

GRADANSKA NAUKA – NAUKA - PRIVREDA: STUDIJA SLUČAJA SAMOVOZEĆEG AUTOMOBILA

Livija Cvetičanin¹

¹Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

¹cveticanin@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: U ovom radu razmatra se povezivanje građanske nauke, nauke i privrede u oblasti STEM tehnologija. Predložena je metodologija uspostavljanja konekcije između ne-ekspertske i ekspertske grupa po pojedinim temama istraživanja sa ciljem ostvarenja bolje diseminacije znanja sa univerziteta i istraživačkih laboratorija i kao i privrede. S druge strane formiranjem projekata GN dobija se odziv od populacije na nova tehnološka dostignuća, preporuke, mišljenja itd. koji treba da koriguju i usmere dalja naučna istraživanja i inovativnu delatnost. U radu je dat osvrt na GN projekt realizovan među studentima FTN o samovozećem automobilu. Cilj projekta je bio da se oceni o stepenu prihvatljivosti ovog tehničkog rešenja i da u korelaciji sa ekspertima da preporuku za doradu ili poboljšanje ovog vozila prema zahtevima budućih korisnika. Akteri GN su od strane eksperata informisani o značaju i karakteristikama ovih vozila čije uvođenje u javni saobraćaj se očekuje u skoroj budućnosti. U koordinaciji sa ekspertima akteri GN su formirali upitnik u kojem su postavili pitanja koja treba da ukažu na stepen prihvatljivost vozila, ali i dala mogućnost da se iskaže i mišljenje i viđenje o vozilu. Analiza rezultata GN projekta ukazala je na neveliku spremnost mladih da se voze samovozećim automobilom 5. nivoa, i dala preporuke i ideje ekspertima oko dorade i modifikuju vozilo. Rad GN i eksperata omogućio je da akteri GN, kao budući inženjeri i nosioci tehničkog progressa, spoznaju značaj inovacija i STEM tehnologija, a stručnjaci da dobiju bolji uvid u reakciju i mišljenje ne-eksperske grupe o njihovom proizvodu.

Ključne reči: Građanska nauka, samovozeći automobil, ne-ekspertske grupe, inovacije, diseminacija znanja

CITIZEN SCIENCE – SCIENCE - INDUSTRY: A CASE STUDY IN SELF-DRIVING CAR

Abstract: The paper discusses the connection between citizen science, science and industry in the field of STEM technologies. A methodology is established for connecting non-expert and expert groups on certain research topics with the aim to achieve better dissemination of knowledge from universities and research laboratories and industry. On the other hand, the GN projects give the response, recommendations, opinions, etc. to new technological achievements, which should correct and direct the further scientific research and innovation activities. The paper gives an overview of the GN project realized among students of Faculty of Technical Sciences of Novi Sad about self-driving car. The aim of the project was to assess the degree of acceptability of this technical solution and, in correlation with experts, to make a recommendation for finishing or improving this vehicle according to the requirements of future users. GN actors were informed by experts about the importance and characteristics of these vehicles, whose introduction into public transport is expected in the near future. In coordination with the experts, the GN actors formed a questionnaire in which they asked questions that should indicate the degree of acceptability of the vehicle, but also gave the opportunity to express opinions and views on the vehicle. The analysis of the results of the GN project pointed to the low readiness of young people to drive a self-driving car of the 5th level, and gave recommendations and ideas to experts on finishing and modifying the vehicle. The work of GN and experts enabled GN actors, as future engineers and bearers of technical progress, to realize the importance of innovation and STEM technologies, and experts to gain better insight into the reaction and opinion of non-experts about their product.

