

Konferenciju podržali

 **nervtech**™  
the human factor in  
artificial intelligence



Zbornik prve nacionalne konferencije sa međunarodnim učešćem pod nazivom

Primena slobodnog softvera  
i otvorenog hardvera  
PSSOH 2018

**Naučni odbor / Scientific Board**

prof. Predrag Pejović  
doc. Nadica Miljković  
doc. Vladimir Milovanović  
prof. Jaka Sodnik  
prof. Gordana Gardašević

**Urednički i organizacioni odbor / Editorial and Organizational Board**

doc. Nadica Miljković  
prof. Predrag Pejović  
prof. Miloš Cvetanović

**Spoljni organizacioni odbor / External Organizational Board**

Đurđa Timotijević  
doc. Iris Žeželj  
Res. Assoc. Ljiljana Lazarević  
Milica Ševkušić  
prof. Platon Sovilj

**Fotografije / Photographs**

doc. Miodrag Tasić

**Kodeks ponašanja preveo / Code of conduct translated by**

prof. Miloš Đurić

**Logo i naslovnu stranu dizajnirala je / Logo and cover designed by**

Dragica Nikolić

**Volonteri i volonterke / Volunteers**

Dragica Nikolić  
Natalija Katić  
Nenad Popović  
Milana Prodanov  
Milan Antić  
Nikola Todorović  
Mina Petrović  
Danica Novaković  
Sara Jevtić  
Jelena Jakšić

**Izdavači / Publishers**

Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet /  
University of Belgrade – School of Electrical Engineering  
i / and  
Akademska Misao / Academic Mind

**Štampa / Printing Office**

Akademska Misao / Academic Mind

**ISBN:** 978-86-7466-748-4

**Tiraž / Number of copies:** 50

Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet



Zbornik prve nacionalne konferencije sa međunarodnim učešćem pod nazivom

# Primena slobodnog softvera i otvorenog hardvera PSSOH 2018

u Beogradu, oktobra 2018. godine



University of Belgrade – School of Electrical Engineering



Proceedings of the First National Conference with International Participation titled

**Application of free software  
and open hardware  
PSSOH 2018**

in Belgrade, October 2018.



## Predgovor prvoj PSSOH konferenciji

Održavanje prve PSSOH konferencije (Primena slobodnog softvera i otvorenog hardvera) je rezultat želje Uredničkog odbora da se u Republici Srbiji organizuju i sa posebnom pažnjom neguju nacionalni skupovi. PSSOH je dvojezična konferencija i zvanični su i srpski i engleski jezik, pa su radovi u celini i rezimei štampani u ovom zborniku i na srpskom i na engleskom jeziku.

Specifičnost konferencije nije samo u veoma aktuelnim temama za akademsku zajednicu i privredu koje se odnose na sve širu primenu slobodnog softvera i otvorenog hardvera, već i u karakteru same konferencije. Jedna od odlika PSSOH konferencije je i društvena odgovornost, pa je dogovoreno da se kotizacija za konferenciju nikada neće naplaćivati.

Cilj konferencije je da se omogući slobodna razmena iskustava i mišljenja u primeni slobodnog softvera i otvorenog hardvera bez ograničavanja nametnutim plaćanjem kotizacije i stvaranja utiska da je cilj konferencije formalno zadovoljavanje kriterijuma za napredovanje autora i autorki radova i lična zarada organizacionog odbora konferencije. Ideja je da organizatori i organizatorke doniraju svoje vreme i entuzijazam kako bi takva konferencija zaživela, bila korisna učesnicima i učesnicama, prijatna i različita u odnosu na postojeću ponudu konferencija. Takođe, jedan od ciljeva PSSOH konferencije je i da ukaže na značaj žena i ostalih manjinski zastupljenih grupa i na njihovu ulogu u našoj struci: svi su dobrodošli ako žele da pomognu u skladu sa svojim mogućnostima i sve tretiramo ravnopravno, što je tradicija pokreta slobodnog softvera i otvorenog hardvera.

PSSOH konferencija je jednodnevni događaj koji uključuje niz predavanja po pozivu koja će se održati u tri sesije. Dodatno, planirana su i dva besplatna kursa iz programskih jezika R i Python za sve zainteresovane, kao i predavanje na temu pravnih pitanja u oblasti autorstva.

Organizacija PSSOH konferencije je podržana od strane velikog broja koleginica i kolega, ustanova, kompanija i udruženja i ovde ih je nemoguće sve pobrojati. Najzahvalniji smo našim donatorima i sponzorima među kojima bi smo posebno istakli Akademsku Misao iz Beograda i Nervtech™ iz Ljubljane. Zahvalni smo i svim predavačima na učešću i na doprinosu u održavanju prve PSSOH konferencije. Ovde bi smo voleli da spomenemo i veliku zahvalnost Dekanu prof. dr Milu Tomaševiću i Prodekanu za nauku prof. dr Zlatanu Stojkoviću za vetar u leđa bez koga prva PSSOH konferencija ne bi ni bila organizovana.

U duhu PSSOH tema i sa željom da promovišemo slobodan softver, ovaj Zbornik smo pripremili u programskom paketu *LibreOffice*. Dodatno, u duhu *LibrePlanet* konferencije na koju se ugledamo, na kraju ovog Zbornika se nalaze prevodi ideje vodilje i kodeksa ponašanja koji predstavljaju osnivačke dokumente *LibrePlanet* konferencije i koji se poklapaju sa našim stavovima.

u Beogradu, 16. septembra 2018. godine  
Urednički i organizacioni odbor PSSOH konferencije

## Foreword to the First PSSOH Conference

Establishment of the first PSSOH conference (in Serbian: “Primena slobodnog softvera i otvorenog hardvera”) is the result of a long-term desire of its organizers to contribute to the embroider selection of high-quality national events in the Republic of Serbia. PSSOH is dual language conference and both Serbian and English languages are official and abstracts and full papers presented in this Proceedings are submitted and published in both languages.

The specificity of the PSSOH conference is not only in the up-to-date themes related to the ever-expanding application of free software and open hardware in the academy and industry, but also in the character of the conference. Namely, our aim related to the socially responsible conference led us to agreement that conference fee will be never charged.

The aim of the conference is to empower the free exchange of experiences and opinions in the application of free software and open hardware without limitations imposed by the fee payment. We believe that conference should not serve solely for fulfillment of promotion criteria for the authors nor for the personal profit of PSSOH’s organizers. The idea of the PSSOH is that by donation of time and enthusiasm, organizers would accelerate conference’s growth and enable pleasant and diverse atmosphere compared to the traditional one. Furthermore, PSSOH aims at pointing out the importance of women and other minority groups and their role in our profession: everyone is welcome to participate according to their own abilities and wishes. We treat everyone equally according to the traditional values of the free software movement and open hardware initiative.

PSSOH conference is one-day event and consists of invited lectures in three sessions. Post-conference courses on Python and R programming are free of charge for all interested attendees (registration is obligatory), so as seminar related to the legal issues of authors’ rights.

The PSSOH organization presents the efforts of many colleagues, institutions, companies, and associations and it's impossible to list them all here. We are most grateful to our grantors with special thanks to Academic Mind from Belgrade and Nervtech™ from Ljubljana. We thank speakers for their contribution and participation. Moreover, we would like to express our great gratitude to prof. Milo Tomašević, Dean and prof. Zlatan Stojković, Vice dean for science for initial encouragements indispensable in our organization.

According to the PSSOH themes and with aim to promote application of free software, this Proceedings is prepared in LibreOffice. In addition, according to the aims of LibrePlanet conference *i.e.* our role model event, we appended Serbian translation of Mission Statement and Code of Conduct *i.e.* founding documents of LibrePlanet conference that are in line with our goals and attitudes.

in Belgrade, September 16, 2018.

Organizational and Editorial Board of the PSSOH Conference



## Sadržaj / Table of Contents

### Rezimej predavanja po pozivu / Abstracts of invited lectures

Free software and open culture in Serbia.....	4
Dragan Satarić	
Methods for assessing cognitive workload of drivers.....	5
Jaka Sodnik	
On the borderline between hardware and software: Free instruction set architectures as an alternative.....	6
Vladimir Milovanović	
Detection of a dual licensing violation.....	7
Miloš Cvetanović, Zaharije Radivojević, Saša Stojanović	
Clinical engineering: Experiences and practices.....	8
Ela Vidović	
Open source hardware and software for biomedical measurements.....	9
Platon Sovilj	
DSPACE – institutional repositories – dissemination of research results: A local case study.....	10
Vasilije Rajović, Biljana Kosanović, Milica Ševkušić	
GNU/Linux and its place through history.....	11
Srđan Popović	
Dvadeset pet godina R programskog jezika.....	12
Damjan Krstajić	

### Radovi u celini za predavanja po pozivu / Full papers of invited lectures

How open science norms improve scientific practices.....	13
Ljiljana B. Lazarević, Iris Žeželj	
Otvoreni nastavni materijali: Interna iskustva.....	16
Nadica Miljković	
Ada Byron and her contributions to early computer science.....	20
Marija Punt, Martijn Punt	
Programirati kao devojčica: rodne razlike u računarstvu.....	24
Biljana Stanković	
Naučiti prvake Python.....	28
Marko Mišić, Sanja Delčev, Tamara Šekularac	

### Spisak autora(ki) / List of authors.....

### Osnivačka dokumenta *LibrePlanet* konferencije / Founding documents of LibrePlanet conference

Ideja vodilja.....	33
preveo Miloš Đurić	
Kodeks ponašanja.....	34
preveo Miloš Đurić	

# Free software and open culture in Serbia

Dragan Satarić  
Wikimedia, Serbia  
[dragan.sataric@gmail.com](mailto:dragan.sataric@gmail.com)

## Abstract

Free software is concept born on universities. Need for free education resource was motivating enough to spark idea of open and free learning materials and projects for teaching purposes. The best way to learn is to read good work of other programmers. Notion of ownership of software was not born with first computers and was pretty hazy until computers came widely popular among common people and software became source of huge profit. Concepts of software freedom was discovered in the researchers community. Then four essential freedoms were declared. At the same time “freedom of cultural work” was close related to the first communities and circles advocated those concepts. Soon enough was discovered that free and open source must be followed by free licenses, free fonts, free protocols and free formats.

Very soon it was obvious that free software is not thriving without community giving support and life to it. Profit is oxygen for proprietary software like communities are oxygen to the free and open software. Free software in Serbia was introduced modestly by few enthusiasts and slowly developed til first gathering on the Linux Fest happened in Belgrade in 1999. Software market was small so software communities were undeveloped and related to enthusiasm of the few. After a while it was clear that just formally registered organization can be foundation for community.

So, small and undeveloped software industry, programmers unwilling to take part in strange bureaucratic procedures, unpreparedness of academia to participate and absence of leadership caused situation where undeveloped community was born. Few individuals sparkled for a while and even fewer survived in the years to come. Turning point was year 2005 when Richard Stallman, founder of GNU project and Free Software Foundation, and Jimbo Wales founder of Wikipedia visited Serbia. Slowly free software entered schools, companies and even administration.

In the beginning free software was the opposite to the proprietary software, but lately free and open software became valid business model. Especially after Android mobile phones explosion it was clear that “war of operating systems” was over but the winner is irrelevant. New era has begun.

**Keywords:** free software; open source; free knowledge; free licenses.

# Methods for assessing cognitive workload of drivers

Jaka Sodnik

*University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Ljubljana, Slovenia*

[jaka.sodnik@fe.uni-lj.si](mailto:jaka.sodnik@fe.uni-lj.si)

## Abstract

The major cause for road accidents in modern traffic is distracted driving, resulted primarily from extensive use of In-Vehicle Infotainment Systems (IVIS). Distraction is defined as diversion of attention from the primary task of driving and can be divided into three major groups: visual (eyes off the road events), manual (hands off the steering wheel) and cognitive distraction (lost in thought or solving problems non-related to the ongoing task of driving).

In this talk, we are going to focus on cognitive load which can be assessed with the use of self-evaluating questionnaires, direct monitoring of psychophysiological activities, and indirectly by measuring performance of various secondary tasks. Self-evaluation questionnaires and self-ratings may appear questionable, but various studies have demonstrated that people are capable of giving a numerical indication of their perceived load. Most subjective measures are multidimensional and assess groups of associated variables, such as mental effort, fatigue, and frustration, which are all highly correlated.

Psychophysiological measures of drivers include ocular activities, cardiac functions, electro-dermal activity and even electrical brain activity. The greatest advantage of these types of measurements is that they allow the continuous collection of data and do not require any kind of response from the driver (self-report or performing an additional task), leaving the driver's attentional and cognitive resources focused only on the observed tasks.

Indirect measurements on the other hand monitor the performance of various secondary tasks - performed in addition to driving. Response times and hit rates success are then considered as indicators of changes in cognitive load. We are going to present the Detection Response Task (DRT) – ISO standardized method which has gained in popularity in recent years. It is mainly due to its relatively simple implementation and free availability of source code for Arduino-based implementation.

**Keywords:** distracted driving; cognitive workload; DRT; open source implementation.

# On the borderline between hardware and software: Free instruction set architectures as an alternative

Vladimir Milovanović

*University of Kragujevac, Faculty of Engineering, Kragujevac, Serbia*

[vlada@kg.ac.rs](mailto:vlada@kg.ac.rs)

## Abstract

Nowadays, free and open instruction set architectures do not present even a rounding error in the microprocessor marketshare measurements. Nevertheless, this is likely to change in the near future especially in the prospect of emerging industries like Internet of Things or Artificial Intelligence which will favor custom processors that offer flexibility to assemble only required parts thus substantially reducing die-size, power and price, and where the place for a dominant processor architecture is still vacant. Although not the only one, the main free candidate to take this leading position is the so-called RISC-V which backed-up by several semiconductor and software industry's big players recently gained quite some momentum. Despite being a relatively young standard, RISC-V already has an extensive userbase as well as the considerable ecosystem around it, both in terms of toolchain support and actual chip demonstrators. Built on the basis of modular rather than traditional incremental design, RISC-V embraces the basic integer set which is frozen and will never change, hence providing a stable target to system programmers. The modularity comes with optional hardware (multiplication/division or floating-point operation for example) extensions to the mandatory base instructions.

Furthermore, this architecture also leaves space for entirely new opcodes to invoke application-specific accelerators, thus being able to cover a complete spectrum from embedded and personal to super and warehouse-scale computers. Even though it is certainly not expected to overthrow the giants like ARM or x86, it has a nice head start to shake the processor world and do something similar to what GNU/Linux has done in the field of operating systems.

**Keywords:** microprocessors; system-on-chip; Instruction Set Architecture (ISA); RISC-V; open-source hardware.

# Detection of a dual licensing violation

Miloš Cvetanović, Zaharije Radivojević, Saša Stojanović  
*School of Electrical Engineering*  
*University of Belgrade*  
{cmilos, zaki, stojsasa}@etf.bg.ac.rs

## Abstract

Dual licensing allows source code to be used free of charge for non-commercial purposes while some fee applies otherwise. An important step in a detection of license violation is a time-consuming search whether a code extracted from a final product contains a procedure that originates from a source code for which a license is required. Still, there is no available tool for performing appropriate search, however, some tools capable to detect different types of software clones could be used.

The authors proposed an approach that uses software metrics for assessing similarities between procedures. Depending on a configuration, extracted software metrics are either further exercised with machine learning classifiers or processed with the newly proposed techniques. Moreover, the authors conducted a series of experiments using existing clone detection tools and different configurations of the proposed approach. The experiments are conducted using a dataset based on the open source BusyBox toolset. The evaluation shows that the proposed approach could achieve double recall while retaining adequate precision in comparison to the other available solutions.

**Keywords:** software clones; software metrics; machine learning; licensing; infringement.

# Clinical engineering: Experiences and practices

Ela Vidović  
*Medtronic, Zagreb, Croatia*  
[ela.vidovic@medtronic.com](mailto:ela.vidovic@medtronic.com)

## Abstract

Implantable cardiac devices treat irregular heart rhythms by sending electrical pulses to the heart to correct it. But, even though the device has built in programs, out of which many are functioning automatically, it still needs to be programmed peri and post operationally, and followed-up regularly, as the final programming depends also on patient's clinical background. This is where clinical engineers play a big role. This is one of the rare jobs where, on daily basis, you get to say you had an opportunity to help save another person's life.

**Keywords:** clinical engineering; implantable cardiac devices; women in engineering.

# Open source hardware and software for biomedical measurements

Platon Sovilj

*University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences*

[platon@uns.ac.rs](mailto:platon@uns.ac.rs)

## Abstract

Measurement of biomedical signals (ECG, EMG, EEG etc.) is a complex task. Presentation of its purpose, of the nature of biomedical signals and details about technology of measurement, acquisition and processing is a challenge in education. As the procedures of measuring biomedical signals request preparation of measurement system, and control of measurement conditions, significant support for these activities can be provided by open source software packages for measurement, acquisition and processing of biomedical signals. Measurements can be performed and measurement results can be recorded in database by these packages. Measurements process can be simulated afterwards, relying upon the previous measurement records. This enables more flexibility in diagnostics, research or in teaching the nature of biomedical signals and processing and analysis of measurement results. The mentioned open source software packages often can be used with the instrumentation designed according to open source hardware projects oriented towards biomedical measurements. This enables developing biomedical instrumentation platforms appropriate for more collaboration between engineers, teachers and researchers worldwide in various fields of engineering, medicine, psychology etc. The convenience of this approach can be demonstrated by using various open source hardware and software projects. The author is demonstrating this on one example: an example of the system for measurement and processing, intended for EEG measurements from electrodes positioned on international 10-20 system locations. It is designed as one channel system, with the ability of extending to multichannel system, having in mind its use for current researches in areas of cognitive neurosciences and neurophysiology.

