



TECHNICS AND INFORMATICS IN EDUCATION

6<sup>th</sup> International Conference, Faculty of Technical Sciences, Čačak, Serbia, 28–29th May 2016

TEHNIKA I INFORMATIKA U OBRAZOVANJU

6. međunarodna konferencija, Fakultet tehničkih nauka, Čačak, Srbija, 28–29. maj 2016.

UDK: 004.78:[371.862:536.7

Naučni rad u formi prethodnog saopštenja

## Koncepti laboratorija sa udaljenim pristupom: Konceptualni model laboratorije za solarnu energetiku

Milovan Medojević<sup>1</sup>, Nemanja Sremčev<sup>1</sup>, Slobodan Morača<sup>1</sup>,  
Milana Medojević<sup>1</sup> i Nela Cvetković<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departman za industrijsko inženjerstvo i inženjerski menadžment,  
Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija  
e-mail [medojevicmilovan@gmail.com](mailto:medojevicmilovan@gmail.com)

**Rezime:** Pojam daljinski upravljive laboratorije (DUL) predstavlja praksu i mogućnost kontrole i upravljanja uređajima i instrumentima sa udaljenih lokacija. Sa eksponencijalnim razvojem tehnologije, univerziteti dobijaju mogućnosti da obezbede udaljeni pristup velikom broju uređaja i opreme u sve više slučajeva. Imajući u vidu vrednost, kompleksnost i ulogu pomenute opreme, mnogi specijalizovani naučni instrumenti su van domašaja nekih institucija. Sa druge strane, kod institucija koje poseduju takve instrumente, planiranje i druga logistička pitanja sprečavaju efikasno korišćenje istih. Prema tome, inicijative daljinskog pristupa teže da se bave prvenstveno pitanjima samog pristupa i efikasnosti, sa konačnim ciljem poboljšanja kvaliteta i mogućnosti u procesu obrazovanja. Imajući u vidu navedeno, cilj ovog rada je da pruži kratak uvid u najčešće primenjivane koncepte DUL posmatrano sa aspekta inženjerske prakse. U radu je takođe prikazan konceptualni model DUL za solarnu energetiku (SE) sa osvrtom na potencijalne prednosti i mane ovog koncepta.

**Ključne reči:** Daljinski pristup; laboratorija; solarna energija; Moodle platforma

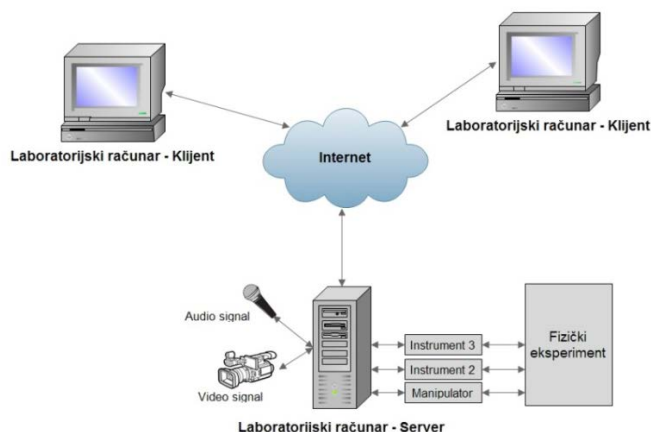
### 1. UVOD

Koncept DUL pojavio se krajem 1990-ih na univerzitetima širom sveta što je omogućilo stvaranje uslova za razvoj oblasti inženjerstva sa udaljenim pristupom. DUL su dizajnirane i implementirane sa ciljem da se bave izazovima sa kojima se suočavaju savremeni univerziteti i istraživački centri kao što su ograničen kapacitet, ekonomičnost laboratorije [1], efikasno korišćenje, i što je najvažnije, adekvatan pristup za obavljanje eksperimenata [2]. Imajući ovo u vidu, inženjerstvo sa udaljenim pristupom postaje veoma važan element konvencionalnog inženjerskog obrazovanja, pa u skladu sa tim postoji rastuća potreba za novim alatima i medijima učenja. Takođe, DUL pružaju studentima konstantan pristup putem interneta, propagirajući mogućnost deljenja skupe i/ili stručne laboratorije sa drugim institucijama. Osim toga, umesto razvoja fizičkih laboratorija istog tipa od strane različitih subjekata i institucija, DUL može se pristupiti globalno uz adekvatan pristup internetu. Potrebno je naglasiti da svrha DUL nije da zameni ili degradira praktične eksperimente u

realnom vremenu. Naprotiv, one imaju za cilj poboljšanje fizičkih eksperimenata, koristeći modernu i raspoloživu tehnologiju [3]. Iako postoje scenarija procena i predikcija izvođenja laboratorijskih eksperimenata u budućnosti, u poslednjih nekoliko godina, DUL su u prvom planu [4].

