PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

FAKULTET INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA
COLLEGE OF INFORMATION TECHNOLOGIES

ITeit 2021

XIII međunarodni naučno-stručni skup

Informacione tehnologije za e-obrazovanje

ZBORNIK RADOVA
PROCEEDINGS

24-25. 9. 2021.

Banja Luka

POKROVITELJI KONFERENCIJE

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI REPUBLIKE SRPSKE,
MINISTARSTVO PROSVJETE I KULTURE REPUBLIKE SRPSKE,
MINISTARSTVO ZA NAUČNOTEHNOLOŠKI RAZVOJ, VISOKO OBRAZOVANJE I INFORMACIONO DRUŠTVO REPUBLIKE SRPSKE

PANEVROPSKI APEIRON UNIVERZITET
Banja Luka

XIII međunaroni naučno-stručni skup
Informacione tehnologije za e-obrazovanje

ITeO

ZBORNIK RADOVA
PROCEEDINGS

UREDNICI
ZORAN Ž. Avramović
DRAŽEN Marinković

POKROVITELJI KONFERENCIJE:
AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI REPUBLIKE SRPSKE,
MINISTARSTVO ZA NAUČNOTEHNOLOŠKI RAZVOJ, VISOKO OBRAZOVANJE I INFORMACIONO DRUŠTVO REPUBLIKE SRPSKE I
MINISTARSTVO PROSVJETE I KULTURE REPUBLIKE SRPSKE

24 – 25. 9. 2021.
Banja Luka

PANEVROPSKI APEIRON UNIVERZITET
Banja Luka

XIII međunarodni naučno-stručni skup Informacione tehnologije za e-obrazovanje

ZBORNIK RADOVA

Urednici:
Akademik prof. dr ZORAN Ž. Avramović
docent dr Dražen Marinković

Izdavač:
Panevropski univerzitet "APEIRON", Banja Luka, godina 2021.

Odgovorno lice izdavača:
DARKO Uremović

Glavni i odgovorni urednik izdavača:
Prof. dr ALEKSANDRA Vidović

Tehnički urednik:
SRETKO Bojić

Štampa:
CD izdanje

Tiraž:
200 primjeraka

EDICIJA:
Informacione tehnologije - **Information technologies**
Knjiga br. 31

ISBN 978-99976-34-80-1

P O Č A S N I O D B O R :

Akademik prof. dr Rajko Kuzmanović, *predsjednik Akademije nauka i umjetnosti RS (ANURS)*
Mr Srđan Rajčević, *ministar za naučnotehnološki razvoj, visoko obrazovanje i informaciono društvo RS*
Mr Natalija Trivić, *ministar prosvjete i kulture RS*
Prof. dr Zoran Ž. Avramović, *rektor Panevropskog univerziteta APEIRON*
Prof. dr Branko Latinović, *dekan Fakulteta informacionih tehnologija, predsjednik*
Prof. emeritus dr Dušan Starčević, *redovni član Akademije inženjerskih nauka Srbije*
Doc. dr Siniša Aleksić, *direktor Panevropskog univerziteta APEIRON*
Darko Uremović, *predsjednik Upravnog odbora Panevropskog univerziteta APEIRON*

P R O G R A M S K I O D B O R :

Prof. dr Zoran Ž. Avramović, *Akademik Ruske akademije transportnih nauka, Akademik Ruske akademije prirodnih nauka, Akademik Ruske akademije elektrotehničkih nauka, redovni član Inženjerske akademije Srbije*
Prof. emeritus dr Dušan Starčević, *redovni član Akademije inženjerskih nauka Srbije, potpredsjednik*
Prof. dr Branko Latinović, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH*
Prof. dr Gordana Radić, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH*
Prof. dr Leonid Avramovič Baranov, *Russian University of Transport (MIIT - RUT), Moskva, Rusija*
Prof. dr Wang Bo, *Ningbo University of Technology, China*
Prof. dr Hristo Hristov, *University of Transport "T.Kableshkov", Bulgaria*
Prof. dr Sanja Bauk, *Durban University of Technology, South Africa*
Prof. dr Dragica Radosav, *Tečnički fakultet, Zrenjanin, Srbija*
Prof. dr Yuri M. Inkov, *Russian University of Transport (MIIT - RUT), Russia*
Prof. dr Efim N. Rozenberg, *Research Institute in Railway Transport, Russia*
Prof. dr Emil Jovanov, *University of Alabama in Huntsville, USA*
Prof. dr Vojislav Mišić, *Ryerson University, Toronto, Canada*
Prof. dr Nedim Smailović, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH*
Prof. dr Goran Đukanović, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH*

O R G A N I Z A C I O N I O D B O R :

Doc. dr Dražen Marinković, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH, predsjednik*
Prof. dr Branko Latinović, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH*
Sretko Bojić, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH, tehnički urednik*
Mr Dalibor Drljača, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH*
Mr Igor Grujić, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH*
Marijana Petković, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH, PR konferencije*
Vladimir Domazet, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH, tehnička podrška*
Radovan Vučenović, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH*
Alen Tatarević, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH*
Stana Mišić, *Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, BiH, logistika*

R E C E Z E N T S K I O D B O R :

Željko Stanković, PhD *– Predsednik, Pan-European University APEIRON, B&H*
Zdenka Babić, PhD*, Univerzitet u Banjoj Luci, B&H*
Leonid A. Baranov, PhD*, Russian University of Transport (RUT), Russia*
Sanja Bauk, PhD*, Durban University of Technology, South Africa*
Petr F. Bestemyanov, PhD, *Russian University of Transport (RUT), Russia*
Wang Bo, PhD, *Ningbo University of Technology, China*
Nebojša Bojović, PhD, *University of Belgrade, Serbia*
Patricio Bulić, PhD, *University of Ljubljana, Slovenia*
Pavel A. Butyrin, PhD, *National Research University "MEI", Russiia*
Milenko Čabarkapa, PhD, *Adriatic University, Montenegro*
Vlado Delić, PhD*, University of Novi Sad, Serbia*

SADRŽAJ:

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

ULOGA, ZNAČAJ I PRIMENE SAVREMENIH TEHNIKA VERIFIKACIJE SOFTVERA

MODERN SOFTWARE VERIFICATION TECHNIQUES AND THEIR APPLICATIONS

Milena Vujošević Janičić
Matematički fakultet, Univerzitet u Beogradu, milena@matf.bg.ac.rs

Sažetak: *U okviru izlaganja biće dat pregled tehnika za verifikaciju softvera, počevši od tradicionalnih pristupa dinamičkoj verifikaciji softvera kroz proces testiranja, pa do savremenih pristupa i alata za statičku verifikaciju softvera. Alati za statičku verifikaciju softvera vrše naprednu semantičku analizu programa i primenjuju tehnike veštačke inteligencije za automatsko zaključivanje o osobinama programa. Postoji osnovno teorijsko ograničenje koje utiče na praktične mogućnosti ovih alata: kako je problem zaustavljanja programa neodlučiv, to je i problem utvrđivanja ispravnosti softvera u svojoj osnovi neodlučiv problem. To znači da nije moguće napraviti alat koji bi automatski mogao da ispita ispravnost proizvoljnog programa potpuno precizno. U skladu sa time, postoje različiti pristupi, sa svojim ciljevima, prednostima i manama. Biće predstavljeni najznačajniji teorijski okviri i mogućnosti pratećih alata, kao i njihove praktične primene. Posebno će biti opisan alat LAV, zasnovan na specifičnoj kombinaciji tehnika statičke analize programa, i njegove primene u različitim oblastima. Pored primena u utvrđivanju ispravnosti softvera, LAV se može koristiti u svakodnevnim programerskim aktivnostima kao što je refaktorisanje koda, a može se koristiti i kao podrška procesu automatske evaluacije studentskih programa pisanih na ispitima ili u okviru učenja na daljinu.*

Ključne reči: *razvoj softvera, verifikacija softvera, veštačka inteligencija, alati za automatsko otkrivanje grešaka, automatsko ocenjivanje studentskih programa*

Abstract: *The paper provides an overview of software verification techniques, ranging from traditional approaches, i.e. dynamic software verification done by testing, to modern approaches and tools based on static software analysis. Software verification tools based on static analysis perform advanced semantic analysis of programs and apply artificial intelligence techniques to automatically infer program properties. There is a basic theoretical limitation that affects the practical scope of these tools: as the halting problem is undecidable, so is the problem of determining the correctness of software. This means that it is not possible to create a tool that could automatically check the correctness of an arbitrary program completely accurately. Accordingly, there are different approaches, with their own goals, advantages and disadvantages. Within the paper, the most important theoretical frameworks and scopes of accompanying tools, as well as their practical applications will be presented. In addition, the LAV tool, which is based on a specific combination of static analysis techniques, and its various applications will be discussed. Apart form applications in software verification, LAV can be used within everyday programming activities such as code refactoring and also as a support within the process of automated evaluation of programs written by students on exams or within distance learning.*

Keywords*: software development, software verification, artificial intelligence, automated bug finding, automated evaluation of students' programs*

1. UVOD

Brz razvoj informacionih tehnologija dovodi do sve češćeg postojanja velikog broja softverskih rešenja koja odgovaraju istim ili bliskim zahtevima. Zbog toga korisnici ne moraju da tolerišu greške u softveru: ukoliko neko rešenje ne zadovoljava očekivan kvalitet, veoma je jednostavno napustiti to rešenje i okrenuti se nekom drugom rešenju. Na primer, statistike govore da se više od 20% mobilnih aplikacija skine i koristi samo jednom [111], kao i da će 88% korisnika napustiti mobilnu aplikaciju ukoliko uoče greške u njenom radu [64]. Kako bi postojeći korisnici bili zadržani i kako bi bili privučeni novi korisnici, sve veći udeo procesa razvoja softvera odnosi se na verifikaciju i validaciju proizvoda, sa ciljem postizanja visokog kvaliteta i omogućavanja ispravnog ponašanja softvera u skladu sa potrebama korisnika. Posledica gubljenja poverenja u neki brend ili kompaniju su veliki indirektni gubici u poslovanju kompanije: kada se korisnik jednom razočara u neki proizvod, osim što ga više neće koristiti, smanjuje se verovatnoća da će dati šansu nekom drugom proizvodu iste kompanije. Takođe, to dodatno može da se odrazi i na stanje kompanije na berzi. Na primer, greška u softveru kompanije Equifax je kompromitovala podatke 147.9 miliona klijenata nakon čega su akcije kompanije na berzi pale za 28% procenata [46].

Cena neispravnosti softvera može se meriti i direktnim materijalnim gubicima [133]. Pre svega, to su direktni gubici koji nastaju usred grešaka u radu poslovnog softvera ili softvera banka i investicionih kuća [1, 53] ili propusta u softveru koji omogućavaju gubitak podataka [94]. Detaljna analiza cene neispravnosti softvera koju je 2002. godine sproveo američki nacionalni institut za standarde i tehnologiju procenjuje da je cena neispravnosti softvera za američku ekonomiju 59.5 milijardi dolara godišnje [119]. Na osnovu ove analize, čak 37% ukupnog iznosa može se uštedeti ranijim otkrivanjem grešaka u softveru, odnosno sistematičnijim pristupom razvoju i verifikaciji sofvera koji omogućava da se greške u softveru pronađu i otklone u ranim fazama razvoja softvera kada je njihovo otkrivanje i uklanjanje najjeftinije. Iako je u međuvremenu posvećena velika pažnja sistematizaciji i unapređenju procesa ispitivanja ispravnosti softvera, i time podignut opšti kvalitet postojećih softverskih rešenja, i dalje su greške u softveru prisutne [53], a njihova cena je sada veća nego 2002. godine, jer je količina softvera koji se proizvodi i svakodnevno koristi značajno porasla. Na primer, 2017. godine kompanija Tricentis je napravila detaljnu analizu 606 grešaka koje su napravljene od strane 314 različitih softverskih kompanija. Oni su izračunali da je tih 314 grešaka imalo uticaj na pola svetske populacije i da je prouzrokovalo šetetu u iznosu od 1.7 hiljada milijardi dolara [78].

Pored direktnih i indirektnih materijalnih gubitaka, greške u softveru mogu da prouzrokuju i nemerljive štete. Na primer, pad rakete Ariane [32] neposredno nakon lansiranja, osim što je napravio konkretnu materijalnu štetu, kao posledicu imao je i odlaganje saznavanja informacija zbog kojih je čitav projekat i bio finansiran. Najbitnija nemerljiva šteta koju softver može da uzrokuje su gubici ljudskih života, što se takođe nažalost dešava [76]. Zbog toga je verifikacija softvera posebno važna u kontekstu softvera koji se gradi za autonomnu vožnju i transport uopšte, medicinske uređaje, nuklearne elektrane i slično. Takav softver se obično naziva bezbednosno kritičan softver.

Klasične tehnike ispitivanja ispravnosti softvera obuhvataju različite vrste testiranja, odnosno ispitivanja ispravnosti softvera za vreme njegovog izvršavanja. Testiranjem se može dokazati postojanje grešaka u softveru, ne i njihovo odsustvo [30]. U tom smislu, pravilno i sistematično testiranje podiže nivo pozdanosti softvera i smanjuje verovatnoću da greške promaknu. Moderni pristupi testiranju teže maksimalnoj automatizaciji procesa testiranja kako bi se smanjio ljudski

udeo u testiranju i time smanjio prostor za dodatne greške (poglavlje 2.1). Formalni pristupi za automatsko pronalaženje grešaka u softveru kao i tehnike za formalno dokazivanje ispravnosti programa najpre su korišćene u kontekstu softvera koji može da prouzrokuje nemerljive gubitke, ali se danas sve više koriste i za razvoj softvera koji nije bezbednosno kritičan. Neke bitne tehnike su već i ugrađene u sama razvojna okruženja kako bi bile dostupne programerima u svakodnevnom procesu razvoja softvera (poglavlje 2.2). Primer alata zasnovanog na naprednim tehnikama verifikacije softvera je alat LAV (poglavlje 2.3). Ovaj alat i odgovarajuće tehnike mogu se koristiti i koriste se i za naprednu proveru ispravnosti studentskih programa u kontekstu elektronskog obrazovanja (poglavlje 3).

2. MODERNI PRISTUPI VERIFIKACIJI SOFTVERA

Testiranje softvera predstavlja osnovni i najčešće korišćeni pristup dinamičke verifikacije softvera. Testiranje se, zbog svoje važnosti i obimnosti, često koristi i kao sinonim za verifikaciju softvera, iako su u procesu razvoja softvera sve više prepoznate i korišćene i tehnike statičke verifikacije.

2.1. Dinamička verifikacija softvera testiranjem

Cena greške u softveru eksponencijalno raste u zavisnosti od vremena njenog otkrivanja [99]. Najjeftinije su greške koje uoči i otkloni sam programer, a najskuplje su greške koje prijavi korisnik. Zbog toga testiranje predstavlja važan deo ciklusa razvoja softvera [103] i moderne i trenutno najzastupljenije metodologije razvoja softvera promovišu paralelnu implementaciju i pisanje testova za svaku od celina koja se razvija u okviru softverskog rešenja [113, 112, 118]. Dodatno, za sam početak procesa testiranja, postojanje koda nije neophodno već je dovoljno imati samo jasno definisane zahteve korisnika i samo testiranje počinje analizom tih zahteva. Postoje razni alati za podršku integracije testiranja u ciklus razvoja softvera. U okviru toga, ističu se alati za kontinuiranu integraciju softvera koji potpomažu pokretanje procesa testiranja prilikom svake dodate izmene [106, 84].

Vrste testiranja se mogu podeliti na razne načine [24, 89, 65, 12]. Osnovna podela obuhvata funkcionalno (engl. *functional testing*) i nefunkcionalno testiranje (engl. *non functional testing*). Funkcionalno testiranje obuhvata ispitivanje funkcionalnosti aplikacije u odnosu na zahteve korisnika i može se sprovoditi na različitim nivoima: mogu se testirati pojedinačni moduli, grupe modula (vezanih namenom, upotrebom, ponašanjem ili strukturom) ili ceo sistem. U skladu sa pomenutom podelom, prema nivou testiranja, razlikujemo testove jedinice koda (engl. *unit testing*), komponentne (engl. *component testing*), integracione (engl. *integration testing*) i sistemske (engl. *system testing*) testove. Sistemsko testiranje obuhvata i testove prihvatljivosti (engl. *acceptance testing*), regresione testove (engl. *regression testing*) i istraživačke testove (engl. *exploratory testing*). Nefunkcionalno testiranje proverava neophodne tehničke kvalitete aplikacije, kao što su brzina, efikasnost, otpornost na otkaze, bezbednost podataka, uklapanje u okruženje u kojem će se sistem koristiti i slično. Izbor vrste testova koji će biti sprovođeni za konkretni projekat zavisi od puno različitih faktora koji uključuju svrhu softverskog rešenja koje se gradi, metodologiju razvoja softvera koja će biti primenjivana i planiranog kvaliteta proizvoda.

Izbor test primera ili test slučaja (engl. *test case*) koji će biti korišćeni u fazi testiranja je od ključne važnosti za uspeh projekta [24]. Reprezentativni skup podataka nad kojim će se vršiti testiranje treba da ima visok potencijal otkrivanja grešaka, da ima relativno malu veličinu koja omogućava relativno veliku brzinu izvršavanja, i da nudi visok stepen poverenja u pouzdanost softvera [5].

Pronalaženje dobrih test primera zasniva se na razmatranju specifikacije, tj. na generisanju test primera bez razmatranja interne strukture koda, poznato kao testiranje crne kutije [13] (engl. *black-box testing*). Ovakav način testiranja se fokusira na ponašanje sistema posmatrano iz korisničkog ugla. S druge strane, dobri test primeri mogu se pronaći i uvidom u internu strukturu programa, što je osnova strukturnog testiranja (ili testiranja bele kutije) (engl. *structural testing, white-box testing*).

U okviru kontinuirane integracije softvera, posebno važna vrsta testiranja je regresiono testiranje (engl. *regression testing*), tj. testiranje da li softver zadržava svoje ponašanje i nakon ispravljanja grešaka, dodavanja novih funkcionalnosti ili pravljenja izmena usled refaktorisanja koda [28, 71]. Regresiono testiranje je specifično jer se u okviru njega početna implementacija smatra ispravnom i u okviru testiranja se proverava da li unapređena implementacija zadržava stare funkcionalne i nefunkcionalne karakteristike.

Automatizacija procesa testiranja, osim kroz podršku integraciji testiranja u ciklus razvoja softvera, obuhvata i tehnike automatskog generisanja test primera. Najjednostavnija tehnika automatskog generisanja test primera je faz testiranje (engl. *fuzz testing*) [87]. Ovom tehnikom se generišu nevalidni (neispravni, neočekivani) ulazi za koje se zatim prati tok izvršavanja programa sa ciljem detektovanja neočekivanog pada aplikacije, podizanja izuzetaka, curenja memorije i drugih bezednosnih propusta. Generisanje testova se započinje slučajno generisanim testom ili korišćenjem postojećih validnih testova, a svaki naredni test se kreira izmenama prethodnih testova. Faz testiranje je veoma rasprostranjeno, a implementacija generisanja testova zavisi od prirode koda koji se testira [69]. Napredne tehnike faz testiranja uključuju praćenje toka izvršavanja programa i generisanje testova na osnovu tehnika strategija strukturnog testiranja [40, 41, 105].

2.2. Statička verifikacija softvera

Statička verifikacija softvera je ispitivanje ispravnosti softvera bez njegovog izvršavanja [92]. Statička verifikacija obuhvata preglede koda kao i napredne automatske formalne metode koje se mogu koristiti za automatsko generisanje test primera, pronalaženje grešaka u softveru kao i za određivanje funkcionalne ekvivalentnosti različitih verzija softvera.

2.2.1. Pregled koda

Pregled koda (engl. *code review*) je standardna tehnika verifikacije softvera koja se dugo smatrala i sinonimom za statičku verifikaciju softvera [23]. Pregled koda vrše programeri koji učestvuju u razvoju istog projekta i koji su upoznati sa detaljima i zahtevima na projektu. Da bi se pregled koda efikasno izvodio potrebna je podrška alata koji omogućavaju jednostavno praćenje izmena i rezultata pregleda. Postoji veliki broj ovakvih alata, na primer Gerrit [38], Phabricator [56] i Reviewboard [11]. Pregled koda obuhvata pažljivo čitanje i razumevanje koda koji se pregleda, i zatim analizu i razmatranje njegove ispravnosti. Pored toga, u okviru pregleda koda proveravaju se i drugi aspekti kvaliteta softvera, na primer, čitljivost koda i korišćenje postojećih biblioteka i implementacija. U okviru čitljivosti koda, posebno važno je poštovanje kodnih standarda za koje se provere mogu potpomognuti i odgovarajućim alatima [20, 63, 57].

Zbog višestrukih benefita i uticaja na kvalitet softvera, pregled koda je neophodna i nezamenljiva tehnika u procesu razvoja softvera. Ali, s obzirom da preglede koda sprovode ljudu, ova tehnika ne može da garantuje da greške neće promaći već samo može da podigne nivo kvaliteta softvera

i da umanji verovatnoću da greška prođe nezapaženo. Za viši nivo sigurnosti i bezbednosti softvera, potrebno je primeniti napredne formalne metode.

2.2.2. Automatsko pronalaženje grešaka

Primenom formalnih metoda, automatskom analizom izvornog koda, dolazi se do zaključaka o ponašanju softvera i mogućim greškama u fazi izvršavanja. U okviru formalnih metoda izdvajaju se tehnike simboličkog izvršavanja [68], proveravanja modela [22] i apstraktne interpretacije [26, 100]. U okviru ovih tehnika, uslovi ispravnosti softvera se definišu u terminima matematičkih tvrđenja i koriste se automatski dokazivači teorema koji proveravaju važenje generisanih tvrđenja [59]. Za sve tehnike važi fundamentalno ograničenje njihovih mogućnosti, uslovljeno neodlučivošću *halting* problema [122]: nije moguće implementirati opšti algoritam za ispitivanje da li je neka naredba programa dostižna, pa samim tim ni da li je ispravna. Kako automatsko i precizno ispitivanje ispravnosti proizvoljnog programa nije moguće, neophodno je napraviti nekakav kompromis. Ukoliko je potrebno zadržati automatsko ispitivanje ispravnosti proizvoljnog programa, onda je neophodno žrtvovati preciznost analize. To povlači da je moguće da se analizom prijave neke greške do kojih zapravo ne može da dođe u fazi izvršavanja, tj. lažna upozorenja, ili da neke greške promaknu analizi koju alat sprovodi. Takođe, preciznost analize uslovljava i efikasnost alata, odnosno efikasne analize obično nisu precizne.

Simboličko izvršavanje [68], iako u svom imenu sadrži reč izvršavanje, je tehnika statičke verifikacije softvera jer se kod zapravo ne izvršava dinamički već se statički generišu formule koje sadrže simboličke promenljive i izraze i koje opisuju veliki broj mogućih izvršavanja programa koji prolaze kroz istu putanju. Preciznije, simboličko izvršavanje je uopštenje testiranja: ukoliko se posmatra jedna putanja programa kroz koju se prođe sa konkretnim vrednostima nekog testa, simboličko izvršavanje odgovara simulaciji svih mogućih testova koji prolaze kroz tu putanju. Ukoliko se simboličkim izvršavanjem za neku putanju pokaže da ona zadovoljava uslove ispravnosti programa, onda se taj zaključak prenosi na sve moguće testove koji prolaze kroz tu putanju programa i time se dobija na efikasnostu u odnosu na dinamičku verifikaciju. Da bi se ideja simbiličkog izvršavanja sprovela u praksi, potrebno je rešiti veliki broj izazova [8]. Na primer, broj putanja u programu je obično prevelik da bi se moglo sistematski sve pretražiti i proveriti. Zbog toga se simboličko izvršavanje koristi pre svega za pronalaženje grešaka, ne i za utvrđivanje potpune ispravnosti programa. Simboličko izvršavanje je precizna tehnika koja teorijski ne bi trebalo da ima lažnih upozorenja, ali zbog nemogućnosti obilaska svih mogućih putanja programa moguće su propuštene greške. Sam pristup je veoma memorijski i vremenski zahtevan i obično se primenjuje samo na manje delove softverskog sistema. Takođe, često se koristi za automatsko generisanje test primera koji obezbeđuju dobru pokrivenost koda testovima. Najpoznatiji alati koji koriste tehnike simboličkog izvršavanju uključuju Klee [18], Sage [41] i Pex [120].

Proveravanje modela [22] je tehnika u okviru koje se koriste tranzicioni sistemi za opisivanje hardverskog ili softverskog sistema, i temporalne logike za opisivanje svojstva koje je potrebno proveriti. Proveravač modela iscrpnom pretragom svih mogućih stanja sistema proverava usklađenost sistema sa zadatom specifikacijom. Proveravanje modela je precizna tehnika koja može da generiše kontraprimer u slučaju da sistem ne zadovoljava željeno svojstvo, i taj kontraprimer se koristi za otkrivanje greške u sistemu, bilo da je ona u tranzicionom sistemu ili u formalnoj specifikaciji. Zbog velike kompleksnosti softverskih sistema i praktične nemogućnosti sistematskog obilaska ogromnog broja stanja koje softverski sistemi mogu da sadrže, koristi se

ograničeno proveravanje modela, koje može da dovede do propuštenih grešaka, ili metode apstrakcije stanja koje mogu da dovedu do lažnih upozorenja i nepreciznih kontramodela. Neki poznati alati zasnovani na proveravanju modela su CBMC [21], LLBMC [83], ESBMC [25] i Java PathFinder [125].

Apstraktna interpretacija [26, 100], za razliku od simboličkog izvršavanja i proveravanja modela, generiše lažna upozorenja ali ne propušta ni jednu grešku, što je čini tehnikom koja se može koristiti za dokazivanje odsustva grešaka u programu. Pored primena u verifikaciji softvera, apstraktna interpretacija se koristi i u okviru kompajlera vezano za optimizacije i transformacije programa koji se prevodi. U svojoj osnovi, apstraktna interpretacija predstavlja matematički okvir za formalizaciju apstrakcije. Apstraktna interpretacija obično nije precizna ali je veoma efikasna i, za razliku od proveravanja modela i simboličkog izvršavanja, može se koristiti na velikim softverskim sistemima (i na više miliona linija koda). Međutim, apstraktna interpretacija ne može da generiše kontraprimer ili test slučaj, pa je zato značajno teže utvrditi uzroke prijavljenih grešaka. Najpoznatiji alati zasnovani na ovoj tehnologiji su Astree [15], Polyspace [29] i Coverty [14].

2.2.3. Funkcionalna ispravnost i regresiona verifikacija

Funkcionalna ispravnost programa može da se formuliše u terminima preciznih formalnih specifikacija [50, 74]. Takođe, funkcionalna ispravnost može da se formuliše u terminima ponašanja drugog programa: dva programa su ekvivalentna ako pokazuju isto ponašanje po svim relevantnim aspektima za sve moguće ulazne vrednosti [44]. Ovo uključuje proveravanje zaustavljanja i kompleksnosti izračunavanja, ali često se razmatra samo ekvivalentnost izlaza [43]. Ukoliko se jedan program smatra ispravnim i uzima kao referentna vrednost, onda je drugi program takođe ispravan ukoliko je ekvivalentan sa referentnim programom. Ovako definisan pojam ispravnosti ima nekoliko pozitivnih aspekata: nije neophodno formulisati specifikaciju i u opštem slučaju provera ekvivalentnosti dva programa je manje računarski zahtevna nego funkcionalna verifikacija u odnosu na formalnu specifikaciju [114]. Regresiono testiranje se koristi intenzivno u razvoju softvera i predstavlja primenu testiranja da se proveri da li su dva slična programa ekvivalentna [89, 28, 71]. Regresiona verifikacija [36, 114] predstavlja uopštenje regresionog testiranja korišćenjem formalnih metoda za utvrđivanje ekvivalentnosti dva programa.

Postoje različite varijante pojma ekvivalentnosti programa [43]. Programi su *parcijalno ekvivalentni* ako svaka dva izvršavanja koja se zaustavljaju i koja počinju izvršavanje sa jednakim ulazima proizvedu iste izlaze. Druga, slabija, definicija ekvivalentnosti je *k-ekvivalencija*: programi su *k*-ekvivalentni ako svaka dva izvršavanja gde petlje i rekurzije mogu imati najviše *k* iteracija odnosno poziva, i koja počinju sa jednakim ulazima, proizvode jednake izlaze. Problem da li su dva programa parcijalno ekvivalenta je neodlučiv [115], dok je problem da li su dva programa *k*-ekvivalentna (za neko konkretno *k*, uz pretpostavku korišćenja promenljivih konačnog domena) je odlučiv [43]. činjenica da su dva programa *k*-ekvivalentna za neku konkretnu vrednost *k* ne garantuje da su ta dva programa parcijalno ekvivalentna, pa čak ni *k*-ekvivalentna za neku veću vrednost *k*. S druge strane, ako neka dva programa nisu *k*-ekvivalentna, onda to znači da ta dva programa nisu ni parcijalno ekvivalentna. U odnosu na testiranje, *k*-ekvivalentnost ipak daje veće garancije jer se na taj način ostvaruje bolja pokrivenost koda [45]. Testiranjem se proverava da li programi za neke konkretne vrednosti daju identične izlaze, dok kod *k*-ekvivalencije restrikcija nije po ulaznim vrednostima, već samo po broju iteracija petlje.

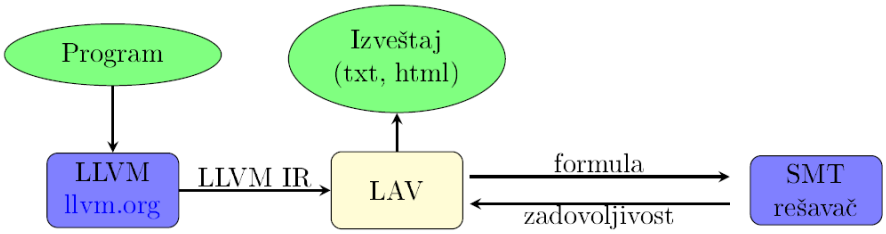
Prednost regresione verifikacije u odnosu na regresiono testiranje je i u tome što ne zahteva pripremu i održavanje velikog broja test slučajeva. S druge strane, kako je utvrđivanje parcijalne ekvivalentnosti neodlučiv problem [115], automatizacija ovog procesa je izazovna i nedostižna u opštem slučaju. Razvoj tehnika regresione verifikacije je najčešće vođen konkretnim oblastima i primenama, kao što su aplikacije kod kojih je kritična sigurnost [6, 104], multimedijalni sistemi [124], kompatiblnost u nazad i refaktorisanje [132], kriptografski algoritmi [10, 98], i dizajn hardvera [52]. U opštem obliku, provera ekvivalentnosti dva programa je razmatrana već 1960tih godina [50], ali napredak je bio ograničen i ponuđena rešenja često nisu bila praktično upotrebljiva. Nedavno uvedeni pristupi daju nove mogućnosti za regresionu verifikaciju velikih sistema [7, 36, 45].

2.3. Alat LAV

Alat LAV[1] je slobodno dostupan alat otvorenog koda [58] namenjen prvenstveno ispitivanju ispravnosti programa napisanih u programskom jeziku C [127]. Alat kao ulaz koristi međukod kompajlerske infrastrukture LLVM [75], pa se može koristiti i za analizu programa napisanih u drugim proceduralnim jezicima, a može se koristiti i za analizu jednostavnih programa napisanih u programskom jeziku C++ [128]. Neke od grešaka koje alat može da otkrije su deljenje nulom, prekoračenje/potkoračenje bafera, prekoračenje/potkoračenje u aritmetičkim izrazima i dereferenciranje *null* pokazivača. Dodatno, LAV se može koristiti i za proveru proizvoljnih korisnički zadatih uslova [127]. Pored svog osnovnog oblika, razvijena su i dodatna rešenja koja omogućavaju primenu alata LAV u kontekstu regresione verifikacije, odnosno za automatsko utvrđivanje funkcionalne ekvivalentnosti različitih verzija koda [60, 128], kako u svom osnovnom obliku, tako i za kod koji u sebi sadrži ugrađene SQL upite [109, 108], sa ciljem refaktorisanja koda. Rešenja vezana za regresionu verifikaciju obuhvataju proveru *k*-ekvivalentnosti i proveru parcijalne ekvivalentonsti dve funkcije svođenjem petlji i rekurzivnih poziva na pozive neinterpretiranih funkcija [114, 45].

Za svaku naredbu programa koja potencijalno može dovesti do greške, alat LAV generiše formulu logike prvog reda koja modeluje uslov ispravnosti naredbe. Formula, u zavisnosti od prisutnosti jezičkih konstrukata kao i okruženja naredbe, može pripadati različitim odlučivim teorijama logike prvog reda, koje uključuju linearnu aritmetiku, teoriju bit-vektora, teoriju neinterpretiranih funkcija sa jednakošću i teoriju nizova [9]. Uslov ispravnosti se zatim proverava korišćenjem spoljašnjeg SMT rešavača [9], pri čemu LAV može da koristi rešavače Boolector [16], MathSAT [17], Yices [33], Z3 [27]. Izveštaj koji alat generiše može biti u tekstualnom ili HTML formatu. Komunikacija alata LAV sa infrastrukturom LLVM i SMT rešavačima prikazana je na slici 1.

[1] Akronim od LLVM Automated Verifier



Slika 1: Komunikacija alata LAV sa infrastrukturom LLVM i SMT rešavačem

Generisanje formula ispravnosti/neispravnosti u okviru alat LAV se zasniva na specifičnoj kombinaciji tehnika simboličkog izvršavanja i proveravanja modela. LAV koristi simboličko izvršavanje da bi se kontruisala formula koja opisuje dejstvo svih instrukcija u okviru segmenta koda koji se izvršava sekvencijalno i koji odgovara bloku koda LLVM međureprezentacije. Kontrola toka opisuje se iskaznim promenljivama i relacijama između njih. LAV može da koristi dva pristupa za modelovanje petlji: razmotavanje petlji koje se koristi u tehnikama provere ograničenih modela, ali i uopštavanje petlji simulacijom prvih *n* i poslednjih *m* prolazaka kroz petlju. Prvu pristup garantuje da nema lažnih upozorenja, dok drugi pristup garantuje da nema propuštenih grešaka. Izbor pristupa kontroliše se argumentima komandne linije prilikom pokretanja alata i zavisi od svrhe i domena upotrebe samog alata. LAV sprovodi preciznu međuproceduralnu analizu. Prilikom analize svake funkcije generiše se njen kompaktan opis koji se posle koristi prilikom svakog njenog poziva, čime se pozitvno utiče na performanse alata.

Efikasnost i preciznost alata je evaluirana na različitim standardnim korpusima [127, 126] i evaluacija je pokazala visoku preciznost i performanse. U okviru alata je implementirana i paralelizacija generisanja i ispitvanja uslova ispravnosti programa [130, 126] čime se dodatno dobija na performansama sistema. Alat se može koristiti u različitim kontekstima, pre svega za automatsko otkrivanje grešaka u softveru, kao podrška za regresionu verifikaciju i refaktorisanje [109, 108], ali i u sferi elektronskog obrazovanja u oblasti automatskog ocenjivanja studentskih radova [62, 128].

3. PRIMENA VERIFIKACIJE SOFTVERA U ELEKTRONSKOM OBRAZOVANJU

Računarstvo i programiranje su prepoznati kao osnovne oblasti koje se u razvijenim zemljama uče na svim nivoima obrazovanja, počevši od osnovne škole [116]. Broj studenata koji se upisuju na programerske kurseve jako brzo raste [4]. U tom kontekstu svi imaju puno koristi iz automatske evaluacije [96, 129]. Nastavnici dobijaju pomoć prilikom ocenjivanja što im ostavlja više vremena da se posvete drugim aktivnostima sa studentima. S druge strane, brza povratna informacija pomaže polaznicima u savladavanju gradiva što je veoma bitno u programiranju [93], a posebno je značajno na uvodnim kursevima programiranja gde studenti imaju malo ili skoro nemaju uopšte osnovna algoritamska znanja i često imaju pogrešna shvatanja [129].

Značaj automatske evaluacije je posebno velik u okviru učenja na daljinu. Veliki broj svetskih vodećih univerziteta nudi brojne onlajn kurseve, a broj studenata koji pohađaju takve kurseve se

meri milionima i dodatno raste [4, 95]. U prethodne dve godine, usled svetske pandemije izazvane korona virusom, kursevi na daljinu su organizovani i na univerzitetima gde to nije bilo unapred planirano. U okviru kurseva na daljinu, nastava se izvršava na računaru i kontakt sa nastavnikom je minimalan ili čak i ne postoji, tako da je adekvatna procena ispravnosti rešenja prepoznata kao posebno važan i težak problem [102, 123].

3.1. Automatska evaluacija studentskih programa

Veoma je važno da se obezbedi objektivna, precizna i pouzdana autmatska evaluacija [91]. Automatsko ocenjivanje mora da [66]:

1. korektno klasifikuje ispravna i neispravna studentska rešenja,
2. korektno objasni greške koje su napravljene,
3. se izvršava efikasno.

Postoje različiti pristupi evaluaciji studentskih programa [3, 54, 97]. Oni razmatraju razne važne aspekte ocenjivanja (na primer, funkcionalnu korektnost, čitljivost programa, modularnost, kompleksnost, efikasnost). Nastavnici i univerziteti imaju različite politike ocenjivanja u odnosu na te faktore. U najvećem broju slučajeva, funkcionalna korektnost je među najbitnijim faktorima [54] a u nekim kontekstima predstavlja i osnovni faktor.

Konteksti u kojima je funkcionalna korektnost osnovni faktor prilikom ocenjivanja kvaliteta rešanja obično obuhvataju univerzitetski nivo i kurseve programiranja za buduće programere i softverske inženjere. Takođe, funkcionalna korektnost se tradicionalno podrazumeva kao osnovni faktor na IOI i ACM programerskim takmičenjima[2], gde se obično rešavaju problemi koji su slični problemima koji se uče na algoritamskim kursevima univerzitetskog nivoa. Takvi algoritamski takmičarski zadaci se takođe visoko vrednuju u visoko razvijenim softverskim kompanijama gde se ta vrsta zadataka rešava na intervjuima za posao. U ovakvim okolnostima, gde se od studenta zahteva da proizvede potpuno funkcionalno korektno rešenje i gde bilo kakvi propusti i skrivene greške nisu dozvoljeni, pažnja mora da se obrati na sve moguće slučajeve i potrebno je obezbediti da proces ocenjivanja sve to uzima u obzir.

3.2. Evaluacija studentskih programa testiranjem

Automatska evaluacija studentskih programa se u velikoj meri oslanja na tehnike verifikacije softvera. Razdvajanje tačnih i netačnih rešenja algoritamskih problema se obično zasniva na automatskom testiranju [31] i ocenjivanje se izvršava samo kroz opsežno testiranje na velikom broju test slučajeva. Na primer, to važi za onlajn sudije - veb platforme koje su posvećene pripremi za programerska takmičenja i intervjue [19, 34, 37, 49, 51, 85, 86, 110, 121]. Test primere obezbeđuje nastavnik ili su generisani jednostavnim automatskim tehnikama slučajnog generisanja testova (takozvano random testiranje) [81]. U ovim alatima testiranje se koristi da bi se proverilo da li studentski program pokazuje željeno ponašanje na izabranim ulazima.

Postoje pristupi koji koriste testiranje za analizu drugih važnih osobina softvera [2]. U obrazovnom kontekstu, najinteresantnije osobine obuhvataju efikasnost i prisustvo grešaka. Efikasnost se obično adresira kroz profajliranje na odabranim test slučajevima. Prisustvo grešaka podrazumeva greške koje mogu da dovedu do problema u radu sa memorijom ili da izazovu

2 IOI: http://ioinformatics.org , ICPC: https://icpc.baylor.edu/

neočekivani prekid rada programa. Na primer, u programskom jeziku C, neke važne greške su prekoračenje bafera, dereferenciranje *null* pokazivača i deljenje nulom. Treba primetiti da je neke od ovih grešaka teško detektovati testovima i da je za njihovo otkrivanje poželjno uključiti statičku analizu. Čak i kada se izvršavanjem testova izazove neka konkretna greška (na primer, prekoračenje bafera u programskom jeziku C), to i dalje ne vodi uvek vidljivom neželjenom ponašanju programa. Dodatno, u situacijama kada greška prouzrokuje pad programa, na primer uz poruku *Segmentation fault,* to nije povratna informacija koju student, a posebno neko ko je početnik u programiranju, može lako da razume i iskoristi za debagovanje programa. U kontekstu automatskog ocenjivanja, ta povratna informacija se takođe ne može lako iskoristiti jer može da ima puno različitih uzroka.

Ocenjivanje funkcionalne korektnosti samo testiranjem može da da lažno samopouzdanje jer je sklono greškama: dobijeni rezultati su direktna posledica izbora test slučajeva [62]. Problem je što se test slučajevi obično dizajniraju u skladu sa očekivanim rešenjem, dok nastavnik ne može da predvidi sva moguća rešenja i sve važne putanje kroz studentsko rešenje. Dodatno, bez obzira na to koliko dobro su test slučajevi dizajnirani, testovi ne mogu da garantuju funkcionalnu korektnost [30]. Zbog toga, ako je potrebna pouzdana automatska evaluacija, neophodno je primeniti naprednije tehnike, tj. tehnike zasnovane na formalnoj verifikaciji softvera.

3.3. Napredne tehnike za pronalaženje grešaka u studentskim programima

Test primeri generisani random tehnikom mogu da efikasno detektuju plitke greške, odnosno one greške koje se često i lako manifestuju. Za greške koje su locirane dublje u kodu, odnosno za koje je potrebno da su ispunjeni netrivijalni uslovi da bi se došlo na odgovarajuću putanju koja manifestuje grešku, random testiranje verovatno neće uspeti [79, 42]. Dodatno, za otkrivanje takvih grešaka, visoka pokrivenost koda testovima nije dovoljna garancija za pronalaženje greške jer je takode potrebno i da se precizno odrede vrednosti promenljivih za svaku putanju (samo specifične vrednosti na kritičnoj putanji mogu da detektuju grešku).

Alati za automatsko otkrivanje grešaka zasnovani na statičkoj analizi su dobar izbor u ovom kontekstu, bilo za automatsko generisanje test primera umesto random tehnika, bilo za samo pronalaženje grešaka u studentskim programima. Jedan od prvih alata koji je korišćen za automatsko otkrivanja grešaka u studentskim radovima i koji je pokazo da se alati zasnovani na statičkoj analizi mogu uspešno koristiti u ovom kontekstu je alat LAV [127, 62].

Kao što je diskutovano u poglavlju 2.2, zbog neodlučive prirode problema ispravnosti softvera, alati zasnovani na statičkoj analizi ne mogu da detektuju precizno sve greške u programu. Lažna upozorenja i propuštene greške se javljaju kao posledica aproksimacija u modelovanju programa. Najbitnija aproksimacija se odnosi na način na koji se modeluju petlje. Tehnike modelovanja petlji imaju raspon od *sužavanja opsega petlji* koda koji se razmatra do *uopštavanja opsega petlji*. Sužavanje opsega petlji se koristi u proveravanju ograničenih modela, a može se koristiti i u okviru simboličkog izvršavanja. Ovaj pristup eliminiše sve petlje u kodu tako što koristi fiksiran broj *n* za razmotavanje petlji. U ovom slučaju, ako kod ne sadrži greške, to znači da ni originalni kod ne sadrži greške za *n* ili manje prolazaka kroz petlje. Ipak, može da se desi da neka greška ostane neotkrivena, ako razmotavanje nije izvršeno dovoljan broj puta. Ovakvo razmatranje koda ne uvodi lažna upozorenja ali sama tehnika ne skalira dobro na velikim programima, kao i na programima u kojima je potreban veliki broj razmotavanja. Uopštavanje opsega petlji može da se simulira sa prolaskom kroz petlju prvih *n* puta i poslednjih *m* puta [127] ili korišćenjem tehnika apstraktne interpretacije [26]. Ako se na ovaj način ne otkriju greške u programu, onda originalni

kod takode nema grešaka. Nažalost, na ovaj način se mogu uvesti lažna upozorenja koja se mogu javiti u okviru petlje ili nakon petlje. S druge strane, precizno rezonovanje o petljama, kao što je to moguće u okviru tehnika simboličkog izvršavanja, može da vodi do nezaustavljanja analize. Kada se sve to uzme u obzir, u kontekstu automatske evaluacije studentskih radova, treba pažljivo izabrati između postojećih opcija, ponuđenih preciznosti i efikasnosti.

Lažna upozorenja su veoma nepoželjna u procesu razvoja softvera, ali nisu kritična jer iskusan programer može ili da reši problem ili da potvrdi da je prijavljeni problem lažno upozorenje. Međutim, lažno upozorenje u okviru automatske evaluacije studentskog programa je kritično na više načina [62]. Za nastavnike, lažna upozorenja su nepoželjna jer evaluacija treba da bude automatska i pouzdana, a lažna upozorenja narušavaju i jedno i drugo. Za studente, a posebno početnike u programiranju, lažna upozorenja mogu da budu jako zbunjujuća i neočekivana. Ispravljanje greške koja ne postoji može da bude veoma frustrirajuće, a dodatno se gubi i poverenje u alat za evaluaciju i time kasnije prave greške mogu da ostanu zapostavljene. Da bi se eliminisala lažna upozorenja, sistem mora da dozvoli da se analiza u nekim situacijama ne zaustavlja ili da ne detektuje neke postojeće greške. U automatskoj evaluaciji nezaustavljanje analize nije dobra opcija, tako da ostaje samo opcija da se dopusti mogućnost da neka greška ipak ne bude otkrivena. U tom kontekstu, proveravanje modela i simboličko izvršavanje sa nametnutim ograničenjima u izvršavanju su dobar izbor.

Alati zasnovani na simboličkom izvršavanju i proveravanju modela mogu da potpomognu automatsko pronalaženje grešaka u studentskim programima i sve češće se koriste u automatskoj evaluaciji studentskih programa [55, 66, 120, 62]. Njihova uloga je dvojaka, koriste se i za detekciju grešaka i za automatsko generisanje test primera. Za razliku od testiranja, alati za verifikaciju softvera kao što su Pex [120], Klee [18], CBMC [21], ESBMC [25], LLBMC [83] i LAV [127] mogu da daju značajno bolja objašnjenja grešaka, na primer, vrstu greške, putanju programa i izvršavanje koje dovodi do greške.

Uprkos progresu koji je napravljen u okviru tehnologija statičke verifikacije softvera, izvršavanje alata za verifikaciju i dalje može da traje duže nego što je to adekvatno za udoban interaktivni rad. Zbog toga, prilikom primene u obrazovanju, neophodno je koristiti vremenska ograničenja. Ukoliko se prilikom analize nekog studentskog programa dostigne postavljeno vremensko ograničenje, moguće je izabrati različite opcije. Na primer, može da se prijavi da program ne sadrži greške, kako bi se izbegla lažna upozorenja, ili da se pokrene neki drugi alat ili analiza sa drugačijim parametrima datog alata koja može da dovede do drugačijih rezultata. Na primer, može se koristiti drugačiji rešavač, ukoliko alat poseduje podršku za različite rešavače, može se smanjiti ograničenje za razmotavanje petlji ili podesiti drugačiji algoritam pretrage u okviru alata za simboličko izvršavanje. Dodatno, mogu se u opštem slučaju postaviti različita vremenska ograničenja, prvo koje je više i koje odgovara ocenjivanju kada ga vrši nastavnik, i drugo koje je niže i koje se koristi u interaktivnom odnosu sa studentom.

3.4. Funkcionalna ispravnost studentskih programa

Bez obzira da li su testovi automatski ili ručno generisani, testiranje ne može da garantuje funkcionalnu korektnost programa ili odsustvo grešaka u programu. Takođe, opisani pristupi za pronalaženje grešaka, iako značajno podižu nivo pouzdanosti u ispravnost studentskih rešenja, takode ne garantuju odsustvo grešaka. Ukoliko je potrebno obezbediti kvalitetnu i preciznu evaluaciju, onda je neophodno uključiti i tehnike koje mogu da procene i funkcionalnu korektnost koda.

Funkcionalna korektnost studentskih rešenja može se utvrditi korišćenjem tehnika regresione verifikacije softvera, tj. proveravanjem ekvivalentnosti studentskog rešenja sa nastavničkim rešenjem. Ove tehnike su nove, napredne, tehnički i implementaciono izazovne, tako da postoji mali broj javno dostupnih rešenja [70, 128]. Prva rešenja ove prirode u kontekstu automatske evaluacije studentskih radova, tj. rešenje za automatsku proveru *k*-ekvivalencije i rešenje za automatsku proveru parcijalne ekvivalencije korišćenjem neinterpretiranih funkcija [114], implementirana su korišćenjem alata LAV [61, 128], otvorenog su koda i javno dostupna [58].

Ponuđena rešenja su detaljno evaluirana na tri korpusa: (i) korpus studentskih rešenja koji je prikupljen tokom kolokvijuma i ispita na uvodnom kursu programiranja na Matematičkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, (ii) korpus učeničkih rešenja koja su predata u okviru različitih nivoa takmičenja iz programiranja za osnovne škole Republike Srbije, (iii) korpus odabranih rešenja poznatih algoritamskih problema. Prvi korpus je originalno sadržao 1277 rešenja za 15 različitih problema. Ovaj korpus je filtriran automatskim testiranjem i automatskim pronalaženjem grešaka i odbačena su sva rešenja u kojima su pronađeni propusti već testiranjem i u kojima su pronađene greške. Finalni korpus sadržao je 224 rešenja od 12 problema (4104 linija koda). Na sličan način filtriran je i drugi korpus, koji je originalno sadržao 629 rešenja, tako da je finalno sadržao 214 rešenja od 10 različitih problema (4857 linija koda). Treći korpus sadrži 159 rešenja koja odgovaraju 59 algoritamskih problema (2007 linija koda).

Evaluacija rešenja iz prva dva korpusa je pokazala da tehnike regresione verifikacije mogu efikasno da potvrde ekvivalentnost predatih rešenja sa nastavničkim rešenjem, kao i da pronađu nezanemarljiv broj rešenja, odnosno čak oko 10% rešenja, koja su prošla početne stepene evaluacije (testiranje i automatsko pronalaženje grešaka), i koja su svrstavana kao ispravna, iako u sebi sadrže netrivijalne greške i propuste. Detaljna analiza propusta koji su na ovaj način utvrđeni pokazala je da se greške javljaju usled korišćenja potpuno drugačije logike za rešavanje problema, pri čemu je ta logika validna u mnogim slučajevima, ali ne svim. Takođe, greške koje je regresiona verifikacija otkrila vezane su i za nepokrivene slučajeve upotrebe, pretpostavke o specifičnim odnosima ulaznih parametara, neinicijalizovane promenljive i neosnovane pretpostavke o opsezima varijabli [128]. Ove vrste grešaka je veoma teško predvideti i utvrditi testiranjem, tako da regresiona verifikacija otklanja opterećenje sastavljanja sveobuhvatnih testova i omogućava potpuno preciznu automatsku evaluaciju studentskih programa, otkrivajući skrivene greške i probleme kojih studenti i nastavnici nisu svesni. U kontekstu takmičenja, regresiona verifikacija pruža podršku otkrivanju pravih rešenja i nagrađivanju učenika koji to stvarno i zaslužuju. Evaluacija trećeg korpusa je pokazala širok domen upotrebe i primene ovih pristupa, kao i zadovoljavajuću efikasnost izvršavanja implementiranih rešenja.

3.5. Dodatni aspekti ocenjivanja i povratna informacija

Postoje i važni aspekti koje nije moguće ili je veoma teško testirati ili proceniti tehnikama verifikacije softvera, ali koje je važno uzeti u obzir prilikom precizne i kvalitetne evaluacije. Na primer, to uključuje stil kodiranja, dizajn programa, modualrnost, performanse i korišćen algoritam. Prema tome, neophodne su i druge tehnike za procene ovih aspekata kvaliteta studentskih rešenja [48, 88, 90, 117, 62]. Ove tehnike obično porede referentna rešenja (odnosno predefinisana, nastavnička rešenja) sa studentskim rešenjem. Da bi se proverila sličnost referentnog i studentskog rešenja, mogu se analizirati različiti parametri programa koji uključuju frekvencije ključnih reči, broj linija koda i broj promenljivih. Sofisticirani pristupi ocenjivanju

studentskih programa mere sličnost koja uključuje poređenje grafova kontrole toka [131, 90, 62]. Svi ovi pristupi koriste se najčešće komplementarno sa tehnikama verifikacije softvera.

Moderni pristupi evaluacije kvaliteta studentskog rešenja posebno naglašavaju važnost generisanja korisne povratne informacije [39, 47, 48, 67, 72, 82, 101]. Povratna informacija se obično generiše na osnovu palih test slučajeva ili se dobija od kolega sa kursa [35, 73, 80]. Neki pristupi koriste i referentnu implementaciju i modele koje sadrže potencijalne korekcije čestih grešaka koje studenti mogu da naprave i sa tim dodatnim informacijama su sposobni da generišu povratnu informaciju koja sugeriše moguće korekcije studentima koji predaju neispravna rešenja [107]. Povratna informacija se može generisati i računanjem sličnosti u ponašanju između dva programa [77]. U ovom slučaju, različite metrike se koriste da se izračuna sličnost sa predviđenim rešenjem i ta sličnost se koristi da se prati napredak studenta. Tehnike mašinskog učenja mogu da se koriste za sintaksičko klasifikovanje sličnih rešenja [91] ili za klasterovanje sličnih rešenja koristeći statičku i dinamičku analizu [39]. Povratnu informaciju onda generiše nastavnik, ali samo za grupe rešenja, ne za svako rešenje pojedinačno.

4. ZAKLJUČAK

Tehnike verifikacije softvera su izuzetno napredovale u prethodne dve decenije. Značaj verifikacije softvera je prepoznat i stoga je verifikacija softvera utkana u sve faze razvoja softvera. Softverska rešenja koja su danas prisutna na tržištu značajno su kvalitetnija u odnosu na rešenja od pre dvadeset godina. Dodatno, sama oblast primene tehnika verifikacije softvera izlazi iz okvira svojih prvobitnih namena.

U kontekstu učenja programiranja, testiranje upotrebom metoda crne kutije je dominantan pristup ocenjivanja i procene kvaliteta ponuđenog softverskog rešenja na programerskim ispitima, takmičenjima i olimpijadama. Testiranje omogućava nesubjektivan pristup ocenjivanju, kao i brzu i preciznu povratnu informaciju, što ga čini veoma pogodnim i za učenje na daljinu, gde je kontakt nastavnika i učenika minimalan ili, u okviru masovnih kurseva, gde čak često i ne postoji. Veliki broj platformi omogućava ovu vrstu usluge.

Testiranje ipak ima i značajan broj ograničenja zbog kojih je za precizno i pouzdano procenjivanje kvaliteta programa potrebno uključiti napredne tehnike verifikacije softvera. Korišćenjem alata zasnovanih na formalnim metodama, moguće je automatski otkriti greške koje su promakle testiranju i na taj način povećati nivo pouzdanosti u razmatrano rešenje i kvalitet povratne informacije. Najpreciznije informacije mogu se dobiti alatima koji automatizuju proveru semantičke ekvivalentnosti studentskog rešenja sa očekivanim rešenjem. Egzaktne metode formalne verifikacije softvera često se koriste zajedno sa neformalnim pristupma veštačke inteligencije koji omogućavaju procenu nefunkcionalnih karakteristika i kvaliteta ponuđenog rešenja.

Dalji razvoj tehnika verifikacije softvera treba da omogući još veću efikasnost u radu verifikacijskih alata, ali i jednostavnije korišćenje od strane korisnika koji nisu eksperti. U ne tako dalekoj budućnosti, očekuje se da će alati za verifikaciju softvera biti sverpisutni u njegovom razvoju, integrisani u razvojna okruženja, kao što je to danas već slučaj sa debagerima i profajlerima. Na polju evaluacije studentskih radova, primene verifikacije softvera treba da budu skoro neprimetne, a da se u isto vreme zadrži njihova puna funkcionalnost i informativnost njihovih rezultata.

Literatura

[1] Administrative Proceeding (File No. 3-15570). In the Matter of Knight Capital Americas LLC (Release No. 70694), 2013. https://www.sec.gov/litigation/admin/2013/34-70694.pdf.

[2] Wasif Afzal, Richard Torkar, and Robert Feldt. A systematic review of search-based testing for non-functional system properties. Information and Software Technology, 51(6):957-976, 2009.

[3] K. M. Ala-Mutka. A Survey of Automated Assessment Approaches for Programming Assignments. Computer Science Education, 15:83-102, 2005.

[4] I. Elaine Allen and Jeff Seaman. Learning on demand: Online education in the United Statesf. Technical report, The Sloan Consortium, 2010.

[5] Jose Bacelar Almeida, Maria Joao Frade, Jorge Sousa Pinto, and Simao Melo De Sousa. Rigorous software development: an introduction to program verification. Springer Science & Business Media, 2011.

[6] Torben Amtoft, Sruthi Bandhakavi, and Anindya Banerjee. A logic for information #ow in objectoriented programs. In POPL, pages 91-102. ACM, 2006.

[7] John Backes, Suzette Person, Neha Rungta, and Oksana Tkachuk. Regression verification using impact summaries. In SPIN'13, pages 99-116, 2013.

[8] Roberto Baldoni, Emilio Coppa, Daniele Cono D'elia, Camil Demetrescu, and Irene Finocchi. A Survey of Symbolic Execution Techniques. ACM Computing Surveys, 51(3), 2018.

[9] C. Barrett, R. Sebastiani, S. A. Seshia, and C. Tinelli. Satisfiability Modulo Theories. In Handbook of Satisfiability, volume 185, pages 825-885. IOS Press, 2009.

[10] Gilles Barthe, Benjamin Gregoire, Cesar Kunz, Yassine Lakhnech, and Santiago Zanella Beguelin. Automation in computer-aided cryptography: Proofs, attacks and designs. In CPP, pages 7-8, 2012.

[11] Inc. Beanbag. Review board, 2021. https://www.reviewboard.org/, retrieved September, 2021.

[12] B Beizer. Software testing techniques, volume 2nd ed. Int. Thomson Computer Press, 1990.

[13] Boris Beizer. Black-box testing: techniques for functional testing of software and systems. John Wiley & Sons, Inc., 1995.

[14] A. Bessey, K. Block, B. Chelf, A. Chou, B. Fulton, S. Hallem, C. Henri-Gros, A. Kamsky, S. McPeak, and D. Engler. A few billion lines of code later: using static analysis to find bugs in the real world. Communications of the ACM, 53(2):66-75, 2010.

[15] B. Blanchet, P. Cousot, R. Cousot, J. Feret, L. Mauborgne, A. Mine, D. Monniaux, and X. Rival. Design and Implementation of a Special-Purpose Static Program Analyzer for Safety-Critical RealTime Embedded Software, invited chapter. In T. Mogensen, D.A. Schmidt, and I.H. Sudborough, editors, The Essence of Computation: Complexity, Analysis, Transformation. Essays Dedicated to Neil D. Jones, volume 2566 of Lecture Notes in Computer Science (LNCS), pages 85-108. SpringerVerlag, 2002.

[16] R. Brummayer and A. Biere. Boolector: An Effcient SMT Solver for Bit-Vectors and Arrays. In Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems, volume 5505 of LNCS. Springer, 2009.

[17] Roberto Bruttomesso, Alessandro Cimatti, Anders Franzen, Alberto Griggio, and Roberto Sebastiani. The MathSAT 4 SMT Solver. In Computer Aided Verification, CAV, pages 299-303. Springer, 2008.

[18] C. Cadar, D. Dunbar, and D. Engler. KLEE: Unassisted and Automatic Generation of HighCoverage Tests for Complex Systems Programs. In OSDI, pages 209-224. USENIX, 2008.

[19] Brenda Cheang, Andy Kurnia, Andrew Lim, and Wee-Chong Oon. On Automated Grading of Programming Assignments in an Academic Institution. Computers and Education, 41(2):121-131, 2003.

[20] Clang. Clang-Tidy: a clang-based C++ linter tool. https://clang.llvm.org/extra/ clang-tidy/ ; accessed September, 2021.

[21] E. Clarke, D. Kroening, and F. Lerda. A Tool for Checking ANSI-C Programs. In TACAS, pages 168-176. Springer, 2004.

[22] E. M. Clarke. 25 Years of Model Checking - The Birth of Model Checking. Springer, 2008.

[23] Jason Cohen, Eric Brown, Brandon DuRette, and Steven Teleki. Best kept secrets of peer code review. Smart Bear Somerville, 2006.

[24] Lee Copeland. A practitioner's guide to software test design. Artech House, 2004.

[25] L. Cordeiro, B. Fischer, and J. Marques-Silva. SMT-Based Bounded Model Checking for Embedded ANSI-C Software. ASE, pages 137-148, 2009.

[26] Patrick Cousot and Radhia Cousot. Abstract Interpretation: A Unified Lattice Model for Static Analysis of Programs by Construction or Approximation of Fixpoints. In POPL. ACM, 1977.

[27] Leonardo De Moura and Nikolaj Bjfirner. Z3: An Effcient SMT Solver. In Theory and Practice of Software / Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems, TACAS/ETAPS, pages 337-340. Springer, 2008.

[28] S Desikan. Software testing: principles and practice. 2006.

[29] A. Deutsch. Static Verification of Dynamic Properties, 2003. White paper, PolySpace Technologies Inc.

[30] E.W. Dijkstra. Notes on structured programming. EUT report. WSK, Dept. of Mathematics and Computing Science. Technische Hogeschool Eindhoven, 2nd ed. edition, 1970.
[31] C. Douce, D. Livingstone, and J. Orwell. Automatic Test-based Assessment of Programming: A Review. Journal on Educational Resources in Computing, 5(3), 2005.
[32] Mark Dowson. The ariane 5 software failure. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 22(2):84, 1997.
[33] B. Dutertre and L. de Moura. The Yices SMT solver. Tool paper at http://yices.csl.sri.com/ tool-paper.pdf, 2006.
[34] Christopher C. Ellsworth, James B. Fenwick, Jr., and Barry L. Kurtz. The Quiver System. In SIGCSE. ACM, 2004.
[35] Peggy A. Ertmer, Jennifer C. Richardson, Brian Belland, Denise Camin, Patrick Connolly, Glen Coulthard, Kimfong Lei, and Christopher Mong. Using Peer Feedback to Enhance the Quality of Student Online Postings: An Exploratory Study. Journal of Computer-Mediated Communication, 12(2):412-433, 2007.
[36] Dennis Felsing, Sarah Grebing, Vladimir Klebanov, Philipp R#ummer, and Mattias Ulbrich. Automating regression verification. In ASE, pages 349-360. ACM, 2014.
[37] GeeksforGeeks. A CS portal for geeks, 2019. https://www.geeksforgeeks.org/.
[38] Gerrit. Gerrit code review, 2021. https://www.gerritcodereview.com/, retrieved September, 2021.
[39] Elena L. Glassman, Jeremy Scott, Rishabh Singh, Philip J. Guo, and Robert C. Miller. Overcode: Visualizing variation in student solutions to programming problems at scale. Comput.-Hum. Interact., 22(2), 2015.
[40] Patrice Godefroid, Nils Klarlund, and Koushik Sen. DART: Directed Automated Random Testing. In Proc. of the 2005 ACM SIGPLAN conference on Programming Language Design and Implementation (PLDI), pages 213-223. ACM, 2005.
[41] Patrice Godefroid, Michael Y. Levin, and David Molnar. Sage: Whitebox fuzzing for security testing. Queue, 10(1):20:20-20:27, 2012.
[42] Patrice Godefroid, Michael Y. Levin, and David A. Molnar. SAGE: Whitebox Fuzzing for Security Testing. ACM Queue, 10(1):20, 2012.
[43] B. Godlin. Regression verification: Theoretical and implementation aspects, 2008. Master's Thesis, Technion, Israel Institute of Technology.
[44] Benny Godlin and Ofer Strichman. Regression verification. In Proceedings of the 46th Annual Design Automation Conference, DAC '09, pages 466-471, New York, NY, USA, 2009. ACM.
[45] Benny Godlin and Ofer Strichman. Regression verification: proving the equivalence of similar programs. Softw. Test., Verif. Reliab., 23(3):241-258, 2013.
[46] Seena Gressin. The equifax data breach: What to do. Federal Trade Commission, 8, 2017.
[47] Foteini Grivokostopoulou, Isidoros Perikos, and Ioannis Hatzilygeroudis. An educational system for learning search algorithms and automatically assessing student performance. International Journal of Artificial Intelligence in Education, (1):207-240, 2017.
[48] Sumit Gulwani, Ivan Radiček, and Florian Zuleger. Feedback generation for performance problems in introductory programming assignments. In FSE, pages 41-51. ACM, 2014.
[49] HackerRank. For devs, companies and schools., 2019. https://www.hackerrank.com.
[50] C. A. R. Hoare. An axiomatic basis for computer programming. Commun. ACM, 12(10), 1969.
[51] Liang Huang and Mike Holcombe. Empirical investigation towards the effectiveness of Test First programming. Information and Software Technology, 51(1):182-194, 2009.
[52] Shi-Yu Huang and Kwant-Ting Cheng. Formal equivalence checking and design debugging. Kluwer, 1998.
[53] Thomas Huckle and Tobias Neckel. Bits and Bugs: A Scientific and Historical Review of Software Failures in Computational Science. Society for Industrial and Applied Mathematics, USA, 2019.
[54] P. Ihantola, T. Ahoniemi, V. Karavirta, and O. Seppala. Review of Recent Systems for Automatic Assessment of Programming Assignments. In Koli Calling, pages 86-93. ACM, 2010.
[55] Petri Ihantola. Creating and Visualizing Test Data From Programming Exercises. Informatics in education, 6(1):81-102, 2007.
[56] Phacility Inc. Phabricator: Discuss. plan. code. review. Test., 2021. https://www.phacility.com/phabricator/, retrieved September 15, 2021.
[57] Milena Vujošević Janičić, Ognjen Plavšić, Mirko Brkušanin, and Petar Jovanović. AutoCheck: A Tool For Checking Compliance With Automotive Coding Standards. In 2021 Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC), pages 150-155. IEEE, 2021.
[58] Milena Vujošević Janičić. LAV, 2009 -. http://argo.matf.bg.ac.rs/?content=lav.
[59] Milena Vujošević Janičić. Automated generation and checking of verification conditions, 2013. PhD dissertation, Faculty of Mathematics, University of Belgrade.

[60] Milena Vujošević Janičić. Regression verification by system LAV. InfoM - Journal of Information Technology and Multimedia Systems, 49, 2014.
[61] Milena Vujošević Janičić. System LAV and Automated Evaluation of Students' Programs. In Next Generation Static Software Analysis Tools (Dagstuhl 14352), volume 4, pages 121-122. 2014.
[62] Milena Vujošević Janičić, Mladen Nikolić, Dušan Tošić, and Viktor Kuncak. Software verification and graph similarity for automated evaluation of students' assignments. Inf. and Soft. Tech., 55(6), 2013.
[63] Milena Vujošević Janičić. Extending clang for checking compliance with automotive coding standards. Syrmia, https://llvm.org/devmtg/2020-09/program/ ; accessed September, 2021.
[64] QualiTest Group jointly with Google Consumer Surveys. Survey: 88% of app users will abandon apps based on bugs and glitches, 2017. https://www.qualitestgroup.com/resources/news-item/survey-88-app-users-will-abandon-apps-based-bugs-glitches/.
[65] Paul C Jorgensen. Software testing: a craftsman's approach. Auerbach Publications, 2013.
[66] Garvit Juniwal, Alexandre Donze, Jeff C. Jensen, and Sanjit A. Seshia. Cpsgrader: Synthesizing temporal logic testers for auto-grading an embedded systems laboratory. In EMSOFT, 2014.
[67] Petros Kefalas and Ioanna Stamatopoulou. Using screencasts to enhance coding skills: The case of logic programming. Comput. Sci. Inf. Syst., 15(3):775-798, 2018.
[68] J. C. King. Symbolic Execution and Program Testing. Commun. ACM, 19(7), 1976.
[69] George Klees, Andrew Ruef, Benji Cooper, Shiyi Wei, and Michael Hicks. Evaluating fuzz testing. In Proceedings of the 2018 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, pages 2123-2138, 2018.
[70] Cynthia Kop and Naoki Nishida. Automatic constrained rewriting induction towards verifying procedural programs. In Programming Languages and Systems, volume 8858 of LNCS. Springer, 2014.
[71] Bogdan Korel and Ali M Al-Yami. Automated regression test generation. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 23(2):143-152, 1998.
[72] Stephan Krusche and Andreas Seitz. Artemis: An automatic assessment management system forinteractive learning. In Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE '18, pages 284-289. ACM, 2018.
[73] Chinmay Kulkarni, Koh Pang Wei, Huy Le, Daniel Chia, Kathryn Papadopoulos, Justin Cheng, Daphne Koller, and Scott R. Klemmer. Peer and self assessment in massive online classes. Comput.Hum. Interact., 20(6), 2013.
[74] Janusz Laski and William Stanley. Software Verification and Analysis: An Integrated, Hands-On Approach. Springer, 1 edition, 2009.
[75] C. Lattner and V. Adve. The LLVM Instruction Set and Compilation Strategy, 2002.
[76] Nancy G Leveson and Clark S Turner. An investigation of the therac-25 accidents. Computer,26(7):18-41, 1993.
[77] Sihan Li, Xusheng Xiao, Blake Bassett, Tao Xie, and Nikolai Tillmann. Measuring code behavioral similarity for programming and software engineering education. In ICSE, 2016.
[78] Qualuty Logic. The software bug that destroyed a brand, 2017. https://www.qualitylogic.com/2018/06/15/software-bug-brand-reputation/.
[79] PS Loo and WK Tsai. Random testing revisited. Information and Software Technology, 30(7):402417, 1988.
[80] Andrew Luxton-Reilly, Simon, Ibrahim Albluwi, Brett A. Becker, Michail Giannakos, Amruth N. Kumar, Linda Ott, James Paterson, Michael James Scott, Judy Sheard, and Claudia Szabo. Introductory programming: A systematic literature review. In Proceedings Companion of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education , ITiCSE 2018, pages 55-106. ACM, 2018.
[81] Amit Kumar Mandal, Chittaranjan A. Mandal, and Chris Reade. A System for Automatic Evaluation of C Programs: Features and Interfaces. IJ. of Web-Based Learning and Teaching Technologies, 2(4), 2007.
[82] V. J. Marin, T. Pereira, S. Sridharan, and C. R. Rivero. Automated personalized feedback in introductory java programming moocs. In 2017 IEEE 33rd International Conference on Data Engineering (ICDE), pages 1259-1270, 2017.
[83] F. Merz, S. Falke, and C. Sinz. LLBMC: Bounded Model Checking of C and C++ Programs Using a Compiler IR. In VSTTE, LNCS, pages 146-161. Springer, 2012.
[84] Mathias Meyer. Continuous integration and its tools. IEEE software, 31(3):14-16, 2014.
[85] Miguel A. Revilla. Uva online judge., 1995-2021. https://uva.onlinejudge.org/.
[86] Mike Mirzayanov. Codeforces, 2010 - 2021. http://codeforces.com/.
[87] Barton P. Miller, Louis Fredriksen, and Bryan So. An Empirical Study of the Reliability of UNIX Utilities. Commun. ACM, 33(12), 1990.

[88] Joseph Bahman Moghadam, Rohan Roy Choudhury, HeZheng Yin, and Armando Fox. Autostyle: Toward coding style feedback at scale. In ACM Conference on Learning @ Scale, L@S, pages 261-266. ACM, 2015.
[89] Glenford J. Myers, Corey Sandler, and Tom Badgett. The Art of Software Testing. Wiley Publishing, 3rd edition, 2011.
[90] K. A. Naude, J. H. Greyling, and D. Vogts. Marking Student Programs Using Graph Similarity. Computers and Education, 54(2):545-561, 2010.
[91] Andy Nguyen, Christopher Piech, Jonathan Huang, and Leonidas Guibas. Codewebs: Scalable homework search for massive open online programming courses. In WWW, pages 491-502. ACM, 2014.
[92] Flemming Nielson, Hanne R Nielson, and Chris Hankin. Principles of program analysis. Springer Science & Business Media, 2004.
[93] Tobias Nipkow. Teaching Semantics with a Proof Assistant: No More LSD Trip Proofs. In VMCAI, pages 24-38, 2012.
[94] United States. Congress House. Committee on Science Subcommittee on Technology. The Love Bug Virus: Protecting Lovesick Computers from Malicious Attack. Number 4 in One Hundred Sixth Congress, Second Session. U.S. Government Printing Offce, 2000.
[95] L. Pappano. The year of the MOOC, 2012.
[96] Arnold Pears, Stephen Seidman, Lauri Malmi, Linda Mannila, Elizabeth Adams, Jens Bennedsen, Marie Devlin, and James Paterson. A Survey of Literature on the Teaching of Intr. Prog. In WG reports on ITiCSE. ACM, 2007.
[97] Vreda Pieterse. Automated assessment of programming assignments. In CSERC, 2013.
[98] Hendrik Post and Carsten Sinz. Proving functional equivalence of two AES implementations using bounded model checking. In ICST, pages 31-40, 2009.
[99] Steven Rakitin. Software verification and validation for practitioners and managers. Artech, 2001.
[100] Xavier Rival and Kwangkeun Yi. Introduction to Static Analysis: An Abstract Interpretation Perspective. Mit Press, 2020.
[101] K. Rivers and K. Koedinger. Automating hint generation with solution space path construction. In 12th Intl. Conf. on Intelligent Tutoring Systems, 2014.
[102] Rocael Hernandez Rizzardini, Francisco J. Garcia-Penalvo, and Carlos Delgado Kloos. Massive open online courses: Combining methodologies and architecture for a success learning. JUCS, 21(5):636-637, 2015.
[103] Nayan B. Ruparelia. Software development lifecycle models. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 35(3):8-13, 2010.
[104] Christoph Scheben and Peter H. Schmitt. Effcient self-composition for weakest precondition calculi. In FM 2014: Formal Methods, volume 8442 of LNCS, pages 579-594. Springer, 2014.
[105] Koushik Sen, Darko Marinov, and Gul Agha. CUTE: A Concolic Unit Testing Engine for C. In ESEC/FSE, pages 263-272. ACM, 2005.
[106] Mojtaba Shahin, Muhammad Ali Babar, and Liming Zhu. Continuous integration, delivery and deployment: a systematic review on approaches, tools, challenges and practices. IEEE Access, 5:3909-3943, 2017.
[107] Rishabh Singh, Sumit Gulwani, and Armando Solar-Lezama. Automated feedback generation for introductory programming assignments. In PLDI, pages 15-26. ACM, 2013.
[108] Mirko Spasić and Milena Vujošević Janičić. Verification supported refactoring of embedded SQL. Software Quality Journal, pages 1-37, 2020.
[109] Mirko Spasić and Milena Vujošević Janičić. First steps towards proving functional equivalence of embedded SQL. In Types for Proofs and Programs (TYPES), pages 78-79. Univ. Minho, 2018.
[110] Sphere Research Labs. Sphere Online Judge (SPOJ), 2019. http://www.spoj.com/.
[111] Statista Research Department. Percentage of mobile apps that have been used only once from 2010 to 2019, 2021. https://www.statista.com/statistics/271628/percentage-of-apps-used-once-in-the-us/.
[112] Marian Stoica, Marinela Mircea, and Bogdan Ghilic-Micu. Software development: Agile vs. traditional. Informatica Economica, 17(4), 2013.
[113] Sean Stolberg. Enabling agile testing through continuous integration. In 2009 agile conference, pages 369-374. IEEE, 2009.
[114] O. Strichman and B. Godlin. Regression verification - a practical way to verify programs. In VSTTE, volume 4171 of LNCS, pages 496-501. Springer, 2005.
[115] Ofer Strichman. Special issue: program equivalence. Formal Methods in System Design, 52(3):227228, Jun 2018.
[116] Vytautas Stuikys, Renata Burbaite, and Robertas Damasevicius. Teaching of computer science topics using meta-programming-based glos and LEGO robots. Informatics in Education, 12(1):125142, 2013.