**Keywords:** measurement; biomedical engineering; open source; hardware; software.

# **DSpace – institutional repositories – dissemination of research results: A local case study**

Vasilije Rajović<sup>1</sup>, Biljana Kosanović<sup>1</sup>, Milica Ševkušić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*University of Belgrade Computer Centre, Belgrade, Serbia*

<sup>2</sup>*Institute of Technical Sciences of SASA, Belgrade, Serbia*

[vasilije.rajovic@rcub.bg.ac.rs](mailto:vasilije.rajovic@rcub.bg.ac.rs), [biljana@rcub.bg.ac.rs](mailto:biljana@rcub.bg.ac.rs), [biblioteka@itn.sanu.ac.rs](mailto:biblioteka@itn.sanu.ac.rs)

## **Abstract**

DSpace is an open source software package intended for creating digital archives. It is primarily used as a platform for open access repositories and it enables (1) archiving various types of documents in a variety of digital formats and describing them using a standardized set of metadata; (2) searching the repository content (metadata and full-text content, in case of textual documents); (3) importing and exporting the repository content and (4) disseminating it via OAI-PMH. At the administration level, it is possible to assign and control user roles and access to metadata and deposited documents. The platform is customizable and it is available in multiple languages (community translations). The software package is developed and distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License by the non-profit organization Dura Space. DSpace is the most commonly used repository software: 43% of all repositories registered in OpenDOAR use DSpace as the platform.

DSpace is also the backbone of Serbia's (still underdeveloped) repository infrastructure, which heavily relies on a number of DSpace instances installed, customized and maintained by the Computer Centre of the University of Belgrade. These are namely the national repository of PhD theses (NaRDuS) and institutional repositories of the Serbian Academy of Sciences and Arts and three research institutes of the University of Belgrade. This case study deals with the institutional repositories established and maintained by the Computer Centre of the University of Belgrade. It presents the challenges faced during the processes of customizing the software platform, ensuring interoperability and integration with major international open science infrastructures, devising standardized workflows and procedures, and training administrators and users – librarians and researchers. The established institutional repositories serve as a powerful research dissemination platform, especially in those disciplines where print publications in local languages still prevail.

**Keywords:** Dspace; institutional repositories; research infrastructure; open science.



# GNU/Linux and its place through history

Srđan Popović

*Computing Center, University of Belgrade – School of Electrical Engineering, Belgrade, Serbia*  
[srdjan.popovic@etf.bg.ac.rs](mailto:srdjan.popovic@etf.bg.ac.rs)

## Abstract

In today's world we are witnesses to ever more increasing usage of systems based on GNU/Linux. Be it in datacenters as hypervisors, stand alone servers, foundations for cloud based computing, or as an embedded solution like smart phones, entertainment platforms, medical devices, micro controllers etc, it is obvious that this platform has made its impact and not without a good reason. We shall explore how it all came to be, how can it be used and under which terms, what are the implications and what could be the possible future.

**Keywords:** open source; GNU Linux; embedded; server.

# Dvadeset pet godina R programskog jezika

Damjan Krstajić  
Research Centre for Cheminformatics, Belgrade, Serbia  
[damjan.krstajic@rcc.org.rs](mailto:damjan.krstajic@rcc.org.rs)

## Rezime

Tokom istorije računarstva u upotrebi su bili različiti programski jezici. Tako, na primer, nekada se u školama predavao FORTRAN i dosta naučnog koda je u njemu bilo napisano. Danas, retko ko programira u tom jeziku. Da li to znači da sve što je urađeno u FORTRAN-u ne vredi ili treba ponovo implementirati u drugom jeziku? Odgovor je naravno negativan. Međutim, praktični aspekti upotrebe FORTRAN koda u današnjim aplikacijama nisu zanemarljivi. Slično je i sa drugim programskim jezicima koji su pre bili u većoj upotrebi.

Pre 25 godina grupa naučnika entuzijasta je odlučila da kreira programski jezik iz kojeg bi programi mogli lako da pozivaju programe napisane u drugim jezicima. Cilj je bio da se omogući lako pakovanje programa napisanog u bilo kom jeziku i da se kao funkcije pozivaju. Korisnik bi samo video da postoji paket sa tom funkcijom, a cela implementacija te funkcije bi bila skrivena. Takođe, cilj je bio da nov jezik bude otvorenog koda i da programi napisani u drugim jezicima, koji se pozivaju kao funkcije, budu obavezno otvorenog koda.

Taj nov jezik je nazvan R i danas je jedan od najkorišćenijih u naučnoj zajednici. Tokom predavanja biće prikazan istorijat i osnovne osobine R jezika, mane i vrline, kao i lična zapažanja izlagača koji ima preko 18 godina iskustva programiranja u njemu.

**Ključne reči:** otvoren kod; R programski jezik; predikcija; primenjena statistika.

# How open science norms improve scientific practices

Ljiljana B. Lazarević<sup>1</sup>, Iris Žeželj<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of psychology and Laboratory for research of Individual Differences, University of Belgrade, Belgrade, Serbia*

<sup>2</sup>*Department of psychology, University of Belgrade, Belgrade, Serbia*

[ljiljana.lazarevic@f.bg.ac.rs](mailto:ljiljana.lazarevic@f.bg.ac.rs), [izezelj@f.bg.ac.rs](mailto:izezelj@f.bg.ac.rs)

**Abstract:** Empirical findings indicate that various scientific fields are in serious replication crisis. One source of low reproducibility can be attributed to the so-called Questionable Research Practices. The wider incentive structures prioritizing novel and positive findings over negative ones also influence the rate of false-positive effects in published papers. We are discussing the open science norms and good scientific practices targeted to improve methods, reporting, dissemination and incentives for researchers. Among proposed norms are pre-registration of study protocols, results-blind peer reviews, collaboration and team-science, and improvement of statistical and methodological training. Moreover, important stakeholders are recognizing the importance of open science, and incentives for researchers to openly share work are developing. Finally, we are discussing some of the remaining challenges in the quest for open, reproducible, and credible science.

**Keywords:** open science; reproducibility; questionable scientific practices; good scientific practices.

## I. Introduction

Ideally, science should be an unbiased, collaborative quest for truth, for the benefit of the whole society. To accomplish that ideal, it should be cumulative and self-corrective. It means that over time, credible scientific findings should be independently replicated and preserved, while so-called false-positive findings should be refuted [1]. It is important to note that the self-correction principle does not imply necessarily that all published science is credible and replicable – it implies that it only such findings should stand the test of time. The estimate of the proportion of the correct first-proposed results varies between 0% and 100%. However, more importantly, the proportion of the correct results after meta-analytically analyzing *all available evidence* still varies between 0% and 100% [2].

Novel analyses from different empirical scientific fields, revealed a serious replication crisis [3][4]. In psychology, a large-scale collaboration successfully replicated only around 50% of the selected published studies [4][5]. A recent high-powered effort replicating experimental studies in the social sciences published in the most prestigious outlets - Science and Nature - between 2010 and 2015 reported that the average effect size of the replications was 50% of the original effect size

[6]. In economics, 39% of the replicated studies did not have significant effects in the same direction as original studies [7]. Having public health in mind, the most disturbing estimate comes from the biomedical research: the percentage of non-reproducible findings ranges from 75% to 90% [8].

It seemed that the climate in empirical science did not foster cumulative, reproducible knowledge. There were no mechanisms in place that would guarantee the necessary self-correctiveness. In fact, it was just the opposite.

## II. Questionable Research Practices

Scientific practices that contributed to such sad state of affairs were somewhat euphemistically labelled Questionable Research Practices (QRP) [2][9]. Studies show that low reproducibility rate of scientific findings resulted from a manifold of practices: too small sample sizes, searching for statistically significant results (p-hacking), post hoc hypothesizing (HARK-ing: Hypothesizing After the Results are Known), diverging from originally planned research designs and analytical strategies, selectively reporting studies with positive results and not studies with negative results, etc. [2][3][10][11].

It would not be fair to attribute the responsibility for such practices solely to scientists: it was the system that rewarded flashy positive findings and marginalized negative ones. That resulted in self-censoring by scientists, further biased selection by journal editors, project funders and employers, which inevitably lead to a grossly inflated rate of false-positive effects in published papers [11][12].

If the system is to blame, then the system needs to change, and there seemed to be a substantial room for improvement in research and publishing practices. So far, a number of innovations were introduced to this end (for an overview, see [11]).

## III. Open science norms and good scientific practices

The credibility of scientific findings depends on the transparency of all elements of the scientific process [13]. In this paper, we will briefly present the most prominent practices aimed to improve methods, reporting, dissemination and incentives for research.

## A. Methods

As science is a human endeavour, scientists are prone to biases in formulating hypotheses, conducting data collection and data preparation - they typically, and most often not intentionally, favour confirming their starting hypotheses [11][14]. As a countermeasure, a *pre-registration* of the study design, hypothesis, analytic strategy, and measured outcomes to the journal for peer review before beginning the study was proposed [11][15]. Some scientific disciplines, like clinical medicine or stomatology, introduced a mandatory pre-registration of study protocols to address publication bias and analytical flexibility [11][16][17]. In social and behavioural sciences, pre-registration is becoming more frequent: the journals are adopting and promoting the Registered Reports publishing format encouraging pre-registration and results-blind peer review [11].

In addition, in an attempt to avoid publication biases, journals are now introducing a policy of *results blind evaluation* of manuscripts submitted to journals [18], for the illustration of the process, see [19][20]. Results blind evaluation implies that the review process is two-staged: in the first step, the editor distributes the manuscript containing the Introduction and the Methods section for external review; if the decision of the first stage review is positive, it proceeds to the second step, in which the full manuscript is once again evaluated.

To address the problem of low statistical power (too small samples to allow reliable conclusions) which increases the likelihood of obtaining both false-positive and false-negative results [21], researchers suggested to join forces. *Collaboration* across many sites enabled high-powered study designs, stringent analytic strategy, and more economic use of resources. A very good example of efficient collaborations in social and behavioural sciences are The Many Labs projects [5][22][23] or other large-scale collaborations (e.g., [24]); Psychological Science Accelerator: [25]. In other disciplines, there are older and more prominent examples: The LIGO scientific collaboration [26]; The GENOME project [27]; The CERN project [28].

Finally, most “reformers” agree that *more rigorous statistical and methodological training* and research methods is fundamental for high-quality research. Although most of the research programs do contain these courses, they should be fundamentally reinvented; some authors argue that “departments need to begin teaching statistical thinking, not rituals” ([29], p. 198). As a good example of a crowdsourced project with an emphasis on the replication and pedagogy we can list an initiative, launched in 2012, *Collaborative Replications and Education Project* (CREP; <https://osf.io/wfc6u/>) aimed to strengthen undergraduate students’ knowledge and expertise in statistics and research methods.

## B. Reporting and Dissemination

First global initiatives for more sharing and transparency appeared almost 20 years ago. In 2002, the Budapest Open Access Initiative (BOAI) gathered a

diverse group of stakeholders and launched a worldwide campaign for open access (OA) to all peer-reviewed research. A year later, the Berlin Declaration on open access, signed by nearly 300 research institutions, funding bodies, libraries, museums, and governments, was based on the BOAI and called for the research results to be publicly available.

In recent years, important stakeholders started demanding from *researchers to share materials, databases and analytical scripts*. A survey evaluating the effects of BOAI after 15 years, indicated the transition from establishing open access as a concept (in 2002) to making open the default [30]. However, this survey showed two important remaining challenges: a) researchers lack meaningful incentives and rewards to openly share their work, and b) lack of sufficient funding to pay for open access-related costs.

There are recent attempts to further formalize the process of sharing in research planning and reporting, such as Transparency and Openness Promotion (TOP) guidelines. These are comprehensive sets of standards for journals, funding bodies, institutions, professional societies, reviewers, and authors [31]. Until now, more than 5000 journals endorsed TOP guidelines.

In addition to researchers sharing their outputs, open science practices assume that, once published, *the content of scientific articles should be free and accessible*. Hence, there is an increasing pressure on publishers to provide open access to publications. For instance, the National Institute of Health (NIH), National Science Foundation (NSF), German Psychological Association demand that data collected as part of publicly funded research are made open to all interested parties. European Commission, as part of innovation funding Horizon 2020 program, made open access to publications mandatory and launched a pilot project to open up publicly funded research data available from 2013 onwards.

## C. Incentives

*Symbolic rewards*. For example, the Center for Open Science proposed that journals appoint *badges* to articles endorsing open practices, i.e., open data, open materials, and pre-registration. Empirical evaluation of this practice demonstrated that introduction of open practices badges had a positive impact of scholars and lead to an increase of data sharing [32].

*Employment policies*. There is a growing trend of universities, institutes and funding bodies requiring researchers to demonstrate their devotion to open science.

## IV. Conclusion

What we presented is not an exhaustive list of proposed measures, rather the measures that were shown to have an effect in raising scientific standards. Open Science movement had numerous positive outcomes. Funding bodies started adopting transparency requirements and supporting financially replication

studies. Institutions started providing the scholars with the infrastructure for data sharing, and what is more important, started changing hiring standards and putting more weight to the open science values. Journals are adopting badges to acknowledge open practices, Registered Reports and TOP guidelines.

However, there are still some unresolved issues that we would like to tackle. First is to establish a system of incentives that would encourage good scientific practices and be endorsed by the scholars as sufficiently rewarding. We do not argue that novelty should not be rewarded, on the contrary. We argue that it should not be the only thing that is rewarded. Novelty versus reproducibility is a false dichotomy and good science requires both. Second challenge draws from the fact that resource allocation is not only required of scientists, it is required of publishers, too. Even though most of them declaratively support the new norms, the current business model is far more lucrative than the open-access model and this still needs to be addressed.

In spite of the challenges, it seems that the current climate is pushing all stakeholders towards more reproducible, credible and accessible science. We can only hope the winds will not turn.

## References

- [1] K. Popper, *Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge*. London: Routledge and Kegan Paul, 1963
- [2] J. P. A. Ioannidis, "Why most published research findings are false," *PLoS Medicine*, vol. 2, pp. E124, 2005
- [3] M. R., Munafò, B. A., Nosek, D. V., Bishop, K. S., Button, C. D., Chambers, N. P., du Sert, ... and J. P., Ioannidis, "A manifesto for reproducible science," *Nature Human Behaviour*, vol. 1, pp. 0021, 2017
- [4] Open Science Collaboration, "Estimating the reproducibility of psychological science," *Science*, vol. 349, pp. Aac4716, 2015
- [5] R. A. Klein, et al., "Many Labs 2: investigating variation in replicability across sample and setting," *Advances in Methods and Practices Psychological Science*, In press
- [6] C. F. Camerer, A. Dreber, F. Holzmeister, T. Ho, J. Huber, M. Johannesson, M. Kirchler, G., Nave, B. A. Nosek, T. Pfeiffer, A. Altmeld, N. Buttrick, T. Chan, Y. Chen, E. Forsell, A. Gampa, E. Heikensten, L. Hummer, T. Imai, S. Isaksson, D. Manfredi, J. Rose, E. Wagenmakers, and H. Wu, "Evaluating the replicability of social science experiments in Nature and Science between 2010 and 2015". *Nature Human Behavior (Letters)*, doi: 10.1038.s41562-018-0399-z, 2018
- [7] C. F. Camerer, A. Dreber, E. Forsell, T. H. Ho, J. Huber, M. Johannesson,... and E. Heikensten, "Evaluating replicability of laboratory experiments in economics," *Science*, vol. 351, pp. 1433-1436, 2016
- [8] C. G. Begley, and J. P. Ioannidis, "Reproducibility in science: improving the standard for basic and preclinical research," *Circulation research*, vol.116, pp. 116-126, 2015
- [9] K. Fiedler, and N.Schwarz, "Questionable research practices revisited," *Social Psychological and Personality Science*, vol.7, pp. 45-52, 2016
- [10] L. K. John, G. Loewenstein, and D. Prelec, "Measuring the prevalence of questionable research practices with incentives for truth telling," *Psychological Science*, vol.23, pp. 524-532, 2012
- [11] B. A. Nosek, J. R. Spies, and M. Motyl, "Scientific Utopia: II. Restructuring incentives and practices to promote truth over publishability," *Perspectives on Psychological Science*, vol. 7, pp. 615-631, 2012
- [12] R. Jooper, N. Schmitz, L. Annable, and P. Boksa, "Publication bias: what are the challenges and can they be overcome?" *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, vol. 37, pp. 149-152, 2012
- [13] J. P. A. Ioannidis, "Why science is not necessarily self-correcting," *Perspectives on Psychological Science*, vol. 7, pp. 645-654, 2012
- [14] R. MacCoun, and S. Perlmutter, "Blind analysis: hide results to seek the truth," *Nature*, vol. 526, pp. 187-189, 2015
- [15] J. E. Gonzales, and C. A. Cunningham, "The promise of pre-registration in psychological research," *Psychological Science Agenda*, 2015. [Online]. Available <http://www.apa.org/science/about/psa/2015/08/pre-registration.aspx> [Accessed Aug. 20, 2018]
- [16] J. Lenzer, J. R. Hoffman, C. D. Furberg, J. P. Ioannidis, and G. P. R. W. Grp, "Ensuring the integrity of clinical practice guidelines: a tool for protecting patients," *British Medical Journal*, vol. 347, pp. F5535, 2013
- [17] F. Schwendicke, F., and N. Opdam, "Clinical studies in restorative dentistry: design, conduct, analysis," *Dental Materials*, vol. 24, pp. 29-39, 2017
- [18] J. J. Locascio, "Results blind science publishing," *Basic and Applied Social Psychology*, vol. 39, pp. 239-246, 2017
- [19] I. L. Žeželj, and B. R. Jokić, "Replication of experiments evaluating impact of psychological distance on moral judgment," *Social Psychology*, vol. 45, pp. 223-231, 2014a
- [20] I. L. Žeželj, and B. R. Jokić, "A rejoinder to comments by Eyal, Liberman, & Trope and Gong & Medin," *Social Psychology*, vol. 45, no. 4, pp. 332-334, 2014b
- [21] K. S. Button, J. P. Ioannidis, C. Mokrysz, B. A. Nosek, J. Flint, E. S. Robinson, and M. R. Munafò, "Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience," *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 14, no. 5, pp. 365, 2013
- [22] C. R. Ebersole, et al. "Many Labs 3: evaluating participant pool quality across the academic semester via replication," *Journal of Experimental Social Psychology*, 67, pp. 68-82, 2016
- [23] R. A. Klein, K. A. Ratliff, M. Vianello, R. B. Adams Jr, Š. Bahník, M. J. Bernstein,... and Z. Cernalcik, "Investigating variation in replicability," *Social psychology*, vol. 45, pp. 142-152, 2014
- [24] J. F. Landy, M. Jia, I. L. Ding, D. Viganola, W. Tierney, ..., and E. L. Uhlmann, "Crowdsourcing hypothesis tests: Making transparent how design choices shape research results." *Manuscript submitted for publication*, 2018
- [25] H. Moshontz, L. Campbell, C. R. Ebersole, H. IJzerman, H. L. Urry, P. S. Forscher,..., and C. R. Chartier, "The Psychological Science Accelerator: Advancing Psychology through a Distributed Collaborative Network," *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, In press
- [26] B.T. Abbott, R. Abbott, R. Adhikari, P. Ajith, B. Allen, G. Allen, ... & M. Araya, "LIGO: the laser interferometer gravitational-wave observatory," *Reports on Progress in Physics*, vol 72, pp. 076901, 2009
- [27] T. S.Heng, M. W. Painter, K.Elpek, V. Lukacs-Kornek, N. Mauermann, S.J. Turley, ... & S. Davis, "The Immunological Genome Project: networks of gene expression in immune cells," *Nature immunology*, vol 9, pp. 1091-1094, 2008
- [28] <https://home.cern/> [Accessed Aug. 20, 2018]
- [29] G. Gigerenzer, "Statistical Rituals: The Replication Delusion and How We Got There", *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, vol 1, pp. 198-218, 201
- [30] N. Shockey, H. Joseph, and M. Hagemann, "BOAI 15 Survey Report," April 12, 2018
- [31] B.A. Nosek, G. Alter, G.C. Banks, D. Borsboom, S. Bowman, S.J. Breckler, ... & M. Contestabile, "Promoting an open research culture", *Science*, vol 348, pp. 1422-1425, 2015.
- [32] M. C. Kidwell, L. B. Lazarevic, E. Baranski, T. E., Hardwicke, S. Piechowski, L-S. Falkenberg, C. Kennett, A. Slowik, C. Sonnleitner, C. Hess-Holden, T. M. Errington, S. Fiedler, and B. A. Nosek, "Badges to acknowledge open practices: A simple, low-cost, effective method for increasing transparency," *PLoS Biology*, vol. 14, pp. 1-15, 2016