Key Words: Citizen science, self-driving car, non-expert group, innovation, knowledge dissemination

1. UVOD

U ovom radu razmatrana je mogućnost inkorporacije tzv. "građanske nauke" (GN) u nauku koja se razvija i istražuje u okviru naučnih i stručnih institucija, pre svega univerziteta i instituta. Prikazana je sprega GN, tj. rezultata istraživanja naučnika-amatera i istraživanja sprovedenih od strane naučnika i visoko kvalifikovanih eksperata. Pod građanskom naukom podrazumeva se učešće javnosti u naučnom istraživanju čiji je ishod unapređenje naučnog znanja kao i poboljšanje razumevanja nauke od strane javnosti. GN se može smatrati da je podskup nauke gde naučno istraživanje u celosti ili delimično sprovode naučnici – amateri. Značaj rada na projektima GN je u tome što ovi projekti daju doprinos poboljšanju života građana, pa i čitave zajednice. GN ima dva osnovna zadatka: prvi, da se uvid o mišljenju, pa i stavu, ljudi o savremenim tehnologijama, i da se aktivnostima GN građani što intenzivnije uključe u savremene tokove nauke, a drugi zadatak je da se aktivnostima GN obezbedi veliki broj podataka koji će predstavljati ulaznu bazu za dalja istraživanja od strane eksperata. Uključenje velikog broja građana - volontera u projekat omogućuje da se dođe do mnoštva podataka na jeftin način. Ljudi u GN projektima volontiraju u cilju da doprinesu naučnom boljitku skupljajući i upravljajući informacijama. Dolazak 21. veka je doveo do naglog razvoja inicijative GN u udruživanju naučnika i naroda sa ciljem da se poveća svest i nalaženje rešenja o društvenim

problemima, zadacima zaštite životne okoline uključujući i zdravlje, da se definišu društveni trendovi, predvidi mobilnost ljudi, uticaj tehnologije, kao da se razmene informacije o prirodnim resursima, životnim uslovima, kao i o zaštiti vrste. U sadašnje vreme volonteri mogu brzo da lociraju projekte GN po predmetu interesovanja i da im lako pristupe, jer je interakcija čovek-kompjuter omogućena jednostavnim priključenjem na projekte što ranije nije bilo moguće. Tako svaki građanin može imati vitalni uticaj na istraživanje od dostave informacija ekspertima do učestvovanje u odlučivanju. Da bi se realizovala povezanost GN sa naukom neophodna je organizacija i koordinacija između građana, državnih institucija, agenata u industriji i nauci i lokalnih grupa. U zavisnosti od sadržaja istraživanja moraju biti ispunjeni osnovni naučni principi, kao i dobro isprojektovani načini skupljanja podataka kao i metode za njihov o ocenjivanje uz praćenje eksplicitnih instrukcija i istraživačkih pitanja, i uz to obezbeđivanje povratnih informacija kao nagrade za učešće na projektu.

Za prikupljanje podataka služe senzori i merači koji se zahvaljujući najsavremenijoj tehnici mogu da daju podatke sa vrlo velikom tačnošću u poređenju sa profesionalnim uređajima. Cena koštanja uređaja je relativno niska (znatno niža od opreme koja se koristi za istraživanja u profesionalnim laboratorijama) a proces merenja i prikupljanja podataka vremenski vrlo kratko traje. To je omogućeno razvojem novih tehnologija a pre svega pametnih mobilnih telefona sa različitim senzorima i aplikacijama koje omogućuju detekciju različitih fizičkih veličina i njihov monitoring i skladištenje za vrlo kratko vreme.

Podaci do kojih se dodje u okviru GN se u vrlo kratkom vremenu moraju distribuirati. To je omogućeno specijalnim aplikacijama koje obezbeđuju lako i brzo prenošenje podataka u centralne servere ili druge kolektore informacija. Prenošnje podataka sa telefona učesnika GN do servera ili ma kog centra mora da bude što jednostavniji, jer se pokazalo da ako postoji i mala poteškoća ili ako transmisija zahteva duže vreme savremeni čovek odustaje, jer je vreme novac i vrlo važan faktor života. Poslednjih godina su se razvile mnoge metode koje omogućuju prenošenje podataka samo dodirom ekrana i razvijeno je mnoštvo novih softverskih programa koji omogućuju realizaciju i dostupnost podataka onima koji će to koristiti. Projekti GN omogućuju populaciji da bude uključena u naučna istraživanja i da daju podatke. Uprkos povećanog interesovanja za GN, kod nekih projekata je opao broj učesnika, jer ljudi nisu spremni da gube vreme da popunjavaju formulare ili da šalju neke izveštaje po komplikovanim procedurama. Da bi se taj nedostatak eliminisao razvijene su nove aplikacije za mobilne telefone koji na najjednostavniji mogući način samo dodirom na ekran prebacuju podatke u sabirni centar koji ih dalje obrađuje. U radu prikazane su čak tri takve nove tehnike, date su njihove prednosti i nedostaci [1].