[117] Ahmad Taherkhani, Ari Korhonen, and Lauri Malmi. Automatic recognition of students' sorting algorithm implementations in a data structures and algorithms course. In Koli Calling. ACM, 2012.
[118] David Talby, Arie Keren, Orit Hazzan, and Yael Dubinsky. Agile software testing in a large-scale project. IEEE software, 23(4):30-37, 2006.
[119] G. Tassey. The Economic Impacts of Inadequate Infrastructure For Software Testing. Technical report, National Institute of Standards and Technology, 2002.
[120] N. Tillmann and J. Halleux. Pex - White Box Test Generation for .NET . In TAP, volume 4966 of LNCS, pages 134-153. Springer, 2008.
[121] Topcoder. Topcoder, 2001-2021. https://www.topcoder.com/.
[122] Alan Mathison Turing. On computable numbers, with an application to the entscheidungsproblem. Proceedings of the London mathematical society, 2(1):230-265, 1936.
[123] Jose A. Ruiperez Valiente, Pedro J. Munoz Merino, Hector J. Pijeira Diaz, Javier Santofimia Ruiz, and Carlos Delgado Kloos. Evaluation of a learning analytics application for open edX platform. Comput. Sci. Inf. Syst., 14(1):51-73, 2017.
[124] Sven Verdoolaege, Martin Palkovic, Maurice Bruynooghe, Gerda Janssens, and Francky Catthoor. Experience with widening based equiv. checking in realistic multimedia systems. J. Elec. Testing, 26(2), 2010.
[125] Willem Visser, Klaus Havelund, Guillaume Brat, Seungjoon Park, and Flavio Lerda. Model checking programs. Automated Software Eng., 10(2):203-232, 2003.
[126] Milena Vujošević Janičić. Concurrent Bug Finding Based on Bounded Model Checking. International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, 30(05):669-694, 2020.
[127] Milena Vujošević Janičić and Viktor Kuncak. Development and Evaluation of LAV: An SMT-Based Error Finding Platform. In VSTTE, LNCS, pages 98-113. Springer, 2012.
[128] Milena Vujošević Janičić and Filip Marić. Regression verification for automated evaluation of students programs. Computer Science and Information Systems, 17(1):205-228, 2020.
[129] Milena Vujošević Janičić and Dušan Tošić. The Role of Programming Paradigms in the First Programming Courses. The Teaching of Mathematics, XI(2):63-83, 2008.
[130] Branislava živković and Milena Vujošević Janičić. Parallelization of Software Verification Tool LAV. In Types for Proofs and Programs (TYPES), pages 103-104. Eotvos Lorand University, 2017.
[131] T. Wang, X. Su, Y. Wang, and P. Ma. Semantic similarity-based grading of student programs. Information and Software Technology, 49(2):99-107, 2007.
[132] Yannick Welsch and Arnd Poetzsch-Heffter. A fully abstract trace-based semantics for reasoning about backward compatibility of class libraries. Sci. Comput. Program., 92:129-161, 2014.
[133] Michael Zhivich and Robert K Cunningham. The real cost of software errors. IEEE Security & Privacy, 7(2):87-90, 2009.

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

POREĐENJE EFIKASNOSTI DVA ALGORITMA ZA OČUVANJE ŽIVOTNOG VIJEKA WBAN MREŽE INSPIRISANA PONAŠANJEM JEDINKI DVIJE VRSTE IZ REDA HYMENOPTERA

Goran Đukanović[1], Goran Popović[2]
[1]*Panevropski univerzitet "Apeiron" Banja Luka, goran.z.djukanovic@apeiron-edu.eu*
[2]*Internacionalni univerzitet Travnik, popovic.goran@yandex.com*

***Abstract**: U ovom radu autori prezentuju dio svog istraživanja iz oblasti WBAN mreža (Wireless Body Area Networks). Fokus u radu se stavlja na mreže koje se sastoje iz bežičnih senzora raspoređenih na tijelu pacijenta koje su specifične u tome što svaki od senzora izvršava različita mjerenja pa se otkazivanje bilo kog od njih ne može nadomjestiti preuzimanjem uloge od strane susjednih senzora. Primjer ovakve mreže je WBAN namijenjen za detekciju simptoma Corona virusa. U ovakvim mrežama se životni vijek mjeri od početka rada mreže do isključivanja prvog senzora u mreži. Zbog toga je potrebno koristiti algoritme za rutiranje podataka koji će omogućiti što uravnoteženiju potrošnju energije u mreži. Ovdje poredimo dva algoritma inspirisana ponašanjem jedinki dvije vrste iz reda hymenoptera, mravi i pčela. Autori su modifikovali dva poznata algoritma kako bi ih prilagodili specifičnostima WBAN mreža.*

***Keywords**: ABO, ACO, Hymenoptera, WBAN, WSN*

1. UVOD

Bežične senzorske mreže WSN (*Wireless Sensor Networks*) su jedan od najvažnijih segmenata sveopšteg umrežavanja do koga će doći u toku ove decenije zahvaljujući razvoju IoT tehnologija (*Internet of Things*), 5G mreža i koncepta pametnih gradova. WSN predstavljaju skup senzora koji vrše različita očitavanja na području od interesa a potom prikupljene podatke dostavljaju na mjesto gdje će se vršiti njihova dalja obrada i analiza. Razmjena podataka vrši se bežičnim putem korišćenjem neke od tehnologija kratkog dometa i male potrošnje (WiFi, Zeeg Bee, Bluetooth...) pošto bi međusobno umrežavanje senzora žičanim putem predstavljalo skupo, sporo i neefikasno rješenje a često i neizvodivo na terenu. Senzorski čvorovi se napajaju iz ugrađenih baterija ograničenog kapaciteta čiju zamjenu ili dopunu uglavnom nije moguće izvršiti iz raznih razloga. Zbog toga je potrebno, jednom instalisanu mrežu, što duže održati u aktivnom stanju tj. produžiti njen životni vijek koliko je to moguće, smanjujući potrošnju energije u mreži. Senzori troše energiju na očitavanje podataka, njihovu obradu i komunikaciju sa okruženjem. Daleko najveći dio energije se troši prilikom komunikacije. Potrošnja energije raste sa kvadratom udaljenosti između predajnika i prijemnika. Stoga je u ovom domenu potrebno ostvariti i željene uštede. U tu svrhu razvijen je veliki broj algoritama koji se zasnivaju na različitim principima [1-3].

U ovom radu bavimo se posebnom vrstom WSN mreža poznatoj pod nazivima WBAN (Wireless Body Area Networks) ili WBSN (Wireless Body Sensor Networks) [4]. Radi se o mrežama koje

se sastoje iz senzora postavljenih na tijelo pacijenta nad kojim se vrši medicinski nadzor. Senzori vrše očitavanja određenih medicinskih parametara (tjelesna temperatura, krvni pritisak, glukoza, znojenje, puls...) a potom ove podatke dostavljaju na mjesto gdje se oni analiziraju i na osnovu toga se kreira izvještaj o zdravstvenom stanju pacijenta. Ova analiza može se vršiti kod samog pacijenta u odgovarajućem uređaju ili na udaljenom mjestu gdje se vrši nadzor nad njegovim zdravstvenim stanjem.

WBAN mreže imaju nekoliko značajnih specifičnosti u odnosu na tradicionalne WSN:

- senzorsko polje zauzima malu površinu koja je ograničena tijelom pacijenta.
- broj senzora je relativno mali u odnosu na tradicionalne WSN.
- odredište (sink, kontoler) podataka može biti unutar mreže ili na udaljenoj lokaciji.
- otkazivanje bilo kog od senzora ne može se nadomjestiti preuzimanjem od susjednih čvorova

Poslednja od nabrojanih specifičnosti predstavlja razlog da se životni vijek mreže ne računa kao vrijeme do otkazivanja svih ili većeg broja senzora u mreži već kao vrijeme do otkaza prvog senzora u mreži. Nakon toga se mreža više ne može smatrati u potpunosti funkcionalnom. U tom cilju potrebno je rutiranje u mreži izvršiti na način da se potrošnja energije uravnoteži u najvećoj mjeri kako se ne bi desilo da neki od čvorova energiju potroše veoma brzo a neki drugi ostanu aktivni dugo nakon toga.

U tu svrhu testirali smo dva algoritma inspirisana ponašanjem dvije vrste jedinki iz reda hymenoptera. Prvi algoritam koristi neke od elemenata ponašanja kolonije mrava. Ovaj algoritam je u literaturi poznat kao ACO (Ant Colony Optimization) [5]. Spada u metaheurističke metode za rješavanje kombinatornih optimizacionih problema [6]. Vrše se djelimične pretrage kako bi se dobila dovoljno dobra rješenja u slučajevima nedovoljne ili nesavršene informacije ili ograničene računarske snage. Ne garantuje se globalno optimalno rješenje pošto se uzima samo uzorak od svih mogućih ishoda. Adaptacija ACO algoritma za primjene u WSN oponaša razmjenu feromona između jedinki tokom potrage za hranom [7,8]. Mravi predstavljaju pakete podataka koji se prenose do odredišta (bazne stanice) a feromon je podatak koji sadrži informacije neophodne za izbor optimalne putanje između čvorova. Po principu pozitivne povratne sprege, kroz iteracije u neograničenom broju ciklusa, putanje između čvorova koje imaju veću gustinu feromona imaju veću vjerovatnoću da budu izabrane u svakoj od iteracija. Drugi algoritam poznat je kao ABC (Artificial Bee Colony) oponaša ponašanje pčela prilikom traganja za izvorom hrane tj. nektarom a potom dijeljenja informacije sa ostalim jedinkama u gnijezdu [9]. Pozicija izvora hrane predstavlja moguće rješenje problema. Količina nektara izvora hrane odgovara fitness-u, tj. kvalitetu izvora.

2. ACO I ABC ALGORITMI MODIFIKOVANI ZA PRIMJENU U WBAN

Insekti iz reda Hymenoptera su dostigli najviši stepen u ponašanju insekata- organizovanje socijalnih društava [10]. Djelovanje jedinki koje nije sebično nego za cilj ima dobrobit čitave zajednice predstavlja idealan, prirodno stvoren model na kome je moguće bazirati algoritme za rutiranje podataka u bežičnim senzorskim mrežama. Senzorski čvorovi se pri tome ponašaju kao jedinke koje bi, kada bi se ponašale sebično, rutiranje podataka vršile na način kojim će osigurati što duži sopstveni životni vijek. Oponašanjem socijalnih insekata, ponašanje svakog od čvorova je uslovljeno opštom dobrobiti tj. produženjem životnog vijeka čitave mreže. U ovom radu smo

iskoristili dva tipična predstavnika reda, mrave i pčele, čije je socijalno ponašanje prilikom potrage za hranom bila inspiracija za nastanak algoritama ACO i ABC.

ACO algoritam oponaša razmjenu feromona između mravi prilikom potrage za hranom [11]. Prilikom povratka sa mjesta izvora hrane mravi luče hemijsku supstancu koja se naziva feromon. Što više mravi prođe određenom putanjom količina izlučenog feromona će biti veća pa će biti veća i vjerovatnoća da naredni mravi koji kreću u potragu za hranom koriste istu putanju. Radi se dakle o nekoj vrsti kolektivne inteligencije. U primjeni na WBAN, mravi predstavljaju pakete podataka koji se prenose od svakog senzorskog čvora do sinka a feromon je podatak koji sadrži informacije neophodne za izbor optimalne putanje između čvorova. Po principu pozitivne povratne sprege, kroz iteracije u neograničenom broju ciklusa, putanje između čvorova koje imaju veću gustinu feromona imaju veću vjerovatnoću da budu izabrane u svakoj od iteracija. Mrave tj. pakete podataka, označavamo sa k. Svaki mrav autonomno pronalazi optimalnu putanju do odredišta. Podaci se mogu slati kontinuirano, kao reakcija na neki događaj ili u određenim, unaprijed definisanim intervalima, zavisno od primjene. U ovom radu smo prilagodili algoritam tako da se podaci šalju u regularnim intervalima tj. u iteracijama kroz potreban broj ciklusa. Na taj način smo omogućili poređenje algoritama koje u izvornoj formi nije moguće uporediti. Iteracija počinje kada svi (ili određen unaprijed definisan procenat senzorskih čvorova) u istom trenutku započnu sa slanjem poruka a završava se kada se i poslednji mrav vrati u čvor u kome je iniciran. Prilikom kretanja od ishodišnog čvora ka zajedničkoj destinaciji, svaki od mravi vodi sopstvenu listu čvorova koje je posjetio Mk. Na ovaj način se osigurava da u daljem rutiranju mrav neće ponovo proći kroz senzorski čvor koji je već posjetio u tekućoj iteraciji. Ovu listu svaki mrav nosi sa sobom i ona se briše na kraju svake iteracije.

Kada se mrav k nađe u bilo kom čvoru r, potrebno je da ovaj čvor izvrši računanje slijedećeg koraka tj. da odredi senzorski čvor prema kome će proslijediti ovu poruku. U obzir dolaze samo „susjedni čvorovi“ gdje se pojam susjednosti može definisati uz pomoć različitih kriterijuma. Slijedeći korak se određuje u skladu sa vjerovatnoćom:

$$P_k(r,s) = \begin{cases} \frac{[T(r,s)]^{\mu}[\delta(s)]^{\vartheta}}{\sum_{s \notin M_k}[T(r,s)]^{\mu}[\delta(s)]^{\vartheta}}, s \notin M_k \\ o, else \end{cases} \quad (1)$$

gdje je Pk(r,s) vjerovatnoća da će se mrav k u narednom koraku uputiti od čvora r ka čvoru s. T je tabela rutiranja u svakom čvoru, u kojoj se čuvaju podaci o količini feromona za svaku od mogućih putanja (r,s) od čvora r do odgovarajućeg susjednog čvora s. Heuristička informacija koja se često naziva i tablica vidljivosti označena je sa δ i dobija se iz izraza:

$$\delta_{rs} = \frac{E_s}{\sum_{n \in Ni} E_n} \quad (2)$$

gdje je Es trenutna rezidualna energija čvora s, a suma u nazivniku je ukupna energija skupa susjednih čvorova. Uz pomoć težinskih parametara μ i υ podešava se relativni uticaj feromona u odnosu na vidljivost, pošto je vjerovatnoća izbora putanje kompromis između količine feromona i vrijednosti heurističke energije.

U primjeni ACO algoritma na WSN u prvoj iteraciji se uzima da su svi elementi tabele T recipročne vrijednosti udaljenosti od čvora r do čvora s, Trs=1/drs , pa najkraće putanje imaju najveću gustinu feromona, u svim ostalim iteracijama tabela se ažurira prema izrazu:

$$T_k(r,s) = (1-\rho)T_k(r,s) + \Delta T_k \quad (3)$$

Gdje je (1-ρ) koeficijent koji predstavlja uticaj isparavanja feromona u prethodnoj iteraciji i uvodi se u formulu kako bi se izbjeglo nepotrebno gomilanje feromona na putanjama koje se biraju sa malim vjerovatnoćama, a ΔTk je količina feromona koju mrav k izluči na putanji između čvorova r i s.

Nakon što se mrav k (povratna poruka iz bazne stanice) vrati u čvor u kome je kreiran, njegova misija je završena kao i jedan ciklus za ovaj ishodišni čvor. Kada se svi mravi vrate u svoje odredište mreža je spremna za novu iteraciju. Nakon nekoliko iteracija, svaki od čvorova će pronaći susjedni čvor koji je najbolji za dalje upućivanje poruke i na izabranim trasama vremenom će prolaziti sve više mravi koji će lučiti sve više feromona. Pošto se teži izboru najkraćih putanja, na dužim putanjama će količina izlučenog feromona biti značajno manja pa će vjerovatnoća njihovog izbora biti srazmjerno mala. Putanje koje su izabrane na ovaj način nisu globalno optimalne a vremenom će se potrošnja energije senzorskih čvorova koji se nalaze na ovim putanjama povećavati neuravnoteženo u odnosu na ostale čvorove, sve dok se ti senzori potpuno ne isključe. Zbog toga je potrebno pažljivo izabrati način za ažuriranje feromona na putanjama i težiti što boljem kompromisu između potrošnje energije i količine feromona.

Količina izlučenog feromona zavisi od dužine puta koju je prešao mrav tokom direktne putanje. Na taj način mravi pretražuju moguća rješenja. Količina feromona izračunava se prema jednačini:

$$\Delta T_k = \frac{1}{N - Fd_k} \quad (4)$$

Svaki put kad povratni mrav stigne u neki čvor r, ažurira se tabela usmjeravanja. Tokom povratka mrava, količina feromona na postojećim putanjama između čvorova isparava, pa je pri svakom dolasku povratnog mrava u čvor potrebno ažurirati stanje, oduzeti količinu feromona koja je u međuvremenu isparila i dodati novu ostavljenu količinu feromona koju ostavlja povratni mrav.

ABC algoritam oponaša koloniju pčela prilikom potrage za hranom. Kolonija vještačkih pčela se sastoji iz tri grupe pčela koje imaju različite uloge: radnici, posmatrači i izviđači. Polovina od svih članova kolonije u svakom trenutku ima ulogu radnika (employed) a polovina ulogu posmatrača (onlookers). Na svaki od izvora hrane postoji jedna pčela radnik tj. broj izvora hrane je jednak broju radnika. Radnik čiji izvor hrane se odbacuje kao opcija postaje izviđač. Svaka od pozicija hrane predstavlja jedno od mogućih rješenja optimizacionog problema. Količina nektara u svakom od izvora hrane predstavlja kvalitet (fitness) tog rješenja. Posmatrač posmatra dešavanja na plesnom podijumu kako bi donio odluku o izboru izvora hrane, radnik odlazi do izvora hrane koje je posjetio ranije, izviđač izvršava slučajno pretraživanje. Svaki od čvorova WBAN predstavlja mogući izvor hrane pa je broj čvorova u mreži jednak broju izvora hrane tj. broju rješenja problema [12]. Problem se dakle svodi na određivanje narednog hopa prilikom prosljeđivanja poruke od senzora do sinka. Svako rješenje je u stvari D-dimenzionalni vektor gdje je D broj optimizacionih parametara. Nakon inicijalne raspodjele čvorova u polju radnici počinju pretraživati susjedne izvore hrane poredeći njihovu količinu nektara. Ako nova lokacija ima više nektara od originalne, pčela pamti novu lokaciju a zaboravlja originalnu. Pozicija novog kandidata se predstavlja izrazom:

$$v_{i,j} = x_{i,j} + \varphi_{i,j}\left(x_{i,j} - x_{k,j}\right) \quad (5)$$

Gdje indeksi $i, k \in \{1,2, \dots, SN\}$ odgovaraju pozicijama izvora hrane (čvorova u mreži) a indeks $j \in \{1,2, \dots, D\}$ odgovarajućem optimizacionom parametru po kom se vrši pretraživanje. Indeksi k i j se slučajno biraju ali mora biti k≠i. $\varphi_{i,j}$ je slučajni broj koji se bira iz skupa [-1,1]. Nakon što pčela radnik završi proces pretraživanja ona kroz ples dijeli informaciju o nektaru sa posmatračima na plesnom podijumu. Posmatrači biraju izvor hrane na osnovu vjerovatnoće pi povezane sa tim izvorom koja se računa uz pomoć izraza:

$$p_i = \frac{fit_i}{\sum_{j=1}^{SN} fitj} \tag{6}$$

Gdje je fit_i kvalitet (fitness) rješenja i procijenjen od strane njegovog radnika. Kada se izabere izvor nektara, posmatrač koristi izraz (6) za traženje nove pozicije. Kada se pojavi pozicija sa većom količinom nektara prethodna se odbacuje a pamti se nova.

U skladu sa postavljenim problemom autori predlažu izbor fitness funkcije koja će na najbolji način uobziriti specifičnosti WBAN mreže. Čvorovi isporučuju prikupljene podatke periodično u smjeru ka sinku. U svakoj rundi se svaka od putanja bira u skladu sa datim optimizacionim kriterijumima. Izbor putanje se svodi na izbor slijedećeg čvora kao releja preko koga će se podaci proslijediti ka sinku. Na taj način se čitava putanja od ishodišnog čvora do sinka formira iz dva koraka: od ishodišnog čvora do relejnog čvora i od relejnog čvora do sinka. Dakle svi kandidati za relejni čvor su potencijalni izvori hrane za koju je potrebno izračunati fitness funkciju. Fitness funkcija koju predlažemo uobziruje sljedeće elemente:

1. **Preostala energija kandidata za relejni čvor**. Relejni čvor treba da ima dovoljno energije da izvrši svoju funkciju. Ako bi se putanja uspostavila preko čvora čija energija je gotovo iscrpljena on bi se mogao ugasiti čime bi mreža prestala biti u potpunosti funkcionalna.
2. **Udaljenost kandidata za relejni čvor od sinka.** Potrošnja energije predajnika se povećava sa kvadratom udaljenosti do prijemnika. To znači da će kandidat koji je udaljeniji od sinka trošiti značajno veću energiju za prosljeđivanje poruke.
3. **Udaljenost od ishodišnog čvora do kandidata za relejni čvor.** Čvor koji šalje podatke mora da vodi računa i o sopstvenoj energiji. Ovaj parametar preferira izbor relejnog čvora koji je bliži ishodišnom čvoru ne uzimajući u obzir preostalu energiju kandidata za relejni čvor niti njegovu udaljenost od sinka.

Uzimajući u obzir gore nevedene kriterijume predlažemo strukturu (C,F) gdje je C skup kandidata za relejni čvor a F je funkcija kojom dodijeljujemo fitness vrijednost svakom od kandidata I računamo je prema izrazu:

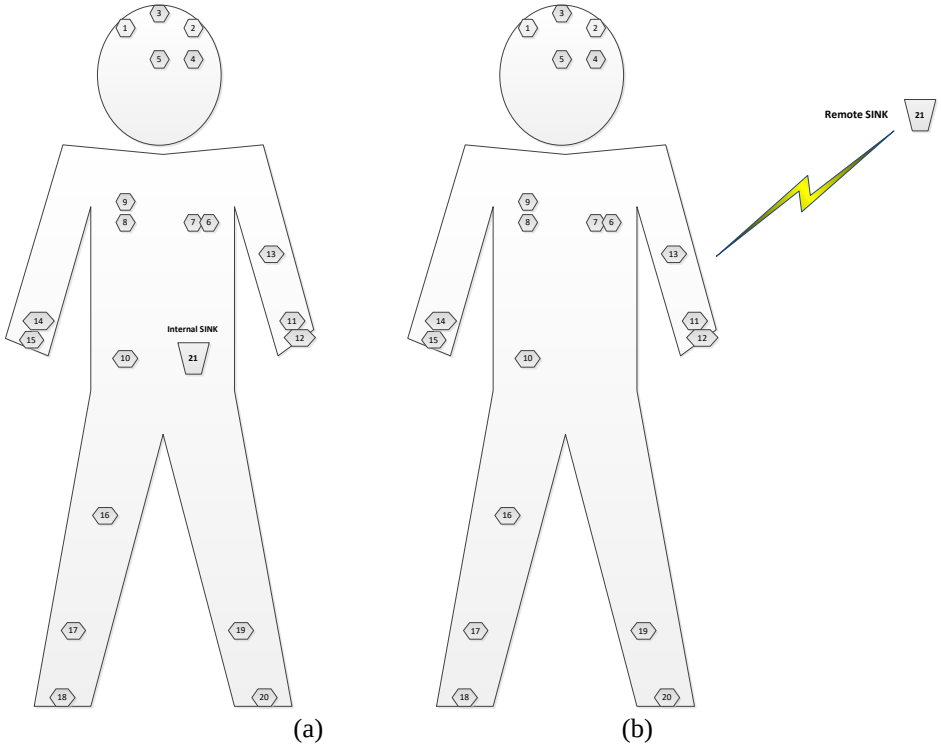
$$f(s) = \alpha E_{remc} + \beta \frac{1}{d_{c,s}} + \gamma \frac{1}{d_{i,c}} \tag{7}$$

Gdje je Eremc preostala energija kandidata za relejni čvor s, $d_{c,s}$ je udaljenost kandidata s od sinka (u metrima) a $d_{i,c}$ je udaljenost od ishodišnog čvora do kandidata za relejni čvor. α, β i γ su odgovarajući koeficijenti kroz koje se uzima u obzir značaj pojedinih parametara na izbor fitness funkcije.

3. MODEL MREŽE

U ovom radu posmatramo WBAN sa slučajnim rasporedom čvorova na tijelu pacijenta. U realnim uslovima senzori se postavljaju na tačno definisane pozicije zavisno od njihove namjene. Slučajan raspored smo izabrali kako bismo ispitali performanse algoritama u različitim situacijama, za varijacije međusobnog odnosa pozicija čvorova, gustina mreže i pozicija sinka u odnosu na ostatak mreže. WBAN se sastoji od n senzorskih čvorova i jednog sinka koji ima ulogu koordinatora. Koordinator može biti postavljen sa prednje strane abdomena ili na različitim udaljenostima od ostatka senzorskog polja. Na Slici 1 je prikazan primjer mreže sa 20 čvorova za oba scenarija. Pozicija sinka se za razliku od ostalih čvorova definiše fiksno. Sink prikuplja podatke od ostalih senzorskih čvorova i na neki način ih dostavlja korisniku (pacijentu) ili udaljenom serveru na dalju obradu. Za razliku od ostalih senzora, koordinator raspolaže dovoljnom količinom energije i on u tom smislu nije kritičan. Senzorski čvorovi se nalaze na površini tijela, bilo da se nose na odjeći ili postavljaju direktno na tijelo, a neki su implantirani unutar tijela.

U mreži je moguće prenos podataka vršiti direktno ili relejno. Relejni prenos podrazumijeva takvu komunikaciju gdje neki od čvorova prenose ne samo podatke koje su sami prikupili na terenu već i podatke koje su dobili od njima susjednih senzorskih čvorova. Čvorovi koji su izabrani za ulogu releja istovremeno vrše i svoju primarnu funkciju očitavanja podataka i prosleđuju i svoje podatke ka koordinatoru. Koordinator posjeduje informacije o čitavoj mreži, uključujući i tačne pozicije svakog od čvorova.



Slika 1. *WBAN mreža na primjeru 20 senzorskih čvorova. a) sink na tijelu pacijenta, b) udaljeni sink*

U našem primjeru definišemo mrežu sa dvije različte postavke, u prvoj mreža sadrži 20 a u drugoj 150 slučajno raspoređenih senzorskih čvorova. Ne navodimo tačnu namjenu senzorskih čvorova pa specifičnost senzora ne utiče na rezultate. Smatraćemo da je potrošnja energije na očitavanje fizičkog fenomena i obradu podataka u samom senzoru zanemarljiva u odnosu na potrošnju koju uzrokuje prenos podataka bežičnim putem između senzora na terenu. Početna energija svakog od senzora je 0.2 J. Prenosimo poruku dužine 2000 bita. Simulaciju izvršavamo za dva različita scenarija. U prvom scenariju sink je postavljen na abdomen tijela na poziciji (0.55x0.85) m a u drugom se nalazi van tijela na poziciji (40x40) m. Senzorsko polje obuhvata površinu koju zauzima ljudsko tijelo u stojećem položaju sa rukama položenim prema dole pod uglom od 45 stepeni u odnosu na ostatak tijela. Dimenzije senzorskog polja su (1x2) m i svi senzori se raspoređuju u ovom polju na slučajan način.

U modifikovanom ACO algoritmu, u svakoj od iteracija, po slučajnom redoslijedu koji se generiše algoritmom, do koordinatora se prenosi 5 poruka tj. mravi. Parametri iz formule (1) koji definišu uticaj količine feromona i iznosa preostale energije su: μ=1 i θ=2. Isparavanje feromona koje koristimo u formuli (3) se vrši sa koeficijentom (1-ρ)=0.8.

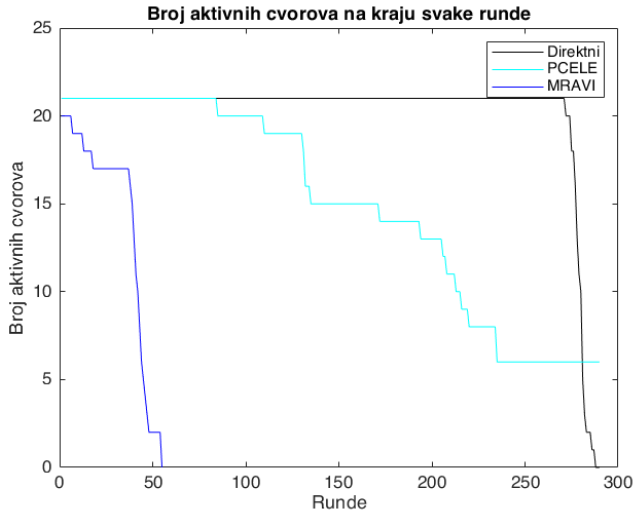
U modifikovanom ABC algoritmu za koeficijente u izrazu (7) smo uzeli vrijednosti koeficijenata α=0.1, β=0.5 i γ=0.9.

Oba algoritma poredimo sa direktnim prenosom gdje svaki senzor svoje podatke šalje direktno ka sinku tj. u jednom koraku.

4. REZULTATI SIMULACIJE I ANALIZA

Simulacije su izvršenem uz pomoć softverskog alata MATLAB (R2019b). Na slučajan način raspoređujemo n senzora po tijelu pacijenta.

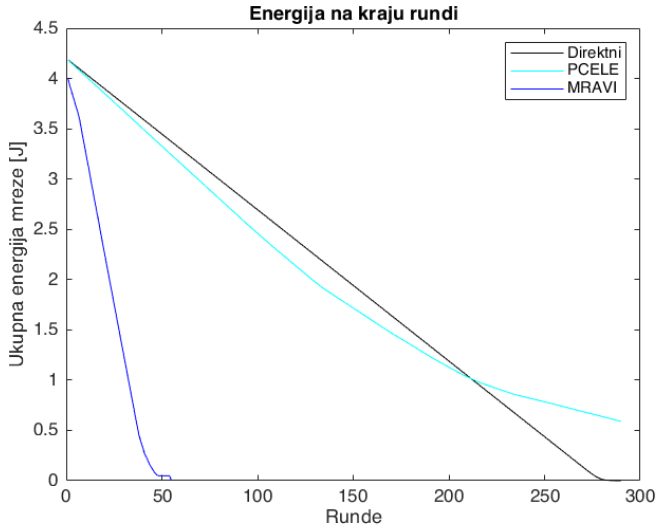
a) 20 senzorskih čvorova, Scenario 1 – sink na udaljenoj lokaciji



Slika 2. *Broj aktivnih čvorova na kraju svake runde za slučaj n=20, sink na poziciji 40x40*

Na Slici 2. može se uočiti da direktni prenos poruka ka sinku daje najbolje rezultate. Životni vijek mreže traje oko 280 rundi. ABC algoritam (pčele) daje dobar rezultat otprilike 100 rundi a nakon toga broj aktivnih senzora postepeno opada pa mreža u ovom slučaju ima još 6 živih senzora kada se za direktni prenos svi ugase. ACO algoritam (mravi) se pokazuje kao izrazito loš jer dobar dio senzora gubi energiju na samom početku rada mreže.

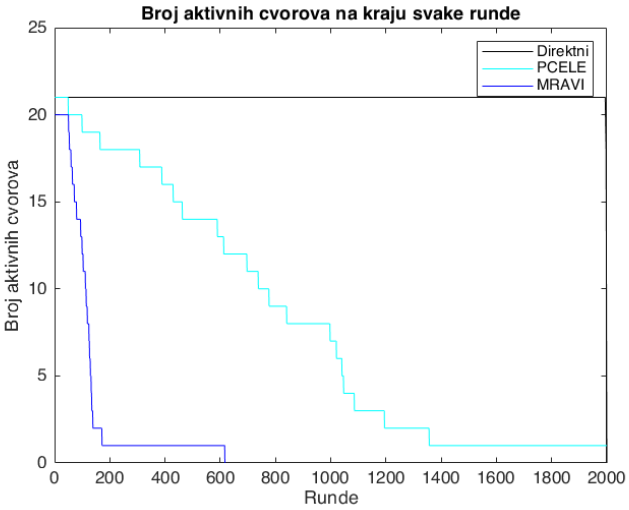
Za isti slučaj na Slici 3. je prikazana ukupna energija mreže na kraju svake runde. Za slučaj direktnog prenosa energija mreže opada linearno i potpuno se iscrpljuje tek nakon 280 rundi, ABC još ima energije i nakon toga što objašnjava produžen rad nekoliko senzora nakon potpunog gašenja mreže za slučaj direktnog prenosa. ACO potpuno iscrpljuje energiju mreže već oko 50-te runde



Slika 3. *Ukupna energija mreže za slučaj n=20, sink na poziciji 40x40*

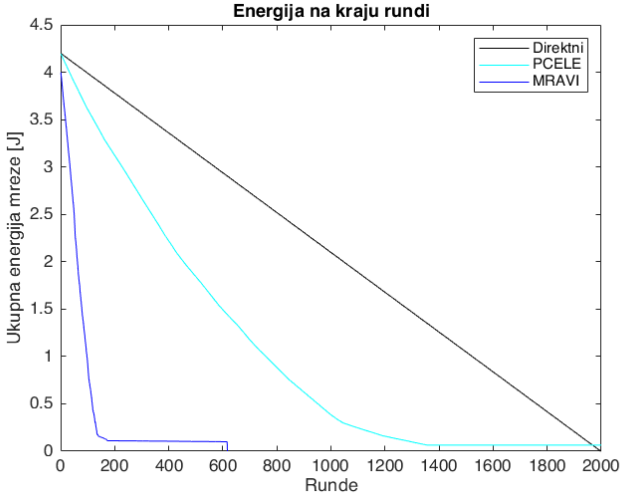
b) 20 senzorskih čvorova, Scenario 2 – sink na tijelu pacijenta

Na Slici 4. prikazani su rezultati simulacije za izmijenjenu poziciju sinka i isti broj senzorskih čvorova u mreži. Ovdje je životni vijek mreže duži za sve algoritme, pošto se sink nalazi u samom polju, daleko bliže ostalim senzorima pa je energija koja se troši na prenos značajno manja. Direktan prenos u ovom slučaju ima još dominantnije performanse, pa je mreža u potpunosti funkcionalna svih 2000 rundi. Broj aktivnih senzora za ABC opada strmije a ACO se pokazuje kao izrazito loš.



Slika 4 *Broj aktivnih čvorova na kraju svake runde za slučaj n=20, sink na poziciji unutar tijela*

Za isti slučaj na Slici 5. je prikazana ukupna energija mreže na kraju svake runde. Za slučaj direktnog prenosa energija mreže opada linearno i potpuno se iscrpljuje tek nakon 2000 rundi, ABC još ima energije do 1400 rundi dok ACO potpuno iscrpljuje energiju već oko 600-te runde

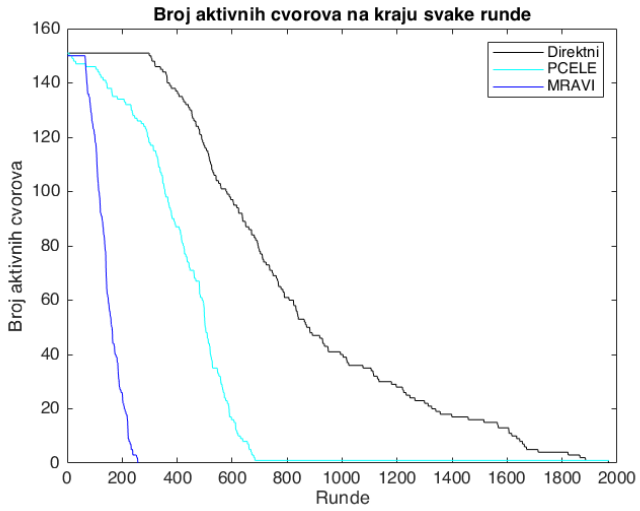


Slika 5. *Ukupna energija mreže za slučaj n=20, sink na poziciji unutar tijela*

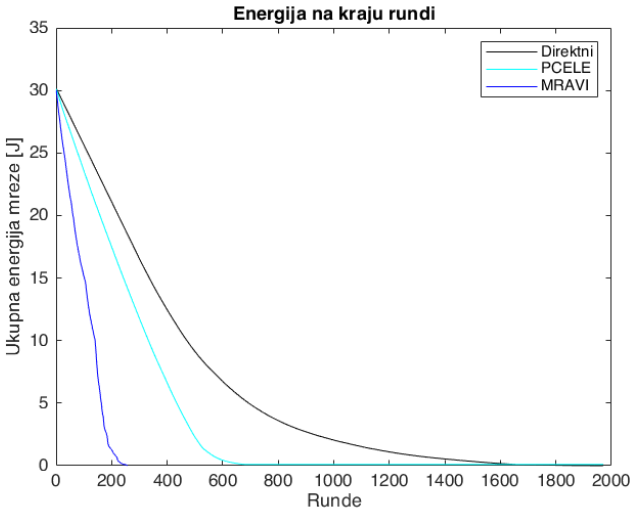
c) 150 senzorskih čvorova, Scenario 1 – sink na udaljenoj lokaciji

Ovdje smo broj slučajno raspoređenih senzora na tijelo povećali na 150 a po Scenariju 1 sink smo postavili ponovo na udaljenu lokaciju. Potrebno je naglasiti da se u različitim simulacijama senzori drugačije postavljaju shodno slučajnom raspoređivanju pa je teško porediti brojne vrijednosti između simulacija. Možemo porediti samo različite algoritme unutar iste simulacije. U ovom slučaju se na Slici 6. pokazuje da direktan prenos održava mrežu u potpunoj funkcionalnosti do 400-te runde dok ABC algoritam veoma brzo izbacuje pojedine senzore iz funkcije. Aco je I u ovom slučaju izrazito loš.

Slika 7. pokazuje da ukupna energija mreže za direktan prenos više ne opada linearno, te u početku opada relativno brzo a nakon 500 rundi sporije. Sa druge strane kod ABC algoritma energija ima gotovo linearan pad a ACO veoma strm pad energije u mreži. Kod direktnog prenosa mreža ima još energije i nakon 1000 rundi gdje je još uvijek aktivno 40-tak čvorova.



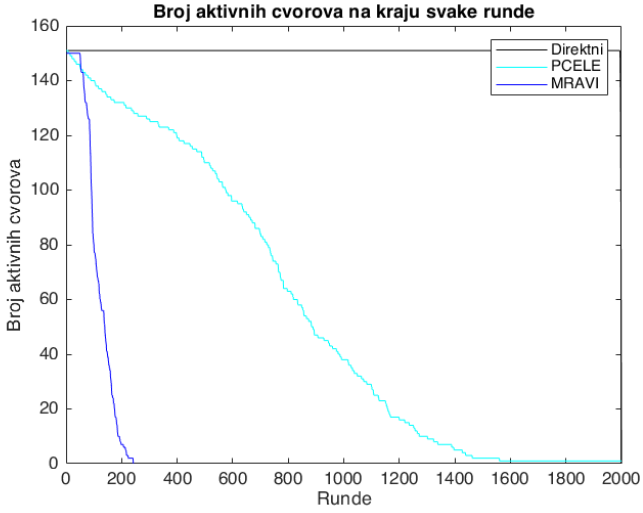
Slika 6. *Broj aktivnih čvorova na kraju svake runde za slučaj n=150, sink na poziciji 40x40*



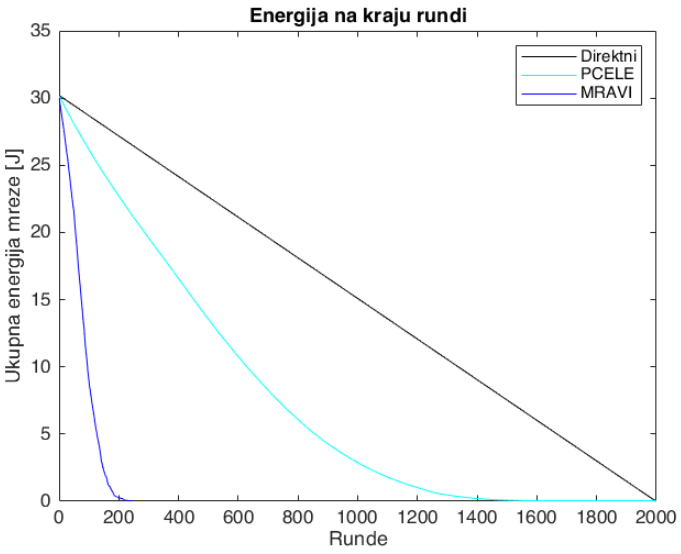
Slika 7. *Ukupna energija mreže za slučaj n=150, sink na poziciji 40x40*

d) 150 senzorskih čvorova, Scenario 2 – sink na tijelu pacijenta

Ukoliko za 150 čvorova u mreži sink postavimo na abdomen pacijenta dobijamo situaciju prikazanu na Slici 8. Kao i za slučaj 20 čvorova, direktan prenos pokazuje izrazito dominantne performanse, svi senzori gotovo istovremeno ostaju bez energije ali tek oko 2000-te runde. ABC počinje da iscrpljuje energiju veoma brzo od startovanja mreže kao i ACO koji nakon toga skokovito opada. Ovo je uočljivo i iz energetskog dijagrama prikazanog na Slici 9.



Slika 8. *Broj aktivnih čvorova na kraju svake runde za slučaj n=150, sink na poziciji unutar tijela*



Slika 9. *Ukupna energija mreže za slučaj n=150, sink na poziciji unutar tijela*

5. ZAKLJUČAK

Istraživanja obavljena u klasičnim WSN su pokazala da je direktan prenos poruka ka sinku neefikasan u pogledu energetske efikasnosti. U literaturi je predložen veliki broj algoritama koji omogućavaju trošenje energije na efikasniji način. Neki od tih algoritama su inspirisani ponašanjem jedinki različitih životinjskih vrsta koje se ponašaju socijalno. Međutim, WBAN je u mnogo čemu specifičan u odnosu na klasične WSN. Senzori su postavljeni veoma gusto u relativno malom senzorskom polju a životni vijek mreže u nekim vrstama mreža računa se do isključivanja prvog čvora. Autori su testirali mogućnost za upotrebu dva prirodno inspirisana algoritma za smanjenje potrošnje energije u WBAN. Iskorišćeni su modeli napravljeni po uzoru na ponašanje dvije vrste insekata iz reda Hymenoptera: pčela i mravi. Modifikovana su dva poznata algoritma ACO i ABC kako bi se prilagodila uslovima koji vladaju u WBAN. Simulacije koje smo predstavili u ovom radu za različite kombinacije broja čvorova u mreži i udaljenosti sinka od ostatka mreže, pokazale su nam da direktan prenos poruka od čvorova ka sinku u svim kombinacijama daje daleko bolje rezultate. Ovo se može objasniti malim relativnim odnosom međusobne udaljenosti čvorova sa jedne i sinka koji se nalazi na velikoj udaljenosti, sa druge strane a ako se sink nalazi unutar senzorskog polja relativno malim udaljenostima koje poruke prelaze na direktnom putu ka sinku. Međutim, autori ne odustaju od namjere da korišćenjem prirodno inspirisanog algoritma i za slučaj WBAN dobiju rezultate koji su bolji od direktnog prenosa. ACO algoritam se pokazao kao veoma neefikasan u svim simulacijama što pokazuje nemogućnost njegove primjene u WBAN. Zbog toga ćemo se u budućim istraživanjima posvetiti daljem usavršavanju modifikovanog ABC algoritma. Simulacije čije smo rezultate prezentovali u ovom radu pokazuju da ovaj algoritam najviše potencijala ima za primjenu u situacijama gdje se koristi relativno mali broj senzorskih čvorova na tijelu pacijenta (u našem primjeru 20) što u realnim primjenama i jeste slučaj, kao i u situacijama gdje je sink udaljen od ostatka WBAN. Autori će nastaviti istraživanje upravo za ovakve scenarije. Udaljeni sinkovi koji će prikupljati podatke sa tijela nosioca WBAN mreže će u bližoj budućnosti biti jedan od neizostavnih

segmenata koncepta pametnih gradova. Ovako nešto uzrokovano je opasnostima koje nose pandemije, sadašnje i one koje se mogu očekivati u budućnosti. Brzo i efikasno otkrivanje zaraženih osoba omogućiće normalno funkcionisanje društva i u vanrednim okolnostima.

REFERENCE

[1.] G. Popovic, G. Djukanovic, "Cluster formation techniques in hierarchial routing protocols for Wireless Sensor Networks", *Journal of Information Technology and Aplications JITA*, 1:35-41, June 2016.

[2.] G. Đukanović, G. Popović, "Tehnike za klasterizaciju u bežičnim senzorskim mrežama", *8th International Scientific Congress – ITeO (Informational Technology for e-Education)* Banja Luka, September 2016.

[3.] G. Popovic, G. Djukanovic and D. Kanellopoulos, "Cluster Head Relocation Based on Selfish Herd Hypothesis for Prolonging the Life Span of Wireless Sensor Networks", *Electronics*, Vol.7, Issue 12, 403, 2008.

[4.] G. Popović, G. Đukanović, "Praćenje simptoma virusa Covid-19 preko IoMT platforme", *VIII međunarodni naučni skup, Covid–19-izazovi i posljedice- EUBD*, Brčko, Maj 2021.

[5.] M. Dorigo, "Optimization, Learning and Natural Algorithms" (in Italian). PhD thesis, Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, Milan, Italy, 1992.

[6.] C. Blum, A Roli, "Metaheuristics in combinatorial optimization: Overview and conceptual comparison". *ACM Computing Surveys*, pp. 268-308, 2003.

[7.] X. Liu, "Routing protocols based on ant colony optimization in wireless sensor networks: a survey". *IEEE Access*, pp. 26303–26317, 2017.

[8.] G. Đukanović, G. Popović, "O pravilima ažuriranja feromena kod ACO algoritama u jezgru IoT", *12th International Scientific Congress – ITeO (Informational Technology for e-Education)*, Banja Luka, September 2020.

[9.] D. Karaboga, B. Basturk, "Artificial Bee Colony (ABC) Optimization Algorithm for Solving Constrained Optimization Problems", *IFSA '07: Proceedings of the 12th international Fuzzy Systems Association world congress on Foundations of Fuzzy Logic and Soft Computing*, pp 789–798, June 2007.

[10.] I.D. Gauld, B. Bolton. (1988) *The Hymenoptera*. New York: Oxford University Pres

[11.] G. Đukanović, G. Popović and D. Kanellopoulos, "Scaling complexity comparison of an ACO-based routing algorithm used as an IoT network core", *JITA – Journal of Information Technology and Applications*, 10(2020) 2:73-80, December 2020.

[12.] J. Yan, Y. Peng, D. Shen, X. Yan and Q. Deng, "An Artificial Bee Colony-Based Green Routing Mechanism in WBANs for Sensor-Based E-Healthcare Systems". *Sensors*, 18(10):3268, 2018.

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

SAVREMENE TEHNOLOGIJE ZA POVEĆANJE MOBILNOSTI U JAVNOM GRADSKOM TRANSPORTU PUTNIKA

MODERN TECHNOLOGIES FOR INCREASING MOBILITY IN PUBLIC PASSENGER TRANSPORT

Pavle Gladović
Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, anaipavle@gmail.com

Vladimir Popović
Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija-Odsek Niš, msv.popovic@gmail.com

Milan Stanković
Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija-Odsek Niš, milanst08@gmail.com

Vesko Lukovac
Univerzitet odbrane – Beograd, lukovacvesko@yahoo.com

Sažetak: *Dramatični porast urbanizacije u modernim gradovima zahteva „pametna“ rešenja za rešavanje kritičnih pitanja od kojih je jedno od najvažnijih mobilnost stanovništva. Problemi koji se javljaju u javnom gradskom transport putnika (JGTP) jesu pre svega oni problemi koji utiču na mobilnost, odnosno na slobodno, brzo i efikasno kretanje javnog transporta kao i dostupnost svim korsnicima koji žele da koriste javni transport. Takav problem se rešava uvođenjem novih tehnologija, odnosno modernizacijom samog javnog prevoza. U radu su prikazane nove tehnologije kojima se korisnicima olakšava korišćenje sistema JGPT a samim tim i povećava mobilnost stanovništva.*

Ključne reči: *mobilnost, internet inteligentnih uređaja, javni gradski putnički transport*

Abstract: *The dramatic increase of urbanization in modern cities requires "smart" solutions to solving critical issues, one of which is population mobility. Problems that occur in urban public transport (UPT) are primarily those problems that affect mobility, ie the free, fast and efficient movement of public transport and accessibility to all users who want to use public transport. Such a problem is solved by introducing new technologies and by modernizing the public transport itself. The paper presents new technologies that make it easier for users to use the UPT system and thus increase population mobility.*

Key words: *mobility, internet of intelligent devices, urban public transport*

1. UVOD

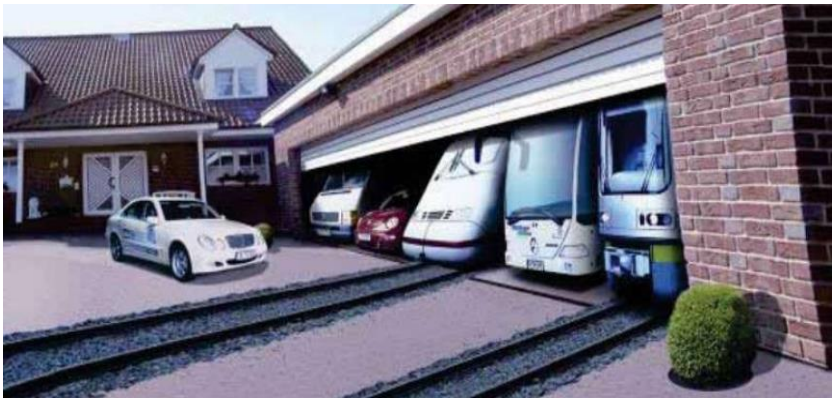
Funkcija sistema javnog gradskog i prigradskog transporta putnika (JGTP) kao saobraćajne delatnosti je pružanje usluga prevoza na određenom području.Budući da je JGTP jedna od najvažnijih funkcija svakog grada, on bi trebao biti dostupan svima bez obzira na društvenu grupu ili fizičku sposobnost. Međutim, u mnogim gradovima JGTP je i dalje nepristupačan za neke

građane i posetioce. U međuvremenu, druge grupe se odlučuju da ne koriste JGTP, jer ne ispunjava njihove potrebe.Obezbeđivanje pristupa efikasnnom JGTP-u za sve vrste korisnika zahteva uspostavljanje ravnoteže između instaliranja dovoljnog broja zaustavljanja radi smanjenja udaljenosti pešaćenja i smanjenja vremena putovanja. Koristeći nova rešenja i tehnologiju, pristup mobilnosti se može omogućiti ljudima koji ranije nisu bili u mogućnosti da u potpunosti iskoriste prednosti sistema JGTP-a. U međuvremenu se može povećati efikasnost sistema.Problemi koji se javljaju u JGTP-u jesu pre svega oni problemi koji utiču na mobilnost, odnosno na slobodno, brzo i efikasno kretanje javnog transporta kao i dostupnost svim korsnicima koji žele da koriste javni transport. U većini gradovima postoji sistem javnog transporta, koji ne funkcioniše na način kao što bi trebalo. Iako postoji JGTP on je spor, nekvalitetan, nepouzdan, vozila nisu adekvatno opremljena za potrebe svih korisnika. Takav problem se rešava uvođenjem novih tehnologija, odnosno modernizacijom samog javnog transporta. Na taj način se povećava kvalitet, korišćenje i pre svega mobilnost istog. Sa povećanjem ovih parametara dobiće se sistem koji će promeniti svest kod ljudi o korišćenju putničkih automobila, jer unapređenjem JGTP-a prevoz od jednog mesta do drugog biće brži, pouzdaniji i sa manjim troškovima od korišćenja putničkog automobila.

Nove tehnologije mogu olakšati putnicima korišćenje JGTP-a. U budućnosti bi trebalo da se sistem javnog transporta uprosti, da se nađu nova rešenja za njegovo lakše korišćenje i da bude pristupačniji svim korisnicima

2. KOMBINOVANA MOBILNOST

Mobilnost (mobility) je pojam koji označava pokretljivost stanovništva – ljudi između pojedinih geografskih područja, sektora delatnosti, između pojedinih zanimanja, obrazovnih, dohodovnih i drugih grupa stanovništva. Pod pojmom mobilnost, u saobraćajno- transportnom smislu podrazumeva se broj putovanja određene karakteristične grupe ljudi, na određenoj teritoriji u jedinici vremena.Uspešni gradovi i gradovi pogodni za život se oslanjaju na efikasan sistem JGTP-a u realizaciji putovanja, koji u sinergiji sa vidovima fleksibilnog JGTP-a, korisnicima pruža kombinovanu transportnu uslugu, odnosno obezbeđuje stanovnicima urbanih područja tzv. uslugu kombinovane mobilnosti.Kombinovana mobilnost je rezultat rada – sinergije sistema JGTP-a i sistema fleksibilnog JGTP-a (paratranzita), a zajedno sa pešačenjem čine celovito i koherentno rešenje realizacije transportnih potreba stanovnika urbanih područja.U konceptu kombinovane mobilnost različiti vidovni podsistemi su koordinisani tako da korisnici mogu obavljati putovanja kombinujući više vidova , ali pri tom svaki vid obavlja ulogu koja mu fizički i operativno najviše odgovara slikama 1. i 2. prikazana je platforma kombinovane mobilnosti kao i šematski prikaz kombinovane mobilnosti

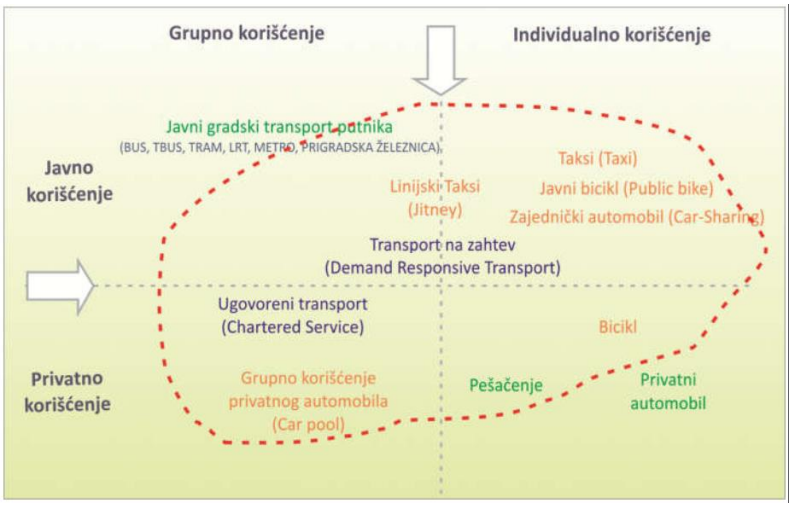


Slika 1. *Platforma kombinovane mobilnosti*

Imajući u vidu navedeno, kombinovana mobilnost (M_k) se može izraziti preko učešća pojedinih podsistema transporta putnika u ukupnim kretanjima, koja se utvrđuju istraživanjima u realnom sistemu primenjujući posebne metode transportnog inženjerstva (pre svega specijalizovane ankete korisnika).

Koncept kombinovane mobilnosti danas postaje važan deo strategija o održivom transportu, sa veoma značajnim uticajem i koristi na kvalitet života građana, od kojih su najvažnije:

- Primena koncepta kombinovane mobilnosti menja navike korisnika u realizaciji transportnih potreba i podstiče modalno preusmeravanje ka održivim vidovima gradskog transporta putnika
- Primena koncepta kombinovane mobilnosti štedi javni prostor, jer smanjuje korišćenje privatnih automobila;
- Primena koncepta kombinovane mobilnosti utiče na vidovnu raspodelu motorizovanih kretanja u gradu, jer povećava broj korisnika sistema JGTP-a;



Slika 2. *Šematski prikaz kombinovane mobilnosti*

- Primena koncepta kombinovane mobilnosti podstiče dinamičnost sistema gradskog transporta putnika i doprinosi stvaranju efikasnijeg i efektivnijeg njegovog najznačajnijeg podsistema – JGTP-a;
- Primena koncepta kombinovane mobilnosti utiče da se transportna usluga obezbedi na fleksibilniji i obuhvatniji način;
- Primena koncepta kombinovane mobilnosti smanjuje vreme putovanja kao jednog od osnovnih elemenata svih oblika kvaliteta od strane korisnika JGTP-a;
- Primena koncepta kombinovane mobilnosti smanjuje troškove putovanja u odnosu na korišćenje privatnih putničkih automobila;
- Primena koncepta kombinovane mobilnosti doprinosi održivom razvoju i kvalitetu života u gradskim aglomeracijama;

3. PAMETNA MOBILNOST

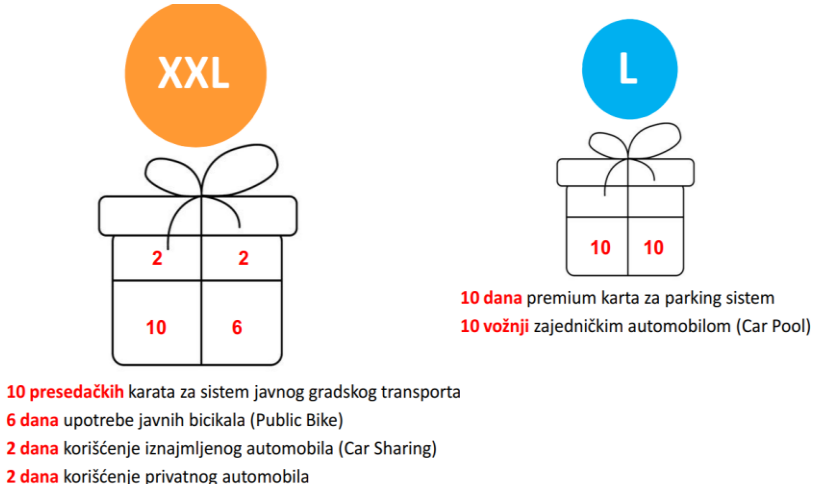
Pametna mobilnost (engl. Smart Mobility) je koncept i alat koji omogućava efikasno, fleksibilno i ekološki prihvatljivo putovanje raznim vidovima transporta u prostoru i vremenu korišćenjem pametnih transportnih sistema, pametne infrastrukture i pametnih tehnologija (nove metode koje povećavaju mobilnost u sistemu javnog prevoza. „Smart Mobility“ je novi revolucionarni pristup realizaciji pokretljivosti stanovnika u urbanim područjima i podrazumeva integrisani pristup planiranju i projektovanju transportnih sistema, uzajamnu saradnju i međusobnu povezanost (umreženost) svih raspoloživih vidova transporta i infrastrukture, brzu razmenu informacija i podataka i potpunu orijentisanost ka korisniku. Na Slici 3. prikazano je funkcionisanje pametne mobilnosti.

Pametna mobilnost stvara i oblikuje transportne sisteme po „meri korisnika“, odnosno stvara uslove za realizaciju mobilnosti kroz fleksibilne pakete usluga koje bira korisnik shodno svojim potrebama (Sl.4).

Slika 3. *Prikaz funkcionisanja sistema pametne mobilnosti*

4. MOBILNOST U SAVREMENOM SVETU

Dramatični porast urbanizacije u modernim gradovima zahteva „pametna“ rešenja za rešavanje kritičnih pitanja kao što su: mobilnost stanovništva, zdravstvo, energija i civilna infrastruktura. Internet inteligentnih uređaja (engl. Internet of things - IoT) je jedna od najperspektivnijih tehnologija za rešavanje navedenih izazova stvaranjem masovne mreže međusobno povezanih fizičkih objekata, koji su locirani širom sveta, a opremljeni su elektronikom, softverima, senzorima i mrežno su povezani.IoT se može definisati kao globalna infrastruktura koja omogućava napredne usluge povezivanjem fizičkih i virtualnih stvari pomoću interoperabilnih informacija i komunikacionih tehnologija. IoT (Internet of Things) predstavlja infrastrukturu međusobno povezanih objekata ljudi, transportnih sistema i informacionih resursa sa inteligentnim servisima u cilju procesiranja informacija iz fizičkog i virtuelnog okruženja (Slika 5.).



Slika 4. *Mobilnost po „meri korisnika*

Slika 6. *IoT – veza između vozila kroz prikaz oblaka, komunikacionih tehnologija i korisnika*

5. JAVNI GRADSKI TRANSPORT PUTNIKA KAO REŠENJE ZA MOBILNOST U GRADOVIMA

Potražnja za kvalitetnim povezivanjem se povećava, ne samo zbog toga što se očekuje da će svetsko urbano stanovništvo porasti za 50% do 2050. godine. Međutim, zagušenje, loš kvalitet vazduha i nedostatak prostora usled prevelikog oslanjanja na privatne automobile kao dominantnog vida transporta guše sve gradove, što dovodi do pada kvaliteta života i ugrožavanja ekonomskog rasta i produktivnosti. Šira kombinacija usluga mobilnosti odgovor je na sve složenije i intenzivnije potrebe za mobilnošću. Stoga, okosnica svake strategije mobilnosti ostaje efikasan sistem JGTP-a. U takvim situacijama, usluge koje se zasnivaju na automobilu, a posebno iznajmljiivanje automobila, su očigledne usluge koje nadopunjuju javni prevoz jer nude pogodnosti povezane sa korišćenjem automobila bez potrebe za posedovanjem automobila.

Urbani prostor je jedan od najdragocenijih resursa u gradu. Privatni automobili su parkirani 95% svog veka trajanja i oduzimaju vredan urbani resurs. Na primer, automobil zauzima parking prostor od najmanje tri bicikla. I tokom 5% vremena kada se vozi, oni su mnogo manje efikasni korisnici putnog prostora od autobusa, bicikala ili hodanja. Ipak, građani treba da se kreću, a rast gradova će značiti sve veći broj putovanja: dnevna putovanja u gradovima širom sveta se procenjuju da će porasti sa 7.5 milijardi u 2005. na 11.5 milijardi u 2025 godini. Javni transport je najefikasniji u smislu kapaciteta i potrošnje prostora u obimu koji je potreban da bi moderna urbana ekonomija mogla produktivno funkcionisati. Naročito na velikim koridorima i tokom vršnih sati, usluge javnog transporta visokog kapaciteta su i ostaće jedino održivo rešenje i to bi se trebalo odraziti na dugoročno planiranje urbanih područja (Slika 7.). Trenutno javni transport čini 1,2 milijarde putovanja dnevno.

Slika 7. *Prikaz trenutnog problema i rešenje koje povećava mobilnost u urbanim sredinama*

6. MOBILNOST KAO USLUGA

Tradicionalnom izboru putovanja privatnim automobilima, autobusima, taksijima i vozovima, sada su dodati bikeshare, carshare, na zahtev carpooling i shuttling, vanpooling, i transportne mreže kompanija. Većina ovih napredaka dodata je meniju za transport u zajednici, što je ostavilo planerima i operaterima da shvate kako da ih integrišu u postojeće opcije. Fokus ovog kratkog prikaza je na jednoj obećavajućoj strategiji za davanje jedinstvenog interfejsa klijentima preko kojih mogu da pristupe svim transportnim uslugama u svojoj zajednici: Mobilnost kao usluga (MaaS) (Slika 8).

Slika 8. *Prikaz funckionisanja MaaS-a*

Mobilnost kao usluga(„MaaS“) je sledeći korak u progresiji od izolovanih informacija od strane agencije i agencija za operacije do transportne mreže sa jednim pozivom, jednim klikom, jednim plaćanjem. Filozofija koja stoji iza MaaS-a je da uputi ljude na njihove najprikladnije mogućnosti mobilnosti, u realnom vremenu, kroz jedinstvenu aplikaciju planiranja putovanja i plaćanja. Da bi se u potpunosti shvatio put ka MaaS-u, to pomaže da se ova progresija posmatra kao skup koraka kroz više faza ili „nivoa“.

Prvi nivo predstavlja labavu integraciju informacija u jedan interfejs. Postoje dva oblika koja se mogu uzeti: centri za jedan poziv, jednim klikom ili informativne aplikacije.

Drugi nivo se zasniva na agregatorima informacija, tako što omogućava korisnicima da rezervišu i plate za svoje putovane. Važno je napomenuti da bi putnici mogli platiti putovanja koja koriste usluge više operatora sa samo jednom kartom ili propusnicom.

Na **trećem nivou**, kupci i dalje mogu da izaberu da plate po jednom putovanju, kao i na drugom nivou, ali sada imaju i mogućnost da kupe pretplatu na različite pakete usluga, ponuđene u različitim cenama, u zavisnosti od toga šta je uključeno u paket. Ovo omogućava korisnicima da izaberu koji će se modaliteti predvideti i koji će najverovatnije koristiti i platiti članarinu koja pokriva određenu količinu putovanja sa tim načinima.

Četvrti nivo mobilnosti kao usluge (MaaS) predstavlja ispunjenje ovog koncepta jer ga industrija trenutno vidi. To uključuje integraciju tehnologija i platnih Sistema u opšte javne politike i upravljačke strukture.

7. ZAKLJUČAK

Ovim radom je objašnjena i definisana sama mobilnost koja je deo transportnog sistema i deo saobraćaja. Javni gradski transport putnika je uzet kao jedan od najbitnijih faktora za povećanje mobilnosti u velikim gradovima i urbanim sredinama, prikazane su nove tehnologije koje služe u povećanju mobilnosti, kao i olakšanju korišćenja sistema javnog gradskog transporta putnika. U radu je detaljno objašnjena mobilnost kao usluga odnosno MaaS tehnologija koja povezuje sve vidove javnog transporta putnika, objašnjena su sva četiri nivoa MaaS tehnologije kao i veza između te nove tehnologije i mobilnosti. Takođe su prikazani primeri strategija koje su od izuzetne važnosti za povećanje mobilnosti, i načini unapređenja javnog transporta putnika za povećanje njegove mobilnosti i iskorišćenosti u velikim gradovima i urbanim sredinama.Izazov je ponuditi pristupačnu, prikladnu alternativu vlasnicima automobila i očuvati visok kvalitet života kako bi ostali atraktivni za građane i poslovne subjekte.

LITERATURA

[1.] https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/75123/top-five-technology-trends-to-transform-mobility-in-2019/

[2.] https://www.uitp.org/news/global-campaign-celebrating-2015-mobility-week

[3.] https://europa.rs/european-mobility-week-in-serbia-choose-the-righ combination/?lang=en

[4.] Slaven Tica., „Mobilnost u sistemu javnog gradskog transporta putnika", Beograd 2018. godine

[5.] Radovan Branković., „Inženjerski priručnik iz drumskog i gradskog saobraćaja i transporta", Saobraćajni fakultet univerziteta u Beogradu, savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd 1999. godine

[6.] Alavi, A. H., Jiao, P., Buttlar, W. G., & Lajnef, N. (2018). Internet of Things-enabled smart cities: State-of-the-art and future trends. Measurement, 129, 589-606.

[7.] Arunkumar, P., & Vijith, K. (2018). IOT Enabled smart charging stations for Electric Vehicle. International Journal of Pure and Applied Mathematics, 119 (7), 247-252.

[8.] Ashton, K. (2009). That 'Internet of Things' Thing. In the real world, things matter more than ideas. RFID J.

[9.] Berrone, P., & Ricart, J. E. (2016). New York edges out London as the world's smartest city. IESE Insight Review.

[10.] Botta, A., De Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of cloud computing and internet of things: a survey. Future generation computer systems, 56, 684-700.

[11.] Carton, F., Hedman, J., Damsgaard, J., Tan, K. T., & McCarthy, J. (2012). Framework for mobile payments integration. Electronic Journal of Information Systems Evaluation, 15(1), 14-25.

[12.] Drajić, D. (2017). Uvod u IoT (Internet of Things), Akademska misao, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd.

[13.] Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., & Meijers, E. (2007). City-ranking of European medium-sized cities. Cent. Reg. Sci. Vienna UT, 1-12.

[14.] Gómez, J., Huete, J. F., Hoyos, O., Perez, L., & Grigori, D. (2013). Interaction system based on internet of things as support for education. Procedia Computer Science, 21, 132-139.

[15.] Internet of Things. (2019).https://internet-of-things-innovation.com/insights/the-blog/internet-of-things-public-transportation/#.XMgK5ugzbIU

[16.] World Population, (2019). http://www.geoba.se/population.php?pc=world%26page=3%26type=028%26st=rank%26asde=%26year=2025

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

ПРИМЕНА ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ НАПРЕДНИХ АНАЛИТИЧКИХ МОДЕЛА

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR REALIZATION OF ADVANCED ANALYTICAL MODELS

Синиша Арсић
Телеком Србија, Београд, sinisaars@telekom.rs

Драгутин Јовановић, Милош Арсић
Универзитет Привредна академија Нови Сад, {gutajov, milos.arsic}@gmail.com

Тибор Фазекаш
Градска управа, Град Суботица, ftibi9@gmail.com

Апстракт *- Концепти Big Data и машинског учења представљају две интересантне примене напредних технологија, која се често спомињу у истом контексту. У пракси, постоји јасна разлика коју је неопходно разумети при доношењу одлука о аналитичкој стратегији. Оба термина се односе на научне области као и на области практичне промене које су укорењене у „науци о подацима“. Data science се примарно бави подацима и скривеним смислом, односно начином како да дођемо до остварења циљева. Имајући у виду тренд све бржег развоја различитих напредних технологија, могу се дефинисати све квалитетнији модели на основу којих функционише аналитичка подршка. У раду су приказани нови трендови у погледу примене напредних технологија у индустрији телекомуникација, као једној од индустрија које се најбрже мењају.*

Кључне речи *- Big data, машинско учење, аналитички модели*

Abstract *- Concepts of Big Data and Machine Learning are two exciting applications of advanced technologies, that are often mentioned together in the space of the same breath. In reality, there are important distinctions that need to be understood when we are making decisions about our business data strategy. Both terms refer to fields of academic study as well as practical business applications that are rooted in data science. This is the branch of science concerned with data and hidden insights, or, how we can use it to achieve goals. Having in mind the trend of prompting development of advanced technologies, this affects the definition of better models for analytic support. In this paper, new trends are displayed in the area of application of advanced technologies in telecommunications industry, which represents one of the fastest changing industries overall.*

Key Words *- Big data, machine learning, analytical models*

УВОД

Данас се подаци често описују као гориво (или уље) информационог доба. То је оно што покреће нашу способност изградње алата и платформи који могу променити свет кроз аналитику и све прецизније моделирање и предвиђање.

Велики подаци су свеобухватни израз који се односи на огромно повећање информација које се стварају и упумпавају у свет, као и алата, техника и методологија које су развијене за њихову употребу (што укључује и машине учење). Биг Дата је први пут идентификован као моћна сила за промену у време када је интернет почео да постаје оруђе за свакодневни живот, а не као нишни пројекат који је у великој мери ограничен на владу, академску заједницу и војску. Кључни концепт који треба разумети како би се „схватило“ шта се мисли када говоримо о великим подацима је да се ради о много више од величине података. Рани покушај да се то дефинише сугерисао је да постоје три параметра која морају бити присутна да би се пројекат података сматрао великим подацима - запремина (величина), разноликост (подаци ће бити различитих врста) и брзина (скуп података брзо расте или се мења). Други важни концепти које треба разумети укључују разлику између структурираних података (информација као што су бројеви који се лепо уклапају у табеле и структуре базе података) и неструктурираних података (информације попут слика, видео записа и говора, што не значи).

Wehle [1] разматра машинско учење, с друге стране, као врсту рачунарског алгоритма који се може сматрати подскупом другог слабо дефинисаног појма - вештачке интелигенције (AI). Способност учења је нешто што сматрамо основним аспектом „интелигенције“. Наравно, постоје и други аспекти интелигенције, попут креативне интелигенције и емоционалне интелигенције, али машинско учење се посебно бави стварањем програма који могу бити бољи у извршавању задатка јер се хране све већом количином информација.

Овде је важан концепт за разумевање разлика између учења под надзором и без надзора. Према Cunningham-у [2], учење под надзором укључује алгоритме обуке са означеним подацима, тако да могу одмах „знати“ да ли су исправно извели одређену операцију. Greene [3] дефинише ненадгледано учење преко укључивања података који нису означени, па као такав алгоритам никада посебно не зна унапред да ли су његове операције исправно или погрешно решене - све одлуке се доносе на основу онога што алгоритам може да одреди из самих података и његовог односа према другим деловима податке које је алгоритам унео.

Antons [4] дефинише да је могуће користити технике и алате великих података за извлачење закључака и значења из информација, а затим их користити за подстицање раста пословања и побољшање доношења одлука без употребе било чега што би исправно било класификовано као машинско учење или вештачка интелигенција. С друге стране, Wang [5] тврди, ако истраживачи користе методе машинског учења, највероватније ће такав рад бити означен кроз многе оквире као рад са великим подацима - највероватније ће то подразумевати рад са скуповима података који имају велики обим, брзину доступности и разноликост. То је зато што алгоритми машинског учења морају бити тренирани на подацима, а да би постали ефикасни, потребан им је приступ великом броју разноврсних података.