# Otvoreni nastavni materijali: Interna iskustva

Nadica Miljković

Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija

[nadica.miljkovic@etf.bg.ac.rs](mailto:nadica.miljkovic@etf.bg.ac.rs)

**Rezime:** Ovaj rad je pisan sa ciljem da se ukaže na doprinos Univerziteta u Beogradu - Elektrotehničkog fakulteta otvorenoj kulturi kroz praksu publikovanja otvorenih elektronskih udžbenika i pomoćnih nastavnih materijala koja je započeta još 2010. godine. Rad sadrži detaljan pregled elektronskih nastavnih materijala koji su dostupni na sajtu fakulteta i publikovani u periodu od 2010. do 2018. godine sa predlozima za unapređenje postojeće prakse objavljivanja elektronskih nastavnih materijala.

**Ključne reči:** elektronski udžbenici; slobodno obrazovanje; izdavačka delatnost; otvorena kultura.

## I. Uvod

Otvoreni obrazovni materijali tj. OER (od eng. *Open Educational Resources*) su, po definiciji, slobodno dostupni digitalni materijali koji se mogu koristiti u obrazovne i istraživačke svrhe [1]. Kao termin OER je prvi put zvanično uveden 2002. godine na UNESCO (eng. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) forumu [1], samo godinu dana pošto je MIT (eng. *Massachusetts Institute of Technology*) najavio da će svi njihovi kursevi biti javno dostupni na Internetu. Već u septembru 2002. godine je MIT *OpenCourseWare* probna internet stranica sa slobodno dostupnim materijalima puštena u rad [2]. Kroz samo par godina, primećen je veliki uspeh MIT inicijative: u izveštaju iz 2006. godine, objavljeno je da je broj poseta na mesečnom nivou veći od milion sa godišnjim rastom od 56% [3]. OER ideja se širila neverovatnom brzinom, a kako je rasla potražnja rasla je i ponuda: *Wikiversity* projekat započet je 2006. godine (<https://www.wikiversity.org/>), komercijalna platforma *Coursera* za online učenje otvorena je 2012. godine (<https://www.coursera.org/>) na Stenfordu, a nekomercijalna *edX* platforma sa online kursovima je počela sa radom iste 2012. godine mesec dana kasnije, a pokrenuli su je MIT i Harvard Univerzitet (<https://www.edx.org/>), potom se pojavila i *Stanford Online* platforma za učenje na daljinu (<https://online.stanford.edu/>) koja je primarno usmerena ka kontinuiranom obrazovanju, i druge.

Treba imati na umu da, iako se MOOC (eng. *Massive Open Online Courses*) ciljevi, u većini slučajeva, poklapaju sa OER ciljevima, MOOC uopšte ne moraju biti otvoreni ili mogu biti tek delimično otvoreni [4]. Druga važna napomena je što pored prednosti učenja na daljinu, postoji i kritika ovog pristupa koja, sa razlogom, tvrdi da je u obrazovanju od presudnog značaja interakcija sa profesorima/kama i kolegama/inicima [5]. Međutim, i pored ove kritike, korist od OER-a je neosporna i u klasičnom obrazovanju. Na primer,

pokazana je povećana uspešnost studenata/kinja koji su imali pristup otvorenim nastavnim materijalima u odnosu na one koji nisu [4].

Nedavno objavljeni rezultati pokazuju da postoji ogroman interes za otvorenim znanjem i da je pristup naučnim publikacijama veliki problem, ne samo u ruralnim područjima, već i na prestižnim fakultetima širom sveta [6][7]. OER, pored društveno odgovornih ciljeva koji u osnovi imaju ideju da je deljenje znanja sastavni deo obrazovanja, ima i nezanemarivu ulogu u marketingu i doprinosi povećanoj međunarodnoj prepoznatljivosti institucije koja je uključena u OER [4].

Ovaj članak je pisan sa ciljem detaljnog pregleda postojećih elektronskih izdanja, ali i sa ciljem promocije prakse objavljivanja otvorenih elektronskih udžbenika i pomoćne nastavne literature na Univerzitetu u Beogradu - Elektrotehničkom fakultetu (ETF) koja postoji još od 2010. godine. Otvorena elektronska izdanja nastavne literature predstavljaju nezanemariv doprinos nastavnika i saradnika, ali i ETF-a kulturi otvorenog pristupa. Na kraju ovog rada, date su i preporuke za moguća unapređenja ove prakse na ETF-u.

Od decembra 2007. godine na ETF-u na snagu je stupio Pravilnik o udžbenicima i drugoj nastavnoj literaturi nakon što je odobren od strane Nastavno-naučnog veća ETF-a [8]. Pored definisanja postupka za podnošenje zahteva za objavljivanje rukopisa, postupka za podnošenje i pripremu recenzija i definisanja kriterijuma za ocenu rukopisa, Pravilnik uključuje i definiciju udžbenika i pomoćne nastavne literature. Udžbenik je osnovno nastavno sredstvo tj. literatura, dok se pod pomoćnom nastavnom literaturom podrazumevaju praktikumi, zbirke zadataka, priručnici i druga stručna literatura koja se koristi u nastavi [8]. U daljem tekstu, pod pojmom nastavna literatura, podrazumevaće se i udžbenik i pomoćna nastavna literatura (koja se nekada naziva i pomoćni udžbenik).

Manje je poznato, a vredno istaći u izdavačkoj delatnosti ETF-a, postojanje relativno velikog broja elektronskih udžbenika i pomoćne nastavne literature koja je slobodno dostupna (<https://www.etf.bg.ac.rs/sr/studiranje/elektronski-udžbenici>). Ovi nastavni materijali mogu biti od velike koristi studentima ETF-a, ali i studentima drugih fakulteta, profesionalcima i entuzijastima koji žele da svoja znanja dopune savremenim, stručnim, nastavnim, ali i naučnim sadržajem ovih otvorenih elektronskih udžbenika i pomoćnih nastavnih materijala.

Treba imati na umu da pregled elektronskih izdanja kakav je dat u ovom članku ne predstavlja kompletan pregled izdavačke delatnosti ETF-a, jer su se pojedini autori/ke opredelili da svoju literaturu ne objave u elektronskom obliku ili su objavljivali pre 2010. kada nije postojala praksa otvorenih elektronskih materijala.

Tabela 1: Pregled elektronske literature koja se može naći na internet stranici ETF-a (<https://www.etf.bg.ac.rs/sr-lat/studiranje/elektronski-udzbenici>)

Naslov	Autor(i) / ka(ke)
Električne mašine	Slobodan N. Vukosavić
Fizička elektronika čvrstog tela	Jelena Radovanović, Vitomir Milanović
Mikrotalasna pasivna kola	Vladimir V. Petrović, Dejan V. Tošić, Antonije R. Đorđević
Programiranje u realnom vremenu – Skripa sa praktikumom i rešenim zadacima	Dragan Milićev, Bojan Furlan
Udžbenik za poslovnu komunikaciju na ruskom jeziku	Milena Slavić
Zbirka zadataka iz elemenata elektronskih uređaja	Rifat Ramović, Slobodan Petričević, Peđa Mihailović
Praktikum iz elektroakustike	Dragana Šumarac Pavlović
Zbirka rešenih zadataka iz Telekomunikacionih merenja 1	Milan Bjelica
Modeliranje i simulacija u telekomunikacijama	Milan Bjelica
Principi pozicioniranja u ćelijskim radio sistemima	Mirjana Simić-Pejović
Princip rada i primena osciloskopa	Predrag Pejović
Metode i instrumentacija za električna merenja	Nadica Miljković
Elementi elektronike – digitalna kola	Vujo Dmrdarević
Energetski pretvarači 1 – Osnovne topologije energetskih pretvarača	Miloš R. Nedeljković, Srđan L. Srdić
Energetski pretvarači 2 – Topologije energetskih pretvarača	Miloš R. Nedeljković
Upravljanje radioaktivnih otpadom	Olivera Ciraj Bjelac, Milan Vujović
Elektroakustika	Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić
Programski jezik Python: skripta za studente telekomunikacija	Milan Bjelica
Personalizovane aplikacije: teorija i praksa	Milan Bjelica
Konstruisanje elektronskih uređaja	Slobodan Petričević, Petar Atanasijević
Laboratorijske vežbe iz električnih merenja	Predrag Pejović
Numerička matematika	Nataša Ćirović
Odabrana poglavlja telekomunikacija	Milan Bjelica
Identifikacija procesa	Branko D. Kovačević, Goran S. Kvaščev
Računarske mreže 2	Pavle Vuletić
IZAZOV 2017: Zbornik zadataka i odabranih studentskih rešenja	Nadica Miljković

## II. Elektronski nastavni materijali na ETF-u

Pregledom elektronskih nastavnih materijala na dan 30. avgusta 2018. godine (Tabela 1), zaključuje se da spisak elektronskih izdanja sadrži 26 naslova koje je pisalo ukupno 28 autorki i autora, preciznije 21 autor (75%) i 7 autorki (25%) u periodu od 2010. godine do 2018. godine.

Elektronska nastavna literatura koja se može naći na internet stranici ETF-a je objavljivana iz raznih oblasti uključujući računarske mreže, električna merenja, modeliranje i simulaciju, identifikaciju procesa, telekomunikacije, matematiku, oblast elektronskih uređaja, upravljanje radioaktivnim otpadom, oblast energetskih pretvarača, mikrotalasnu tehniku, fizičku elektroniku, električne mašine, programiranje, elektroakustiku, digitalna kola, elektroniku, radio mreže i telekomunikacione servise. Pored nabrojanih tema, postoji i udžbenik koji je posvećen učenju ruskog jezika za studente ETF-a.

Može se uočiti da se prosečno godišnje na ETF-u objavi 2.89 elektronskih udžbenika. Treba uzeti ovaj broj sa rezervom, jer se sa godinama broj otvorenih izdanja

povećava, a i prilikom usrednjavanja uzeto je samo dostupnih 9 godina za analizu. Osim pauze koja je nastala 2014. i 2015. godine kada nažalost nijedno otvoreno izdanje nije objavljeno, ostalih godina je objavljeno bar jedno elektronsko izdanje godišnje. Najveći broj elektronskih materijala je objavljen u tekućoj godini i to 9.

U proseku, nastavni materijal je pisalo 1.42 autora/ki, tačnije najviše nastavnog materijala je bilo sa jednim autorom/kom i to 17 (65.4%), dvoje autora pisalo je ukupno 7 udžbenika (26.9%) i samo dva nastavna materijala (7.7%) je pisalo tri autora. Svi nastavni materijali su pisani na srpskom jeziku, a 5 njih (19.2%) je pisano ćirilničnim pismom, dok je ostalih 21 (80.8%) pisano latiničnim pismom. Iako bi, pisanje ovakvih nastavnih materijala na engleskom jeziku doprinelo većoj vidljivosti sadržaja na Internetu, posebna prednost je što je studentkinjama/ima omogućeno da prate nastavni sadržaj na srpskom (u većini slučajeva i maternjem) jeziku. Najveći broj nastavnih materijala pisao je jedan autor/ka tačnije 22 nastavna sadržaja (78.6%), dva elektronska izdanja ima 5 autora/ki (17.8%), a jedan

autor (3.6%) ima čak 5 elektronskih izdanja. U proseku, jedan autor/ka ima 1.3 elektronskih izdanja.

Ne treba zaboraviti ni na činjenicu da je Akademska Misao (Društvo za izdavaštvo, dizajn i marketing d.o.o. iz Beograda) dugogodišnji partner ETF-a i da je za 5 nastavnih materijala (19.2%) pored ETF-a izdavač bila i Akademska Misao. Za jedan elektronski nastavni materijal (3.8%), sam autor je potpisan kao izdavač. Jedan broj elektronskih materijala se može, u štampanoj verziji u maloprodaji, nabaviti i u Akademskoj Misli.

OER, u najvećem broju slučajeva, uključuju alternativno i fleksibilnije licenciranje koje je manje restriktivno. Autori/ke otvorenih materijala najčešće koriste ili *Creative Commons* licence međunarodne neprofitne organizacije koja omogućava slobodnu razmenu ili GNU *General Public Licence* licencu koja se najčešće koristi za licenciranje slobodnog softvera. Kada se pogledaju podaci o licencama otvorenih nastavnih materijala na ETF-u, odnosno kakve su sklonosti autora/ki prilikom objavljivanja nastavnih sadržaja i koliko su informisani o mogućnostima koje nudi OER, može se doći do sledećih podataka: 13 naslova (50%) nema navedenu licencu, tri (11.5%) ima navedenu licencu *Creative Commons* Autorstvo-Nekomercijalno-Bez prerade 3.0, 8 (30.8%) ima licencu *Creative Commons* Autorstvo-Deliti pod istim uslovima 4.0 i dva elektronska udžbenika (7.7%) sadrže izjavu o zaštiti autorskih prava i o ograničenju upotrebe materijala. Najveći broj nastavnih materijala koji ne sadrže nikakvu informaciju o licenci publikovan je pre 2013. godine.

Posebna pogodnost prilikom objavljivanja elektronskih izdanja je interaktivni tekst (koji sadrži *hyperlink*-ove). Među trenutnim izdanjima, *hyperlink*-ovi ka spoljnim internet sadržajima (ovde se nije računala mogućnost navigacije kroz tekst) su korišćeni u ukupno 8 elektronskih izdanja (30.8%). Slično kao i za otvorene licence, primetna je sklonost ka korišćenju *hyperlink*-ova u kasnijem periodu, a najviše od 2016. godine. Dodatno, razlog korišćenja interaktivnog teksta je i rezultat sklonosti autora/ki koji su objavili dva ili više otvorenih nastavnih materijala.

Kako je osnovna ideja slobodnog softvera i otvorenog hardvera pravo svakog da uči i da podeli naučeno sa zajednicom, što je u skladu sa principima OER, to je bilo zanimljivo proveriti koliko nastavnih materijala sadrži primenu slobodnog softvera i otvorenog hardvera. Primena slobodnog softvera je ovde definisana i za materijale čiji je tekst složen ili čije su ilustracije pripremljene u slobodnom softveru, ali i za one koji sadrže uputstva i primere rada u ovakvim okruženjima. Ukupno 11 naslova (42.3%) sadrži ili je pripremljeno u slobodnom softveru, a samo jedan (3.8%) spominje otvoren hardver. Ove podatke treba pažljivo analizirati, jer se ne može očekivati od npr. udžbenika Numerička matematika (Tabela 1) da obrađuje temu otvorenog hardvera ili da ga spominje na bilo koji način. Sa druge strane, primetna je sklonost ka korišćenju slobodnog softvera u relativno velikom broju udžbenika kao jedna od važnijih odlika slobodnih nastavnih materijala na ETF-u.