Najčešće sfere interesovanja GN su u oblasti nauke o zaštiti životne sredine, biodiverziteta, zdravlja, klimatskih promena itd. U svim poljima aktivnosti GN podižu svest populacije o potrebi nauke sa ciljem poboljšanja kvaliteta života.

Prikupljanje podataka je najčešće vršen merenjem podataka fizičke prirode kao što je buka, radijacija, magnetizam, ili hemijskog karaktera (toksičnost). Izmereni podaci mogu da posluže za izradu distributivnih mapa ali i kao ulazni podaci za dalja naučna istraživanja. Ugradnjom pogodnih senzora u pametne telefone i postavljanjem prikladnih aplikacionih softvera moguće je generisati različite fizičke podatke visokog kvaliteta a po niskoj ceni. Ovo je dalo mogućnost za primenu u novoj GN i masovnoj primeni za monitoring tih fizičkih parametara za inovativna istraživanja. U okviru projekta GN u Danskoj merena je buka [2]. U projektu je učestvovalo oko 100.000 dece i odraslih koji su merili nivo buke na svojim pametnim mobilnom telefonima koristeći specijalnu aplikaciju. Na osnovu podataka do kojih su došli volonteri napravljena je mapa zagađenja bukom [2]. Od fizičkih veličina pored buke moguće je meriti i radioaktivnost i magnetizam [3]. Da bi se dobila informacija o toksičnom efektu biljaka na čoveka izrađeni su HAB-detektori mikroskopske veličine koji su priključeni na mobilne telefone. Ovakvi detektori mogu na bazi analize broja ćelija cveta u malom uzorku vode odrede njegovu štetnost po respiratorne organe čoveka [4] i omogućuju izradu mape se klasifikacijom nivoa. Merenje veličina po GM projektu može da posluži i za testiranje naučnih rezultata. Tako je program onomatopeje za identifikaciju ptičjeg zova proveren od strane ne-eksperata u okviru projekta GN. Pokazalo sa da prikupljeni podaci u okviru GN projekata ukazuju na potrebu proširenja metode i od posebnog su značaja za naučnike za dalji razvoj i bolje razumevanje bio-akustičkih pojava [5].

Drugi aspekt GN odnosi sa na prenošenje naučnog saznanja na široke narodne slojeve. Tako je u Danskoj u okviru GN organizovano skupljanje otpada od plastične materije kao zagađivača životne sredine [2]. Na projektu je učestvovalo 100.000 dece i 50.000 odraslih. Pokazalo se da je ovo jedan od najboljih vidova diseminacija znanja i podizanju svesti o zagađenju okoline. U okviru Horizont2020 projekta ostvaren je GN aktivnost na školskoj deci uzrasta od 7-8 godina u osnovnoj školi u Ljubljani u Sloveniji [6]. Deca su od strane eksperata upoznati sa bukom, aktivno su merila buku, učestvovala u formiranju projekta i davala ocenu o rezultatima zajedno sa znalcima iz te oblasti. Pokazalo se da ova interakcije nauke i GN daje izuzetno dobre rezultate. Koristeći sugestije date u okviru ovog projekta urađen je GM na polju STEM (science, technology, engineering and mathematics) tehnologije. Istraživanje je vršeno na temu samovozećeg automobila (SVA).

Rad ima 4 dela. Nakon uvoda data je metodologija rada. U poglavlju 3 prikazani su rezultati istraživanja. Rad se završava zaključcima.