Други начин размишљања је да ако не постоји рад са великим подацима, мало је вероватно да ће бити потребе за коришћењем машинског учења. Главна предност машинског учења је то што помаже при извлачењу вредности из скупова података који су превише компликовани за „традиционалну“ рачунарску и статистичку анализу. На другој страни, Bzdok [6] открива да ако је скуп података статичан, структуриран и управљане величине (као што се удобно уклапа у спредшит листу), тада би машинско учење - за које је често потребна велика количина рачунарске снаге - могло бити претерано.

ПРИМЕНА КОНЦЕПТА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ У ПОСЛОВАЊУ

Аналитички апликативни системи, традиционално се идентификују са системима за пословно извештавање. Традиционални приступ је био базиран на обухвату података из различитих трансакционих информационих система који су у употреби унутар пословне организације и њиховој припреми за генерисање стандардизованих извештајних форми као и за задовољење ад-хоц извештајних потреба. У том смислу су развијене методологије, процеси и техничка решења која су обезбеђивала задовољење оваквих потреба.

Технички концепти који су чинили основу традиционалних решења су били базирани на:

- Екстракцији, трансформацији и учитавању података) Lloyd [7]
- Складишту података (DWH) Grivas и Vavouras [8];
- Пословној интелигенцији (BI) Negash [9].

Kotu и Deshpande [10] су разматрали у свом истраживању последње две деценије развоја техничких капацитета и методологија, где услед повећања извора података од значаја за пословање унутар и изван пословних организација и унапређења апликативних решења, коришћење пословне аналитике добија сасвим нови смисао како за менаџмент тако и у оперативном пословању на дневној бази:

- Предиктивна аналитика – предвиђања будућих догађаја базираних на статистичкој обради историјских догађаја, понашања клијената и сл.;
- Data mining, машинско учење и прескриптивна аналитика – аутоматска масовна обрада података у смислу изналажења међузависности различитих чињеница и њихова употреба у генерисању предлога оперативних и управљачких одлука;
- Big Data – методологије масовног складиштење података у различитим форматима али на начин да буду доступни за употребу претходно наведених тахнологијама.

Савремена пословна аналитика подразумева обраду и прикупљање података са слика, видео и звучног садржаја, неструктуираних података (електронске поште, текста и сл.), геопросторних информација, као и употребу информација ван пословне организације (социјалних мрежа, интернет страница различитог садржаја, јавних извора података других организација и сл.).

Сходно наведеном да би пословна организација обезбедила исправну имплементацију са циљем достизања високог степена искоришћења напредне аналитике, потребно је применити и одређена процесно организациона решења.

Концепт онога што дефинише AI се временом мењао, али у основи је одувек постојала идеја о изградњи машина које су способне да размишљају као људи.

Истраживачко -развојни рад у вештачкој интелигенцији подељен је на две гране, према Bartneck-у [11]:

- „примењена вештачка интелигенција“ која користи ове принципе симулације људске мисли за извршавање једног специфичног задатка.
- „генерализована вештачка интелигенција“ - која настоји да развије машинску интелигенцију која може да окрене руке према било ком задатку, слично као стварно људско биће.

У индустрији се користи у финансијском свету за разне сврхе, од откривања превара до побољшања корисничке услуге предвиђањем које услуге ће корисницима бити потребне. У производњи се користи за управљање радном снагом и производним процесима, као и за предвиђање кварова пре него што се појаве, па омогућава предвиђање одржавања.

НОВИ ТРЕНДОВИ У ПРИМЕНИ НАПРЕДНИХ ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА ЗА ПОДРШКУ АНАЛИТИЧИМ ПРОЦЕСИМА

Предности приступа пословању заснованог на подацима добро су утврђене, али нису исцртане. Неуморни марш технолошког напретка значи да се границе могућег непрестано прецртавају, стварајући нова понашања, трендове и модне речи.

Наука о подацима довела је до стварања вештачке интелигенције какву познајемо у данашњем пословању - способности машина да „науче“ да постану све боље у предвиђању на основу података које добијају. Данас се најузбудљивији трендови у подацима врте око ових когнитивних способности доношења одлука.

AI as-a-service

АИ је присутан већ много година, али тек недавно је постао заиста користан у многим свакодневним пословним функцијама [12]. То је зато што је традиционално укључивало скупа почетна улагања у инфраструктуру, интелектуалну својину и вештине. Као резултат тога, изузетно моћне и универзално корисне технологије попут машинског учења и вештачких когнитивних мрежа биле су ограничене на велике пословне и академске институције.

Оно што је AI убацило у mainstream је појава cloud-based услуга као решења, где нас инфраструктура чека у дата центру, а ми једноставно плаћамо онолико колико желимо да користимо. Ово може бити у облику једноставних апликација које нам омогућавају да применимо решења заснована на подацима, попут аутоматизованог маркетинга, механизама за препоруке или предвиђања одржавања, чак и ако смо само мала организација са ограниченим буџетом за истраживање вештачке интелигенције и развој. Еволуција вештачке интелигенције као услуге значи да нам више не помаже само у аутоматизацији понављајућих оптерећења, попут уноса података или превођења језика. Све ће нам више помагати у доношењу одлука заснованих на подацима, попут постављања стратешких циљева и стварања паметнијих производа и услуга [13].

Подаци компаније постају све важнији као имовина за себе. На пример, када се предузеће вреднује у припреми за потенцијалну продају, вредност података тог предузећа укључује се у укупну процену. Продаја или изнајмљивање података дефинитивно је пут до монетизације, посебно ако су ваши подаци јединствени или их је тешко пронаћи из других извора.

Позитиван пример представља телекомуникационам компанија ЕЕ, која је дефинисала организационо одељење за процену начина на који могу да користе своје податке, укључујући податке о локацији, над својом базом корисника. Чак и организације које нису строго data driven компаније могу зарадити на њиховим подацима. На пример, произвођач пољопривредне опреме и трактора John Deere створио је интелигентан систем пољопривреде који прикупља информације о земљишту и временским приликама, а затим даје препоруке пољопривредницима о томе шта да саде, када да га саде, колико ђубрива

треба да користе итд. John Deere зарађује више од милијарду долара годишње продајући своје податке пољопривредницима.

Visa зарађује више од милијарду долара годишње продајући податке малопродавцима којима су потребне информације о обрасцима куповине купаца. Ови трговци на мало можда немају сопствене програме картица лојалности, па могу видети само оно што купци купују у њиховим појединачним продавницама и не могу стећи општи увид у понашање при куповини. Visa овим продавачима може продати вредне, обједињене податке о својим купцима и зарадити много на томе.

Ово су кључни начини на које организације могу монетизовати своје податке: стварањем бољих производа који задовољавају потребе будућих потрошача, смањењем трошкова и директном продајом или изнајмљивањем њихових података.

Small Data

Пословне иницијативе засноване на подацима у последњој деценији укључивале су коришћење огромних скупова података за разумевање предмета-купаца, тржишта, временских прилика-и предвиђање како ће њихово понашање утицати на наше интересе. Али као што смо видели јасније него икад 2020. године, свет се мења. Када се догоде драматични догађаји и догађаји који мењају свет, моделе је потребно брзо прилагодити-а то често значи да подаци из „старог света“ једноставно више нису толико вредни нити корисни! То значи да људи сада говоре о „малим подацима“-технологији и пракси које омогућавају наставак доношења одлука на основу података када је количина информација коју имамо ограничена [14]. Иако звучи буквално супротно, пракса малих података уско је повезана с концептима великих података и све ће се више укључивати у игру када подаци неочекивано застаре због непредвиђених догађаја или су на други начин непотпуни или недоступни.

Edge Analytics- аналитика „на ивици“

Edge computing је тако назван да га разликује од концепта cloud computing, где се сав посао обавља у централизованим, data центрима података који се користе на локалним терминалима преко API-ја и контролних табли. Према Харту [15], са edge analytics концептом, калкулације се изводе што је могуће ближе тачки где се прикупљају подаци (изворном систему), често унутар самог уређаја за прикупљање података. Апликације за edge computing постоје у случајевима употребе најнапреднијих технологија, као што су самовозећи аутомобили-где сами аутомобили морају бити у могућности да донесу одлуку о томе да ли су у опасној ситуацији и да треба да предузму мере избегавања, без потребе да шаљу све што знају до неког центра за одлучивање, те да чекају да им се резултат врати у виду неке одлуке.

Nayak [16] проналази како је Edge computing ефикаснији приступ доношењу одлука, тј омогућава да се одлуке могу брже донети на основу доступних, свежих података, такође смањује се пропусни опсег за слање информација уназад ка неком cloud-у, без преке потребе. Такође, постоје разноврсне интересантне примене – нпр омогућава се беспилотним летелицама да саме доносе више одлука, уместо да морају да шаљу информације назад на базну станицу пре него што се може предузети даља акција.

ЗАКЉУЧАК

Данас је јасно да AI има потенцијал да промени многе аспекте начина на који свет функционише, па се кључна питања односе на то како се технологија може користити за решавање највећих проблема са којима се свет суочава, попут лечења болести, смањења сиромаштва, заштита животне средине и покретање људског напретка.

У потрошачком свету све више технологије коју усвајамо у свакодневни живот постаје све вештачка интелигенција-од помоћника за паметне телефоне попут Apple-ове Siri и Google помоћника, до самоуправљајућих и аутономних аутомобила за које многи предвиђају да ће надмашити аутомобиле са ручним управљањем унутар наших живота.

Сви ови помаци омогућени су усредсређивањем на имитирање процеса мишљења људи. Подручје истраживања које је било најплодније последњих година је оно што је постало познато као „машинско учење“. У ствари, то је постало толико интегрално за савремену AI да се изрази „вештачка интелигенција“ и „машинско учење“ понекад користе наизменично.

ЛИТЕРАТУРА

[1.] Wehle, H.D. (2017). Machine Learning, Deep Learning, and AI: What's the Difference?, Data Scientist Innovation Day, 2017
[2.] Cunningham, P., Cord, M., Delany, S.J. (2008). Supervised Learning, DOI: 10.1007/978-3-540-75171-7_2
[3.] Greene, D., Cunningham, P., Mayer, R. (2008). Unsupervised Learning and Clustering, Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics, DOI: 10.1007/978-3-540-75171-7-3
[4.] Antons, D., Breidbach, C. (2017). Big Data, Big Insights? Advancing Service Innovation and Design With Machine Learning, Journal of Service Research 21(5), DOI: 10.1177/1094670517738373
[5.] Wang, L., Alexander, C.A. (2016). Machine Learning in Big Data, International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences 1(2):52-61, DOI: 10.33889/IJMEMS.2016.1.2-006
[6.] Bzdok, D., Altman, N., Krzwynski, M. (2018). Statistics versus Machine Learning, Nature Methods 15(4), DOI: 10.1038/nmeth.4642
[7.] Lloyd, J. (2011). Identifying Key Components of Business Intelligence Systems and Their Role in Managerial Decision making, Applied Information Management, University of Oregon, доступно на: https://core.ac.uk/download/pdf/36686081.pdf, приступљено дана: 8.9.2021
[8.] Grivas, S.G., Vavouras, A. (1999). Data Warehousing: Concepts and Mechanisms, DOI: 10.1007/978-3-322-94873-1_6
[9.] Negash, S. (2004). Business Intelligence, Communications of the Association for Information Systems 13(13), DOI: 10.17705/1CAIS.01315
[10.] Kotu, V., Deshpande, B. (2015). Predictive Analytics and Data Mining, ISBN 978-0-12-801460-8, https://doi.org/10.1016/C2014-0-00329-2
[11.] Bartneck, C., Lutge, C., Wagner, A., Welsh, S. (2021). What Is AI?, An Introduction to Ethics in Robotics and AI
[12.] Parsaeefard, S., Tabrizian, I., Leon-Garcia, A. (2019). Artificial Intelligence as a Service (AI-aaS) on Software-Defined Infrastructure. 2019 IEEE Conference on Standards for Communications and Networking (CSCN), 1-7.
[13.] Lins, S., Pandl, K.D., Teigeler, H. et al. Artificial Intelligence as a Service. Bus Inf Syst Eng 63, 441–456 (2021). https://doi.org/10.1007/s12599-021-00708-w
[14.] Avetisyan, S. (2018). Philosophy of Small Data, SSRN Electronic Journal, DOI: 10.2139/ssrn.3288115
[15.] Harth, N., Anagnostopoulos, C., Pezaros, D. (2018). Predictive intelligence to the edge: impact on edge analytics, Evolving Systems 9(2), DOI: 10.1007/s12530-017-9190-z
[16.] Nayak, S., Patgiri, R., Waikhom, L., Ahmed, A. (2021). A Review on Edge Analytics: Issues, Challenges, Opportunities, Promises, Future Directions, and Applications, Computer Science, Cornell University, доступан на: https://arxiv.org/pdf/2107.06835.pdf, приступљено дана: 8.9.2021

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

KLASIFIKACIJA WEB STRANICA BAZIRANA NA SUPPORT VECTOR MACHINE

Nenad Badovinac
Univerzitet u Beogradu - Fakultet organizacionih nauka, nenad.badovinac@gmail.com

Apstrakt: *Tradicionalne metode klasifikacije tekstova koriste ključne reči. U ovom radu za klasifikaciju tekstova predlaže se primena algoritma mašinskog učenja koja koristi vektorizovani tekst i parametre koje je moguće optimizovati. Predstavljeni su rezultati performansi različitih algoritama mašinskog učenja i analizom je ustanovljeno da su najbolji rezultati dobiveni korišćenjem Support vector machine algoritma, kao klasifikatora teksta. Na osnovu rezultata eksperimentalne analize podešavanjem parametara performanse modela su dodatno poboljšane. Rezultati predviđanja SVM klasifikatora za tekstove koji su podeljeni u 12 kategorija su detaljno pojašnjena i prikazani su rezultati eksperimentalne analize.*

Ključne reči: *Vektorizacija teksta, support vector machine, NLP, klasifikacija web stranica.*

1. UVOD

Modeli obrade prirodnog jezika (NLP) koriste se za merenje sličnosti rečenica. Većina predloženih pristupa zavisi o sličnosti reči u rečenicama. Istražuju se semantičke veze između reči i izračunava se sličnost. Određivanje modela za merenje sličnosti rečenica zavise o korišćenju optimalnog algoritma mašinskog učenja i optimalnih parametara. Određivanje optimalnih parametara poboljšat će rezultate predviđanja kategorizacije teksta. Postoje različite metode vektorizacije teksta koje su detaljno predstavljene u radu u procesu klasifikacije teksta pomoću modela mašinskog učenja. Algoritmi mašinskog učenja mogu se podesiti koristeći parametre koji predstavljaju složen prostor mašinskog učenja. Za klasifikaciju teksta koriste se nadzirani algoritmi mašinskog učenja koji koristeći trening podatke dodeljuje tekstuelni dokument odgovarajućoj kategoriji [1, 2]. Ovi algoritmi koriste se i za klasifikaciju teksta prilikom otkrivanja tema o kojima je pisano [3], zatim o filtriranju neželjene e-pošte [4], klasifikaciju e-pošte [5], identifikaciji autora [6, 7] i klasifikaciji web stranica [8, 9].

Za primenu algoritma tekstuelni podaci se transformišu u vektore. U ovom radu su analizirani rezultati predviđanja klasifikacije 3.277 tekstualnih objava preuzetih sa web stranice [10]. Za izradu modela predviđa odabir jednog od nekoliko algoritama mašinskog učenja. Najbolji rezultati predviđanja postignuti su korišćenjem Support Vector Machine klasifikatora. Support Vector Machine (SVM) primenjuju se u području klasifikacija teksta od kada je, 1963. godine, definisan izvorni oblik SVM algoritma predstavljen od Vladimira N. Vapnik i Alexey Ya. Chervonenkis [11]. SVM se vremenom transformisao kako bi uspešnije klasifikovao tekst [12]. Rad je podeljen na poglavlja 1) Uvod, 2) Primena vektorizacije i klasifikatora teksta, zatim 3) Optimizacija modela mašinskog učenja u kojem je pojašnjen način parametrizacije modela mašinskog učenja, zatim na 4) Predlog klasifikacije teksta modelom mašinskog učenja uz

eksperimentalnu analizu. U poglavlju 5) nalaze se zaključne odredbe, i na kraju nalazi se popis korišćene literature.

2. PRIMENA VEKTORIZACIJE I KLASIFIKATORA TEKSTA

Nad vektorima transformisanog teksta primenjuju se algoritmi mašinskog učenja. Koristeći vektorski prostor za prikaz klasifikacije teksta kreira se veliki broj dimenzija prostora koji osim korisnih dimenzija sadrži i nevažne dimenzije koji smanjuju tačnost klasifikacionog modela [13]. U sličaju da se reč pojavljuje u svim tekstualnim objavama na analiziranoj web stranici, ta reč uopšte nije korisna za predviđanje klase konkretnog tekstualnog dokumenta. Kako bi se smanjio broj vektor-dimenzija, kao i poboljšala tačnost klasifikacije teksta, odabir načina dimenzionisanja teksta igra važnu ulogu [14]. Model vektorizacije radi tako da napravi uniju svih reči u svim tekstovima i pripisuje svakoj reči jednu dimenziju.

SVM klasifikator pokušaće da svaki tekstuelni dokument definiše kao određenu tačku u N-dimenzionalnom prostoru koji pridružuje određenoj kategoriji teksta. Metode odabira načina vektorizacije teksta rangira težinu reči u tekstu. Postoje nekoliko načina vektorizacije teksta, a to su Binary, Boolean, TF-IDF. Binarna metoda prebrojava koliko puta se pojavljuje neka reč u teksuelnom dokumentu. Boolean metoda proverava da li se u tekstu pojedine reči iz ukupnog vektora reči pojavljuju ili ne [14]. TF-IDF metoda se smatra najboljom metodom vektorizacije teksta i ona integriše frekvenciju reči u skupu svih reči. TF-IDF vektorizacija za svaki tekst kreira listu vektora koja sadrži onoliko dimenzija koliko ima razlicitih reči u skupu svih reči i svakoj reči pridaje određeno mesto u vektoru-listi. TF-IDF se izračunava po formuli gde je (f) broj pojavljivanja reči u tekstu, N je ukupan broj tekstova za trening, n broj tekstova u kojima se pojavljuje dana reč [14]:

$$\text{TF-IDF} = (1+\log(f)) \times \log(N/n)$$

TF pokazuje koliko je data reč važna u tekstu (sto je ima više u tekstu TF je veći, ali ne linearno, već logaritamski). IDF pokazuje koliko obrnuta važnost pojedine reči u tekstu (sto je ima više u tekstovima IDF je manji). Na primer, ako neka reč, tipa veznik reči ima IDF = 0, jer se često pojavljuje u dokumentu, sistem će tretirati kao da se reč ne pojavljuje, samim tim i TF-IDF = 0. Rezultate primene SMV klasifikatora sa različitim vektorizatorima teksta koji je podeljen u dve kategorije nalaze se u Tabeli 1. Najbolji rezultati dobiveni su primenom TF-IDF vektorizatora.

Tabela 1. *Modeli vektorizacije teksta i rezultat klasifikacije primenom SVM algoritma.*

Metode vektorizacije teksta	Rezultat klasifikacije SVM algoritmom
Binary	88,98 %
Boolean	93,01 %
TF-IDF	95,83 %

3. OPTIMIZACIJA MODELA MAŠINSKOG UČENJA

Postavljanje ispravne kombinacije parametara modela mašinskog učenja, jedini je način da se iz modela izvuku maksimalne performanse. Za istraživanje predloženi su algoritmi uz pristup nadziranom mašinskom učenju sa poznatim skupom podataka. Koristeći različite algoritme nad 3.277 tekstualnih dokumenata podeljenih u 12 kategorija, dobiveni su različiti rezultati klasifikacije koji su prikazani u Tabeli 2.

Tabela 2. *Rezultati dobiveni primenom različitih algoritama mašinskog učenja.*

Algoritam mašinskog učenja	Rezultat ispravnog predviđanja (trening 70%)	Rezultat ispravnog predviđanja (trening 90%)	Promena
Decision Tree Classifier	38,11 %	44,00 %	+
Multinominal NB	42,28 %	39,94 %	-
Random Forest Classifier	50,81 %	52,13 %	+
Logistic Regression	58,54 %	57,00 %	-
Support Vector Machine	**62,50 %**	**63,41 %**	**+**

Tabela 2 prikazuje rezultati predviđanja ispravne klasifikacije 3.277 tekstova u jednu od 12 katerogije. SVM algoritam je najprecizniji i to sa 63,41% ispravnog predviđanja. Tokom testiranja algoritma povećavali smo grupu teksturlnih dokumenata korišćenih za treniranje modela sa 70% na 90%, tako da su algoritmi Decision Tree Classifier, Random Forest Classifier i Support Vector Machine imali povećanje uspešnog predviđanja, dok su ostali algoritmi pokazali procenat smanjenja uspešnog predviđanja. Primenom različitih parametare optimizovat će se performanse modela klasifikacije teksta.

3.1. PARAMETRIZACIJA SUPPORT VECTOR MACHINE KLASIFIKATORA

Metodom odabira optimalnih parametara u nastavku radu je predstavljen optimizovan algoritam koji omogućava bolje rezultate predviđanja. U radu je predloženo korišćenje parametara, i to: funkcija kernela (jezgre algoritma), regularizaciju i splitter kao parametar koji će podeliti tekstuelne dokumente na grupu koja će biti korišćena za treniranje i na grupu koja će biti korišćena za testiranje modela mašinskog učenja.

3.1.1. Funkcija jezgre (kernela)

Različiti SVM algoritmi koriste različite vrste funkcija jezgre (kernela). To su: linearne, nelinearne, polinomske, radijalne (RBF) i sigmoidne [15].

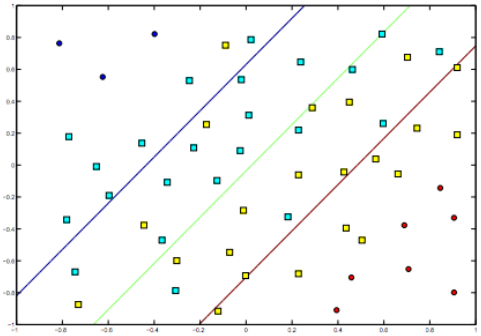
Linearno jezgro - To je najosnovnija vrsta jezgre, obično jednodimenzionalne prirode. Pokazuje se kao najbolja funkcija kada postoji mnogo atributa. Linearno jezgro uglavnom se koristi za probleme klasifikacije teksta, jer se većina tekstuelnih klasifikacija može linearno odvojiti. Linearne funkcije jezgre brže su od ostalih funkcija. Formula linearnog jezgra:

Gaussova radijalna osnovna funkcija (RBF) - Jedna je od najpoželjnijih funkcija jezgre SMV algoritma. Obično se odabire za nelinearne podatke.

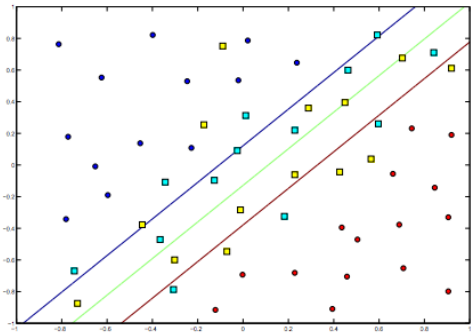
Sigmoidno jezgro - Najviše se preferira za neuronske mreže . Ova jezgrena funkcija slična je dvoslojnom perceptronskom modelu neuronske mreže, koji radi kao aktivaciona funkcija za neurone [15].

3.1.2. Regularizacija

Regularizacija se često označava parametrom „C“ (lambda) u Python-ovoj biblioteci Scikit-learn i označava optimizaciju SVM-a u smislu nivoa pogrešne klasifikacije koju želimo izbjeći u pojedinačnom primeru treniranja modela. Parametar regularizacije služi kao stepen važnosti koji se pridaje pogrešnim klasifikacijama. SVM predstavljaju problem kvadratne optimizacije koji traži maksimizovanje margine između klasa i minimiziranje količine pogrešnih klasifikacija. Međutim, da bi neke klasifikacije pronašle rešenje, potrebno je postaviti ograničenje klasifikacije, a to se postiže postavljanjem parametra regularizacije. Kako vrednost lambda raste, manje su dopušteni pogrešno klasifikovani primeri. Kad lambda teži 0 (a da nije 0), više su dopuštene pogrešne klasifikacije [18]. Na slikama 1 i 2, pravcima su razgraničeni tekstovi klasa u kojima se pojavljuju neispravno klasifikovani tekstovi [18].



Slika 1. *Lambda = 0,1*



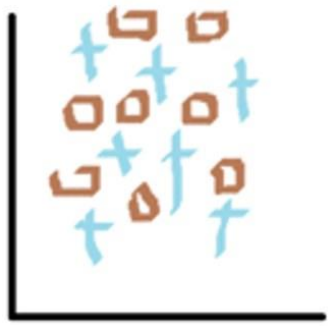
Slika 2. *Lambda = 1*

3.1.3. Deljenje podataka za SVM klasifikator (splitter)

Popularan pristup za procenu performansi modela mašinskog učenja je metoda testnog uzorka. Upotrebnom metode testnog uzorka razvaja se inicijalni skup podatka u posebne skupove za trening modela i na poseban skup za testiranje modela mašinskog učenja. Trening skup podataka koristi se za treniranje modela mašinskog učenja, a test skup podatka za procenu performansi modela. Na primer, podela ukupne grupe tekstuelnih podatka može biti na 70% tekstova za treniranje modela i 30% na tekstove za testiranje modela [16].

4. PREDLOG KLASIFIKACIJE TEKSTA KORISTEĆI SVM KLASIFIKATOR

Klasifikacija tekstuelnih dokumenata jedan je od važnih zadataka nadziranog mašinskog učenja. U ovom poglavlju prikazana je procena performansi SVM algoritma primenom različitih parametara modela. Opisana je primena klasifikacija teksta koristeći programski jezik Python, biblioteku Scikit-learn i SVM kao nadzirani klasifikator mašinskog učenja [17]. SVM algoritam mašinskog učenja koristi tehniku transformacije tekstova na kojima će pronalaziti optimalne lokacije u višedimenzionalnom prostoru. Na slikama 3 i 4, prikazani su načini na koje SVM razgraničava reči u tekstovima koristeći više-dimenzionalan vektorski pristup.



Slika 3. *Prikaz funkcionisanja SVM klasifikatora koristeći 2 dimenzije.*

Slika 4. *Prikaz funkcionisanja SVM klasifikatora koristeći 3 dimenzije.*

Eksperiment za procenu performansi klasifikacije teksta sastoji se od sledećih koraka:

1) Učitavanje skupa tekstulenih podataka sa web sajta.

2) Podela skupa tekstova na grupe za trening i grupu za testiranje klasifikatora.

3) Vektorizacija teksta.

4) Pokretanje ML algoritama i traženje najboljih parametara.

5) Analiza rezultata i određivanje optimalnog modela.

4.1. UČITAVANJE SKUPA TEKSTUELNIH PODATAKA

Izrada optimalnog modela zahteva pripremu tekstuelnih podataka. Za potrebe istraživanja preuzeti su podaci sa internet web stranice [10]. Za preuzimanje tekstuelnih podatka sa interneta korišćena je Python biblioteka BeautifulSoup. Nakon što su preuzeti HTML fajlovi, eksportovan je tekst objave i nad tekstom su izvršene neke NLP funkcije. Izvršeno je čišćenje teksta od posebnih znakova, svi tekstovi su konvertovani u mala slova i uklonjene su kratke reči koje sadrže do 3 karaktera. Zbog specifičnosti teme, analizom je utvrđeno da je potrebno zadržati neke 3-karakterne reči. Svi tekstovi su zapisani u json fajl pod nazivom recnik.json koji ima strukturu: {ID teksta: [Naslov teksta, Sadržaj teksta, Kategorija teksta]}.

Kategorija teksta: 'duhovne pouke', 'intervjui', 'cuda bozija', 'knjige', 'internet biblioteka', 'manastirske novosti', 'pisma', 'pitanja odgovori', 'podviznici', 'propovedi', 'reportaze', 'vesti'.

4.2. PODELA TEKSTA NA GRUPU ZA TRENING I GRUPU ZA TESTIRANJE

Sve tekstuelne objave sačuvane su u jednom JSON fajl koji je podeljen u dve grupe sa uzorcima na kojima je kasnije kreiran ML model. Jedna grupa tekstova čine tekstuelne objave za treniranje modela i ona sadrži 90% tekstuelnih objava, a druga grupa, od 10% čine tekstovi za testiranje modela mašinskog učenja.

train, test = train_test_split(recnik.json, test_size=0.10)

4.3. VEKTORIZACIJA TEKSTA

Tekstuelne internet objave koje analiziramo su niz poredanih reči. Kako bismo pokrenuli algoritme mašinskog učenja, konvertovan je tekst u numeričke vektore atributa. Svaka tekstuelna objava segmentirana je na reči i prebrojavano je koliko puta se svaka reč pojavi u svakom tekstu. Svakoj reči dodelimo celi broj. Za potrebe vektorizacije teksta testirani su Binarni, Boolean i TF-IDF vektorizator. Pythonom metod „Fit_transform“ će na osnvou svih reči svaki „train“ tekst pretvoriti u vektor, dok će metoda „Transform“ svaki „test“ tekst na osnovu train modela pretvoriti u vektor.

train_vektori = CV.fit_transform(train_sadrzaj)

test_vektori = CV.transform(test_sadrzaj)

4.4. POKRETANJE „ML“ ALGORITMA UZ PROMENTU PARAMETARA

U ovom koraku definisan je SVM klasifikator čiji je zadatak da u n-dimenzionalnom vektorskom prostoru traži lokaciju koja odgovara određenoj kategoriji teksta, tj. određenoj temi. SVM kao tekst klasfikator pokušaće da otkrije one dimenzije po kojima se različiti tekstovi razlikuju. Promenjene su performanse modela primenom različitih kombinacija Kernela, Regulatora i Splitera. U konkretnom primeru zadatak SVM algoritma je da pronađe određene oblasti koje će predstavljati određene kategorije.

4.5. ANALIZA REZULTATA

Primenom SVM klasifikatora i promenom parametera tražimo optimalan model mašinskog učenja. Promenom parametara koji su korišćeni u eksperimentalnom istraživanju prilagođen je konačan ML model na osnovu 3.277 tekstualnih objava podeljenih u 12 kategorije. Međutim, u Tabeli 1 prikazano je da od tri ponuđena vektorizatora najbolje rezultate, na osnovu 713 tekstova podeljenih u dve kategorije dobiveni su korišćenjem TF-IDF vektorizatora. U Tabeli 2 prikazano je da od analiziranih klasifikatora najbolji rezultati dobijeni su primenom SVM klasifikatora. U nastavku se nalazi Tabeli 3 u kojoj je prikazano da SVM klasifikator, sa TF-IDF vektorizatorom omogućava najbolje performanse korišćenjem 90% trening skupa tekstova.

Tabela 2. *Rezultati dobiveni primenom različitih algoritama mašinskog učenja.*

Grupa tekstuelnih podataka korišćena za treniranje modela	Rezultat klasifikacije SVC algoritmom
90%	95,83 %
80%	93,01 %
70%	91,12 %

U nastavku eksperimentalnog istraživanja prikazani su rezultati testiranja SVM algoritma i parametara: Kernela ['linear', 'rbf', 'sigmoid'], Regulatora [0.5, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5] i Splitera, kao parametar podele tekstuelnih podatka na udeo za treniranje i udeo za testiranje modela [0.3, 0.2,

0.1]. U nastavku istraživanja korišćen je skup podatka od 3.277 tekstova podeljenih u 12 kategorija. U ovom primeru zadatak klasifikatora je mnogo teži od prethodnih izračuna, jer je sada potrebno ispravno predviđanje jedne od 12 kategorija teksta. Rezultati ovih istraživanja prikazani su u tabelama 4-6. Najbolji rezultat prikazan je boldan u tabeli 6.

Tabela 4. *Prikazuje rezultat predviđanja na osnovu Splitear od 10% podataka za testiranje*

Kernel – jezgro	Regulator	Rezultat predviđanja
Linear	0,5	59,25 %
Linear	0,8	61,79 %
Linear	1,0	62,50 %
Linear	1,2	63,62 %
Linear	1,5	63,41 %
RBF	0,5	48,27 %
RBF	0,8	54.57 %
RBF	1,0	58.23 %
RBF	1,2	59.15 %
RBF	1,5	59.65 %
Sigmoid	0,5	58.33 %
Sigmoid	0,8	61.28 %
Sigmoid	1,0	61.69 %
Sigmoid	1,2	63.01 %
Sigmoid	1,5	63.62 %

Tabela 5. *Prikazuje rezultat predviđanja na osnovu Splitera od 20% podataka za testiranje.*

Kernel – jezgro	Regulator	Rezultat predviđanja
Linear	0,5	58.23 %
Linear	0,8	60.37 %
Linea	1,0	62.50 %
Linear	1,2	62.96 %
Linear	1,5	62.50 %
RBF	0,5	48.02 %
RBF	0,8	55.49 %
RBF	1,0	58.08 %
RBF	1,2	58.69 %
RBF	1,5	58.99 %
Sigmoid	0,5	57.47 %

Sigmoid	0,8	59.76 %
Sigmoid	1,0	61.74 %
Sigmoid	1,2	62.80 %
Sigmoid	1,5	62.96 %

Tabela 6. *Prikazuje rezultat predviđanja na osnovu Splitera od 30% podataka za testiranje.*

Kernel – jezgro	Regulator	Rezultat predviđanja
Linear	0,5	57.93 %
Linear	0,8	62.50 %
Linear	1,0	63.41 %
Linear	1,2	63.41 %
Linear	1,5	64.02 %
RBF	0,5	47.87 %
RBF	0,8	55.49 %
RBF	1,0	57.32 %
RBF	1,2	58.23 %
RBF	1,5	60.06 %
Sigmoid	0,5	57.93 %
Sigmoid	0,8	60.98 %
Sigmoid	1,0	62.20 %
Sigmoid	1,2	62.80 %
Sigmoid	1,5	63.11 %

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu predložen je model klasifikacije tekstova sa web stranice. Za analizirane tematske web objave kao najbolji klasifikator pokazao se SVM algoritam.

Poređeni su rezultati dobiveni predviđanjem klasifikacije 713 tekstova u jednu od dve kategorije i za taj eksperiment korišćene su tri vrste vektorizacije teksta i to Binary, Boolean i TF-IDF i SVM klasifikator. Rezultati eksperimentalne analize prikazuju da SVM klasifikator korišćenjem Binarne metode vektorizacije ispravno predviđa 88,98% tekstova u jednu od dve kategorije, Boolean to radi za 93,01% tekstova, a primenom TF-IDF vektorizatora dobiveni su najbolji rezultatai, jer je ispravno predviđena klasifikacija za 95,83% tekstova.

Poređeni su rezultati predviđanja klasifikacije svih 3.277 tekstova u jednu od 12 kategorija koristeći optimalne parametre SVM algoritma, i to: Linearne jezgre, Regulatora 1,5, i grupom od 70% korišćenih tekstuelnih podataka za treniranje modela. Rezultat predviđanja bio je 64.02%. Rezultati analize pokazuju da je za konkretan skup tekstuelnih podataka, shema odabira parametara bazirana na TF-IDF vektorizaciji i SVM algoritmu najbolja solucija.

Literatura

[1.] Lewis, D. D. Ringuette, M.: A Comparison of Two Learning Algorithms for Text Categorization. Third Annual Symposium on Document Analysis and Informa-tion Retrieval, Las Vegas, NV, US, 1994, pp. 81–93.

[2.] Sebastiani, F.: Machine Learning in Automated Text Categorization. ACM Com-puting Surveys, Vol. 34, 2002, No. 1, pp. 1–47, doi: https://doi.org/10.1145/505282.505283

[3.] Bracewell, D. B. Yan, J. Ren, F. Kuroiwa, S.: Category Classification and Topic Discovery of Japanese and English News Articles. In: Seda, A., Boubekeur, M., Hurley, T., Mac an Airchinnigh, M., Schellekens, M., Strong, G.(Eds.): Proceedings of the Irish Conference on the Mathematical Foundations of Com-puter Science and Information Technology (MFCSIT 2006). Electronic Notes in Theoretical Computer Science, Vol. 225, 2009, pp. 51–65, DOI://doi.org/10.1016/j.entcs.2008.12.066

[4.] Gunal, S. Ergin, S. Gulmezoglu, M. B. Gerek, O. N.: On Feature Extraction for Spam E-Mail Detection: Multimedia Content Representation, Classification and Security. Springer, Vol. 4105, 2006, pp. 635–642, doi://doi.org/10.1007/11848035_84

[5.] Drucker, H. Wu, D. Vapnik, V. N.: Support Vector Machines for Spam Categorization. IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 10, 1999, No.5, pp. 1048–1054, //doi.org/10.1109/72.788645

[6.] Cheng, N. Chandramouli, R. Subbalakshmi, K. P.: Author Gender Identification from Text. Digital Investigation, Vol. 8, 2011, No. 1, pp. 78–88, //doi.org/10.1016/j.diin.2011.04.002

[7.] Stamatatos, E.: Author Identification: Using Text Sampling to Handle the Class. Information Processing and Management, Vol. 44, 2008, No. 2,pp. 790–799, //doi.org/10.1016/j.ipm.2007.05.012

[8.] I.Anagnostopoulos, C. Loumos, V. Kayafas, E.: Classifying Web Pages Employing a Probabilistic Neural Network. IEEE Proceedings Software, Vol. 151, 2004, No. 3, pp. 139–150, //doi.org/10.1049/ip-sen:20040121

[9.] Chen, R. C. Hsieh, C. H.: Web Page Classification Based on a Support Vector Machine Using a Weighted Vote Schema. Expert Systems with Applications, Vol. 31,2006, No. 2, pp. 427–435, //doi.org/10.1016/j.eswa.2005.09.079

[10.] Web link: http://www.manastir-lepavina.org

[11.] Chervonenkis A.Y. (2013): Early History of Support Vector Machines. Springer, Berlin, Heidelberg. //doi.org/10.1007/978-3-642-41136-6_3

[12.] Vapnik, V. N., and A. Y. Chervonenkis. "Об одном классе алгоритмов обучения распознаванию образов (On a class of algorithms of learning pattern recognition)." Avtomatika i Telemekhanika 25.6 (1964).

[13.] Wu, Y. Zhang, A.: Feature Selection for Classifying High-Dimensional Numerical Data. Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2004, Vol. 2, pp.II, //doi.org/10.1109/cvpr.2004.1315171

[14.] Chen, J.Huang, H.Tian, S.Qu, Y.: Feature Selection for Text Classification with Naive Bayes. Expert Systems with Applications, Vol. 36, 2009, No.3, Part 1, pp. 5432–5435, //doi.org/10.1016/j.eswa.2008.06.054

[15.] Web link: https://dataaspirant.com/svm-kernels/#t-1608054630727

[16.] Sebastian Raschka, Vahid Mirjalili. „Python – mašinsko učenje“, Kompjuter biblioteka, 2020. ISBN 978-86-7310-549-9

[17.] Web link: https://www.neptune.ai/blog/hyperparameter-tuning-in-python-a-complete-guide-2020

[18.] Web link: https://datascience.stackexchange.com/questions/4943/intuition-for-the-regularization-parameter-in-svm

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

MOGUĆI NAČINI ZAŠTITE KOMUNIKACIJE UPOTREBOM INFRASTRUKTURE JAVNOG KLJUČA – PKI

Dražen Marinković, Zoran Ž. Avramović, Slavojka Lazić
Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka, Bosna i Hercegovina
{drazen.m.marinkovic, zoran.z.avramovic, slavojka.n.lazic}@apeiron-edu.eu

***Abstrakt**: U radu je prikazan način zaštite računarske komunikacije u računarskim mrežama upotrebom PKI javnog ključa. PKI aplikacije predstavljaju kreirane namjenske programe-softverska rješenja, protokole koja u suštini u svom radu se oslanjaju i prihvataju PKI podršku u kriptografskoj zaštiti od strane PKI sistema, odnosno samog CA tijela, te daju smisao i svrhu Infrastrukturi javnog ključa-PKI.*

***Ključne riječi**: Kripto zaštita, PKI, VPN, IPSec, AH protokol, ESP protokol,*

1. UVOD

Mogućnosti i načini zaštite komunikacije upotrebom PKI infrastrukture ostvaruje se prvenstveno putem softverskih rješenja koja, putem primjene kriptografije ostvaruju zadatu radnju.

1.1. PKI aplikacije

PKI aplikacije predstavljaju kreirane namjenske programe-softverska rješenja, protokole koja u suštini u svom radu se oslanjaju i prihvataju PKI podršku u kriptografskoj zaštiti od strane PKI sistema, odnosno samog CA tijela, te daju smisao i svrhu Infrastrukturi javnog ključa-PKI. Na način da se vrši usluga korišćenja tehnologija digitalnog potpisa kriptografskih ključeva, a koje se primjenjuju u softverskim rješenjima/aplikacijama za namjenu kao što je:

- Virtuelne privatne mreže – VPN,
- Zaštita emajla, odnosno servisa elektronskih poruka,
- Zaštita WEB servisa,
- Sistemi čiji rad se zasniva na kontroli identiteta i pristupa štićenim i povjerljivim stvarima.

U svom radu navedena softverska rješenje koriste protokole na osnovu kojih ostvaruju radnju zaštite odnosno kripto zaštite uređaja, komunikacionog kanala te samog podatka u njima ili kroz njih.

2. VPN MREŽA

VPN – virtuelna privatna mreža (engl. Virtual Private Network) podrazumijeva ostvarivanje bezbjedne komunikacije između dvije privatne računarske mreže posredstvom javne ili dijeljene računarske mreže, na način da osigurava siguran kanal-tunel za komunikaciju između te dvije

tačke. Način rada virtuelne privatne mreže i njena sigurnost zasnovana je na primjeni kriptografije upotrebom digitalnog sertifikata, na način da protokol na osnovu kojeg se uspostavi tuneliranje između dva učesnika, prilikom slanja paketa, uzima originalni okvir, te vrši enkapsuliranje u dodatno zaglavlje i kao takav šalje ga kroz mrežu do odredišta.

Neki od najčešćih protokola koji se koriste za implementaciju tuneliranja podataka:

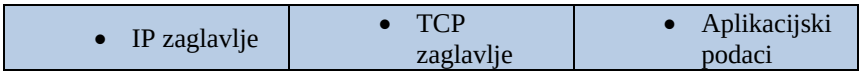
- **IPSec –** (engl. Inernet Protocol Security Tunnel Mode)
- **PPTP –** (engl. Point to Point Tunneling Protocol)
- **L2F –** (engl. Layer 2 Forwarding)
- **L2TP –** (engl. Layer 2 Tunneling Protocol)
- **ATMP –** (engl. Ascend Tunnel Management Protocol)
- **GRE –** (engl. Generic Routing Encapsulation)
- **DSLW –** (engl. Data Link Switching).

2.1.1. IPSec protokol

IPSec protokol (engl. Internet Protocol Security) je protokol čiji je zadatak da obezbedi osnove standardne osobine zaštite komunikacije a to su autentifikacija, tajnost, integritet i neporecivost putem dva nezavisna protokola AH i ESP. Proširenjem Ipv4 protokola na način implementiranja navedenih elemenata zaštite podatka vrši se formiranje sigurne mrežne komunikacije na mrežnom sloju ISO OSI modela, odnosno na internet sloju TCP/IP protokola. Što podrazumjeva radnju modifikovanja, odnosno izmjene IP datagrama. Međutim zaštita putem IPSec protokola je ostvariva i moguća za implementaciju uz određene prednosti ili nedostatke i na ostalim dijelovima, odnosno slojevima od nivoa, fizičkog sloja do sloja aplikacije.

IPSec protokol u svom radu koristi dva načina rada.

- Transportni način rada,
- Tuneliranje.



Slika 1. Ilustrovani prikaz standardne forme IP datagrama

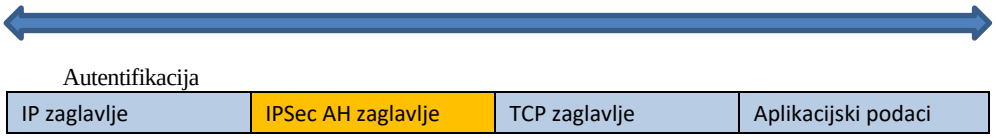
2.1.2. Transporni način rada IPSec protokola

Transportni način rada u primjeni IPSec prtokola se obično i najčešće primjenjuje u privatnoj računarskoj mreži - LAN ili WAN računarskoj mreži. A konkretna primjena podrazumjeva komunikaciju između dva host uređaja, što definiše da pri uspostavljanju komunikacije oba host uređaja za transportni način rada imaju podršku za IPSec protokol te upotrebom AH i ESP protokola ostvaruje kriptovanu zaštitu, odnosno enkripciju.

2.1.3. AH protokol

AH protokol je protokol koji svojom primjenom vrši osiguravanje elemenata autentifikacije, integriteta i neporecivosti IP datagrama, odnosno podataka koji se prenose. Na način da se u IP

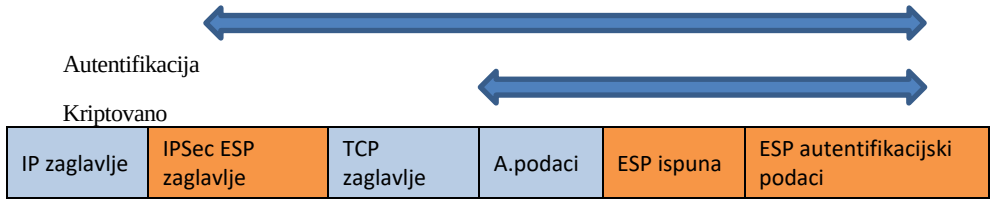
datagramu vrši dodavanje AH protokola odmah iza IP zaglavlja, koji svojim implementiranjem vrši obezbjeđenje uspostavljanja procesa odnosno radnje utvrđivanja i provjere identiteta te elemenate integriteta i neporecivosti ali ne i enrkipcije odnosno tajnosti.



Slika 2. Ilustrovani prikaz izgleda forme datagrama nakon što je uptrebljen AH protokol i izvršena radnja autentifikacije

2.1.4. ESP protokol

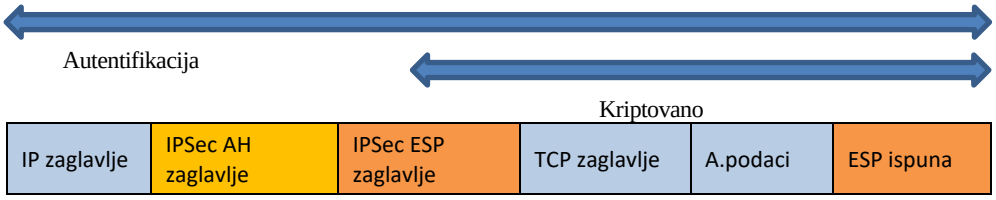
Kod primjene ESP protokola u transportnom načinu rada IPSec-a, primjena navedenog protokola obezbjeđuju se elementi zaštite kroz autentifikaciju, integritet, neporecivost i tajnost IP datagrama, odnosno podataka koji se prenose. Kao što je prikazano na ilistruaciji ispod, slika 9. svi podaci kao i i polje ESP ispuna su kriptovani, odnosno šifrovani. Međutim vidljivo je da polje IP zaglavlja, prilikom primjene ESP protokola je izostavljeno odnosno na njega se ne primjenjuje ESP protokol, što daje mogućnost zlonamjerne manipulacije, odnosno izmjene.



Slika 3. Ilustrovani prikaz izgleda forme datagrama nakon što je uptrebljen ESPprotokol u transporstnom načinu rada IPSec

2.1.5. AH+ESP protokol

Evidentno je da primjenom AH protokola se obezbjeđuje integritet, autentifikacija i neporecivost cijelog IP datagrama, dok sa druge strane primjenom ESP protkola možemo obezbjediti tajnost IP datagrama-podataka, odnosno njihovu enkripciju. Uzimajući ovu spoznaju u obzir i primijenivši oba protokola istovremeno ostvarićemo maksimalnu zaštitnu IP datagrama, odnosno podataka. Ilustrovano prikazano na slici 10.



Slika 4. Ilustrovani prikaz izgleda forme datagrama nakon što je uptrebljen AH+ ESPprotokol u transpo. načinu rada IPSec-a

2.1.6. IKE i IKEv2 protokol

IKE protokol (engl. Internet Key Exchange) predstavlja treći pod-protokol IPSec protokola. Njegova osnovna namjena je obezbediti autentifikaciju, povjerljivost i zaštitu da ne dođe do izmjene podatka od strane drugog lica. Osnovna namjena ovog protokola je sigurna razmjena kriptografskih ključeva. Razmjena IKE poruka vriši se putem UDP protokola, te vrši radnju obostrane autentifikacije učesnika u komunikaciji nakon čega uspostavlja SA (engl. Security Association) konekciju, koristeći X.509 digitalne sertifikate za razmjenju parametara za autentifikaciju i algoritma za enkripciju. IKE protokol je u upotrebu uveden 1998. godine ali je njegova zamjena uslijedila nakon 7 godina poboljšanom verzijom IKEv2 protokolom. [1]

IKEv2 protokol je došao kao nasljednik IKE protokola. Predstavlja jedan od najbržih a takođe i najsigurnijih danas dostupnih protokola, pri čemu se sigurnost definiše snagom definisane lozinke za prijavu, autentifikaciju.

Rad IKE protokola obe verzije kao što je navedeno, je zasnovan na usaglašavanju SA (engl. Security Association) udruživanja između dva učesnika u komunikaciji. SA (engl. Security Association) udruživanje predstavlja kombinaciju već dogovorenih kriptografskih ključeva, te protokola za komunikaciju i SPI (engl. Security Parameter Index) indeksa. SPI indeksi predstavljaju jedinstvenu identifikacijsku vrijednost unutar SA udruženja koja se koristi za razlikovanje različitih sigurnosnih zajednica prisutnih na istom računaru. Razmjena kriptografskih ključeva protokol provodi u dvije faze:

1. Prva faza IKE protokola odnosi se na usaglašavanje MM (egnl. Main Mode) SA engl. Security Association) udruživanja. Odnosi se na usaglašavanje sigurnosne politike koja obuhvata niz sigurnosnih parametara korištenih prilikom provođenja IKE protokola.
2. Druga faza IKE protokola odnosi se na usaglašavanje QM (engl. Quick Mode) SA engl. Security Association) udruživanja.

QM metod sastoji se od sljedećih koraka:

– Dogovaranje sigurnosne politike, u okviru kojega se utvrđuju sljedeći parametri:

- IPSec protokol: AH ili ESP,
- Algoritam jednosmjerne funkcije: MD5 ili SHA1
- Enkripcijski algoritam: 3DES ili DES.

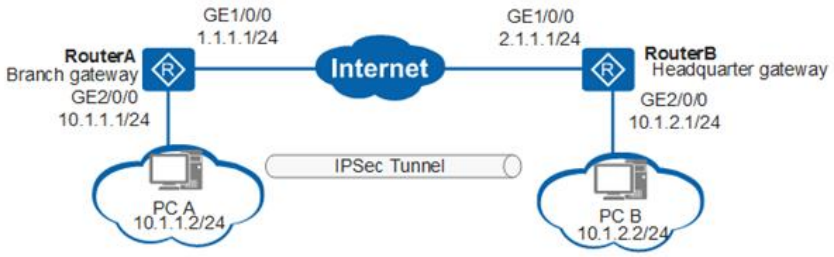
Nakon odabira sigurnosne politike, na svakom računaru stvorena su dva SA udruženja: jedno za slanje i jedno za primanje.

– Podaci uz ključ sesije se razmjenjuju ili osvježavaju,
– SA udruženja, ključevi i SPI indeksi prosleđuju se IPSec protokolu.

2.1.7. Tuneliranje kao način rada IPSec protokola

Tuneliranje, drugi od dva načina rada IPSec protokola. Njegov način rada uspostavlja, osigurava i realizuje sigurnu komunikaciju između dva Gateway uređaja u saobraćaju na udaljenim računarskim mrežama, pri čemu se vrši uspostavljanje privatne virtualne komunikacije, VPN (engl. Virutal Private Network) spoja između udaljenih računarskih mreža kroz nesigurnu-javnu računarsku mrežu. U ovakvom načinu primjene IPSec protokola svu zaštitu komunikacije obavljaju Gateway uređaji, pri meču host uređaji ne moraju imati podršku za IPSec protokol,

njihov saobraćaj je transparentan, dok Gateway uređaji su ulazno-izlazne tačke enkriptovane komunikacije. [2]



Slika 5. Ilustrovani prikaz VPN-IPSec tuneliranja

2.1.8. PPTP protokol

PPTP protokol (engl. Point-to-Point Tunneling Protocol) predstavlja mrežni protokol koji služi sa kreiranje i uspostavljanje VPN konekcije (engl. Virtual Private Networks), na način da obezbjeđuje siguran prenos podataka sa udaljene klijent lokacije prema privatnoj računarskoj mreži putem nesigurne, odnosno javne računarske mreže čiji rad se koristi TCP/IP protokol. Upotrebom PPTP protokola omogućava se autentifikacija i kompresija podataka, ali ne i kvalitetna sigurnost, odnosno zaštita podataka.

2.1.9. L2TP protokol

L2TP protokol (engl. Layer 2 Tunneling Protocol) u osnovi predstavlja nadogradnju PPTP protokola, pri čemu za razliku od njega obezbjeđuje veću sigurnost i obično se koristi u kombinaciji sa IPSec protokolom, iz čega je proizveden naziv za zajedničke aktivnsti pod imenom L2TP/IPSec. L2TP primjena može se ogledati u primjeni pružanja ADSL usluge. Ako se koristi u kombinaciji sa IPSec protokolom tada za enkripciju koriste AES-256 alogritam, dok sam nema valjanu snagu potpune zaštite.

2.1.10. S/MIME protokol

S/MIME protokol (engl. Sceure/Multipurpose Internet Mail Extension) predstavlja protokol koji je baziran na internet MIME standardu a služi za digitalno potpisivanje i kriptovanje elektronske pošte. On je danas vjerovatno jedan od protokola koji se najviše koriste na aplikativnom nivou, obezbjeđuje sigurnu razmjenu elektronskih poruka obezbjedivši putem primjene kriptogafije autentifikaciju, integritet, neporecivost i tajnost podataka.

2.1.11. SSL/TLS protokol

SSL protokol (engl. Secure Sockets Layer) u skorijoj prošlosti je bio najzastupljeniji kriptografski protokol čija kriptografska radnja se vrši na i putem transportnog protokola TCP-a, a čiji osnovni zadatk je da obezbjedi sigurnost internet komunikacije odnosno da obezbjedi siguran kanal kroz računarsku mrežu. U praktičnom smislu njegova osnovna uloga je da obezbjedi bezbjednu

komunikaciju između Web Browsera i servera, a pritom vršećni osnovnu radnju namjene obezbjeđenje i zaštita slanja povjerljivih podataka putem Internet mreže. [3]

SSL protokol, može se reći da je ugrađen u svaki veći, odnosno u više zastupljenije internet pregledače, te za svoj rad koristi infrastruktura javnog ključa, dosnosno digitalni sertifikat. Ali da bi se uspostavila SSL konekcija između pregledača i web servera, takođe i web server mora imati instaliran SSL sertifikat.

TLS protokol (engl. Transport Layer Security Protocol), predstavlja nasljednika SSL protokola, odnosno njegova unaprijeđena verzija. Osnovne kriptografkse karakteristike koje obezbjeđuje TLS protokol, a predstavljaju fundament sigurne komunikacije:

- Autentifikacija,
- Enkripcija,
- Integritet.

A što u praktičnom smislu predstavlja:

- Prijava korisnika na web aplikaciju,
- Plaćanje putem internet trgovine, odnosno platne kartice,
- Internet saobraćaj, te prenos, odnosno sigurno povlačenje i djeljenje podataka iz baza
- Prenos podataka upotrebom HTTPS protokola(za komunikaciju između korisnika i web stranice) ili FTP protokola (da obezbjedi prenos velike količine podataka).

2.1.12. HTTPS protokol

HTTPS protokol (engl. Hyper Text Transfer Protocol Secure) je protokol koji je nastao kombinacijom HTTP (engl. Hyper Text Transfer Protocol) protokola i SSL/TLS protokola. Njegova osnovna namjena je obzebjeđenje sigurne komunikacije, obezbedivši identifikaciju mrežnog web servera i kriptovanje podatka.

Osnovna namjena HTTPS protokola je da obezbedi siguran kanal za komunikaciju putem nesigurne mreže. Što podrazumijeva obezbjeđenje zaštite od prisluškivanja i Man-in-the-middle napada. Obezbjeđenje zaštite se ostvaruje putem sertifikata koji dolaze podrazumijevano instalirani u spremištu njihovog softvera, a kreirani i izdati su od strane sertifikacionih tijela kojima vodeći proizvođači web pregledača vjeruju.

3. ZAKLJUČAK

PKI je platforma za realizovanje metoda sigurne razmjene informacija baziranih na kriptografiji javnog ključa. Uvođenje ovih sistema podrazumijeva poznavanje direktiva i standarda propisanih od strane organizacija za uvođenje i unaprjeđivanje standarda. Isto tako, uvođenje PKI sistema mora ispuniti zakonske uslove propisane domaćim zakonodavstvom. Cilj ovog rada je uvod u problematiku PKI sistema i pogled na osnovE čije poznavanje predstavlja preduslov za konkretnu realizaciju ovakvih sistema. Na svijetu postoji nekoliko naučno-istraživačkih grupa koje se bave procjenama sigurnosti algoritama te koje periodično daju preporuke dužina ključeva koji bi trebalo da su sigurni za korištenje u periodu od narednih pet do osam godina. Jedna od takvih grupa je ECRYPT II koja radi po nalogu Evropske Komisije te redovno vrši analize i daje preporuke Evropskoj Komisiji o kriptografskim algoritmima i dužinama ključeva koje je sigurno koristiti. [4]

LITERATURA

[1] J. . Arora in P. . Kumar, „Alternate Tunnel Addresses for IKEv2,“ , 2010. [Elektronski]. Available: https://tools.ietf.org/html/draft-arora-ipsecme-ikev2-alt-tunnel-addresses. [Poskus dostopa 14 9 2021].

[2] K. G. Paterson in A. K. L. Yau, „Cryptography in theory and practice: the case of encryption in IPsec,“ , 2006. [Elektronski]. Available: https://iacr.org/archive/eurocrypt2006/40040012/40040012.pdf. [Poskus dostopa 14 9 2021].

[3] „Security with HTTPS and SSL,“ , . [Elektronski]. Available: https://developer.android.com/training/articles/security-ssl.html#ClientCert. [Poskus dostopa 14 9 2021].

[4] Z. . Guo, T. . Okuyama in M. . Finley, „A New Trust Model for PKI Interoperability,“ , 2005. [Elektronski]. Available: http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.ieee-000001559889. [Poskus dostopa 14 9 2021].

[5] [Elektronski]. Available: https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/CCERT-PUBDOC-2009-02-255.pdf. [Poskus dostopa 7 8 2021].

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

ANALIZA I RAZVOJ SOFVTERSKIH ARHITEKTURA U INDUSTRIJI OSIGURANJA

ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF SOFTWARE ARCHITECTURES IN THE INSURANCE INDUSTRY

Jaroslav Lupačov
doktorand Panevropskog univerziteta APEIRON, Banja Luka, Republika Srpska, BiH
yaroslav.lupachov@apeiron-edu.eu

Zoran Ž. Avramović
Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka, Republika Srpska, BiH
zoran.z.avramovic@apeiron-edu.eu

Sažetak: *U radu je data analiza i koncepcija razvoja softverskih arhitektura u osiguravajućim kompanijama. Na osnovu sprovedene analize konstantovano je da postojeća IT arhitektura osiguranja sadrži sledeće osnovne module: 1) baza podataka o klijentima; 2) modul gubitka koji omogućava da se unesu, obrade i pohrane potrebne informacije o slučajevima osiguranja i formira istorija osiguranja klijenata; 3) modul stvaralac proizvoda koji pruža mogućnost stručnjacima osiguravajuće kompanije da modeluju nove proizvode; 4) modul ponuda koji nudi formiranje, obradu i slanje zvaničnih aplikacija i predloga; 5) administrativni modul koji služi za upravljanje korisnicima, pravima i nalozima; 6) modul praćenja zadataka se koristi za distribuciju i kontrolu akcija prodavaca proizvoda osiguranja. Zaključuje se da je osiguranje jedan od najintenzivnijih i najrazličitijih oblika poslovanja. Sofvterska arhitektura u upravljanju aktivnostima osiguravajućih društava predviđa razradu velikih i međusobno povezanih nizova podataka i njihovu analizu za menadžerske potrebe. Pored toga, najozbiljniji zahtevi se javljaju povodom načina čuvanja i bezbednosti informacija. Poslovanje osiguranja je zasnovano na statističkim i analitičkim proračunima i nezamislivo bez uvođenja savremenih aplikacija sofvterskih arhitektura.*

Ključne reči: *arhitektura aplikacija, biznis arhitektura, arhitektura infrastrukture, arhitektura podataka, softverski proizvodi, IT arhitektura osiguranja*

Abstract: *In this article is presented analysis and development of software architecture in insurance companies. Based on the conducted analysis it was stated that the existing IT architecture of insurance contains the following main modules: 1) database of clients; 2) module loss, which enables to input, process and store the necessary information about insurance cases and forms clients' history of insurance; 3) module Product Builder which provides the possibility for experts of insurance companies to create models of new products; 4) module Oferta which offers formation, processing and sending official applications and proposals; 5) administrative module that serves for management of users, rights and warrants; 6) module monitoring tasks (Task Tracker) is used for distribution and control of the actions of sellers of insurance products. In this article concludes that insurance is one of the most intense and diversified forms of business. Software architecture in management of activities of insurance companies anticipates development of large and interrelated strings of data and their analysis for managerial purposes. In addition, the most serious demands appear to be the cause for ways of safeguarding and providing safety of information. Insurance industry based on statistical and analytical calculations is impossible to imagine without the implementation of modern applications of software architecture.*

Keywords: *architecture of applications, business architecture, architecture of infrastructure, data architecture, software products, IT architecture of insurance*

1. UVOD

Glavna stanovišta softverske arhitekture u osiguranju se odnose na poboljšanje operativne efikasnosti informacionih sistema, smanjenje rizika od ulaganja u *IT* i povećanje fleksibilnosti ili mogućnosti relativno jednostavnog prilagođavanja promenljivim spoljnim uslovima i poslovnim zahtevima.

Postoji mnogo različitih tehnika za izgradnju *IT* arhitekture. Većina *IT* arhitektura (uključujući i u osiguravajućim kompanijama) ima četiri glavne komponente: 1) *biznis arhitektura, koja opisuje aktivnosti organizacije njenih ključnih poslovnih procesa; 2) arhitektura aplikacija, kojom se određuju aplikacije za korišćenje i trenutak kada ih treba koristiti za upravljanje podacima i podršku poslovnim funkcijama; 3) arhitektura informacija (podataka), koja određuje koji su podaci potrebni za održavanje poslovnih procesa, kao i za obezbeđivanje stabilnosti i mogućnosti dugoročnog korišćenja ovih podataka u aplikativnim sistemima i 4) arhitektura infrastrukture (tehnološka, sistemska arhitektura), koja određuje potrebne tehnologije za izgradnju aplikacija radnog okruženja.*

- Uloga bilo koje arhitekture u poslovnim aktivnostima osiguravajućih kompanija je velika.

Poznato je da je *IT* arhitektura radikalno revidirana tokom poslednje dve decenije. Ona danas ne deluje kao sredstvo za podršku implementaciji poslovne strategije, već kao moćno sredstvo za njeno upravljanje i projektovanje. Takva uloga, strateški mnogo značajnija, dovela je do detaljnih praktičnih istraživanja u sve aktivnijem obliku oko koncepta arhitekture preduzeća, arhitekture aplikacija, arhitekture poslovnih procesa i arhitekture infrastrukture. Cilj ovog rada je analiza i razvoj softverskih arhitektura u osiguravajućim kompanijama, koji zahteva izradu sledećih zadataka: *analizu i opis arhitektura aplikacija u osiguranju, analizu određenih softverskih proizvoda u osiguranju, kao i specifikaciju zahteva razvoja softverskih arhitektura u osiguranju.*

U ovom radu su korišćeni metodi za proučavanje softverskih arhitektura u osiguravajućim kompanijama, odnosno, kvantitativni i kvalitativni pristupi analizi kao što su:
- *apstrakcija i konkretizacija istraživanja softverskih arhitektura osiguravajućih društava;*
- *generalizacija i specijalizacija istraživanja softverskih arhitektura u osiguravajućim kompanijama;*
- *induktivni i deduktivni pristupi istraživanja softverskih arhitektura osiguravajućih kuća;*
- *metode analize i sinteze softverskih arhitektura osiguravajućih društava a i*
- *deskriptivna i komparativna metoda proučavanja softverskih arhitektura osiguravajućih društava.*

2. SOFVTERSKA ARHITEKTURA U OSIGURAVAJUĆIM KOMPANIJAMA

Arhitektura aplikacija u osiguranju

U osiguravajućoj organizaciji potrebni su različiti alati i softveri za rešavanje izazova različitih nivoa i stepena složenosti. Može se primetiti činjenica da kompjuterskoj opremljenosti u većini osiguravajućih društava i dalje ozbiljno nedostaje informaciono-tehnološka osnova osiguranja.

Više nije dovoljan određeni broj pojedinačnih softverskih proizvoda ili posebno dizajniranih aplikacija, da bi se osigurala efikasna aktivnost osiguravajućeg društva. Radi se o sveobuhvatnom rešavanju svih izazova osiguranja i automatizaciji svih internih proizvodnih procesa kompanije. Za osiguravajuće kompanije, tržište savremenih *IT* usluga nudi različite opcije u hardverskom sistemu i softveru - od pojedinačnih sistema, skupova aplikacija i modula do univerzalnih sistema koji omogućavaju skoro potpunu automatizaciju svih proizvodnih, tehnoloških i pomoćnih procesa. Analizirajući životni ciklus proizvoda i usluga u oblasti informacionih tehnologija, G. Poppel i B. Goldstein [1] su predložili nekonvencionalan pristup njegovoj definiciji i grafičkom prikazu. Prema njima, tradicionalna metoda istraživanja životnog ciklusa proizvodnje, koja je zasnovana na analizi logističke krive, u obliku slova *S,* predstavljene u koordinatnom sistemu "vremena i prostora", ima ograničene mogućnosti. Rezultati takve analize odražavaju, pre svega, proces razvoja tehnologije, a ne dinamičke promene na tržištu. Oni su više fokusirani na unutrašnje nego na spoljne faktore. Predložena od strane imenovanih autora [1] nova metoda analize životnog ciklusa (kada se primenjuje na *IT*) omogućava, sa njihove tačke gledišta, otkrivanje odnosa između njegove određene faze i dinamike razvoja tržišta. U ovom slučaju, životni ciklus se prikazuje kao kriva u obliku slova *U*, formirana u koordinatnom sistemu "tržište - proizvodi", a prečnik "tržište" predstavlja meru složenosti potreba korisnika za *IT* proizvodima, a prečnik "proizvodi" odražava dinamiku ciklusa i iskustvo dobavljača [2, str. 72-73].

Trenutno postoji značajan broj softverskih proizvoda koji se nude za korišćenje u osiguranju. Ilustrovaćemo rezultate istraživanja dobijene od N. N. Bazarova, i J. B. Walthera [3] za rešavanje marketinških problema, koji su predviđeni prvenstveno za implementaciju različitih nivoa planiranja:

- *Marketinška analitika*,
- *Stručnjak za prodaju,*
- *Stručnjak za marketing.*

Softverski proizvod *Marketinška analitika* je dizajniran za analizu i prognozu rada osiguravajućih kompanija. Softverski proizvod *Stručnjak za prodaju* omogućava upravljanje direktnom prodajom polisa. Specijalizovani softverski proizvodi dizajnirani za zadatke planiranja imaju i druge ugrađene marketinške alate koji se koriste za *SWOT* analizu i niz drugih marketinških operacija u procesu obrade podataka. *Stručnjak za marketing* je *softersksi proizvod* koji je projektovan za pripremu finansijskog plana marketinških aktivnosti osiguravajuće kompanije.

Osim toga, navedeni softverski proizvodi mogu se primeniti i u svrhu predviđanja i razvoja scenarija budućih događaja u interesu rešavanja marketinških problema osiguravajućih društava.

Tokom obrade informacija o ugovoru, sve prateće akcije se automatski izvode u pozadini - izračunavanje premije, agentske naknade itd. Pored toga, softerski proizvodi formiraju jedinstveni informacioni prostor za sve jedinice kompanije, omogućavajući eliminaciju problema dupliranja, gubitka informacija, niske efikasnosti obrade podataka i dokumenata [4].

Osiguravajuće kompanije u svojim prezentacijama posebno ističu sposobnost za rad ovih *IT* proizvoda po principu "time to market" (proces od nastanka ideje o novim proizvodima osiguranja do njihove implementacije na tržištu).

Programeri imaju mogućnost pristupa bilo kojoj informaciji sistema pomoću prenosivog *PC-a, računara i komunikatora koji pokreću operativnim sistemom Palm OS, Laptop-a, Smart phone ili Veb pregledača*.

Pojedinačno razvijeni informacioni sistemi nisu uvek prihvatljivi, zbog dugih rokova razvoja i integracije, kao i njihove visoke cene. Ali problem automatizacije svih strana aktivnosti osiguravača ostaje i postaje sve relevantniji u vezi sa prelaskom mnogih kompanija na masovne vrste osiguranja, kao što je *Obavezno osiguranje vozila* (OOV). N. G. Kovačević [5] predlaže da se koristi *arhitektura sistema masovnog opsluživanja (SMO) klijenata osiguravajuće kompanije* koja se sastoji od sledećih komponenti:

- *Kontakt centar* - je automatizovani sistem za obradu velikog broja prispelih poziva, formiranje prioriteta i red čekanja, njihovo prethodno usmeravanje, kao i pružanje (u automatskom režimu) primarnih informacija klijentima o uslugama i tarifama osiguravajućeg društva.
- *Sistem za automatizaciju usluga za korisnike (CRM sistem)* - rešava zadatke vođenja analitičke baze podataka potencijalnih i postojećih klijenata, automatizaciju poslovnih prodajnih procesa, segmentiranja baze klijenata, automatizaciju procesa slanja ponuda klijentima.
- *Internet portal - služi za obavljanje dve glavne funkcije*: obrađuje informacije za potencijalne kupce i prodaju i vrši internet prodaju usluga osiguranja.
- *Sistem finansijskog računovodstva* - koji je, iako jedinstven ili što je više moguće integrisan, projektovan za vođenje fiskalnog, menadžerskog i finansijskog računovodstva.

Prema tome, analitički sistem osiguravajućih kuća služi za prikupljanje i obradu informacija iz svih gore navedenih komponenti informacionog sistema. Istovremeno, to je sistem izveštavanja i podrške odlučivanju za upravljanje osiguravajućim društvom. Pri tom, navedeni autor (Kovačević, 2015) napominje da izgradnja takvog sistema zahteva puno uloženog vremena i značajne finansijske troškove.

U sveobuhvatnoj automatizaciji, posebno dizajniranom za osiguravajuće kompanije, postoje savremeni sistemi za rad, kao što su: *Sistem za automatizaciju usluga za korisnike* (CRM); *IBS Insurance, Master Insurance*; *Instras-4 i dr. U* globalnoj poslovnoj praksi osiguranja CRM je najtraženiji. Kao što mu i samo ime kaže, *CRM* je "upravljanje odnosima sa klijentima" i predstavlja modernu informacionu tehnologiju, koja omogućava kompanijama da na osnovu jedinstvenog kompleksa za upravljanje odnosima sa klijentima stvori korporativnu poslovnu strategiju sa ciljem da identifikuje, i što više zadovolji potrebe kupca, njegova očekivanja u vezi servisa i pružanja dodatnih usluga. Sveobuhvatna analiza i evidenciju čitavog spektra njihovih potreba, individualizacija usluga i prilagođavanje usluga osiguranja tržišnoj tražnji uzrokovano je povećanom konkurencijom i proširenjem asortimana osnovnih i dodatnih usluga koje nude osiguravajuće kompanije. Ključna prednost *CRM* sistema leži u formiranju stalne odanosti kupaca određenom osiguravajućem društvu i njegovom tipu usluge.

Svi softverski proizvodi *CRM* mogu se uslovno podeliti na tri osnovne grupe:

- *lagani sistemi*, koji su programi za male prodajne timove ili se čak sreć kao lični pomoćni programi,
- *srednji sistemi* su CRM sistemi za male i srednje firme i
- *teški sistemi* su projektovani za duboku analizu i sveobuhvatno upravljanje na skali velikih korporacija.

Standardni *CRM* sistem u osiguranju obično uključuje sledeće glavne tehnološke module:

- *Contact menadžment* predstavlja čuvanje proširene evidencije o svakom kontaktu sa potrošačem, istoriju odnosa sa njim, mogućnost segmentacije kupaca prema odabranim kriterijumima itd.

- *Finansiski menadžment* predstavlja kreiranje baze podataka o ugovornim stranama (partneri, posrednici, konkurenti), istorija odnosa sa njima, planirane i implementirane transakcije, kontakti, finansijski odnosi i druge informacije.
- *Menadžment prodaj*e su sveobuhvatne informacije o procesu prodaje (ciklusi, statistika, teritorijalna rasprostranjenost, izveštavanje, predviđanje i upravljanje prodajom).
- *Upravljenje vremenom* je organizovanje interakcije i koordinacija svih jedinica u vremenu (kalendar, lista zadataka, moduli za uparivanje imejlom i drugim komunikacionim sredstvima), kao i interaktivna korisnička podrška i omogućavanje da se dobiju potrebne informacije putem Interneta, lokalnih mreža i preko drugih komunikacionih kanala.
- *Marketinški alati* služe za marketing (statistika, planiranje, modelovanje, segmentaciju potrošača, itd).
- *Glavni menadžment* je kreiranje odnosa sa potencijalnim klijentima, prikupljanje početnih informacija, distribucija kontakata među zaposlenima u prodajnim jedinicama.
- *Upravljanje odnosima sa partnerima* je revolucionaran način na koji osiguravajući kompanije komuniciraju sa svojim partnerima u cilju poboljšanja rada.
- *Upravljanje znanjem* je prikupljanje, obrada i čuvanje različitih osnovnih informacija (mape, vodiči, određene informacije, analize, statistika), izdanje blokova vesti za zaposlene u kompaniji, kao i korišćenje moćnih pretraživača.
- *Elektronsko poslovanje* je Veb koji je deo sistema veb-sajtova kompanije, sa internet prodavnicama i drugim mogućnostima za interakciju sa potrošačima putem Interneta.
- *Računarski metodi i alati* služe za prenošenje podataka o poslovanju u obliku razumljivom za ljude, kao i rad sa takvim prerađenim informacijama. Osim toga, postoje mogućnosti unutar sistema za automatsku kontrolu, proaktivne akcije, generisanje pojedinačnih izveštaja, kao i planiranje, i modelovanje po aktivnostima.
- *Korisnička podrška* je ugrađeni sistem nagoveštaja i korisničke podrške u procesu rada sa *CRM* sistemom.