### III. Predlozi za unapređenje postojeće prakse

Stiče se utisak da autori/ke prilikom pripreme nastavne literature nisu uzimali u obzir sve mogućnosti elektronskih izdanja. Multimedijalni i interaktivni materijali bi posebno bili zanimljivi autorima/kama zbirki zadataka (gde bi bilo omogućeno bodovanje odgovora i prikaz rešenja), praktikuma (uz dodate video lekcije/uputstva) ili autorima/kama materijala koje se bave simulacijama (upotreba interaktivnih slika). Potencijalno bi trebalo razmotriti i uključenje komentara čitalaca/tateljki, po želji autora/ki. Elektronska izdanja udžbenika mogu imati pridružene i sirove podatke (eng. *raw data*), programske kodove i šeme uređaja/elektronskih kola koji bi omogućili jednostavnije savladavanje gradiva, proveru ponovljivosti rezultata, ali i povećanu citiranost. U [7] je pokazano da, u proseku, otvoreni naučni radovi su 18% citiraniji od onih koji to nisu, što znači da se generalno OER materijali više čitaju i da imaju veći uticaj u obrazovanju, struci i nauci. Interaktivna alatka za citiranje nastavnih materijala ili jednostavno uputstvo za citiranje bi verovatno povećalo citiranost. Ovaj predlog je najviše proistekao iz iskustva koje autorka ima u mentorskom radu sa studentima završnih godina diplomskih i master akademskih studija.

Prvi korak u promovisanju elektronskih izdanja nastavnih materijala na ETF-u je napravljen u nadi da će činjenice koje su ovde izložene približiti postojeću ponudu otvorenih izdanja i otvoriti put ka mnogim mogućnostima koje ovakva izdanja pružaju čitaocima/tateljka i autorima/kama. Postoji niz sledećih koraka koji se mogu preduzeti sa ciljem da se sa ovom tradicijom nastavi, ali i da ona ojača. Na primer, sledeći korak bi mogao da uključi i registrovanje DOI (eng. *Digital Object Identifier*) brojeva za publikacije, kao i njihovo skladištenje u odgovarajućim repozitorijumima sa definisanim međupodacima kako bi se povećala vidljivost i omogućila jednostavnija pretraga ovih udžbenika na Internetu. Kod registracije DOI brojeva, treba imati na umu da noviji trendovi ukazuju da će uskoro oaDOI (eng. *open access DOI*) biti veoma rasprostranjen jer je zasnovan na otvorenom srevisu koji koristi legalne načine da se dođe do otvorenih dokumenata [7]. Ova inicijativa ([oadoi.org](http://oadoi.org)) podržana je i zvanično na MIT-u [9].

U julu ove godine, Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije je usvojilo Platformu za otvorenu nauku [11] koja propisuje otvoreni pristup publikacijama kao prvi korak ka uspostavljanju institucionalnih repozitorijuma koji bi trebalo da sadrže prvenstveno naučne publikacije koje su rezultat projekata Ministarstva, ali koje mogu poslužiti i za udžbenike.

Neki od autora/ki bi mogli imati koristi ako bi se omogućio prikaz statističkih parametara. To može biti broj pregleda i/ili broj preuzimanja, broj citata i dr. Za potrebe pregleda statističkih podataka o posećenosti se može koristiti postojeća društvena akademska mreža (npr. *ResearchGate*, <https://www.researchgate.net/>) ili npr. *Zenodo* repozitorijum (<https://zenodo.org/>) na kojima se mogu postaviti nastavni materijali. Dodatno, postoji i pogodnost primene odgovarajuće metrike koja služi,



između ostalog, i za rangiranje istraživača, institucija, radova i sl. Tako *ResearchGate* mreža ima dokazanu efikasnost metrike za procenu naučne reputacije [10].

Za razliku od ranijih decenija kada je na ETF-u postojao ozbiljan nedostatak nastavne literature, situacija je danas mnogo bolja. Bez obzira što je veliki broj oblasti elektrotehnike i računarstva pokriven elektronskim izdanjima, to nije ni približno potreban broj materijala. Ono što udžbenike i pomoćne nastavne materijale i dalje čini neprivlačnim nastavnicima i saradnicima jeste činjenica da je potrebno uložiti puno truda koji je tek delimično isplativ kroz ostvarivanje kriterijuma za napredovanje [12]. Situacija se dodatno komplikuje, ako se uzme u obzir da pojedine oblasti elektrotehnike i računarstva toliko brzo napreduju da ono što je bilo novo prošle, može biti zastarelo već sledeće godine. Jedna mogućnost koju bi autori/ke mogli da razmotre jeste objavljivanje izdanja u pripremi zajedno sa prezentacijama i skriptama na repozitorijumima kakav je *Zenodo*. Ovakav model objavljivanja bi donekle ublažio efekat brzine razvoja pojedinih oblasti, jer je npr. uz registrovan DOI na *Zenodu* moguće postaviti novu verziju materijala.

Druga mogućnost koju bi ETF mogao da razmotri je budući rad na promociji starijih izdanja nastavne literature i njihova digitalizacija, ako ne iz stručnih i tehničkih razloga jer mnogi istorijski rezoni mogu biti obavijeni velom zastarelosti, ono iz istorijskih i kulturoloških razloga. I autorka ovog teksta se susrela sa preprekama u proučavanju istorije električnih merenja na ETF-u, jer starija udžbenička izdanja nisu više dostupna.

#### A. Ograničenja analize predstavljene u radu

U većini slučajeva, parametri koji se odnose na publikovane elektronske nastavne materijale, ovde su posmatrani nezavisno. Na primer, statistika licenciranja nastavne literature koja uključuje i koja ne uključuje primenu slobodnog softvera nije predstavljena.

Prilikom predloga za unapređenje postojeće prakse na ETF-u, nisu uzeti u obzir (1) dodatno prilagođenje materijala osobama sa invaliditetom; (2) podela materijala na manje celine radi jednostavnijeg korišćenja OER na mobilnim platformama, i (3) standardi koji se koriste za definisanje OER međupodataka, kao što je npr. IEEE LOM (eng. *Learning Object Metadata*).

#### B. PSSOH uloga u unapređenju otvorene kulture

Organizacioni i urednički odbor PSSOH konferencije će, sa zadovoljstvom, dati svoj doprinos u narednim godinama, tako što će svi autori/ke koji su objavili svoje udžbenike u periodu od 1. oktobra prethodne do 1. septembra tekuće godine imati mogućnost da u Zborniku promoviraju svoje materijale. Kako autori/ke koji su do sada objavljivali nastavne materijale ne bi bili izostavljeni iz PSSOH promocije elektronskih udžbenika, njima će biti ponuđena opcija da mogu u bilo kom broju Zbornika tj. godini održavanja PSSOH konferencije po njihovom izboru, da predstavljaju svoje nastavne materijale.

## IV. Zaključak

Iako je izdavačka delatnost i prisustvo otvorenog pristupa na ETF-u za svaku pohvalu, postoji puno prostora za unapređenje postojeće prakse i za povećanje vidljivosti. Neki od koraka su predloženi u ovom tekstu. Za kraj, ne sme se propustiti prilika da se pošalje velika pohvala svim nastavnicima i saradnicima koji su uložili svoje vreme i entuzijazam da se kursevi na ETF-u pokriju odgovarajućim nastavnim materijalom, a da pri tome oni nisu i nikada neće imati materijalnu korist od toga.

## Zahvalnica

Autorka je zahvalna prof. Predragu Pejoviću za veliku podršku u pisanju. Posebnu zahvalnost autorka dužuje Milici Ševkušić, bibliotekarki u Tehničkom institutu SANU za sjajne ideje i razgovore ne temu otvorenog pristupa i slobodnog softvera, ali i za vredne komentare vezane za tekst ovog rada, kao i naučnoj saradnici Instituta za psihologiju dr. Ljiljani Lazarević i docentkinji sa Filozofskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu dr. Iris Žeželj za sve preporuke, savete i plodne diskusije vezane za otvorenu nauku.

Rad na ovoj publikaciji delimično je podržan sredstvima sa projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja OS 175016.

**Dostupnost podataka:** Podaci su dostupni na GitHub PSSOH stranici (<https://github.com/pssoh>).

## Literatura

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Open\\_educational\\_resources](https://en.wikipedia.org/wiki/Open_educational_resources) [pristupljeno sep. 1, 2018]
- [2] [https://en.wikipedia.org/wiki/MIT\\_OpenCourseWare](https://en.wikipedia.org/wiki/MIT_OpenCourseWare) [pristupljeno sep. 1, 2018]
- [3] S. Carson, and M. I. T. OpenCourseWare, "Program Evaluation Findings Report," *Cambridge, Massachusetts: MIT OCW*, vol. 117, 2005
- [4] R. McGreal, "Creating, using and sharing open educational resources," *Commonwealth of Learning*, Vancouver, 2013
- [5] J. Horton, "Can I become an expert in my field using MIT OpenCourseWare". [Online]. Dostupno na <https://people.howstuffworks.com/mit-opencourseware1.htm> [pristupljeno sep. 1, 2018]
- [6] J. Bohannon, "Who's downloading pirated papers? Everyone," *Science*, vol. 352, no. 6285, pp. 508-512, 2016
- [7] H. Piwowar, J. Priem, V. Larivière, J. P. Alperin, L. Matthias, B. Norlander, A. Farley, J. West, and S. Haustein, "The State of OA: A large-scale analysis of the prevalence and impact of Open Access articles," *PeerJ*, vol. 13, pp. 6:e4375, 2018
- [8] [https://www.etf.bg.ac.rs/uploads/files/Akta\\_fakulteta/Pravilnik\\_o\\_udzbenicima\\_i\\_drugoj\\_nastavnoj\\_literaturi.pdf](https://www.etf.bg.ac.rs/uploads/files/Akta_fakulteta/Pravilnik_o_udzbenicima_i_drugoj_nastavnoj_literaturi.pdf) [pristupljeno avg. 30, 2018]
- [9] "About oaDOI", *MIT libraries*. [Online]. Dostupno na <https://libraries.mit.edu/research-support/notices/about-oadoi/> [pristupljeno sep. 10, 2018]
- [10] M. C. Yu, Y. C. Wu, W. Alhalabi, H. Y. Kao, and W. H. Wu, "ResearchGate: An effective altmetric indicator for active researchers?," *Computers in human behavior*, vol. 55, pp. 1001-6, 2016
- [11] <http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2018/07/Platforma-za-otvorenu-nauku.pdf> [pristupljeno sep. 10, 2018]
- [12] [https://www.etf.bg.ac.rs/uploads/files/Akta\\_fakulteta/Pravilnik\\_o\\_izboru\\_u\\_zvanje\\_nastavnika\\_i\\_saradnika\\_Elektrotehnickog\\_fakulteta\\_u\\_Beogradu.pdf](https://www.etf.bg.ac.rs/uploads/files/Akta_fakulteta/Pravilnik_o_izboru_u_zvanje_nastavnika_i_saradnika_Elektrotehnickog_fakulteta_u_Beogradu.pdf) [pristupljeno sep. 1, 2018]

# Ada Byron and her contributions to early computer science

Marija Punt<sup>1</sup>, Martijn Punt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – School of Electrical Engineering, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>Dominion Voting Systems

[marija.punt@etf.bg.ac.rs](mailto:marija.punt@etf.bg.ac.rs), [martijn.punt@gmail.com](mailto:martijn.punt@gmail.com)

**Abstract:** This paper focuses on the life and work of Augusta Ada Byron, usually referred to as the first computer programmer. Her life and education in the early 19<sup>th</sup> century are discussed. An overview of Charles Babbage's work on mechanical computers is given and how it relates to modern electronic computers. Ada's contributions in early computer science are presented explaining how Ada helped Babbage to create explanations of his unbuilt inventions and saw its potentials far beyond the mechanization of mathematical calculations, similar to the way computers are used nowadays.

**Keywords:** Augusta Ada Byron (Lady Lovelace); Charles Babbage; difference engine; analytical engine; computer history.

## I. Introduction

In recent years there is a growing interest in the history of scientific contributions of women. As part of this discussion people often refer to Ada Byron and her role in early computer science linked to the Analytical Engine, a proposed mechanical computer designed by Charles Babbage.

After her death she was largely forgotten, until in the 1950s her contributions were rediscovered by B.V. Bowden who republished her paper about Analytical Engine [1]. Since then she has been honored in several ways: the U.S. Department of Defense named the "Ada" programming language [2] after her, and in 2009 the international Ada Lovelace day was founded [3], which is celebrated each second Tuesday of October and celebrates achievements of women in science, technology, engineering and mathematics.

Although she is often referred to as the first computer programmer, not many people know who she was exactly or what her contributions entailed. This paper will look at Ada's life, the education of women and the opportunities they had in the field of science in the early 19<sup>th</sup> century, and in particular what Ada's relationship was with the work of Charles Babbage and why is she referred to as the first computer programmer.

## II. Early life and education

Augusta Ada Byron (later Countess of Lovelace) was born into high class British society on the 10<sup>th</sup> of December 1815. Her father was Lord Byron, a famous poet and leading figure in the Romantic movement. Her mother was Anne Isabella (Annabella) Milbanke, an educated, religious woman, that came from a wealthy

family. She had a strong interest in mathematics, leading her husband to give her the nickname „Princess of Parallelograms“. Lord Byron was well known not only for his poetry, but also for his involvement in many scandals, money debts and tumultuous love life. One of his lovers described him in the famous phrase „mad, bad, and dangerous to know“. Ada was his only legitimate child. Due to a lot of scandals Annabella left her husband when Ada was only one month old. Ada never saw her father again and her mother had a much larger influence on her future life.



Figure 1: Ada Byron. By Unknown - Scanned from *The Calculating Passion of Ada Byron* by Joan Baum. Originally from the Lovelace-Byron Collection., Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19076813>.

At the time children were seen as incomplete adults that needed to be cultivated. Ada was spending time only with children that were approved by her mother causing her to have a lonely childhood spent mostly in the company of adults. Annabella invested a great deal in Ada's education, she received lessons in a variety of subjects: history, chemistry, poetry, French, Italian, Latin, Greek, drawing, music, dancing and especially in mathematics. Through mathematics her mother hoped to develop her daughter's rational thinking and suppress anything that had imagination and playfulness. She was afraid that her imagination would produce suffering to her and the people around her as it did for Lord Byron.

However Ada showed an independence of thinking and had ideas and projects that were not well received by her mother, for example she was interested in flying and tried to explore different ways of making wings [4].

In the early 19<sup>th</sup> century females were considered to be intellectually inferior to males due to their biologically smaller brains and were educated only to be able to run the household. Bedford College was the first higher education college opened for women in the United Kingdom in 1849, three years before Ada's death. In Ada's childhood young girls from wealthy families would get education by high level private tutors.

Before her marriage Ada was taught mathematics by a series of tutors, one of which was a friend of her mother called Mary Somerville. She was a well-known self-educated polymath famous for translating Laplace's work and the first female member of the Royal Astronomical Society. Through her Ada met Charles Babbage at a high society event in London in 1833. Babbage invited her together with her mother to see part of the Difference Engine he built which ultimately led to their collaboration during which they were visiting each other and exchanged numerous letters. Between June 1835 and August 1852, Ada wrote 85 letters to Babbage and he wrote 32 letters to her [5].

On the 8<sup>th</sup> of July 1835 Ada married William King an English aristocrat with whom she had three children: Byron (born 12<sup>th</sup> of May 1836), Anne Isabella (born 22<sup>nd</sup> of September 1837) and Ralph Gordon (born 2<sup>nd</sup> of July 1839). During her marriage she received tutorship from mathematician and logician Augustus De Morgan, who was friends with George Boole the inventor of Boolean algebra. De Morgan wrote a letter to Lady Byron where he suggested that Ada's talent in mathematics could make her become "an original mathematical investigator, perhaps of first-rate eminence" [6].

### III. Charles Babbage and the Difference Engine

Charles Babbage was born on the 26<sup>th</sup> of December, 1791, into a wealthy upper class family. He studied mathematics at Cambridge University and as a student was one of the founders of the Analytical Society that promoted reforms in mathematical notation for differentiation in calculus. He was a co-founder of the Astronomical Society whose aim it is to promote the sciences of astronomy and geophysics. In 1828 he became professor at Cambridge University. After his father's death Babbage inherited a fortune (£100K, or the equivalent of \$14 million today), which allowed him to pursue his own scientific interests.

During a visit to France in 1819, Babbage learned about an ongoing government project to calculate logarithm and trigonometry tables. These mathematical tables were crucial in science, engineering and finance. The tables were calculated by hand and were prone to human errors which could have costly repercussions. After returning to England Babbage himself was involved in the creation of these types of tables and he realized the possibility to mechanize this process. His vision was to

employ steam power to drive mechanical calculators that would be more reliable and faster than the manual process.

Babbage was not the first to see the possibilities of mechanized calculations. In 1642 Blaise Pascal invented a mechanical adding machine, but it was mechanically unreliable. A couple of decades later in 1673 Leibniz developed a more advanced machine that could add, subtract, multiply and divide. This machine also had reliability issues and both devices were driven manually by an operator [7].

In 1822 Babbage started working on his project called the Difference Engine, a device that would calculate the values of polynomial functions up to a certain degree of accuracy using the method of differences. In 1823 the British government agreed to provide funding for the construction of such an engine. By 1833 he constructed 1/7<sup>th</sup> of the machine that was originally planned. The constructed machine had the ability to operate on 6-digit decimal numbers and second-order differences. This constructed machine was the prototype that Ada and her mother saw.