## 2. KONCEPTI DALJINSKI UPRAVLJIVIH LABORATORIJA

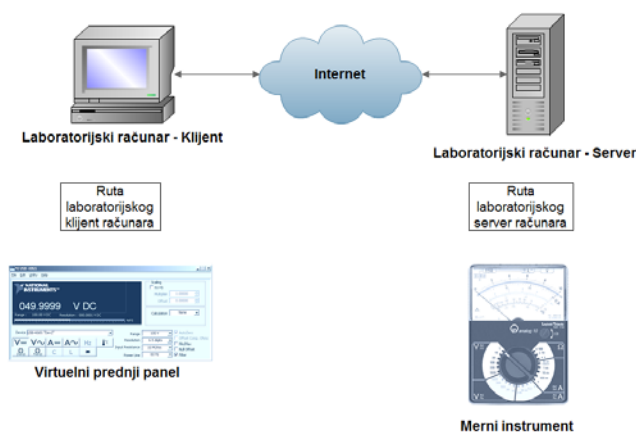
Kao što je već pomenuto, i najudaljenije laboratorije mogu postati dostupne nezavisno od prostora i vremena uz pomoć računara sa internet vezom i veb pretraživača. Prenos audio i video signala uveliko se koristi u ovoj oblasti, ali prenos ostalih ljudskih čula se nameće kao izazov. Većina instrumenata ima mogućnost daljinskog upravljača, dok se danas čulo dodira često može zameniti daljinski kontrolisanim manipulatorom, (tzv." telemanipulator "), sa varirajućim nivom složenosti zavisno od namene. Logično, internet se koristi kao komunikaciona infrastruktura. Individualna podešavanja instrumenata od strane korisnika, kao i drugi podaci koji su potrebni za postavku željenog eksperimenta, šalju se sa korisničkog laboratorijskog računara laboratorijskom serveru. Server uspostavlja vezu i vrši eksperiment nakon čega prosleđuje informaciju o rezultatu na korisnički računar. Blok dijagram jedne takve laboratorije prikazan je na slici 1. Važno je napomenuti da broj klijent računara, koji mogu biti povezani da obavljaju fizičke eksperimente istovremeno, varira od laboratorije do laboratorije [5].



**Slika1.** Blok šema modela laboratorije sa daljinskim upravljanjem

Takođe, većina desktop instrumenata poseduje integrisan konektor za daljinski upravljač za GPIB (General Purpose interface Bus), koji se često postavlja na zadnjem panelu uređaja. U drugim slučajevima, instrument može biti direktno povezan na internet preko Ethernet porta. Merni instrumenti bazirani na računarskoj podršci sastoje se od plug-in interfejsa, opremljenog sa kompaktnim fizičkim panelom koji sadrži adekvatne priključke i softverskog modula u računaru, najčešće se susreću u velikom broju laboratorija. Na tržištu egzistiraju i rešenja u vidu elektronskih pločica koja omogućavaju direktno priključivanje na matičnu ploču standardnog desktop računara. Međutim, većina klasičnih računara zapravo predstavlja uznemirujuće okruženje za takva rešenja. Platforma za instrumente koji se koriste u otvorenim elektronskim laboratorijima je PKS (PCI Extensions for Instrumentation). Pored navedene, postoji i platforma LKS (LAN Extensions for Instrumentation).

Instrumentation) uvedena 2005. godine, kvalifikovana da postane naslednik GPIB-a. Softverski modul prikazuje virtualni prednji panel koji sadrži kontrolne potencijometre i tastere na ekranu host računara, dok korisnik uz pomoć miša podešava postavke instrumenata. Činjenica da je virtuelni prednji panel odvojen od priključne ploče, omogućava korisnicima da instaliraju ovu hardversku komponentu na laboratorijski server računar i tako obezbede prikaz virtuelnog prednjeg panela na ekranima klijent računara. Na slici 2 grafički je prikazan prethodno opisani koncept.