Međutim, na osnovu stečenog iskustva sa osiguravajućim društvima, dolazimo do saznanja da su se neki konkursi i tenderi za izbor sveobuhvatnih automatizovanih sistema osiguranja pokazali neefikasnim, a mnogi - nedovršenim. Ovo doprinosi sledećim najkarakterističnijim greškama:

- *izbor informacionog sistema se vrši pre utvrđivanja strategije rada osiguravajućeg društva na tržištu;*
- *automatski sistemi na principu optimalni odnos kvalitet/cena ne daje pozitivan rezultat, jer se ovi sistemi razlikuju jedni od drugih po funkcionalnim i tehničkim mogućnostima i mogu se birati samo za one poslove, koji uz njihovu pomoć treba da se primene u osiguranju;*
- *odluka o izboru informacionog sistema se donosi pre formiranja tima glavnih korisnika i IT jedinica u kompaniji, zbog čega se zahtevi sistema menjaju;*
- *preterano detaljna poređenja funkcionalnosti odabranih sistema, dok bi okvir trebao biti procena njihovih stvarnih mogućnosti i rizika u fazama implementacije i rada;*
- *jasno razumevanje stepena potrebne integracije među sobom svih dolaznih sistema pojedinačno, koji u celini čine sveobuhvatni informacioni sistem.*

Glavni nedostatak mnogih standardnih sistema za automatizaciju programa je njihova funkcionalna nesposobnost da se prilagode individualnim zahtevima i pravilima korisnika. Apsolutna većina osiguravajućih društava u ovom trenutku nije spremna za široko usvajanje savremenih *IT* tehnologija sa ciljem sveobuhvatne optimizacije svojih aktivnosti.

Najveći uspeh postižu one osiguravajuće kompanije kod kojih su aktivnosti pravilno organizovane, standardizovane i automatizovane. Pouzdan *IT* sistem održava stabilno funkcionisanje osiguravajućeg društva. Na tržištu *IT* rešenja za osiguravače najtraženije su aplikacije koje automatizuju rad sa ugovorima, procese dobijanja analitičkih podataka, preuzimanja ugovora. Savremeni automatizovani informacioni sistemi pokrivaju sve oblasti poslovanja osiguravajućeg društva. Oni pružaju mogućnost preuređenja relevantnih poslovnih procesa u slučaju promena tržišnih zahteva, zakonskih propisa ili regulatornih zahteva. Upotreba sličnih informacionih tehnologija omogućava osiguravajućoj kompaniji da poveća konkurentnost. Iz tog razloga je automatizacija aktivnosti osiguravača veoma obećavajući pravac razvoja industrije informacionih tehnologija u finansijskoj sferi, posebno imajući u vidu činjenicu da do sada na tržištu osiguranja nema mnogo softverskih proizvoda pogodnih za ovu vrstu aktivnosti. Delimični razlog tome je činjenica da nisu sve osiguravajuće kompanije spremne da ulažu u slične programe. Danas one kompanije koje koriste softverske alate za automatizaciju osiguranja daju prednost programima koji se mogu integrisati sa drugim informacionim proizvodima.

Arhitektura aplikacija osiguravajućih kompanija koristi različite vrste informacionih sistema u svojim aktivnostima. Uslovno, ti sistemi se mogu podeliti u tri grupe, koje su u nekakvoj korelaciji sa poslovnim procesima osiguravača:

„Prednja – čeona kancelarija“ je odeljenje osiguravajuće kompanije, uključujući filijale, predstavništva i agencije, koje se neposredno bavi prodajom osiguravajućih proizvoda.

„Srednja kancelarija“ je grupa zaposlenih u kompaniji koja pruža finansijske usluge koje upravljaju rizicima, izračunava profit i gubitak, obično je odgovorna za informacionu tehnologiju.

„Zadnja koncelarija“ je odeljenje osiguravajućeg društva koje se bavi računovodstvom, registracijom različitih operacija, proračuna.

Sa ovim sistemima komuniciraju zajednički servisi, koji uključuju Veb-portale, instrumente za sprečavanje curenja informacija, korisničku podršku, komunikacione usluge i korporativnu telefoniju.

Nema sumnje da je svet u poslednje vreme samo učvrstio svoju zavisnost od softvera. Aplikacije moraju imati visoku dostupnost, kvalitetno obavljati definisane funkcije i imati prihvatljive troškove. Ove karakteristike, u različitom stepenu, definišu sofvtersku arhitekturu.

Za sada ne postoji konvencionalna klasifikacija arhitekturskih paradigmi, ali ipak lako se razlikuje nekoliko osnovnih softverskih arhitektura u osiguranju:

Kanali i filtri

Ova vrsta arhitekture je pogodna u slučaju kada se proces rada aplikacije deli u nekoliko koraka koji mogu izvršiti pojedinačni rukovodioci. Glavne komponente su "filter" i “kanal", ponekad dodatno i "izvor podataka" i "potrošač podataka". Svaki tok obrade podataka je niz naizmeničnih filtera i kanala koji počinju sa izvorom podataka i završavaju se potrošačem. Kanali omogućavaju prenos podataka i sinhronizaciju. Filter uzima podatke na ulazu i obrađuje ih i pretvara iste u neku drugu reprezentaciju, a zatim prenosi dalje. Filtri se lako mogu zameniti, ponovo koristiti, menjati mesta, što omogućava implementaciju mnogih funkcija na osnovu ograničenog skupa komponenti. Štaviše, aktivni filtri mogu raditi paralelno, što rezultira značajnim poboljšanjima

performansi na multiprocesorskim sistemima. Međutim, postoje i nedostaci, na primer, filteri često troše više vremena na pretvaranje podataka na ulazu, nego na obradu.

Slojevita arhitektura je jedna od najpoznatijih arhitektura u kojoj svaki sloj obavlja određenu funkciju. U zavisnosti od potreba, može se implementirati proizvoljan broj slojeva, ali previše njih će dovesti do prevelike složenosti sistema. Najčešće je prisutna troslojna arhitektura: *sloj prezentacije, logički sloj i sloj podataka*. Sloj ne mora znati šta rade njegovi susedi. Ovde se manifestuje svojstvo podele odgovornosti. Ako su sva tri sloja zatvorena, onda zahtev korisnika za gornji nivo pokreće lanac pristupa od najvišeg nivoa do najnižeg. U ovom slučaju, sloj prezentacije je odgovoran za prikaz podataka za korisnika i ne zna ništa o postojanju fizičkog skladišta podataka. Ništa o postojanju baze podataka ne zna i nivo logike - samo su pravila poslovne logike "zanemarena". Pristup bazi podataka je moguć samo preko nivoa upravljanja podacima. Prednosti primene takve arhitekture su jednostavnost razvoja (uglavnom zbog činjenice da je ova vrsta arhitekture svima poznata) i jednostavnost testiranja. Među nedostacima se mogu razlikovati moguće složenosti sa performansama i skaliranjem. Sve teškoće su vezane za potrebu prolaska pitanja i podataka na svim nivoima.

Arhitektura zasnovana na događajima je popularan adaptivni obrazac koji se široko koristi za izgradnju skalabilnih sistema. Ako govorimo o softveru, u ovoj arhitekturi postoje dve varijante događaja: inicijalni događaj i događaj na koji treba reagovati. Ove dve varijante su izolovane nezavisne komponente koje su odgovorne za bilo koji zadatak i sadrže poslovnu logiku potrebnu za rad. Posrednik se može implementirati na više načina. Za veće aplikacije kojima su potrebne sofisticirane funkcije upravljanja, treba implementirati posrednika koristeći koncept upravljanja poslovnim procesima. Arhitektura vođena događajima je relativno složen obrazac. Razlog za to je njegova distribuirana i asinhrona priroda. Moraju se rešiti problemi fragmentacije mreže, obraditi greške u redu čekanja događaja i tako dalje. Prednosti ove arhitekture mogu biti visoke performanse, lakoća skeniranja i upečatljive mogućnosti zumiranja. Međutim, postiji mogućnost komplikovanja procesa testiranja sistema.

Mikrojezgro - arhitektura

Uzorak se sastoji od dve komponente: glavnog sistema (jezgra) i dodataka. Jezgro sadrži minimum poslovne logike, ali vodi preuzimanje, istovar i pokretanje potrebnih dodataka. Na ovaj način dodaci se međusobno ne povezuju. Pošto se dodaci mogu razvijati nezavisno jedan od drugog, takvi sistemi imaju veoma visoku fleksibilnost i kao rezultat toga se lako testiraju. Performanse aplikacije izgrađene na osnovu takve arhitekture direktno zavise od broja povezanih i aktivnih modula. Možda je najbolji primer mikronuklearne arhitekture *Eclipse IDE*. Preuzimanjem Eclipse bez dodataka dobijamo potpuno prazan uređivač. Međutim, uz dodatke prazan Editor će početi da se pretvara u koristan i lako prilagodljiv proizvod. Još jedan dobar primer je pregledač: dodaci omogućavaju da prošire njegovu funkcionalnost.

Mikroservisna arhitektura

Ovaj tip arhitekturne aplikacije omogućava da se smanji broj servisa po osi *Y "Kuba zum"* tvrde Abbotta i Fišer knjizi [6]. U ovom slučaju, aplikacija je podeljena na mnogo malih usluga, koje se nazivaju mikroservisi. Svaki mikroservis uključuje poslovnu logiku i predstavlja potpuno nezavisnu komponentu. Usluge jednog sistema mogu se pisati na različitim programskim jezicima i međusobno komunicirati koristeći različite protokole. Budući da je svaki mikroservis poseban projekat, rad na njima može se podeliti između razvojnih timova, što znači da na sistemu može

istovremeno raditi nekoliko desetina programera. Mikroservisna arhitektura omogućava da sa lakoćom (ako je potrebno uvesti novu funkciju) realizuje svaki mikroservis pojedinačno, samo treba da se ukuca novi servis, a ako neku funkciju niko ne koristi može da se onemogući usluga. Očigledan nedostatak ovog obrasca je potreba za prenosom velike količine podataka između mikroservisa. Ako su režijski troškovi slanja poruka preveliki, potrebno je ili optimizirati protocol, ili spojiti mikroservise. Sa testiranjem takvih sistema nije sve jednostavno.

Glavna karakteristika programa prve grupe je sveobuhvatnost softverskih rešenja. Sistemi su dizajnirani za rešenja problema sa automatizacijom u svim aspektima. Karakteristična crta koja objašnjava ove softverske proizvode je da svi korisnici rade sa jedinstvenom bazom podataka, informacije se unose samo jednom, a bilo koji korisnik može dobiti ove podatke, pod uslovom da ima odobren pristup njima. Programi su obezbeđeni ugrađenim bogatim analitičkim aparatom, što omogućava da specijalizovane kompanije za tržište osiguranja nude softvere, koji se mogu podeliti u tri grupe:
Prva grupa uključuje specijalizovane sisteme namenjene za kompleksnu integrisanu automatizaciju poslovanja osiguranja, rešavanje ne samo zadataka računovostvene analize, već i specifičnih zahteva osiguranja, kao što su kontrola za rezervom osiguranja, prodaja polisa osiguranja preko agenata ili postojećih filijala i menadžment tarifa.

Druga grupa programa formira sisteme koji su dizajnirani da reše jedan ili više povezanih zadataka automatizacije poslovanja osiguranja. Na primer, osiguravači aktivno koriste računovodstvene programe koji su deo IS. Ove firme proizvode univerzalne računovodstvene sisteme, stoga specifičnost osiguranja u ovim računovodstvenim sistemima za automatizaciju uključuje samo odgovarajuću konfiguraciju računa. U drugoj grupi takođe su predstavljeni i programi lokalnog osiguranja. Karakteristike proizvoda vezanih za drugu grupu je da oni nisu namenjeni rešavanju problema sveobuhvatne automatizacije, već podrazumeva potrebu za korišćenjem više paketa programa drugih proizvođača. Po pravilu, sistem druge grupe koristi se u takozvanoj automatizaciji „zakrpa“, kada se u osiguravajućem društvu koriste softverski proizvodi, od kojih svaki deluje sa svojom bazom podataka i rešava jedan problem. Takav pristup dovodi do višestrukog puštanja istih podataka u razne sisteme, nedostatak pouzdanih informacija i rada na usklađivanju primljenih informacija.

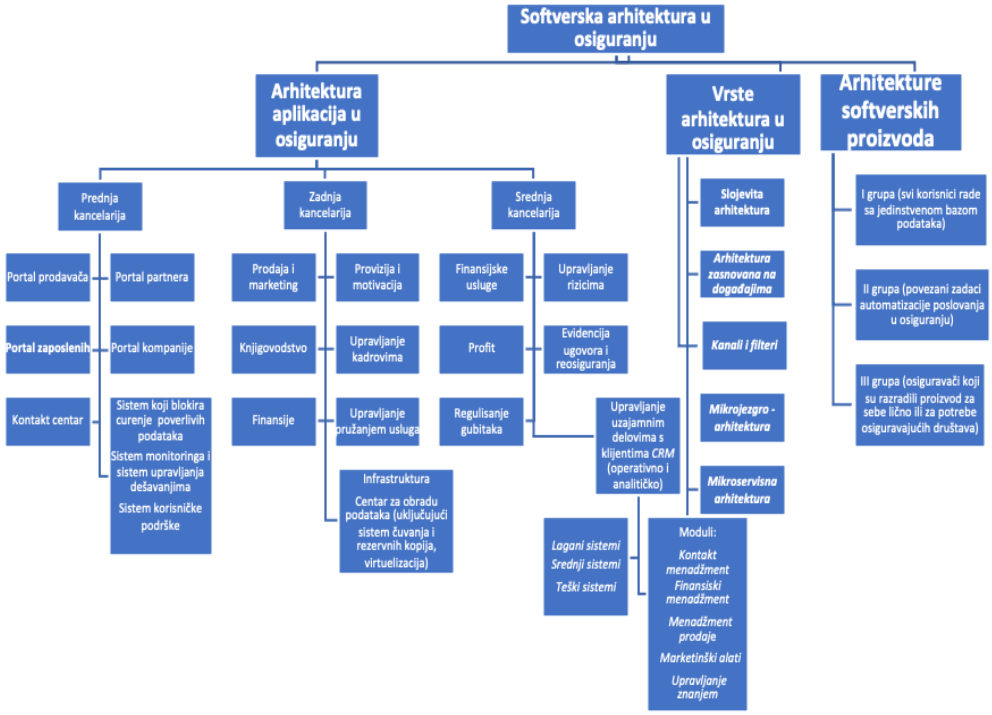
Treća grupa proizvoda uključuje softver, koji se distribuira od strane pojedinaca. Autori takvih sistema su iskusni osiguravači koji su razradili proizvod za sebe lično ili za potrebe osiguravajućih društava - poslodavaca. Paralelno sa nezavisnom upotrebom programa, autori su takođe angažovani u promociji ovih proizvoda na odgovarajuće tržište. Ovi programi imaju značajna ograničenja u obimu pohranjenih podataka u fleksibilnosti računovodstva za različite opcije za proviziju i za mogućnosti generisanja izveštaja.

3. ZAHTEVI ZA RAZVOJ SOFVTERSKIH ARHITEKTURA OSIGURAVAJUĆEG DRUŠTVA

Prelazak na informacionu tehnologiju osiguravajućeg društva prati promene u karakteru i kvalitetu upravljanja, analitički rad menadžera postaje glavni, formira nove predstave i prioritete, pretvara informacije u jedan od ključnih i realno raspoloživih resursa kompanije.
Dalji razvoj automatizovanih informacionih tehnologija je važan element strategije bilo koje osiguravajuće kompanije. Međutim, automatizovane informacione tehnologije su efektivne i rentabilne pod uslovom da postoji u priličnoj meri stabilno kancelarijsko poslovanje, jer se automatizacija bavi samo stabilnim procesima, koji se pridržavaju određenih pravila. Ako je

svaka radna situacija jedinstvena i ako izuzeci i korekcije zamagljuju i maskiraju zakonitosti i pravila, u tom slučaju pokušaji implementacije automatizovanih informacionih tehnologija ne daju ništa, osim troškova sredstava i vremena. Za osiguravajuće kompanije to znači, pre svega, da moraju biti razrađene i odobrene forme svih primarnih dokumenata i izveštaja o poslovanju povezanih sa osiguranjem, računajući na upotrebu tih istih formi tokom prilično dugog vremenskog perioda. Od takvih formi, kao na primer, zahtev za osiguranje, polisa, ugovor o osiguranju, akt o osiguranju, i do vrste računa dohodaka i gubitaka bilansa stanja. Sve radne procedure moraju biti pažljivo razmotrene, ispravljene i dokumentovane u obliku pravila, uputstava i propisa. Osnovni zahtevi za automatizaciju informacionih sistema u osiguranju su definisani sledećim specifičnostima poslovanja: *jedinstveni informacioni prostor za sve sekcije (module) sistema; brzo delovanje koje će biti odgovarujuće za rad sa obimnom bazom podataka; fleksibilnost i otvorenost sistema koja je potrebna za laka i brza podešavanja (ako se radi o promeni zakona i dr.); visoka pouzdanost čuvanja podataka i mogućnost povećanja kapaciteta.*

Tabela 1. Šematski prikaz softerske arhitekture u osiguranju



Potrebno je stvoriti generalizovanu bazu podataka koja je jedinstvena za sve osiguravajuće organizacije u kojima će se čuvati informacije o osiguranicima u cilju sprečavanja prevare u ovoj oblasti. Na osnovu opšteg zahteva za univerzalnim informacionim sistemom automatizacije aktivnosti osiguravajućeg društva, kao najznačajniji kriterijumi koji se nude su:

1) *operativnost i podrška distribuiranog rada;*
2) fleksibilnost, mogućnost brzog kreiranja i kontrola nad novim proizvodima;
3) proširivanje rada informacionih sistema u osiguranju;
4) usklađenost sa međunarodnim standardima izveštavanja;
5) otvorenost.

Završavajući analizu i opis sofvterske arhitekture u osiguranju, treba naglasiti da postojeća sofvterska arhitektura u osiguranju nije uvek odgovarajuća osiguravajućim kompanijama, zaposlenim u njima kao i klijentima. Softverske arhitekture bi trebalo da se nalaze u neprekidnom razvoju, modernizaciji da bi mogle da zadovolje zahteve i potrebe osiguravajućih kuća. Jedan od najpoznatijih američkih stručnjaka iz ove oblasti, Arthur M. Langer u svojoj knjizi „Analysis and Design of Next-Generation Software Architectures (5G, IoT, Blockchain, and Quantum Computing)" [7] opisuje kompletan životni ciklus razvoja arhitekture aplikacija za menadžere, integraciju kibernetičke sigurnosti u razvoju aplikacija i reinženjering *ERP* sistema za sledeću generaciju bežičnih aplikacija IoT. On raspravlja o uključivanju transformacije baza podataka i nasleđenih aplikacija, kao i o upravljanju ugovorima i dobavljačima. Hubert Tardieu u *Predgovoru* ove knjige konstatuje: „Mnoge kompanije su ušle u digitalnu eru za analizu i dizajn; *IT* zahteva drugačiju vrstu organizacije koja se pokazala komplikovanom za koegzistenciju sa tradicionalnim modelom. Knjiga će detaljno opisati šta i kako će biti za sledeću generaciju analize i dizajna". Osim toga, Arhtur M. Langer je istakao: "Cilj sledeće generacije analize i dizajna je pružiti menadžerima i praktičarima smernice za stvaranje novih arhitektura kao odgovor na snagu koju pruža 5G mobilna komunikacija. Zaista, 5G će otvoriti mogućnosti za komunikaciju u bežičnom svetu, što će dozvolititi da IoT postanu "agregator podataka" za ogromne količine informacija koje će biti prikupljane preko distribuiranih mreža pokrenutih Internetom. Nažalost, brzina 5G i širenje IoT stvara potrebu za većom bezbednošću. To jest, sposobnost za prikupljanje obilja vrednih informacija dolazi uz određenu cenu. Jednostavno rečeno, naše postojeće arhitekture nisu u stanju da obezbede neophodnu bezbednost za zaštitu važnih podataka koje možemo koristiti za istraživanje novih načina korišćenja veštačke inteligencije i mašinskog učenja. Kao rezultat toga, nove arhitekture moraju biti razvijene koristeći pristupe zasnovane na knjigama koje nudi blockchain dizajn. Ove nove arhitekture će takođe zahtevati novi pristup u načinima čuvanja podataka u sofisticiranim mobilnim mrežama, što je dovelo do pojave naprednih mogućnosti računarstva u oblaku".

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedene analize sofvterskih arhitektura u osiguranju može se zaključiti da je osiguranje jedan od najintenzivnijih i najrazličitijih oblika poslovanja. Sofvterska arhitektura u upravljanju aktivnostima osiguravajućih društava predviđa razradu velikih i međusobno povezanih nizova podataka i njihovu analizu za menadžerske potrebe. Pored toga, najozbiljniji zahtevi se javljaju povodom načina čuvanja i obezbeđivanja bezbednosti informacija. Poslovanje osiguranja, koje je zasnovano na statističkim i analitičkim proračunima, nezamislivo je bez uvođenja savremenih modernizovanih aplikacija sofvterskih arhitektura. Dovoljno dugoročni karakter transakcija osiguranja diktira potrebu za sofvterske arhitekture ne samo da odražavaju trenutne specifične poslovne zahteve, već da imaju solidnu osnovu za dalji razvoj funkcionalnosti, nasleđivanje rešenja, podataka i proširenja liste komponenata.

Arhitektura aplikacija za osiguravače obezbeđuje informacionu interakciju ključnih jedinica osiguravajućeg društva, kao i spoljnih stručnjaka i specijalizovanih organizacija, u stvaranju i

poboljšanju raspoloživih proizvoda osiguranja. Arhitektura aplikacija sadrži opis osiguravača predmetnog područja osiguranja i puna je vrednog sistema prikupljanja, čuvanja i obrade primarnih podataka o osiguranju, alata statističkih, analitičkih i finansijskih proračuna, računovodstva i drugih podsistema koji su imovina kompanije, informativna prednost na tržištu osiguranja.

Kao rezultat uvođenja u osiguranje manje ili više uspešne sofvterske arhitekture moguće je navesti sledeće tačke: poslovni proces je kraći, jeftiniji i kvalitetniji; pojavljuju se menadžerske informacije; dolazi do ubrzanja informacionog sistema i rada same kompanije.

Automatizacija bi uglavnom obezbedila kvalitetan skok u oblasti interakcije sa klijentima. Transparentnost i razumljivost svih procedura zajedno sa značajnim smanjenjem vremena rada sa klijentom dovodi do poboljšanja korisničkog iskustva uopšte.

Postoji trend rasta ulaganja u digitalne tehnologije u industriji osiguranja. Sve veći broj početaka *IT* tehnologija transformiše poslovanje u industriji osiguranja. Međutim, trenutna situacija uvođenja novih savremenih sofvterskih arhitektura u sektoru osiguranja, koja je u velikom zaostatku iza ostalih industrija kao što su banke, kupovina putem interneta i dr. Nema sumnje da potpuna digitalizacija može poboljšati rad osiguravajućih kompanija na račun optimizacije internih procesa, bolje komunikacije s klijentima, otvaranje mogućnosti za definisanje novih sofvterskih proizvoda, bolje komunikacije sa klijentima i čuvanju starih kao i pridobijanje novih klijenata.

Naravno, proces implementacije digitalne tehnologije u osiguravajućim društvima dovodi do smanjenja osoblja, delimičnu zamenu brojnih tradicionalnih profesija i povećanje tražnje za stručnjacima sa drugim kompetencijama, uglavnom, u oblasti informacionih tehnologija, stručnjaka za modelovanje novih sofvterskih proizvoda, obradu i analizu velikih količina informacija i aktuara.

U kontekstu smanjenja troškova zbog uvođenja inovativnih informacionih tehnologija ima pitanja i zahteva za sprovođenje dodatnih naučnih istraživanja.

Glavni dobitak od procesa digitalizacije će pripasti klijentima. Njihova komunikacija sa osiguravajućim kompanijama obećava da će postati udobnija, proces regulisanja gubitaka biće brži i manje bolan, i pojedinačne tarife biće povoljnije i atraktivnije.

Nove sofvterske arhitekture svih poslovnih procesa bez izuzetka uključujući i oblasti komunikacije sa klijentima, uvođenje daljinskog servisa i fundamentalno nove arhitekture proizvoda - to je ono što očekuje bilo koju finansijsku (i ne samo finansijsku) osiguravajuću kompaniju u budućnosti. Nove digitalne tehnologije pružaju, s jedne strane, razvoj i veću slobodu izbora; s druge strane, je ozbiljan test prilagođavanja kako za kompanije tako i za klijente. Moglo bi se tvrditi da će se digitalizacija osiguranja odraziti na režim upravljanja aktivnostima personala i asortimana proizvoda osiguravajućih društava.

Ne manji efekat se može očekivati od realizacije aktuelnih projekata u osiguranju. Mogućnost korišćenja telematike i tehnologije "velikih podataka" će klijentima pružiti pogodniju uslugu prilikom zaključivanja ugovora osiguranja, brži proces regulisanja gubitaka, pravednije i atraktivnije personalizovane tarife. Osiguravajuće kompanije će dobiti priliku da objektivnije procene rizike i, kao rezultat toga, formiraju pouzdani portal za klijente i zaposleno osoblje. Sve ovo zajedno će pružiti dobre izglede za razvoj osiguravajućih kompanija.

Trenutno stanje informacione tehnologije u osigaravajićim kompanijama može se okarakterisati sledećim redosledom uzročno-posledičnih događaja i njihovih veza:

Simptomi su: strateški ciljevi nisu transparentni - *IT* vizija nije dogovorena, što se ispoljava u prisustvu velikog broja malih i fragmentiranih zadataka. Nemogućnost implementacije pravih projekata od strane *IT* menadžera. Nedostaju kriterijumi za određivanje vrednosti pojedinog projekta i njegovog doprinosa razvoju kompanije. Privremene inicijative za smanjenje *IT* troškova koje nisu opravdane i rizikuju smanjenje efikasnosti *IT*-a u kratkom roku.

Posledice su: veliki broj aktivnih *IT* projekata koji nisu adekvatno odabrani i slabo upravljani.

Rezultati su: postojanje različitih *IT* i poslovnih ciljeva, smanjeni doprinos *IT* u razvoju kompanije. Prisustvo prakse volumetrijskog ručnog rada. Paralelno sa ručnim, izvršenje, čak i uslovno automatizovanih, poslovnih procesa. Kvantitativni *IT* troškovi sprečavaju poslodavca da vidi šta dobija za svoje troškove. Dupliranje *IT* troškova između regiona i jedinica, zadataka i projekata.

Literatura

[1.] Poppel, G., . Goldstein, B. (2019) Information Technology: The Trillion Dollar Opportunity by B.Goldstein and H.Poppel, Hardcover.

[2.] Термаст, Ф. (2003) Эффективность бизнеса//Русский полис, N6, с. 72-73.

[3.] Bazarova, N. N & Walther, J. B. (2009). Virtual groups: (Mis) attribution of blame in distributed work. In P. Lutgen-Sandvik & B. Davenport Sypher (Eds.), Destructive organizational communication: Processes, consequences, and constructive ways of organizing (pp. 252–266). New York: Routledge.

[4.] Котлица, С., Ранков, С. (2014) Утицај иновација и технологија на конкурентност савременог пословања, Мегатренд универзитет, Београд.

[5.] Kovačić, N. G. „Tehnologije u koje se isplati ulagati" (2015) [Online]. Available: http://www.svijetosiguranja.eu/hr/clanak/2015/5/tehnologije-u-koje-se-isplatiulagati,471,15489.htm

[6.] Abbotta M., Fišera M. The Art of Scalability" (https://books.google.rs/books/about/The_Art_of_Scalability.html?id=HykCQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&hl=en&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).

[7.] Langer, A. M., Analysis and Design of Next-Generation Software Architectures, https://doi.org/10.1007/978-3-030-36899-9

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ФОРМАЛИЗОВАННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЕКСТА

PROBLEMS AND PROSPECTS OF USING INFORMATION TECHNOLOGIES FOR FORMALIZED REPRESENTATION OF TEXT CONTENT

Даниил Курушин, Наталья Нестерова
Пермский национальный исследовательский политехнический университет {dan973, nest-nat}@yandex.ru

Лариса Чович
Панъевропейский университет «Апейрон» Баня-Лука, larisa.i.covic@apeiron-edu.eu

Аннотация: *В статье предложен подход к выделению основного содержания естественно языкового текста. Подход основан на работах Новикова А.И. и других лингвистов, занимавшихся вопросами экспликации содержательной формы текста. Авторы используют современный язык программирования Python и ряд инструментов, нашедших применение в вычислительной лингвистике, текст майнинге и машинном обучении. В работе показаны некоторые шаги алгоритма, приведено его текстовое описание, проводится сравнительный анализ результатов егоработы с «ручным» методом. Также дана историческая справка по работам, легшим в основу предлагаемого метода.*

Ключевые слова: *морфологический анализатор, основное содержание, человеко-машинная коммуникация, выделение именных словосочетаний*

Abstact: *The article offers an approach to the allocation of the main content of a natural language text. The approach is based on the works of A. I. Novikov and other scientists who worked with the explication of the meaningful form of the text. The authors use the Python programming language and the set of tools that are widely used in computational linguistics, text mining and machine learning. The paper shows some steps of the algorithm, provides its textual description. Comparative analysis of the results of the work with the "manual" method is shown. Also, a historical reference is given on the works that formed the basis of the proposed method.*

Keywords: *morphological analyzer, text content, human-machine communication, term extraction*

1. ВВЕДЕНИЕ

Роль текста в человеко-машинной коммуникации сегодня трудно переоценить. Текст как основная единица общения стал одним из главных объектов информатики. Не случайно многие понятия лингвистики текста и информатики развиваются параллельно, хотя и в значительной степени независимо друг от друга.

Понятие «текст» как в лингвистике текста, так и в информационных технологиях связано с такими процессами как его порождение и понимание. В современной теории текста существует не одна модель, описывающая оба эти процесса [1]. Данные модели основываются на экспериментальных и теоретических исследованиях понимания и порождения, осуществляемых человеком. Однако сейчас этого уже недостаточно, поскольку требуется включение текста в человеко-машинной коммуникацию, для чего необходима формализация названных процессов.

Цель. Этой работы является автоматическое получение денотативного представления содержательной формы текста. Для достижения цели решены такие задачи как:

1) токенизация текста,

2) выделение именных словосочетаний,

3) использование информационно-поисковой системы как базы знаний для алгоритма,

4) построение графа и его визуализация.

2. ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЕКСТА

В 1983 году увидела свет монография крупного российского лингвиста А.И. Новикова «Семантика текста и ее формализация», предсдставляющая собой итог серьезного изучения возможности формализации содержания текста. Ученым был разработан алгоритм денотативного анализа текста и предложена методика построения денотатного графа, эксплицирующего в формализованном виде содержание анализируемого текста. Говоря о содержании текста, Новиков подчеркивает, что «определение содержания текста в целом требует выхода за рамки самого текста и обращения к знанию предметной действительности», это означает, что содержание является результатом понимания, который фиксируется в сознании «в виде системы денотатов» [2, с.12-113]. Книга Новикова была написана почти 40 лет назад, в то время можно было реализовать предлагаемый алгоритм только в «ручном» варианте, что и было сделано ученым. При этом он очень надеялся, что в дальнейшем станет возможным компьютерный вариант реализации предложенного им алгоритма. Сегодня современные информационные технологии позволяют решить (пока еще частично) поставленную ученым задачу.

3. ВАРИАНТ АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ОСНОВНОГО СОДЕРЖАНИЯ

Основываясь на теории смысла А.И. Новикова, пермские лингвисты начали исследовать проблему понимания иноязычного текста и его перевода [3, с. 98-106.], [4, с. 83-93], [5, с. 213-219], [6, 368 с.], [7]. Считается что система построения основного содержания текста должна иметь 2 основных подсистемы: 1) подсистему анализа входного текста, 2) базу знаний о предметной области. Основные инструменты, применяемые для решения этой задачи: 1) язык программирования Python [8], 2) библиотека анализа естественного языка nltk [9], 3) морфологический анализатор pymorphy2 [10], 4) словарь OpenCorpora [11], 5) модуль выделения словосочетаний rutermextract [12]. В качестве входного текста использован текст [13], сохраненный в файле "осевые компрессоры". Анализ входного текста начинается с процесса, называемого "токенизацией"[14]. В ходе этого процесса

линейный текст, представленный в виде файола того или иного формата преобразуется в список "токенов" - фрагментов текста, длиной в одно слово или в знак препинания. В пакет nltk[15] входит класс WordPunktTokenizer [16]. Также есть пакет tensorflow [17], предлагающий класс Tokenizer [18].

Пример токенизации текста рассмотрим на листинге 1.

Листинг 1 — пример токенизации текста

```
In [1]: from nltk.tokenize import WordPunctTokenizer
In [2]: wpt = WordPunctTokenizer()
In [3]: text = open('осевые компрессоры').read()
In [4]: wpt.tokenize(text)[:10]
Out[5]:
['Осевой', 'компрессор', '—', 'устройство',
 'по', 'перемещению', 'и', 'повышению',
 'полного', 'давления']
```

В этом примере производится чтение файла "осевые компрессоры" и превращение его в список "токенов" - слов и знаков препинания. В дальнейшем зачастую необходимо определить часть речи и другие признаки слов текста. Это может быть сделано при помощи pymorphy2 [19]. pymorphy2 написан на языке Python (работает под 2.7 и 3.5+). Он умеет: 1) приводить слово к нормальной форме (например, “люди -> человек”, или “гулял -> гулять”); 2) ставить слово в нужную форму. Например, ставить слово во множественное число, менять падеж слова и т. д.; 3) возвращать грамматическую информацию о слове (число, род, падеж, часть речи и т. д.). Пример егоработы показан на листинге 2.

Листинг 2— пример морфологического анализа

```
In [1]: from pymorphy2 import MorphAnalyzer
In [2]: ma = MorphAnalyzer()
In [3]: ma.parse(wpt.tokenize(text)[5])
Out[3]: [Parse(word='перемещению',
tag=OpencorporaTag('NOUN,inan,neut sing,datv'),
normal_form='перемещение',
score=1.0,
methods_stack=((<DictionaryAnalyzer>, 'перемещению', 76, 4),))]
```

При работе используется словарь OpenCorpora [20]; для незнакомых слов строятся гипотезы. Цель проекта - создать морфологически, синтаксически и семантически размеченный корпус текстов на русском языке, в полном объёме доступный для исследователей и редактируемый пользователями. Расшифровку обозначений граммем см.: [21], определение понятий см.: [22]

Существует ряд библиотечных решений, предназначенных для выделения именных словосочетаний. Из них стоит отметить rutermextract [23]. Это библиотека для извлечения ключевых слов из текстов на русском языке, использующая pymorphy2 для морфологического анализа. Пример ее работы представлен на листинге 3.

Листинг 3— пример выделения именных словосочетаний

```
In [1]: from rutermextract import TermExtractor
In [2]: te = TermExtractor()
In [3]: sentences = open('осевые компрессоры').read().split('.')
In [4]: [ x.normalized for x in te(sentences[11]) ]
Out[4]:
['все диапазон режимов полета',
'устойчивая работа',
'равномерный поток',
'работа двигателя',
'проектирование воздухозаборников',
'высокое значение',
'компрессор']
```

В результате применения показанного выше инструмента к тексту, получаем перечень "термов", отсортированный по степени значимости в тексте. Степень значимости оценивается на основе частотности [24]. Реализация алгоритма выделения основного содержания приведена в [25]. Основные этапы алгоритма:

1) получение именных словосочетаний из текста по данной алгоритму ссылке (метод get_url_keywords());

2) для каждого из которых осуществляется поиск в информационно-поисковой системе DuckDuckGo [26] (методы parse_dukcduckgo() и get_text_keywords();

3) для каждого найденного именного сочетания создается связь в дереве (pair_list += [(term, x) for x in filtered_kw_for_kw]).

Результат анализа текста показан на рис. 1, «ручной» разбор сопоставимого по содержанию текста, выполненный Новиковым А.И. — на рис. 2.

Сравнительный анализ графов показывает, что автоматически сгенерированный полнее, чем построенный вручную. Это не указывает на достоинство или недостаток метода, т.к. и тексты, обработанные этими методами разные. Но для практического применения результатов выделения основного содержания граф с большим количеством вершин предпочтительнее.

Также можно отметить, что оба графа имеют "корень" "газотурбинная установка", хотя алгоритм изначально не был снабжен необходимостью поставить этот денотат в корневую позицию. Также в "автоматическом" графе присутствуют такие имена из ручного (отдельно или в составе других имен денотатов) как:

1) воздух (газовоздушный тракт),

2) лопатки (лопаточная машина),

3) энергия (тепловая энергия, механическая энергия).

Не отражен в "автоматическом" графе денотат "компрессор", что, безусловно, является недостатком алгоритма (т.к. компрессор является важной частью ГТУ).

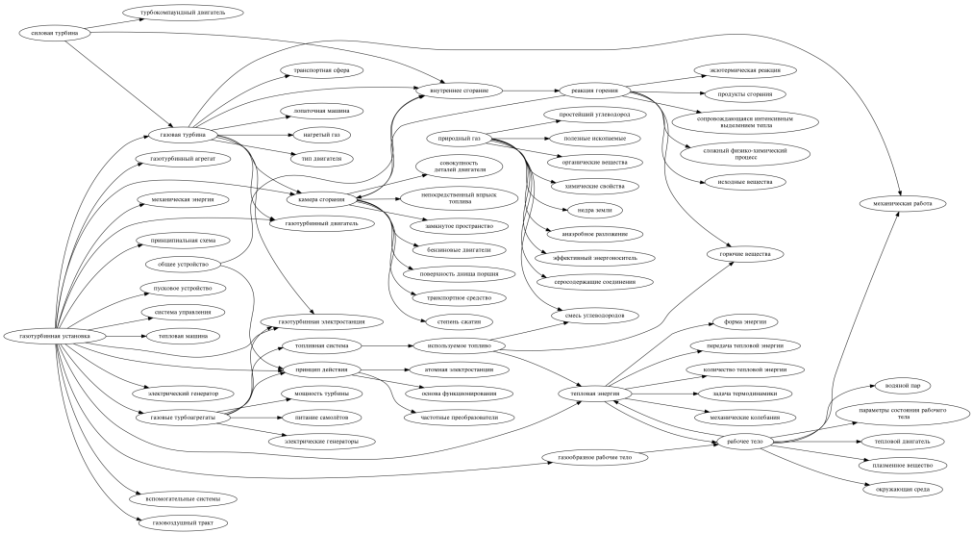


Рис. 1 Граф, построенный программой

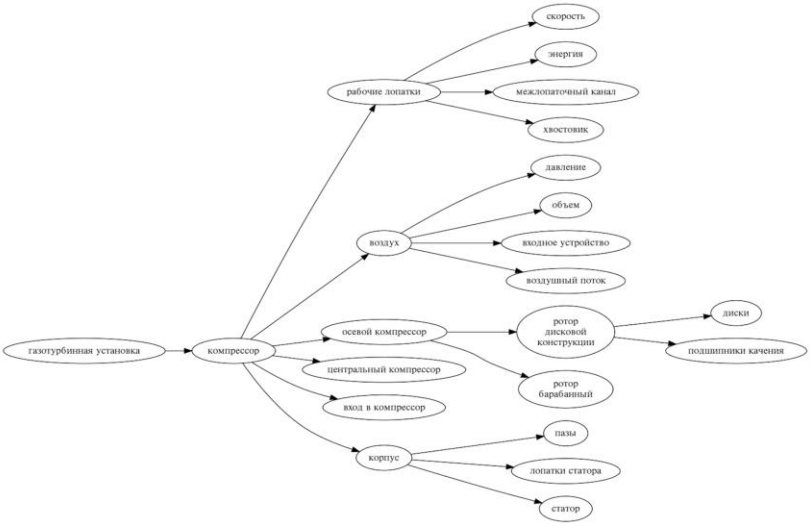


Рис. 2 Граф без отношений, построенный А.И. Новиковым

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сказать, что идея А.И. Новикова о компьютерной формализации семантики текста частично реализована. Предложенный подход имеет ряд преимуществ перед традиционным - более высокую степень автоматизации, независимость от личности лингвиста, выполняющего построение графа, доступ к практически неограниченной базе знаний - сети Интернет. Однако от завершения работа еще далека.Дальнейшая работа должны быть направлена на: 1) установление имен отношений в денотатном графе, 2) повышение точности работы алгоритма, 3) накопление базы знаний о различных

предметных областях, т.к. в настоящее время алгоритм нарабатывает эту базу заново для каждого текста.

Совершенно очевидно, что научное наследие Анатолия Ивановича требует дальнейшего осмысления и реализации, поскольку в нем содержится много ценных и перспективных идей, осваивать и реализовывать которые предстоит новым поколениям исследователей.

Литература

[1.] Леонтьев А.А. Основы психолингвистики. -- М.: Смысл, 1997. - 287 с..
[2.] Новиков А.И. Семантика текста и ее формализация: монография. М.: Наука, 1983. 216с.
[3.] Баринова И.А., Нестерова Н.М. Смысл как философская проблема // Язык. Культура. Коммуникация. 2019. № 22. С. 98-106.
[4.] Нестерова Н.М. Sensum de sensu: смысл как объект перевода// Вестник Московского университета. Серия 22: Теория перевода. 2009. № 4. С. 83-93
[5.] Нестерова Н.М. Психолингвистика текста, или есть ли смысл в тексте? // Вопросы психолингвистики. 2009. № 9. С. 213-219
[6.] Нестерова Н.М. Вторичность как онтологическое свойство перевода : дис. ... докт. филол. наук. Пермь, 2005. 368 с.
[7.] Нестерова Н.М. Текст и перевод в зеркале современных философских парадигм. Монография. М-во образования и науки РФ, Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 2005
[8.] Welcome to Python.org // www.python.org URL: https://www.python.org/ (дата обращения: 20.8.2021)
[9.] GitHub - nltk/nltk: NLTK Source // github.com URL: https://github.com/nltk/nltk (дата обращения: 29.7.2021)
[10.] Морфологический анализатор pymorphy2 // pymorphy2.readthedocs.io URL: https://pymorphy2.readthedocs.io/en/stable/ (дата обращения: 29.7.2021)
[11.] OpenCorpora: открытый корпус русского языка // opencorpora.org URL: http://opencorpora.org/(дата обращения: 29.7.2021)
[12.] rutermextract // pythondigest.ru URL: https://pythondigest.ru/view/1026/ (дата обращения: 29.7.2021)
[13.] Лопастной компрессор | Техника и человек // zewerok.ru URL: https://zewerok.ru/osevoj-kompressor/ (дата обращения: 11.9.2021)
[14.] Гречачин В.А. К вопросу о токенизации текста // МНИЖ. 2016. №6-4 (48).
[15.] GitHub - nltk/nltk: NLTK Source // github.com URL: https://github.com/nltk/nltk (дата обращения: 29.7.2021)
[16.] Python NLTK | tokenize.WordPunctTokenizer() - GeeksforGeeks // www.geeksforgeeks.org URL: https://www.geeksforgeeks.org/python-nltk-tokenize-wordpuncttokenizer/ (дата обращения: 29.7.2021)
[17.] Библиотека глубокого обучения Tensorflow / Блог компании Open Data Science / Хабр // habr.com URL: https://habr.com/ru/company/ods/blog/324898/ (дата обращения: 29.7.2021)
[18.] Токенизация слов при помощи nltk и keras | WEBTORT // webtort.ru URL: https://webtort.ru/токенизация-слов-при-помощи-nltk-и-keras/ (дата обращения: 29.7.2021)
[19.] Морфологический анализатор pymorphy2 — Морфологический анализатор pymorphy2 // pymorphy2.readthedocs.io URL: https://pymorphy2.readthedocs.io/en/stable/ (дата обращения: 29.7.2021)
[20.] OpenCorpora: открытый корпус русского языка // opencorpora.org URL: http://opencorpora.org/ (дата обращения: 29.7.2021)
[21.] Обозначения для граммем (русский язык) — Морфологический анализатор pymorphy2 // pymorphy2.readthedocs.io URL: https://pymorphy2.readthedocs.io/en/stable/user/grammemes.html (дата обращения: 29.7.2021)
[22.] Терминология — Морфологический анализатор pymorphy2 // pymorphy2.readthedocs.io URL: https://pymorphy2.readthedocs.io/en/stable/glossary.html (дата обращения: 29.7.2021)
[23.] rutermextract // pythondigest.ru URL: https://pythondigest.ru/view/1026/ (дата обращения: 29.7.2021)
[24.] Taranenko Y., Kabanova M. Разработка компьютерной системы для генерации семантического шаблона группы документов методом латентного-семантического анализа // ВЕЖПТ. 2016. №2 (82)
[25.] GitHub - daniel-kurushin/search_image // github.com URL: https://github.com/daniel-kurushin/search_image (дата обращения: 11.9.2021)
[26.] DuckDuckGo // html.duckduckgo.com URL: https://html.duckduckgo.com/html/ (дата обращения: 11.9.2021)

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

PRIMENA MEHANIZAMA POVERLJIVOG ČOVEKA U SREDINI ZA INSPEKCIJU HTTPS SAOBRAĆAJA

Milan Marković
Panevropski univerzitet APEIRON Banjaluka, milan.z.markovic@apeiron-edu.eu

Abstract: *SSL/TLS protokol danas je jedan od najpopularnijih bezbednosnih protokola u svetu. Isti omogućava zaštitu podataka u prenosu (in transit) i koristi se od većine postojećih web sajtova da bi se zaštitili privatni i poverljivi podaci, kao što su: korisnički kredencijali, lični podaci korisnika, brojevi platnih kartica, detalji transakcija, itd. Zbog reputacije ogromna većina postojećih web sajtova je zaštićena SSL/TLS protokolom. Međutim, pored koristi koje SSL/TLS protokol donosi,postoje i problemi koji se ogledaju u tome da prednosti ovog protokola koriste i sajber kriminalci koji aktiviraju ovaj protokol na raznim phishing web sajtovima, kao i Command and Control sajtovima kojima pristupaju maliciozni kodovi instalirani na računarima žrtava radi odlivanja podataka. Dakle, primena SSL/TLS protokola na malicioznim web sajtovima onemogućava da mrežni bezbednosni uređaji analiziraju web saobraćaj i utvrde da li postoji napad u toku ili ne. Sa druge strane, jedan od najpoznatijih sajber napada je napad poznat kao Čovek u sredini (Man-in-the-Middle (MitM)). U najčešćim slučajevima taj napad je usmeren ka mrežnoj konekciji između klijenta i servera koja je zaštićena SSL/TLS protokolom, tako što se napadač umeće u tu komunikaciju i ostvaruje kontrolu nad tom komunikacijom i tako može da menja podatke koji se razmenjuju u toj konekciji. Upravo taj princip primenjuju današnji mrežno-bezbednosni uređaji za inspekciju saobraćaja zaštićenog putem SSL/TLS protokla (tzv. https inspekcija). Ta tehnika se zove Poverljivi Čovek u sredini ili Trusted MitM. U tom smilu, ovaj rad je posvećen razmatranju načina sprovođenja inspekcije https saobraćaja putem Trusted MitM tehnike.*

KeyWords*: SSL/TLS protokol, https inspekcija, čovek u sredini, digitalni sertifikati.*

1. UVOD

Kompanije, javni sektor i provajderi servisa u oblaku imaju potrebe da zaštite svoje informacione sisteme od napada koji potiču kako sa unutrašnje tako i sa spoljašnje strane u odnosu na njihove računarske mreže. Zaštita i detekcija napada se tipično vrše kako na krajnjim tačkama (host-ovima) tako i na mrežnom nivou. Agenti na hostovima imaju duboku vidljivost na uređajima gde su instalirani, dok mrežni bezbednosni uređaji imaju širu vidljivost i obezbeđuju homogene bezbednosne kontrole u odnosu na heterogene krajnje tačke, pokrivajući tako uređaje za koje host nadzor nije raspoloživ (što je uobičajeno danas, a posebno u okviru Internet stvari (Internet of Things)). To pomaže u zaštiti u odnosu na neovlašćene uređaje instalirane od strane insajdera, a obezbeđuje i povratak na prethodno stanje u slučajevima kada malver infekcija deaktivira host agente. Zbog svih tih prednosti, mrežno-bazirani bezbednosni mehanizmi se široko koriste.

Mrežno-bazirana bezbednosna rešenja, kao što su Firewall uređaji (FW) i sistemi za prevenciju upada (Intrusion Prevention Systems (IPS)) se baziraju na inspekciji mrežnog saobraćaja u cilju implementacije bezbednosnih polisa baziranih na perimetru. U zavisnosti od zahtevanih

bezbednosnih funkcija, ti uređaji koji se najčešće postavljaju između klijenata i servera (middleboxes) mogu biti primenjeni bilo kao uređaji za monitoring saobraćaja, ili kao aktivni inline uređaji za inspekciju saobraćaja. Middlebox za monitoring saobraćaja može na primer sprovoditi detekciju ranjivosti, detekciju upada, kriptografsku (crypto) audit (reviziju), nadzor usaglašenosti, itd. Aktivni inline middlebox može na primer sprečavati download-ovanje malvera, blokirati poznate maliciozne URL-ove, aktivirati korišćenje jakih kriptografskih algoritama, stopirati iznošenje podataka, itd. Značajan deo takvih bezbednosnih polisa zahteva inspekciju saobraćaja u otvorenom obliku iznad nivoa 4 OSI referentnog modela što postaje problematično kada je saobraćaj šifrovan putem SSL/TLS protokola. Danas, mrežno-bazirani bezbednosni uređaji tipično rešavaju ovaj problem tako što middlebox uređaji igraju ulogu napadača, tzv. "Čoveka u sredini" za SSL/TLS sesije u skladu sa jednim od sledeća dva scenarija [1,2]:

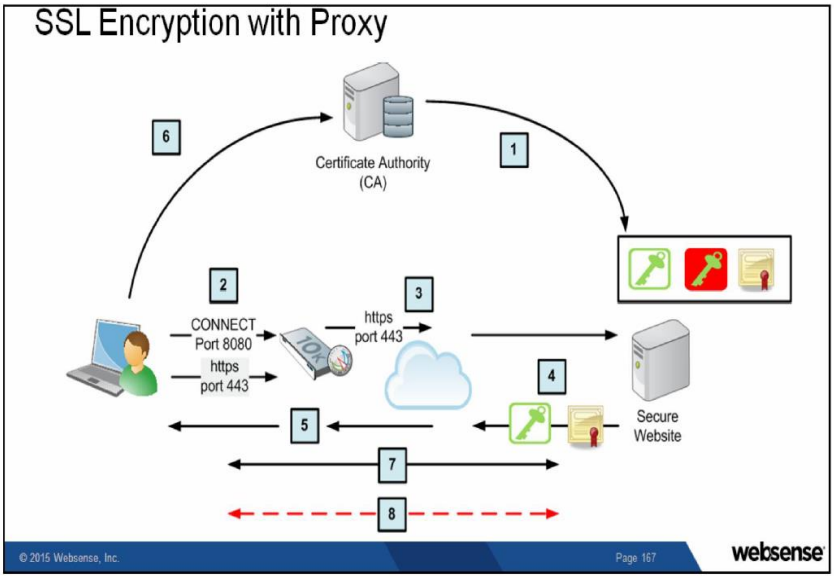
1. **Odlazne sesije**, kada SSL/TLS sesija potiče od klijenta u okviru mreže prema serveru koji je izvan interne računarske mreže.
2. **Dolazne sesije**, kada SSL/TLS sesija potiče od klijenta koji je van računarske mreže ka serveru unutar računarske mreže (perimetra).

Za scenario odlazne sesije, Čovek u sredini (MITM) se omogućuje generisanjem lokalnog root CA serifikata i pridruženog lokalnog asimetričnog para ključeva (privatni i javni ključ). Lokalni root CA sertifikat se instalira na svim internim entitetima (radnim stanicama) za koje se vrši inspekcija TLS saobraćaja, a mrežno-bezbednosni uređaj čuva kopiju privatnog ključa root CA. Za vreme TLS handshake protokola, mrežno-bezbednosni uređaj (u ovom slučaju nazvan TLS proxy ili forward proxy) modifikuje SSL/TLS sertifikat dobijen od eksternog web servera i reizdaje ga od navedenog root CA na bezbednosnom uređaju potpisivanjem istog putem privatnog ključa. U ovom slučaju, bezbednosni uređaj igra ulogu intermediate CA, tzv. Issuing CA koje izdaje novi SSL/TLS sertifikat za dati web server putem sertifikacionog tela koje je automatski od poverenja za sve interne radne stanice jer je root CA sertifikat već instaliran na njima. Od tada, TLS proxy poseduje vidljivost u buduće razmene između klijenata i servera što omogućuje bezbednosnom uređaju da dešifruje i vrši inspekciju naknadnog mrežnog saobraćaja.

Za scenario dolaznih sesija, TLS proxy uređaj (u ovom slučaju nazvan reverzni proksi) konfiguriše se tako da se na njemu instaliraju SSL/TLS sertifikati internih web servera kojima se pristupa spolja i pridruženi privatni ključevi. Na bazi informacija kom internom web serveru se pristupa, TLS proxy određuje odgovarajući privatni ključ i sertifikat, što takođe omogućava poziciju *Čoveka u sredini* i omogućuje da TLS proksi uređaj zadobije vidljivost u dalju razmenu informacija između klijenta i servera čime će se doći u mogućnost da se dešifruje i vrši inspekcija naknadnog mrežnog saobraćaja. Ovaj rad je koncipiran na sledeći način. U drugom poglavlju prikazan je slučaj rada SSL/TLS protokola kada se između klijenta i servera koristi TLS proksi uređaj. U trećem poglavlju prikazani su osnovni principi napada *Čovek u sredini* (Man-in-the-Middle (MitM)). U četvrtom poglavlju je razmatran princip poverljivog čoveka u sredini kao načina za uspostavu inspekcije https saobraćaja u posebnom slučaju odlaznih SSL/TLS konekcija. Peto i šesto poglavlje posvećena su upravljanju serverskim i klijentskim sertifikatima, respektivno, dok je sedmo poglavlje rezervisano za zaključak.

2. SSL/TLS ŠIFROVANJE SA PROKSI UREĐAJEM

Ovo je slučaj uspostave SSL konekcije kada postoji proksi uređaj između klijenta i web servera zaštićenog SSL protokolom. Međutim, SSL inspekcija nije primenjena i SSL zaštićen saobraćaj se ne proverava, Slika 1 [3]:



Slika 1: SSL šifrovanje sa proksi uređajem

1. Server poseduje asimetrični privatni ključ i SSL sertifikat dobijen od strane CA.
2. Klijent inicira HTTP konekciju ka proksi serveru (CONNECT metoda) putem porta 8080 (defaultni/eksplicitni proksi) ili direktnu HTTPS konekciju putem porta 443 (transparentni proksi).
3. Proksi inicira bezbednu HTTPS konekciju ka web serveru putem porta 443.
4. Web server odgovara svojim sertifikatom (SSL handshake).
5. Proksi tuneliše odgovor web servera nazad ka klijentu.
6. Klijent validira digitalni sertifikat web servera (serverska autentifikacija).
7. Klijent i server biraju najjači zajednički skup kriptografskih algoritama. Klijent šalje master ključ šifrovan javnim ključem servera.
8. Klijent i server komuniciraju bezbedno. Simetrični ključ može biti osvežavan tokom trajanja konekcije u cilju povećanja bezbednosti.

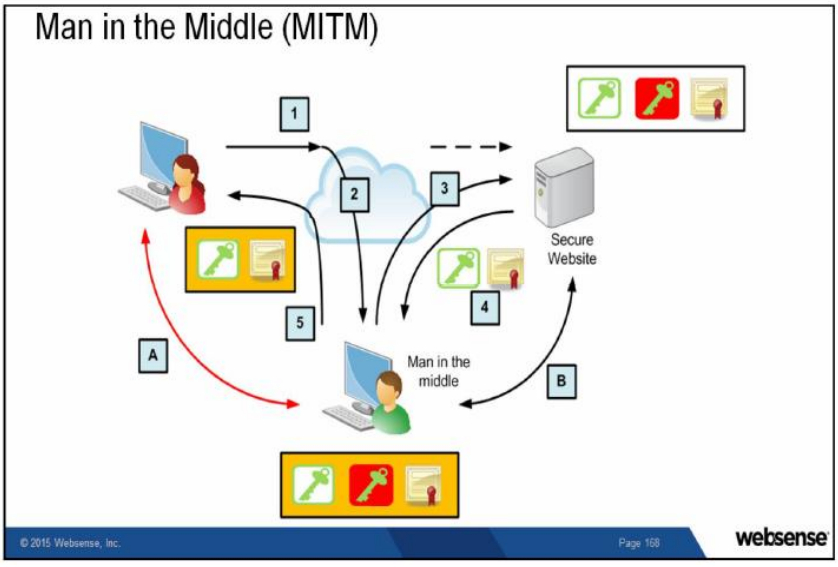
3. ČOVEK U SREDINI

SSL protokol može biti kompromitovan korišćenjem dobro poznatog napada nazvanog „Man in the Middle“ (MitM). Ovaj napad se sastoji u tome da MitM redirektuje ka sebi zahtev za

konekcijom od strane klijenta koji je upućen ka web serveru. To se može postići korišćenjem različitih tehnologija: ARP poisoning, DNS poisoning, itd.

Kada primi zahtev za SSL konekcijom od strane klijenta, MitM se pretvara da je ciljni web server i inicira svoje sopstvene SSL konekcije, kako ka klijentu (uloga web servera), tako i ka originalnom web serveru (uloga klijenta), Slika 2 [3].

- Koraci uspostave konekcije su sledeći:
  1. Klijent inicira SSL konekciju ka web serveru.
  2. Konekcija je rerutirana ka MitM.
  3. MitM inicira SSL konekciju ka web serveru.
  4. Web server šalje svoj SSL sertifikat ka MitM.
  5. MitM šalje svoj sopstveno-generisani sertifikat za dati web server ka klijentu.
- Kao rezultat MitM napada, uspostavljaju se dve nezavisne SSL konekcije:
  - A – lažna SSL konekcija između klijenta i MitM napadača,
  - B – regularna SSL konekcija između MitM napadača i web servera.
- Web server nije svestan postojanja napada jer validacija klijenta (klijentska autentifikacija) nije uključena.
- Klijent bi mogao da utvrdi da je predmet napada pošto dobijeni sertifikat nije izdat od strane CA od poverenja (ukoliko je takva provera uključena na klijentskoj strani).



Slika 2: Napad „Čovek u sredini“

4. SSL INSPEKCIJA PUTEM TLS PROKSI UREĐAJA – TRUSTED MITM

Inspekcija odlaznog SSL saobraćaja putem TLS proksi uređaja bazira se na prethodno opisanim principima MitM napada i naziva se *Trusted MitM*, Slika 3 [3]:

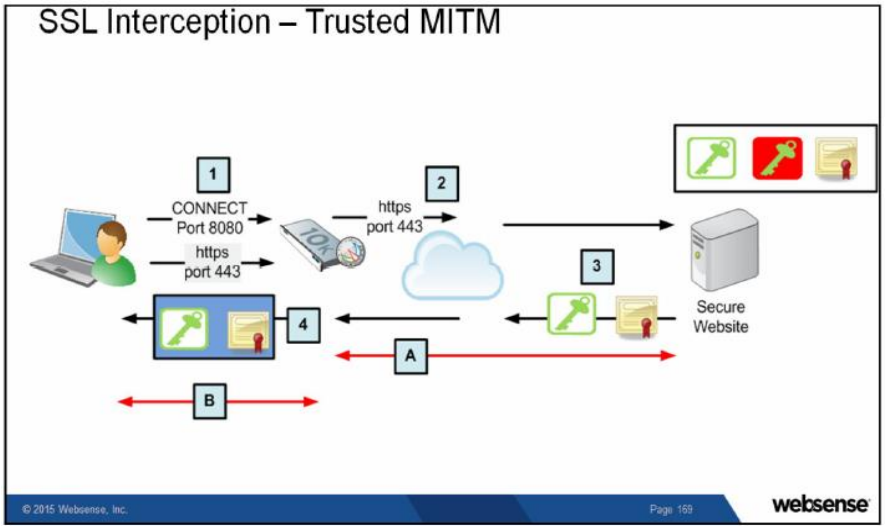
1. Klijent inicira HTTP konekciju ka TLS proksi serveru (CONNECT metoda) putem porta 8080 (defaultni/eksplicitni proksi) ili direktnu HTTPS konekciju putem porta 443 (transparentni proksi).

2. TLS proksi uređaj inicira bezbednu HTTPS konekciju ka web serveru putem porta 443.
3. Web server odgovara sa svojim SSL sertifikatom.
4. TLS proksi uređaj šalje svoj sopstveno-generisan sertifikat za dati web server ka klijentu.

Kao rezultat Trusted MitM, uspostavljaju se dve nezavisne SSL konekcije:

- A – TLS proksi uređaj uspostavlja svoju sopstvenu HTTPS konekciju sa web serverom,
- B – klijent održava svoju sopstvenu HTTPS konekciju sa TLS proksi uređajem.

Na ovaj način se omogućuje da TLS proksi uređaj dešifruje i ponovo šifruje saobraćaj između klijenta i servera, i da vrši inspekciju istog.



Slika 3: SSL inspekcija putem TLS proksi uređaja – Trusted MITM

5. SSL UPRAVLJANJE SERTIFIKATIMA TLS PROKSI UREĐAJA

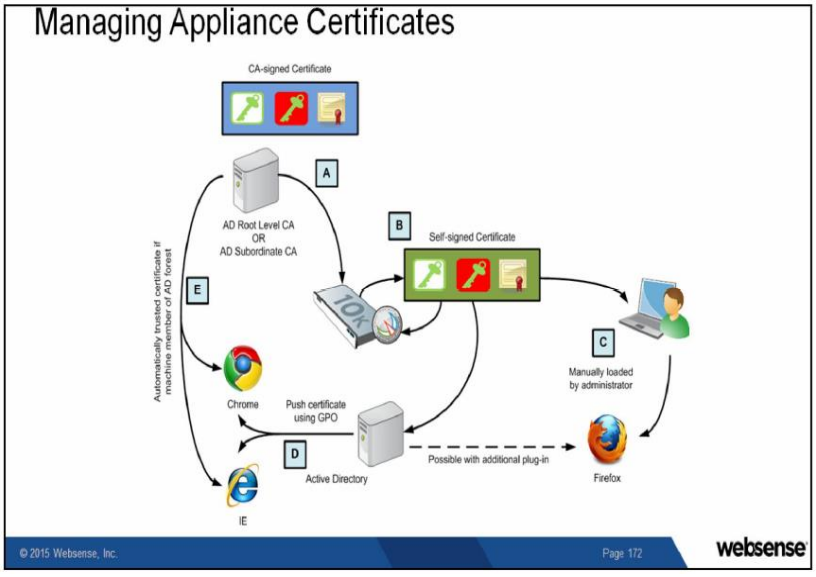
TLS proksi uređaj, koji je konfigurisan za SSL inspekciju (slika 2), dostavlja klijentu sopstveno generisani sertifikat za dati web server umesto originalnog SSL sertifikata web servera. TLS proksi uređaj igra ulogu *intermediate CA* u ovom slučaju, Slika 4 [3].

Po defaultu, proksi uređaj generiše samopotpisani sertifikat, kao root CA. Ovaj CA standardno nije od poverenja (trusted) za klijente u internoj mreži. Kao rezultat, korisnik dobija upozorenje za svaki HTTPS server kojem želi da pristupi. Alternativa je da TLS proksi uređaj igra ulogu intermediate CA tela i da dobije sertifikat od nekog internog root CA.

U tom smislu, postoje dva različita načina da korisnik zadobije poverenje u sertifikat koji dobije od TLS proksi uređaja:

5. Da veruje samopotpisanom root CA sertifikatu uređaja. Sertifikat se učitava u skladište (store) sertifikata u okviru pretraživača.
6. Da veruje sertifikacionom telu (CA) koje je izdalo navedeni sertifikat.

Sertifikat izdat za TLS proksi uređaj nije uključen ni u jednu od navedenih kategorija. Moguća rešenja su korišćenje AD Enterprise CA za izdavanje sertifikata za TLS proksi uređaj koji se onda ponaša kao intermediate CA za generisanje SSL sertifikata za svaki web server kojem klijent pokušava da pristupa, koji je tada automatski od poverenja svakom klijentu koji je član datog AD. Dodatna moguća rešenja su instalacija samopotpisanog sertifikata svim klijentima ili primena GPO za propagaciju informacije o CA.



Slika 4: Upravljanje sertifikatima TLS proksi uređaja

6. UPRAVLJANJE KLIJENTSKIM SERTIFIKATIMA

Postoje web serveri koji zahtevaju da klijenti prezentuju validan SSL sertifikat web serveru, pre uspostave bezbedne SSL konekcije (klijentska ili obostrana (mutual) autentifikacija). Ukoliko se koristi *Trusted MitM koncept*, TLS proksi uređaj ne poseduje validan klijentski sertifikat da prezentuje serveru tako da se konekcija ne može uspostaviti.

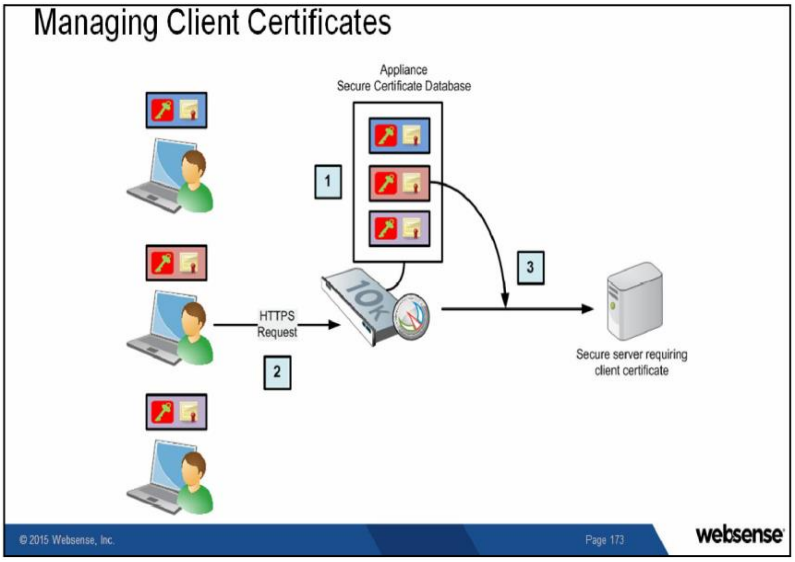
- Moguće su dve opcije za rešavanje ovog problema:
  - A – eliminisati SSL inspekciju za sajtove koji zahtevaju klijentsku autentifikaciju,
  - B – učitati klijentski privatni ključ i sertifikat na TLS proksi uređaj (ukoliko je to moguće).

U okviru opcije B, koraci su sledeći:

- Administrator TLS proksi uređaja mora da instalira klijentski privatni ključ i sertifikat na TLS proksi uređaj. To mora učiniti za sve klijente.

- Kada klijent inicira SSL konekciju koja zahteva klijentski sertifikat, uređaj detektuje taj događaj i identifikuje koji klijentski sertifikat treba biti upotrebljen iz skladišta klijentskih sertifikata.
- TLS proksi uređaj inicira SSL konekciju sa web serverom prezentujući odgovarajući klijentski sertifikat za taj događaj.

Uspostavljaju se dve SSL konekcije: 1) SSL sa serverskom autentifikacijom između klijenta i TLS proksi uređaja, 2) SSL sa serverskom i klijentskom autentifikacijom između TLS proksi uređaja i web servera, Slika 5 [3]:



Slika 5: Upravljanje klijentskim sertifikatima

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu razmatran je problem inspekcije web saobraćaja koji je zaštićen SSL/TLS protokolom, kao jednim od najvećih izazova savremene sajber bezbednosti. Na osnovu prezentovanog materijala može se zaključiti da primena mehanizama jednog vrlo poznatog sajber napada, *Čovek u sredini* (Man-in-the Middle), može predstavljati osnovu za kreiranje veoma efektivnih rešenja za inspekciju web saobraćaja u slučaju odlaznih SSL/TLS konekcija što može imati primenu u svakoj organizaciji koja omogućava svojim internim zaposlenima da izlaze slobodno na Internet sa računara iz organizacije.

Literatura

[1.] TLS 1.3 Impact on Network-Based Security, draft-camwinget-tls-use-cases-00, Cisco Systems, 2017
[2.] Roelof Du Toit, Responsibly Intercepting TLS and the Impact of TLS 1.3, Technical brief, Symantec, 2021
[3.] Managing SSL traffic, TRITON AP-WEB 201 Student *guide*, WebSense

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

INTEGRISANA SOFTVERSKA RJEŠENJA U BOLNIČKOM OKRUŽENJU

INTEGRATED SOFTWARE SOLUTIONS IN HOSPITAL ENVIRONMENT

Igor Dugonjić
UKC RS, igor.dugonjic@ukc-bl.com

Mihajlo Travar
RERS, mihajlo.travar@gmail.com

Saša Ristić
DELIOTTE, sristic1992@gmail.com

Sažetak: *Medicina je oblast veoma zavisna od tehnologije. Sva nova naučna dostignuća veoma brzo pronalaze svoje mjesto u zdravstvenoj zaštiti. Zbog istorijskog i anizotropnog razvoja informacionih sistema u bolničkim okruženjima posoji veliki broj različitih IS-a različitih obima i stepena razvoja. U ovom papiru je data retospektiva tih sistema i mogućnosti njihovog objedinjavanja. Osnovni cilj ovih integracija je povećanje funkcionalnosti zdravstvenih IS.*

Ključne riječi: *EMR, HIS, RIS, PACS*

Abstract: *Medicine is a field that is very dependent on technology. All new scientific achievements are quickly finding their place in health care. Due to the historical and anisotropic development of information systems in hospital environments, there are a large number of different ISs of different scope and degree of development. This paper gives a retrospective of these systems and the possibilities of their unification. The main goal of these integrations is to increase the functionality of health ISs.*

Keywords*: EMR, HIS, RIS, PACS*

1. UVOD

Od svih industrija u kojima tehnologija igra presudnu ulogu, zdravstvo je definitivno jedna od najvažnijih. Neosporna je činjenica da je napredak u medicinskoj tehnologiji omogućio je ljekarima bolju dijagnostiku i kvalitetnije liječenje pacijenta. U prošlosti su se veoma često događale greške zbog nerazvijenih zdravstvenih tehnologija. Prije nego što je sveopšta digitalizacija uzela maha i ušla u sve sfere ljudskog djelovanja pacijenti su bili izoženiji rizicima neispravnih kliničkih sistema, procesa i stanja poput neželjenih događaje uzrokovanih lijekovima ili zamorom izazvanim alarmom. Sa tehnološkim razvojem razvijena su inteligentna softverska rješenja koja su smanjila ove rizike [1]. Većim ulaganjima u zdravstvene tehnologije moguće je smanjiti medicinske grešake i poboljšati efikasnost poslovnih procesa. Korištenjem informacionih tehnologija u medicinskim istraživanjima, naučnicima su omogućena kvalitetnija istraživanja i pronalaženja vakcina protiv bolesti opasnih po život poput malarije, dječje paralize, u današnje vrijeme protiv Covid 19 i drugih i na taj način da spriječe širenje tih bolesti i sačuvaju živote širom svijeta [2].

U zdravstenim ustanovama nalazimo mnoštvo heterogenih informacionih sistema (IS) za razne namjene. U kojoj mjeri ti sistemi imaju zajedničkih tačaka, i da li se mogu staviti pod jedan plašt u neki integrisani IS razmotrićemo u nastavku.

2. INFORMACIONI SISTEMI U MEDICINI

IT ljekarima omogućavaju brz i jednostavan pristup bilo kojoj vrsti medicinskih informacija o lijekovima, studijama, istoriji bolesti sl. Aplikacije koje pomažu u prepoznavanju potencijalnih zdravstvenih rizika donose prednosti koje IT nudi. U mnogim zdravstvenim ustanovama papirni zdravstveni kartoni zamijenjeni su elektronskim i došlo je do poboljšanja u upravljanju, administraciji i praćenju lijekova na tržištu. Na osnovu toga pružaoci zdravstvenih usluga mogu lakše pristupati medicinskim informacijama, pružiti bolje liječenje i brže rezultate i smanjiti troškove [3]. Unapređenje poslovanja je potrebno provoditi na svim nivoima radnih procesa i potrebno je da menadžment u svakom trenutku ima pouzdane informacije. Ove informacije treba da ponude implementirani IS-i. Veoma čest slučaj je da broj različitih IS-a u pojedinim bolnicama može da bude i nekoliko desetina. Njihova veličina i namjena je veoma šarolika i uglavnom potiču od različitih proizvođača. Uočavamo da što je veća zdravstvena institucija i što su složeniji poslovni procesi u njoj, pojavljuje se potreba za većim brojem specijalizovanih informacionih sistema. Tipični informacioni sistemi koje svoje mjesto nalaze u sistemu zdravstvene zaštite su: EMR, EPR, KIS, RIS, PACS, Knjigovodstveni IS-i za potrebe skladišta, kuhinje, održavanja opreme (CMMS), itd.

PACS (eng.: *Picture Archiving and Communication System*) tj, sistem za komunikaciju i arhiviranje medicinskih slika je tehnologija medicinskog imidžinga koja omogućava skladištenje i pogodan način pristupa medicinskim slikama koje potiču od raznorodnih modaliteta. Slike se u digitalnom obliku se obrađuju sa ciljem da se omogući sa radnih stanica. PACS predviđa efikasan metod za rukovanje medicinskim slikama i rad sa drugim multimedijalnim formatima. Ovi IS-i skladište, proslјeđuju i konvertuju medicinske podatke u zdravstvenim ustanovama. Kao rezultat imamo lako dostupune podatke sa više lokacija, mogućnost dugotrajnog skladištenja kao i editovanja tih podataka. Današnji PACS sistemi nude napredne softverske alate koji podržavaju 3D animaciju, obilježavanje u boji, računaski podržano dijagnosticiranje CAD (eng.: *Computer Aided Diagnosis*).