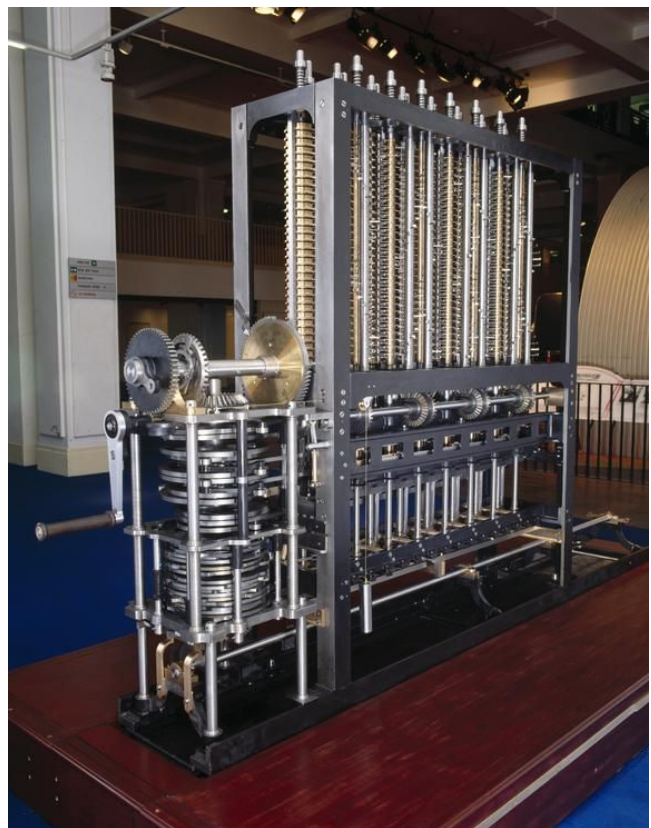


Figure 2: Science Museum Group. Difference Engine No.2, designed by Charles Babbage, built by Science Museum. 1992-556 Pt1. Science Museum Group Collection Online. Accessed September 12, 2018. <https://collection.sciencemuseum.org.uk/objects/co526657>.

Babbage claimed that the original funding was insufficient and that he was required to spend a significant sum of his own money. The main problem was that metalworking techniques of the era were unable to economically produce the numerous parts of the engine (including the 25000 cogwheels) with the precision and

quantity required. Shortly afterwards the work on a larger engine was canceled.

After this setback Babbage started working on the much more ambitious project of designing the Analytical Engine, a machine that was capable of more general operations. During his work on the Analytical Engine he realized he could greatly improve the design of the original Difference Engine using only 8000 cogwheels rather than 25000. The machine was called Difference Engine No.2 and was designed to evaluate polynomials up to the order of 7 (31-digit numbers and seventh-order differences). Babbage also designed a printer which had the ability to directly output results to paper as well as create molds that could be used in the creation of printing plates allowing for mass production of the results.

Although Babbage never managed to build the machine, a working Difference Engine No.2 was constructed and placed in the London Science Museum in 1991. In 2002 a printer was added after the original design of Babbage. The construction of the engine and printer used tolerances that could be achieved with 19<sup>th</sup> century technology, proving that Babbage's design was feasible [8]. Currently there is an ongoing project called Plan 28 that is attempting to build the Analytical Engine [9].

#### IV. The Analytical Engine and Ada's contribution

By 1838 Babbage had finalized plans for the Analytical Engine, the first general-purpose programmable computing engine that had many of the essential features that can be found in modern digital computers. The machine was designed in-line with technology available at the time, and would have been driven by steam power.

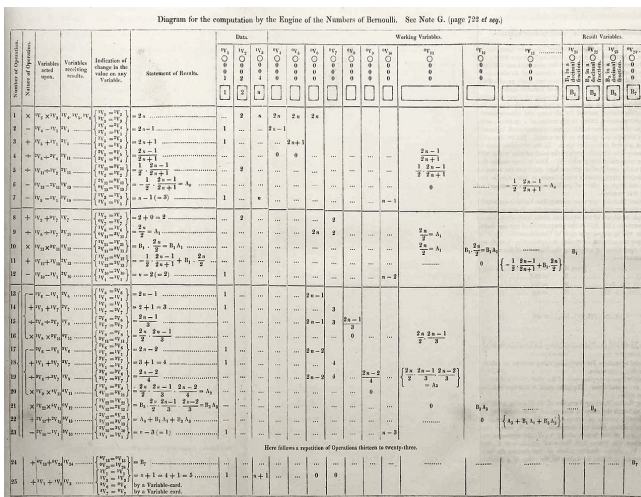


Figure 3: Diagram of an algorithm for the Analytical Engine for the computation of Bernoulli numbers. By Ada Lovelace - <http://www.sophiararebooks.com/pictures/3544a.jpg>, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=37285970>.

Babbage's machine closely resembled the structure and design of modern electronic computers and would have been Turing complete. The "Store" component

functioned as the machine's memory and could contain 50 digit decimal numbers. It would have been 7 m long and 3 m high. The "Mill" was the component where the arithmetic operations would be performed, equivalent to a CPU. The program was stored on punched cards called "Operation Cards" and the instructions were similar to assembly language and included conditional branch statements, jumps and loops. Data could be read from "Number Cards" directly into the "Mill" or from the "Mill" could be transferred to the "Store" on locations specified by "Variable Cards". This setup is very similar to the concept of a data-bus and addressing system. More complicated instructions were implemented using so-called "Barrel Controllers" which correspond closely to modern microprograms.

In 1840 Babbage was invited to give a lecture on the Analytical Engine in Turin and to receive honors handed to him by the Italian government. During the lecture a 30 year old army Engineer called Luigi Menabrea was taking notes. In October 1842, Menabrea published a paper in French based on his notes. When Ada read the paper she decided to translate it into English and submit it to a British publication.

Ada not only translated the original paper but also added her own notes and ideas expanding the paper to three times the size of the original. She worked tirelessly on the paper and during this time exchanged numerous letters with Babbage. Among Ada's contributions to the paper was an algorithm that calculated Bernoulli numbers using the Analytical Engine. This algorithm can be considered the first published computer program and is the reason why Ada Byron is often referred to as the first programmer. The paper showed all of the steps in the calculation of the Bernoulli numbers, including how data is moved between the "Store" and the "Mill", and how this relates to the instructions read from the punched cards. The information was presented in a table that showed an execution trace of the instructions alongside the state of the machine including the data, variables and intermediate results.

Furthermore Ada realized the potential of the machine reached far beyond the mechanization of mathematical calculations. For example she speculated that the Engine "might act upon other things besides number... the Engine might compose elaborate and scientific pieces of music of any degree of complexity or extent". Ada saw numbers not as quantities but as entities that can be used to represent concepts from the real world that can be manipulated in the machine and then be mapped back to the real world.

Ada suffered from health problems throughout her life, both in her childhood and in her adult years. As a nine year old girl she became sick with measles and most likely developed encephalitis as a complication. As a result she stayed bedridden for 3 years. Later on in life she would have several health problems but after finishing her work on the paper her health deteriorated dramatically, most likely she suffered from uterine cancer. She was in chronic pain for the rest of her life and was prescribed large quantities of opiates. During the last

months of her life her mother moved into her house, isolating her from other people. During this time Ada made an unknown confession to her husband William with whom she then broke contact. She died in 1852 at the age of 36, the same as her father. At her request she was buried next to her father Lord Byron at the St. Mary Magdalena church in Hucknall, Nottingham where her grave can still be visited [10].

## V. Conclusion

A hundred years after Babbage invented the Analytical Engine the first general purpose electronic computers were developed. Those computers were made using a different technology, but the logical architecture and the manner in which they were programmed were very similar to the Analytical Engine.

Babbage's work on his engines represented a brilliant achievement that was ahead of its time, however he did not realize its full potential. It was Ada who foresaw possible usages that closely match how computers are perceived nowadays. Ada's mathematical training combined with a poetical disposition inherited from her father allowed her to interpret and communicate the work of Babbage in a way that he could not. She remains an intriguing pioneer of early computer science and an admirable role model.

## Acknowledgements

This work was supported by the Ministry of Education, Science, and Technological Development of the Republic of Serbia [III44009].

## References

- [1] Augusta Ada Lovelace, Notes by A. A. L., Taylor's Scientific Memoirs, London, vol. 3, pp. 666-731, 1843. [Online]. Available <http://fourmilab.ch/babbage/sketch.html> [Accessed in August, 2018]
- [2] H. Ledgard, *ADA Programming Language*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 1983
- [3] Celebrating women in STEM, Ada Lovelace Day. [Online]. Available <https://findingada.com/> [Accessed in August, 2018]
- [4] J. Essinger, *Ada's Algorithm: How Lord Byron's Daughter Ada Lovelace Launched the Digital Age*, Gibson Square, UK, 2017
- [5] B. A. Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers: A Selection from the Letters of Lord Byron's Daughter and Her Description of the First Computer*, Critical Connection, Mill Valley, CA, 1998
- [6] S. Wolfram, *Untangling the Tale of Ada Lovelace*. [Online]. Available <http://blog.stephenwolfram.com/2015/12/untangling-the-tale-of-ada-lovelace/> [Accessed in August, 2018]
- [7] M. L. Jones, *Reckoning with Matter, Calculating Machines, Innovation, and Thinking about Thinking from Pascal to Babbage*, University of Chicago Press, Chicago, 2016
- [8] Computer History Museum, The Babbage Engine. [Online]. Available <http://www.computerhistory.org/babbage/> [Accessed in August, 2018]
- [9] Plan 28, Building Charles Babbage's Analytical Engine. [Online]. Available <http://plan28.org/> [Accessed in August, 2018]
- [10] D. F. Brailsford, *Ada Lovelace Talk*, The University of Nottingham, UK. [Online]. Available <http://www.eprg.org/computerphile/new-adatalk.pdf> [Accessed in August, 2018]

# Programirati kao devojčica: rodne razlike u računarstvu

Biljana Stanković

Odeljenje za psihologiju, Filozofski fakultet, Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija

[biljana.stankovic@f.bg.ac.rs](mailto:biljana.stankovic@f.bg.ac.rs)

**Rezime:** Iako su istorijski žene imale svoje mesto u oblasti računarstva, već nekoliko decenija njihov broj opada, kako u akademskoj sferi, tako i na tržištu rada. Među svim STEM oblastima, upravo je na polju računarstva i inženjerstva rodni disparitet najizraženiji. Cilj ovog rada je da na osnovu pregleda dostupnih statističkih podataka pruži uvid u aktuelnu situaciju kada je reč o rodnim razlikama u oblasti računarstva i inženjerstva, kao i da na osnovu analize dostupne empirijske građe ponudi neka objašnjenja porekla ovih razlika, kao i razloge što se one i dalje održavaju i reprodukuju. Na kraju, biće razmotreno i koje praktične i ekonomske posledice sa sobom nosi nedovoljna uključenost žena u ove oblasti.

**Ključne reči:** rodne razlike; računarstvo i inženjerstvo; akademski rodni stereotipi; barijere uključivanju žena.

## I. Uvod

Naslov ovog teksta predstavlja referencu na poznati esej Iris Marion Jang „Bacati kao devojčica...“ u kome ona pokušava da objasni poreklo razlika između dečaka i devojčica u načinu na koji bacaju loptu, i to razlika koje se javljaju na veoma ranom uzrastu [1]. Te razlike tiču se pokreta, načina korišćenja tela i telesne snage, kao i korišćenja prostora, i autorka uspešno argumentuje u prilog teze da su sve ove razlike socijalnog, a ne biološkog porekla. Ako je moguće tvrditi tako nešto kada je reč o funkcionisanju tela i pokreta, tj. onih aspekata ponašanja koji nam na prvi pogled nesumnjivo deluju kao posledica nekih „prirodnih“ razlika između polova, deluje u najmanju ruku čudno što se pretpostavka o biološkim uslovljenim rodnim razlikama u pogledu specifičnih kognitivnih kapaciteta (koji se evidentno razvijaju pod uticajem procesa socijalizacije i obrazovanja) održala toliko dugo. A upravo se uverenje u urođeno manje izražene sposobnosti/interesovanja za bavljenje matematikom, naukom i tehnologijom kod devojčica tokom dugog perioda i veoma često navodilo kao argument za upadljivi rodni disparitet u ovim oblastima [2]. Iako su decenije istraživanja ponudile mnoga alternativna objašnjenja ovog problema, situacija je daleko od jasne, ali svakako smo se udaljili od navođenja jednostavnih odgovora i isticanja samo jedne grupe faktora. Osnovna namera ovog teksta je da pruži sažeti prikaz aktuelne situacije u onom delu STEM<sup>1</sup> polja u kome je rodni disparitet najizraženiji – a to su oblasti računarstva i inženjerstva, kao i da ponudi neke odgovore

<sup>1</sup> Akronim na engleskom jeziku koji obuhvata polja nauke, tehnologije, inženjerstva i matematike (*Science, Technology, Engineering, & Mathematics*) i koji se uobičajeno koristi u literaturi.

na pitanje porekla tih rodnih razlika na osnovu dostupnih empirijskih nalaza.

## II. Rodne razlike u računarstvu i inženjerstvu: kratki pregled stanja

U određenim tehnološkim poljima postoji sasvim očigledan i upadljiv rodni disbalans tj. nejednaka zastupljenost muškaraca i žena, kako tokom obrazovanja, tako i na polju rada. Najveći broj publikacija odnosi se na situaciju u SAD gde se izražene rodne razlike javljaju već na nivou osnovnih studija, iako ne u svim STEM oblastima, već pre svega u računarstvu i inženjerstvu, u kojima devojke čine manje od 20% diplomaca, a procenat žena na postdiplomskom nivou dodatno opada [2]. Ono što je posebno zabrinjavajuće je negativni trend zastupljenosti žena koji traje već skoro tri decenije – tako je procenat devojaka sa diplomom iz računarstva 1974/75. iznosio 18,9%, 1984/85. je porastao na 36,8%, da bi do 2010/11. (što je poslednja godina o kojoj se izveštava u ovom statističkom pregledu) postepeno opao na 17,6%<sup>2</sup>. Situacija na polju rada odražava rodni disparitet tokom univerzitetskog obrazovanja – iako žene čine oko 50% zaposlenih u SAD, one zauzimaju manje od 25% radnih mesta u STEM oblastima i to 24% u računarstvu i samo 14% u inženjerstvu [3], a već spomenuti negativni trend je i ovde prisutan jer postoji pad od 10% u odnosu na sredinu osamdesetih godina [4]. Slična je situacija i u drugim razvijenim zapadnim zemljama – npr. žene čine samo 10,5% zaposlenih inženjera u Kanadi i 8,5% u Velikoj Britaniji, a isto važi i za Švajcarsku, Austriju, Finsku i Australiju gde ih je među inženjerima manje od 15% [5]. Zanimljivo je da je nešto bolja situacija u manje razvijenim evropskim zemljama, pa je oko 25% žena inženjera u Bugarskoj, Hrvatskoj, Litvaniji i Rumuniji [5], iako je rodni disparitet i dalje više nego očigledan.

Statistički podaci o zastupljenosti žena u visokom obrazovanju u Srbiji pružaju donekle sličnu sliku, iako ima i nekoliko relevantnih razlika. Prema podacima za 2016. godinu, visoke škole i fakultete više upisuju i završavaju žene – među upisanim studentima žena je 56%, a među diplomiranim 58%, a skoro sasvim isti procenti zabeleženi su i u prethodnih pet godina [6]. Postoje izvesne razlike s obzirom na oblasti studiranja, mada žene čine više od polovine diplomiranih studenata u većini oblasti, uključujući i prirodne nauke, matematiku i statistiku, što je različito u odnosu na situaciju u SAD i nekim drugim zapadnim zemljama. Izuzetak su polja informatike i komunikacionih tehnologija, kao i inženjerstva i građevine, gde su muškarci dominantni – sa udelom od 74%, odnosno 63% [6]. Dakle, i pored

<sup>2</sup> Digest of Education Statistics, dostupno na [https://nces.ed.gov/ipeds/data/digest/d12/tables/dt12\\_349.asp](https://nces.ed.gov/ipeds/data/digest/d12/tables/dt12_349.asp).

podjednake zastupljenosti ili čak dominacije žena u mnogim poljima, u oblasti informatike i komunikacionih tehnologija diplomira ih samo 26%. Situacija je još nepovoljnija kada se pogledaju detaljnije statistike po oblastima, po kojima u domenu elektrotehnike i računarstva muškarci čine 82% diplomiranih studenata, odnosno žene su zastupljene samo sa 18% [7]. Slična, iako nešto povoljnija situacija je i kada se pogledaju procenti istraživača u različitim oblastima – dok su žene podjednako ili čak nešto više zastupljene u mnogim oblastima, u inženjerstvu i tehnologiji ima samo 37% istraživačica [6]. Nažalost, nema dovoljno preciznih podataka o zastupljenosti zaposlenih žena na polju rada u oblastima računarstva i inženjerstva. Ipak, neke okvirne podatke nam može pružiti istraživanje srpske programerske scene u kome je učestvovalo nešto manje od 2000 ispitanika, iako je ono obavljeno na prigodnom uzorku<sup>3</sup>. Prema nalazima ove ankete, žene čine samo 12% programera, po radnom iskustvu su dominantno juniorke (50,7%) i znatno su obrazovanije od muškaraca (među programerima, dvostruko je više žena sa doktoratom i dvostruko manje sa srednjom školom nego muškaraca). Ipak, za pouzdaniji uvid u situaciju u pogledu zastupljenosti žena na polju rada, neophodno je obuhvatnije i preciznije praćenje statističkih parametara na čitavoj populaciji.