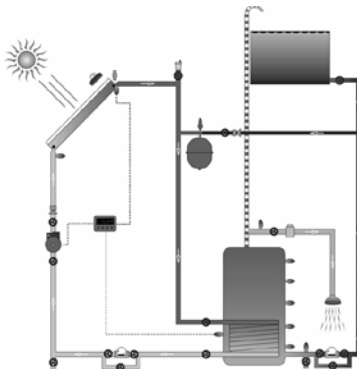
**Slika 2.** Blok šema modela daljinskog upravljanja mernim instrumentom

Štaviše, moguće je kombinovati virtualni prednji panel instrumenta jednog proizvođača sa hardverom drugog sve dok se performanse hardvera poklapaju sa performansama instrumenata. Osim toga, još jedna zgodna alternativa, koja zahteva skromno iskustvo u programiranju, jeste pisanje koda pomoću LabVIEW-a, koji predstavlja softversko, grafičko razvojno okruženje za merenje i automatizaciju [6].

### 3. KONCEPTUALNI MODEL DUL ZA SOLARNU ENERGETIKU

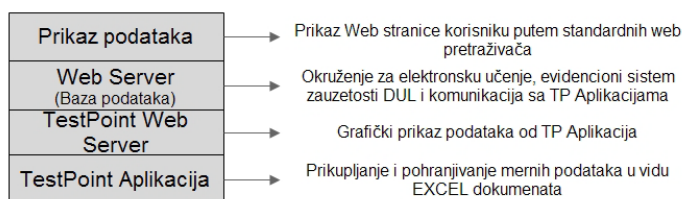
Konceptualni model DUL za izvođenje eksperimenata i istraživanja u oblasti primene solarne energije (SE) sastoji se od solarnog postrojenja, odnosno nekoliko ravnih pločastih solarnih kolektora postavljenih na krovu objekta, izolovanog termalnog rezervoara za skladištenje energije i druge opreme koja je predviđena da egzistira u klasičnoj laboratoriji za istraživanja ovog tipa. Osim toga, DUL-SE treba da bude opremljena svim potrebnim mernim, kontrolnim i komunikacionim uređajima koji su potrebni za daljinski pristup, kontrolu, kao i prikupljanje i obradu podataka. Šema klasičnog solarnog postrojenja sa osnovnim elementima prikazana je na slici 3. Povrh toga, integrisani hardver i softver obezbeđuju mogućnosti za kontrolu spoljnih uređaja, kao odgovor na događaje, obradu podataka, kreiranje izveštajnih fajlova, kao i razmenu informacija sa drugim aplikacijama. Isto tako, posebni meteorološki, operativni i izlazni podaci sistema registrovani su tokom eksperimenta i privremeno uskladišteni na kontrolni računar, a uz obezbeđen pristup postaju dostupni za preuzimanje radi naknadnih kalkulacija i/ili dokumentovanja. Najveći fokus ovog koncepta je korišćenje interneta kao sredstva da se osigura dostupnost DUL-SE studentima, inženjerima i tehničarima koji se ne nalaze u samoj laboratoriji. Na ovaj način, laboratorija za solarnu energetiku i njena oprema stoje na raspolaganju za razmenu, što

dovodi do smanjenja operativnih i troškova održavanja. Takođe, ovaj koncept nudi jedinstvenu priliku korisnicima iz zemalja sa malim brojem sunčanih dana da imaju pristup realnim uslovima koji obezbeđuju adekvatno izvođenje eksperimenta.

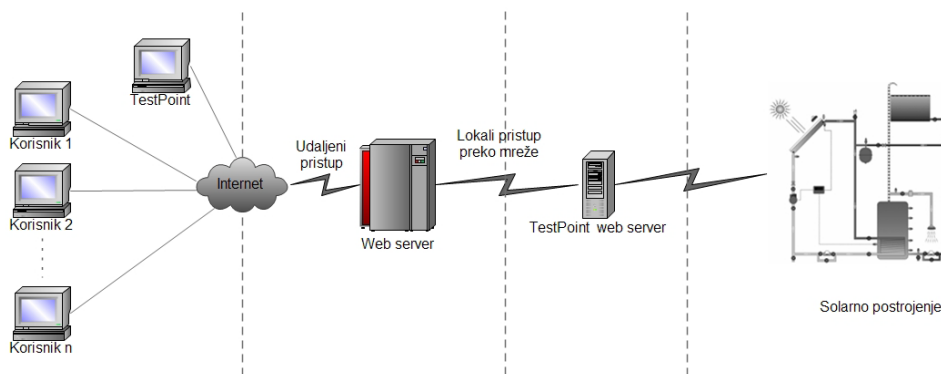


Slika 3. Šematski dijagram solarnog postrojenja

Sistem koncipiran na ovaj način, obezbeđuje daljinsko upravljanje, prikupljanje i evaluaciju podataka u realnom vremenu. Arhitektura sistema se sastoji od četiri različita nivoa gde svaki nivo pruža svoje usluge narednom ili prethodnom nivou. Na slici 4 prikazani su pomenuti nivoi sa kratkim opisom njihovih nadležnosti.