2. METOD RADA

Projekat GN je obuhvatio 123 studenta prve godine studija Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu i grupu eksperata u oblasti SVA. Sva aktivnost po projektu podeljena je u 4 faze: a) identifikaciju i definisanje problema, b)

kodizajniranje istraživačkih aktivnosti i formulisanje hipoteza, c) skupljanje podataka i d) prezentacija i diskusija rezultata. U okviru identifikacije je izvršeno snimanje trenutnog stanja po pitanju poznavanja SVA od strane učesnika GN projekta. Nakon toga izvršeno je obučavanje o SVA od strane eksperata. U drugoj fazi su na osnovu sugestija učesnika projekta sastavljena je lista hipoteza i formirana lista pitanja koja treba da daju mišljenje učesnika GN o SVA. U okviru treće faze izvršeno je prikupljanje podataka dobijenih popunjavanjem liste pitanja o SVA i stavovima ne-eksperata o pogodnosti, prednosti i nedostacima SVA. U okviru poslednje faze izvršena je analiza odgovora i formirani su zaključci od strane eksperata. Rezultati analize su distribuirani akterima GN ali i ekspertima iz oblasti koji treba da iskoriste ovaj materijal za produbljivanje pojedinih aspekata koji su od značaja za prihvatanje SVA u najskorije vreme kao najnovije tehničko dostignuće a od značaja za ljudski život.

Metod rada je koncipiran tako da studenti učesnici GN budu aktivni subjekti u istraživanju. Studentima je data mogućnost da se upoznaju sa jednim od rezultata savremenog istraživanja, i da budu upoznati sa naučnim radom i radom na inovacijama u okviru savremene privrede i dobila predstavu tome šta je u stvari inovacija i kako treba da se tretira.

Koncept samovozećeg automobila (SVA) 5. nivoa automatizacije (koji je u okviru ovog projekta razmatran) je takav da pri vožnji ne zahteva čoveka-vozača. Ovaj tip vozila treba da obezbedi znatno veću bezbednost u saobraćaju ali i poboljšanje u funkcionisanju transporta a samim tim i života ljudi. Sa težnjom da se izjednači tehnološko dostignuće digitalne ere sa fizičkim svetom, SVA koristi informacije i komunikacione tehnologije kao sto su ugrađeni senzori, GPS i uređaje za prikupljanje i analizu podataka i njihovo integrisanje. Tada se fizičko okruženje transformiše u dinamički izvor informacija, u inteligentno vozilo koje na bazi adaptacije podataka iz umrežavanja daje putnicima alate, izvore i usluge da dođu do benefita od ovog protoka podataka. Ugradnjom inteligentnih sistema u SVA okruženje može da se podeli na 3 dela: a) Internet of Things (IoT) koji olakšava vezu fizičkih i virtualnih uređaja koristeći komunikacioni protokol, b) Internet of Services (IoS) koji se sastoji od spajanja različitih aplikacija u objašnjive usluge i c) Internet of People (IoP) koji obuhvata interakciju između građana koji su krajnji korisnici sistema. Međutim, da bi se to realizovala primena SVA u običnom životu potrebno je izvršiti uskladjivanje između krajnjih korisnika i proizvođača SVA tj. privrede. Za realizaciju tog zahteva aktivnosti GN su od izuzetnog značaja.