Osim zastupljenosti, moguće je pratiti i mnoge druge relevantne parametre rodni razlika u pomenutim oblastima. Na primer, čak i kada se kontrolišu sve potencijalno relevantne karakteristike poput godišta ili obrazovanja, ispostavlja se da žene u STEM oblastima zarađuju značajno manje novca od muškaraca [3]<sup>4</sup>. Takođe, čak i kada se zaposle u ovim poljima, polovina žena ih napušta nakon okvirno deset godina rada [4].

Postoje i brojne rodne razlike tokom školovanja u oblasti računarstva i ove razlike smatraju se izuzetno relevantnim zbog kasnije prohodnosti u profesionalni svet programiranja i informacionih tehnologija. Prilikom razmatranja ove povezanosti između školovanja i kasnijeg zaposlenja, studije se najčešće pozivaju na metaforu cevovoda (eng. *pipeline*) – ukoliko devojčice tokom školovanja ne biraju odgovarajuće kurseve koji ih pripremaju za akademsko obrazovanje u tehničkim oblastima, smanjuju se šanse da će studirati u ovim oblastima, što im dalje onemogućava ili otežava ulazak u profesionalno polje ili napredovanje u njemu [8]<sup>5</sup>. Rodne razlike tokom perioda obrazovanja su brojne i mnoge dosadašnje studije bile su usmerene na ispitivanje razlika

3 Ovo anketno istraživanje pokrenulo je 15 IT organizacija u okviru projekta Startit i rezultati za 2017. godinu dostupni su na <https://startit.rs/rezultati-istrazivanja-domaci-programeri-zadovoljni-poslom-zaraduju-jos-vise-i-zele-da-uce-pajton/>.

4 Rezultati prethodnog spomenutog anketnog istraživanja srpske programerske scene ukazuju na to da su prosečne plate programerki u Srbiji za gotovo 400 evra manje nego plate njihovih muških kolega, a razlike ostaju i kada se kontrolišu senioritet i godine iskustva (<https://startit.rs/rezultati-istrazivanja-domaci-programeri-zadovoljni-poslom-zaraduju-jos-vise-i-zele-da-uce-pajton/>).

5 Neki savremeni autori kritikuju ovu metaforu cevovoda koja ukazuje na direktnu vezu između srednjoškolskog obrazovanja i uspešne karijere u računarstvu kao neadekvatnu, jer podaci ukazuju na to da veliki deo zaposlenih u IT sektoru nema formalno obrazovanje iz ove oblasti [25]. Umesto toga predlaže se fleksibilnija metafora putanja (eng. *pathways*) koja bolje odlikava realnu situaciju u IT sektoru u kome divergentne obrazovne putanje mogu voditi istim profesionalnim ishodima.

između dečaka i devojčica u pogledu stavova, interesovanja, iskustava i samopouzdanja kada je reč o učenju programiranja i srodnih disciplina. Nalazi ovih studija ukazuju na to da devojčice imaju manje pozitivne stavove i iskazuju manji stepen zainteresovanosti za programiranje, imaju generalno manje iskustva sa računarima nego dečaci i niži stepen samopouzdanja prilikom njihovog korišćenja i učenja novih veština [9]. Takođe, deca i mladi oba pola veruju da je računarstvo oblast za dečake i skloni su da tokom školovanja ulažu u one oblasti koje smatraju saglasnim sa svojom rodnom ulogom [9].

Dakle, već iz ovog sažetog i površnog pregleda situacije jasno je da u polju računarstva i inženjerstva postoji mnoštvo veoma upadljivih rodni razlika. Takođe, zanimljiva je činjenica da su devojčice i žene tokom prethodnih decenija izborile svoje mesto u mnogim oblastima u kojima su tradicionalno dominirali muškarci – uključujući i neke STEM oblasti poput matematike i prirodnih nauka, ali računarstvo, informacione tehnologije i inženjerstvo predstavljaju upadljiv izuzetak. Zbog čega je to tako? U narednom odeljku pokušaću da ponudim makar deo odgovora na pitanje o poreklu ovih razlika.

### III. Poreklo rodni razlika i barijere većem uključivanju žena: pregled istraživanja

Odgovor na pitanje zbog čega nema više žena u računarstvu koji je moguće prilično često čuti odlično je reflektovan u izjavi profesora računarstva sa Univerziteta Jejl: „Žene manje privlače nauka i inženjerstvo nego muškarce. [...] Očigledno je da žene biraju da ne uđu u ovo polje, verovatno jer to ne žele; verovatno jer im se većinom ove oblasti ne sviđaju“ [10]. Ako prihvatimo ovakav odgovor, postavlja se pitanje i praktične i etičke smislenosti bilo kakve afirmativne intervencije koja bi bila usmerena na povećanje broja žena u ovim oblastima. Ali, ovakav odgovor može da ima smisla jedino pod uslovom da žene donose svoje izbore i odluke sasvim slobodno i nezavisno, tj. u društvenom, obrazovnom i profesionalnom okruženju koje ne nameće nikakve prepreke uključivanju žena niti ih obeshrabruje na bilo koji način. Međutim, nekoliko decenija empirijskih istraživanja u različitim oblastim ukazuju nam da to nikako nije slučaj. Zbog ograničenog prostora, pokušaću samo da grupišem osnovne linije istraživanja koja su pokušala da ukažu na potencijalne barijere tj. činioce koji doprinose daleko manjoj zastupljenosti žena u računarstvu i srodnim oblastima.

Istorijski se rasprava o faktorima koji doprinose rodnom disparitetu u STEM oblastima odvijala u okvirima tradicionalne *nature vs. nurture* debate tj. postavljalo se pitanje da li u osnovi rodni razlika stoje biološki ili socijalni faktori? Dok neki savremeni autori na osnovu opširnog i sistematičnog pregleda ogromnog broja studija zaključuju da su dokazi koji govore u prilog biološkim faktorima kao relevantnim za objašnjenje rodni razlika nekonzistentni i neubedljivi [11], drugi u potpunosti odbacuju biologistička objašnjenja ukazujući

na ogromne varijacije u rodnim razlikama tokom (čak i skorašnje) istorije koje ovakva objašnjenja jasno diskvalifikuju [12]. Sa druge strane, nalazi koji ukazuju na značaj socijalnih i sredinskih faktora su mnogobrojni i oni se okvirno mogu razvrstati na one koji ukazuju na značaj različitih faktora iz socijalnog okruženja tokom obrazovanja i socijalizacije devojčica i dečaka, i one koji su specifično usmereni na polje rada i ispituju institucionalne uticaje i faktore relevantne za profesionalnu socijalizaciju žena i muškaraca.

Brojne studije ukazuju na to da devojčice mogu da budu obeshrabrene da uopšte razmatraju ulazak u tehnička polja pod uticajem značajnih drugih iz socijalnog okruženja – pre svega roditelja i nastavnika – koji mogu eksplicitno ili implicitno da im šalju poruku da su programiranje i inženjerstvo profesije za dečake [13]. Iako često istraživanja pokazuju da devojčice imaju više akademske aspiracije nego dečaci, one nisu sklone da u školi biraju kurseve poput programiranja koje bi ih pripremili za nastavak školovanja u ovoj oblasti [9]. To dovodi do situacije u kojoj časove iz ove oblasti (ili dodatne nastavne aktivnosti) pohada ogromna većina dečaka, što dodatno smanjuje spremnost devojčica da se pridruže tim aktivnostima ukoliko će biti u velikoj manjini ili ih izlaže dodatnim pritiscima ukoliko se na tako nešto odluče [14]. Kao jedan od najznačajnijih faktora tokom školovanja koji ovakvoj situaciji doprinose, studije izdvajaju uticaj nastavnika. Uverenja i stavovi nastavnika o tome šta su odgovarajuće i prikladne uloge i ponašanja za dečake i devojčice (kao i njihova uverenja o tehnologiji) obeshrabruju devojčice da se bave tehnološkim predmetima [9]. Takođe, pokazalo se da na časovima matematike i fizike, koji se uobičajeno smatraju muškim oblastima, nastavnici češće stupaju u interakciju sa dečacima, uspostavljaju više kontakta očima sa njima i više ih ohrabruju [15], što šalje poruku devojčicama da njihov doprinos i napredovanje u ovim oblastima nije toliko važno. Pretpostavlja se da ovo, između ostalog, doprinosi tome da devojčice potcenjuju svoje kompetencije i talente za ove oblasti, što ih obeshrabruje da se u njima oprobaju [3][16][17].

Još jedan relevantan faktor koji ima veoma solidnu empirijsku podršku tiče se akademskih i profesionalnih rodnih stereotipa i uloge uzora i modela. Nedostatak ženskih modela, odnosno direktan uticaj činjenice da je polje dominantno muško, održava dalje reprodukciju rodnog dispariteta u ovoj oblasti [18]. Ukoliko devojčice ne doživljavaju programere ili inženjere kao dovoljno slične sebi, biće im teže da se identifikuju sa ovim oblastima i da u skladu sa tim prave karijerne izbore [19]. Studije ukazuju na značajnu ulogu stereotipa o računarstvu i IT polju tj. toga kako devojke opažaju dominantnu kulturu i klimu u ovim poljima – uključujući tipične osobe koje se njima bave, tipičan posao koji se zahteva, kao i preovlađujuće stavove i vrednosti [20]. Ovo polje se po pravilu opaža kao prikladno za muškarce i to one osobe koje su sklone socijalnoj izolaciji, opsesivnoj posvećenosti računarima i imaju urođeni talenat da se njima bave, a ovakav (rodno) stereotipni model osobe koja se bavi programiranjem ima negativan

uticaj na zainteresovanost devojaka za polje računarstva [19]. Popularna kultura je važan izvor reprodukcije ovakvog stereotipa o programerima jer ih najčešće predstavlja kao štrebere i „gikove“, a ujedno predstavlja značajan faktor u oblikovanju rodnog identiteta dečaka i devojčica [9]. Devojčicama je teško da se identifikuju sa ovako zamišljenom predstavom stručnjaka u IT polju i to je značajno povezano sa njihovim manjkom interesovanja i namere da se bave računarstvom, kao i očekivanjem da mogu da budu uspešne u tom polju. Takođe, pokazalo se da relativizacija ovih stereotipa, kroz nudenje alternativnih i nestereotipnih modela koji se ne uklapaju u uobičajenu sliku programera, kod devojaka dovodi do povećanja zainteresovanosti i doživljaja pripadanja polju računarstva [20]. Značaj žena modela u STEM oblastima je već ranije pokazan, posebno kad je reč o povećanu samopouzdanja, uključenosti i uspeha kod devojaka koje su već zainteresovane za ove oblasti [21][22].

Na kraju, kada se osvrnemo na uslove na polju rada, mnoge, pre svega institucionalne, barijere dovode do toga da žene obrazovane u tehničkim oblastima ipak ne biraju odgovarajuće profesije, ili, ukoliko ih biraju, ne uspevaju da se zadrže dugo u njima [4]. Jedna od takvih barijera je nedovoljna fleksibilnost radnog okruženja koja dovodi do konflikta između profesionalnih i porodičnih obaveza i uloga [11], što je za žene i dalje posebno relevantno jer na njih pada veći deo tereta brige o deci i porodici<sup>6</sup>. Pored toga, u nekim profesionalnim okruženjima žene se suočavaju sa diskriminacijom i nemaju podjednake šanse za napredovanje kao njihove muške kolege [23][24]. Prema nekim izvorima, polovina žena koje napuštaju radna mesta u tehničkim oblastima, uključujući programiranje, čine to jer se suočavaju sa seksističkim nastrojenim radnim okruženjem, socijalnom izolacijom i pritiscima na radnom mestu [4]<sup>7</sup>.

Čak i ovlašni uvid u bogatstvo empirijskih nalaza ukazuje na to da je situacija svakako izrazito kompleksna i da nije nimalo lako doći ni do pouzdanog i validnog opisa problema i njegovih činilaca, a kamoli do rešenja koja bi u zadovoljavajućoj meri bila zasnovana na dokazima [9].

6 Ilustrativno je skorašnje istraživanje koje je obuhvatilo intervjue sa 716 žena koje su bile zaposlene u 654 IT kompanije u SAD i koje su radile u polju prosečno 7 godina pre nego što su ga napustile (<http://fortune.com/2014/10/02/women-leave-tech-culture/>). Kao razlog napuštanja skoro trećina žena (27%) navela je to da im je bilo neprijatno da rade u svom radnom okruženju zbog prikrivene ili eksplicitne diskriminacije. Čak dve trećine žena (68%) je navelo materinstvo kao osnovni razlog napuštanja posla – odnosno nepodržavajuće i nefleksibilne uslove rada koji su im onemogućavali da pomire različite obaveze i uloge.

7 S obzirom na to da u Srbiji nema akademskih istraživanja koja se ovom temom bave, opet nam, makar kao ilustracija, mogu poslužiti rezultati ankete „Žene i devojke u IT svetu“ (<https://phpsrbija.rs/vesti/rezultati-ankete-zene-i-devojke-u-it-svetu>) koju je sprovedla organizacija PHP Srbija. Istraživanje je urađeno na prilično malom uzorku od oko 300 programera, od kojih su dve trećine činile žene, i preko 60% uzorka smatra da postoji diskriminacija prema ženama u IT polju u Srbiji. U prilog ovakvom nalazu govore i podaci skorašnjeg istraživanja „Elephant in the Valley“ koje je bilo usmereno na diskriminaciju i seksizam u Silicijumskoj dolini u SAD, koja je središte ne samo američke, već i svetske IT industrije. Od preko 200 ispitanih žena zaposlenih u Silicijumskoj dolini, sa preko 10 godina radnog iskustva, 90% je izjavilo da je svedočilo seksističkom ponašanju u okviru kompanije ili na poslovnim skupovima, a čak 60% je bilo meta seksualnog uznemiravanja (dostupno na <https://www.elephantinthevalley.com/>).



#### IV. Umesto zaključka: zbog čega je ovo pitanje uopšte važno?

Pitanje koje se ponekad postavlja kada se razmatra tema udela i uloge žena u polju računarstva je zašto su nam žene u IT sektoru uopšte potrebne ili zašto bi nas brinulo manje učešće žena? Etički i politički razlozi koji se tiču ravnopravnosti su očigledni, ali oni mnogim akterima, posebno u polju biznisa, mogu da budu irelevantni. Ipak, ne samo da su poslovi u polju računarstva dobro plaćeni i socijalno vrednovani, pa bi zbog samih žena trebalo raditi na tome da im takvi poslovi postanu više dostupni [25], već nedostatak žena u ovoj oblasti šteti samoj oblasti i ima posledice po ekonomsku dobit kompanija i njihovu konkurentnost na tržištu. Programeri i inženjeri kreiraju proizvode i usluge koji su namenjeni najširoj populaciji i pokazuje se da diverzifikacija radne snage (npr. kroz uključivanje žena i pripadnika manjinskih grupa) doprinosi inovativnijim dizajnerskim rešenjima koja odgovaraju na širi raspon potreba korisnika [26]. Pored toga, analiza velikog broja kompanija širom sveta ukazuje na to da one koje zapošljavaju veći broj žena na rukovodećim pozicijama bolje posluju i više zaraduju [26]. Na kraju, ekonomija većine razvijenih zemalja se u velikoj meri oslanja na IT sektor i postoji skoro hronični nedostatak (posebno visoko kvalifikovane) radne snage u ovom polju koji bi mogao da se prevaziđe većim uključivanjem žena [9] [25]<sup>8</sup>.

Kako ekonomski, tako i etički razlozi bili su u osnovi mnogobrojnih dosadašnjih pokušaja i strategija da se veći broj žena uključi u polje računarstva i inženjerska, posebno u SAD, međutim postoji prećutna saglasnost da je „dvadeset i pet godina intervencija bilo bezuspešno“ [12]. To ne iznenađuje ako uzmemo u obzir kompleksnost faktora koji utiču na rodni disparitet u ovim oblastima, o kojima je bilo reči u ovom tekstu, kao i teškoće da se na mnoge od ovih faktora utiče. Neki autori smatraju da su opadanje broja devojaka koje se odlučuju da se obrazuju u polju računarstva i inženjerstva, opadanje broja žena koje se profesionalno bave ovim oblastima, kao i porast broja zaposlenih žena koje napuštaju ovo polje zapravo povezani fenomeni koji reflektuju jedan široki, iako i dalje nedovoljno prepoznati, društveni i kulturni trend [4]. Ono što je svakako jasno je da će, ukoliko se taj trend nastavi, računarstvo i inženjerstvo (p)ostati jedno od najizraženije rodno podeljenih polja u savremenom društvu.

