehničke i tehnološke mogućnosti koje stoje s tim u vezi treba maksimalno integrisati.

Proces osavremenjavanja nastave mora da uvaži realnost ostvarenih društvenih i socioloških promena, kao i osnovne karakteristike savremenih merenja:

- merenje skoro svih fizičkih veličina električnim putem,
- integracija mernih i informacionih sistema,
- tehnološki prelaz
- bežični prenos informacija

### LITERATURA

- [1] K. Kariya, S. Takayama, "Education viewpoint of measurement science", *Proceedings XVI IMEKO World Congress*, Wien, 2000.
- [2] S. Takayama, K. Kariya, S. Saito and I. Matsumura, "New views to teach sensing system in measurement education", *Proceedings XV IMEKO World Congress*, pp.75-78, Tampere, 1997.
- [3] D. Hofmann, "Internet-based research, education & training in measurement, instrumentation and test management", *Proceedings XVI IMEKO World Congress*, Wien, 2000.
- [4] L. Referowski, R. Raskosz, D. Swisulski, "Progress in lecturing of electrical measurement using virtual instruments", *Proceedings XVI IMEKO World Congress*, Tampere, 1997.

**Abstract** – This paper outlined some possibilities for modern concepts implementation of measurement theory and instrumentation in an university education process. Short comparison of measurement education trends between domestic and foreign universities are presented. The paper describes an example of virtual instrument based, flexible and effective educational tool realization.

### MODERN CONCEPTS OF MEASUREMENT EDUCATION

Slobodan Škundrić, Dragan Kovačević