Radiološki informacioni sistem (RIS) osmišljen je da podrži administrativni i klinički rad radiološkog odjeljenja, smanji troškove i poboljša kvalitet usluga. Ovaj sistem treba da omogući niz funcionalnosti da bi se olakšao rad osoblja, minimizovale mogućnosti grešaka, ubrzalali radni tokovi i omogućila međusobna komunikacija. RIS upravlja opštim medicinskim informacijama o pacijentima, od rasporeda preko pregleda do izvještavanja. Glavni zadaci ovih IS-a su: obrada datoteka sa podacima pacijenta, zakazivanje i nadgledanje toka i resursa pregleda, rad sa izvještajima s digitalnim potpisima, upravljanje informacijama o naplati, analiza i statistika.

HIS / KIS- Prvobitni medicinski IS-i su korišteni za podršku finansijskom poslovanju ali su prerasli bolničke IS sa osnovnim funkcijama: klinička njega (pregled medicinskih kartona, unosi radnih listi, primjena kliničkih protokola, upozorenja i podsjetnici...); administrativno upravljanje (zakazivanje, obračun, praćenje prijema, otpusta i prenosa [4].); edukacija i istraživanje (npr. otkrivanje trendova u populaciji putem pretraživanja podataka; stvaranje edukativnih datoteka za nastavu). Savremen pristup HIS arhitekture je korištenje Web aplikacija koje služe za integrisani prikaz kartona pacijenta.

EMR Elektronski medicinski karton (eng.: *Electronic Medical Record* EMR ili *Electronic Patient Record* EPR) je IS usmjeren na pacijenta. Ako IS uključuje zdravstveni karton pojedinca, tada se

naziva elektronski zdravstveni karton (eng.: *Electronic Health Record*- EHR) [4]. Izraz elektronski zdravstveni karton ima isto značenje kao i EPR [5], iako neki autori izraz EHR koriste za za širi pojam. Razvoj EMR-a bio je dugogodišnja težnja medicinskog informatičkog društva. U osnovi, svrha EMR-a je pružanje računarskog pristupa informacijama o pacijentu. EMR sadrži širok spektar podataka o pacijentima i obuhvata istoriju bolesti i trenutnu stanje pacijenta. Podaci koju su obuhvaćeni ovim IS-om između ostalih su: demografski podaci, vitalni parametri, laboratorijski rezultati, nalazi, lijekovi, medicinske slike, itd. Institut za medicinu (*Institute of Medicine*-IOM) je 2003. godine je dao izvještaj koji detaljno opisuje osnovne funkcije elektronskog zdravstvenog kartona [6]. Uvođenjem EMR-a otvaraju se potencijalni benefiti koje možemo svrstati u sljedeće kategorije: *poboljšani kvalitet zdravstvene zaštite [7], poboljšana efikasnost: [8],* [*9*], [*10]. smanjenje grešaka: [11], [12]. Njegove glavne funkcije su*: prihvaća direktan digitalni unos podataka o pacijentu, analize među pacijentima i pružaocima usluga, pruža kliničku podršku odlučivanju i predlaže načine liječenja, provodi analizu ishoda i profilisanje pacijenta i ljekara i distribuiše informacije na različitim platformama i zdravstvenim IS.

Poslovni segment zdravstvenih ustanova je generalno kompleksan i heterogen što se ogleda u tome da nemedicinski poslovni procesi velikm dijelom zavise od medicinskih procesa. Poslovni procesi u opštem slučaju i u zdravstvenoj njezi se mogu razgraničiti na određene oblasti kao npr. imamo:*s kladište, kuhinja, tehnički sektor, nabavka, ljudski resursi*, *računovodstvo, pravni sektor, itd.* Svaki od ovih sektora zahtijeva adekvatno upravljanje da bi efikasno funkcionisao. Bez obzira koliko bila razvijena u nekim oblastima, funkcionisanje zdravstvene ustanove zavisi od svih njenih segmenata. Samim tim nepohodno je angažovanje adekvatnog i namjenskog informacionog sistema za svaki od navedenih sektora. Naravno može biti riječ o samo jednom integrisanom ERP sistemu sa tim da bi njegovi pojedinačni moduli bili zaduženi za navedene sektore i njihove funkcionalnosti.

Što je veća zdravstvena organizacija to je veća i instalirana infrastruktura medicinske opreme u njoj. Poslove upravljanja medicinskom opremom potrebno je podržati adekvatnim informacionim sistemom. Kao i u drugim, tj. nemedicinskim, oblastima ovaj sistem nazivamo CMMS (eng. *Computerized Maintenance Management System*). Njegov zadatak je evidencija, praćenje, ažuriranje i alarmiranje o potrebnim, planiranim i izvršenim aktivnostima nad medicinskom opremom. CMMS treba da obezbijedi optimalnu upotrebu medicinske opreme i da smanji vremena zastoja uzrokovanih kvarovima uređaja. Takođe zadatak mu je osigura potreban kvalitet što znači i bezbjednost kod upotrebe uređaja za sve njegove korisnike i rukovaoce. Ovaj sistem može da bude autonoman ili podsistem nekog većeg informacionog sistema kao što su npr. EMR ili HIS i igra veoma bitnu ulogu upravljanju medicinskom opremom.

3. ERP

IS-i su u svojoj početnoj fazi razvijani kao skupovi nezavisnih cjelina, koji su pokrivali odgovarajuća funkcionalna područja kao što su: marketing, zalihe, finansije i slično. Ovi paketi su zadovoljavajuće pokrivali oblasti za koje su namijenjeni, ali kada je bilo potrebno izvršiti neku složeniju analizu koja je obuhvatala više funkcionalnih cjelina bilo je potrebno osmisliti posebne mehanizme za dobijanje rezultata. Danas, ERP sistemi predstavljaju zadnji stepen u razvoju integrisanih IS-a. ERP predstavlja softver za poslovno upravljanje koji omogućava korištenje sistema integrisanih aplikacija za upravljanje poslovnim procesima. Sastoji se od nezavisnih modula koji se mogu individualno isporučivati, prema specifičnim potrebama i mogućnostima organizacije koja ih nabavlja. Početak razvoja sistema za upravljanje preduzećima uzrokovan je

evidentnom potrebom za upravljanjem potrebama fizičke imovine. Nakom pojave zahtjeva i očigedne potrebe za informacionim sistemom koji će adekvatno odgovoriti na postavljene izazove kod upravljanje zahtjevima održavanja prvi su se pojavili CMMS sistemi. Sa druge strane MRO - (eng.: *Maintenance, Repair and Operations*) se bazirao na CMMS konceptu, ali se više fokusirao na zahtjeve za napredno planiranje i raspoređivanje zadataka, napredno upravljanje zalihama i budžet, zahtjeve za radnom snagom i planiranje i sl. Ovi sistemi se ne fokusiraju na cjelokupne aspekte upravljanja poduzećem i dosta češće nailazimo na CMMS sisteme jer mnoga preduzeća se odlučuju na integraciju CMMS-a sa softverskim IS-om na nivou preduzeća koji je idealno prilagođen njihovim specifičnim potrebama. Očekuje se da će se ovaj trend nastaviti i da će se učvrstiti uloga CMMS sistema [13]. Zbog specifičnih zahtjeva pojavio se i širok spektar sistema fokusiranih na različite oblike aplikacija i upravo iz njih je potekla ideja o ERP konceptu. Upravljanje imovinom preduzeća EAM (eng.: *Enterprise Asset Management*) sistemi su direktni potomci CMMS i MRO sistema i ostali su vjerni prvobitnom fokusu na održavanje i upravljanja zalihama i nakon toga počeli dodavati funkcionalnosti koja se sada podrazumijeva unutar sistema na ovom nivou. U isto vrijeme kada i EAM su počeli da se pojavljuju i ERP sistemi da bi se organizovao i unaprijedio proces i planiranje proizvodnje. U skladu s napretkom u EAM sistemima, prepoznata je potreba da se udovolji širokim zahtjevima preduzeća. Zbog toga je došlo i do snažnog razvoja u dodatnim oblastima planiranja i upravljanja ljudskim resursima, naprednih administrativnih funkcija, komercijalnih aplikacija i još naprednijeg finansijskog upravljanja. Jer iako su ERP sistemi izrasli iz proizvodnih zahtjeva, jedno od njihovih jačih područja je sposobnost izvještavanja i kontrole finansija. ERP je u današnje vrijeme dominantan koncept. ERP II je nova kategorija koja još uvijek nije u potpunosti zaživjela jer oba prethodna rješenja konvergiraju u globalni sistemi upravljanja preduzećima. ERP II se takođe odnosi na opsežnu elektronsku razmjenu podataka i međusobnu povezanost s drugim aplikacijama i sistemima. Kao takav, ERP II predstavlja zahtjev za istinski otvorenom arhitekturom na sistemskom nivou i fokus na mogućnost sveobuhvatne interakcije što praktično znači da svi ovi prethodno nabrojani sistemi teže takvom konceptu kao što je ERP II.

4. INTEGRISANI IS U MEDICINSKOM OKRUŽENJU

Većina kliničkih odjela imaju svoje specifične operativne zahtjeve koji se razlikuju od opštih bolničkih operativnih funkcija. Iz tog razloga u ovim odjelima mogu biti potrebni posebni informativni sistemi. Često se ovi informacioni sistemi stavljaju pod okrilje HIS-a, koji podržava njihovo funkcionisanje. Uobičajeno je da medicinske ustanove posjeduju i koriste IS-e kao što su KIS, PACS, RIS, EMR i sl. i koji su specifični za pojedine odjele. Iako ponekad nemoguće postaviti jasnu granicu između različitih medicinskih IS-a, razvijene su aplikacije za upravljanje pojedinačnim kliničkim odjeljenjima sa svim svojm specifičnostima. Reprezentativni primjeri ovih sistema, gdje je do neke granice moguća distinkcija, su radiološki IS-i (RIS) i laboratorijski IS-i (LIS). Oba ova sistema se mogu gledati kao podskup HIS-a sa namjenskom funkcionalnošću. Postoje odjeli koji imaju različita okruženja u toku rada koja možda nisu obuhvaćena HIS-om. Stoga će im možda trebati vlastiti zasebni informacioni sistemi i moraju razviti mehanizme za integraciju podataka između tih sistema i HIS-a. U ovu grupu spada RIS, koji je inicijalno bio zamišljen kao komponenta HIS-a. Zbog ograničene podrške od strane HIS-a u rukovanju posebnim podacima i informacijama potrebnim za radiološke poslove razvijen je nezavisni RIS. Postoje primjeri gdje se RIS sistem posebno razvio čak i bez postojanja okvirnog HIS sistema, a tek naknadno su se razvijali ostali sistemi između ostalog i HIS. Integracija ova dva IS-a je od izuzetne važnosti da bi zdravstveni centar funkcionisao kao cjelina. Nakon integracije neke komponente se mijenjaju novijima, ali postoji mogugućnost da neki moduli mogu bez problema

funkcionišu u novom okruženju. Tokom razvoja integrisanog PACS-a, treba imati na umu široku sliku EMR sistema. Očekivane buduće veze s integrisanim PACS-om kao ulaznim izvorom u EMR treba temeljno razmotriti. Česta je situacija kada HIS ima integrisanu modularnu strukturu gdje se RIS modul pojavljuje kao komponenta tj. podsistem HIS sistema. Interfejs za povezivanje RIS sistema sa PACS-om zasnovan je na HL7 standardu putem TCP/IP-a preko *Ethernet*-a na modelu klijent-server koristeći mehanizam okidača (eng.: *Trigger*). Događaji kao što su zakazivanje pregleda, dolazak pacijenta i sl. aktiviraju RIS da pošalje prethodno odabrane relevantne informacije (demografski podaci o pacijentu, opis pregleda, dijagnostički izvještaj, itd.). Ovo slanje je sinhronizovano sa događajima u oba sistema. Integrisani sistem HIS-RIS-PACS, koji proširuje podatke o pacijentu tako da uključuju i slike i bolničke poslovne tokove, čini temelj EPR-a. Ovi sistemi se mogu se smatrati komponentama EMR-a [4]. Postojeći EMR sistemi su uglavnom web bazirani i imaju određena zajednička obilježja. Imaju velike baze podataka s vremenskim parametrima utkanim u njihov sadržaj i mogu vršiti upite iz srodnih zdravstvenih informativnih sistema i fleksibilno prikazivati podatke.

5. ZAKLJUČAK

Uoblasti zdravstvene zaštite se koristi veliki broj raznorodnih IS-a. Reprezentativni IS-i u ovoj oblasti su između ostalih HIS, RIS, EMR i PACS. Od njihove međusobne povezanosti i interoperabilnosti zavisi postojanje niza funkcionalnosti na bolničkom ili višem nivou. U ovom radu su date osnovne karakteristike i zahtjevi koji se postavljaju pred ove sisteme. Pored toga dat je osvrt na mogućnosti njihove međusobne integracije. Glavni pretendenti za poziciju sveobuhvatnog medicinskog IS-a su HIS i EMR sistemi. U ovoj trci izvjesnu prednost odnosi EMR zato što njegov obim i funkcionalnosti prevazilaze bolnički nivo.

Literatura

[1.] Wachter, Robert (2015). The Digital Doctor: Hope, Hype, and Harm at the Dawn of Medicine's Computer Age. NY, McGraw Hill Education. ISBN 978-0-07-184946-3.

[2.] https://www.who.int/ (posjećeno 8. avgusta 2021.)

[3.] Thimbleby, Harold (1 December 2013). "Technology and the Future of Healthcare". Journal of Public Health Research. 2 (3): e28. doi:10.4081/jphr.2013.e28. PMC 4147743. PMID 25170499.

[4.] H. K. Huang, PACS AndImaging.Informatics.2nd.Edition.(2010). John Wiley & Sons New Jersey, ISBN 978-0-470-37372-9

[5.] Alex A.T. Bui, Ricky K. Taira (eds.), Medical Imaging Informatics (2010) Springer ISBN 978-1-4419-0384-6, DOI 10.1007/978-1-4419-0385-3

[6.] Institute of Medicine (2003) Key capabilities of an electronic health record system. The National Academies Press.

[7.] Garg AX, Adhikari NK, McDonald H, Rosas-Arellano MP, Devereaux PJ, Beyene J, Sam J, Haynes RB (2005) Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: A systematic review. JAMA, 293(10):1223-1238..

[8.] Bates DW, Ebell M, Gotlieb E, Zapp J, Mullins HC (2003) A proposal for electronic medical records in U.S. primary care. J Am Med Inform Assoc, 10(1):1-10.

[9.] Joos D, Chen Q, Jirjis J, Johnson KB (2006) An electronic medical record in primary care: impact on satisfaction, work efficiency and clinic processes. AMIA Annu Symp Proc:394-398.

[10.] Bates DW, Kuperman GJ, Rittenberg E, Teich JM, Fiskio J, Ma'luf N, Onderdonk A, Wybenga D, Winkelman J, Brennan TA, Komaroff AL, Tanasijevic M (1999) A randomized trial of a computer-based intervention to reduce utilization of redundant laboratory tests. Am J Med, 106(2):144-150.

[11.] Bates DW, Gawande AA (2003) Improving safety with information technology. N Engl J Med, 348(25):2526-2534.

[12.] Institute of Medicine (1999) To err is human: Building a better health system. The National Academies Press, Washington, DC.

[13.] Mather D (2002) CMMS A Timesaving Implementation Process, CRC Press, ISBN 9780429121630

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ТЯГОВИМИ НАГРУЗКАМИ

ДОМАНСКИЙ Валерий Тимофеевич
Харьковский национальный университет городского хозяйства, Харьков, Украина, dvt.nord@ gmail.com

ДОМАНСКИЙ Илья Валерьевич
Харьковский национальный университет городского хозяйства, Харьков, Украина, ilya.domanskiy@gmail.com

ДОМАНСКИЙ Василий Валерьевич
Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), Ростов-на-Дону, Россия, domansk2015@mail.ru

ДОМАНСКАЯ Галина Анатольевна
Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта, Днепр, Украина, galinadom5@gmail.com

***Аннотация**. Инновационные сценарии надежного энергетического обеспечения перевозочного процесса направлены на снижение удельного потребления энергоресурсов и повышение энергоэффективности систем электрической тяги. В статье предложены инновационные направления энергосбережения в тяговых сетях железных дорог и новые схемо-технические решения присоединения тяговых подстанций к сетям энергосистем, обеспечивающих энергобезопасность перевозочного процесса. Проведена сравнительная оценка регулируемых установок компенсации реактивной мощности и разработана методика выбора их параметров и мест размещения в электротяговой сети. Выполнены исследование и анализ режимов работы электротяговых сетей и питающих линий энергосистем. Выделены факторы, которые в наибольшей степени влияют на энергосбережение. Для эффективного применения устройств компенсации реактивной мощности в системах тягового электроснабжения переменного тока предлагается разработать нормативно-правовую документацию о необходимости применения и порядке выбора параметров и мест размещения устройств компенсации с учетом режимов работы энергосистем и использованием программных комплексов с имитацией взаимосвязанных мгновенных схем движущихся нагрузок.*

***Ключевые слова**: энергетическая безопасность, железнодорожный транспорт, процесс перевозок, сети энергосистем, энергоэффективность режимов, передвижные тяговые подстанции, компенсация реактивной мощности, энергосбережение.*

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Электрификация железных дорог всегда была приоритетным направлением развития систем тяги [1-5]. В настоящее время во всем мире большинство высоконагруженных магистральных, в том числе высокоскоростных, линий электрифицированы на переменном токе, преимущественно промышленной частоты 50 Гц напряжением 25 кВ. На Украине с 1950-х годов по системе переменного тока 25 кВ, 50 Гц электрифицировано

5,5 тыс. км (53% полигона) железных дорог. Доля электрифицированных участков от общей эксплуатационной длины железных дорог составляет 47,3%, при этом доля электротяги в общем грузообороте составляет 91,2%. Подтверждены неоспоримые преимущества системы переменного тока перед системой электрификации на постоянном токе 3 кВ. Железные дороги Украины, протяженность которых составляет 2,4 % общей протяженности железных дорог мира, преодолели 10-и тысячный рубеж и занимают по длине электрифицированных линий 10-е место – 4 % мирового электрифицированного полигона. На всех этапах развития железных дорог электрификация была ведущим звеном их реконструкции, качественно изменяла эксплуатационную работу.

С целью уменьшения расходов на обеспечение отрасли электроэнергией все железные дороги Украины осуществляют снабжение электрической энергии потребителям по регулируемому тарифу. Они являются лицензиатами с передачи и снабжения электроэнергии и полноправными субъектами оптового рынка электроэнергии (ОРЭ), что позволяет экономить сотни миллионов гривен при закупке электрической энергии (в 2014 г. – 631 млн. гривен, 1 гривна = 2,84 рубля по курсу на октябрь 2015 г.). Преимущества закупки электроэнергии на ОРЭ очевидны, однако появляются некоторые особенности оплаты за электроэнергию в условиях вынужденных режимов работы электротяговых сетей с применением передвижных тяговых подстанций.

Придавая большое значение основному для железных дорог виду тяги, руководством Укрзализныци была принята «Программа электрификации железных дорог на период 2012–2016 гг.» Однако последствия экономического кризиса существенно снизили темпы электрификации железных дорог в 2013–2015 гг. В результате важнейшая электрифицированная линия Харьков–Полтава–Кременчуг–Знаменка работает в вынужденных режимах с питанием тяговой сети от передвижных подстанций.

Задача дальнейшей электрификации планировалась в объеме поэтапного выполнения: до 2016 г. планировалось электрифицировать около 1200 км, до 2020 г. – около 587 км, суммарно за период 2013–2020 гг. – около 1841км. В результате к 2020 году полигон электрифицированных линий должен составить 12200 км (55–56% от сети) с объемом перевозок около 95% от общесетевого. В связи с отсутствием финансирования эту программу выполнить не удалось.

Темп старения устройств электроснабжения при существующем дефиците финансирования продолжает опережать темпы реконструкции. Длина линий электрифицированного полигона, эксплуатируемых более усредненного срока (40 лет) выросла с 5012 км или 52,0% в 2007 году до 6393 км или 62,3% в 2012 году и 64,9% в 2015 году, а через 5 лет эта цифра составит 6820 км или 67%. С 307 стационарных и передвижных тяговых подстанций со сроком службы более 30 лет работают 232 стационарных (78% от общего количества) и 10 передвижных тяговых подстанций. Со сроком службы свыше 40 лет сегодня работают 73% от общего количества подстанций. Мирового опыта эксплуатации контактной сети с такими темпами старения нет. В настоящее время необходима полная реконструкция более 50% развернутой длины контактной сети и тяговых подстанций.

Минимизация потерь электроэнергии в тяговой сети является целевой задачей участия системы тягового электроснабжения (СТЭ) в формировании энергетической эффективности электрической тяги в целом [1]. Эффективность применения

конденсаторных установок в электроэнергетике известна давно [2–6]. Практика доказала приемлемость в тяговом электроснабжении установок поперечной (КУ) и продольной (УПК) емкостной компенсации для повышения эффективности и надежности работы железных дорог. Тем не менее, проблема совершенствования КУ и УПК с учетом современных требований к электроснабжению является первоочередной и требует выполнять их регулируемыми и переключаемыми, учитывая основные нормативно-правовые документы [7].

Для эффективного распределения инвестиций при модернизации СТЭ важно путем технико-экономических расчетов на имитационных моделях [8, 9] определить наиболее влияющие факторы на энергосбережение. Необходимо разработать методы выбора параметров и мест размещения поперечной и продольной компенсации в СТЭ во взаимосвязи с режимами работы систем внешнего электроснабжения (СВЭ).

Целью статьи является:

- системный анализ перспектив развития электротяговых систем и режимов работы внешнего и тягового электроснабжения, выбор параметров и мест размещения устройств компенсации, позволяющих обеспечить энергосбережение и экономичность процесса перевозок;

- разработка схемотехнических решений для повышения энергоэффективности режимов работы электротяговой сети переменного тока и обоснование необходимости расчета передвижных тяговых подстанций по векторному методу трехфазного потребления энергии от подстанций Национальной энергетической компании «Укрэнерго» (НЭК «Укрэнерго»).

Развитие энергосберегающих технологий в прошедший период. Придание определенной и организационной направленности энергосберегающей деятельности украинских железных дорог дало существенные положительные результаты в этой сфере деятельности Укрзализныци (УЗ) за истекший 15 летний (1997–2012 гг.) период. Основные итоги этой деятельности в укрупнённых количественных показателях сводятся к следующему.

При росте общего объёма перевозок за этот период на 29,9% потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в целом по УЗ не только не возросло, а снизилось на 24,8%. Причём весьма положительными факторами в изменении энергобаланса сказались: существенное возрастание доли расхода ТЭР на основную деятельность (тяга поездов) – с 54,5% в 1997г. до 75,8% в 2012г.; ориентация грузопотоков на преимущественную загрузку электрифицированных ходов.

Так при среднегодовом росте объемов перевозок за этот период на +2,0% их рост на электрифицированных ходах составлял + 2,7%, при снижении на 1,3% на тепловозных направлениях (рис.1). В результате за 15 летний период достигнуто снижение удельного расхода на тягу поездов: электроэнергии на 16,3% и дизельного топлива на 7,7%.

Причём характерно, что практически за все годы при росте объёма перевозок (в % к предыдущему году) динамика потребления ТЭР в целом по УЗ (рис. 1) заметно отставала от роста перевозок, что свидетельствует о результативности реализации энергосберегающих программ УЗ. Практически по всем видам ТЭР, потребляемых УЗ в

стационарной энергетике (кроме электроэнергии, являющейся основным наиболее экономичным энергоресурсом), наблюдалась ежегодная динамика снижения их потребления с темпом от 1,3% (дизельное топливо) до 6,4% (мазут).

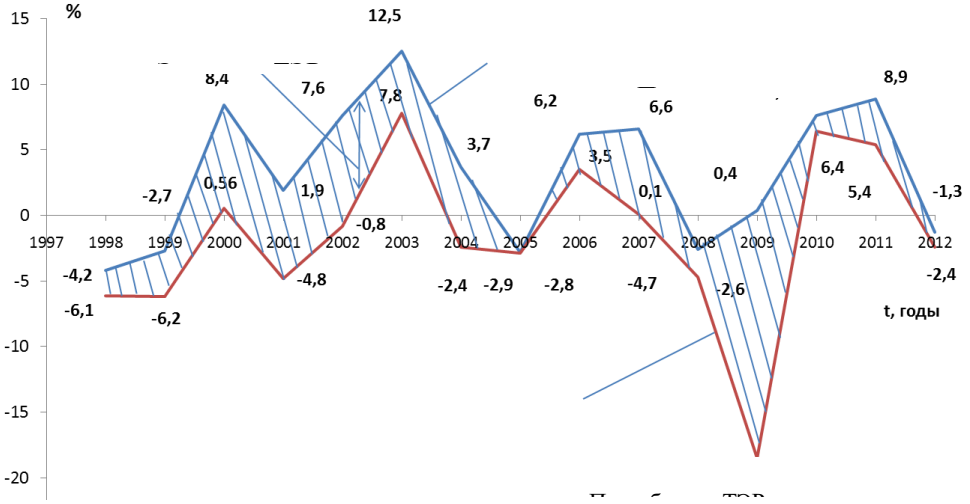


Рис. 1. Динамика изменения объёма перевозок (ткм. брутто) и потребление ТЭР (т у.т.) в % к предыдущему году

В результате за счет энергосберегающей деятельности УЗ за прошедший период достигнуто снижение энергоемкости перевозочного процесса практически в два раза (с 17,73 до 8,74 тонн условного топлива на приведенные миллион тоннокилометров нетто в год). Это является фактом весьма успешной реализации энергосберегающей деятельности всех структурных подразделений УЗ за прошедший период и несомненный вклад в экономику перевозочного процесса.

Повышение энергетической эффективности систем тягового электроснабжения. Увеличение энергетической эффективности систем тягового электроснабжения (СТЭ) и энергосистем общего назначения всегда было связано с повышением напряжения передачи энергии к потребителю [1–3]. Энергооптимальная технология тягового электроснабжения с учетом режимов работы питающих энергосистем требует решения следующих первоочередных задач. Во-первых, это по возможности равномерная загрузка тяговых сетей за счет энергооптимального графика движения поездов, скоростей движения и весовых норм. Во-вторых, рациональное использование мощности локомотивов и тяговых подстанций, их модернизация с целью улучшения тягово-энергетических характеристик, применение асинхронного тягового привода. В-третьих, совершенствование СТЭ, их управление компьютеризированными системами с учетом режимов работы питающих энергосистем, минимизация перетоков мощности и экономия электроэнергии.

Постоянный ток. Использование во всем мире до сих пор систем электроснабжения постоянного тока объясняется идеальностью сериесного коллекторного двигателя постоянного тока для условий тяги. Современные традиционные сети постоянного тока

имеют резко переменную нагрузку ЭПС. Тяговая мощность современных скоростных поездов составляет 8–10 МВт, такая же мощность требуется для тяжеловесных поездов 5–6 тыс. т. Обеспечение движения поездов повышенной массы 6–12 тыс. т, скоростное движение требуют реконструкции тяговых сетей. Научно-поисковые работы в области СТЭ постоянного тока с повышенным напряжением предполагают, что разработки преобразователя постоянно-постоянного тока это далекая перспектива и решающими факторами будут стоимостные и энергетические показатели преобразования. Тем более, что существует заведомо более дешевое традиционное решение усиления системы постоянного тока – это установка на перегоне одноагрегатных пунктов питания 35/3 кВ мощностью 6–10 МВт, питаемых от ЛЭП 35 кВ, прокладываемых по опорам контактной сети от тяговых подстанций.

Переменный ток. В настоящее время во всем мире большинство высоконагруженных магистральных, в том числе высокоскоростных, линий электрифицированы на переменном токе, преимущественно промышленной частоты 50 Гц напряжением 25 кВ. В Украине с 1950-х годов по системе переменного тока 25 кВ, 50 Гц электрифицировано 5327 километров дорог. Подтверждены неоспоримые преимущества перед системой электрификации на постоянном токе 3 кВ. Однако опыт эксплуатации выявил и ряд недостатков, к числу которых относятся следующие: частые выходы тяговых подстанций в сети напряжением 220 или 110 кВ и как результат сооружение протяженных сетей на этих направлениях за счет железных дорог; применение малоэффективной схемы неодинакового присоединения подстанций к фазам сетей внешнего напряжения и необходимость при этом сооружения нейтральных вставок; не эффективное использование мощности трансформаторов тяговых подстанций (всего на 68 % от их номинальных значений); несимметричность присоединения тяговых нагрузок к симметричным сетям внешнего электроснабжения через трансформаторы тяговых подстанций; наличие уравнительных токов в тяговых сетях межподстанционной зоны. И хотя сегодня системы переменного тока напряжением 25 кВ, ЭУП – 25 кВ и 2×25 кВ в состоянии полностью удовлетворить достаточно большие объемы перевозок и высокоскоростное движение, заглядывая в будущее и опираясь на мировой опыт, представляется целесообразным оценить возможности дальнейшего повышения энергетической эффективности электрической тяги [2, 3].

Перспективы развития систем. В последние годы проведен ряд исследований, направленных на поиск путей дальнейшего повышения энергетической эффективности тяги в части нетрадиционных систем электроснабжения. Показана принципиальная возможность повышения напряжения передачи энергии поездам на уровне 60, 90 и 110 кВ с сохранением напряжения на электроподвижном составе 25 кВ, 50 Гц (автотрансформаторные системы) и напряжения непосредственно в контактной сети 50 кВ, 50 Гц с электроподвижным составом на это напряжение.

На рис. 2 показана динамика повышения провозной способности электрифицированных участков и даны базовые веса поездов в тыс. т (цифры в прямоугольниках) для рассмотренных автотрансформаторных систем электроснабжения по мере роста напряжения питающего провода или напряжения в контактной сети в сопоставлении с системой 25 кВ, 50 Гц. Повышение напряжения в питающем проводе до 65, 85, 110 кВ позволит увеличить предельную массу поезда в 1,5 – 2 раза и по сравнению с

соответствующей системе 2×25 кВ, при этом наибольший эффект достигается в случае Кт = 3,5.

Системы тягового электроснабжения с повышенным до 50 кВ напряжением переменного тока в контактной сети уже практически реализованы в ЮАР, Канаде, США. Примечательно, что если сохранить объемы перевозок на уровне базовых (25 кВ, t = 10 мин, Q_{max} = 3680 т), то повышение напряжения в контактной сети до 50 кВ позволит увеличить длину межподстанционных зон до 150–200 км и осуществлять питание от стабильных по качеству энергии районных подстанций 220–330 кВ.

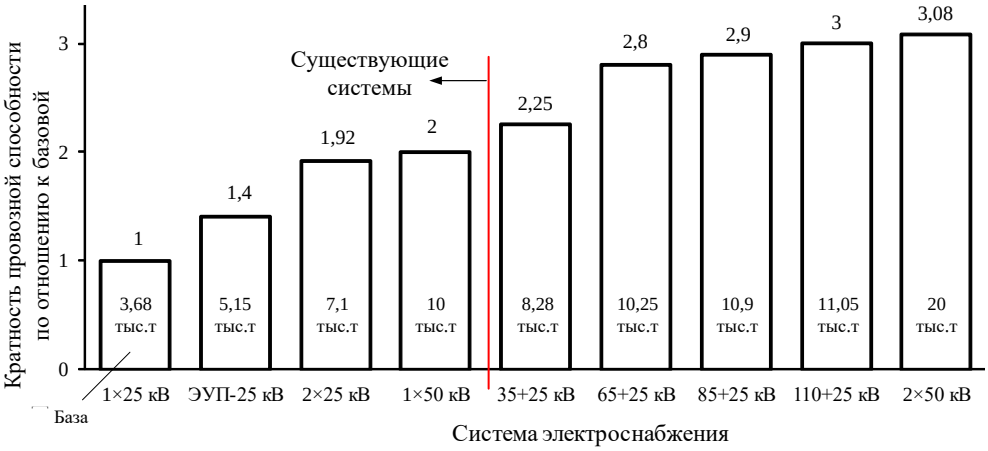


Рис. 2. Провозная способность автотрансформаторных систем при напряжении Uкс = 25 кВ и 50 кВ

Обеспечение энергобезопасности перевозочного процесса. Существенным повышением надежности работы тяговых сетей является их питание от подстанций НЭК «Укрэнерго». Новые схемо-технические решения присоединения тяговых подстанций к сетям энергосистем обоснованы в работах [5, 8, 9] и используются при электрификации железных дорог. Концепция развития схем внешнего электроснабжения тяговых подстанций с учетом требований электроэнергетики Украины базируется на следующих основных положениях: строительство по согласованию с НЭК «Укрэнерго»объектов тяговой энергетики (тяговые подстанции с заходами высоковольтных линий электропередач региональных энергосистем); увеличение количества присоединений к сетям НЭК «Укрэнерго» (220-330 кВ) для повышения качества электроэнергии и уменьшения потерь при ее передаче, а также снижение расходов и времени строительства новых или реконструируемых тяговых подстанций; создание транспортно-энергетических коридоров в полосе отчуждения железных дорог, что эффективно при сооружении новых железнодорожных линий в энергодефицитных регионах; повышение надежности и безопасности электроснабжения тяговых подстанций путем развития собственных питающих электрических сетей 110 кВ и передвижных подстанций нового поколения с РУ-110 кВ; сотрудничество с энергосистемами в создании интеллектуальных электрических сетей (smart grids), внедрение программных и аппаратных средств обмена информацией между УЗ и организациями по управлению надежностью и режимами

электроснабжения НЭК «Укрэнерго»; снижение перетоков мощности и потерь энергии в сетях электротяги и питающих сетях энергосистем; снижение средств на закупку электроэнергии путем развития схем присоединения тяговых подстанций к сетям внешнего электроснабжения по первому классу (35, 110, 220, 330 кВ).

Вынужденные режимы работы передвижных тяговых подстанций и питающих линий энергосистем. Передвижные тяговые подстанции предназначаются для питания электрифицированных участков железных дорог при выходе из строя или остановке на капитальный ремонт устройств основных тяговых подстанций, а также при временном изменении графика движения поездов как средства по увеличению мощности основной подстанции [3, 10]. Однако, реальности сегодняшнего дня таковы что, практически не имея резерва передвижные подстанции длительное время работают вместо стационарных на грузонапряженных участках, а на некоторых сверхдлинных консольных участках нагружены только одним плечом питания, что приводит к резкой несимметрии токов фаз тяговых трансформаторов (наименее нагруженными являются две фазы) и в итоге к повышенным потерям энергии [11–13]. Аналогов применения передвижных подстанций в таких режимах работы нет.

Известно, что на дорогах однофазного тока питание тяговой сети, как правило, осуществляется от трехфазной линии передачи через трансформаторы, соединенные в ту или иную схему [3]. Более равномерная нагрузка фаз трехфазной линии передачи достигается при питании тяговых подстанциях от всех трех фаз линии передачи. В этом случае секции тяговой сети слева и справа от подстанции питаются от различных фаз линии передачи и, следовательно, имеют напряжения, не совпадающие по фазе друг с другом. На дорогах Украины получило распространение питание тяговой сети от трехфазных трансформаторов со схемой соединения обмоток Y/Δ.

При рассмотрении схем тяговых подстанциях за положительное направление токов ($\dot{I}_A$, $\dot{I}_B$, $\dot{I}_C$) в линии передачи, в ответвлениях от линии передачи к подстанции, а также в фидерах, питающих тяговую сеть ($\dot{I}_Л$, $\dot{I}_П$ и $\dot{I}_Р$), будем принимать направление от питающего центра к потребителю. За положительное направление токов в электрических локомотивах будем принимать направление от контактного провода к рельсу. Для схемы питания (рис. 3, *а*) совмещенная векторная диаграмма напряжений и токов показана на рис. 3, *б*. При построении диаграммы принимаем коэффициент трансформации равным единице и пренебрегаем током холостого хода и потерями напряжения в обмотках. Тогда напряжения $\dot{U}_A$, $\dot{U}_B$ и $\dot{U}_C$ и соответственно напряжения $\dot{U}_{ac}$, $\dot{U}_{ba}$ и $\dot{U}_{cb}$ будут представляться одними и теми же векторами (рис. 3, *б*). Вектор тока $\dot{I}_Л$ (левая сторона) принятого напряжения следует ориентировать относительно вектора напряжения $\dot{U}_{ac}$. На векторной диаграмме показан ток $\dot{I}_Л$, сдвинутый от «своего» напряжения на некоторый угол $\varphi_Л$. Вектор тока $\dot{I}_П$ (идущего вправо от подстанции) при направлении, показанном на рис. 3, *а*, ориентируется от вектора «своего» напряжения – $\dot{U}_{cb}$, противоположного напряжению $\dot{U}_{cb}$, показанному на диаграмме (рис. 3, *б*). Отложив на диаграмме напряжение – $\dot{U}_{cb}$ (показано пунктиром), сможем относительно него со сдвигом на некоторый угол $\varphi_П$ нанести вектор тока $\dot{I}_П$. Зная $\dot{I}_Л$ и $\dot{I}_П$ нетрудно найти ток $\dot{I}_Р$ в проводе, присоединенном к рельсу как уравновешивающую их величину (как так $\dot{I}_Л + \dot{I}_П = 0$), а также токи фаз трансформатора [3].

$\dot{I}_a = ⅔\,\dot{I}_Л + ⅓\,\dot{I}_П$; $\dot{I}_b = ⅓\,\dot{I}_П - ⅓\,\dot{I}_Л$; $\dot{I}_c = -⅔\,\dot{I}_П - ⅓\,\dot{I}_Л$.

Левая фидерная зона с током $\dot{I}_Л$ питается от напряжения $\dot{U}_{ac}$. Это напряжение генерируется как в обмотке *ax*, так и в обмотках *ybzc* (где оно получается в результате геометрического сложения напряжений двух обмоток *by* и *cz*). Но сопротивление обмотки *ax* в два раза меньше сопротивления двух других обмоток, соединенных последовательно. Поэтому ток $\dot{I}_Л$ разделяется между этими генерирующими напряжение $\dot{U}_{ac}$ обмотками в отношении 2:1. Аналогичным образом делится и ток $\dot{I}_П$. Можно заметить (рис. 3, *а*), что наименее нагруженной фазой является та фаза треугольника, которая непосредственно не соединена с рельсами. В данном случае, когда одна из нагрузок, $\dot{I}_Л$ или $\dot{I}_П$, равна нулю, наименее нагруженными оказываются две фазы. На векторной диаграмме рис. 4 показаны углы сдвига фаз φ_A, φ_B, φ_C между токами $\dot{I}_A$, $\dot{I}_B$ и $\dot{I}_C$ и напряжениями $\dot{U}_A$, $\dot{U}_B$, $\dot{U}_C$ соответственно. Заметим, что φ_A больше $\varphi_Л$, а φ_C меньше $\varphi_П$. Причем у «опережающей» (по ходу вращения векторов) фазы *C* угол меньше, чем у «отстающей» фазы *A*. Это обстоятельство существенно влияет на потери напряжения в трансформаторе.

а) *б*)

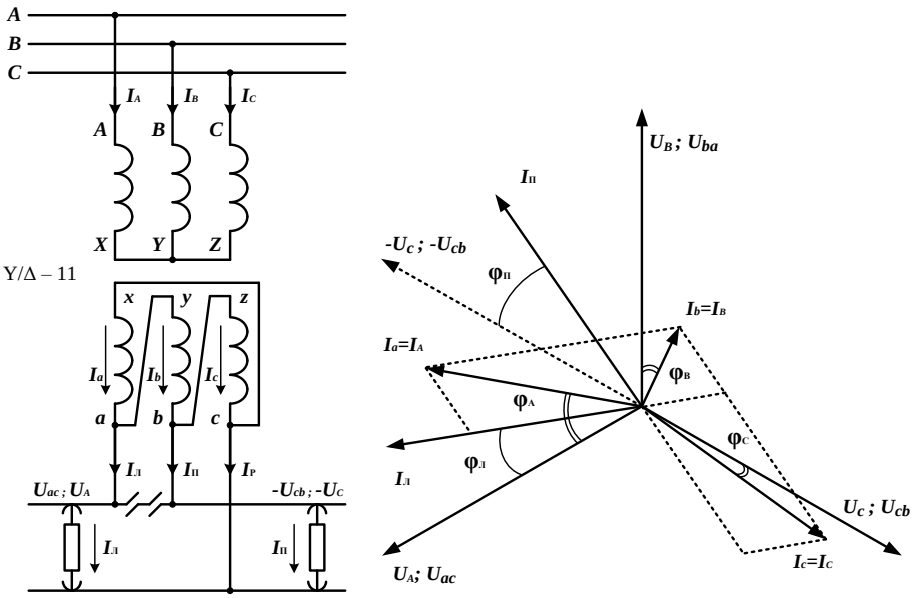


Рис. 3. Схема питания тяговой сети однофазного тока при помощи трехфазного трансформатора, соединенного по схеме Y/Δ -11 – а. Векторная диаграмма для определения токов фаз трехфазного трансформатора – б

Разберем более подробно частный случай, когда наименее нагруженными оказываются две фазы (рис. 4) при питании тяговой нагрузки левого плеча питания «отстающей» или «опережающей» фазой. При питании нагрузки левого плеча $\dot{I}_Л$ «отстающей» фазой (рис. 4, *а*) углы сдвига фаз между токами $\dot{I}_A$, $\dot{I}_B$ и $\dot{I}_C$ и напряжениями $\dot{U}_A$, $\dot{U}_B$, $\dot{U}_C$ значительно увеличиваются. Заметим, что $\varphi_A = \varphi_Л$, ток $\dot{I}_B$ отстает от напряжения $\dot{U}_B$ на угол φ_B, а $\dot{I}_C$ опережает напряжение $\dot{U}_C$ на угол φ_C. Таким образом одна из наименее нагруженных фаз тягового трансформатора начинает генерировать ток в питающую сеть. При питании нагрузки правого плеча $\dot{I}_П$ «опережающей» фазой (рис. 4, *б*) $\varphi_C = \varphi_П$, ток $\dot{I}_B$ опережает напряжение $\dot{U}_B$ и теперь эта фаза тягового трансформатора генерирует ток в питающую сеть.

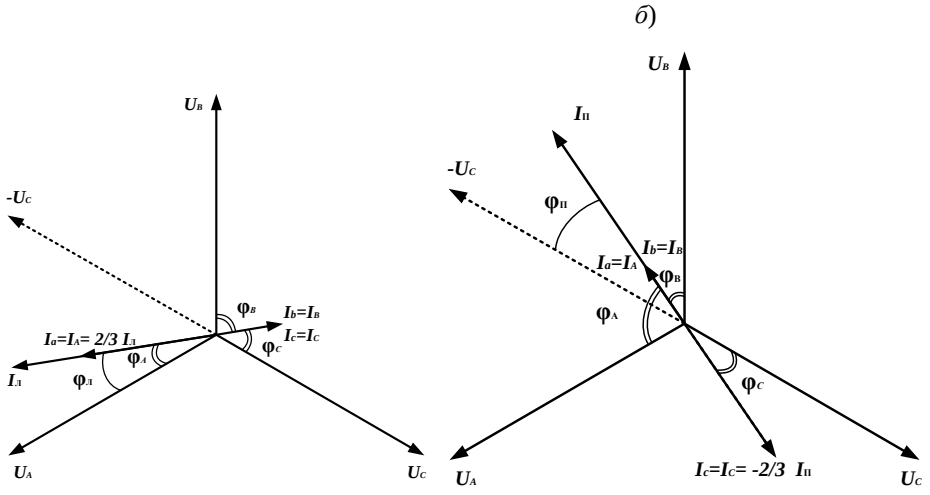


Рис. 4. Векторная диаграмма для определения токов фаз трехфазного трансформатора для частного случая: а – нагрузка $\dot{I}_П$ правого плеча питания равна нулю; б – нагрузка $\dot{I}_Л$ левого плеча питания равна нулю

При наличии районной нагрузки на тяговой подстанции и малых тяговых нагрузках такого режима может и не быть, но для передвижных подстанций (РУ-10 кВ для районных потребителей не всегда проектируются) они неизбежны. В мае 2014 г. была введена в эксплуатацию передвижная подстанция «тяга Кременчуг», которая присоединена непосредственно к магистральным электрическим сетям Северной электроэнергетической системы, а именно ПС-330 «Кременчуг». Режимы ее работы определены техническими условиями, в том числе и режимы при питании длинных консольных участков одним плечом питания (отстающей или опережающей фазой). Это необходимо для реализации перевозочного процесса по условию обеспечения минимально-допустимого уровня напряжения электроподвижного состава (ЭПС) на лимитирующих участках (U=21 кВ). Как показано выше такие режимы работы передвижной подстанции вызывают протекание в одной из фаз питающей линии тяговых трансформаторов активно-емкостного тока и как

результат генерацию энергии в питающую сеть линии электропередачи 154 кВ, что и фиксируется расчетными электросчетчиками. Согласно теории электрических сетей и существующих правил учета электроэнергии для таких режимов трехфазной питающей сети необходимо использование векторного метода, т.е. учета электроэнергии как сумм энергий во всех фазах с учетом знака.

Точки расчета с ОРЭ за потребленную электроэнергию расположены в ячейке №2 ОРУ-154 кВ ПС-330 «Кременчуг». Расчетный учет на тягу поездов установлен на фидерах контактной сети, а технический учет – на вводе 27,5 кВ силового трансформатора передвижной подстанции «тяга Кременчуг». Сравнительный анализ объема покупаемой и отпущенной электрической энергии за период май-август 2014 свидетельствует о наличии небаланса, который превышает 10% (см. табл. 1).

Таблица 1. Отчетные данные отпуска и приема электроэнергии

Месяц	Отпуск ПС-330, кВт·ч	Прием ТП 27,5, кВт·ч	Потери в, кВт·ч		Небаланс		Объем генерации, кВт·ч
			трансфор-маторе	ПЛ-154	кВт·ч	%	
май	3 270 600	2 855 717	27 082	1 686	386 115	11,8	406 800
июнь	3 643 200	3 172 342	27 877	2 223	440 758	12,1	457 200
июль	3 965 400	3 472 605	29 541	2 557	460 697	11,6	472 680
август	4 215 600	3 666 271	30 629	2 904	515 796	12,2	526 860

Анализ данных (табл. 1) показывает, что расчет объема перетока электрической энергии в точке расчета осуществляется преднамеренно или ошибочно по следующему принципу. Установленные в расчетной точке электросчетчики настроены на пофазный учет в обоих направлениях, а при определении объема перетока электрической энергии учитываются объемы отпущенной электроэнергии по каждой фазе отдельно. Таким образом, при наличии режима генерации в любой фазе, данный объем из расчета исключается.

В результате такого расчета ГП «Южная железная дорога» ежемесячно начиная с мая 2014 (с момента ввода в эксплуатацию ВЛ-154 кВ и передвижной тяговой подстанции «тяга Кременчуг») закупает электрическую энергию почти на 500 тыс. кВт·ч больше чем поставляет потребителю. При месячном объеме перетока по ВЛ-154 кВ 4000 - 4500 тыс. кВт·ч потери на ВЛ превышают 10% при нормативных потерях на 1 классе закупки энергии 3,66 - 3,86%. В итоге небаланс между объемом электрической энергии отпущенным с ПС-330 «Кременчуг» и фактическим объемом полученным железной дорогой на ПС-154 «тяга Кременчуг» за период май - август 2014 составил 1 803 366 кВт·ч.

Вместе с тем следует отметить, что при определении величины небаланса шин 154 кВ ПС-330 «Кременчуг» и подстанции в целом расчет осуществляется с учетом полно фазного режима перетока электроэнергии, во всех точках учета, в том числе и с учетом генерации фазы *В* ВЛ-154 «тяга Кременчуг». Таким образом, алгоритм расчетов при составлении баланса ПС-330 «Кременчуг» является отличным от алгоритма расчетов объема для поставщиков электрической энергии, присоединенных к этой подстанции, что противоречит установленным правилам.

Выбор параметров и мест размещения установок поперечной компенсации в СТЭ. Известно, что компенсация реактивной мощности направлена в основном на экономию (уменьшение потерь) при эксплуатации тяговых сетей и одновременно на улучшение качества напряжения. Для нахождения наилучшего решения необходимо сопоставлять стоимость установки компенсирующих устройств и дополнительной аппаратуры к ним (с учетом расходов на эксплуатацию) с экономией на стоимости потерь в тяговых сетях, а также с выигрышем, полученным за счет улучшения качества напряжения ЭПС и нетяговых потребителей. Эффективный вариант компенсации реактивной мощности тяговой нагрузки – распределенная система КУ в тяговой сети, когда КУ включены на постах секционирования и на тяговых подстанциях (рис. 5).

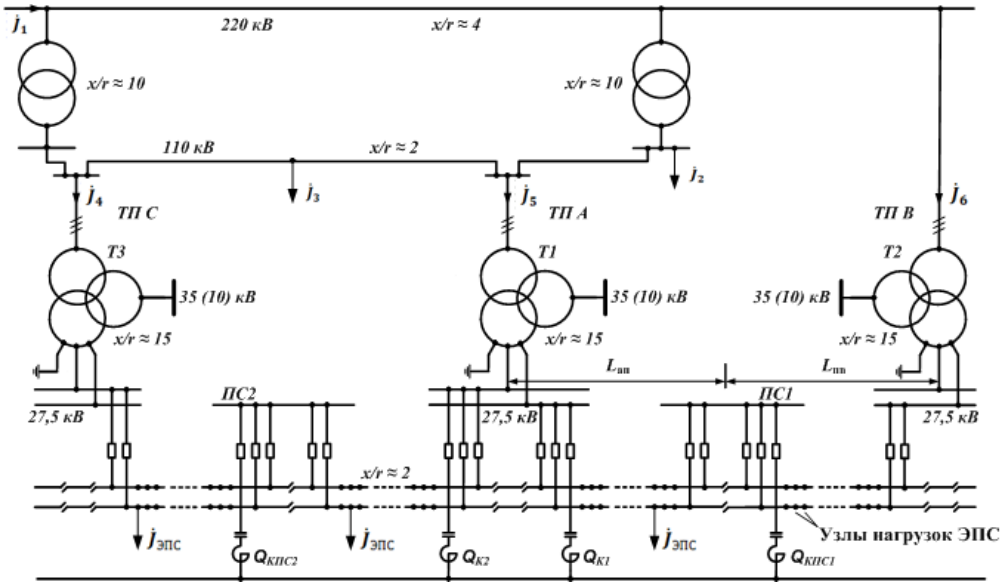


Рис. 5. Фрагмент внешнего электроснабжения тяговой сети с распределенной поперечно емкостной компенсацией

Для выбора номинальной мощности КУ следует выполнить расчет наименьшего действующего напряжения на токоприемнике ЭПС для заданных размеров движения по нормальной (проектной) схеме СТЭ с учетом сгущения поездов в интенсивный час. Расчеты во всех случаях следует выполнять с использованием программных комплексов с имитацией взаимосвязанных мгновенных схем движущихся нагрузок ЭПС [2, 3, 5, 9]. Так для каждой из межподстанционных зон рассматриваемого участка (рис. 5) при заданных размерах движения и нормальной схеме питания определяется фактическое наименьшее напряжение на токоприемнике ЭПС $U_{мин.ф.}$.

$$\dot{U}_{\text{мин.ф.}} = \left(\sum_{i=1}^{n} \dot{U}_{\text{ш}i} - \Delta \dot{U}_{\max i} \right) / n, \qquad (1)$$

где $\dot{U}_{\text{ш}i}$ – мгновенное значение напряжения на шинах тяговой подстанции; $\Delta\dot{U}_{\max i}$ – мгновенное максимальное падение напряжения в векторе $\Delta\dot{U}$ падений напряжений от узлов нагрузок ЭПС до базисного узла; n – количество решенных мгновенных схем за время моделирования Т.

Падение напряжения на участке сети от любого узла до базисного находится по выражению

$$\Delta\dot{\boldsymbol{U}} = \boldsymbol{M}_{\alpha t}^{-1}\,\dot{\boldsymbol{U}}_{\alpha}\ , \qquad (2)$$

где $\boldsymbol{M}_{\alpha t}^{-1}$ – транспонированная обратная первая матрица инциденций для дерева схемы; $\dot{\boldsymbol{U}}_{\alpha} = \boldsymbol{Z}_{\alpha}\,\dot{\boldsymbol{I}}_{B\alpha} - \dot{\boldsymbol{E}}_{\alpha}$ – вектор падения напряжения на ветвях дерева схемы; $\dot{\boldsymbol{E}}_{\alpha}$ – э.д.с. в ветвях дерева схемы. Здесь для определения токов в ветвях схемы по известным нагрузкам поездов и нагрузкам внешней системы электроснабжения используется выражение

$$\dot{\boldsymbol{I}}_{B} = \boldsymbol{N}_{t}\left\{\left(\boldsymbol{N}\,\boldsymbol{Z}_{B}\,\boldsymbol{N}_{t}\right)^{-1}\left[\boldsymbol{N}\left(\dot{\boldsymbol{E}}_{\xi}+\dot{\boldsymbol{E}}_{\tau}\right)-\boldsymbol{N}\,\boldsymbol{Z}_{B}\begin{pmatrix}\boldsymbol{M}_{\alpha}^{-1}\\0\end{pmatrix}\dot{\boldsymbol{J}}\right]\right\}+\begin{pmatrix}\boldsymbol{M}_{\alpha}^{-1}\\0\end{pmatrix}\dot{\boldsymbol{J}}\ , \qquad (3)$$

где $\boldsymbol{M}_{\text{m}\times\text{n}}$ и $\boldsymbol{N}_{\text{k}\times\text{n}}$ – первая и вторая матрицы инциденций; m – количество узлов; n – количество ветвей; $k = n\text{-}m$ – количество независимых контуров; $\boldsymbol{Z}_B$ – матрица сопротивлений ветвей; $\dot{\boldsymbol{J}} = \left(\dot{\boldsymbol{J}}_1, \dot{\boldsymbol{J}}_2, ..., \dot{\boldsymbol{J}}_m\right)$ – вектор задающих токов; $\dot{\boldsymbol{E}}_{\xi}$– вектор э.д.с. в ветвях дерева и хорд без трансформаций; $\dot{\boldsymbol{E}}_{\tau}$ – вектор э.д.с. в ветвях дерева и хорд с трансформациями; $\boldsymbol{M}_{\alpha}^{-1}$ – обратная матрица инциденций для дерева схемы. Здесь элементы τ в векторах $\dot{\boldsymbol{E}}_{\tau}$ и $\dot{\boldsymbol{I}}_B$ связанные зависимостями $\dot{\boldsymbol{E}}_{\alpha\tau} = \dot{\boldsymbol{K}}\,\dot{\boldsymbol{E}}_{\beta\tau}$ и $-\overset{*}{\boldsymbol{K}}\,\dot{\boldsymbol{I}}_{\alpha\tau} = \dot{\boldsymbol{I}}_{\beta\tau}$ где $\dot{\boldsymbol{K}}$ – квадратная матрица коэффициентов трансформации размерностью τ; α – ветви дерева схемы; β – ветви хорд схемы; ξ – ветви дерева и хорд не связанные с трансформациями.

В задачах, не требующих расчета токораспределения, вектор падения напряжения определяется по формуле:

$$\Delta\dot{\boldsymbol{U}} = \dot{\boldsymbol{Y}}^{-1}\,\dot{\boldsymbol{J}}\ , \qquad (4)$$

где $\dot{\boldsymbol{Y}} = \boldsymbol{M}\,\boldsymbol{Z}_{B}^{-1}\,\boldsymbol{M}_{t}$ – матрица узловых проводимостей.

Вначале принимаем вариант с размещением КУ на постах секционирования (на рис. 3 $Q_{\text{КПС1}}$ и $Q_{\text{КПС2}}$). Расчетная мощность КУ, необходимая для повышения напряжения до нормированного значения $Q^*_{\text{к}}$, определяется разностью наименьших значений нормированного и фактического действующего напряжения на токоприемнике ЭПС ($U_{\text{мин.норм.}} - U_{\text{мин.ф.}}$) и входным индуктивным сопротивлением до КУ ($X_{\text{вх}}$) по формуле, Мвар:

$$Q^{*}_{\text{к}} = U^{2}_{\text{ном}} \left(U_{\text{мин.норм.}} - U_{\text{мин.ф.}} \right) \Big/ \left(U_{\text{мин.норм.}} \cdot X_{\text{вх}} \right), \qquad (5)$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение КУ ($U_{\text{ном}}$ = 27,5 кВ); $X_{\text{вх}}$ - входное индуктивное сопротивление до КУ.

Входное индуктивное сопротивление до КУ поста секционирования при двустороннем питании контактной сети от смежных подстанций ТП А и ТП В (рис. 5) определяется по формуле, Ом:

$$X_{\text{вх}} = \frac{\text{А} \cdot \text{В}}{\text{А} + \text{В}}, \qquad (6)$$

где А=$X_{\text{тс.а}}$+2$X_{\text{тр.а}}$+2$X_{\text{с.а}}$, В=$X_{\text{тс.в}}$+2$X_{\text{тр.в}}$+2$X_{\text{с.в}}$; $X_{\text{тс.а}}$ и $X_{\text{тс.в}}$ – индуктивные сопротивления тяговой сети соответственно от подстанций ТП А и ТП В до КУ, Ом; $X_{\text{тр.а}}$ и $X_{\text{тр.в}}$ – индуктивные сопротивления включённых в работу трансформаторов на подстанциях ТП А и ТП В, Ом; $X_{\text{с.а}}$ и $X_{\text{с.в}}$ – индуктивные сопротивления системы внешнего электроснабжения соответственно до подстанций ТП А и ТП В, Ом.

Индуктивное сопротивление включенных в работу трансформаторов на подстанции ТП А (ТП В) определяется по формуле, Ом:

$$X_{\text{тр}} = U_{\text{кз}} \cdot U^{2}_{\text{ном}} \Big/ 100 \cdot n \cdot S_{\text{тр}}, \qquad (7)$$

где $U_{\text{кз}}$ – напряжение короткого замыкания трансформатора, %; $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение трансформатора ($U_{\text{ном}}$ = 27,5 кВ); $S_{\text{тр}}$ – номинальная мощность трансформатора, МВ·А, n – количество включённых в работу трансформаторов.

Индуктивное сопротивление системы внешнего электроснабжения определяется по формуле, Ом:

$$X_{\text{с}} = U^{2}_{\text{ном}} \Big/ S_{\text{кз}}, \qquad (8)$$

где $S_{\text{кз}}$ - мощность трехфазного короткого замыкания на шинах 110 (220) кВ тяговой подстанции, МВ·А.

Индуктивное сопротивление тяговой сети для узловой схемы питания (рис. 5) определяется по формуле:

$$X_{\text{с.а}} = x_{22} \cdot L_{\text{ап}} ; X_{\text{с.в}} = x_{22} \cdot L_{\text{пв}}, \qquad (9)$$

где x_{22}=0,278 Ом/км – удельное индуктивное сопротивление для узловой схемы питания с контактной подвеской состоящей из несущего троса, контактного провода и рельсовой сети; $L_{\text{ап}}$ и $L_{\text{пв}}$ – расстояния до поста секционирования соответственно от подстанций ТП А и ТП В.

Для предотвращения частых отключений КУ поста секционирования от повышенного напряжения при малых нагрузках в тяговой сети номинальная мощность КУ не должна превышать среднюю реактивную мощность тяговой нагрузки рассматриваемой межподстанционной зоны ($Q_{\text{тс}}$):

$$Q_{кпс} \leq Q_{тс} \qquad (10)$$

Для межподстанционной зоны, например, между подстанциями ТП А и ТП В (рис. 5) средняя реактивная мощность определяется по формуле, Мвар:

$$Q_{тс} = (W_{Qтс.а} + W_{Qтс.в})/ (24 \cdot D_{и}), \qquad (11)$$

где $W_{Qтс.а}$ – расход реактивной энергии в тяговой сети от подстанции ТП А за интенсивный месяц, Мварч; $W_{Qтс.в}$ – то же от подстанции ТП В; $D_{и}$ – число суток интенсивного месяца.

Значения $W_{Qтс.а}$ и $W_{Qтс.в}$ определяются: для проектируемых участков – по результатам тяговых и электрических расчётов; для участков, находящихся в эксплуатации – по данным технического учёта электроэнергии.

Если неравенство (10) не выполняется, то номинальную мощность КУ, размещаемого на посту секционирования, ограничивают значением, не превышающим $Q_{тс}$, и предусматривают дополнительное КУ на одной из смежных тяговых подстанций.

Для определения мощности КУ, размещаемого на тяговой подстанции, повторяют расчёт по формуле (5), учитывая в составе исходных данных выбранную мощность КУ на посту секционирования. При этом следует определить не только значение $U_{мин.ф.}$, но и место межподстанционной зоны, в котором это значение наиболее вероятно.

Дополнительное КУ необходимо разместить на той из двух тяговых подстанций, которая питает данную межподстанционную зону отстающей фазой. Если отстающие фазы с обеих сторон данной межподстанционной зоны, то для размещения КУ выбирают тяговую подстанцию, ближайшую к тому месту межподстанционной зоны, в котором значение $U_{мин.ф.}$ наиболее вероятно.

При выполнении расчётов применительно к эксплуатируемым участкам железных дорог достоверность исходных данных, подлежащих использованию при расчётах, должна быть проверена путём измерений. Окончательный выбор параметров и мест размещения КУ следует выполнять путём сравнения их стоимостных показателей.

ВЫВОДЫ

1. Первоочередными задачами тягового электроснабжения являются строительство и модернизация стационарных тяговых подстанций с рациональными мощностями и схемами присоединения к энергосистемам, что позволит в итоге обеспечить энергетическую безопасность перевозок и экономию электроэнергии.
2. Важнейшими задачами являются совершенствование отечественных передвижных подстанций с расширенными функциональными возможностями, в том числе учетом электроэнергии на высокой стороне трансформатора и разработка передвижных устройств регулируемой компенсации реактивной мощности для оперативного обеспечения энергобезопасности перевозок в вынужденных режимах работы электрифицированных линий.
3. Наиболее перспективными для тягового электроснабжения на сегодня являются ступенчато регулируемые устройства компенсации реактивной мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1.] Енергетична стратегія Укрзалізниці на період до 2015 року і на перспективу до 2020 року. Затв. державною адміністрацією залізничного транспорту України 26.11.2013 р. – К., 2013. 104 с.

[2.] Корниенко В.В., Котельников А.В., Доманский В.Т. Электрификация железных дорог. Мировые тенденции и перспективы (Аналитический обзор). К.: Транспорт Украины, 2004. 196 с.

[3.] Марквард К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1982. 528 с.

[4.] Рене Пелисье. Энергетические системы: пер. с франц. [предисловие и комент. В.А. Веникова]. М.: Высш. шк., 1982. 568 с.

[5.] Доманський І. В. *Основи енергоефективності електричних систем з тяговими навантаженнями*: монографія. НТУ „ХПІ". Харків: вид-во ТОВ «Центр інформації транспорту України», 2016. 224 с.

[6.] Бородулин Б.М., Герман Л.А., Николаев Г.А. Конденсаторные установки электрифицированных железных дорог // М.: Транспорт, 1983. 183 с.

[7.] Герман Л.А., Гончаренко В.П. Современная схема продольной емкостной компенсации в системе тягового электроснабжения // Вестник РГУПС. 2013. № 2. С. 12-17.

[8.] Доманський І.В. Системний аналіз зовнішнього електропостачання тягових підстанцій залізниць // Електротехніка і електромеханіка. 2013. № 3. С. 54–63.

[9.] Доманський І.В. Перспективи розвитку схемо-технічних рішень зовнішнього електропостачання тягових підстанцій залізниць // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. Харьків: НТУ «ХПІ». 2013. №5 (979). С. 54–65.

[10.] Правила улаштування системи тягового електропостачання залізниць України. № ЦЕ-0009: Затв. Наказ Укрзалізниці 24.12.2004 р., № 1010-ЦЗ. / Мін-во трансп. та зв'язку України. К., 2005. 80 с.

[11.] Шидловский А.К., Кузнецов В.Г., Николаенко В.Г. Оптимизация несимметричных режимов систем электроснабжения // К.: Наукова думка, 1987. 174 с.

[12.] Закарюкин В.П., Крюков А.В. Сложнонесимметричные режимы электрических систем // Иркутск: Изд-во Иркутского ун-та, 2005. 273 с.

[13.] Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии // М.: ЭНАС, 2009. 456 с.

[14.] Доманский И. В. Режимы работы системы тягового электроснабжения переменного тока с устройствами компенсации реактивной мощности // Електротехніка і електромеханіка. 2015. № 3. С. 59-66.

[15.] Доманский И. В. Развитие методов расчета систем тягового электроснабжения и питающих их энергосистем // Електротехніка і електромеханіка. 2015. № 4. С. 62-68.

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

KIBERNETIČKI KRIMINALITET U REPUBLICI HRVATSKOJ, KAZNENO-PRAVNI OKVIR I STANJE SIGURNOSTI

CYBERNETIC CRIME IN THE REPUBLIC OF CROATIA, CRIMINAL LEGAL FRAMEWORK AND SECURITY

Goran Matijević
Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske, gmatijevic1974@gmail.com

Zoran Ž. Avramović
Panevropski univerzitet APEIRON Banjaluka, zoran.z.avramovic@apeiron-edu.eu

Sažetak: *Kibernetski prostor predstavlja neograničen i neomeđen prostor, često bez zaštite ili sa minimalnim elementima zaštite, te je kao takav kroz neizostavnu ulogu u društvu i sve veću zastupljenost, postao „laka" meta pojedinaca i kriminalnih organizacija sklonih (i dobro obučenih) nedozvoljenim radnjama, sa kojima se svojim aktivnostima bore zemlje širom svijeta, kao i Republika Hrvatska. Republika Hrvatska, svjesna opasnosti i ugroza preuzela je, ratificirala i u nacionalno zakonodavstvo implementirala okvire za prevenciju i borbu protiv kibernetičkog kriminaliteta. Rad definira osnovne pojmove, pravni okvir za borbu protiv kibernetičkog kriminaliteta, te se bavi istraživanjem stanja sigurnosti u pogledu kaznenih djela kibernetičke sigurnosti Republike Hrvatske.*

Ključne riječi: *kaznena djela, kiberenetički kriminalitet, računalo, Internet, mreža*

Abstract: *Cyberspace is an unlimited and unlimited space, often without protection or with minimal elements of protection, and as such, through its indispensable role in society and increasing representation, has become an "easy" target for individuals and criminal organizations prone (and well trained) to illicit acts. , with which countries around the world, as well as the Republic of Croatia, are struggling with their activities. The Republic of Croatia, aware of the dangers and threats, has taken over, ratified and implemented in national legislation the framework for the prevention and fight against cybercrime. The paper defines the basic concepts, the legal framework for the fight against cybercrime, and deals with the research of the security situation in relation to criminal offenses of cyber security of the Republic of Croatia.*

Keywords: *criminal offenses, cybercrime, computer, Internet, network*

1. UVOD

Masovna uporaba računalnih tehnologija i širenje globalne svjetske računalne mreže – Interneta, sa sobom su (kao i gotovo svako novo društveno i tehnološko dostignuće), donijeli nove oblike ugroza, u ovom slučaju za nebrojene korisnike mreža i sustava. Kako se mreža svakodnevno širi, a količina podataka koja kola kibernetičkim prostorom iz dana u dan uvećava, te informatizacija zahvaća sve šire slojeve društva, pa ponekad i one za koje se nikad nije mislilo da će biti u virtualnom izdanju, poput vjerskih obreda, a pri tome poslovanje suvremenih globalnih tvrtki, svjetskih organizacija i vlada više je nezamislivo bez Interneta, jasno je koliki je širok dijapazon moguće ugroze i štete koja može nastati. Rastom i razvojem ovih sustava, uz ranije poznate vrste

kaznenih radnji, došlo je do pojave novog oblika kriminaliteta koji uključuje uporabu računala, mreža, računalnih tehnologija, a dodijeljen mu je naziv "kibernetički kriminal", a s obzirom na način izvršenja, posljedice i tragove i dokaze koji se brzo prikrivaju u većini tih radnji, došlo je do potrebe potpuno novog pristupa u borbi sa ovom vrstom kriminaliteta. Stoga su ustrojene razne međunarodne i nacionalne institucije (i odjeli u policiji zaduženi za kibernetički kriminalitet) čiji je zadatak pratiti stanje, donositi preporuke i odredbe koje bi se trebale implementirati u nacionalne kaznenopravne okvire, odnosno preventivno-operativno djelovati kako bi ugroze bile što manje, pri čemu je od izuzetnog značaja za uspjeh suradnja zemalja i njihovih tijela koje se bave otkrivanjem i sprječavanjem ovih kaznenih djela, koji uz nacionalni često imaju i internacionalni karakter.[1] Definiranje kriminaliteta u virtualnom svijetu moguće je na različite načine, pri čemu su za potrebe ovog rada korišteni okviri i definicije preuzete iz Kaznenog zakona (u daljnjem tekstu KZ), Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu RH), koji ih je preuzeo iz Konvencije o kibernetičkom kriminalu Vijeća Europe (u daljnjem tekstu VE) i Direktive 2013/40/EU. RH-a, višekratnim izmjenama Kaznenog zakona, tijekom proteklih godina implementirala je u svoje kazneno zakonodavstvo dane preporuke i isti predstavlja dobru osnovu i temelj za borbu protiv kibernetičkog kriminaliteta. Ministarstvo unutarnjih poslova (u daljnjem tekstu MUP), prikuplja, analizira i putem svojih izvješća, informira širu javnost o kretanju stanja ovih kaznenih djela, čiji su pokazatelji korišteni za izradu ovog istraživanja. Kako broj kaznenih djela kibernetičkog kriminaliteta ovisi o odluci oštećenog i njegovoj mogućnosti da prijavi kazneno djelo ili predloži progon, ostaje otvoreno pitanje koliko ovih kaznenih djela ostaje u tamnoj brojci, posebice kada se radi o djeci i maloljetnicima itd., a što potvrđuju i podaci iz Njemačke, gdje mnoge tvrtke zaziru od prijave ovih događaja policiji.[2]

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja ovog rada bio je istražiti međunarodni i domaći zakonodavni pravni okvir vezan za kibernetički kriminalitet, a cilj rada je ispitati stanje sigurnosti u RH kroz analizu pokazatelja o kretanju broja kaznenih djela kibernetičkog kriminaliteta u RH. Za dobivanje rezultata, korištena je opća metoda i to metoda studije slučaja, a kao pomoćna metoda analize sadržaja, kojom je analizirano nekolikog grupa pokazatelja iz kojih se moglo kvalitetno izvesti zaključak istraživanja.

[1] Kao primjer može se navesti: Europski centar za kibernetički kriminal koji ima funkcije:
-Informativno žarište europskog računalnog kriminala: prikupiti informacije o računalnom kriminalu iz širokog spektra izvora, prepoznati trendove i prijetnje te poboljšati podatke.
-Ujedinjavanje stručnosti za podršku zemljama EU-a u izgradnji kapaciteta: uglavnom s naglaskom na osposobljavanje policije i pravosuđa.
-Operativna potpora državama članicama: poticanje osnivanja prekograničnih zajedničkih timova za istraživanje za rješavanje specifičnih pitanja računalnog kriminala i razmjenu operativnih podataka o tekućim istragama. Također će osigurati pohranu, stručnost šifriranja (kodiranje poruka ili podataka s ciljem sprječavanja neovlaštenog pristupa) i ostale online alate i usluge.
-Kolektivan glas europskih istražitelja računalnog kriminala u policiji i pravosuđu: u razgovorima s IKT industrijom i drugim tvrtkama iz privatnog sektora, kao i sa znanstvenom zajednicom, udrugama korisnika i skupinama građana. Izvor: Eur – lex Pristup zakonodavstvu EU, dostupno na: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=legissum%3A230806_1, pristupljeno 14.7.2021.

[2] Izvor: DW, dostupno na: https://www.dw.com/hr/kiberneti%C4%8Dki-kriminal-procvao-zbog-korone/a-57510530, pristupljeno 14.7.2021.

2.1. Pojmovna određenja

Većina autora koja se bavi ovom problematikom ističe da različiti pristupi, kao i s njima povezani problemi istraživanja ovih pojava, ukazuju da postoje teškoće, odnosno razlike u jasnom definiranju pojmova "računalni kriminal" i kibernetički kriminal", budući da se ta nedopuštena ponašanja i iz njih proistekla kaznena dijela razlikuju na više načina, te tako ne postoji i jedinstveni kriterij koji bi uključivao sve radnje spomenute u različitim međunarodnim i domaćim pravnim okvirima. Umjesto pravne definicije (koje koristimo u nastavku rada za pojedina kaznena djela), u ovom dijelu rada možemo se služiti tipološkim pristupom.

Ujedinjeni narodi (UN) koriste dvije definicije (Deseti kongres UN-a)[3]:

- kibernetički kriminal u užem smislu (većina autora ga smatra računalnim kriminalitetom), obuhvaća svako nezakonito ponašanje putem elektroničkih operacija kojima je cilj ugroziti sigurnost računalnih sustava ili sigurnost podataka koje ti sustavi obrađuju i
- kibernetički kriminal u širem smislu (kaznena djela koja su povezana sa računalom) obuhvaća svako nezakonito ponašanje u koje je uključeno korištenje računala ili mreže, bilo da je cilj ugroziti sigurnost računalnih sustava ili je cilj ilegalno posjedovanje i distribucija informacija i sadržaja.

Iz ovih definicija, pojam "kibernetički kriminal" je uži od pojma "računalnog kriminala", jer mora uključivati korištenje računalne mreže, lokalne ili globalne. Pojam "računalni kriminal" odnosi se na sve kriminalne radnje u kojima je korišteno računalo i kao samostalan uređaj, bez korištenja računalne mreže. Zajednička definicija mogla bi opisati kibernetički kriminal kao svaku nezakonitu aktivnost u kojoj je korišteno računalo ili računalna mreža kao sredstvo, cilj ili mjesto kriminalne aktivnosti. Ovaj rad kibernetički kriminalitet definira i analizira prema KZ-u, a za izvore o njegovom kretanju koristi statističke pokazatelje o kretanju ovih vrsta kaznenih djela MUP-a RH-e.[4]

2.2. Pravni okvir za borbu protiv kibernetičkog kriminaliteta u RH

Kao i kod većine drugih područja i kod problematike kibernetičkog kriminaliteta, koji je sve složeniji, kako u svijetu, tako i u RH prihvaćene su i potvrđene međunarodne konvencije i njihovi dijelovi implementirani u nacionalne zakone. Konvenciju o kibernetičkom kriminalu iz 2001. godine,[5] čiji je glavni cilj zajednička kaznene politika usmjerena na zaštitu zajednice protiv kibernetičkog kriminala, prije svega usvajanjem odgovarajućeg zakonodavstva i jačanjem

[3] ITU Telecommunication Development Sector: Understanding cybercrime – phenomena, challenges and legal response; rujan 2012. www.itu.int/ITU-D/cyb/cybersecurity/legislation.html, pristupljeno: 8.7.2021.