Slika 4. Nivoi arhitekture Sistema



Slika 5. Nivoi arhitekture sistema – grafički prikaz

Imajući u vidu da su za realizaciju ove arhitekture potrebna najmanje dva različita računara, na slici 5, grafički je prikazana prethodno opisana arhitektura u kojoj su prethodno pomenuti nivoi razdvojeni isprekidanim linijama.

### **3.1. Izazovi, problemi i potencijalna rešenja**

Iako su prednosti i mogućnosti ovog koncepta očigledne, postoji određena mera skeptičnosti, zajednička za sve subjekte koji nude svoje usluge putem interneta, a to je sigurnost. Imajući ovo u vidu, glavna barijera je sigurnost pristupa i bezbednost podataka, na serverima. Međutim, web server može biti integrisan u okviru univerzitetskog domena tako da se bezbednosni mehanizmi, koji se primenjuju na univerzitetske sisteme u celini, mogu preneti na isti. Sa druge strane, dodatno obezbeđenje je potrebno na TestPoint web serverima hosting uređaja. U slučaju da se ovi uređaji takođe nalaze u univerzitetskom domenu, moguće je primeniti ograničenja i premise različitih nivoa pristupa kako unutar tako i van univerziteta.

### **3.2. Platforma za učenje na daljinu (E-Learning)**

Kako je Univerzitet u Novom Sadu (UNS) već integrisao Moodle platformu za e-učenje u svoje standardne nastavne koncepte, pomenutu DUL-SE je moguće instalirati na ovu platformu. Moodle platforma, koja predstavlja sistem upravljanja, i egzistira kao softver otvorenog koda (pod GNU javnom licencom), radi na bilo kom računaru koji može da pokrene PHP. Osim toga, ova platforma može da podrži više vrsta baza podataka, što se posebno odnosi na MySQL. Prema tome, ovaj koncept omogućava fleksibilnost u učenju pružajući različita okruženja za učenje sa ciljem ispunjavanja zahteva različitih kurseva na efektivan i efikasan način. Do sada Moodle platforma se koristila za razne demonstracije, testove za brzu proveru znanja u obliku kviza, ali kao i eksperimentalni alat. Međutim, mogućnosti ove platforme moguće je poboljšati, unaprediti i prilagoditi tako da se izvođenju fizičkog eksperimenta može pristupiti tek nakon uspešnog završetka preliminarnih vežbi ili zadataka. Važno je napomenuti da sa ovom platformom korisnik može raditi i samostalno ili kao deo istraživačke grupe.

## **4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA SA OSVRTOM NA BUDUĆA SCENARIJA I IMPLIKACIJE NA NASTAVNI I PROCES UČENJA**

Mogućnost daljinskog pristupa znatno doprinosi efektivnijem planiranju korišćenja opreme za korisnike unutar institucija, olakšavajući izvođenje eksperimenata van nastavnog ili vremena za korišćenje laboratorije, dok simultano promovise efikasnije korišćenje specijalizovane opreme koja se u velikom broju slučajeva ne bi koristila tako intenzivno. Takođe, udaljeni korisnici imaju omogućen pristup veoma retkim ili jedinstvenim naučnim instrumentima, koji često mogu biti prilično skupi, ili usko specijalizovani da egzistiraju u veoma malom broju. Izlaganjem studenata ovakvim uređajima, što im omogućava da se uključe i steknu autentična iskustva, pored izvođenja simulacija ili konvencionalnog univerzitetskog učenja pomoću arhivskih podataka, doprinosi uvećanju motivacije kod studenata podstaknutog naprednim mogućnostima za učenje. Rad sa konkretnim alatima u oblasti pospešuje proces razumevanja kod studenata dok ih u isto vreme priprema da koriste takvu opremu i uređaje u daljoj praksi. Visoko efektivna DUL može da doprinese efikasnijem iskorišćenju vremena, umanjuje i/ili eliminiše troškove putovanja do fizičke laboratorije, očuva ili proširi pristup naučnim ustanovama i korisnicima u vreme prevelikog opterećenja, i/ili obezbedi mehanizam za finansijski samo održive laboratorije redukovanim angažovanjem sredstava za razliku od načina funkcionisanja konvencionalnih laboratorija. Povrh toga, pružajući pristup opštoj istraživačkoj javnosti, moguće je zadovoljiti zahtev širenja i unapređenja javno finansiranih istraživanja. Kako mrežna infrastruktura sazreva, nudi veće brzine, poboljšanu bezbednost i sigurniji pristup, mogućnosti za generisanje