#### Literatura

- [1] I. M. Young, „Throwing Like a Girl: A Phenomenology of Feminine Body Comportment, Motility, and Spatiality“, On female body experience: 'Throwing like a girl' and other essays. New York: Oxford University Press, 2005, str. 27-45
- [2] C. Hill et al., *Why So Few: Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington: AAUW, 2010
- [3] D. Beede et al., *Women in STEM: A Gender Gap to Innovation*. Economics and Statistics Administration Issue, 2011
- [4] T. J. Misa, *Gender codes: why women are leaving computing*, IEEE Computer Society/Wiley, 2010, str. 3-24
- [5] I. R. Dobson, „It's a man's world: the academic staff gender disparity in engineering in 21<sup>st</sup> Century Australia“, *Global Journal of Engineering Education*, vol. 14, str. 213-218, 2012
- [6] RGZ „Žene i muškarci u Republici Srbiji“, 2017. (dostupno na: <http://publikacije.stat.gov.rs/G2017/Pdf/G20176008.pdf>)
- [7] RGZ „Statistika društvenih delatnosti“, 2014. (dostupno na: <http://webzr.stat.gov.rs/WebSite/repository/documents/00/01/38/02/as20042014.pdf>)
- [8] T. Camp, „The incredible shrinking pipeline“, *Communications of the ACM*, vol. 40, str. 103-110, 1994
- [9] L. J. Barker & W. Aspray, „The State of Research on Girls and IT“, *Women and Information Technology: Research on Underrepresentation*, M. Cohoon & W. Aspray (ur.). Cambridge, MA: The MIT Press, 2006, str. 3-54
- [10] D. Gelernter, „Women and science at Yale“. *The Weekly Standard*, 1999. (dostupno na: <https://www.weeklystandard.com/david-gelernter/women-and-science-at-yale>)
- [11] S. J. Ceci et al., „Women's underrepresentation in science: Sociocultural and biological considerations“, *Psychol Bull*, vol. 135, str. 218-261, 2009
- [12] M. Cohoon & W. Aspray, „Introduction“, *Women and Information Technology: Research on Underrepresentation*, M. Cohoon & W. Aspray (ur.). Cambridge, MA: The MIT Press, 2006., str. ix-xviii
- [13] J. S. Eccles et al., „Gender role stereotypes, expectancy effects, and parents' socialization of gender differences“, *J Soc Issues*, vol. 46, str. 183-201, 1990
- [14] S. Silverman & A. M. Pritchard, „Building Their Future: Girls and Technology Education in Connecticut“, *J Technol Educ*, vol. 7, str. 41-54, 1996
- [15] Q. Li, „Teachers' beliefs and gender differences in mathematics: A review“, *Educational Research*, vol. 41(1), str. 63-76, 1999
- [16] S. J. Correll, „Gender and the career choice process: the role of biased self-assessments“, *Am J Soc*, vol. 106, str. 1691-730, 2001
- [17] J. Ehrlinger, & D. Dunning, „How chronic self-views influence (and potentially mislead) estimates of performance“, *J Pers Soc Psychol*, vol. 84, str. 5-17, 2003
- [18] M. C. Murphy et al., „Signaling threat: how situational cues affect women in math, science, and engineering settings“, *Psychol Sci*, vol. 18, str. 879-885, 2007
- [19] S. Cheryan et al., „Enduring Influence of Stereotypical Computer Science Role Models on Women's Academic Aspirations“, *Psychol Women Q*, vol.37, str. 72-9, 2012
- [20] S. Cheryan et al., „Cultural stereotypes as gate keepers: increasing girls' interest in computer science and engineering by diversifying stereotypes“, *Front Psychol*, vol. 6, 49, 2015
- [21] D. M. Marx & J. S. Roman, „Female role models: Protecting women's math test performance“, *Pers Soc Psychol Bull*, vol. 28, str. 1183-1193, 2002
- [22] J. G. Stout et al., „STEMing the tide: Using ingroup experts to inoculate women's self-concept in science, technology, engineering, and mathematics (STEM)“, *J Pers Soc Psychol*, vol. 100, str. 255-270, 2011
- [23] C. A. Moss-Racusin et al., „Science faculty's subtle gender biases favor male students“, *Proc Natl Acad Sci USA*, vol. 109, str. 16464-79, 2012
- [24] L. A. Rudman, „Self-promotion as a risk factor for women: the costs and benefits of counter stereotypical impression management“, *J Pers Soc Psychol*, vol. 74, str. 629-645, 1998
- [25] W. Aspray, *Women and Underrepresented Minorities in Computing: A Historical and Social Study*, Springer, 2016
- [26] L. Barker et al., *What is the impact of gender diversity on technology business performance?* NCWIT Research summary, 2014 (dostupno <http://www.ncwit.org/sites/default/files/resources/impactgenderdiversitytechbusinessperformanceprint.pdf>)

8 Kada je reč o situaciji u Srbiji, iako nema preciznih podataka, poslednjih godina svedočimo velikom broju medijskih napisa o ogromnom nedostatku programera koji bi odgovorili na potrebe rastućeg IT sektora (npr. <http://rs.n1info.com/a375966/Promo/Kvalitetnih-IT-strucnjaka-nema-dovoljno-a-potraznja-raste.html>; <http://www.novosti.rs/vesti/naslovna/ekonomija/aktuelno.239.html:694667-Nedostaje-jos-15000-IT-strucnjaka>; <http://www.telegraf.rs/vesti/srbija/2966911-srbiji-nedostaje-15000-it-strucnjaka-vlada-srbije-nastavlja-sa-programom-prekvalifikacija>)

# Naučiti prvake Python

Marko Mišić, Sanja Delčev, Tamara Šekularac  
Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija  
{marko.misic, sanja.delcev, tasha}@etf.bg.ac.rs

**Rezime:** Kursevi programiranja predstavljaju važan segment u obrazovanju inženjera elektrotehnike i računarstva, a već duži niz godina u akademskoj sredini postoji polemika o tome koji programski jezik bi najpre trebalo da se uči. U okviru ovog rada će biti predstavljena iskustva stečena u okviru dobrovoljne, eksperimentalne grupe studenata prve godine na kojoj se izučava programski jezik Python. Biće opisana motivacija za njegovo uvođenje, sadržaj kursa, način njegovog sprovođenja, uspeh studenata i prodiskutovani potencijalni problemi u vezi sa uvođenjem ovog programskog jezika za sve studente prve godine.

**Ključne reči:** učenje programiranja; metodologija nastave; programski jezici; Python.

## I. Uvod

Nastava programiranja na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu (ETF-UB) se na prvoj godini osnovnih studija sprovodi kroz predmete Programiranje 1 i Programiranje 2, kako na zajedničkoj prvog godini na Elektrotehničkim odsecima (ER), tako i na Odseku za softversko inženjerstvo (SI). Programiranje 1 se drži u zimskom, a Programiranje 2 u letnjem semestru. Oba predmeta predstavljaju uvodne kurseve i obuhvataju gradivo potrebno za sticanje osnovnih programerskih veština. Na predmetu Programiranje 1 se izučava programski jezik Pascal kao primer jednostavnog programskog jezika, dok se na predmetu Programiranje 2 izučava programski jezik C koji se koristi u profesionalnim primenama. Pored programskih jezika, oba predmeta obuhvataju i različite opšte koncepte iz domena računarstva, kao što su elementi algoritama i struktura podataka, arhitekture računara, Bulove algebre, predstavljanje celih i realnih brojeva i sl.

Predmeti su masovni, a svake godine ih pohađa više od 900 studenata na ER odsecima i više od 200 studenata na Odseku SI. Zbog velikog broja studenata, ograničenih laboratorijskih kapaciteta i nedostajućeg nastavnog kadra, nastava se uglavnom izvodi kroz tradicionalna predavanja i auditorne vežbe. Praktičan rad se ostvaruje kroz odgovarajuće predmete Praktikum iz programiranja 1 (PP1) i Praktikum iz programiranja 2 (PP2). Ovi predmeti su obavezni na Odseku SI, dok su na ER odsecima izborni i pohađa ih u proseku oko 100 studenata po semestru.

Predznanje, kao i motivacija studenata za pohađanje ovih kurseva značajno variraju. Neki poznaju veći broj programskih jezika, dok neki nemaju gotovo nikakvog iskustva. Takođe, zahtevi različitih odseka koje studenti upisuju nakon završene prve godine ER odseka se u mnogome razlikuju. U tom smislu, nije lako odabrati

programski jezik za izučavanje na prvoj godini osnovnih studija koji bi zadovoljio potrebe svih odseka na ETF-UB, jer potrebe variraju od profesionalnih primena u sistemskom i poslovnom domenu do prototipskog programiranja i modelovanja u različitim simulacijama.

Kako je programski jezik Pascal odavno prestao da bude značajan u industrijskim i akademskim okvirima, nametnula se potreba za alternativom, a prve ozbiljnije diskusije su povedene tokom 2013. godine. Nakon pažljivog razmatranja trendova koji se mogu videti u [1] [2] odlučeno je da se krene sa uvođenjem programskog jezika Python u nastavu. Ideja o uvođenju programskog jezika Python potekla je iz više izvora koji uključuju kako nastavno osoblje, tako i studente. Ovaj jezik se na ETF-UB već koristi kao podrška na nekim predmetima iz oblasti automatike, elektronike, teorije kola, energetike, kao i većeg broja matematičkih predmeta. Takođe, i veliki broj studenata računarstva ga koristi u svojim samostalnim projektima, a često i na projektnim zadacima kod kojih nije propisana upotreba nekog konkretnog programskog jezika.

Python se u poslednjih nekoliko godina nalazi u vrhu popularnosti i u profesionalnim primenama, o čemu svedoči treća pozicija u okviru TIOBE indeksa koju je Python dostigao u septembru 2018. godine [3]. Učenje programskog jezika Python kao prvog jezika ima i veliki broj pobornika u svetu [4], a prevashodno se navode pedagoški razlozi, kao što su njegova jednostavnost, lakoća usvajanja sintakse i algoritamskog načina razmišljanja i direktna primenljivost na drugim poljima kao što su matematika, obrada podataka i sl. Na kraju, programski jezik Python je otvorenog koda i veoma često je slobodni softver napisan upravo na njemu, što su prakse koje je poželjno promovisati u okviru kurseva iz oblasti programiranja. Te ideje su sadržane i u zvaničnom logotipu jezika koji se može videti na Slici 1.



Slika 1: Python logo (izvor: <https://www.python.org/community/logos/>)

Programski jezik Python je u nastavu programiranja uveden u okviru specijalne, eksperimentalne grupe predmeta PP1 na Odseku SI u školskoj 2013/2014 godini. Prvi rezultati su bili veoma ohrabrujući [5], ali je zbog dosta čestih kadrovskih promena kurs ostao na nivou specijalne grupe tokom proteklih pet školskih godina.

U nastavku rada, u okviru Poglavlja II, će biti dato više detalja o organizaciji samog kursa i iskustvima u njegovom sprovođenju. U Poglavlju III će biti razmatrani

potencijalni problemi u vezi sa uvođenjem ovog jezika na kompletnim studijama Odseka ER i SI na ETF-UB, a na kraju je dat kratak zaključak.

## II. Sadržaj i organizacija kursa

Programski jezik Python je u nastavu programiranja uveden u okviru specijalne, eksperimentalne grupe predmeta PP1 na Odseku SI. Broj učesnika u okviru specijalne grupe je bio uglavnom ograničen na između 25 i 30 studenata, što je definisano kapacitetom računarskih učionica u kojima se izvodila nastava i željom da nastava bude u dovoljnoj meri interaktivna. Studenti prve godine su se dobrovoljno prijavljivali za slušanje ove forme kursa, a u godinama kada je broj prijavljenih studenata premašivao navedene brojeve, vršeno je njihovo testiranje i intervjuisanje, nakon čega je vršen odabir.

Postoji nekoliko razloga zašto je pristupljeno ovakvom, postupnom načinu uvođenja novog programskog jezika. Najpre, studenti Odseka SI su zbog prirode odseka značajno više motivisani za učenje programskih jezika i uopšteno oblast računarstva i dolaze na ETF-UB sa znatno boljim predznanjem. Drugo, namera je bila da se nastava izvodi u relativno malim grupama, u skladu sa principima kontinuiranog učenja i interaktivne nastave. Takođe, rad u maloj grupi studenata omogućava značajno interaktivnije i detaljnije ispitivanje, kao i njegovo sprovođenje kroz veći broj samostalnih aktivnosti studenata, poput domaćih i projektnih zadataka i sl. Na kraju, specijalna grupa u okviru predmeta PP1 je odabrana kao način da se jednom broju izuzetnih studenata kojima je klasično gradivo iz predmeta Programiranje 1 nezanimljivo, ponudi zanimljiva i izazovna alternativa. Sa druge strane, nastavnici i saradnici su smatrali da će kroz navedenu organizaciju nastave lakše steći iskustvo u nastavi novog programskog jezika.

Osnovni ciljevi kursa su definisani tokom prve godine održavanja specijalne grupe [5]: (1) osposobljavanje za samostalno analitičko mišljenje i rešavanje problema; (2) upoznavanje sa programskim alatima; (3) upoznavanje sa osnovnim konceptima programiranja i osnovnim algoritmima; (4) upoznavanje sa dobrim praksama u programiranju; (5) integrisanje nastavnih sadržaja, kako kroz kurs kao nezavisni entitet, tako i sa drugim kursovima.

Nastava se odvija u računarskoj učionici, pri čemu svaki student radi za zasebnim računarom. Studenti su u prilici da prezentovane sadržaje i programe pokrenu na računaru i izvrše modifikacije na licu mesta. Pored klasičnih predavanja, na delu časova je primenjena interaktivna nastava, gde predavač zajedno sa studentima na licu mesta rešava problem i piše programski kod ili studenti to čine samostalno. Takođe, tokom prvih godina je eksperimentisano i sa samostalnim radom studenata u parovima, što su studenti dosta dobro prihvatili. Navedenim metodama nastave se forsiraju principi aktivnog učenja [6]. Kod aktivnog učenja, studenti aktivno učestvuju u usvajanju znanja, umesto tradicionalnog pasivnog prenošenja znanja posmatranjem

i slušanjem. Aktivnosti na kursu su osmišljavane prateći te principe [7].

Plan predmeta obuhvata glavne aspekte rada sa programskim jezikom Python, uz osvrt na generalne programerske i algoritamske prakse. Sadržaj uključuje glavne teme kao što su: (1) promenljive, vrednosti, dodele, tipovi i operacije, primitivni tipovi; (2) kontrola toka - uslovno izvršavanje; (3) upoznavanje sa razvojnim okruženjima (4) unos podataka i čitanje podataka sa standardnog ulaza; (5) rad sa ciklusima, brojanje (*range*), ponavljanje do zadovoljenja uslova; (6) vidljivost imena i blokovska struktura programa; (7) definisanje i upotreba funkcija, rekurzija; (8) liste, pojam, definisanje, operacije, iteriranje kroz liste; (9) rad sa datotekama; (10) obrada i analiza teksta; (11) tip *n*-torke i primena; (12) regularni izrazi. Sadržaj kursa je evoluirao tokom vremena, pa je povremeno uključivao i funkcionalno-orijentisane i objektno-orijentisane elemente programskog jezika Python, rad sa heš mapama i rečnicima, generisanje pseudoslučajnih brojeva i sl. Nastava se odvijala kroz sedam dvočasa.

Može se uočiti da je plan predmeta obiman, ali temeljno izabran tako da se prikažu svi važni aspekti rada sa ovim jezikom. Sa druge strane, navedeni koncepti su na programskom jeziku Python mnogo jednostavniji za usvajanje nego na jeziku poput programskog jezika C [4], što se može videti i iz jednostavnog primera u Tabeli 1.

Tabela 1: Usporedni prikaz Hello World programa na programskim jezicima C++ i Python, zasnovano na [4]

C++	Python 3.6.6
<pre>#include &lt;iostream.h&gt; void main() { cout &lt;&lt; "Hello world"     &lt;&lt; endl; }</pre>	<pre>print("Hello world")</pre>

Tematske celine kursa su ilustrovane odgovarajućim programskim primerima, kao što su rešavanje kvadratne jednačine, konverzija veličina između mernih sistema (stepeni Farenhajta u stepene Celzijusa), ali naprednijim primerima poput formiranja Fibonačijevog niza, računanja faktorijela broja, ispitivanja palindroma, računanja NZD i sl. Rad sa stringovima, datotekama i regularnim izrazima je ilustrovan na primeru jednostavne analize sadržaja HTML stranica.

Ispitivanje studenata je sprovedeno kroz dve vrste domaćih zadataka i ispitni zadatak. Ispitni zadatak se radi u ispitnom roku, a imperativ je da rešenje proradi i testira se na licu mesta. Ispitni zadatak nosi 30% ocene, tako da je naglasak na ispitivanju tokom semestra koji nosi 70% ocene.

Postoji pet „velikih“ domaćih zadataka koje studenti rešavaju samostalno. Zadaci nose po 12 poena, pri čemu se prvi zadatak odnosi na gradivo iz oblasti *picoComputer*-a (jednostavnog pseudo-assembly) koji je isti za sve studente PP1 kursa u okviru koga se specijalna grupa odvija. Odbrana domaćih zadataka se obavlja u računarskoj učionici pred studentima-demonstratorima. Studenti-demonstratori imaju dvostruku ulogu: da ispitaju i ocene rešenje i znanje studenata, ali i da budu edukatori kroz interakciju sa studentima. Takođe, na odbranama

studenti dobijaju i „modifikacije“ programa na licu mesta koje predstavljaju dodatne zahteve koje treba implementirati u ograničenom vremenu. Time se naglašava integracijski aspekt aktivnog učenja.

Redovan rad tokom nastave se vrednuje kroz pet „malih domaćih zadataka“ koji se zadaju nakon održanog časa iz predmeta. Ti zadaci imaju za svrhu da pomognu usvajanje obrađenog gradiva, osmišljeni su tako da je potrebno direktno primeniti koncepte koji su pokazani na času i za njihovo rešavanje nije potrebno izdvojiti mnogo vremena. U sumi nose 10 poena. Studenti rešenja zadataka predaju elektronskim putem do unapred definisanog datuma.

Za razliku od „malih“ domaćih zadataka, „veliki“ domaći zadaci zahtevaju nešto veći napor i angažovanje studenata za rešavanje. Neki problemi su formulisani i u vidu širih tekstualnih opisa, odnosno studentima se zadatak predstavlja kroz potencijalno realan problem, kako bi ih motivisali da rešenje isprojektuju na osnovu analize teksta i pokazali da programiranje može da se primeni u najrazličitijim situacijama.