[4] MUP RH, Statistički pokazatelji, Zagreb, Dostupno na: https://mup.gov.hr/pristup-informacijama-16/statistika-228/statistika-mup-a-i-bilteni-o-sigurnosti-cestovnog-prometa/283233, pristupljeno: 11.7.2021.

[5] Konvencija o kibernetičkom kriminalu, dostupno na: https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=090000016802fa401, pristupljeno 11.7.2021.

međunarodne suradnje, donijelo je Vijeće Europe, a potvrdio Hrvatski sabor, Zakonom o potvrđivanju Konvencije o kibernetičkom kriminalu iz 2002. godine.[6]

Konvencija je opsežan dokument koji se odnosi na sva kaznena djela povezana s kibernetičkom kriminalom, a među prvim je međunarodnim ugovorima koji opisuje kaznena djela počinjena putem interneta i računalnih mreža, posebno se bavi kaznenim djelima povrede autorskih prava, prijevara putem računala i računalnih mreža, dječjom pornografijom na računalu ili računalnoj mreži i povredama sigurnosti računalnih mreža. Konvencija se sastoji od četiri poglavlja. U prvom se propisuju kaznena djela, u drugom obveze zemalja potpisnica vezane za implementiranje konvencije u svoju pravnu regulativu, treće poglavlje se odnosi na mehanizme međunarodne suradnje i međusobne pomoći, dok je četvrto poglavlje pripalo završnim odredbama.

Vijeće Europe je naknadno, u cilju zaštite zajednice objavilo i Dodatni protokol uz konvenciju o kibernetičkom kriminalu o inkriminiranju djela rasističke i ksenofobne naravi počinjenih uz pomoć računalnih sustava, koji je Hrvatski sabor potvrdio 2008. godine.[7] RH, nakon ratificiranja Konvencije u KZ je unijela njene odredbe i to donošenjem Zakona o izmjenama i dopunama kaznenog zakona koji je stupio na snagu 1. listopada 2004. A uz KZ donijela i niz zakonskih i pod zakonskih akata kojima se propisuju okviri, ciljevi i dosezi sigurnosne politike u području informacijske, a tako i kibernetske sigurnosti (Zakon o sigurnosno-obavještajnom sustavu, Zakon o tajnosti podataka, Zakon o informacijskoj sigurnosti, Zakon o zaštiti osobnih podataka, Zakon o tajnosti podataka, Zakon o elektroničkoj trgovini, Zakon o elektroničkim komunikacijama, Pravilnik o standardima sigurnosti podataka, Pravilnik o standardima organizacije i upravljanja područjem sigurnosti informacijskih sustava i Pravilnik o standardima sigurnosti poslovne suradnje itd. Uz navedene, RH je u cilju zaštite kibernetičkog prostora, donijela i Nacionalnu strategiju kibernetičke sigurnosti i akcijski plan za provedbu nacionalne strategije kibernetičke sigurnosti,[8] koji je u Hrvatskoj prva i sveobuhvatna strategija zaštite u kibernetičkom prostoru koja obuhvaća sve zakonske i pod zakonske akte, kao i sve segmente društva nužne za provođenje sigurnosti na kibernetičkom planu.

3. KAZNENA DJELA PROTIV RAČUNALNIH SUSTAVA, PROGRAMA I PODATAKA

U KZ-u, RH-e,[9] kaznena djela protiv računalnih sustava, programa i podataka svrstana su u XXV. glavu, a to su:

- Neovlašten pristup;

[6] Zakon o proglašenju zakona o potvrđivanju Konvencije o kibernetičkom kriminalu, NN 9/2002. dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2002_07_9_119.html, pristupljeno 11.7.2021.

[7] Odluka o proglašenju zakona o potvrđivanju dodatnog protokola uz konvenciju o kibernetičkom kriminalu o inkriminiranju djela rasističke i ksenofobne naravi počinjenih pomoću računalnih sustava NN 4/2008, dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2008_06_4_66.html, pristupljeno 11.7.2021.

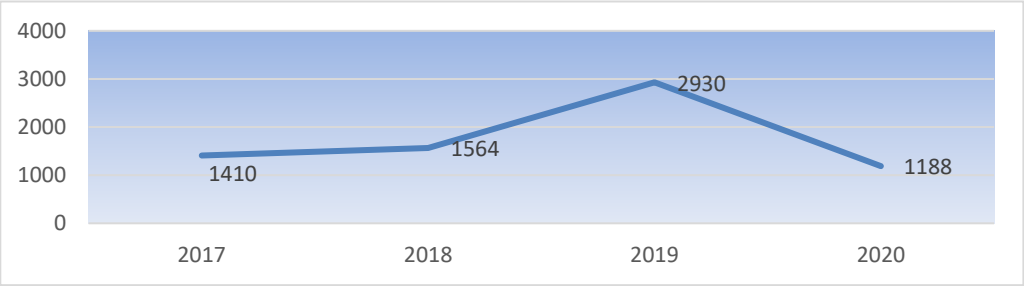
[8] Nacionalna strategija kibernetičke sigurnosti i akcijski plan za provedbu nacionalne strategije kibernetičke sigurnosti NN 108/15, dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_10_108_2106.html, pristupljeno 10.7.2021.

[9] Kazneni zakon RH-e, NN 125/11, 144/12, 56/15, 61/15, 101/17, 118/18, 126/19, dostupno na: https://www.zakon.hr/z/98/Kazneni-zakon, pristupano 1.-14.7.2021.

- Ometanje rada računalnog sustava;
- Oštećenje računalnih podatka;
- Neovlašteno presretanje računalnih podataka;
- Računalno krivotvorenje;
- Računalna prijevara;
- Zlouporaba naprava;
- Teška kaznena djela protiv računalnih sustava, programa i podataka.

MUP-a, RH-e, na svojim Internet stranicama redovno objavljuje statističke pokazatelje o kretanju broja svih kaznenih djela i prekršaja, a u djelu vezanom za kibernetički kriminalitet, prati sljedeća kaznena djela: Iskorištavanje djece za pornografiju, Krivotvorenje lijekova i medicinskih proizvoda, Neovlašten pristup, Ometanje rada računalnog sustava, Oštećenje računalnih podataka, Računalno krivotvorenje, Računalna prijevara, Zlouporaba naprava, Nedozvoljena uporaba autorskog djela ili izvedbe izvođača i Povreda žiga. Iz navedenih pokazatelja se uočava da MUP-a, statistiku o kibernetičkom kriminalitetu uz kaznena djela iz glave XXV, KZ-a, prati i za kaznena djela koja nisu iz te glave, ali su počinjena putem računalne mreže.

Grafikon 1. Kretanje broja kaznenih djela kibernetičkog kriminaliteta na području RH-e, u razdoblju od 2017-2021.



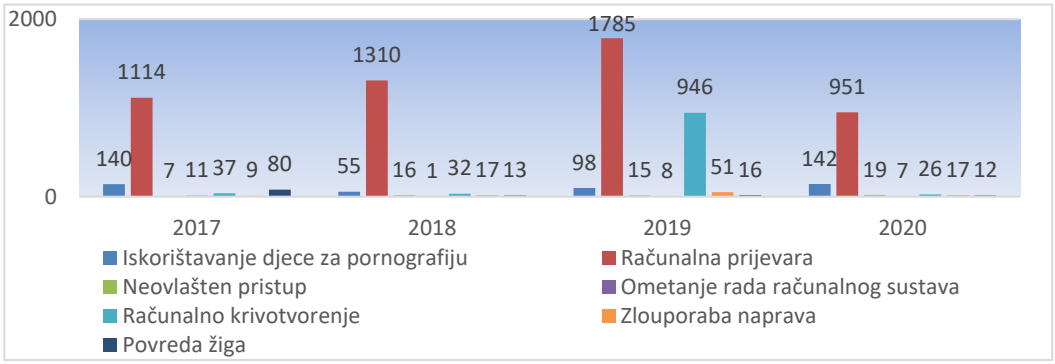
Izrada: autori, izvor: MUP-a, RH-e.

U 2017., na području RH-e, prema podacima MUP-a, evidentirano je ukupno 83 047 kaznenih djela (koja se progone po privatnoj tužbi, prijedlogu i službenoj dužnosti), tijekom 2018., - 78 922, 2019., - 83 765 i 2020., njih 75 790. Tako je udjel kaznenih djela kibernetičkog kriminaliteta po metodologiji praćenja MUP-a, u ukupnom udjelu kaznenih djela 2017., iznosio 11.69%, 2018., - 1.98%, 2019., - 3.49% i 2020., - 1.56%.[10][11]

[10] Prema istraživanju Eurobarometra 2013. provaljeno je u račune na društvenim mrežama ili račune e-pošte 12 % europskih korisnika. Žrtvom prijevara s kreditnim karticama ili bankarskih prijevara na internetu bilo je 7 % europskih korisnika. Izvor: Europska komisija, Izvješće EU centra za kibernetički kriminalitet, dostupno na: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hr/IP_14_129, pristupljeno 14.7.2021.

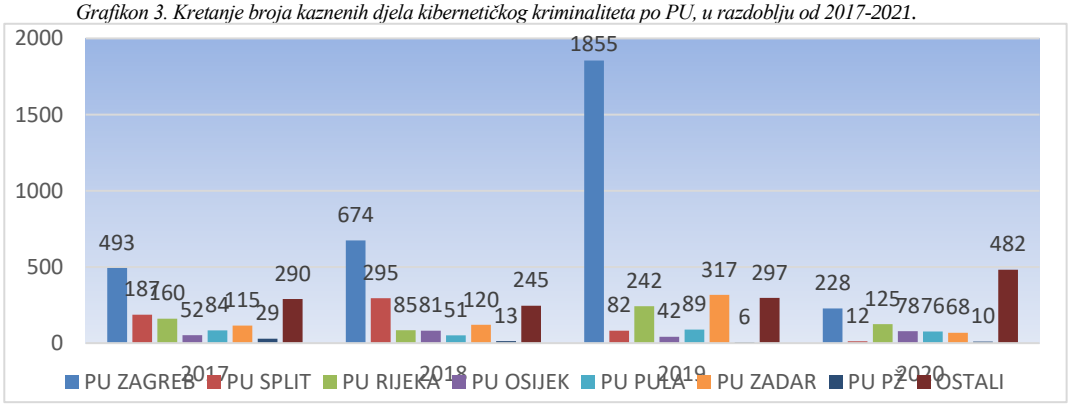
[11] Njemačka je u vrijeme pandemije, odnosno 2019., i 2020., zabilježila značajan rast broja kaznenih djela kibernetičkog kriminaliteta, (Hrvatska smanjenje) što je povezano sa u to vrijeme povećanjem korištenja mreža i računala. Izvor: DW, dostupno na: https://www.dw.com/hr/kiberneti%C4%8Dki-kriminal-procvao-zbog-korone/a-57510530, pristupljeno 14.7.2021.

Grafikon 2. Kretanje broja najčešćih kaznenih djela kibernetičkog kriminaliteta na području RH-e, u razdoblju od 2017-2021.



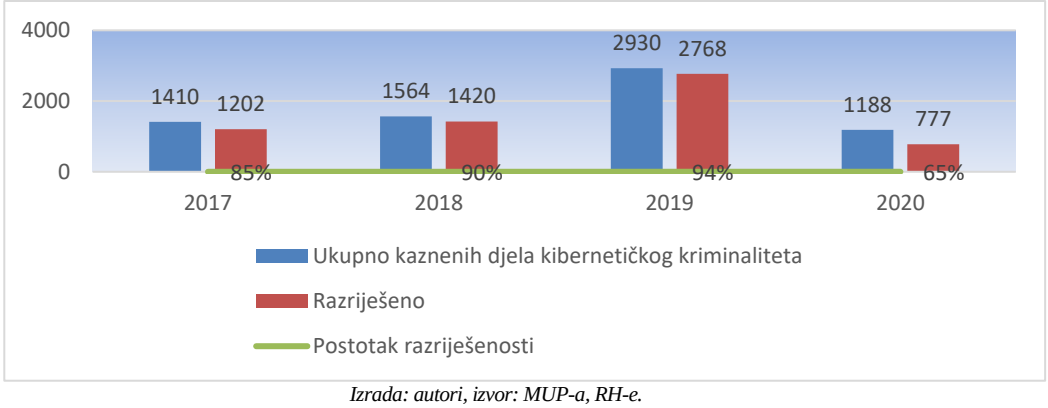
Izrada: autori, izvor: MUP-a, RH-e.

Grafikon 3. Kretanje broja kaznenih djela kibernetičkog kriminaliteta po PU, u razdoblju od 2017-2021.



Izrada: autori, izvor: MUP-a, RH-e.

Grafikon 4. Kretanje broja kaznenih djela kibernetičkog kriminaliteta i razriješenost od 2017-2021.



Izrada: autori, izvor: MUP-a, RH-e.

U Republici Njemačkoj u 2019., evidentirano je 100,514 kaznenih djela, a u 2020., 108.474, dok je razriješenost istih niskih 32.6%.[12]

3.1. Neovlašten pristup

Kazneno djelo iz članka 266. KZ-a, RH-e, čini onaj tko neovlašteno pristupi računalnom sustavu ili nekom njegovom dijelu ili računalnim podacima, a kvalificirani oblik ovog kaznenog djela čini počinitelj koji kazneno djelo počini u odnosu na računalni sustav ili računalne podatke tijela državne vlasti Ustavnog suda RH i međunarodne organizacije koje je RH član, tijela jedinica lokalne ili područne (regionalne) samouprave, javne ustanove ili trgovačkog društva od posebnog javnog interesa. Za počinitelje ovog kaznenog djela propisana je kazna zatvora do tri godine, progon se poduzima po prijedlogu oštećenika, a kažnjiv je i pokušaj. Zaštitni objekt kod kaznenih djela neovlaštenog pristupa je računalni sustav, bilo cijeli bilo neki njegov dio. Kriminalizacijom neovlaštenog pristupa štiti se prije svega integritet računalnog sustava. Neovlašteni pristup računalnom sustavu može se figurativno usporediti s povredom nepovredivosti doma. Pravno dobro stoga nije povrijeđeno samo kad osoba bez ovlaštenja zamijeni ili „ukrade podatke" koji se nalaze u informacijskom sustavu nego i kada ga samo razgledava.[13] U protekle četiri godine (2017-2021) na području RH-e, bilježi se relativno mali broj ovih kaznenih djela (ukupno 57), ali treba imati uvijek na umu da se može raditi o kaznenim djelima s teškim i nesagledivim posljedicama, posebice kada su oštećena državna tijela,[14] javne ustanove, banke itd.

3.2. Ometanje rada računalnog sustava

Ometanje rada računalnog sustava je kazneno djelo opisano u članku 267. KZ-a, RH-e, a čini ga onaj tko onemogući ili oteža rad ili korištenje računalnog sustava, računalnih podataka ili programa ili računalnu komunikaciju, a propisana je kazna za počinitelje do tri godine zatvora. Može se počiniti izravnom i neizravnom namjerom. Klasični oblici ometanja sustava koje prepoznaje većina pravnih sustava jesu mijenjanje, brisanje i prenošenje podataka. Šira definicija može obuhvatiti ne samo manipulaciju podacima nego i prekidanje električnog napajanja, uzrokovanje elektromagnetskih smetnja ili kvarenje sustava bilo kojim sredstvom.[15] U razdoblju od 2017. do 2020. godine, na području RH-e, ukupno je počinjeno 27 kaznenih djela Ometanje rada računalnog sustava.

[12] Izvor: DW, dostupno na: https://www.dw.com/hr/kiberneti%C4%8Dki-kriminal-procvao-zbog-korone/a-57510530, pristupljeno 14.7.2021.

[13] Kokot, I., Kazneno pravna zaštita računalnih sustava, programa i podataka, Zagreb, 2014.

[14] Pokušaj napada na sustav Ministarstva u RH, dotupno na: https://www.jutarnji.hr/vijesti/hrvatska/ovakav-hakerski-napad-u-hrvatskoj-nikada-nije-zabiljezen-otkrivamo-tko-je-zasluzan-sa-spasavanje-podataka-iz-sustava-mvep-a-5339295. Izvor: Jutarnji list, pristupljeno 15.7.2021.

[15] Commonwealth Model Law on Computer and Computer Related Crime, London, 2002, dostupno na:
https://www.commonwealthcybercrimeinitiative.org/wp-content/uploads/2013/01/Commonwealth-Model-Law-2002.pdf (30. 9. 2014.) čl. 7.

3.3. Oštećenje računalnih podataka

Kazneno djelo oštećenja računalnih podataka u KZ-u, RH-e opisano je u članku 268. Čini ga onaj tko neovlašteno ili u cijelosti ili djelomično ošteti, izmjeni, izbriše, uništi, učini neuporabljivim ili nedostupnim ili prikaže nedostupnim tuđe računalne podatke ili programe, a propisana kazna je kazna zatvora do tri godine, pri čemu je kažnjiv i pokušaj. Da bi se radilo o kaznenom djelu i prema Konvenciji VE ETS 185 i Direktivi 2013/40/EU„ počinitelj mora poduzimati opisane radnje neovlašteno.

Vidljivo je da se kazneno djelo ometanje i kazneno djelo oštećenje, posebice u Konvenciji VE u bitnom dijelu preklapaju. Oba ta kaznena djela mogu se počiniti oštećenjem, brisanjem, kvarenjem, mijenjanjem ili činjenjem neupotrebljivim računalnih podataka. U razdoblju od 2017. do 2020., godine na području RH-e, evidentirano je ukupno 24 kaznena djela Oštećenja računalnih podataka.

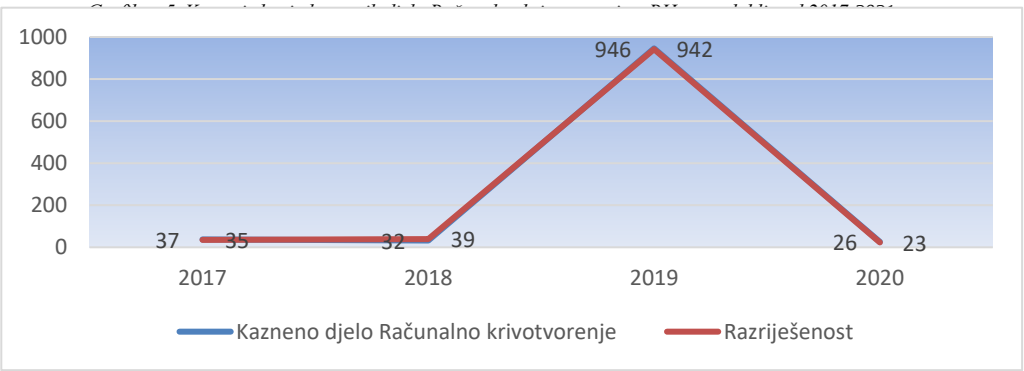
3.4. Neovlašteno presretanje računalnih podataka

Za ovo kazneno djelo, uz kazneno djelo neovlaštenog pristupa i pribavljanja podataka, možemo reći da predstavlja tzv. računalnu špijunažu. U RH-j, opisano je u članku 269. KZ-a, a čini ga onaj tko neovlašteno presretne ili snimi nejavni prijenos računalnih podataka, uključujući i elektromagnetsku emisiju računalnog sustava, ili drugome učini dostupnim tako pribavljene podatke.

Propisana kazna za počinitelje je do tri godine zatvora, a pokušaj je također kažnjiv. Da bi postojalo kazneno djelo, presretanje mora biti počinjeno s namjerom i mora se raditi o neovlaštenom presretanju, podaci su, i moraju biti u prijenosu sve dok nisu došli do krajnjeg odredišta, bilo sustava bilo primatelja, te je tako kriminalizirana radnja ograničena na presretanje prijenosa podataka tehničkim sredstvima, odnosno na pribavljanje podatka za vrijeme prijenosa, potrebno je da prijenos bude ne javan, odnosno povjerljiv. I ovih kaznenih djela u protekle četiri godine ne bilježi se velik broj, odnosno tek 4.

3.5. Računalno krivotvorenje

Kazneno djelo neovlašteno krivotvorenje KZ-om, RH-e, opisano je u članku 270., a čini ga onaj tko neovlašteno izradi, unese, izmjeni, izbriše ili učini neuporabljivim ili nedostupnim računalne podatke koji imaju vrijednost za pravne odnose, u namjeri da se oni uporabe kao vjerodostojni, ili tko takve podatke uporabi ili nabavi radi upotrebe. Počinitelj će biti kažnjen i za pokušaj, a propisana kazna je kazna zatvora do tri godine. Objekt napada kod ovog kaznenog djela je računalni podatak, štićeno dobro kod ovog kaznenog djela je vjerodostojnost isprave u digitalnom obliku, odnosno kazneno djelo kriminalizira manipulaciju digitalnim podacima i dokumentima, a obuhvaća izradu ili izmjenu pohranjenih podatka tako da oni dobiju drugu vrijednost, a zahvaća i javne i privatne isprave koje imaju vrijednost u pravnom prometu.



Izrada: autori, izvor: MUP-a, RH-e[16].

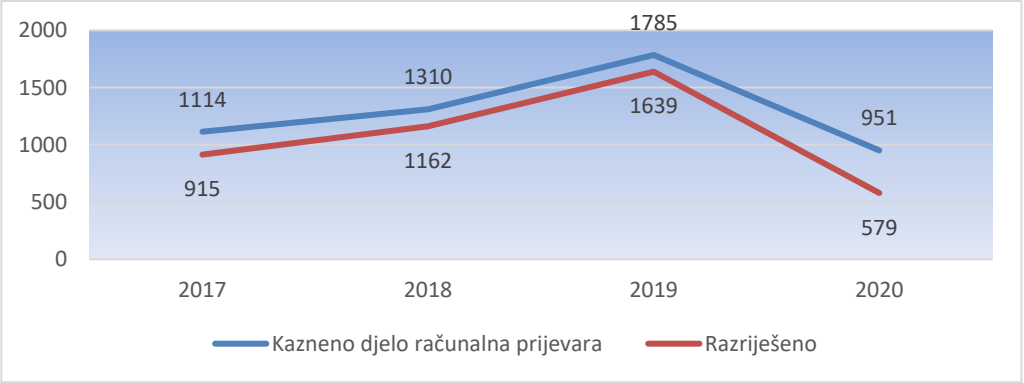
3.6. Računalna prijevara

Računalna prijevara iz članka 271. KZ-a, RH-e, je iz skupine kaznenih djela koja čine grupu kaznenih djela kibernetičkog kriminaliteta iz glave XXV KZ-a, pri čemu je prema statističkim pokazateljima MUP-a, RH-e, najbrojnije kazneno djelo evidentirano tijekom svake od promatranih godina, ali i ukupno u razdoblju 2017.-2020. Čini ga onaj tko s ciljem da sebi ili drugome pribavi protupravnu imovinsku korist unese, izmijeni, izbriše, ošteti, učini neuporabljivim ili nedostupnim računalne podatke ili ometa rad računalnog sustava i na taj način prouzroči štetu drugome. Za ovo kazneno djelo, koje se može počiniti samo sa namjerom, od svih kaznenih djela propisana je i najveća kazna za počinitelje, koja se može izreći do pet godina zatvora, odnosno za kvalificirani oblik, ako je kaznenim djelom pribavljena znatna imovinska korist, ili prouzročena znatna šteta, do osam godina zatvora. Jedan od najčešćih oblika ovog kaznenog djela je podizanje novca s bankomata s ukradenom,[17] a u određenom broju slučajeva i krivotvorenom bankovnom karticom i odgovarajućim PIN-om. Razlika između tzv. obične i računalne prijevare je u objektu napada. U slučaju računalne prijevare, objekt napada je računalni sustav ili su to računalni podaci, dok je kod klasične prijevare, objekt napada osoba koju počinitelj dovodi u zabludu ili održava u zabludi. No obje imaju zajednički cilj, a to je stjecanje protupravne imovinske koristi.

[16] Razriješenost je veća u 2018., u odnosu na prijavljen broj, jer su uneseni pokazatelji o razriješenim kaznenim djelima iz prethodnih godina

[17] Novoselec, P., Sudska praksa, Hrvatski ljetopis za kazneno pravo i praksu vol. 15, broj 2/2008, str. 1166-1167.

Grafikon 6. Kretanje broja kaznenih djela Računalna prijevara u RH, u razdoblju od 2017-2021.

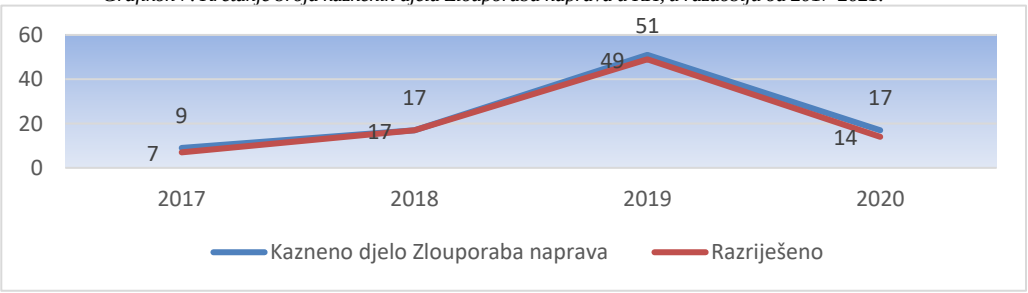


Izrada: autori, izvor: MUP-a, RH-e.

3.7. Zlouporaba naprava

Kazneno djelo zlouporaba naprava opisano je u članku 272. KZ-a, RH-e, moguće ga je počiniti samo sa namjerom, a propisana kazna za počinitelje je do tri godine zatvora. Prema njemu kažnjive su određene pripremne radnje izrade, nabave, uvoza, prodaje, posjedovanja i distribucije uređaja, računalnih programa podataka stvorenih i prilagođenih za počinjenje ostalih kaznenih djela kibernetičkog kriminaliteta.

Grafikon 7. Kretanje broja kaznenih djela Zlouporaba naprava u RH, u razdoblju od 2017-2021.



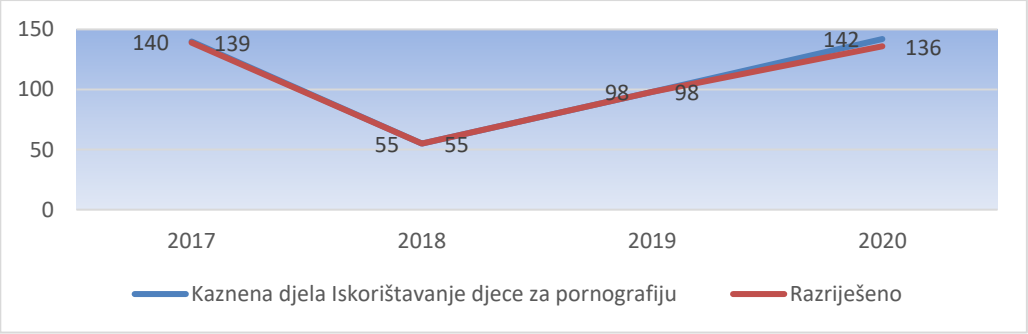
Izrada: autori, izvor: MUP-a, RH-e.

3.8. Iskorištavanje djece za pornografiju

Iako ovo kazneno djelo nije u glavi XXV, KZ-a, koja se odnosi na kibernetički kriminalitet, već je iz glave XVII KZ-a, (Kaznena djela spolnog zlostavljanja i iskorištavanja djeteta), MUP-a, ga prati u dijelu statistike vezane za kibernetički kriminalitet, jer su kako je poznato, djeca u sve većoj mjeri korisnici interneta, te se kazneno djelo na štetu maloljetne osobe može počiniti i pomoću interneta i mobitela, pa tako i u slučajevima kada počinitelj s maloljetnom osobom nije ostvario neposredni kontakt i kada žrtvi nisu poznati podaci o osobi s kojom je komunicirala. Mobilni uređaj i računalo počinitelju može poslužiti za izvršenje kaznenog djela „Iskorištavanje djece za pornografiju“ iz članka 163. Kaznenog zakona; kaznenog djela „Iskorištavanje djece za pornografske predstave“ iz članka 164. Kaznenog zakona; kaznenog djela „Upoznavanje djece sa pornografijom“ iz članka 165. Kaznenog zakona ili neke druge kažnjive radnje. Kazneno djelo

Iskorištavanje djece za pornografiju, čini onaj tko dijete namamljuje, vrbuje ili potiče na sudjelovanje u snimanju dječje pornografije ili tko organizira ili omogući njezino snimanje, tko neovlašteno snima, proizvodi, nudi, čini dostupnim, distribuira, širi, uvozi, izvozi, pribavlja za sebe ili drugoga, prodaje, daje, prikazuje ili posjeduje dječju pornografiju ili joj svjesno pristupa putem informacijsko komunikacijskih tehnologija, za što je propisana kazna zatvora do osam godina. Kvalificirani oblik kaznenog djela čini onaj tko dijete silom ili prijetnjom, obmanom, prijevarom, zlouporabom ovlasti ili teškog položaja ili odnosa zavisnosti, prisili ili navede na snimanje dječje pornografije, za što je propisana kazna zatvora od tri do dvanaest godina.

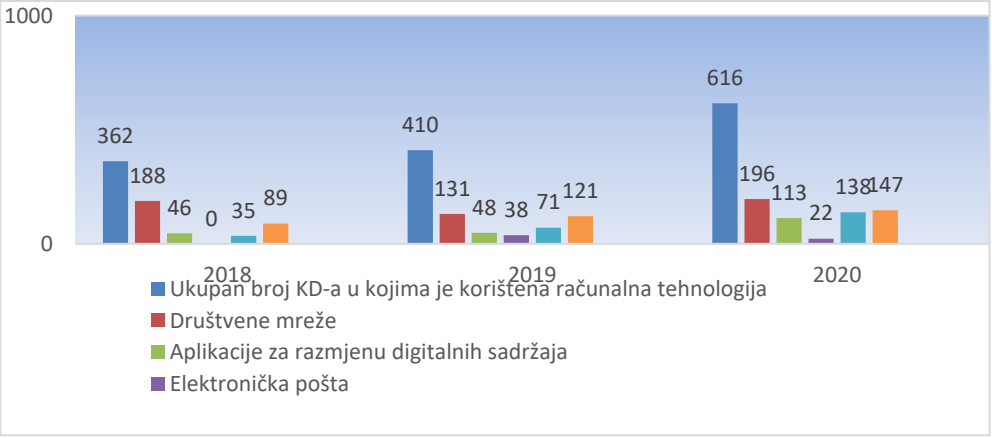
Grafikon 8. Kretanje broja kaznenih djela Iskorištavanje djece za pornografiju u RH i razriješenost 2017-2021.



Izrada: autori, izvor: MUP-a, RH-e.

MUP-a, RH-e, od 2018., prikuplja, obrađuje i široj javnosti čini dostupne pokazatelje i o kaznenim djelima (svima, ne samo iz domene kibernetičkog kriminaliteta), u kojima je korištena komunikacijska tehnologija.

Grafikon 9. Zatupljenost komunikacijske tehnologije u kaznenim djelima RH-e 2018-2021.



Izrada: autori, izvor: MUP-a, RH-e.

4. ZAKLJUČAK

Prema podacima iz 2018., u svijetu je oko 7,6 milijardi ljudi, a njih 4,2 milijarde[18] (danas u 2021., zasigurno i više) spojeno na Internet, a velik dio njih služi se i nekom od društvenih mreža, a slobodno se može procijeniti da će i u narednom periodu rasti broj ljudi s pristupom Internetu, a da virtualna zona (najbolje potvrđuje vrijeme pandemije) zahvaća sve šire sfere života i postaje neizbježna u svakodnevnom životu. Budući se pretpostavlja da će e-zajednica, mreže i dalje rasti, utemeljeno je pretpostaviti da će rasti i prijetnja od internetskog kriminaliteta – kiberenetičkog kriminaliteta. U svojem prvom godišnjem izvješću,[19] Europski centar za kibernetički kriminal ukazuje na buduće prijetnje i kretanja u kibernetičkom kriminalitetu i to: broj počinitelja je u porastu, prag za ulazak u posao s kibernetičkim kriminalom postaje vrlo nizak, razvijena je čitava siva ekonomija gdje se trguje raznim kriminalnim proizvodima i uslugama uključujući drogu, oružje, naručena ubojstva, ukradene akreditive za plaćanje i zlostavljanje djece, a sve vrste kibernetičkog kriminala mogu se obaviti čak i bez tehničkih vještina – razbijanje lozinke, upadi u računalni sustav, prilagođeni zlonamjerni napadi ili DDoS napadi, što potvrđuju i rezultati ovog rada. EU i nacionalni kazneno pravni okvir koji se oslanja na EU, suradnja sa policijama iz EU i strateške procjene kretanja ovog kriminaliteta u narednom periodu daju dobar temelj za buduće djelovanje na prevenciji i sprječavanju ovih kaznenih djela. RH, bilježi prema podacima MUP-a, prosječno manji broj ovih kaznenih djela od ostataka EU, no treba imati na umu da i jedno posebice teže ovakvo kazneno djelo može teško narušiti bilo koju instituciju ili tvrtku te dovesti do nesagledivih posljedica, pa je nužna institucionalna suradnja svih čimbenika u društvu na ovom planu. Treba pri tome istaći i odgovornost za samozaštitu i osiguranje sustava[20] samih građana i korisnika Interneta koje vlada i njene institucije trebaju poticati kroz kampanje i akcije koje imaju za cilj prevenciju kaznenih djela putem Interneta. Prevencija je i kod ove vrste kriminaliteta najbolji oblik zaštite, a to znači da treba težiti spriječiti da dođe do bilo kojeg pojavnog oblika kibernetičkog kriminaliteta i/ili imati unaprijed spreman plan postupanja za slučaj da se napad ili neovlašteni upad u mrežu ili sustav dogodi. Prevencija ovih kaznenih djela podrazumijeva čitav niz mjera i procedura koje se kod pravnih osoba i trgovačkih društava odnose na uposlenike koji koriste sustave i tehnologiju. To znači da je službenike potrebno upoznati sa rizikom koji postoji u pogledu konkretnog sustava, neophodnim mjerama opreznosti i sigurnosnim preporukama. Također, neophodno je uspostaviti mjere osiguranja, kontrolu pristupa pojedinim segmentima računalnog sustava te procijeniti stupanj ugroženosti. Na temelju toga treba se odlučiti i za konkretne sustave zaštite, koji trebaju biti projektirani da sprječavaju upade u sustav putem Interneta, ali i preko pojedinačnih pristupnih jedinica unutar samog sustava.

[18] Magazin BUG, dostupno na: https://www.bug.hr/istrazivanja/42-milijarde-ljudi-je-online-6332, pristupljeno 14.7.2021.

[19] EU Komisija, Izvješće EU centra za kibernetički kriminalitet, dostupno na: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hr/IP_14_129, pristupljeno 14.7.2021.

[20] Prema procjeni Njemačkog udruženja firmi iz sektora digitalne industrije (Bitkom), šteta njemačkih tvrtki je u 2019. godini iznosila oko 1,3 milijardi eura. Osiguravateljska društva te troškove najčešće pokrivaju. Izvor: DW, dostupno na: https://www.dw.com/hr/kiberneti%C4%8Dki-kriminal-procvao-zbog-korone/a-57510530, pristupljeno 14.7.2021.

Literatura

[1.] Commonwealth Model Law on Computer and Computer Related Crime, London, 2002, dostupno na: https://www.commonwealthcybercrimeinitiative.org/wp-content/uploads/ 2013/01/Commonwealth-Model-Law-2002.pdf (30. 9. 2014.) čl. 7.

[2.] DW.COM,die Deutsche Welle im Internet: dostupno na: https://www.dw.com/hr/ kiberneti%C4%8Dki-kriminal-procvao-zbog-korone/a-57510530, pristupljeno 14.7.2021.

[3.] Eur–lex Pristup zakonodavstvu EU, dostupno na: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=legissum%3A230806_1, pristupljeno 14.7.2021.

[4.] ITU Telecommunication Development Sector: Understanding cybercrime – phenomena, challenges and legal response; rujan 2012. www.itu.int/ITU-D/cyb/cybersecurity/ legislation.html, pristupljeno: 8.7.2021.

[5.] Izvješće EU centra za kibernetički kriminalitet, dostupno na: https://ec.europa.eu/ commission/presscorner/detail/hr/IP_14_129, pristupljeno 14.7.2021.

[6.] Konvencija o kibernetičkom kriminalu, dostupno na: https://rm.coe.int/ CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=09000016802fa401, pristupljeno 11.7.2021.

[7.] Kazneni zakon RH-e, NN 125/11, 144/12, 56/15, 61/15, 101/17, 118/18, 126/19, dostupno na: https://www.zakon.hr/z/98/Kazneni-zakon, pristupano 1.-14.7.2021.

[8.] Kokot, I., Kazneno pravna zaštita računalnih sustava, programa i podataka, Zagreb, 2014.

[9.] Magazin BUG, dostupno na: https://www.bug.hr/istrazivanja/42-milijarde-ljudi-je-online-6332, pristupljeno 14.7.2021.

[10.] MUP RH, Statistički pokazatelji, Zagreb, Dostupno na: https://mup.gov.hr/pristup-informacijama-16/statistika-228/statistika-mup-a-i-bilteni-o-sigurnosti-cestovnog-prometa/283233, pristupljeno: 11.7.2021.

[11.] Odluka o proglašenju zakona o potvrđivanju dodatnog protokola uz konvenciju o kibernetičkom kriminalu o inkriminiranju djela rasističke i ksenofobne naravi počinjenih pomoću računalnih sustava NN 4/2008, dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/ clanci/medunarodni/2008_06_4_66.html, pristupljeno 11.7.2021.

[12.] Nacionalna strategija kibernetičke sigurnosti i akcijski plan za provedbu nacionalne strategije kibernetičke sigurnosti NN 108/15, dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/ clanci/sluzbeni/2015_10_108_2106.html, pristupljeno 10.7.2021.

[13.] Novoselec, P., Sudska praksa, Hrvatski ljetopis za kazneno pravo i praksu vol. 15, broj 2/2008, str. 1166-1167.

[14.] Zakon o proglašenju zakona o potvrđivanju Konvencije o kibernetičkom kriminalu, NN 9/2002. dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2002_07_9_119.html, pristupljeno 11.7.2021.

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

АНАЛИЗА БЕЗБЈЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У БАЊАЛУЦИ
TRAFFIC SAFETY ANALYSIS IN BANJALUKA

Славојка Лазић
Паневропски универзитет АПЕИРОН, Бања Лука, Република Српска, БиХ, slavojka.n.lazic@apeiron-edu.eu

Зоран Ж. Аврамовић
Паневропски универзитет АПЕИРОН, Бања Лука, Република Српска, БиХ zoran.z.avramovic@apeiron-edu.eu

Апстракт: *У раду је дат преглед броја саобраћајних незгода и њихових посљедица на подручју Бање Луке у временском периоду 2011-2020. година. Бања Лука се годинама суочава са великим бројем саобраћајних незгода и у њима се губи оно што је највриједније, а то су људски животи. Деценија из које смо недавно изашли и ова у коју смо тек крочили, проглашене су од стране Генералне скупштине Уједињених нација за Деценије дјеловања на безбједност саобраћаја на путевима и постављени су циљеви превентивног дјеловања у саобраћају како би се спасили милиони људских живота. Несумњив је значај примјене ИКТ у том процесу. Бања Лука је препознала значај превентивног дјеловања на безбједност саобраћаја, те је низом мјера и акција, повећала степен безбједности у друмском саобраћају, смањила број саобраћајних незгода и погинулих лица у њима.*

Кључне ријечи: *безбједност, саобраћајне незгоде, погинула лица у саобраћају*

Abstract: *The paper gives an overview of the number of traffic accidents and its consequences in the area of Banja Luka in the period 2011-2020 years. Banja Luka has been facing a large number of traffic accidents for years, and what is most valuable is lost in them, and that is human lives.The decade we have recently emerged from and the one we have just stepped into have been declared by the United Nations General Assembly as the Decades of Action for Road Safety and the goals of preventive action in traffic have been set to save millions of lives. There is no doubt about the importance of applying ICT in this process. Banja Luka recognized the importance of preventive action on traffic safety, and through a series of measures and actions, it increased the level of safety in road traffic, reduced the number of traffic accidents and fatalities in them.*

Key words: *safety, traffic accidents, traffic fatalities*

1. УВОД

Бања Лука као водећи административни, економски и културни центар Републике Српске, свакодневно је оптерећена великим бројем возила. Свакако да то директно утиче на стање безбједности саобраћаја и број саобраћајних незгода. У појединим годинама оне су представљале и више од половине укупног броја саобраћајних незгода у Републици Српској [1]. Бања Лука је, као и градови широм свијета, покушала током прошле деценије да одговарајућом стратегијом и предузетим мјерама, смањи број саобраћајних незгода и њихових посљедица.

Према подацима Свјетске здравствене организације (WHO, 21. јуни 2021.) око 1,3 милиона људи сваке године умре од посљедица саобраћајних незгода. Водећи су узрок смрти дјеце и младих људи [2]. Саобраћајне незгоде и број погинулих у њима, и даље представљају растући глобални проблем [3]. Уколико се не предузму ефикасније мјере, могле би постати пети водећи узрок смрти у свијету [4]. То би могло резултирати и више од 2 милиона смртних случајева годишње [5]. Генерална скупштина Уједињених нација је период 2011-2020. године прогласила Деценијом дјеловања на безбједност на путевима. Широм свијета предузимане су мјере и спровођене акције с циљем спашавања милиона живота и спрјечавања повреда и инвалидитета.

Деценија, на чијем смо прагу, по одлуци Уједињених нација, проглашена је за нову Деценију акције за безбједност саобраћаја на путевима, а јавности је представљен нацрт Глобалног плана декаде, чији је амбициозни циљ да у свијету преполови број смртних случајева и повреда у саобраћајним незгодама до 2030. године. Бања Лука је свјесна значаја превентивног дјеловања на безбједност саобраћаја па је организованим и системски спровођеним акцијама, успјела смањити број саобраћајних незгода током прве Деценије дјеловања на безбједност на путевима.

2. ПРИКАЗИВАЊЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА У БАЊОЈ ЛУЦИ

Бања Лука, као и Република Српска, суочава се са великим бројем саобраћајних незгода и погинулих лица у њима. Према броју саобраћајних незгода, као и постојећој саобраћајној инфраструктури, према броју смртно страдалих и повријеђених у саобраћајним незгодама, односно према степену јавног ризика, Република Српска а и цијела Босна и Херцеговина спада у државе израженог ризика у односу на остале земље у Европи. Упркос значајном смањењу броја смртних случајева у друмском саобраћају, током претходних десет година у Бањој Луци, број повреда и смртних случајева и даље је остао неприхватљиво висок.

Како би се остварио бољи увид у безбједносну ситуацију друмског саобраћаја у Бањој Луци, прикупљени су подаци од Министарства унутрашњих послова Републике Српске, које објављује редовне годишње извјештаје о безбједности друмског саобраћаја. На основу тих података, направљен је преглед броја саобраћајних незгода и њихових посљедица на подручју које покрива Центар јавне бјезбједности (ЦЈБ) Бања Лука (Табела 1).

У табеларном приказу уочава се, не увијек континуиран, тренд опадања броја саобраћајних незгода. Просјечан годишњи број незгода је 4.289, што значи да се свакодневно догоди око 12 саобраћајних незгода. Број погинулих такође има тенденцију опадања, са одређеним неравномјерностима по годинама.

Табела 1. Преглед броја саобраћајних незгода у Бањој Луци, у периоду 2011-2020. године

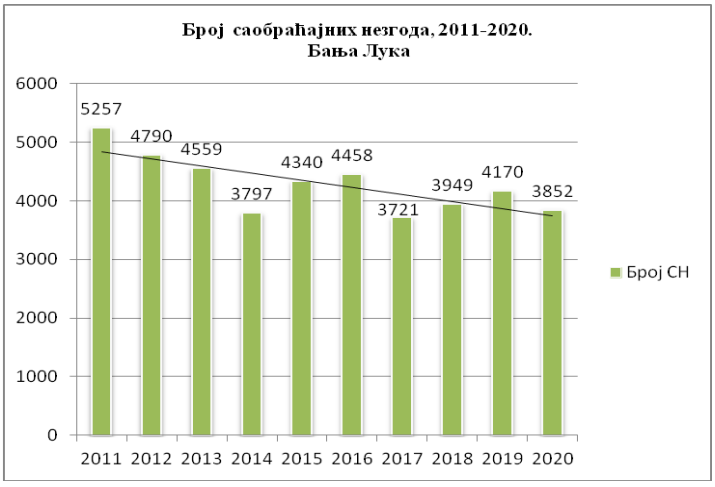
Подаци о саобраћајним незгодама у периоду 2011 – 2020. године за Бању Луку											
Година	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Просјечна вриједност
Број СН	5257	4790	4559	3797	4340	4458	3721	3949	4170	3852	4289

Погинули	78	62	70	39	53	45	30	32	32	20	46
Тешко повријеђени	288	314	227	204	253	240	143	129	158	126	208
Лакше повријеђени	1330	1142	1190	962	1135	1150	814	880	722	629	995
Укупно настрадало	1696	1518	1485	1205	1441	1435	987	1041	912	775	1249

Прошле године забиљежен је најмањи број погинулих. Свакако да приликом анализе треба имати у виду смањену мобилност становништва усљед пандемије (вирус Covid-19) у току 2020. године. У протеклих десет година, просјечно је 46 особа сваке године изгубило живот у Бањој Луци.

3. ПРИКАЗИВАЊЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА У БАЊОЈ ЛУЦИ

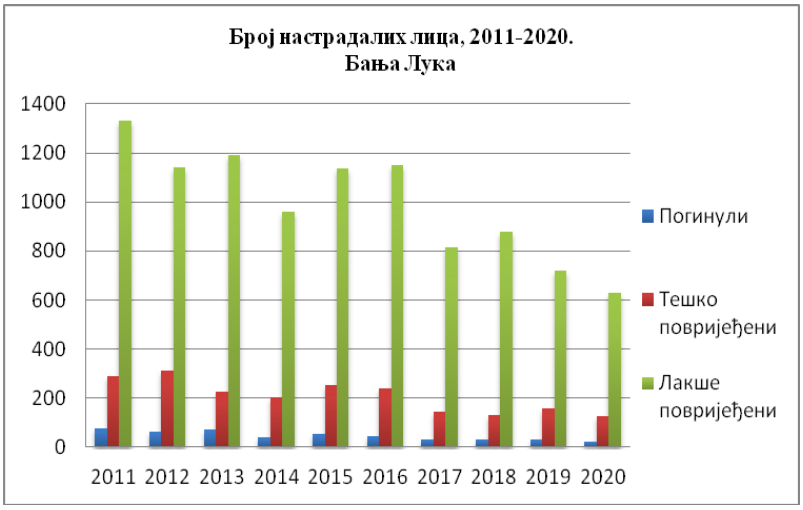
Анализа саобраћајних незгода у Бањој Луци, показује њихов тренд кретања. Најбољи увид у понашање броја саобраћајних незгода у протеклом периоду, остварује се помоћу стубних дијаграма - хистограма.



Слика 1. Број саобраћајних незгода у Бањој Луци за период 2011-2020. година

На хистограму који показује број саобраћајних незгода у протеклих десет година на подручју Бање Луке, уочава се њихово смањење. Број саобраћајних незгода опадао је, од почетка до краја посматраног десетљећа, мада не постоји стална континуираност у тренду опадања. У завршној години посматране декаде, број саобраћајних незгода је скоро за 1.500 мањи у односу на њен почетак, а то значи да су се те године, дневно мање дешавале четири саобраћајне незгоде.

У Бањој Луци је заједно са опадањем саобраћајних незгода евидентирано и опадање настрадалих учесника у њима. Број настрадалих лица у Бањој Луци, у периоду 2011-2020. године, такође се може приказати стубним дијаграмом.



Слика 2. Преглед учешћа настрадалих лица у саобраћајним незгодама за Бању Луку, период 2011-2020 година

Стубни дијаграм показује све три категорије настрадалих учесника у саобраћајним незгодама: погинули, тешко повријеђени и лакше повријеђени.

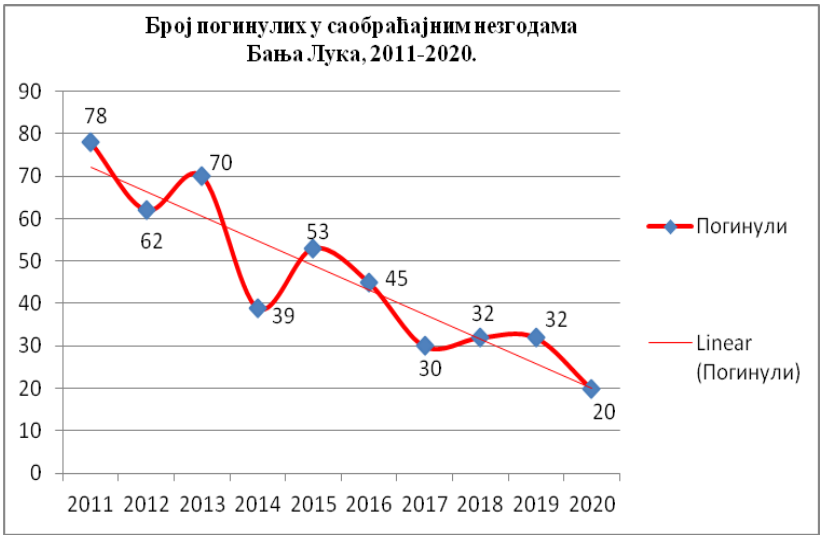
Све категорије настрадалих учесника показују опадајући карактер кретања. Неравномјерност у опадању највише се примјећује код лакше повријеђених учесника у саобраћају. Нарочито је у 2013, 2015. и 2016. години долазило до одступања од тренда понашања, односно до повећања броја лакше повријеђених лица у односу на претходне године. И код тешко повријеђених лица евидентно је одступање од тренда опадања у сљедеће три године: 2012, 2015. и 2016.

Дијаграм показује најравномјернији тренд опадања броја погинулих лица.

4. ПРИКАЗИВАЊЕ ПОГИНУЛИХ У САОБРАЋАЈНИМ НЕЗГОДАМА

Број погинулих лица у Бањој Луци, у временском раздобљу 2011-2020. година, може се приказати одговарајућом кривом њиховог кретања.

Линијски дијаграм показује тенденцију опадање броја погинулих у саобраћајним незгодама на подручју Бање Луке у току претходних десет година.



Слика 3. Преглед броја погинулих у саобраћајним незгодама у Бањој Луци, 2011 – 2020. година

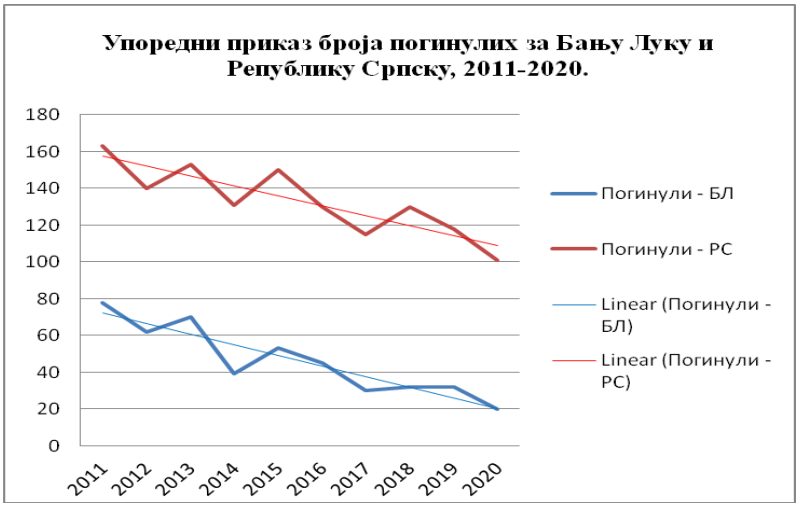
На дијаграму се уочава одређена неравномјерност у понашању по годинама. На почетку декаде евидентирано је 78 погинулих лица, да би се тај број смањио на 20 погинулих лица у завршној години. Прошле године забиљежен је најмањи број погинулих лица у саобраћајним незгодама у току читавог десетљећа. Ипак не треба заборавити да је и поред предузетих мјера, на смањење како броја саобраћајних незгода тако и погинулих лица у њима, утицала и ограничена мобилност становништва због пандемије.

5. УПОРЕДНИ ПРИКАЗ ПОГИНУЛИХ У БАЊОЈ ЛУЦИ И РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

На крају се могу упоредно анализирати кретања броја погинулих лица у Бањој Луци и Републици Српској.

У току другог десетљећа овог вијека у Бањој Луци се годишње просјечно дешавало 4.289 саобраћајних незгода са 46 погинулих. У истом периоду се у Републици Српској просјечно годишње дешавало 9.336 саобраћајних незгода, са 133 погинула лица. Број саобраћајних незгода у Бањој Луци биљежио је тренд опадања, док је на нивоу Републике имао благу тенденцију раста. Број погинулих лица у Бањој Луци такође је имао тренд опадања, а исто је забиљежено и на нивоу Републике. Ово показује да су предузимане мјере и спровођене акције у погледу повећања степена безбједности у друмском саобраћају, током Деценије дјеловања на безбједност саобраћаја на путевима, дале одговарајуће резултате. Међутим, број смртних случајева и даље је остао висок, тако да активности са циљем смањења броја незгода и погинулих у њима, треба наставити.

Упоредни приказ броја погинулих лица у саобраћајним незгодама у Бањој Луци и Републици Српској може се приказати линијским дијаграмом.



Слика 4. Упоредни приказ броја погинулих лица у Бањој Луци и Републици Српској 2011-2020. година

Линијски дијаграми даје упоредни приказ броја погинулих лица у Бањој Луци и Републици Српској, у периоду 2011-2020. година и омогућавају лакше уочавање и упоређивање тренда кретања броја погинулих лица у саобраћајним незгодама.

Обје линије показују тренд опадања броја погинулих лица у саобраћајним незгодама. Уочава се доста сличан тренд опадања, у појединим дијеловима чак и скоро исти (на почетку дијаграма).

Број погинулих лица у Републици Српској смањио се од 163 на 101, од почетка до краја декаде. Број погинулих лица у Бањој Луци смањио се са 78 на 20, од почетка до краја декаде.

Линија тренда опадања броја незгода за Бању Луку, у другом дијелу показује бољу континуираност у односу на ону која показује опадање броја незгода у Републици Српској. Ово указује на вјероватност бољег локалног организовања у погледу предузимања мјера и спровођења акција у склопу Стратегије безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске за период 2013-2022. година, а у складу са глобалним планом акције за повећања степена безбједности у друмском саобраћају [6].

Побољшање безбједности друмског саобраћаја треба организовати прије свега од локалног и регионалног нивоа, који свакако морају бити усклађени са националним и европским. При томе треба сагледати и детаљно анализирати узроке саобраћајних незгода, мјеста најчешћег настанка, учеснике и посљедице. Не треба заборавити ни податак да се Република Српска суочава и са огромним трошковима који су проузроковани саобраћајним незгодама. Процјењује се да износе 2,1% бруто домаћег производа Републике Српске [7]. Након тога може се приступити реалном и свеобухватном планирању и спровођењу најбољих акција како би се покушали смањити број саобраћајних незгода и тежине посљедица у њима.

6. ЗАКЉУЧАК

Бања Лука и Република Српска, као и већина земаља широм свијета, свакодневно се сусрећу са проблемом саобраћајних незгода на својим путевима, као и посљедицама које оне проузрокују. Током протекле деценије, коју је Генерална скупштина Уједињених нација прогласила за Деценију дјеловања на безбједност саобраћаја на путевима, предузимале су низ мјера и вршиле спровођење акција с циљем повећања степена безбједности у друмском саобраћају.

Број саобраћајних незгода и погинулих лица у њима, значајно је опао али је и даље број смртних случајева остао неприхватљиво висок, нарочито у односу на просјек ЕУ. Повреде проузроковане саобраћајним незгодама у свијету и даље су међу три водећа узрока смрти људи у њиховој најпродуктивнијој животној доби. Посебно је изражена смртност младих људи, проузрокована саобраћајним незгодама. Да би се то покушало остварити током нове Деценије дјеловања на безбједност саобраћаја на путевима, на чијем смо почетку, треба систематски приступити анализи и предузимању нових мјера и активности, са јединственим циљем - смањење броја незгода, повријеђених и погинулих лица у њима. Циљ је преполовити глобални број смртних случајева и повреда у саобраћајним незгодама до 2030. године.

Литература

[1.] Министарство унутрашњих послова Републике Српске, Информације о стању безбједности у Републици Српској, период: 2001-2020 година
[2.] https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries
[3.] https://bihamk.ba/bs/vijesti/dekada-aktivnosti-za-cestovnu-sigurnost/243#
[4.] https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death
[5.] Глобални план декаде акције за безбједност саобраћаја на путевима, 2011-2020, доступно на: https://www.abs.gov.rs/admin/upload/repo/vesti/files/Globalniplandekadeakcijezabezbednostnaputevima-finaln.pdf
[6.] Влада Републике Српске, Информација о провођењу стратегије безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске 2013-2022 година у 2018. години, доступно на:https://www.vladars.net/sr-SP-Cyrl/Vlada/Ministarstva/msv/Documents/Informacija
[7.] Министарство саобраћаја и веза Републике Српске (2018). Програм безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске 2019-2022, Бања Лука.

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

METHODS OF INCREASING ENERGY EFFICIENCY *OF CITY ELECTRICITY SUPPLY SYSTEMS*

Mykola Khvorost, Shavkun Vyacheslav
National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine

***Abstract**: Improving the reliability of traction electric trolleybus engines can be achieved by further improving the design of the traction electric motor and controlling their parameters during manufacture, repair and operation on the line. An important role in solving these problems is played by the technical diagnostics of the parameters of the traction electric motors.*

Known methods for diagnosing traction electric motors can detect their malfunctions. But there is a need to improve these methods, taking into account the capabilities of modern measurement systems and information processing tools. This will improve the efficiency of the city electric transport companies by increasing the operational reliability of traction electric engines and extending their resource life. The urgency of such a task is also explained by the desire to increase the probability of correct and accurate diagnosis with various malfunctions of electric machines.

In this article the operational reliability of trolley electric motors is analyzed in detail and the regularities of changing their parameters in the process of operation depending on a number of factors are established. The mathematical modeling of traction electric motors is carried out in order to determine the change of their parameters during operation. An algorithm for diagnosing and determining the operational reliability of elements of a traction electric motor of a trolleybus with the use of a boundary criterion has been developed, and methods of calculating reliability have been proposed, which allow a high degree of adequacy to predict the failure of elements of traction electric motors. Practical recommendations for rational choice of diagnostic parameters of traction electric motors are given.

Traction electric machines provide the efficiency of the electric drive, therefore their reliability determines the working capacity of the rolling stock as a whole. The ways of accounting for methods of forecasting operational reliability of trolley electrical equipment and the influence of factors on the estimation of their reliability are analyzed. The algorithm of diagnosing and determining the reliability of elements of traction electric motors of rolling stock of urban electric transport in the process of operation is offered.

***Key words:** traction electric motor, operational reliability, diagnosis, failure rate, diagnostic parameter.*

INTRODUCTION

Today, research in Ukraine in such difficult economic conditions should be aimed at developing and implementing technologies for the most efficient use of known equipment, its modernization, increasing reliability and extending the service life. This will reduce energy and resource costs for production.

The reliability of electric motors of urban electric vehicles, in particular trolleybuses, has decreased dozens of times in some cases over the past 10-15 years. [1,2].

Thus, the practice of operation of trolleybuses requires the development of such methods for assessing the reliability of traction motors, the use of which will provide adequate estimates of reliability characteristics, taking into account the properties of the structure, functional relationships of parts and components.

Analysis of recent research and publications. Research materials and experience of trolleybus operation show that currently there is no effective automatic control of traction electric motors, in particular during operation, which will significantly improve the state of electrical safety during the operation of trolleybuses on routes [1,3].

Analysis of the operating conditions of electric motors in recent years shows that the reliability of electric drives in general not only reached the desired level, but on the contrary, decreased [4].

In the conditions of physical "aging" of trolleybuses which occurs on electric transport of Ukraine, increase of reliability of operation of traction rolling stock is impossible without introduction of effective methods of quality control of their maintenance and repair. At the same time to ensure the necessary volumes and terms of transportation, safety of trolleybuses it is necessary to build a strategy for maintenance of equipment to constantly maintain its reliability at a decent level, reduce downtime of trolleybuses due to failure of their components, units and systems. In these conditions, special attention to themselves, and more precisely to the assessment of the condition, requires electrical equipment and, in particular, traction motors (TED) DC, because they are the most loaded electrical equipment in terms of complex effects of thermal, electrical, mechanical and climatic factors. Their failure in operation is about 20% for damage and 30% for the number of unplanned repairs from the relevant types of failures throughout the equipment [1,2]. The main reasons for the low reliability of electric machines in operation - unsatisfactory quality of repair and transmission of defects in its control [2,6].

Thus, the control of the parameters of traction electric motors in order to increase their reliability during operation is an urgent task.

Defining the purpose and objectives of the study. The aim of the research is to analyze the operational reliability of traction motors of trolleybuses and to determine ways to increase it.

To achieve this goal it is necessary to perform the following research tasks:

- identify the factors that affect the life of traction engines of trolleybuses during operation;
- perform an analysis of the operating conditions of traction motors, assess the reliability and identify ways to increase;
- perform mathematical modeling of traction engines to determine changes in their parameters during operation;
- to develop an algorithm for diagnosing and determining the operational reliability of the elements of traction electric motors of trolleybuses.

The main part of the study. Solving the problem of increasing the operational reliability of the traction electric motor (TED) of a trolleybus requires a clear idea of the requirements for their technical condition and operating conditions. Therefore in the technical task on designing and technical conditions for operation the technical and economic characteristics regulating work of the electric motor within the set parameters are specified.

The trolleybus, which is one of the types of urban electric transport, works in different load conditions. From the point of view of TED reliability requirements, it is important to link their electromechanical characteristics and design parameters with operating conditions.

The joint influence of external and internal factors determines the quality characteristics and, consequently, the operational reliability of trolleybus electrical equipment. Exceeding the permissible levels of parameters that affect the operation of electrical equipment elements, accelerates their wear, and at critical values causes a failure that requires unscheduled repairs [4,6-8].

The analysis of work of knots and units of trolleybuses shows that in the conditions of real operation their elements have long extreme overloads. There is a tendency to increase the specific loads on engines and components. The practice of operation is in dire need of adequate methods for predicting the operational reliability of trolleybus electrical equipment, in particular TED. A high degree of forecasting accuracy can be achieved by taking into account methods for assessing the reliability, the impact of factors on the resource of TED.

The solution to the problem of adequate reliability assessment will give a sharp reduction in the variance of failures due to their reduction in the periods between repairs and prevent them by using an effective system of scheduled preventive repairs (PPR).

To accurately determine the parameters of PPR, it is necessary to identify the most significant components in the calculation method. It is known that in the course of operation failures of electric motors in time have casual character which are realized according to certain laws. Therefore, an important point of the study is a qualitative and timely analysis of each case of failure of TED. Therefore, in operating conditions, this issue needs special attention [7 - 11].

In order to achieve high accuracy of estimates of reliability parameters in operation, it is necessary to strive for reasonable limits of statistical information.

Another important condition is the need to justify the reliability of the elements. Theoretical and calculation substantiation of rational levels of details and knots, as a rule, is carried out at stages of designing and bench researches. However, due to many random and non-random factors that affect the operation of the system, it is often impossible to obtain accurate estimates of the parameters. This leads to a scatter of parameters in operation.

These deviations are complex in nature and sometimes it is impossible to determine the nature of their formation. In practical cases, this gap is filled by increasing statistics.

Existing methods of reliability calculation do not take into account such important features - the design properties of traction motors and functional connections between the parameters of individual elements are practically excluded in the calculation. In order to solve the problem of rational distribution of TED reliability levels, it is necessary to appropriately distribute the given reliability of the system, components, parts, etc. In this case, the design of system elements will be carried out in accordance with the design parameters, which will provide the necessary reliability of traction motors.

Analysis of the structure of electric motor assemblies shows that at the design stage it is important to know the structural and functional properties of elements, methods of forming assemblies and subassemblies, ie how parts are structurally interconnected (soldering, welding, screw connection,

etc.) due to which can determine the basic parameters of the structure, give a complete description of the system.

The solution of the scientific problem is based on the procedure of control of the technical condition of the parameters of traction motors during operation. The methods used are [7 - 11]:

- statistics and probability theory for the analysis of operational characteristics of traction motors;
- mathematical modeling for the development of mathematical models for assessing the reliability of the elements of traction motors.

Such research methods involve the collection and analysis of statistical information on failures of traction motors, further processing in order to obtain adequate reliability models.

A step-by-step study of the parameters of traction motors showed that the mathematical expectation and standard deviation of the elements of traction motors (for example, collector plates and electric brushes) as a function of its mileage change almost linearly.

To quantify the reliability characteristics of the elements of traction motors, taking into account statistical data, the following main indicators are used within a given operating time l [6]:

- the probability P (l) of trouble-free operation of traction motors;
- failure flow parameter ω (l);
- failure rate λ (l);
- the average operating time before the failure of Tsr.

The initial parameters for research and calculation of the reliability of the elements of traction motors are the statistics given in table. 1.

The statistical information given in table. 1 is the share of technical and economic indicators of KP "Trolleybus depot № 3" in Kharkiv (Ukraine), which was collected for 10 years. This information is sufficient to quantify the reliability of the elements of traction motors.

Reliability is a complex property that, depending on the purpose of the object and the conditions of its application, may include: reliability (probability of failure-free operation, average failure time, failure rate parameter, failure rate), durability (average resource), maintainability (probability recovery, working time (average recovery time), shelf life (average shelf life), or certain combinations of these properties [7 - 11].

Table 1. Initial data for calculating the reliability of the elements of traction motors

№	Inventory quantity of rolling stock N_i, од.	Rolling stock utilization rate by output $\alpha_в$, %	Operating speed of rolling stock V_e, км/год.	The average daily stay of rolling stock on the route $t_{сд}$, год.	Number of failures of traction motors $m_{ТЕД}$
1	151	0,687	15,21	10,04	42
2	148	0,647	15,19	10,05	62
3	129	0,549	15,23	10,06	73
4	123	0,667	15,17	10,1	69
5	115	0,632	15,24	10,4	70
6	108	0,681	15,25	10,5	88
7	155	0,674	15,15	10,2	78
8	147	0,548	15,34	10,1	59
9	144	0,569	15,08	9,8	47
10	129	0,539	15,06	9,7	32

Reliability indicators are divided into two groups, which characterize non-renewable (rotor and stator winding, brushes and bearings) and renewable (collector-brush assembly, starting-adjusting equipment) objects. Quantitative characteristics for non-recoverable objects are the probability of failure-free operation, the frequency of failures, the intensity of failures, the average operating time before the first failure. The quantitative characteristics of the recoverable objects include the parameter of the flow of failures to the failure time.

In contrast to general-purpose electric motors, traction motors operate in a variety of modes (short-term, repeated-short-term with frequent starts), which are accompanied by a wide change in rotor speed and current load (for example, when starting can exceed 2 times the nominal) , and are not protected from changing weather conditions.

Calculations of reliability indicators of traction electric motor elements were performed on the example of electric machines of DK-210 type.

According to statistics, taking into account the number of failures, the probability P (l):

$$P(l) = \frac{N - r(l)}{N} = 1 - \frac{r(l)}{N}, \quad (1)$$

where N - is the number of traction motors in the estimated population;

$r(l)$ - the number of initial failures to the time of operation l.

The failure flow parameter ω (l) is used to characterize the change in failure of traction motors and is determined by the ratio of the number of failures of the objects of the considered population Δl to the number of objects in the estimated population and the interval [6]:

$$\omega(l) = \frac{\Delta r_i}{N \cdot \Delta l}, \left[\frac{1}{\text{км}}\right], \quad (2)$$

where Δr_i – the number of failures in the considered interval of operation.

The failure rate λ (l) characterizes the reliability of the elements at any given time and is determined by:

$$\lambda(l) = \frac{\Delta r_i}{N \cdot \Delta l} \cdot \frac{1}{P_i}, \quad (3)$$

where P_i – the probability of trouble-free operation of the i-th traction motor.

The average operating time of trouble-free operation $T_{\text{ср}}$ – this is a mathematical expectation of the time of proper operation of the TED and is defined as:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{N} l_i}{N}, \quad (4)$$

where l_i – working time of the i-th traction motor.

The results of the statistical assessment of operational reliability are given in the table. 2.

Table 2. The results of statistical evaluation of operational reliability

№	The value of the operating time interval $\Delta l \times 10^3$, км	The number of failures in this interval Δr_i	The number of failures is cumulative $\Sigma \Delta r_i$	Probability of trouble-free operation $P(l)$	Flow parameter failures $\omega(l) \times 10^{-6}$	The intensity of failures $\lambda(l) \times 10^{-6}$
1	0–35	136	136	0,815	5,286	5,286
2	35–70	89	225	0,694	3,459	4,245
3	70–105	103	328	0,554	4,004	5,770
4	105–140	95	423	0,424	3,693	6,669
5	140–175	64	487	0,337	2,488	5,860
6	175–210	70	557	0,242	2,721	8,064
7	210–245	60	617	0,160	2,332	9,630
8	245–280	44	661	0,100	1,710	10,65
9	280–315	28	689	0,062	1,088	10,81
10	315–350	20	712	0,031	8,941	14,28

Dependence of the probability of failure-free operation of TED and the intensity of failures

shown in fig. 1 and in fig. 2.

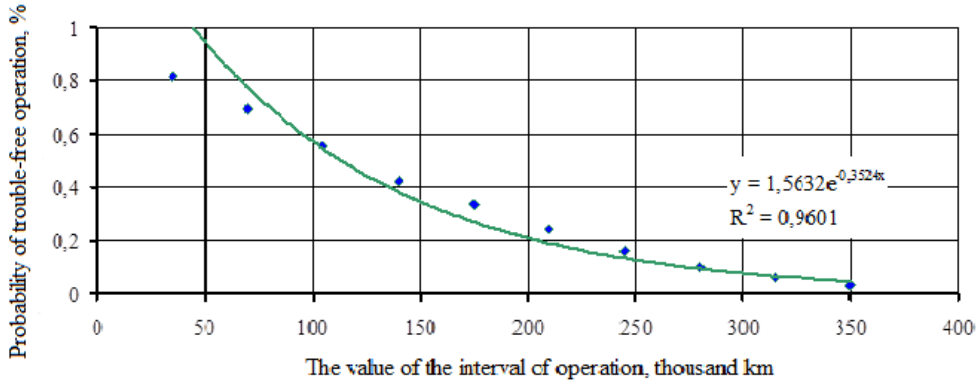


Fig. 1. Graph of the probability of failure-free operation P (l) of traction motors depending on the operating interval Δl

Analysis of failure statistics shows that the nature of failures and consequences depends on the complexity of the structure, the functional relationships of the parameters of traction motors and the variety of influences of operational factors.

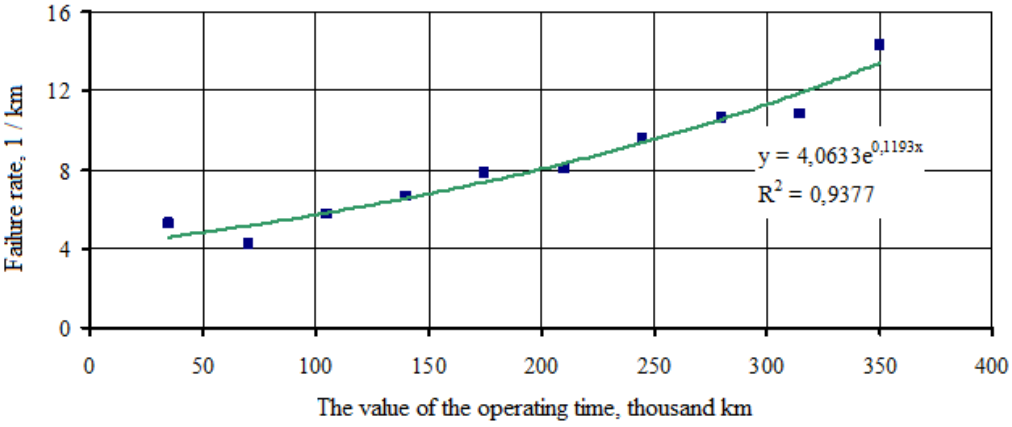


Fig. 2. Graph of failure intensity λ (l) of traction motors depending from the operating time interval Δl

It is known that after repair the resource of TED elements is restored and reliability of work which depends on quality of repair and conditions of postrepair operation increases. But sometimes the operating conditions of TED do not meet the specified technical requirements and, as a rule, are practically not corrected after repair of the last that leads to increase in intensity of failures.

Analysis of the structure of electric motor assemblies shows that at the design stage it is important to know the structural and functional properties of elements, methods of forming assemblies and subassemblies, ie how parts are structurally interconnected (soldering, welding, screw connection, etc.) as a result it will be possible to define the basic parameters of structure, to give the full description of system [9–11]. The rank of the element "R" - distributes the elements of the scheme in order of importance. The significance of an element is characterized only by the number of connections of this element with others. "R" is a defining indicator that characterizes the structural or functional relationships.

Based on this parameter, you can judge how the details can functionally affect each other, and, consequently, to determine their significance. The higher the rank of the element, the more it is associated with other elements of the scheme and the more severe will be the consequences of failures.

Based on the established requirements for the reliability of the system, it is necessary to develop conditions for the distribution of reliability between its individual elements. The task of distribution of norms of reliability indicators between elements of traction electric motors is solved at early stages of designing, in particular, at substantiation of the requirements established by the technical task for development of technical system. The purpose of this distribution of requirements is that the reliability model determines the reliability of the elements (subsystems) so as to ensure the required level of reliability of the system as a whole. The reliability of the system also depends on the degree of importance of the element for the functioning of the system, the complexity of the system and changes in the reliability of the element depending on the nature of the function [9].