3. REZULTATI

U prvoj grupi pitanja studenti učesnici GN odgovarali su na pitanje da li su upoznati sa SVA i popunjavali liste sa ličnim podacima koji se odnose na pol, mesto stanovanja i da li su uključeni u saobraćaj kao vozači. Rezultat ispitivanja je pokazao da je 33% aktera projekta upoznat sa automatizovanim vozilom, međutim, manje od 5% informisano o SVA 5. stepena automatizacije gde ne čovek-vozač isključen a kretanje vozila vođeno Auto pilotom. Studenti muškog pola su više informisani o SVA nego one ženskog pola. Zbog toga je održano on-line predavanje gde su studenti upoznati sa SVA. Data su objašnjenja o fizičkim specifičnostima vozila: ugrađenim senzorima, percepcionim sistemima, navigacionih sistemima, ali i o sistemima za odlučivanje sa AI veštačkom inteligencijom. Aspekti proučavanja AVS su: bezbednost, zaštita životne sredine, sociološki i ekonomski aspekti, utrošak goriva, podesne infrastrukture, itd. Nakon tog kursa o SVA od strane profesora studenti su učestvovali u formiranju hipoteza i projektovanju protokola za skupljanje podataka i oformljenje liste pitanja upućivanjem svojih predloga. Tom kooperacijom napravljen je upitnik sa ciljem ispitivanja da li je SVA prihvatljiv kao prevozno sredstvo od strane učesnika GN. Tako su studenti izražavali svoj stav i mišljenje o bezbednosti u saobraćaju, komforu pri putovanju, aktivnosti tokom vožnje, viđenju novog urbanističkog plana gradova i infrastrukture, a data je i mogućnost davanja individualnih komentara. Rezultati po GN projektu su: više od 80% učesnika smatra da će se uvođenjem SVA i eliminisanjem konvencionalnih vozila smanjiti broj saobraćajnih udesa i posebno onih sa smrtnim ishodom; oko polovine ispitanika smatra da će se smanjiti zagađenje životne sredine, jer će transport biti racionalniji, pa će veći broj ljudi biti istovremeno u automobilu i biće manji utrošak goriva, međutim, isto toliko njih smatra da do poboljšanja u toj sferi neće doći, jer će se broj vožnji sa SVA povećati (vožnja će biti dostupna i invalidima, deci, starim i iznemoglim osobama, a i onima koji nemaju vozačku dozvolu). Posebno je napomenut problem litijumskih baterija i zagađenja. Više od 75% učesnika projekta ne veruje u AI odluke i osećali bi se nesigurno u takvom vozilu. Tu prednjače učesnici ženskog pola. 97% njih nije spremno da sedne u automobil koji nema volan. Ono što je analiza rezultata pokazala, broj ispitanika koji bi bio spreman da se vozi sa SVA je ispod 4%. Ovo je ozbiljno upozorenje industriji kakve sve akcije mora da preuzme da bi se stepen prihvatanja vozila povećao. U ovom trenutku insistiranje na vozilu bez volana i prisustva čoveka-vozača je neprihvatljiva čak i u populaciji mladih tj. starosnog uzrasta od 20 godina. Stav aktera GN je da ne veruju odlukama AI pri Auto-pilotiranju daje na znanje ekspertima u nauci da je neophodno da ulože dodatni trud na poboljšanju i obogaćenju softvera s ciljem unapređenja. U okviru 4. faze učesnici GN ali i eksperti iz nauka i privrede su razmotrili nivo uspeha projekta i zajedno zaključili da je ostvaren veliki napredak sa sledećim ishodom:

1. Učesnici GN su upoznati sa jednim od najnovijih tekovina tehnike
2. Izvršena je diseminacija znanja iz oblasti SVA i obučavanje o toj temi
3. Eksperti iz nauke i privrede dobili su informaciju o stavu šire populacije o njihovoj tehničkoj inovaciji

Učesnici projekta su zaključili da su i u buduće zainteresovani da učestvuju u projektima ovog tipa i da im metod kokreacije i kodizajniranja projekta predstavlja posebno zadovoljstvo, a da ih rezultat projekta stimuliše na

razmišljanje i angažovanje oko budućeg kreativnog rada.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog se može zaključiti:

1. GN predstavlja adekvatan prilaz uključenju širokih slojeva ne-profesionalnih naučnika u proces istraživanja i razmatranja najnovijih naučnih ili tehničkih dostignuća. Snaga GN, koja je prepoznata u oblasti nauke o zemlji, održivosti prirode kao i nauke o poljoprivredi i hrani, trebala je da se proširi i na STEM tehnologije. To je sa projektom prikazanim u ovom radu i učinjeno. Ako su GN projekti koncipirani na pravi način, široki slojevi naroda mogu biti uključeni, a da svojom aktivnosti u okviru GN daju vidan doprinos istraživanju i razvoju.