Eksperimentalna priroda grupe, kao i velika zainteresovanost studenata za zahtevnijim zadacima, dovela je do toga da se studentima daje mogućnost da biraju između „lakšeg“ (osnovnog) i „težeg“ (dodatnog) problema. „Teži“ problem od studenata ponekad iziskuje bolje poznavanje algoritama i struktura podataka. Te probleme mahom biraju studenti sa boljim predznanjem iz oblasti programiranja. Nastavnici na predmetu su svesni da to nije slučaj sa većinom studenata i da ovakav koncept nije održiv za masovnije grupe, ali takođe žele da takvim studentima održe interesovanje i pruže priliku da razvijaju svoje veštine.

Nakon prve godine držanja kursa, u školskoj 2013/2014 godini je napravljena anketa kojom je ispitivano zadovoljstvo studenata novouvedenom specijalnom grupom i izučavanjem programskog jezika Python. Anketa čiji su rezultati detaljno obrađeni u [5] je pokazala veliko zadovoljstvo među studentima koji su pohađali kurs, tako i među studentima-demonstratorima koji su učestvovali u njegovom sprovođenju. Jedan od glavnih zaključaka ankete je da studenti koji su se prijavili za izučavanje programskog jezika Python kroz specijalnu grupu pretežno imaju kvalitetnu osnovu za učenje programiranja, formiranu bilo kroz školski program, bilo kroz samostalno učenje i praksu.

Takođe, većina studenata koji su pohađali kurs je navela da ga aktivno koriste ili da će nastaviti da ga koriste i za potrebe rešavanja problema na drugim predmetima ili u samostalnoj praksi. Stiče se utisak kroz razgovor sa studentima i nastavnim osobljem da je takva praksa zadržana kod mnogih studenata tokom poslednjih pet godina držanja specijalne grupe i da je procenat onih koji su upoznati sa ovim programskim jezikom sve veći.

Velika većina studenata koji su pohađali kurs tokom prethodnih pet godina je isti završila sa ocenom 10. To se može pripisati velikoj motivaciji i odličnim predznanjem studenata Odseka SI koji su u njoj učestvovali, ali i kvalitetnom selekcijom i načinom izvođenja nastave. U

tom smislu podaci o uspehu studenata tokom godina nisu sasvim relevantni, pa stoga i nisu izloženi.

### III. Python kao uvodni programski jezik

Već duži niz godina u akademskoj sredini se vode polemike o upotrebi programskog jezika Python kao prvog programskog jezika za studente elektrotehnike i računarstva. Objavljuju se rasprave [4], porede se različiti jezici [8] i sprovode ankete [9]. Nakon pet godina održavanja specijalne grupe, stekao se utisak da Python nailazi na dobar prijem kod studenata, zbog svoje jednostavnosti, implicitnosti i jasnoće, što je na tragu onoga na šta ukazuju i drugi autori [9].

Python je slabo tipizirani, dinamički, skriptni jezik i stoga se može veći akcenat staviti na razmatranje zanimljivih, realnih problema, učenje o tehnikama dekompozicije problema, osnovnih algoritama i tehnika otklananja grešaka u programu. Sa druge strane, takvim pristupom se studenti više usmeravaju ka programiranju prototipova i modela, dok se se u aplikativnom i sistemskom programiranju koje podrazumeva pisanje efikasnog koda na značaju daje i konceptima poput upravljanja memorijom, pokazivačima, tipovima podataka, upravljanju greškama, optimizaciji i sl. Ti koncepti i mehanizmi se prvenstveno vide kroz programske jezike kao što su C ili C++.

Iako se postavlja pitanje da li ih je neophodno izučavati na prvom kursu programiranja, kod studenata svakako treba izgraditi svest da je Python pre svega skriptni jezik, što sa sobom nosi određena ograničenja za primenama. Sa druge strane, izučavanje programskog jezika Python kao uvodnog jezika bi svakako bilo od koristi na predmetima starijih godina sa drugih odseka, gde gore pomenuti koncepti nisu od ključne važnosti, već se teži upotrebi računara za rešavanje konkretnih inženjerskih problema, kao što su različite simulacije. Na tim predmetima je uglavnom zastupljen programski paket MATLAB, a Python predstavlja odličnu, besplatnu alternativu sa dobrom bibliotečkom podrškom.

Na žalost, specijalna grupa nije mogla da se iskoristi kao realno merilo postignuća studenata u smislu stečenih ocena nakon održanog kursa, zbog velike većine studenata koji su položili ispit sa ocenom 10. Stoga je teško proceniti kako bi se identičan način rada mogao preslikati na kurs Programiranja 1 sa preko 1100 studenata na oba odseka ETF-UB. Iskustva u radu u maloj grupi uspešnih studenata se pokazuje kao izuzetno dobro. Međutim, uvođenje ovog programskog jezika kao obaveznog bi iziskivalo pažljivu analizu u smislu organizacije i metoda držanja nastave, ali i ispitivanja.

Izložena metodologija ima smisla samo ukoliko se ispoštuju svi njeni elementi, a za veliki broj studenata problem predstavljaju kako raspoloživi kapaciteti računarskih laboratorija, tako i nedostatak nastavnog kadra koji bi učestvovao u svim formama interaktivne nastave. Organizacija ispitivanja za toliki broj studenata takođe predstavlja problem, jer sa masovnošću na kursovima dolaze i problemi poput plagijarizma [10], što

može nepovoljno da utiče na kvalitet stečenog znanja studenata.

Rešenje se može tražiti u različitim oblicima kombinovanog učenja [11] koje bi uključivalo korišćenje platformi za elektronsko učenje poput *Moodle* i drugih sistema, kao što su *online judge* sistemi za automatizovano testiranje i ocenjivanje programskog koda. U okviru takvih platformi bi trebalo razviti i odgovarajuće pakete za samostalno učenje koji bi uključivali interaktivne nastavne materijale i set laboratorijskih vežbi i zadataka za samostalnu izradu. Takvi pokušaji već postoje i naišli su na odličan prijem kod studenata [12]. Naravno, takav model bi zahtevao i aktivniji samostalan rad samih studenata.

#### IV. Zaključak

Programski jezik Python svakako predstavlja budućnost nastave iz oblasti programiranja, kako na ETF-UB, tako i u svetu. Njegova jednostavnost, interaktivnost i široka primenljivost ga čine pogodnim za učenje i upotrebu, kako od strane studenata sa niskim predznanjem, tako i onih sa naprednijim znanjem i potrebama. Iako je Python objektno-orijentisani programski jezik, pokazao se pogodnim i u nastavi proceduralnog programiranja.

Nadamo se da će se u narednom periodu aktivnije ući u proces transformacije baznih predmeta iz oblasti programiranja na ETF-UB i da će programski jezik Python biti uveden kao uvodni programski jezik za sve studente osnovnih studija. U tom smislu, potencijalni problemi koji su izloženi u prethodnom poglavlju se više mogu posmatrati kao podsticaj, nego kao realne prepreke u ostvarivanju tog cilja koji bi doprineo poboljšanju obrazovanja iz oblasti programiranja za sve studente elektrotehnike i računarstva.

#### Literatura

- [1] PYPL Popularity of Programming Language. [Online] Dostupno na <http://pypl.github.io/PYPL.html> [pristupljeno sep. 09, 2018]
- [2] R. Mason, G. Cooper, M. de Raadt, "Trends in Introductory Programming Courses in Australian Universities – Languages, Environments and Pedagogy," *Proceedings of the Fourteenth Australasian Computing Education Conference (ACE2012)*, Melbourne, Australia, 2012
- [3] TIOBE Index for September 2018. [Online] Dostupno na <https://www.tiobe.com/tiobe-index/> [pristupljeno sep. 09, 2018]
- [4] Lorena A. Barba, "Why I push for Python", 2014. [Online] Dostupno na <http://lorenabarba.com/blog/why-i-push-for-python/> [pristupljeno sep. 09, 2018]
- [5] N. Vitorović, J. Protić, "Eksperimentalno uvođenje programskog jezika Python kao prvog programskog jezika za studente elektrotehnike i računarstva," *XX skup Trendovi razvoja: "Razvojni potencijal visokog obrazovanja"*, Kopaonik, 24. - 27. 02. 2014
- [6] I Ivić, A. Pešikan, S. Antić, *Aktivno učenje 2*, Institut za psihologiju, Beograd, 2001
- [7] L. Frank, *A Self-Directed Guide to Designing Courses for Significant Learning*, San Francisco, 2003
- [8] H. Fanghor, "A Comparison of C, MATLAB and Python as Teaching Languages in Engineering," *Computational Science - ICCS 2004: 4<sup>th</sup> International Conference*, 2004.
- [9] I. D. Sanders, and S. Langford, "Students' perceptions of Python as a first programming language at Wits," *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 40, no. 3, pp. 365-365, 2008
- [10] M. Mišić, J. Protić, and M. Tomašević, "Improving source code plagiarism detection: Lessons learned", *25<sup>th</sup> Telecommunication Forum (TELFOR)*, November, 2017. IEEE, pp. 1-8
- [11] F. L. Wang, J. Fong, and M. Choy, "Blended Learning for Programming Courses: A Case Study of Outcome Based Teaching & Learning", *Lecture Notes in Computer Science*, 2008, 4823/2008, pp. 606-617
- [12] A. Radenski, "Python First: A lab-based digital introduction to computer science," *ACM SIGCSE Bulletin*, vol 38, no. 3, pp. 197-201, 2006

## Spisak autora(ki) / List of authors

### C

Cvetanović Miloš, 7

### D

Delčev Sanja, 28

### K

Kosanović Biljana, 10

Krstajić Damjan, 12

### L

Lazarević B. Ljiljana, 13

### M

Miljković Nadica, 16

Milovanović Vladimir, 6

Mišić Marko, 28

### P

Popović Srđan, 11

Punt Marija, 20

Punt Martijn, 20

### R

Radivojević Zaharije, 7

Rajović Vasilije, 10

### S

Satarić Dragan, 4

Sodnik Jaka, 5

Sovilj Platon, 9

Stanković Biljana, 24

Stojanović Saša, 7

### Š

Šekularac Tamara, 28

Ševkušić Milica, 10

### V

Vidović Ela, 8

### Ž

Žeželj Iris, 13

## Ideja vodilja<sup>9</sup>

sa engleskog preveo dr Miloš Đurić  
Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija  
[milos.djuric@etf.bg.ac.rs](mailto:milos.djuric@etf.bg.ac.rs)

Misija *LibrePlaneta* je da osnaži globalnu mrežu lokalnih i akademskih grupa, projektnih timova, interesnih radnih grupa i pojedinaca koji saraduju kako bi unapredili slobodan softver i slobodnu kulturu kao pokret za društvenu pravdu.

### I. Motivacija

Budući da mediji i tehnologija posreduju u tome kako doživljavamo svet i saradjemo sa svetom, privatni vlasnici softvera, znanja i kulture imaju nad nama kontrolu. Uz veliko zalaganje za slobodan softver i slobodna dela kulture, zajednički delujemo protiv eksploatacije, dominacije i ugnjetavanja koje je omogućilo privatno vlasništvo nad tehnologijom, medijima i komunikacijama. Dok su slobodni softver i slobodna kultura radikalni stavovi protiv jednog oblika ugnjetavanja, potvrđujemo da postoje sistemske strukture kontrole unutar našeg društva koje prožimaju naš pokret. Stoga, afirmišemo Kodeks ponašanja koji uzima u obzir navedeno.

Naša vizija je da oslobodimo svet od tehnoloških i pravnih prepreka kako bi svi softverski proizvodi i radovi kulture bili slobodni kao što je to definisano u GNU projektu i definiciji slobodnih dela kulture.

### II. Ciljevi

- **Ujedinite se:** Uspostavite veze između hakera, aktivista i učesnika pokreta za slobodni softver i pokreta za slobodnu kulturu.
- **Obrazujte se:** Obezbedite i delite izvore informacija o slobodnom softveru i slobodnoj kulturi.
- **Osposobite druge:** Obezbedite podršku i smernice za lica koja koriste i doprinose besplatnom softveru.
- **Povežite se:** Formirajte saveze sa organizacijama vezanim za ovu problematiku i izgradite koalicije sa drugim grupama koje deluju protiv ugnjetavanja.
- **Poboljšavajte:** Promovišite razvoj slobodnog softvera i slobodnih dela kulture.

---

<sup>9</sup> Ideja vodilja (eng. *Mission Statement*) i Kodeks ponašanja (eng. *Code of Conduct*) su tekstovi namenjeni svim učesnicima na kampanjama, projektima i događajima koji se održavaju u okviru *LibrePlanet* konferencije. Originalni tekstovi su dostupni na stranicama slobodne enciklopedije Vikipedije ([https://libreplanet.org/wiki/LibrePlanet:About/Code\\_of\\_Conduct](https://libreplanet.org/wiki/LibrePlanet:About/Code_of_Conduct), [https://libreplanet.org/wiki/LibrePlanet:About/Mission\\_Statement](https://libreplanet.org/wiki/LibrePlanet:About/Mission_Statement)).

# Kodeks ponašanja

sa engleskog preveo dr Miloš Đurić  
Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija  
[milos.djuric@etf.bg.ac.rs](mailto:milos.djuric@etf.bg.ac.rs)

Ovaj Kodeks ponašanja odnosi se na nas, kao učesnike u bilo kojoj kampanji, projektima i zajednicama pod nazivom *LibrePlanet*, a obuhvata naše ponašanje na bilo kom predmetnom forumu, mejling listi, IRC kanalu, vikiju, veb sajtu, javnom skupu ili u privatnoj prepisci.

## I. Pravila

### A. Budite učtivi.

Poštujte jedni druge, kao i ljude izvan zajednice ili novopridošle članove. Lični napadi, govor mržnje, trolovanje, obmanjivanje, spamovanje i diskriminacija na osnovu stvari, kao što su pol, rasa i seksualnost, neće se tolerisati.

Radimo na tome da sloboda korisnika važi za sve, a to se odnosi i na one koji se u potpunosti ne slažu sa nama. Pre nego što ćete da osudite pojedince zbog toga što se ne slažu baš u potpunosti ili se čak ne slažu uopšte sa Vama, dostojanstveno pokušajte da im pomognete da bolje shvate Vaše gledište i pokušajte takođe da shvatite njihova gledišta. To zahteva postojano održavanje našeg najboljeg ponašanja. Frustracija koja proizilazi iz neslaganja ili čak namerno agitovanje nisu valjani izgovori za loše ponašanje. Različita gledišta predstavljaju snagu za raznovrsne zajednice, i treba ih konstruktivno rešiti, uvek sa pažnjom da se iznađe zajednički teren, pružajući jedni drugima profit proizašao iz sumnje, uz oprez da ne dođe do pogrešnog tumačenja. Izbegavajte prekomerno odbrambene ili pak agresivne reakcije i pokušajte da umirite bilo kakve neuobičajene situacije kako biste sprečili eskalaciju konflikata. Produktivna zajednica čini da se ljudi osećaju prijatno i dobrodošlim.

### B. Budite obzirni prema drugima

Imajte na umu da naše ponašanje direktno utiče na druge, uključujući kolege i zajednicu, i posmatrajte funkcionisanje *LibrePlaneta* kao jedne celine. Ovo uključuje mnoge osnovne stvari kao što je traženje pomoći ako niste sigurni u vezi sa nečim, ili najava o napuštanju projekta i trud da se pronađu drugi koji bi nastavili tamo gde ste stali prilikom odlaska. Svi radimo zajedno za slobodan softver, a uspeh naših napora zavisi od naše sposobnosti da sarađujemo. Svi naši doprinosi su vredni i drugi će ih nadograditi, a zauzvrat, naš rad će zavisiti od rada tih drugih.

### C. Sarađujte

Cilj je da se naprave saveznici gde god je to moguće, a da se izbegnu potpuni prekidi u saradnji. Trebalo bi da odlučno zastupamo naš skup ideala dok smo istovremeno prijemčivi kao pokret. U velikoj meri podstiče se saradnja. Pokušajte da doprete do što većeg broja pojedinaca, kao i do postojećih projekata i grupa. Sav posao bi trebalo obavljati što je moguće transparentnije i objavljujati tako da se omogući drugima da učestvuju u raspravama i da budu uključeni Vašim zalaganjem.

### D. Zastupajte slobodu

Pokret za slobodni softver je pre svega društveni pokret, pa Vas ljubazno molimo da pročitate naša ključna dokumenta kako biste razumeli suštinu naše filozofije. Shodno pravilima od A do C, nemojte biti agresivni prema drugima koji možda ne dele istovremeno iste stavove. Ako ne podstičemo i nemamo poštovanja, ne možemo se nadati da ćemo dobiti podršku drugih. Uobličite predmete debate i argumente tako da doprinose promeni mišljenja, a ne otuđivanju posetilaca. Mala je verovatnoća da će Vas ljudi saslušati ako na bilo koji način osećaju kao da ih napadate. Oni su spremniji da prihvate ideje koje su predstavljene na pozitivan i konstruktivan način. Imati obzira prema drugima ne znači žrtvovanje naših suštinskih ideala; Trebalo bi da uvek rešavamo probleme na kojima radimo u smislu tih ideala. Ovo znači da koristimo jezik koji naglašava slobodu, poput upućivanja na operativni sistem koji promoviramo kao „GNU / Linux“, da promoviramo slobodni softver pre nego otvoreni kod, i podstičemo ljude da isprobaju distribucije koje su u potpunosti zalažu za slobodu.