Distribution of the set reliability P^* for elements of the system requires the solution of the following inequality:

$$f\left(P_1, P_2, \ldots P_n\right) \geq P^*, \tag{5}$$

where f – functional relationship between elements and system;

P_n – given the probability of failure of the n-th element.

This functional relationship can be used for systems with series and parallel connection of elements. In other system configurations, this relationship cannot be represented as simple mathematical expressions. Assume that:

1) the elements of the system fail independently of each other;

2) the failure of any element leads to the failure of the entire system;

3) the failure rate of the elements is constant, then inequality (5) will look like:

$$P_1(t) P_2(t) P_n(t) \geq P^*(t),$$

or

$$e^{-\lambda_1 t} e^{-\lambda_2 t} e^{-\lambda_n t} \geq e^{-\lambda^* t}, \tag{6}$$

where λ_n – the failure rate of the i-th element;

λ^* – system failure rate:

$$\lambda_1 + \lambda_2 + ... \lambda_n \leq \lambda^*, \tag{7}$$

In the first approximation in the calculations we can say that the reliability between all elements of the system is evenly distributed. It is assumed that the system consists of n series-connected subsystems with the same reliability.

Let P^* – the probability of trouble-free operation of the system is required;

P_i – the probability of operation of the i-th subsystem. Then

$$P^* = \prod_{i=1}^{n} P_i,$$

or

$$P_i = \sqrt[n]{P^*}, \tag{8}$$

where n – number of subsystems.

The main disadvantage of this method is that the level of reliability of the subsystems is set without taking into account the true reliability of each of the elements. This leads to a systematic error in the calculations.

In the second approximation it is necessary to take into account the structural and functional properties of the system. Assume that the subsystems have a constant failure rate of the elements, the system is arbitrary in the sense of connecting elements, and the elements are mutually independent of failures and have an exponential distribution of operating time.

The resource of TED elements differs significantly from each other. Therefore, part of the parts of the electric machine, for which it exceeds the set operating time before restoration or replacement has at a given interval almost few failures. Therefore, it will depend on the law of distribution.

At a given operating time, the probability that the engine will run more than the specified value is equal to:

$$P = \{\xi > 1\} = \int_{1}^{t+\infty} f(x) dx \tag{9}$$

where $f(x)$ – distribution density;

x – operating time to failure.

At high probability values $P\{\xi > t\}$ the number of failures in the interval is significantly reduced $0 - t$. At certain values, the failure flow in this interval can be considered stationary, which satisfies the requirements of the Poisson flow. Then the failure probability model in the interval $0 - t$ can be obtained by substituting in the expression *f(x)*:

$$P = \{\xi > 1\} = \begin{cases} 1 - \exp[-\lambda t], if > 0 \\ 0, if = 0 \end{cases} \quad (10)$$

hence the reliability will be equal:

$$P\{\xi \geq 1\} = \exp[-\lambda t]. \quad (11)$$

The method includes the following steps:

2. Determining the failure rate of subsystems λ_i based on the results of observations or based on estimates from past time.

3. Tasks of rank for each subsystem according to its structural and functional significance:

$$\sum_{i=1}^{n} R_i = 1 \quad , \quad (12)$$

where R_i – rank of the i-th subsystem.

Calculation of the required failure rate of each element (subsystem) λ_i^* based on the required probability of trouble-free operation of the system and the system reliability function:

$$\lambda_i^* = \lambda R_i . \quad (13)$$

The task is to choose the following λ_i^* , in order to:

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_i^* \geq \lambda_i^* \quad (14)$$

4. Determining the probability of failure-free operation of elements (subsystems) of rank:

$$P^*(t) = \exp(-\lambda_i^* t).. \quad (15)$$

The first stage is purely empirical. In the second stage, the parameters of the system Pi are determined, which affect the quality of the structural scheme when represented by its graph.

The graph of the system, as a rule, is connected, ie there is an alternation of a sequence of different vertices and edges between any pair of vertices [9– 11].

When analyzing the significance of each element in the block diagram, the rank "R" of this element is determined. Under "R" means the number of all single-link and two-link paths that connect this element with others.In the third stage, known analytical expressions are used.

Functional dependencies and parameters that characterize the reliability of the element, which are expressed by the following expressions:

for failure rate

$$f(t) = \frac{dq(t)}{dt}, \tag{16}$$

for failure rate

$$\lambda(t) = \frac{1}{p(t)} \frac{dq(t)}{dt}, \tag{17}$$

for the average time of trouble-free operation

$$t_{cp} = \int_0^\infty t f(t) dt, \tag{18}$$

where q – the probability of failure of the element;

p – probability of failure-free operation.

These expressions easily apply to systems with an arbitrary combination of elements, as well as to systems of arbitrary relationships between elements.

If you know the analytical expression for the probability of failure of the system, expressed in terms of the probability of failure of its constituent elements, then:

for failure rate

$$F(t) = \sum_{i=1}^{n} \frac{dQ}{dq_i} f_i(t), \tag{19}$$

where Q - is the probability of system failure;

for failure rate

$$\Lambda(t) = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^{n} \frac{dP}{dp_i} f_i(t), \tag{20}$$

for the average time of trouble-free operation

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^{n} \int_{0}^{\infty} t f_i(t) \frac{dP}{dp_i} dt \,, \tag{21}$$

The validity of these expressions is proved by using the concepts of differentiation of the function of many variables.

The probability of failure (failure) of the system is a function of the probability of failure (failure) that is part of the system of elements:

$$P\left[p_1(t), p_2(t) \ldots p_n(t) \right],$$

or

$$Q\left[q_1(t), q_2(t) \ldots q_n(t) \right]. \tag{22}$$

The expression for the failure rate will look like:

$$F = \frac{dQ}{qt} \,, \tag{23}$$

In turn:

$$dQ = \frac{dQ}{dq_1} \frac{dq_1}{dt} dt + \frac{dQ}{dq_2} \frac{dq_2}{dt} dt + \ldots, \tag{24}$$

given (16) we obtain:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dQ}{dq_1} f_1 + \frac{dQ}{dq_2} f_2 + \frac{dQ}{dq_n} f_n = \sum_{i=1}^{n} \frac{dQ}{dq_n} f_i \,, \tag{25}$$

For a system of *n* arbitrarily connected elements, the probability of failure can be represented as a polynomial:

$$P = \sum_{i=1}^{n} a_i \prod_{i=1}^{k} P_i \,, \tag{26}$$

where the coefficients ai are integers equal to the number of paths with a given number of edges.

From (18) it is possible by integration to receive the formula for average time of faultless work:

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^{k} \frac{a_i}{\Lambda_i} \,, \tag{27}$$

Based on the structural analysis of the system and failure rate values, it is either possible to estimate, at the element level, the values of the average failure time, or at a given value of TCP to set maximum failure rates for traction motor subsystems.

As a result of researches the algorithm of diagnosing and definition of operational reliability of elements of TED is offered (fig. 3). Its solution will allow to achieve adequate assessments of the reliability of the elements of traction motors and their rational distribution, which will take into account the structural and functional parameters of the system.

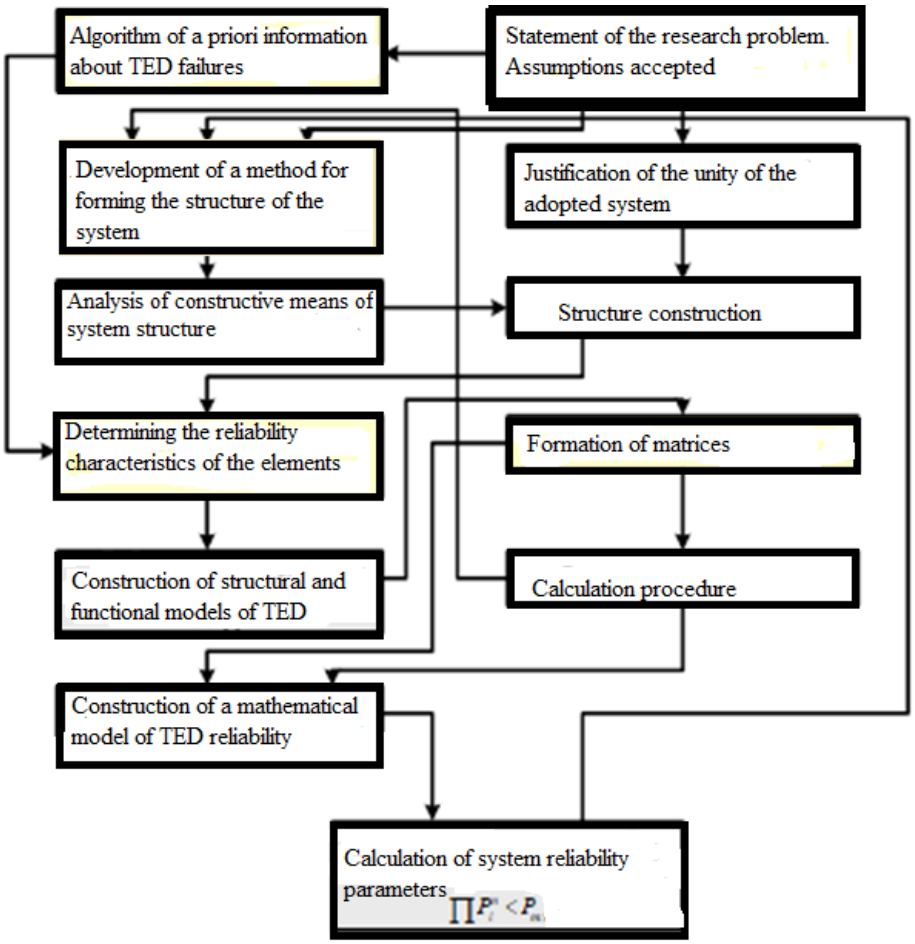


Fig. 3. Algorithm for diagnosing and determining the operational reliability of the elements traction electric motors

Thus, the results of the research give grounds to recommend a method for practical calculations in operating conditions, which takes into account the structural and functional properties of the system. This makes it possible to increase the accuracy of the estimated parameters of the system

of planned and preventive repairs of trolleybuses and increase the efficiency of the trolleybus fleet, by reducing failures in the period between repairs.

Conclusions. According to the results of processing statistical information of electric transport enterprises and analysis of operating conditions of systems and units of rolling stock, it was found that electrical equipment has a dynamics of failure. It is established that failures of traction engines make up 20% of all failures of electrical equipment. The operating conditions of traction electric motors are analyzed, reliability is assessed.

External (operational, technological) and internal (parameters of a condition of knots of a design) the factors influencing a resource of traction engines of trolleybuses in the course of operation are revealed.

An algorithm for diagnosing and determining the operational reliability of elements of traction electric motors of trolleybuses has been developed, which, unlike existing ones, allows to achieve adequate assessments of reliability of elements of traction electric motors and their rational distribution.

Thus, the desire to increase the probability of correct and accurate diagnosis, the reliability of the results obtained in the study of changes in the parameters of electric cars of trolleybuses during operation is an urgent task and has practical interest in the field of urban electric transport. type of traction motor.

References

[1.] Shavkun, VM Methods of monitoring the parameters of traction electric motors in the process of operation of rolling stock of urban electric transport [Text] / VM Shavkun, VM Bushma // Municipal economy of cities: scientific-technical. zb. - KNAMG .: technical sciences and architecture, 2011. - Issue. 97. - P. 272-278.

[2.] Yatsun, MA Operation and diagnostics of electric machines and devices [Text] / MA Yatsun, AM Yatsun. - Lviv .: Lviv Polytechnic University, 2010. - 228 p.

[3.] Shavkun, VM Influence of periodicity of diagnostics on indicators of reliability of traction electric motors of rolling stock of electric transport [Text] / VM Shavkun, SP Shatsky // municipal services of cities: scientific-technical. zb. - KNAMG .: technical sciences and architecture, 2011. - Issue. 101. - P.265-269.

[4.] Shavkun, VM On the issue of increasing the reliability of traction electric motors and resource conservation in the rolling stock of urban electric transport [Text]: Nauk.-tehn. collection / VM Shavkun // Municipal services of cities :, series: technical sciences and architecture. KNAMG.– 2010.– Vip. 97.– P. 272-278.

[5.] Pavlenko, T. Ways to improve operation reliability of traction electric motors of the rolling stock of electric transport / T. Pavlenko, V. Shavkun, A. Petrenko // Eastern-European Journal of Enterpraise Technologies.– 2017.–Vol. 5.– Iss. 8(89).– P. 22–30.doi: 10.15587/1729-4061.2017.112109.

[6.] Daleka VH Technical operation of urban electric transport [Text]: textbook. manual / VH Daleka, VB Budnichenko, EI Karpushin, VI Kovalenko. - H.:, KNUMG, 2014. - 235 p

[7.] Bondarenko VG Probability theory and mathematical statistics [Text] / VG Bondarenko, I. Yu. Kanivska, SM Paramonova // K .: NTTU "KPI", 2006. - 125 p.

[8.] Bondarenko VG Probability theory and mathematical statistics [Text] / VG Bondarenko, I. Yu. Kanivska, SM Paramonova // K .: NTTU "KPI", 2006. - 125 p.

[9.] Shavkun VM Diagnosis of traction electric machines of electric transport [Text] / VM Shavkun // East European Journal of Advanced Technologies. Issue. 1/7 (67). - 2014, P. 48 - 52.

[10.] Kolcio, K., Fesq, L. Model-based off-nominal state isolation and detection system for autonomous fault management [Текст] / K. Kolcio, L. Fesq // IEEE Aerospace Conference Proceedings. 2016-June. DOI: 10.1109/AERO.2016.7500793.

[11.] Krobot, Z., Turo, T., Neumann, V. Using vehicle data in virtual model for maintenance system support [Текст] / Z. Krobot, T. Turo, V. Neumann // ICMT 2017–6th International Conference on Military Technologies, P. 171–174. DOI: 10.1109/MILTECHS.2017.7988750.

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

BEZBEDNOST INFORMACIJA I SAJBER BEZBEDNOST U VAZDUHOPLOVSTVU

Safety information and aviation cyber security

Boris Z. Ribarić
Doktorand, Panevropski univerzitet, Apeiron, Banjaluka, BorisRibaric87@hotmail.com

DraganVasiljević
vasiljevicdj68@gmail.com

Julijana Vasiljević
julija2921968@gmail.com

Zoran Ribaric
SMATSA, zoran.ribaric1958@gmail.com

Rezime: *Informacione tehnologije su sve više zastupljene u svim granama saobraćaja. U vazduhoplovstvu velika količina podataka se obrađuje kompjuterizovanim sistemima i šalju se putem komunikacionim mrežama. Na ovakav način digitalnog okruženja - tehnologija i veliki broj numeričkih datoteka mora se obezbediti bezbednosni sistem koji će da obezbedi normalno funkcionisanje sistema.Za ostvarivanje efektivnog i efikasnog menadžmenta bezbednošću informacija neophodno je detaljno sagledavanje faktora koji utiču na bezbednost informacija i planiranje realizacije potrebnih mera.*

Ključne reči: *informacioni sistem, bezbednost, sajber, vazduhoplovstvuo.*

Abstract: *Information technology are increasingly represented in all branches of traffic. In aviation, a large amount of data is processed by computerized systems and sent via communication networks. In this way of the digital environment - technology and a large number of numerical files, a security system must be provided that will ensure the normal functioning of the system. In order to achieve effective and efficient information security management, it is necessary to consider in detail the factors that affect information security and plan the implementation of the necessary measures.*

Key words: *information system, safety, cyber, aviation.*

1. UVOD

„Cyber" prostor jeste okruženje u kojem se putem intelektualnog delovanja uz posredstvo informaciono komunikacionih sistema stvara spoznajni svet (čulni svet). [4]

Korišćenjem različitih vrsta informacija obezbeđuje se funkcionisasanje segmenata i aktivnosti mnogih organizacija. Na poslovni rizik utiče permanentno bezbednost informacija. Svi informacioni sistemi i mreže moraju da budu obezbeđene u cilju njenog rada.

Kada govorimo o bezbednosti informacija mislilimo na - očuvanje poverljivosti, integriteta i dostupnost informacija. Zbog razloga rizika o bezbednosti informacija mora se obratiti značajna pažnja a u cilju odvijanja poslovnih aktivnosti na tržištu. Zaštita bezbednosti informacija se naročito nametnula razvojem računarskih tehnologija umrežavanjem računara koji postaju ranjivi u svim granama privrede i života, tako da se mora pristupiti efikasnoj zaštiti informacija sa kojim raspolažemo.

U cilju očuvanja tri svojsta informacija:

- - informacija može biti dostupna samo poverljivim osobama, organizacijama ili procesima i mora se voditi računa da ne ovlašćenje osobe ne mogu im pristupiti što pretstavlja - Poverljivost,
- - svaka informacija mora da ima svoju kompletnost i svojstvo očuvanja i tačnosti što pretstavlja, - Integritet informacija,
- - informacija mora da bude dostupna korisnicima koji imaju ovlšćenja da je pristupe što pretstavlja,- Raspoloživost informacija.

Gore navedena svojstva informacija će povećati njihovu bezbednost kao i kontinuitet poslovanja a rizik će se smanjiti na najmanji mogući - prihvatljiv nivo. Mora se voditi računa u procesima projektovanja informacionih sistema kroz različita tehnička rešenja kako softverskog tako i hardverskog dela. Radi postizanja potrebnog nivoa bezbednosti kroz sagledavanje faktora koji utiču na bezbednost informacija kao i analizu, realizaciju potrebnih mera. [4]

Digitalne informacione tehnologije kao i velike količine podataka koji se obrađuju kroz kompjuterizovane sisteme moraju biti zaštićeni, odnosno pristup osetljivim podacima mogu imati samo ovlašćene osobe. Ne ovlašćenim licima treba onemogućiti pristup i svaki takav pokušaj treba evidentirati i analizirati. Da bi zaštitili sistem neophodna je zaštita kao i efektivna i efikasna zaštita informacija sa kojima raspolažemo bez obzira na mesto i oblik na kome se skladišti i koristi. Mora se voditi računa da bezbednost informacija pretstavlja i nosioc informacija, zaštita objekata, njegovo sladištenje, korišćenje i čuvanje. Primenom odgovarajuće politike procesa, procedura, organizacione kulture softverskih i hardverskih komponenata obezbeđuje se bezbednost informacija. Sprovođenjem velikog broja procesa, različitih vrsta i nivoa složenosti koji se obezbeđuju kroz odgovarajući broj resursa nazivamo menadzment bezbednošću informacija.[5]

Kako korišćenje informacija predstavlja u aktivnosti organizacija značajan segment tome se poklanja veliki značaj kroz ISO standarde a naročito ima serija standarda ISO 27 000 - menadžment bezbednošću informacija (Information Security Management Systems - ISMS). Informacija predstavlja protumačenu poruku, ona smanjuje neizvesnost i povećava znanje. Kada govorimo o podacima podrazumevamo sirove činjenice o realnom svetu koje predstavljaju nosioci informacija. Kada želimo da dobijemo kvalitetnu informaciju potrebno je da obradimo određenu vrstu podataka da izvršimo njihovu selekciju u cilju dobijanja suštine. Te informacije koristimo u našem radu a kada nju više puta primenimo ona prerasta u znanje.

Razvoj informacionih tehnologija - računarskih tehnologija i njihovih umrežavanja u računarske mreže zahteva da se obrati pažnja na bezbednost informacija. Kroz povećanu proizvodnju cene računara opadaju i postaju pristupačnije svima. Trend je da se koriste bežične tehnologije. Mobilnost je jedna od osobina i namera. Podaci se sve više distribuiraju, sve više ljudi savladava računarsku tehniku a pristup standardima je otvoren za sve što predstavlja šansu da bezbednost

informacija bude ugrožena. Iz tog razloga se uvode novi standardi ISO/IEC 27001 koji se bavi pristupu poslovnog rizika. [4]

Sve više je pokušaja sajber napada na digitalne sisteme računarske mreže sa nepoznatog izvora. Postoji veliki broj napada - sajber napada koje napadač može pokrenuti. Tražeći ranjivost sistema gde napad može da bude efektivno realizovan. To sve karakterišemo kao nedozvoljenu radnju koju treba onemogućiti - sprečiti.

2. SAJBER BEZBEDNOST U AVIJACIJI

Informacione tehnologije su sve više zastupljene. Sigurnosni problemi na koje moramo da obratimo pažnju: pristup osetljivim podacima i neovlašćenim licima kojima treba uskratiti pristup. Kada se govori o takvim sigurnosnim problemima u digitalnom svetu, koristi se pojam sajberbe zbednost (engl. cybersecurity).

Veliki je pokušaj sajber kriminala u raznim granama industrije. Trenutno u avijaciji prema podacima EASA na vazduhoplovni sektor u toku jednog meseca je usmereno oko 1000 napada mesečno.

Često se u medijima pojedini tehnički kvarovi (problemi u radu radarskog sistema i automatizovanih sistema u avijaciji) prikazuju kao mogući sajber napadi. Nijedan sajber napad nije potvrđen, vazduhoplovna zajednica je počela da se bavi potencijalnim problemom. Sajber pretnje su pomenute u ažuriranju 2011. godine u ICAO Aneksu 17, Bezbednost. ICAO je pomenuo sajber bezbednost kao prepreku na visokom nivou za implementaciju Globalnog planskog plana za vazduhoplovstvo (Global Air Navigation Plan).

Sa prelaskom na tehnološki napredne sisteme dolazi potreba za rešavanjem tehnološki naprednih pretnji. Kako se sistem razvija iz priključene strukture tačka do tačke na umreženu mrežu gde su elementi čvorovi povezani digitalnim vezama koristeći IP (Internet Protocol). Mrežna struktura slična internetu zahteva sigurnost uporedivu sa kritičnim internet uslugama. Kada se sistem uspostavlja, mora se voditi računa o svakom koraku implementacije. I to se ne zaustavlja kada se sistem emituje na mreži: on mora ostati fokusna tačka tokom čitavog životnog ciklusa, svakog radnog dana na svakom nivou.

Uzimajući u obzir ovaj stav, korisnik je suštinska komponenta za održavanje i poboljšanje sigurnosti. Snažni algoritmi su domen inženjera kao i sigurna implementacija, robusni hardver i softver i solidne mreže, ali izbor dobre lozinke i odbijanje davanja bilo kog relevantnog podatka nekome ko može biti napadač koji koristi tehnike socijalnog inženjeringa ostaju u domenu krajnjih korisnika. Kao posledica toga, krajnji korisnici moraju razumeti osnove sigurnosti i odgovarajuće protokole i ponašanje kako bi izbegli slabljenje sistema, što znači da se mora osigurati obuka na temu.

2.1. Potencijalne pretnje specifične za vazduhoplovstvo

Do sada je bilo reči o o napadima na mreže uopšte. Pažnju bi trebalo skrenuti na potencijalne napadače. Ko može biti zainteresovan za uklanjanje bilo kog elementa sistema civilne avijacije? Postoje najmanje četiri vrste opasnosti:

Amaterski hakeri: ovo je prva grupa kada se razmišlja o napadima računara. Izazov da se nađe način da prodre u zaštićeni sistem može biti razlog za računarski veštog pojedinca sa visokim

veštinama i motivacijom, ali većina njih nije voljna da izazove štetu niti da se suoči sa pravnim posledicama upada u kritičan sistem. Ipak, oni ne mogu se ignorisati.

Kriminalci: jedna osoba iza računara može napadati hiljade potencijalnih meta često na hiljade kilometara daleko, u drugoj zemlji sa drugačijim pravnim sistemom. Ovo objašnjava razlog zašto su prevare, poput fišinga ili ransomvare-a u porastu. Ova grupa je potencijalno opasnija od prethodne jer imaju ekonomsku motivaciju. S druge strane, kriminalci pokušavaju maksimizirati koristi napadanjem ciljeva uz minimalne troškove i napore kako bi se preduzimale mere odbrane, ali ne trebaju se izvanredna sredstva jer će se prebaciti na manje zaštićene i najprofitabilnije ciljeve ako nađu odgovarajući otpor.

Teroristi: dok obični sajber kriminalci ima tendenciju da ima finansijske motivacije i nema razloga da stvori nepotrebnu štetu, cilj terorista je generalno da izazove što više štete. Visoka vidljivost vazduhoplovnih događaja čini atraktivan cilj za takve svrhe. Pojedinačni avioni su ranije bili ciljani, ali kompjuterizovane mreže mogu dozvoljavati napad na više aviona odjednom ili uzrokovati široko narušavanje ATM sistema. Volja da se maksimizira šteta čini teroriste opasnom pretnjom i stvara potrebu da se koriste najsnažniji oblici sajber odbrane za kontrolu letenja, kao i za bilo koji drugi visokoautomatizovani sigurnosno-kritički sistem.

Sajber rat: kada se jave neprijateljstva, ključna infrastruktura neprijatelja postaje cilj: struja, komunikacija, snabdevanje hranom i naravno kontrola letenja. Zbog toga su automatizovani sistemi meta i njihova infekcija malvera je ponekad pripisana stranim agencijama.

Prihvaćeno je da je zlonamerni softver već spreman da napada kritičku infrastrukturu i da se takvi napadi mogu pokrenuti kao odmazda protiv drugih sajber napada. Gotovo je nemoguće zaštititi sistem protiv takvih protivnika jer imaju ogromne resurse na raspolaganju, kao i neophodne veštine. [5]

2.2. Kakve napade može očekivati avijacija?

Načini nanošenja štete i poremećaja sistema ograničeni su samo ljudskom maštom. Bilo koja od komponenti sistema CNS-ATM bi imala sopstvene ranjivosti. Trenutno, govorna komunikacija kontrolora i pilota izgleda ugrožena, a povremeno su prijavljene lažne poruke od nekoga koji se pretvaraju da su piloti koristeći jednostavni radio-predajnik.

Kontrolor-pilot datalink (CPDLC) bi zahtevao viši tehnički nivo veštine za napadača da bi uspeo u napadu. Ali zato što nema efekat "partijske linije" (engl. party line), uspešan napad će biti teži za otkrivanje. Lažni kontrolor ili uspešan napad čoveka u sredini koji menja odgovarajuće odobrenje može imati ozbiljan uticaj.

Teoretski je moguće spomenuti navigacione sisteme, uključujući i konvencionalne zemaljske sisteme, kao i satelitske. Ali kako bi napadač trebalo da bude blizu cilja, čini se da će to teško uticati na komercijalnu avijaciju - osim ako napadač nije u avionu ili se napad odvija u blizini aerodroma. Jednostavno ometanje glasa, veze podataka ili navigacije, uključujući i satelitske signale, takođe predstavlja pretnju.

Noviji koncepti ATM-a, od kojih se neki oslanjaju na (šifrovane) mreže, mogu biti još ranjiviji. Saobraćaj na udaljenom kontrolisanom aerodromu - **Remote Control**- može se prekinuti kroz ubacivanje lažnih podataka u komunikaciji između senzora na aerodromu i kamera i daljinskog tornja. Mnogo lakše je jednostavno prekid komunikacije putem DDoS napada koji bi kontrolore

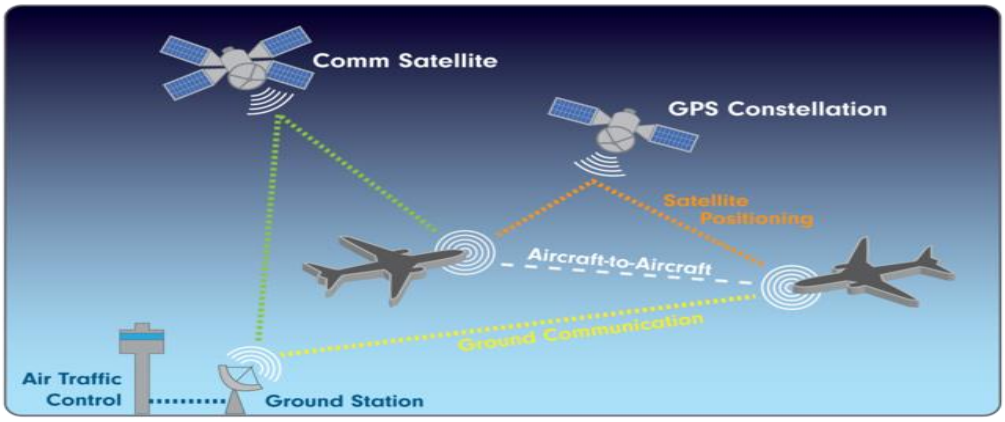
učinili slepim, gluvim i nemim. Najgori scenario je napad DDoS-a na jedinstveni objekat koji kontroliše nekoliko daljinskih tornjeva koji bi ometali saobraćaj nekoliko aerodroma sa jednom akcijom.

2.3. Upotreba - ADS-B

Automatic –sistem radi automatski , bez komande pilota

Dependent – poziciju dobija od GNSS*,

Surveillance – svaka stanica na zemlji kao i avion u vazduhu koji su opremljeni odgovarajućim prijemnikom mogu vršiti nadzor.



Slika 1. Način rada ADS-B sistema

U osnovi ADS ideje je činjenica da u okviru samog vazduhoplova postoji niz podataka (identifikacija vazduhoplova, pozicija, vektori stanja, kratkoročne "namere", opis manevra, tip vazduhoplova...) koje "samo" treba isporučiti zainteresovanim korisnicima, bilo da su oni na zemlji (npr. ATC*) ili vazduhu (sprečavanje kolizija).

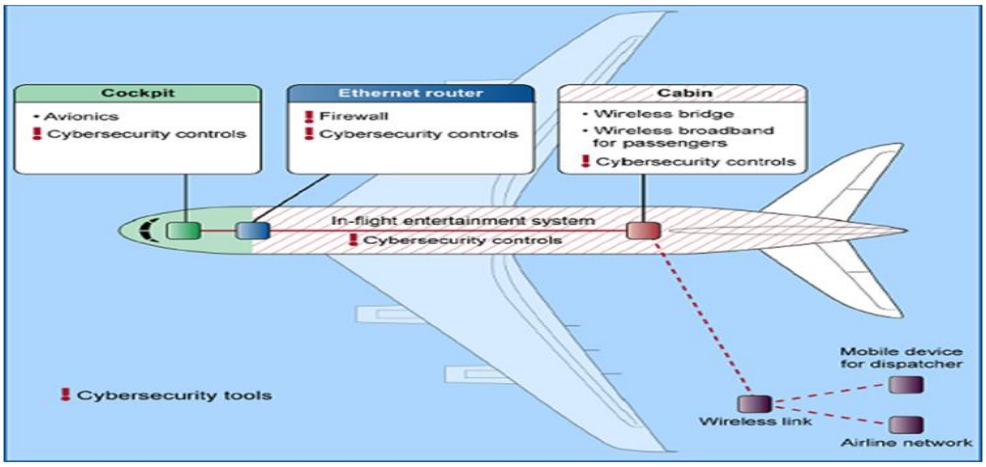
Komunikacija ADS-B, nije - kodirana- šifrirani. Da bi se sprečilo širenje "aviona duhova" u sistem, pozicija ADS-B je potvrđena izračunavanjem vremenske razlike dolaska (engl. Time difference of arrival - TDOA) signala na različite ADSB prijemnike.

Koncept kao što je SWIM (engl. System Wide Information Management) je možda cilj za hakere. Najbolje opisan kao "internet samo za ATM" predstavlja mrežu u kojoj su dostupne sve vrste podataka isključivo za ovlašćene korisnike: meteorološke podatake, trajektorije leta, podaci o nadzoru itd. Ove podatke dele svi ovlašćeni korisnici priključeni na sistem, uključujući pojedine avione. Ali, korišćenje IP-a (Internet protokola) znači da se iste vrste napada koji se koriste na internetu mogu biti protiv takve SWIM mreže, uključuju DDoS, ubacivanje lažnih podataka, krađu osetljivih podataka ili ransomvare-a. Proširenje sistema na sve vrste korisnika, od ATC do manjih delova strukture opšte avijacije i od avio-kompanija do meteoroloških službi, znači da

postoji puno ranjivih ulaznih tačaka koje bi se mogle koristiti za kompromitovanje takvog sistema. [3]

2.4. FMS - Fligt Management System

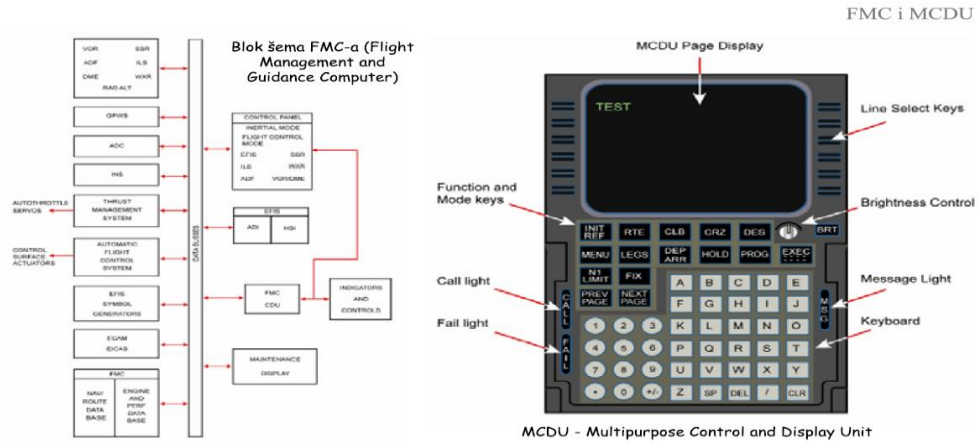
Predstavlja sistem programiranog optimalnog upravljanja letom koji čine integracija različitih podsistema vazduhoplova. FMS omogućava izbor nivoa automatizacije za sve faze leta i obezbeđije informacije na odgovarajućim pokazivačima.



Slika 2: Prikaz aktivne zaštite od sajber napada u komercijalim putničkim vazduhoplovima

Glavne komponente FMS-a su:

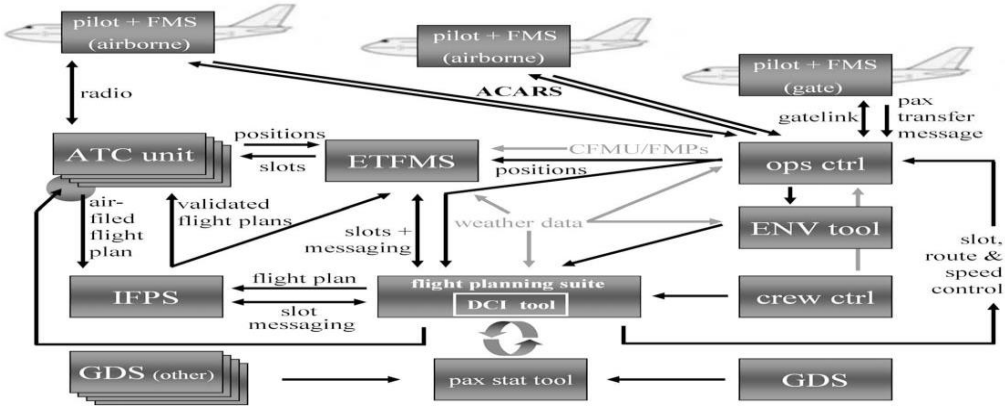
1. FMC (Flight Mangement and Guidance Computer), izračunava 3D poziciju vazduhoplova, performanse i druge ostale parametre neophodne za tačan i efikasan let prema prethodnoj definisanoj putanji, a koji se dobijaju na osnovu ručno unetih ili automatsko uneščenih podataka,
2. MCDU (Multipurpose Control and Display Unit),višenamesnki kontrolni panel koji se koristi za unos podataka, i predstavlja vezu između pilota i FMC,
3. FCU (Flight Control Unit), uređaj za upravljanje horizontalnog i vertikalnog profila leta vazduhoplovom,
4. Flight Management Source Selector, uređaj preko kog se biraju izvori ulaznih podataka, koje koristi FMC,
5. Display system, sistem koji pokazuje podatke i informacije pilotu.



Slika 3: FMS -šema

3. RAZMENA PODATAKA

Mehanizam razmene podataka-meteorološki podaci (weather data), pozicije aviona, planovi leta podneti iz vazduha i potvrđeni planovi leta (air-filed flight plan, validated flight plan), i tok informacija unutar ovog sistema su prikazani na slici 4. Koordinacije se obezbeđuju razmenom podataka o slotovima (slot predstavlja dozvolu dobijenu od strane aerodroma za korišćenje njegovih resursa u tačno određeno vreme) i planovima leta sa kontrolom letenja (ATC unit) i njenim raznim servisima.



Slika 4. Mehanizam razmene podataka

Komunikacija između vazduhoplova i kompanije se obezbeđuje pomoću sistema, za slot, brzinu i rutu preneće se putem datalinka i gatelinka.

Datalink kao sredstvo za digitalnu razmenu podataka bi trebalo da odigra veliku ulogu u praktičnoj primeni jer se može koristiti za promenu plana leta ili unošenje preko FMS-a uz asistenciju pilota. Pored toga, može se koristiti i kao sredstvo za dinamičko nadgledanje leta, šaljući automatske silazne (downlink) poruke o poziciji i visini vazduhoplova i preostaloj količini goriva, kao odgovor na upitne uzlazne (uplink) poruke. Downlink poruke su poruke koje vazduhoplov putem datalinka šalje na zemlju (operativnom centru aviokompanije), dok su uplink poruke poruke koje se sa zemlje šalju vazduhoplovu. [5]

4. ZAKLJUČAK

Informacije,uključujući procesne informacione podrške, informacione sisteme i mreže, predstavljaju važnu poslovnu imovinu organizacije koja je od suštinskog značaja za njeno poslovanje. U savremenom, veoma složenom, rastućem i uzajamno povezanom poslovnom okruženju informacije su sve više izložene rastućem broju raznovrsnih pretnji i ranjivosti iz širokog opsega izvora (usled delovanja čoveka, elementarnih nepogoda, nesreća i dr.).

U procesu projektovanja informacionih sistema, u velikom broju slučajeva, nije obezbeđena dovoljna bezbednost tih sistema. Najčešće su primenjena određena tehnička (softverska i hardverska) sredstva za zaštitu sistema, ali to, u postojećim uslovima primene tih sistema, nije dovoljno. Uz razvoj, primenu i osavremenjavanje tehničkih sredstava i rešenja, za postizanje potrebnog nivoa bezbednosti informacionih sistema, neophodno je efektivno i efikasno upravljanje tim sistemima primenom odgovarajućih organizacionih i menadžerskih rešenja, postupaka i procedura.

Iako je vazduhoplovstvo relativno pošteđeno incidenata vezanih za sajber sigurnost, sve veća upotreba moderne tehnologije i mrežne povezanosti čini ovu vrstu događaja verovatnijim. ICAO je deklarisala sajber sigurnost kao prioritetni predmet i pozvala je države kroz rezoluciju da se posvete rešavanju ovog pitanja. Preduzeti su koraci kako bi se poboljšala sajber sigurnost od strane organizacija poput nacionalnih regulatora kao - FAA ili EUROCONTROL-a, ali još uvek postoji daleki put, jer je vazduhoplovstvo iza drugih industrija u smislu usvajanja međusobno povezanih sistema. [5]

LITERATURA

[1.] Alkalaj, I., *The Rol of SNET (Safety Nets)*, Skyguide-Swiss Air Navigation Service Ltd., 2008.
[2.] Babić, O., Netjasov, F., Kontrola letenja, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2018.
[3.] Časopis - THE CONTROLLER - Journal of Air Traffic Control, july 2017, Volume 56 Issue 2, pp 12 - 15.
[4.] Vasiljević, D., Vasiljević, J., Đurić, A., „Sajber prostor – definicija i klasifikacija", zbornik radova sa nacionalne konferencije „Hibridno ratovanje – dilema koncepta savremenih sukoba" Instituta za strategijsko istraživanje Univerzitet odbrane u Beogradu, Beograd, 2018.
[5.] Zoran B.Ribarić, Doktorski rad „Informatička integracija vazdušnog i kopnenog vida saobraćaja u sistemu avionskog prevoza putnika", Pan Evropski Univerzitet.2018.godina.

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

PREDNOSTI KORIŠTENJA CSS PREDPROCESORA U ODNOSU NA KALSIČNI CSS PRISTUP

Misala Gudžević, Dražen Marinković, Tijana Talić
Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka, Bosna i Hercegovina
{misala.gudzevic, drazen.m.marinkovic, tijana.z.talic}@apeiron-edu.eu

Apstrakt: *U radu se daje pregled mogućnosti upotrebe SCSS kao naprednije varijante CSS. Upotrebom ove tehnologije mogu se značajno pojednostaviti pisanje i kompajliranje CSS koda.*

Ključne riječi: *CSS, SCSS, SASS,*

1. UVOD

CSS predprocesori sve više postaju oslonac radnom procesu web programera. CSS je nevjerovatno kompleksan i nijansiran jezik, a u nastojanu da olakšaju upotrebu istog, programeri se često okreću korištenju predprocesora poput SASS-a ili LESS-a.

Kada koristimo bilo koji CSS predprocesor, možemo programirati u klasičnom CSS-u, baš kao što bismo to radili da ne koristimo predprocesor. Dodatna olakšavajuća okolnost je što nam na raspolaganju stoji više opcija. Neki, poput SASS-a, imaju specifične standarde stilova koji su napravljeni tako da nam olakšavaju pisanje koda, poput slobode izostavljanja zagrada, ako to želimo.

Naravno, CSS predprocesori nude i druge mogućnosti. Mnoge od ostalih ponuđenih funkcija su veoma slične među predprocesorima, s malim odstupanjem u sintaksi. Dakle, možemo izbrati koji god CSS kompajler želimo i bit ćemo u mogućnosti da postignemo identičnu stvar. Obzirom da su predprocesori manje-više jako slični, u daljem radu ćemo se osvrnuti na korištenje SASS/SCSS predprocesora.

CSS je bio najbolji izbor programera u poslednjih nekoliko godina. Međutim, od nastanka SASS-a, njegova upotreba je značajno smanjenja. SCSS je poboljšana verzija SASS-a, stoga se danas i najzastupljeniji. Prije poređenja, upoznat ćemo se sa CSS-om i SCSS-om.

Cascading Style Sheet (CSS) je skriptni jezik koji se koristi za razvoj web stranica. Također se koristi za uređivanje web stranica dajući im privlačniji izgled. To je najpopularnija web tehnologija pored HTML-a i JavaScript-a.

Prednosti CSS-a

- Konzistentnost: CSS pomaže u izgradnji konzistentne strukture koju web dizajneri mogu koristiti za izradu drugih web stranica. Zbog toga se poboljšava i efikasnost rada web dizajnera.

- Brzina web stranice: obično kod koji koristi neka web lokacija može se sastojati od 2 ili više stranica. Ali CSS nije kod, stoga baza podataka web stranice ostaje neopterećena, te se tako izbjegavaju problemi sa učitavanjem web lokacije.
- Podrška za više preglednika: mnogi web preglednici podržavaju CSS.
- CSS smanjuje veličinu prenosa datoteka, prenos datoteka je vrlo brz.
- Dodavanjem CSS-a web stranicama omogućava web pretraživačima da nađu web stranicu u rezultatima pretrage i pomoću SEO-a, plasiraju je na visoko mjesto u rezultatima. [1]

Mane CSS-a

- Fragmentacije: postoji mogućnost da naš CSS radi na jednom web pregledniku, dok na drugom ne. Stoga, web programeri moraju provjeriti kompatibilnost pokretanjem softvera na različite preglednike, jednostavno, CSS različito radi na različitim preglednicima.
- Nedostatak sigurnosti: CSS sistem je zasnovan na otvorenom tekstu, pa nema ugrađen sigurnosni mehanizam koji sprečava njegovo prepisivanje. Svako može promijeniti CSS datoteku.

2. ŠTA JE SCSS?

SCSS (Sassy Cascading StyleSheet) je naprednija varijanta CSS-a. To je predprocesorski jezik koji se kompajlira u CSS. Ekstenzija je .scss.

Korišćenjem SCSS-a, CSS-u možemo dodati nekoliko dodatnih mogućnosti uključujući korišćenje varijabli, ugniježđene, itd. Sve ove dodatne mogućnosti mogu učiniti pisanje SCSS-a mnogo jednostavnijim i bržim od pisanja standardnog CSS-a. SCSS može koristiti kod i funkcije CSS-a, u potpunosti je usklađen sa CSS sintaksom, iako nosi svu snagu SASS-a. SCSS, dakle, koristi istu sintaksu kao i CSS, zahtjeva zagrade i tačke, zarez označava blokove i sl. Drugi jezik za sličnim odlikama je SASS, on koristi prazan prostor ili razmak za označavanje blokova i završetaka dijelova koda, što je slično programskom jeziku Python. Većina web preglednika ne može razumjeti SCSS ili SASS, te se oni moraju kompajlirati u CSS. [2]

2.1. Prednosti SCSS-a

- Pomaže korisnicima da na brži način pišu čist i lako čitljiv kod
- Smanjuje i količinu napisanog koda.
- SCSS nudi ugniježđene, tako da možemo koristiti ugniježđenu sintaksu i korisne funkcije, uključujući manipulaciju bojama, matematičke funkcije i mnoštvo drugih stvari.
- Sastoji se od varijabli koje pomažu da se upotrijebe njene vrijednosti onoliko puta koliko nam je to potrebno.

2.2. Ključne razlike između CSS-a i SCSS-a

SCSS uključuje sve CSS i druge funkcije koje nisu dostupne u istom, što ga čini snažnom alternativom za razvojne programere. SCSS je izražajniji od CSS-a. SCSS koristi manije linija što olakšava učitavanje koda. Regularni CSS ne podržava gnježđenje. Unutar druge klase ne možemo napisati klasu; to sve utiče na lošu čitljivost koda, a što je projekat veći – ovaj problem je izražajniji. Mnogo različitih scss fajlova se mogu koristiti čak i za samo jednu html stranicu i to

pomoću samo jedne linije koda. Prethodno pomenuta mogućnost korišćenja varijabli, selektora, gnježđenja nije moguće u čistom CSS-u. SCSS nam takođe omogućava korišćenje operatora za izvršavanje matematičkih operacija – unutar koda možemo izvršavati kalkulacije i tako dobiti na performansama. [3]

Da bismo shvatili razlike, pogledajmo prvo dio koda koji je napisan u klasičnom CSS-u:

```
body {
	background-color: yellow;
}
.myclass {
	background-color: white;
}
#myid {
	background-color: black;
}
.myclass h1 {
	color: gray; text-align: center;
}
.myclass p {
	color: black;
}
#myid h1 {
	color: yellow;
	text-align: center;
}
#myid p {
	color: white;
}
```

CSS koristi 'selektore', oni pronalaze HTML elemente. Selektori u prethodnom kodu su nazivi ispred zagrada. Unutar zagrada se nalaze stilovi koji će se primijeniti na elemenat kojeg biramo selektorom.

Kod napisan u SCSS-u:

```
$theme_gray: gray; $theme_black: black; theme_yellow: yellow;
$theme_white: white;

body { background-color: $theme_yellow; }

.mojaklasa {

	background-color: $theme_white;

	h1 {

		color: $theme_gray; text-align: center;

	}

	p {

		color: $theme_black;

	}

}

#mojid {

	background-color: $theme_black;

	h1 {

		color: $theme_yellow; text-align: center;

	}

	p { color: $theme_white;

	}

}
```

SCSS datoteka će biti kompajlirana/izvršena nazad u originalni CSS, ali sam tok pisanja SCSS-a i korišćenje njegove sintakse ima mnogo prednosti tokom rada na projektu.

Prva stvar koju možemo primijetiti su varijable, koje se inače koriste u svakom programskom jeziku danas. One se definišu pomoću vodećeg znaka za dolar. Obično, kada koristimo varijable u SCSS-u, stavljamo ih u zasebnu datoteku. Njihovo dodavanje stavljamo na prvo mjesto, prije

dodavanja svih ostalih datoteka, tako da varijable postaju dostupne za upotrebu u cijelom projektu. Kreiranjem *varijable.scss* datoteke sa, recimo, bojama, marginama i slično, nikada više nećemo morati otvoriti fajlove sa dizajnom da bismo provjerili koja vrijednost boje treba da se koristi u našem projektu ili koja je širina kontejnera koju moramo koristiti. Takođe, ako na X broju mjesta koristimo jednu varijablu, nećemo morati toliko puta kopirati vrijednost varijable, nego je dovoljno da tu vrijednost promijenimo na samo jednom mjestu. Primjer učestalih varijabla, pored ovih navedenih za boje, su i fontovi. Zamislimo da moramo ovu vrijednost pisati ili kopirati na mnogo mijesta: `$ubuntu-font: 'Ubuntu', 'Arial', 'Helvetica', sans-serif;` Ovo bi nam značajno usporilo proces kodiranja.

Gnježđenje ima mnoge prednosti: možemo uskladiti strukturu SCSS-a sa strukturom našeg HTML-a. Gnježđenje sprječava potrebu da se uvijek iznova piše jedan te isti selektor. Gnježđenje je prirodnija sintaksa, lakše i brže se čita i razumije. Ugniježđeni stilovi se lakše održavaju.

```
.mojaklasa {
     background-color: $theme_white;
     h1 {
          color: $theme_gray;
          text-align: center;
     }
     p {
         color: $theme_black;
     }
}
```

```
.mojaklasa {
    background-color: white;
}
.mojaklasa h1 {
   color: gray;
   text-align: center;
}
.mojaklasa p {
    color: black;
}
```

Na lijevoj strani vidimo način na koji se gnijezde selektori u SCSS-u, sa desne strane vidimo kako je neefikasno pisati isti kod u CSS-u. Takođe, ako poželimo izmijeniti naziv klase, u SCSS-u ćemo to uraditi samo na jednom mjestu, dok u CSS-u na tri.

Pogledajmo način na koji se kompajlira ili izvršava sledeći dio koda: recimo da u našem projektu imamo zahtjev da napravimo par potvrdnih okvira (checkboxes), kao na slici:

Slika 6: Izgled potvrdnih okvira

CSS kod za mijenjanje boja na klik bi izgledao ovako:

```
.checkbox:nth-child(1) input:checked + label {
    background-color: #356cd2;
    border-color: #356cd2;
}
.checkbox:nth-child(2) input:checked + label {
    background-color: #edaa2c;
    border-color: #edaa2c;
}
.checkbox:nth-child(3) input:checked + label {
    background-color: #1dbf26;
    border-color: #1dbf26;
}
.checkbox:nth-child(4) input:checked + label {
    background-color: #ed482c;
    border-color: #ed482c;
}
.checkbox:nth-child(5) input:checked + label {
    background-color: #ed2c83;
    border-color: #ed2c83;
}
```

Slika 7: Izgled CSS koda za sliku 1

SCSS kod za istu funkciju izgleda ovako:

```
$colours: (
    1:  (bg: #356cd2),
    2:  (bg: #edaa2c),
    3:  (bg: #1dbf26),
    4:  (bg: #ed482c),
    5:  (bg: #ed2c83)
);

@each $i, $j in $colours {
    &:nth-child(#{$i}) {
        input {
            &:checked + label {
                background-color: (map-get($j, 'bg'));
                border-color: (map-get($j, 'bg'));
            }
        }
    }
}
```

Slika 8: Izgled SCSS koda za sliku 1

Možemo da primijetimo da način pisanja u CSS-u djeluje dosta neefikasnije jer imamo mnogo ponavljajućih elemenata, što također usporava pisanje koda i nadodaje dosta linija našem dokumentu sa stilovima. SCSS @each pravilo nam olakšava izostavljanje nepotrebnih dijelova koda za svaki element liste ili svaki par u mapi. Odličan je za ponavljajuće stilove koji imaju malo varijacija među njima. Obično način pisanja ovog pravila ide ovako:

@each <varijabla> u <izraz> { ... }, gdje izraz vraća listu. Blok se provjerava za za svaki element liste. U SCSS-u također imamo mogućnost da koristimo @for i @while petlje, koje rade na sličan način kao i u nekom drugom programskom jeziku poput C++ -a.

Još jedna jako korištena mogućnost SCSS-a u miksini. Miksine možemo zamisliti kao funkcije. Oni prihvataju parametre i vraćaju CSS kod. Odlična su stvar kod pisanja ponavljajućih stilova. [4]

```
@mixin set-text-style($family:'Tahoma', $weight: 500, $style: normal, $color: black) { font-family: $family , 'Arial', 'Helvetica', sans-serif; font-style: $style; font-weight: $weight; color: $color; }
```

Da bismo koristili kreirani miksin, samo ga moramo pozvati umjesto svojstva u SCSS datoteci, koristeći @include, a zatim i misin sa parametrima, kao na primjer: `h2 { @include set-text-style('Roboto', 600, 'italic', blue); }`

Izvršeni kod u CSS-u izgleda ovako: `h2 { font-family: 'Roboto' , 'Arial', 'Helvetica', sans-serif; font-style: 'italic'; font-weight: 600; color: blue; }`

3. ZAKLJUČAK

U radu smo prikayali samo dio fukcija koje SCSS ima, ali poprilično je evidentno da korišćenje predprocesora ima puno prednosti u odnosu na klasični CSS pristup. Ekspresivnost, varijable, gnježđenje, korišćenje miksina, laka organizacija i strukturisanje koda su samo neke od prednosti bilo kojeg predprocesora za koji se odlučimo. Pored toga, predprocesori imaju i mnoge druge mogućnosti poput nasleđivanja, funkcija, korišćenja tipova podataka, korišćenje IF iskaza i sl.

Jedna stvar koju predprocesori zahtijevaju (u našem slučaju SCSS) je izvršavanje koda. Dakle, to moramo uzeti u obzir kada budemo razmišljali o prelasku na neki predprocesor. Mnogi alati mogu pratiti izmjene u našem kodu, ponovo ih izvršavati kada otkriju da se kod izmijenio i stoga ponovo učitati preglednik.

Ono što je zajedničko svakom programeru, bio on početnik ili sa mnogo godina iskustva, je pridržavanje DRY pravila priliko pisanja koda. DRY ili Don't Repeat Yourself princip nam govori da bi trebala postojati samo jedna kopija bilo koje važne informacije. Razlog ovog načela je to što se jedna kopija mnogo lakše održava; ako je potrebno promijeniti podatke, postoji samo jedno mijesto za izmjenu. Ovaj način promoviše efikasnost. Nadalje, ako dozvolimo da imamo više kopija neke informacije, postoji mogućnost da se kopije razlikuju ili da jedna kopija postane zastarjela. Iz ove perspektive, samo jedna kopija podataka poboljšava njenu tačnost.

Iz prethodnih primjera vidimo da je optimizacija CSS koda jako teška ukoliko žalimo da pratimo DRY princip jer je vrlo moguće da ćemo, radeći na velikom projektu, imati dosta stilova koji se (nepotrebno) ponavljaju. Dobru ulogu u ovome igra korišćenje predprocesora, obzirom da vrlo lako možemo izbjeći dupliranje jednakih stilova.

Može potrajati neko vrijeme kako bismo savladali korišćenje nekog predprocesora i svih njegovih mogućnosti, ali to će nam donijeti uštede u daljnjem radu.

LITERATURA

[1] "CSS," 8 8 2021. [Online]. Available: https://meiert.com/en/blog/css-dry-and-optimization/. [Accessed 8 8 2021].

[2] [Online]. Available: https://www.stat.auckland.ac.nz/~paul/ItDT/HTML/node23.html. [Accessed 12 8 2021].

[3] [Online]. Available: https://www.mugo.ca/Blog/7-benefits-of-using-SASS-over-conventional-CSS. [Accessed 15 8 2021].

[4] [Online]. Available: https://sass-lang.com/guide. [Accessed 17 8 2021].

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA U INFORMATIČKOJ BEZBJEDNOSTI

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN INFORMATION SECURITY

Boris Kovačić
Agencija za lijekove i medicinska sredstva BiH, b.kovacic@almbih.gov.ba

Apstrakt: *Cilj istraživanja je ukazati na tendenciju razvoja Blockchain tehnologije i njenu upotrebu u informatičkoj bezbjednosti. Veoma veliku ulogu ima kod SIEM uređaja, kao centralne tačke bezbjednosti, zbog neizmjenjivosti lanca podataka. Osim toga u kombinaciji sa drugim algoritmima ima upotrebu u antivirusnim rješenjima i zaštiti transfera podataka u računarskim mrežama.*

Ključne riječi: *Blockchain, Informatička bezbjednost, SIEM, PKI, zaštita podataka*

Abstract: *The aim of the research is to point out the tendency of Blockchain technology development and its use in information security. It plays a very important role in SIEM devices, as a central security point, due to the immutability of the data chain. In addition, in combination with other algorithms, it is used in antivirus solutions and data transfer protection in computer networks.*

Key Words: *Blockchain, IT security, SIEM, PKI, data protection*

1. UVOD

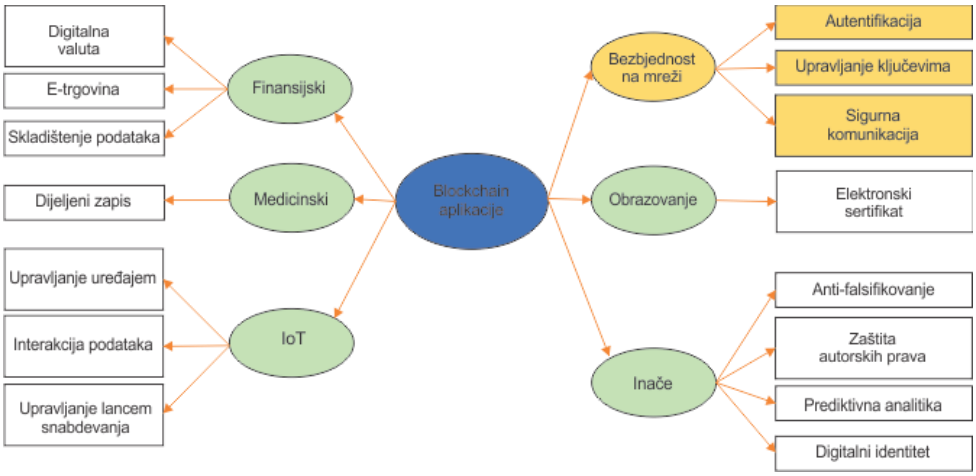
Kada spomenemo informatičku bezbjednost pomislimo na vatrene zidove, mrežne razdjelnike višeg sloja, zaštitne zidove za internet aplikacije ili druge mrežne uređaje. Međutim kada imamo mnogo uređaja koji generišu mnogo logova, te servere koji takođe generišu mnogo logova, te druge vidove zapisa kao što su specifični izvještaji, onda nastaje problem praćenja tolikog broja informacije, te je potrebno od šume podataka dobiti korisnu informaciju na koju inženjer u obralsti informatičke bezbjednosti treba da obrati pažnju i alarmira i sačini izvjeptaj ili zabilješku. U ovu svrhu nam služe „Security Information and Event Management“ ili skraćeno napisano „SIEM“. Ova skraćenica kada se doslovno prevede znači „Bezbednosne informacije i upravljanje događajima“, a u praksi prestavlja sistem koji je centralno mjesto za prikupljanje i obradu bezbjednosnih informacija cijelog informacionog sistema. U poglavlju Informatička bezbjednost ću detaljnije pojasniti.

Kada spomenemo „*Blockchain“* tehnologiju pomislimo odmah na kriptovalute, međutim ova tehnologija je pronašla i u drugim granama informatike svoje mjesto. Prije svega se misli na informatičku bezbjednost.U daljnjem tekstu ću ovu tehnologiju navoditi kao blokčejn.

2. *BLOCKCHAIN* TEHNOLOGIJA

Blokčejn je decentralizovana P2P mreža u kojoj sve generisane transakcije potvrđuje

registrovani čvorovi i evidentirani u distribuiranoj i nepromenljivoj glavnoj knjizi. U ovom kontekstu, konsenzus algoritam je jezgro blockchain tehnologije, jer garantuje pouzdanost mreže. Konkretno, pošto ne postoji centralno tijelo za verifikaciju proizvedenih događaja, svaka transakcija je potrebna da bi ih verifikovali čvorovi blokčeina zajedničkim dogovorom, odnosno konsenzusom.



Slika 9. Tipični scenariji primene Blokčejn tehnologije [5]

Središnji dio Blokčejn tehnologije je decentralizovana struktura, koju zagovornici smatraju zaštićenom od neovlašćenih promjena, nepromenljivom, evidencijom označenom vremenom i efikasnijom. Mnogo je tehnika u osnovi ove terminologije koje se sastoje od kriptografije, matematike, umrežavanja i modela ekonomije deljenja. Kao okosnica blokčejn operacija, umesto centralizovanog servera, model „peer-to-peer (P2P)“ sa konsenzus algoritmima se koristi za preuzimanje cijele mreže radi rješavanja problema sinhronizacije iz distribuirane baze podataka. To je decentralizovano okruženje preko mreže i ne zavisi od bilo koje treće strane koju treba održavati.

Iako blokčejn predstavlja decentralizivano rješenje koje favorizuje IoT uređaje, postoje posebne prednosti i nedostaci koje treba uzeti u obzir:

Prednosti:

• Tačnost u verifikaciji

• Uklanjanje nezavisnih verifikatora koji snižavaju troškove

• Sigurnost putem decentralizacije

• Transparentnost

• IoT i 5G mogućnosti

• Skalabilnost

• Provjera i sljedivost

• Bolji pristup podacima

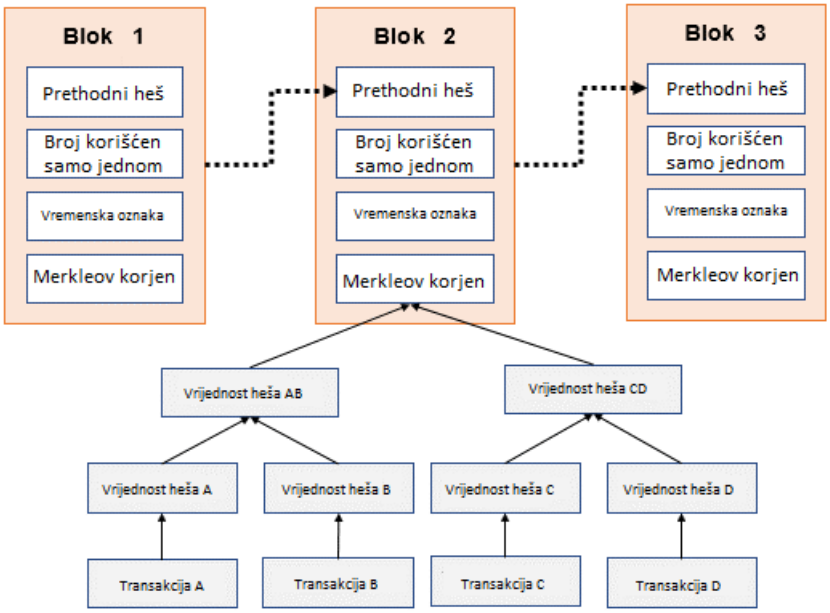
Nedostatci:

• Povećani troškovi tehnologije

• Problemi sa kašnjenjem i performansama i dalje postoje

• Privlačnost hakerima

• Kratka istorija rezultata [1]



Slika 10. Povezana lista veza između blokova u blokčejnu [6]

3. INFORMATIČKA BEZBJEDNOST

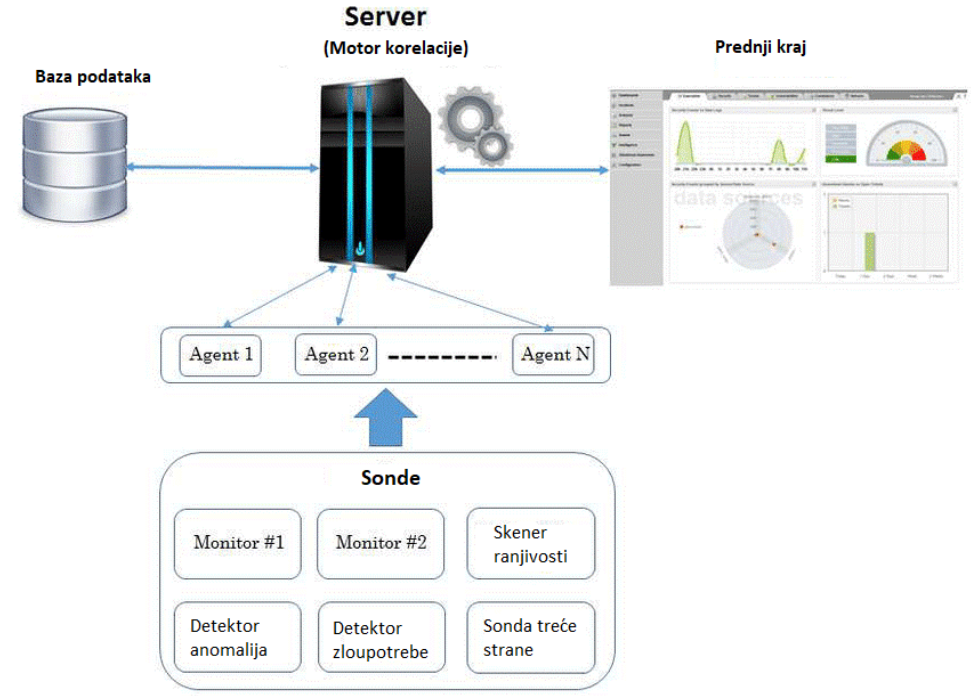
Kada pomenemo informatičku bezbjednost prvo pomislimo na antivirusna rješenja, a potom na vatreni zid i druge bezbjednosne uređaje. Svi uređaji prikupljaju informacije u vidu logova i drugih oblika podataka. Srazmjerno veličinama informatičkih sistema postoji veoma veliki broj izvora sigurnosnih informacija i statusa, a koji se vremenom povećava. Različiti uređaji generišu velike količine logova koje je vrlo teško pratiti i analizirati u realnom vremenu pa se često događa da neke incidente primjetimo prekasno ili ih uopšte ne primjetimo. „SIEM“ sistemi su rješenja za prikupljanje, normalizaciju i automatizovanu analizu sigurnosnih događaja i logova sa različitih

uređaja u realnom vremenu. Ovi sistemi prikupljaju i provjeravaju koleraciju logova sa svih mrežnih uređaja, servera, aplikacija za upravljanje identitetima i pristupa resursima, baza podataka te drugih servisa u sistemu. prikupljaju se na jednom mjestu radi obrade i generisanja izvještaja, te arhiviranja.

SIEM rješenja nakon prikupljanja logova i analize događaja, uzimajući u obzir njihovu korelaciju, automatski generiše upozorenja i izvještaje u realnom vremenu. Zavisno o potrebi, može se podesiti i slanje notifikacija za potencijalno opasne događaje.

Na jednoj konzoli prikazuju se upozorenja sa cijele mreže, prezentuju i povezuju informacije, generišu izvještaji te radi dugoročno pohranjivanje bezbjednosnih informacija. Fokus je na praćenju i upravljanju korisničkim i servisnim pravima, imeničkim servisima, praćenju aktivnosti na mreži i promjena u sistemu, reviziji logova i upravljanju odgovorima na prijetnje.

Arhivirane logove nije moguće mijenjati ili brisati u svrhu prikrivanja aktivnosti.



Slika 11. Klasična arhitektura SIEM sistema [3]

4. *BLOCKCHAIN* TEHNOLOGIJA U INFORMATIČKOJ BEZBJEDNOST

Kada pomenemo blokčejn tehnologiju u informatičkoj bezbjednosti imamo više segmenata gdje je ova tehnologija našla svoju primjenu. Nabrojati ću neke trenutno najprimjenjivije u ovoj oblasti. Blokčejn tehnologiju u informatičkoj bezbjednosti možemo koristiti za:

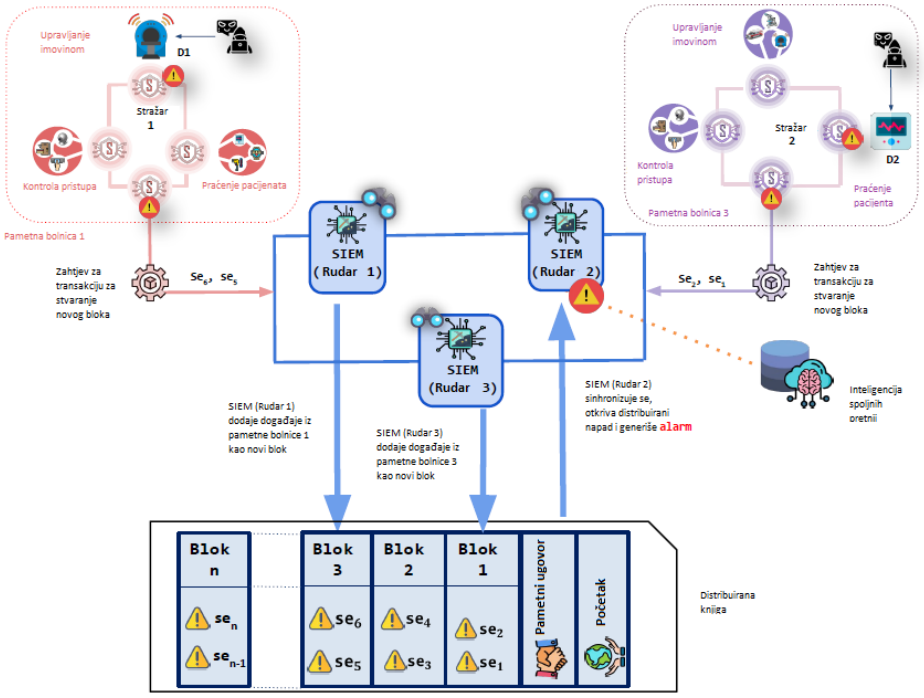
- Korišćenje autentifikacije za zaštitu graničnih (ivičnih) uređaja
- Povećavanje sigurnost i integritet podataka

- Omogućavanje sigurnijih privatnih poruka
- Povećanje ili čak potpuna zamena PKI
- Sigurniji DNS
- Smanjenje broja DDoS napada

U praksi se ova rješenja vide u antivirusnim aplikacijama, aplikacijama na vatrenim zidovima, SIEM uređajima, sistemima zaštite IoT uređaja, sistemima zaštite prenosa podataka, sistemima zaštite od DDoS napada i drugim sličnim rješenjima. [7]

Kasperski kompanija u svojim aplikativnim proizvodima za zaštitu informacionih sistema osim što koristi blokčejn tehnologiju u svojim rješenjima nudi i zaštitu drugih poslovnih rješenja razmjena podataka na bazi ove tehnologije. „Insolar Blockchain“ platforma je tehnološko rešenje distribuirane knjige (DLT) koje omogućava preduzećima da izgrade i pokrenu „dApps“ - decentralizovane poslovne aplikacije.

Kako sam već prethodno naveo SIEM uređaj je centralno mjesto sigurnosti jednog informacionog sistema. U novije doba ova rješenja se koriste za kontrolu bezbjednosti informacionih sistema pametnih gradova. Na slici ispod je prikazano jedno SIEM rješenje koje otkriva distibuiran napad na pametni grad. Ova slika je prikazana jer rješenje koristi blokčejn tehnologiju, tako da je uveliko otežalo hakerima napad.



Slika 12. Primjer SIEM-a sa otkrivanjem distribuiranog napada od bezbednosnih događaja koji dolaze od različitih uređaja [2]

SIEM koji koristeći kombinaciju algoritama radi koleraciju logova sa više uređaja postiže otkrivanje napada ili druge vidove ugrožavanja informacionog sistema, te to trajno zapisuje u bazu. S obzirom da je opšte poznato da su baze podataka izmjenjive, ukoliko hakeri dođu do njih mogu izmjeniti zapis. Ovdje veliku ulogu igra blokčejn tehnologija. S obzirom da se blokovi trajno upisuju i svaka promjena ostaje neizbrisivo upisana, to omogućuje forenziku u slučaju izmjene baze i na taj način onemogućuje napadače na infomracioni sistem da sakriju tragove napada na informacioni sistem.

5. ZAKLJUČAK

S obzirom na sve navedeno izvodi se zaključak da blokčejn tehnologija ima sve većeg udjela u informatičkoj bezbjednosti. Stalnim unapređenjem algoritama i kombinovanjem blokčejn tehnologije sa postojećim bezbjednosnim rješenjima postižu se sve bolji i bolji rezultati u zaštiti infomracionih sistema. Postoji mogućnost da se sa ovom tehnologijom postigne da se određene opsnosti nultog dana (engl. „0 day“) otklone i prestanu biti opasnosti, ali i potencijalno pojave nove.

Ovom tehnologijom se tek zakoračilo u novu oblast, ali razvoj u zaštiti informacionih sistema mora biti brz, jer će ugroziti postojeća rješenja ukoliko se ozbiljno ne pristupi inovativnim unapređenjima zaštite informacionih sistema.

REFERENCE

[1.] Arthur M. Langer, Analysis and Design of Next-Generation Software Architectures (Blockchain Analysis and Design); Center for Technology Management, Columbia University, New York, NY, USA, 2020, https://doi.org/10.1007/978-3-030-36899-9_7;
[2.] Botello, J.V.; Mesa, A.P.; Rodríguez, F.A.; Díaz-López, D.; Nespoli, P.; Mármol, F.G. BlockSIEM: Protecting Smart City Services through a Blockchain-based and Distributed SIEM. Sensors 2020, 20, 4636. https://doi.org/10.3390/s20164636;
[3.] Di Mauro, Mario & Di Sarno, Cesario. (2017). Improving SIEM capabilities through an enhanced probe for encrypted Skype traffic detection. Journal of Information Security and Applications. 38. 10.1016/j.jisa.2017.12.001.
[4.] Granadillo, Gustavo & González-Zarzosa, Susana & Diaz, Rodrigo. (2021). Security Information and Event Management (SIEM): Analysis, Trends, and Usage in Critical Infrastructures. Sensors. 21. 4759. 10.3390/s21144759.
[5.] Gautam Kumar, Dinesh Kumar Saini, and Nguyen Ha Huy Cuong, Cyber Defense Mechanisms- Security, Privacy, and Challenges, CRC Press, New York, 2021;
[6.] Phan, Duy & Hien, Do & Pham, Van-Hau. (2020). A survey on Blockchain-based applications for reforming data protection, privacy and security.
[7.] Kaspersky, INSOLAR - Hands-on experience in security assessment for an enterprise 2020 blockchain,https://media.kaspersky.com/en/business-security/case-studies/Insolar_Kaspersky_Application_Security_Assessment_case _Study.pdf

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

DLT/BLOCKCHAIN USE IN IDENTITY MANAGEMENT SYSTEMS

Milan Marković
Pan-European University APEIRON Banjaluka, milan.z.markovic@apeiron-edu.eu

Abstract: *Distributed Ledger Technologies (DLT) [1] refers to a novel and fast-evolving approach to recording and sharing data across multiple data stores (or ledgers). This technology allows for transactions and data to be recorded, shared, and synchronized across a distributed network of different network participants. A blockchain is a particular type of data structure used in some distributed ledgers which stores and transmits data in packages called blocks that are connected to each other in a digital chain. Blockchain employ cryptographic and algorithmic methods to record and synchronize data across a network in an immutable manner.*

For example, a new digital currency transaction would be recorded and transmitted to a network in a data block, which is first validated by network members and then linked to an existing chain of blocks in an append-only manner, thus producing a blockchain. As a cryptographic-based distributed ledger, blockchain technology [2,3] enables trusted transactions among untrusted participants in the network. Since the introduction of the first Bitcoin blockchain in 2008 [4], various blockchain systems, such as Ethereum [5,6] and Hyperledger Fabric [7], have emerged with public and private accessibility outside of existing fiat currencies and electronic voucher systems. Recently, blockchain technology has also been the subject of an increasing number of scientific researches [8–12], and has raised significant interest due to its unique trust and security characteristics. In this paper, use of DLT/Blockchain technologies in Identity and Access Management Systems is considered.