iskustva kod korisnika eksponencijalno rastu. Takođe, kako institucije povećavaju efekat sinergijske koristi DUL, verovatnoća uspostavljanja i izgradnje postojećih partnerstava istovremeno raste, sa ciljem i potrebom održavanja različitih elemenata naučne opreme usled obostrane odgovornosti i pristupa tim resursima. Prtehodno navedeno ukazuje i na efektivniju i efikasniju upotrebu opreme uz eliminisanje nabavke sličnog ili istog hardvera. Imajući u vidu činjenicu da se veliki broj opreme i instrumenata sve više kontroliše isključivo preko računarskih interfejsa, kao i da mere bezbednosti i kvalitet softverskih rešenja za upravljanje resursima postaju sve sofisticiraniji, sve više instrumenata postaje dostupno za korišćenje putem udaljenog pristupa. Osim toga, kako povezivanje pomenutih uređaja na internet postaje jednostavnije i jeftinije, institucije mogu obezbediti daljinski pristup starijim instrumenata koji su zamenjeni novom opremom, ali su izuzetno korisni i vredni za nastavne svrhe. DUL karakteriše potencijal koji efikasno može da osigura generisnje autentičnih iskustava za veoma širok spektar studenata, što dovodi do kvalitetnijeg procesa učenja i detaljnijeg razumevanje razmatranih naučnih problema, ukazujući na povezivanje konvencionalnog teorijskog sticanja znanja korišćenjem udžbenika i praktične aplikacije tog znaja kroz izvođenje eksperimenata koji se odnose na razmatrane principe. Za neke studente, što je uglavnom slučaj za veliki broj zemalja u razvoju, DUL predstavljaju jedini način za izvođenje eksperimenata, dok u naprednim slučajevima DUL značajno doprinose podizanju kvaliteta generisanog znanja kod korisnika u najvećoj meri zbog olakšanog pristupa. Na isti način, DUL podržavaju izvođenje nastavnih kurseva putem interneta koji bi se inače morali izvoditi po principu "licem u lice" zbog oslanjanja na specifičnu opremu. Ono što je još interesantnije, DUL pružaju mogućnost izvođenja konkretnih eksperimentalnih demonstracija u realnom vremenu tokom predavanja, prikazujući studentima autentične primere eksperimenata ili studija slučaja.

## LITERATURA

- [1] Patil, A.S. and Pudlowski, Z.J. (2003). *Instructional design strategies for interactive Web-based tutorials and laboratory procedures in engineering education*. World Transactions on Engineering and Technology Education, 2(1), 107-110.
- [2] Nedic, Z., Machotka, J. and Nafalski, A. (2011). *Enriching student learning experiences in remote laboratories*. Proceedings of 2<sup>nd</sup> WIETE Annual Conference on Engineering and Technology Education, Pattaya, Thailand, 9-14.
- [3] Machotka, J. and Nedic Z. (2002). *Online remote laboratory (NetLab)*. Proceedings of 5<sup>th</sup> UICEE Annual Conference on Engineering Education, Chennai, India, 179-183.
- [4] Nedic, Z., Machotka J. and Nafalski A. (2003). *Remote laboratories versus virtual and real laboratories*. Proceedings of 33<sup>rd</sup> ASEE/IEEE Conference on Frontiers in Education, Boulder, Colorado, USA.
- [5] Gomes, L., and García-Zubía, J. (2007). *Advances on remote laboratories and e-learning experiences*. University of Deusto, Bilbao. ISBN: 978-84-9830-662-0. pp. 310.
- [6] García Zubía, J. and Alves, G.R. (2011). *Using Remote Labs in Education*. University of Deusto, Bilbao. ISBN: 978-84-9830-398-8. pp. 465.