2. Upoznavanje populacije sa novim rezultatima tehničkog razvoja je pogodno obaviti akcijom formiranja GN projekta povezanog sa naukom i privredom. Učesnici u GN dobijaju pravovremenu i preciznu informaciju o o novinama iz STEM tehnologije. S druge strane, nauka i privreda dobijaju odziv na svoje inovativne poduhvate i mišljenja od ljudi čija je aktivnost van tog domena, a koja mogu biti kako putokaz za poboljšanje, modifikaciju, tako i za usmeravanje ka novim istraživanjima. Sprovedeni koncept aktivnosti pokazao se kao dobar za povezivanje aktera GN sa ekspertima radi ostvarenja komunikacije i razmene stavova i mišljenje o SVA. Studenti akteri GN su stekli znanje o SVA ali i imali mogućnost da izraze svoju saglasnost ili neslaganje sa ovim prevoznim sredstvom. Eksperti koji su imali benefit da rada na ovom projektu stekli su uvid i mišljenje ne-eksperata kao korisne savete za dalji rad na SVA.

3. Integriranje GN projekata ima za cilj ne samo da poveća naučnu dostupnost već može da služi i kao okvir u kojem će studenti moći da učestvuju u razvoju nauke. Studenti stiču pojmove o tome šta je nauka, kako nauka funkcioniše, zašto nam treba nauka i koji su ključni aspekti za podizanje naučne pismenosti. Učesnici GN razumeju šta je istraživanje, šta se definiše kao nauka, ko su naučnici, ko su inovatori, šta će biti njihova buduća misija kao inženjera. Ova pitanja izgledaju isuviše komplikovana za sve one koji do sada nisu bili uključeni u GN.

4. Opšti zaključak je da je benefit od integriranja ljudi u projekte GN poboljšanje njihove moći kritičkog razmišljanja, sticanje praktičnog iskustva oko rada u grupi, kao i načina kako da se pristupi rešavanju problema. Aktivnosti na GN daju doprinos s obzirom na sledeća dva aspekta: 1. upoznavanje i približavanje rezultata novih tehnologija koje su danas dostupne i primenljive, 2. dovode ne samo do proširenja znanja o temi s kojom su se bavili, već i omogućuje povećanje iskustva oko rada na GN. Zbog toga se preporučuje da se u GN uključe i mladi naraštaji, čak i oni srednjoškolskog uzrasta, a posebno u projekte iz STEM polja.

ZAHVALNICA

Ova istraživanja predstavljaju deo projekta br. 054/2022 Departmana za tehničku mehaniku i dizajn u tehnici Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

5. LITERATURA

- [1] Younis, E.M.G., Kanjo, E., Chamberlan, A., Designing and evaluating mobile self-reporting techniques: crowdsourcing for citizen science, *Personal and Ubiquitous Computing* 23, 329-338, 2019.
- [2] Sonne, C., Alstrp, A.K.O., Using citizen science to speed up plastic collection and mapping of urban noise: Lessons learned from Denmark, *Marine Pollution Bulletin* 149, 110591, pages 2, 2019.
- [3] Odenwald, S., Smartphone sensors for citizen science applications: radioactivity and magnetism, *Citizen Science: Theory and Practice* 4(1):18, 15 pages, 2019.
- [4] Hardison, D.R., Holland, W.C., Currier, R.D., Kirkpatrick, B., Cstumpf, R., Fanara, T., Burris, D., Reich, A., Kirkpatrick, G.J., Litaker, R.W., HABscope: A tool for use by citizen scientists to facilitate early warning of respiratory irritation caused by toxic blooms of *Kerania brevis*, *PLoS ONE*, June 20, 0218489, 2019.
- [5] Vella, K., Johnson, D., Roe, P., Describing the sounds of nature: Using onomatopoeia to classify bird calls for citizen science, *PLoS ONE* 16(5) e0250363, pages 19, 2021.
- [6] Kocman, D., Stevanec, T., Novak, R., Kranjec, N. (2020) Citizen science as part of the primary school curriculum: a case study of a technical day on the topic of noise and health, *Sustainability* 12, 10213, 15 pages, doi:10.3390/su122310213
- [7] Rovithis, E., Moustakes, N., Vogklis, K., Drossos, K., Flores, A., Towards citizen science for smart cities: A framework for a collaborative game of bird call recognition based on internet of sound practices, *arXiv:2103.16988*, 17 pages, 2021.