KeyWords*: Distributed Ledger (DL), Distributed Ledger Technologies (DLT), Blockchain, Identity and Access Management Systems.*

1. INTRODUCTION

Blockchain Identity Management offers a decentralized and secure solution that puts users back in control via a distributed trust model. The blockchain technology is benefiting several industries with transparency, security and many more features, adding value to their businesses. Thus, it is to be believed that it is all set to transform the current working of identity management as well, in a highly secure manner [13].

Sharing multiple IDs leads to privacy concerns and data breaches. Therefore, the blockchain can pave the path to self-sovereign identity [14] through decentralized networks. A self-sovereign identity assures privacy and trust, where identity documents are secured, verified and endorsed by permissioned participants.

Everyone uses identity documents on a regular basis, which get shared with third-parties without their explicit consent and stored at an unknown location. Whether a person needs to

apply for a loan, open a bank account, buy a SIM card, or book a ticket, use of identity documents can be experienced in our day-to-day lives. Companies such as government institutes, banks, and credit agencies are considered to be the weakest point in the current identity management system as they are vulnerable to theft and hacking of data. Thus, the blockchain comes with the possibility to eliminate the intermediaries while allowing citizens to manage identity on their own. **Here are some of the challenges that exist in Traditional Identity Management:**

Identity theft. People share their personal information online via different unknown sources or avail services which can put their identification documents into the wrong hands. Also, online applications maintain centralized servers for storing data; it becomes easier for hackers to hack the servers and steal the sensitive information. The breach statistics indicate how quickly a hacker can steal the personal information or other confidential information.

A combination of usernames and passwords. While signing up on multiple online platforms, users have to create a unique username and password every time. It becomes difficult for an individual to remember a combination of username and password for accessing different services. Maintaining different authentication profiles is quite a challenging task.

KYC (Know Your Customer) Onboarding. The current authentication process involves three stakeholders, including verifying companies/KYC companies, users, and third-parties that need to check the identity of the user. The overall system is expensive for all these stakeholders. Since KYC companies have to serve requests of different entities such as banks, healthcare providers, immigration officials, and so on, they require more resources to process their needs quickly. Therefore, KYC companies have to charge a higher amount for verification which is passed to individuals as hidden processing fees. Moreover, third-party companies have to wait for a long time to onboard the customers.

Lack of Control. Currently, it is impossible for the users to have control over the personally identifiable information (PII). They do not have an idea of how many times PII has been shared or used without their consent. Moreover, individuals do not even know where all their personal information has been stored. As a result, the existing identity management process requires an innovative change. Using blockchain for identity management can allow individuals to have ownership of their identity by creating a global ID to serve multiple purposes.

Blockchain offers a potential solution to the above challenges by allowing users a sense of security that no third party can share their PII without their consent.

Using blockchain, a platform can be designed to protect individuals' identities from breaches and thefts. Moreover, it can allow people the freedom to create self-sovereign and encrypted digital identities, replacing the need for creating multiple usernames and passwords.

Benefits of using Blockchain Identity Management from the user's point of view (an example from [13]):

- **Unique ID:** Each user who registers on Blockchain identity management system will get a unique identity number. The user's unique ID number consists of all personally identifiable information in an encrypted format that is stored on their device backed by IPFS. IPFS stands for Interplanetary File System [15,16]. Users

can simply share their unique ID with any third-party to authenticate themselves directly through the Blockchain Identity Management.

- **Consent:** A blockchain identity management system will not store any users' information. Moreover, the system uses Smart contracts to enable the controlled data disclosure. Thus, data manipulation is not possible on the blockchain. Identity management system linked with blockchain is highly secure for identity holders as well. No transaction of users' information can occur without the explicit consent of the user. It makes the user control their personally identifiable information.
- **Decentralized:** No personal identification documents of the users will be stored in a centralized server. All the documents that identify users get stored on their device backed by IPFS, making it safe from mass data breaches. Using the Blockchain identity management backed by IPFS does not allow any hacker to steal the identifiable information. Since the system will be decentralized, there will be no single point of failure (SPOF). Single point of failure represents the part of the system; if it fails, the system will stop working. Therefore, the absence of SPOF ensures that the system will never compromise.
- **A universal ecosystem:** The blockchain identity management does not set to any geographical boundaries. So, users can use the platform across the borders to verify their identity.

Impact of using Blockchain Identity Management on Users and Businesses:

- **User-optimized:** Blockchain ecosystem is highly cost and time efficient. Moreover, the cost incurred in verifying identities gets lowered both for business and users.
- **Transparent:** Everyone connected to the network can trace the transactions recorded on the blockchain. Verifiable authenticity exists for every made transaction.
- **Obscure:** It ensures the privacy of the transactions for the parties connected to the blockchain.
- **Decentralized:** Instead of the storing the data on a single centralized server, decentralization enables the distribution of information on every node in the network, reducing the chances of a single point of failure.
- **Universal Identity:** Users can ask the organization to verify their identity across the border as well.

Some examples of blockchain based architecture for identity and access management systems are given on Fig. 1 [17].

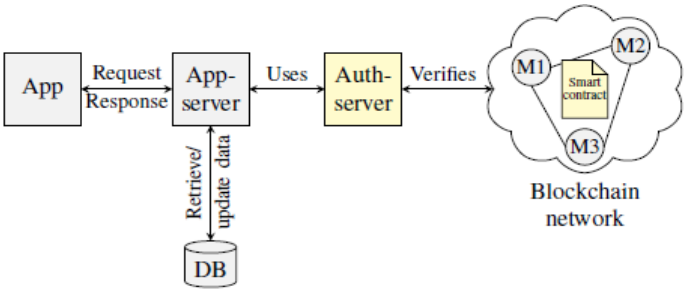


Figure 1: Architecture of the identity and access management system using a blockchain with smart contracts

2. SELF SOVEREIGN IDENTITY

Successful implementation of the Blockchain identity management can enhance the level of security and privacy. The immutable and decentralized ledger allows third parties to validate the user's data without wasting time and money. As an example, the blockchain identity management could explore a self-sovereign identity management model [1].

The first model of digital identity was a siloed one. Each organisation issues a digital credential to a user to allow him to access its services. Each user needs a new credential for every new organisation he engages with. This provides a "poor overall user experience". Just remember all the websites you had to register and create new passwords and login details for.

The second model of **digital identity** is called the "Federated" one. Because of the poor user experience of the first model, third parties began issuing digital credentials that allow users to login to services and other websites. The best examples of this are "Login with facebook" and "Login with Google" functionalities. Companies "outsourced" their **identity management** to major corporations who have an economic interest in amassing such large databases of personal data. This, of course, raises privacy and security concerns. Facebook, Google and others became the **middlemen of trust**.

The emergence of **Blockchain** technology is what allowed the third model: **Self-Sovereign Identity.** Through the use of the blockchain technology (e.g. Sovrin [1]), the technology of **Self-Sovereign Identities** may become a reality. A **Self-Sovereign Identity** is an identity you own. It is yours. Only you hold it, on your own personal **digital identity wallet**, and only you decide who gets to "see" it and what of it they get to "see".

This avoids the honeypot problem. There is no centralised storage of identity that may be subject to breaches. Meaning that for hackers to steal 50 million identity records they would have to hack those 50 million people **individually**which is considerably more difficult.

Characteristics of Self-Sovereign Identity:

- **User-centric**. Each user owns his own data and does not rely on a central entity to prove claims about himself
- **Consent and Control**. Each user has full control and consent on what personal information he his sharing and with whom.

- **Interoperability**. Self-Sovereign Identity uses a common identity metasystem. This allows users to verify their identity across multiple platforms and locations (that use the same metasystem).

A Self-Sovereign Identity is thus **portable, private and secure**. An overview architectural self-sovereign scheme is given on Fig. 2 [18].

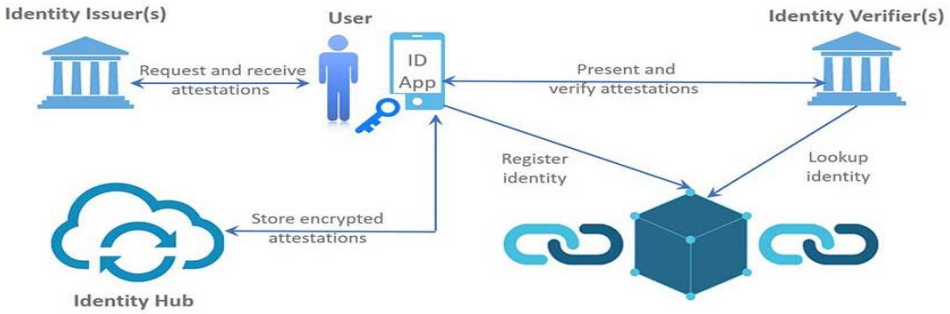


Figure 2: Architecture of the identity and access management system using a blockchain with smart contracts3. Blocks in DLT/Blockchain

3. SMART CONTRACTS

A smart contract is a computer code that can be built into the blockchain to facilitate, verify, or negotiate a contract agreement. Smart contracts operate under a set of conditions that users agree to. When those conditions are met, the terms of the agreement are automatically carried out.

Smart contracts, in the context of DLT, are programs that are written on the underlying distributed ledger and are executed automatically by nodes on the network. Any instruction that could be executed by a computer could theoretically be run by a smart contract. Transactions or data recorded on the distributed ledger trigger the smart contract and the actions taken are in turn recorded in the ledger. Another way of putting this is that smart contracts "allow for logic to be programmed on top of the blockchain transaction" [6]. The same applies to other DLs, as smart contracts can also be executed by DLs that are not blockchains. Smart contracts have to be verifiable by each node on the network, meaning that all nodes on the network must see the same data.

The term was first coined by cryptographer Nick Szabo in a 1997 paper where he used a vending machine to illustrate the idea of a smart contract [18]. The vending machine, a mechanical device, controls ownership of an asset, the candy bar, and executes the transfer of ownership when triggered by a defined input, the event of entering a coin into the machine. The vending machine therefore enforces the terms of the pre-agreed "contract" that defines the underlying assets, inputs, and consequential actions. A ubiquitous modern analogy would be automatic trading rules, executed by a computer program, that initiate sales or purchases of securities at a pre-defined strike price. Potential applications of smart contracts could be used in the derivatives markets, mergers & acquisitions, and in securities transactions, among many others.

DLT systems provide a platform that allows for smart contracts, written in computer code, to actually control real-world assets, such as real estate, shares, land titles, or escrows, without the

need for a third party that controls the release of the assets, such as a broker, a land title administrator or an escrow agent, for example. This is due to the fact that the nodes in the distributed network have the ability to enforce a contract by executing code.

Smart contracts have captivated idealists because they make automated companies possible which do not rely on any human inputs – no managers or board directors - except financial backers. Ethereum is the second-largest public blockchain - after Bitcoin - and it is optimized for smart contract applications. A number of DAOs (Decentralized Autonomous Organizations) have been launched on the Ethereum platform, which are, in effect, venture capital funds for automated businesses. CoinDesk defines a DAO's goal as to codify the rules and decision making apparatus of an organization, eliminating the need for documents and people in governing, creating a structure with decentralized control. It works as follows:

- A group of people write the smart contracts (programs) that will run the organization.
- There is an initial funding period, in which people add funds to the DAO by purchasing tokens that represent ownership – this is called a crowdsale, or an initial coin offering (ICO) – to give it the resources it needs.
- When the funding period is over, the DAO begins to operate.
- People then can make proposals to the DAO on how to spend the money, and the members who have bought in can vote to approve these proposals. [19]

However, confidence in Ethereum was put to a test after a successful attack on such an entity – referred to as "The DAO Hack" - in June 2016 in which an attacker diverted 3.5 million units of Ethereum's cryptocurrency "ether", worth around US$50 million at the time of the hack. The DAO, which was run by a German start-up called Slock.it, had broken crowdsourcing records by raising the equivalent of US$120 million of ether in one month, which constituted 14% of all ether ever issued. A hacker exploited a flaw in the DAO software, an application run on Ethereum, but the core Ethereum blockchain itself was not hacked. This hack is an example of an exploit of a security vulnerability that existed in the application layer on top of the blockchain, which are a major security concern.

In response to the attack, the Ethereum community made a controversial decision to complete a so-called@hard fork" in the Ethereum blockchain in order to recover the stolen funds. As a result, the Ethereum blockchain was broken down into two separate, active cryptocurrencies: ether (containing the hard fork that restored the stolen funds, also referred to as Ethereum One or Ethereum Core) and Ethereum Classic (original transaction record with stolen funds still under control of the hacker). A survey among 240+ technical leaders in the blockchain community conducted by CoinDesk revealed that 63% reported no change in their use of Ethereum after the fork even though one third had originally opposed the hard fork [20]. In addition to technical vulnerabilities, the use of automated smart contracts combined with DLT also raise a number of legal and regulatory issues, for example related to liability, jurisdiction, amendments and voidability of contracts.

Blockchain technology is very powerful and capable of performing complex operations; far beyond simply understanding just how many bitcoins you have currently have in your digital wallet. This is where the idea of smart contracts come to fruition [26], thus, leveraging this powerful technology for equally complex jobs. Although they are new, smart contracts are already becoming a cornerstone for enterprise blockchain applications and are now considered to be one of the pillars of blockchain technology.

When you think of a *contract,* you probably envision two people sitting down together to write, agree, and sign a piece of paper. The efficiencies brought upon by the digitization of business, has prompted technologists to take aim at revising one of the most important components of modern day business – the contract. Our simple explanation of what a smart contract is, can be described as a computer program that acts as an agreement where the terms of the agreement can be pre-programmed with the ability to self-execute and self-enforce itself.

The main goal of a smart contract is to provide a superior system for contractual agreements solely based on computer code; than what currently exists based on antiquated judicial processes.

Modern-day blockchain based smart contracts (also called self-executing contracts, blockchain contracts, or digital contracts) utilize Byzantine Fault Tolerant algorithms and Cryptographic hashing via blockchain technology decentralization methods. Because smart contracts are pure computer program code, the logic imputed into the code is vitally important. Smart contract logic is derived from human logic and legal system legislation commonly used in business. The combination of computer science principles such as cryptography and distributed computing, in conjunction with centuries old judicial precedents, create a self-sustaining and efficient successor for legal agreements. The future of contracts will likely be a Federated human-plus-code model where contracts are verified for authenticity via blockchain, but human intervention is still possible for cases where errors need to be corrected or judicial recourse is required.

Smart contracts, often created by computer programmers through the help of smart contract development tools, are entirely digital and written using programming code languages such as Solidity, C++, Go, Python, Java. This code defines the rules and consequences in the same way that a traditional legal document would, stating the obligations, benefits and penalties which may be due to either party in various different circumstances. This code can then be automatically executed and enforced by a distributed ledger system.

In order to understand how smart contracts work, it is important to first make the distinction between the smart contract code and how/what that code is being applied to. A smart contract can be broken down into two separate components:

- **Smart Contract Code** – The code that is stored, verified, and executed on a blockchain.
- **Smart Legal Contracts** – The use of the smart contract code that can be used as a complement, or substitute, for legal contracts.

A smart contract could work on a distributed ledger [20] as follows:

1. **Coding.** Because smart contracts work like computer programs, it is very important that they do exactly what the parties want them to do. The code behaves in predefined ways and does not have the linguistic nuances of human languages, thus, it has now automated the "if this happens then do that" part of traditional contracts.
2. **Distributed Ledgers.** The code is then encrypted and sent out to other computers via a distributed network of ledgers (i.e. Blockchain). If this is done via public permissionless blockchain such as bitcoin, the contract is sent out similar to the way that a network update of a bitcoin transaction would occur. This can also be done in a permissioned or federated blockchain platform.
3. **Execution.** Once the computers in this network of distributed ledgers receive the code, they each come to an individual agreement on the results of the code

execution. The network then updates the individual ledgers by recording the execution of the contract, and subsequently monitors them for compliance within the terms of the smart contract. In this type of system, single party manipulation is obverted because control over the execution of the smart contract is no longer possible because execution is no longer in the hands of a single party.

4. CONCLUSION

Based on the material presented in this paper we could conclude that DLT/Blockchain technologies and smart contracts could be a potential secure platform for solving some issues in implementeing Identity and Access management systems, such as: **User-centricity and sovereignity, Consent and Control, as well as Interoperability.**

REFERENCES

[1.] IBRD/WorldBank, Distributed Ledger Technologies (DLT) and blockchain, FinTech Note, No. 1, 2017.
[2.] T. Aste, P. Tasca, T. Di Matteo, Blockchain technologies: the foreseeable impact on society and industry, Computer 50 (9) (2017) 18–28.
[3.] Z. Zheng, S. Xie, H. Dai, X. Chen, H. Wang, An overview of blockchain technology: architecture, consensus, and future trends, in: 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress), 2017, p. 557564.
[4.] S. Nakamoto, Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system, 2008. Www.Bitcoin.Org. https://bitcoin.org/bitcoin.pdf [Online]. Available.
[5.] G. Wood, Ethereum: a Secure Decentralized Generalized Transaction Ledger Yellow Paper, Ethereum Project. Yellow Pap., 2014, p. 132.
[6.] V. Buterin, A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform, Etherum, 2014 [Online]: http://buyxpr.com/build/pdfs/EthereumWhitePaper.pdf.
[7.] E. Androulaki, et al., Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains, in: Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference, 2018, pp. 30:1-30:15.
[8.] L. Kan, Y. Wei, A. Hafiz Muhammad, W. Siyuan, G. Linchao, H. Kai, A multiple blockchains architecture on inter-blockchain communication, in: 2018 IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C), 2018, p. 139145.
[9.] D. Miller, Blockchain and the internet of Things in the industrial sector, IT Professional 20 (3) (2018) 1518.
[10.] J. Fiaidhi, S. Mohammed, S. Mohammed, EDI with blockchain as an enabler for extreme automation, IT Professional 20 (4) (2018) 6672.
[11.] M. Samaniego, R. Deters, Blockchain as a service for IoT, in: 2016 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), 2016, p. 433436.
[12.] M.E. Peck, Blockchains: How They Work and Why They'll Change the World, IEEESpectrum, 2017.
[13.] Identity Management with Blockchain: The Definitive Guide (2019 Update), https://tykn.tech/digital-identity-management-blockchain/
[14.] http://www.businessworld.in/article/The-Future-Of-Identity-Is-Self-Sovereign-And-Enabled-By-Blockchain/29-10-2018-163096/
[15.] https://ipfs.io
[16.] Karan Kwatra, What is IPFS?, Mar 15, 2018, https://medium.com/wolverineblockchain/what-is-ipfs-b83277597da5
[17.] Tomas Mikula and Rune Hylsberg Jacobsen, Identity and Access Management with Blockchain in Electronic Healthcare Records, Conference Paper, August 2018
[18.] Nick Szabo, "The Idea of Smart Contracts" (1997). http://szabo.best.vwh.net/smart_contracts_idea.html
[19.] CoinDesk, "Understanding The DAO Attack", by David Siegel, 25 June 2016. https://www.coindesk.com/understanding-dao-hackjournalists/
[20.] The Ultimate Guide to Understanding Smart Contracts, https://www.blockchaintechnologies.com/smart-contracts/

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

INTERNET U AVIONU
INTERNET IN AIRCRAFT

Miloš Cvijić
Univerzitet Adriatik Bar, milos.cvijic.fskl@gmail.com

Zoran Ž. Avramović
Panevropski univerzitet APEIRON Banjaluka, zoran.z.avramovic@apeiron-edu.eu

***Apstrakt**: Imajući u vidu tržišnu borbu avio kompanija za svakog putnika, možemo zaključiti da će u toj borbi pobijediti avio kompanije koje od ukrcaja do iskrcaja putnika, uz prihvatljive cijene prevoza, budu nudile neprekidan pristup internetu. Nekada je TK veza u toku leta bila zahtevana samo od dela klijenata, jer su im u pojedinim momentima bile potrebne „brze" informacije o dešavanjima na berzi, kao i ostale informacije ali uglavnom vezane za biznis. U današnje vrijeme većina putnika zahtjeva neprekidan pristup internetu, pojedini zbog dolaska do informacija vezanih za posao dok drugi žele koristiti internet pristup u svrhe zabave. Ključno u procesu uvođenja interneta u avion je odabir odgovarajuće opreme. Osnovna podjela antenskih sistema za in-flight internet je na one koje komuniciraju sa satelitima i koje su znatno skuplji jer zahtevaju ugrađen mehanizam za automatsko usmjeravanje ka satelitima, i na antene koje komuniciraju sa zemaljskim baznim stanicama.*

***Ključne reči**: in-flight internet, avion, neprekidan pristup internetu, antenski sistemi, sateliti, zemaljske bazne stanice*

***Abstract**: Having in mind the market struggle of airlines for each passenger, we can conclude that in this struggle will win airlines that from boarding to disembarking passengers, with acceptable transportation prices, will offer uninterrupted Internet access. In the past, TC connection during the summer was required only from some clients, because at certain moments they needed "quick" information about events on the stock exchange, as well as other information, but mostly related to business. Nowadays, most travelers require uninterrupted internet access, some due to accessing business related information while others want to use internet access for entertainment purposes. The key in the process of introducing the Internet to an airplane is choosing the right equipment. The basic division of antenna systems for in-flight internet is into those that communicate with satellites and which are significantly more expensive because they require a built-in mechanism for automatic guidance to satellites, and antennas that communicate with ground base stations.*

***Keywords**: in-flight internet, airplane, uninterrupted internet access, antenna systems, satellites, ground base stations*

1. UVOD

Još od nastanka ideje o letenju ljudi javlja se potreba za prenosom informacija u toku leta. Uz osvrt na mit o Ikaru i Dedalu uviđamo da je problem mogao biti izbegnut da je u to vrijeme bila

moguća komunikacija u toku leta. Dedal bi, kao iskusan izumitelj, mogao davati Ikaru instrukcije u toku leta pa bi Ikar imao veće šanse da preživi. Iako možda ovakvom osvrtu nije mjesto u konferencijskom radu on nam pomaže da napravimo paralelu, jer su osnovne komunikacione potrebe ljudi ostale iste: želimo da razmjenjujemo informacije, da upozoravamo i budemo upozoreni u slučaju opasnosti, da informišemo bližnje gdje se nalazimo i kako nam je i obrnuto, da imamo saznanja o dešavanjima na udaljenim mjestima koja mogu uticati na nas.

Razvojem informacionog društva komunikacione potrebe ljudi su se značajno proširile kao i zavisnost ljudi o pristupu internetu. Najveću udobnost možemo opisati rečima "osećam se kao kod kuće", to važi i za transportna sredstva, u ovom slučaju avione. Razvojem usluga prevoza putnika u vazdušnom saobraćaju nastoji se pružiti što bolji kvalitet putovanja. Da bi putovanje bilo prijatno, putnicima je neophodno obezbjediti zadovoljenje njihovih potreba, kako osnovnih (kiseonik, piće, hrana, toalet) tako i dodatnih (gostoprimstvo, zabava, informisanje, internet).

Sistem pružanja usluge pristupa internetu putnicima u toku leta patentiran je 8. novembra 2011. godine u Sjedinjenim Američkim Državama i nosi oznaku US 8,055,704 B2 [8]. Izumitelji ovog patenta su David S. Benco i Michael J. Hawley iz države Illinois.

Evo jednog primjera povezivanja IP uređaje aviona u letu sa zemaljskim internetom. Jedan avion u grupi aviona u letu funkcioniše kao avion zemaljske veze sa direktnom komunikacionom vezom do zemaljske stanice. Svaki avion u grupi putuje u suštini u linearnom smjeru. Lanac komunikacija između susjednih aviona u grupi podržava među-avionske IP komunikacije za prenos IP informacija IP uređaja putnika. Avion sa zemaljskom vezom prikuplja informacije zasnovane na IP-u o IP uređajima putnika i prenosi ih na zemaljsku stanicu, koja je povezana na zemaljski internet. Komunikacioni satelit se u ovom pristupu ne koristi za podršku bilo kojoj od ovih komunikacija.

Kada govorimo o sistemu satelitskog povezivanja razlikujemo *Ku-band* i *Ka-band* opsege. Takođe, biće razmotreni koncepti *DA2G* i *SA2G* i uslovima u kojima se primjenjuju kao i hibridni koncept koji omogućava i satelitsku i direktnu komunikaciju sa baznim stanicama na zemlji.

2. DEFINISANJE POTREBA SAVREMENIH PUTNIKA

Razvojem civilizacije proporcionalno su se razvijale i potrebe ljudi. Svaki tehnološki napredak je čovjeku olakšao obavljenje određenih zadataka. Međutim, kod skoro svake inovacije u početku se javlja otpor budućih korisnika, osim kada se proširuje primjena nečega od čega su ljudi već uveliko zavisni, kao što je slučaj sa pristupom internetu.

Kada je riječ o putničkom vazdušnom saobraćaju kvalitet putovanja posmatramo sa dva stanovišta, to su biznis i ekonomska klasa. Sve do 80-ih godina prošlog vijeka kvalitet putovanja je konstantno rastao ne uzimajući u obzir klasu. Po razdvajanju ekonomske i biznis klase došlo je do znatnog pada kvaliteta putovanja kod putnika u ekonomskoj klasi, naročito pojavom low-cost kompanija, gdje je primjetno da se u relativno malom prostoru pokušava smjestiti što više putnika, tako da se česte primjedbe putnika odnose na nedovoljan prostor za noge. Ovakav pristup smještanja i pored brojnih primjedbi putnika, počeo se mijenjati tek pojavom pandemije virusa Covid-19.

Istovremeno u biznis klasi primjetan je napredak u kvalitetu putovanja, koji zavisi od avio kompanija. Kod visoko budžetnih avio kompanija postoje brojne pogodnosti za biznis klasu kao

što su: upotreba raznih gedžeta, masažna sjedišta, multimedijalni sistemi, kvalitetnija hrana i piće, više prostora, bolja udobnost, a od skoro i internet pristup.

Razvojem tehnologija koje koristimo u svakodnevnom životu, može se raći da smo kao društvo postali zavisni od pojedinih tehnologija. U našoj, ljudskoj, prirodi je da se lako navikavamo na bolje, ali nerijetko se bezuslovno prepuštamo i zaboravljamo način života prije uvođenja savremenih tehnologija. Jedna od takvih, nasušnih, tehnologija današnjice je i pristup interneru bilo gdje i bilo kada. Ono što je naročito izraženo kod mlađih generacije jeste potreba za pristupom internetu tokom čitavog dana, pa se jedino tokom sna mozak može „oporaviti" od obilja, često suvišnih, informacija koje prima tokom dana.

Da bi se uvidjele ozbiljnije potrebe za pristupom internetu najbolje je se vratiti u vrijeme kada je internet pristup bio ograničen i skup. Tada je internet više služio za bitne komunikacije, kao što su imejl, provjera stanja na berzama, ramjena hitnih instrukcija u biznisu, zdravstvu itd. Međutim, danas kada je internet relativno jeftin i široko dostupan, primat imaju zabavni sadržaji poput društvenih mreža.

3. INTERNET U AVIONU POSREDSTVOM SATELITA

Internet u avionu je usluga koju provajderi nude putnicima u toku leta (engl. in-flight). Ova usluga još uvjek nije široko dostupna, već je u ponudi imaju samo „ozbiljniji" avio prevoznici. Najčešće se koristi na pametnim telefonima, tablet i laptop računarima. Pristup korisničkog uređaja mreži unutar aviona je najčešće posredstvom Wi-Fi dok su u početku postojanja ove usluge u privatnim avionima postojali RJ45 portovi u sklopu radnih stolova ili pored sjedišta. Taj način povezivanja je bio primjenjivan zbog zabrinutosti od eventualnih interferencija Wi-Fi radio talasa i radio talasa komunikaciono-navigacionih uređaja na avionu. Ono što je i danas poželjno jeste da mobilni uređaji koji se povezuju na in-flight Wi-Fi imaju aktiviran Flight Mode kako bi se izbjeglo generisanje jačeg zračenja dok mobilni uređaj pokušava pronaći baznu stanicu, što bi moglo imati negativan uticaj na nesmetan rad navigaciono-komunikacionih uređaja aviona. Prilikom povezivanja na Wi-Fi unutar vazduhoplova komunikacija između Wi-Fi switch-a i uređaja je na relativno kratkoj udaljenosti i LOS između korisničkog i mrežnog uređaja.

Kada je riječ o načinu povezivanja aviona sa internetom prepoznaju se dva koncepta koja imaju najširu upotrebu: ATG (engl. Air to Ground), satelitska komunikacija i hibrindni koncept.

In-flight Wi-Fi internet pomoću satelita je složeniji, a trenutno i brži i pouzdaniji od ATG koncepta. Satelitski sistem na avionu možemo prepoznati po anteni/antenama koje su pričvršćene na gornoj strani trupa aviona. Ove antene komuniciraju sa satelitima koji kruže oko Zemlje. Ali pošto se i satelit i letelica kreću veoma velikom brzinom i udaljeni su približno 22.000 milja, antene moraju stalno da prilagođavaju svoj smjer prijema kako bi mogle da primaju signale[1]. Pored ugrađenog servera i Wi-Fi pristupnih tačaka, odvojeni uređaj kontroliše kretanje antene na osnovu lokacije leta i brzine. Sateliti su povezani sa zemaljskim stanicama koje su dalje povezane sa operativnim centrima provajdera usluga.

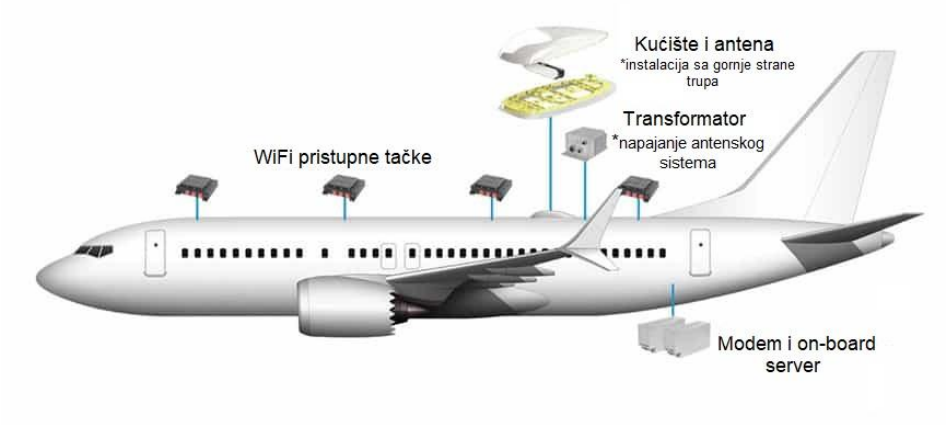
Dvije glavne prednosti satelitskog in-flight interneta su:

1. Dostupan je svuda, osim u okolini sjevernog i južnog pola. Tokom dugog leta antene se prilagođavaju tj. okreću ka satelitu sa kojeg imaju najbolji prijem.
2. Radi na višim frekvencijama koje omogućavaju veći protok i brzinu. Dvije glavne frekvencije dodjeljene satelitskom internetu su Ku-opseg (12–18 GHz) i Ka-opseg

(26–40 GHz). Ova dva opsega omogućavaju maksimalnu širinu opsega između 30 i 100 Mbps po vazduhoplovu, što je znatno veće od 10 Mbps koje nude ATG sistemi.

Međutim, prema [10] postoje tri glavna nedostatka ovog sistema:

1. Skuplji je, što se tiče opreme, održavanja i troškova propusnog opsega od jednostavnog ATG sistema. Ovo čini satelitsku opciju manje popularnom među manjim avio kompanijama i avio kompanijama na regionalnim rutama.
2. Udaljenost koju podaci moraju preći je izuzetno velika, što povećava kašnjenje. Latencija je vrijeme potrebno za putovanje podataka između izvora i odredišta u milisekundama. Iako je ukupna brzina veća, kada kliknete na vezu, primetiće se kašnjenje prije nego što se stranica počne učitavati, ali kada se pokrene, učitaće se gotovo odmah. ATG sistemi će, s druge strane, početi da se učitavaju gotovo odmah zbog manje kašnjenja, ali biće potrebno znatno vreme da se završe, zbog velike udaljenosti (skoro 45.000 milja).
3. Pored troškova opreme, instalacije i održavanja, drugi skriveni trošak koji predstavlja dolazni Wi-Fi sistem su i troškovi goriva. Iako se može činiti trivijalnim, promjena oblika izazvana antenama instalisanim na spoljnoj strani aviona kvari aerodinamiku aviona. Ovo povećava otpor kretanju, što povećava potrošnju goriva. Trenutno provajderi usluga rade na smanjenju veličine antene, kako bi smanjili ovaj trošak. Gogo-ova najnovija antena 2Ku debela je manje od 4 inča, što stvara mnogo manju neravninu.



Sika 1. Ilustracija neophodnih modula na/u avionu za pružanje usluge pristupa internetu posredstvom satelita

Vodeći provajderi interneta pomoću satelitskog sistema su:

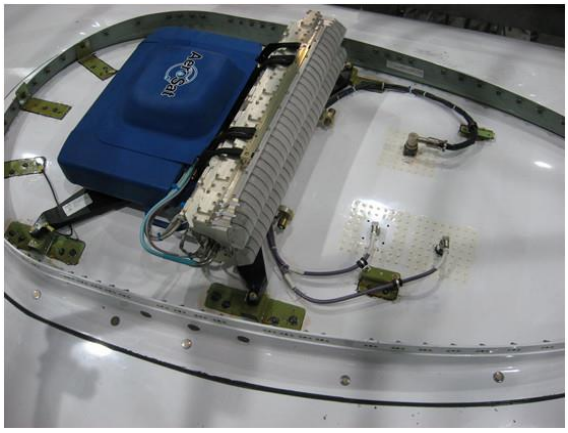
1. Gogo - koristi satelite u vlasništvu Inmarsata za pružanje satelitske veze zasnovane na Ka, a Intelsat i SES za vezu zasnovanu na Ku-u. Najnovija i najbolja ponuda kompanije je sistem 2Ku koji koristi dvije antene umjesto jedne - jednu za uplink i jednu za downlink - obećavajući brzine do 100 Mbps po avionu i 15 Mbps po korisniku [2]. Aviokompanije širom svijeta brzo usvajaju sistem koji omogućava jedan od najtraženijih zahtjeva putnika - streaming video zapisa. Aviokompanije

koje trenutno koriste Gogo-ove sisteme uključuju Aljasku, Ameriku, Delta, United, Virgin America, Cathai Pacific, British Airvais i Japan Airlines [2].

2. ViaSat pruža brži Ka-band internet za letove JetBlue-a u SAD-u od 2013. Trenutno je JetBlue-ov FlyFi vodeći u industriji u pogledu brzine i pristupačnosti. Aviokompanija nudi Wi-Fi brzinom do 20 Mbps [3].
3. Evropska vazduhoplovna mreža (EAN) je partnerstvo između Inmarsata, koji takođe upravlja GKS Aviation (jedina globalna satelitska službe zasnovana na Ka-bandu) i Deutsche Telekom-a. EAN je počeo da pruža internet usluge evropskim avio-kompanijama. Usluga koristi kombinaciju oba, satelitskog sistema za silaznu vezu i ATG sistema za uzlaznu vezu, da bi se obezbjedila brža (niža kašnjenja) i pouzdanija veza. Ovaj sistem je poznat i kao GTO (engl. Ground To Orbit). Inmarsat je vlasnik satelita, dok je Deutsche Telekom instalirao preko 300 LTE-tornjeva širom EU. EAN obećava prenos brži od svih ostalih trenutnih Wi-Fi sistema u letu [4].

Gogo takođe trenutno radi na uvovođenju 5G servisa za avione opremljene ATG-om u SAD-u i Kanadi do 2021. godine. Sa boljim satelitima, boljim antenama i većim brojem dobavljača usluga koji uskaču u igru, uskoro ćemo imati istu slobodu interneta u vazduhu kao i kod kuće.

Posmatrajući poziciju na kojoj se nalazi kao i oblik kućišta antene primjećujemo više problema od kojih se većina odnosi na negativne uticaje po aerodinamičke prilike kao i moguć negativan uticaj velikog protoka vazduha po samo kućište antene, a samim tim i strukturu trupa aviona. Na slici 2. [9] uočavamo da je veza između sklopa antene i trupa ostvarena pomoću zakovica čime spoznajemo da je veza ugrožena velikom silom (smicanjem). Primjena vijaka bi bila neracionalna iz razloga što su vijci namjenjeni za namjerno često raskidive spojeve. Takođe, vijci su skloni otpuštanju uslijed vibracija a i čestih promjena temperature, čime dolazi do dilatacije materijala kao i fizičkog skupljanja uslijed smanjenja temperature.



Slika 2. Sklop satelitske antene pričvršen za gornju stranu trupa aviona

Spoljašnjost aviona je često izrađena od legura lakih metala kao što je aluminijum ili od drugih kompozitnih materijala koji teško da bi izdržali silu koja djeluje na njih posredstvom zakovica, stoga se ispod njih ugrađuju podloške većih dimenzija koje povećavaju površinu dejstva sile čime

se obezbjeđuje čvrsta i dugotrajna veza. Osim navedenog problema javlja se i problem zazora između kućišta antene i trupa aviona čija bi čak i minimalna pojava dovela do proširivanja i odkidanja kućišta antene od trupa aviona. Ovaj problem je prevaziđen primjenom posebnih kompozitnih zaptivnih masa (diht masa), koje su dugotrajno otporne na ekstremne uslove eksploatacije (nagle promjene temperature, mraz, kišu, udare vjetra itd.).

4. KA-BAND I KU-BAND

Ka-opseg (Ka-band) kako ga definiše IEEE je opseg frekvencija od 27 do 40 GHz. IEEE koristi slova da označi opseg frekvencija od 1 do 170 GHz. Ka-opseg se uglavnom koristi za komunikaciju sa satelitima. Uzlazna frekvencija satelitskih komunikacija je obično oko 27,5 GHz ili 31 GHz [5].

Ka-band ima nekoliko prednosti, poput širokog propusnog opsega, koji je dvostruko veći od Ku-opsega i pet puta veći od C-opsega. Ovaj opseg ima manju talasnu dužinu, što znači manje komponente koje vode do manjih antena i sistema. Kratka talasna dužina rezultira visokom rezolucijom i tako se takođe može koristiti za radare bliskog dometa. Jedan od glavnih problema Ka-band-a je gubitak signala usled kiše i vlage, jer vodena para odzvanja na ovoj frekvenciji.

Neke ključne karakteristike Ka-band-a

Veličina antene: Pojačanje reflektora signala je proporcionalno kvadratu frekvencije signala. To znači da su potrebne manje antene za prijem i prenos na frekvencijama Ka-opsega, jer je opseg frekvencija Ka-opsega veći od tradicionalnog C-opsega i Ku-opsega. Manje antene su jeftinije, a takođe je i bolje za mobilne aplikacije poput primjene u hitnim slučajevima, privremenim lokacijama, na primer tokom velikih događaja [5].

Fokusirana snaga: Ka-opsežni zraci su mnogo fokusiraniji, pružajući veliku propusnost koristeći istu količinu propusnog opsega, smanjujući troškove spektra i cijenu po MB. Spot-zrake Ka-opsega imaju veći EIRP (efektivna izotropna zračena snaga) u centru snopa u poređenju sa spot-snopovima Ku-opsega, što omogućava veću propusnost podataka i veći kapacitet od satelita Ku-opsega[5].

Ponovljena upotreba frekvencije: Fokusirani tačkasti snopovi omogućavaju ponovnu upotrebu frekvencije, tj. kada uslužno područje ima više tačkastih snopova, nekoliko snopova može ponovo koristiti isti opseg frekvencija, povećavajući kapacitet satelitskog sistema.

Ku-band (Ku-opseg) je dio elektromagnetnog spektra u mikrotalasnom opsegu frekvencija od 12 do 18 GHz. Oznaka Ku-band je skraćenica od „K-under“ (izvorno sa njemačkog: Kurz-unten), jer se radi o donjem dijelu izvornog NATO K-opsega, koji je zbog prisustva podjeljen na tri opsega (Ku, K i Ka) vrha atmosferske rezonance vodene pare na 22,24 GHz, (1,35 cm), što je opseg učinilo neupotrebljivim za prenos na velike daljine [6]. U radarskim aplikacijama, on se kreće od 12 do 18 GHz prema formalnoj definiciji nomenklature opsega radarskih frekvencija u IEEE standardu 521-2002.

U slučaju vazduhoplova, satelitske komunikacije nemaju saglasnosti u praksi (zemaljska rješenja su proučavana i pokušavana u prošlosti, ali bez uspjeha). Danas skoro svi vazduhoplovi imaju komunikacionu opremu zasnovanu na opsegu L, koja se koristi bar za vanredne i administrativne

poslove. Međutim, pokazalo se da je upotreba L-opsega za usluge klijentima (npr. telefonija) preskupa da bi imala komercijalni uspjeh. Iako je ponuda L-opsega evoluirala ka efikasnijim sistemima (npr. B-GAN), vjerovatno će širokopojasne ponude ostati znatno skuplje od onih koje omogućava Ku-band.

5. AIR-TO-GROUND INTERNET U AVIONU

DA2GC koristi zemaljske bazne stanice za povezivanje aviona i zemaljske mreže. Na ovaj način, problemi sa kašnjenjem širokopojasnih on-board usluga mogu se ublažiti, jer će domet ćelije biti između 50-100 km na osnovu među-udaljenosti (ISD), a RTT-ovi od 5-10 ms mogu biti postignuti. U poređenju sa GEO (36.000 km i 500 ms RTT) i LEO satelitima (1.500 km i 30 ms RTT), DA2GC pruža značajno smanjenje kašnjenja i omogućava IFBC-u da nudi aplikacije sa QoS zahtjevima kao što su video pozivi. Međutim, za besprekornu vezu na transkontinentalnim letovima, DA2GC i SA2GC će se dopunjavati tako da SA2GC pruža vezu, tamo gdje DA2GC nije dostupan ili je previše zagušen. Na tržištu DA2GC, najznačajniji provajder je Gogo Inc. sa ATG-4 proizvodom koji radi na 850 MHz sa propusnom širinom od 4 MHz na osnovu EV-DO CDMA2000 standarda.

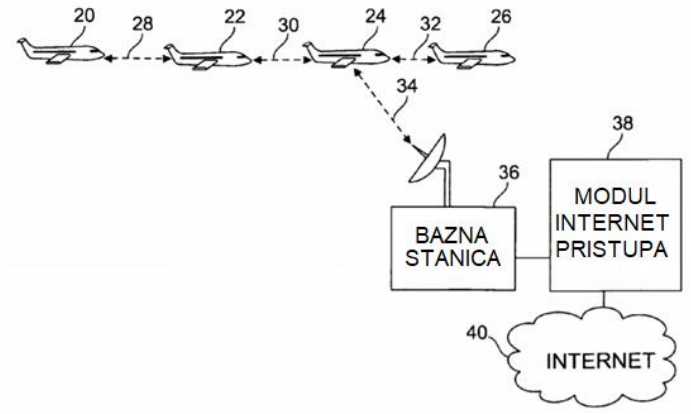
Gogo ATG-4 može postići do 9,8 Mbps po ćeliji i pruža on-board vezu za letove u Severnoj Americi pomoću više od 200 zemaljskih baznih stanica. Međutim, Gogo ima problem sa niskim nivoom propusnog opsega, pa se kompanija zalaže za rješenja zasnovana na satelitu kako bi obezbjedila visok nivo brzine prenosa podataka. Deutsche Telekom i Inmarsat primenjuju EAN, koji je hibridna SA2GC/DA2GC veza, koristeći frekvencije S-opsega (2k15MHz). EAN će u početku imati 300 zemaljskih stanica koje pružaju DA2GC pokrivenost za Evropu i pružaće do 75 Mbps po ćeliji. Ovaj kapacitet dijeliće se brojem vazduhoplova u ćeliji, a zatim rezultirajući kapacitet po vazduhoplovu dijele putnici. Subjekti kineske vlade takođe izvode testove na 1785-1805 MHz (propusni opseg 20 MHz) za TD-LTE tehnologiju i pružaju pokrivenost sa više od 17 baznih stanica na kineskim vazdušnim rutama sa CDMA EV-DO standardom. Za tržište IFBC, evropski vazdušni prostor je važno otvoreno tržište koje trenutno opslužuje više od 800 miliona putnika godišnje. Međutim, to je takođe izazovno okruženje zbog različitih propisa pojedinig zemalja. Iz tog razloga objavljen je izveštaj o propisanim frekvencijama i ispitivanjima kompanija za širokopojasne DA2GC usluge u Evropi. Na osnovu ovog izveštaja, Deutsche Telekom, Nokia i Airbus su testirali zemaljske stanice zasnovane na LTE-u sa 100 km ISD. Prema njihovim rezultatima, A2G veza na 2,6 GHz (širina opsega 2k10 MHz) pruža obično 26-30 Mbps u downlinku (zemlja-vazduhoplov) i 17 Mbps u uplinku (vazduhoplov-zemlja) sa manje od 60 ms latencija za vazduhoplov na visini od 10 km i brzinom od 800 km/h. Međutim, DA2GC zahtjeva povećane resurse spektra kako bi obezbjedio visoke brzine prenosa podataka, kao alternativno rešenje za SA2GC.

Propisi o frekvencijama za DA2GC

Izveštaj ECC opisuje probleme u određivanju frekvencije i moguće propise za korišćenje trenutnog spektra u Evropi. Za rješavanje problema širine opsega, ECC predlaže prenamjenu/prenos spektra. Za DA2GC na 5855-5875 MHz i 1900-1920 MHz postoje određeni regulatorni napori da se obezbjedi usklađivanje u evropskim državama [7]. Međutim, ove širine opsega ne mogu pružiti brzine prenosa podataka koje mogu biti alternativno rješenje za SA2GC koji trenutno ima 70-100 Mbps. Stoga, dijeljenje spektra sa mobilnim satelitskim uslugama (MSS) kao dopunskom zemaljskom komponentom i fiksnim satelitskim uslugama (FSS) kao pokretnim platformama može biti obećavajuće za DA2GC. FCC u SAD takođe razmatra moguće dijeljenje

frekvencija između DA2GC i FSS u opsegu 14-14,5 GHz [7]. Diskusija o spektru frekvencija DA2GC je važno otvoreno pitanje.

Princip rada DA2G



Slika 3. Ilustracija komunikacionog modela sa avionima posrednicima

Slika 3. ilustruje komunikacionu tehniku u skladu sa patentom [8] za obezbjeđivanje usluge Interneta za putnike u avionu bez korišćenja komunikacionih satelita kao dijela komunikacije sa zemaljskim internetom.

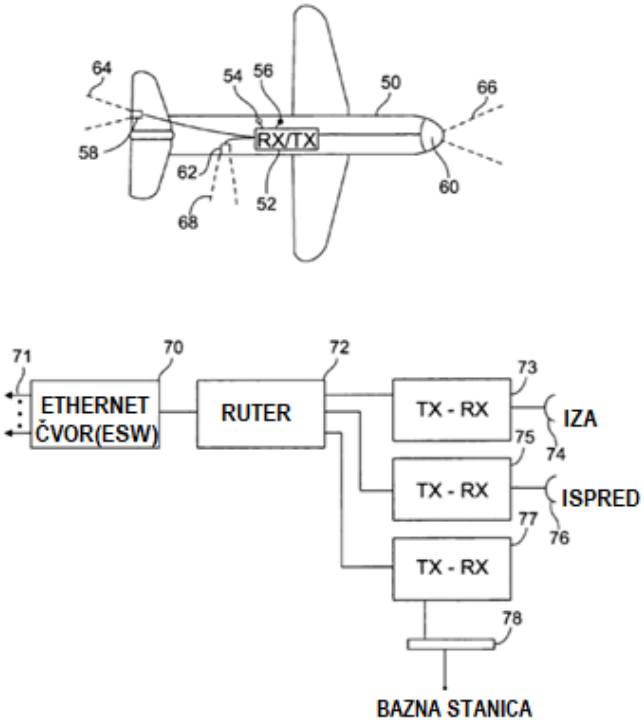
U ovom primjeru, avioni 20, 22, 24 i 26 su svi u letu na putu do odredišta i svi putuju u istom linearnom smjeru na dijelu puta kako je prikazano na slici 3. U pogledu pružanja putničkih internet komunikacija, svaki od ovih aviona je u međusobnoj komunikaciji [8].

U lancu u kome je avion 20 u komunikaciji sa avionom 22 bežičnom komunikacionom vezom 28, avion 22 u komunikaciji sa avionom 24 bežičnom komunikacionom vezom 30, a avion 24 je u komunikaciji sa avionom 26 bežičnom komunikacionom vezom 32. Ove veze su odvojene od veza komunikaciono-navigacionih sistema aviona. Najčešće je svaki od ovih aviona opremljen jednosmjernim prednjim i zadnjim antenama koje podržavaju veze bežične komunikacije sa susjednim avionima. Kako se ovdje koristi, „suštinski linearni pravac“ znači da svaki avion u lancu putuje u istom smjeru i dovoljno su blizu da budu u paralelni tako da prenos i prijem prednjeg i zadnjeg signala sa odgovarajućim susjednim avionima koji koriste prednje i zadnje antene. U ovom primjeru, jednosmjerne antene imaju širinu snopa manju od 10 stepeni, a u poželjnom izvođenju, jednosmjerne antene imaju širinu snopa manju od 5 stepeni. Širine snopa su dovoljne za smještaj visinske i smjerne razlike od nekoliko hiljada stopa zbog turbulentnih atmosferskim uslova da bi mogli da održavaju dovoljnu jačinu signala bez prekida komunikacije.

Budući da stvarnu putanju komercijalnog vazduhoplova od tačke poletanja do odredišta određuju kontrolori letenja, uobičajeno je da se avionima koji putuju u istom opštem pravcu najmanje jedan dio putovanja dodjeljuju rute i visine koji postavljaju avione u konfiguraciju lanca u suštinski

linearnom smjeru, npr. rute iz većih gradova na istočnoj obali SAD, ka zapadnim odredištima Evrope, i rute od sjeveroistočne obale SAD do odredišta u Kaliforniji itd. Stoga je uobičajeno da se grupe aviona nalaze u lancu i u suštinski linearnom smjeru. Broj aviona u jednom lancu nije ograničen, s tim što je njihova sposobnost samo komunikacija sa susjednim avionima. Stoga bi se linearna udaljenost koju pokriva jedna grupa lanaca mogla proširiti na čitave okeane ili velika kopnena područja.

U ilustrativnom primjeru, avion 24 je najbliži zemaljskoj stanici 36 i podržan je komunikacionom vezom 34, što omogućava prenošenje putničkih internet komunikacija između letjelice 24 i zemaljske stanice 36. U istom primjeru, avion 24 služi kao glavni komunikacioni čvor kojim se sve internet komunikacije za putnike u avionima 20, 22, 24 i 26 prikupljaju i prenose ka i od zemaljske stanice 36 koja prenosi internet komunikaciju čvorom za pristup internetu 38 zemaljskom stanicom 40, gdje se povezuju na „zemaljski internet“. Komunikaciona veza 34 može biti odvojena od komunikacionih veza 28, 30 i 32 koji ostvaruju među-avionske komunikacije koje pružaju putničke internet usluge.



Slika 4. Ilustracija aviona prilagođenog za upotrebu predmetnog pronalaska [8]

Slika 4. ilustruje primjer aviona 50 pogodnog za podršku internet komunikaciji u letu u skladu sa ilustrativnim postupkom ovog pronalaska. Prijemnik / predajnik (RX / TX) sistem 52 uključuje komunikacijsku mrežu internet protokola koja podržava najmanje jednu žičanu Ethernet komunikaciju putem Ethernet priključaka 54 i bežičnu komunikaciju tipa Wi-Fi putem pristupne

tačke 56. Jednosmjerna antena okrenuta prema krmi 58 podržava radio-frekvencijske komunikacije sa susjednim avionom unazad od aviona 50 u suštinski linearnom smjeru, ako takav avion postoji. Prednji dio sa jednosmernom antenom 60 podržava radio frekvencijske komunikacije za susjedni avion ispred aviona 50 u suštinski linearnom smjeru, ako takav avion postoji. Antena 62 koristi se za prenos i prijem RF komunikacija putem veze 34 sa zemaljskom stanicom 36. Antena 62 može biti jednosmjerna antena koja se periodično podešava tokom leta kako bi zadržala fokus svog primarnog zraka usmjerenog na nepokretnu zemaljsku stanicu 36. Alternativno, antena 62, može biti sa izbočenom nadolje i snopom od 180 stepeni. Sistem 52 uključuje radio frekvenciju (prijemnik i predajnik) spojene na antene 58 i 60 što je pogodno za podršku RF komunikacijama pomoću ovih antena sa ostalim susjednim avionima u letu. Sistem 52 takođe uključuje radio-frekvencijski prijemnik i predajnik koji su povezani sa antenom 62 koja omogućava RF komunikaciju ovih antena sa zemaljskom stanicom 36. Jednosmjerni snop 64 i 66 generišu antene 58 i 60, a u ovom primjeru je jednosmjerno dejstvo snopa 68 generisano je antenom 62. Sistem 52 podržava prijem i prenos povezanih komunikacija zasnovanih na Internetu sa drugim susjednim avionima u lancu i sa zemaljskom stanicom, ako je avion označen kao avion za zemaljsku vezu [8]. Kao primjer, pretpostavimo da je Miloš putnik u avionu 20 i u njemu je priključen njegov laptop računar, obezbjeđena je Ethernet utičnica smještena u blizini njegovog sjedišta. Dalje pretpostavimo da je Miloš podnio zahtjev za pristup Internetu. Ovaj zahtjev prima internet komunikaciona mreža u avionu 20. U ovom primjeru, avion 20 je zadnji dio lanca aviona u osnovi, linearno jednosmjernog pravca. Milošev zahtjev za pristup web stranici prenosi se komunikacionom vezom 28 do aviona 22, koji zauzvrat preusmjerava (prenosi) ovaj zahtev komunikacionom vezom 30 na avion 24. Budući da avion 24 služi kao zajednički komunikacioni čvor za komunikaciju sa zemaljskom stanicom 36, u ovom primjeru, Milošev zahtjev za pristup web stranici se prenosi iz aviona 24 komunikacionom vezom 34 do zemaljske stanice 36 koja prosleđuje zahtjev čvorom za pristup zemaljskom internetu 40. Odgovor sa web lokacije koja prima zahtjev preusmjerava se preko čvora za pristup internetu do zemaljske stanice 36 i preko komunikacione veze 34 do aviona 24. Ovaj odgovor avionom 24 prenosi komunikaciona veza 30 do aviona 22 koja ponovo prenosi odgovor preko komunikacione veze 28 do aviona 20 koji uparuje odgovor svojoj inter-avionskoj internet mreži da bi dostigao Milošev prenosni računar. [8]

6. ZAKLJUČAK

Imajući u vidu borbu avio kompanija za svakog putnika koja je naročito došla do izražaja kod kompanija koje su preživjele ekonomske posljedice virusa Covid-19, možemo zaključiti da će u toj borbi pobijediti avio kompanije koje od ukrcaja do iskrcaja putnika, po prihvatljivim cijenama budu nudile pristup internetu. Nekada je telefonska veza u toku leta bila dostupna u glavnom poslovnim ljudima koji su se bavili trgovinom na berzama jer su im u pojedinim momentima bile potrebne „brze“ informacije o dešavanjima na berzi, kao i ostale informacije ali u glavnom vezane za biznis. U današnje vrijeme većina populacije zahtjeva pristup internetu svugdje, pojedini zbog dolaska do informacija vezanih za biznis dok drugi žele koristiti internet pristup u svrhe zabave: društvene mreže, video sadržaj, komunikacija itd.

Ono što se može prepoznati kao ključno u procesu uvođenja interneta u avionu jeste odabir odgovarajuće opreme. Osnovna podjela antenskih sistema za in-flight internet je na antene koje komuniciraju sa satelitima i koje su znatno skuplje, jer imaju ugrađen mehanizam za automatsko usmjeravanje ka satelitima, i antene koje komuniciraju sa zemaljskim baznim stanicama i koje su jeftinije.

Prilikom projektovanja sistema bitno je uzeti u obzir rute i visine kojima se kreću avioni kompanije koja želi uvesti ovu uslugu i na osnovu tih podataka odabrati koji sistem primijeniti: satelitski za letove iznad nepokrivenih područja (veće visine, letovi iznad pustinja, planinskih vijenaca i okeana); ATG za letove na manjim visinama iznad kopna. Međutim postoje i slučajevi u kojima se isti avioni kreću i duž nepokrivenih prostranstava i u tim slučajevima se može primijeniti hibridni koncept koji uključuje rad i zemaljskih i satelitskih antena. Međutim, primjena ovakvog koncepta značajno povećava potrošnju goriva povećanjem mase i aerodinamičkog otpora vazduhoplova. Jedan od najlakših načina za prepoznavanje antenskog sistema na avionu jeste po mjestu na kojem je antena pričvršćena: sa donje strane antenski sistemi koji komuniciraju sa baznim stanicama na zemlji, a sa gornje strane antenski sistemi koji komuniciraju sa satelitima.

Literatura

[1.] https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3178876.3186057 (15.7.2021)
[2.] https://business.gogoair.com/avance/l5/ (17.7.2021)
[3.] https://www.viasat.com/business-and-commercial/aviation/ (22.7.2021)
[4.] https://www.europeanaviationnetwork.com/en/index.html (22.7.2021)
[5.] LEONG See Chuan, SUN Ru-Tian, YIP Peng Hon, Ka-band Satellite Communications Design Analysis and Optimisation, Defence Science and Technology Agency, SINGAPUR 2018.
[6.] https://en.wikipedia.org/wiki/Ku_band (1.8.2021)
[7.] http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.98.8072&rep=rep1&type=pdf (3.8.2021)
[8.] Patent No.: US 8,055,704 B2
[9.] https://aviation.stackexchange.com/questions/14849/how-does-Wi-Fi-work-on-an-aircraft (19.8.2021)
[10.] https://onezero.medium.com/what-makes-it-possible-to-browse-the-internet-at-35-000-feet-1afaea83eb5 (26.7.2021)

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

IT TEHNOLOGIJE U SAOBRAĆAJU U GRADOVIMA
IT TECHNOLOGIES IN TRAFFIC IN CITIES

Lidija Mijović
Univerzitet Adriatik Bar, lidijamijovic98@hotmail.com

Zoran Ž. Avramović
Panevropski univerzitet APEIRON Banjaluka, zoran.z.avramovic@apeiron-edu.eu

Sažetak: *Većina evropskih gradova suočena je s problemima vezanim za klimu i zagađenje vazduha koji su uzrokovani motornim vozilima. Zbog povećanja aktivnosti u gradskim centralnim zonama, dostava roba u gradovima, posljednjih godina prouzorkovala je pogoršanje situacije. Gradski pevoz značajno doprinosi problemu kvaliteta vazduha, a to utiče na kvalitet života. Eko vozila jesu idealno rešenje da se ovaj problem prevaziđe ne samo na državnom već i globalnom nivou. Grad Budva, kao jedan od vodećih gradova uspješnih u turizmu, počela je pratiti svjetske trendove i šansu dala novitetima, inovativnim rešenjima, i nekadašnji sisitem samog funkcionisanja grada, zamjenila novim, eko prihvatljivim. Uvođenje pametnih klupa, sistemom javnih bicikala, započinje nešto novo. Međutim, metropola turizma, godinama unazad, vodi borbu protiv zagušenosti samog centralnog dijela grada, pretrpanosti parking pozicija, kao i pozicioniranja parkinga uz samu marinu, ali i uz sam prilaz Starom gradu, takođe velike koncentracije izduvnih gasova. Pilot rešenje uvođenja eko zone, uz samu marinu, kao sam prilaz Starom gradu, uveo bi naš grad među poznate pametne eko gradove svijeta.*

Ključne riječi: *zagušenje vazduha, eko vozila, grad Budva.*

Abstract: *Most European cities face climate and air congestion problems caused by motor vehicles. Due to the increase in activity in city centers, delivery of goods in cities, the situation has worsened in recent years. Urban transport significantly contributes to the problem of air quality, which affects the quality of life. Eco vehicles are the ideal solution to overcome this problem not only at the national but also at the global level. The city of Budva, as one of the leading cities successful in tourism, began to follow world trends and gave a chance to novelties, innovative solutions, and replaced the former system of the city's functioning with a new, eco-friendly one. The introduction of smart benches, a system of public bicycles, will start something new. However, the metropolis of tourism, for years, has been struggling with congestion in the central part of the city, overcrowding of parking positions, as well as positioning parking along the marina, but also near the entrance to the Old Town, also high concentrations of exhaust gases. A pilot solution for the introduction of an eco zone, next to the marina, as the approach to the Old Town, would introduce ours among the well-known smart eco-cities of the world.*

Key words: *air congestion, eco vehicles, city of Budva*

1. UVOD

Održivi razvoj karakterišu ekonomska, ekološka i društvena održivost. Ekonomska i društvena održivost kod urbanog transporta može da se posmatra kroz efikasnost i bezbjednost, a ekološka

kroz zagađenje vazduha. Ovdje dolazi do spoja dva konfliktna interesa, interesa lokalnih vlasti i interesa privatnih kompanija.

Lokalne vlasti teže da smanje negativne uticaje urbanog transporta, da bi povećale atraktivnost grada, kako za njegove stanovnike, tako i za turiste. Lokalne vlasti se najviše fokusiraju na ekološku i društvenu održivost, u smislu smanjenja saobraćajnih gužvi, zagađenja i nezgoda. A privatne kompanije teže da snabdijevaju uz minimalne troškove, ali visok kvalitet i kratko vrijeme opsluge, a sve to kako bi zadovoljili zahtjeve potrošača i obezbijedili konkurentnost na tržištu, tako da se može reći da se one fokusiraju najviše na ekonomsku održivost. I upravo korišćenje eko vozila može pomoći da se obezbijedi i ekonomska i društvena i ekološka održivost, odnosno da se ciljevi lokalnih vlasti i ciljevi privatnih kompanija usklade, i na taj način dovedu do održivog razvoja grada.

2. ELEKTRIČNA VOZILA

Centralna zona grada predstavlja mjesto najveće koncentracije ljudi i urbanih funkcija, a time i logističkih aktivnosti u gradu. Veliki broj objekata različite djelatnosti generiše veliki broj vremenski precizno definisanih isporuka sve manje veličine, a njihova realizacija zahtijeva pokretanje sve većeg broja dostavnih vozila. [1]

Sa druge strane, ovi djelovi grada najčešće su istorijski i karakteriše ih veliki broj infrastrukturnih, prostornih i zakonskih ograničenja. Osim toga, predstavljaju turističke atrakcije pa problemi logistike i snabdijevanja dobijaju još više na značaju. Iz pomenutih razloga, najveći broj inicijativa city logistike definisan je sa ciljem rešavanja problema snabdevanja centralnih zona.

Većina evropskih gradova suočena je sa problemima vezanim za klimu i zagađenja vazduha koji su uzrokovani motornim vozilima. Zbog povećanja aktivnosti u gradskim središtima, dostava roba u gradovima, posljednjih godina je došlo do pogoršanja situacije.

Gradski pevoz značajno doprinosi problemu kvaliteta vazduha, a to utiče na kvalitet života, pa uključuje i povećanje smrtnosti građana izazvano pojavom respiratornih i kardiovaskularnih bolesti, slabljenjem plućnih funkcija, pogoršanjem zdravstvenog stanja kod astmatičara i oboljelih od hroničnog bronhitisa. Problem je i buka, posebno u gradskim područjima i u blizini aerodroma.

Veliki rast cijena goriva i zavisnost od nafte, utiču na odabir vrste goriva i tehnička rješenja koja će da pojeftine troškove prevoza. Ovo ukazuje da će tražnja za alternativnim rešenjima u budućnosti biti veća.

Iz svega navedenog je vidljivo da će novi logistički koncept u pogledu metoda distribucije robe primjenom ekološki prihvatljivih vozila igrati glavnu ulogu. Kada se kaže infrastruktura misli se na način kako da se organizuje prevoz i distribucija robe, ali u pogledu voznog parka i energenata koji se koriste kao pogonska goriva.

Korišćenje eko vozila može pomoći da se obezbijedi ekonomska, društvena i ekološka održivost, odnosno da se ciljevi lokalnih vlasti i ciljevi privatnih kompanija usklade i na taj način dovedu do održivog razvoja grada. [2]

Korišćenjem novih vrsta transporta smanjuje se kamionski prevoz u gradovima i rasterećenju drumske saobraćajnice. Kada su manje gužve u gradovima, to za sobom povlači smanjenje buke i emisije štetnih gasova. Drumski transport je glavni potrošač nafte (81% ukupne potrošnje

energije u saobraćaju), a polovinu potrošnje energije drumskog transporta čini urbani transport. Cilj koncepta eko vozila je prelazak sa klasičnog kamionskog transporta na neki od alternativnih načina transporta.

Ekološka vozila se mogu se okarakterisati različitim pokazateljima, a neki od aspekata koji se koriste i koji mogu biti od značaja za klasifikaciju ekoloških vozila i tehnologija su: [3]

- alternativni pogonski sistemi;
- klasične pogonske tehnologije koje vode smanjenju potrošnje goriva i smanjenju emisije gasa;
- tehnologija koja podržava smanjenje buke vozila.

U poređenju sa standardnim vozilima, električna vozila se razlikuju u mnogim elementima. Najveća razlika se ogleda u pogonskom izvoru. Standardana konvencionalna vozila koriste motor sa unutrašnjim sagorijevanjem, dok električna vozila kao primarni izvor koriste elektromotor. [8]

Tehnologije razvijene za potrebe logistike se kreću od hibridnih vozila, do potpuno električnih vozila, od korišćenih vozila sa dodatnim elementima, do kompletno razvijenih novih automobila, kombi vozila i kamiona.

Osnovne karakteristike različitih tipova električnih vozila date su u tabeli, dok će na slici biti predstavljen sistem rada pomenutih vozila.

Tabela 1. *Tipovi električnih vozila*

VOZILA	OPIS
Baterijska električna vozila (EV/BEV)	Vozila se kreću pomoću jednog ili više električnih motora. Povezivanjem na električnu mrežu primaju električnu energiju, koja se skladišti u baterijama. Ova vozila ne koriste gorivo i ne emituju nikakve gasove.
Punjiva hibridna električna vozila (PHEV)	Vozila koriste baterije, koje se pune povezivanjem na električnu mrežu. Ona koriste i naftu ili alternativna goriva kako bi se pokrenuo motor sa unutrašnjim sagorevanjem.
Hibridna električna vozila (HEV)	Ova vozila kombinuju motor sa unutrašnjim sagorevanjem, rekuperativno kočenje i električni motor koji omogućava optimalnu potrošnju goriva. Ova vozila ne koriste nikakav eksterni izvor energije za punjenje baterija, već se baterije pune kroz motor sa unutrašnjim sagorevanjem i u toku rekuperativnog kočenja.

Preduzeća za prevoz često imaju sledeće argumente protiv upotrebe ekoloških vozila: [3]

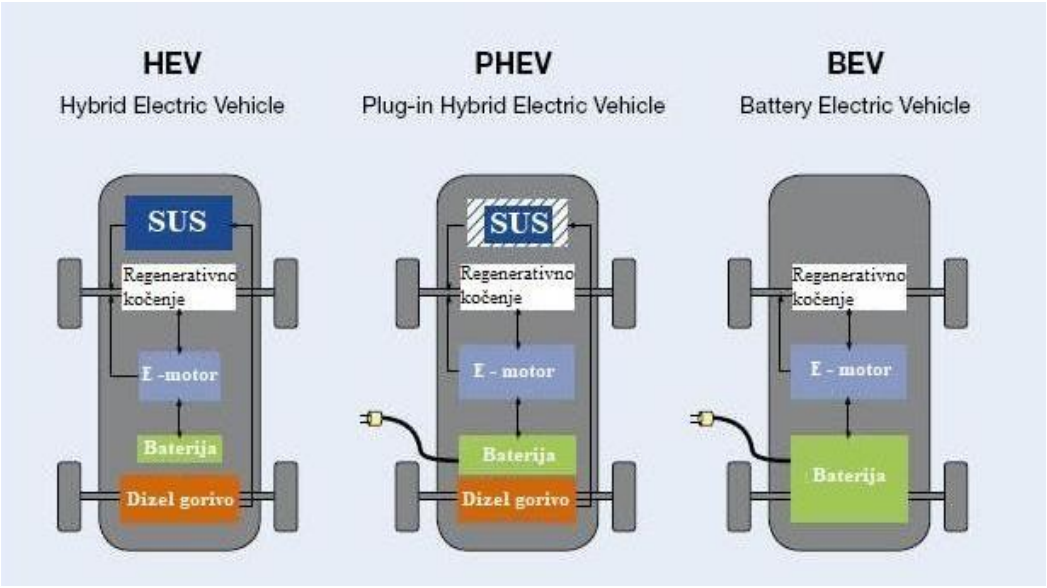
- vozila sa alternativnim pogonskim sistemima često su preskupa;
- prednosti korišćenja ekoloških vozila prevozničkim preduzećima nisu primarna;

- pouzdanost upotrebe vozila često nije dokaziva.

I pored velikog broja razvijenih tehnologija, ne postoji jasna slika o uticaju koje one imaju na korisnike. Najveća prednost električnih vozila je rešenje koje pružaju za energetske izazove sa kojima se evropska ekonomija suočava. Elektrifikacija doprinosi smanjenju naftne zavisnosti transportnog sektora, dok je električni motor efikasniji od motora sa unutrašnjim sagorijevanjem. Sve ovo osigurava bolje iskorišćavanje resursa.

Procjenjuje se da je efikasnost električnog motora 80-90%, dok je efikasnost motora sa unutrašnjim sagorijevanjem kod konvencijalnih vozila ispod 15%, pri vožnji u urbanim sredinama. Mogućnost električnih vozila da dopuni baterije kroz rekuperativno kočenje je još jedan doprinos efikasnosti električnih motora.

Električna vozila zahtijevaju manje održavanja u odnosu na vozila sa motorima sa unutrašnjim sagorijevanjem. Razlog za to je što električna vozila imaju manje pokretnih djelova i nije im potrebna redovna promjena ulja, jer rekuperativno kočenje dozvoljava manje trošenje kočnica. Kod svih slučajeva gdje su zabilježeni problemi na električnim vozilima, nije bilo resursa za rešavanje istih, što ističe glavni problem električnih vozila, a to je nemogućnost popravke ili izmjene djelova u slučaju kvara. Problem predstavlja i dopuna baterija.



Slika 1. *Sistem rada različitih tipova električnih vozila [4]*

Iako je najjednostavnije zameniti konvencionalno vozilo električnim, to nije uvijek najbolje rešenje. Mnogi logistički sistemi organizovani su poštujući karakteristike konvencionalnih vozila.

Određene rute imaju karakteristike koje potpuno odgovaraju električnim vozilima. To su rute koje imaju kraće relacije, visoku frekvenciju isporuke i polaze iz depoa koji se nalaze blizu centralnih gradskih zona.

U onim slučajevima, gde zamena konvencionalnih vozila električnim nije moguća, zbog ograničenog dometa električnih vozila, moguća je drugačija implementacija električnih vozila, a to je korišćenje hub-ova, odnosno konsolidacionih centara. Mnoge kompanije koje se bave poštanskim i ekspres isporukama imaju mrežu hub-ova širom grada, koje su idealne za korišćenje električnih vozila.

3. MJESTA PUNJENA ELEKTROČNIH VOZILA U CRNOJ GORI

Crna Gora kao ekološka država, veliku pažnju pruža razvijanju tehnologija koji će naše gradove pospješiti i uvesti u sistem sređivanja, rekonstrukcija, ulaganja da oni postanu "pametni gradovi", jednako dobri i inovativni kao gradovi u okruženju.

Za oko stotinu kilometara pređenih električnim automobilom trošimo svega oko pola eura, koliko košta punjenje baterije za tu razdaljinu, a ekonomičnosti e-vozila doprinosi i to što mu ne treba servis kao standardnim autima. S jednim punjenjem baterije za električno auto može se preći oko 260 kilometara, što zavisi od vremenskih prilika, jer kada je hladnije, baterija se brže troši. Brže se troši i pri vožnji uzbrdo, ali zato kada vozite nizbrdo, ili kad kočite, baterija se nadopunjuje.

Oni koji imaju sopstvenu kuću, lako napune bateriju tokom noći. Problem je što u Crnoj Gori nedostaje mreža stajališta za napajanje električnih vozila, pa se za sada ne može e-autom uputiti ka udaljenijim mjestima. Dobra vijest za vlasnike e-vozila je je da će, osim nekoliko stajališta/mjesta za napajanje e-vozila koje već postoje u Crnoj Gori - ali uglavnom u ekskluzivnim hotelima za potrebe turista, uskoro biti instalirano ukupno jedanaest javnih punionica, koje će finansirati UNDP (Program za razvoj Ujedinjenih nacija). Od tri planirane za glavni grad, jedna staniza za napajanje je nedavno postavljena u Podgorici, nakon toga i na Žabljaku.

Uskoro će se punionice ugraditi i na sjeveru, u Bijelom Polju i Kolašinu, na Cetinju i Vranjini na Skadarskom jezeru, a očekuje se i jedna u Budvi. Korišćenje svih ovih punionica će biti besplatno prvih godinu dana.

Do sada su takve punionice bile uglavnom u ekskluzivnim hotelima za potrebe turista. Od oko 235.000 registrovanih vozila u Crnoj Gori, prošle godine je bilo 126 automobila na struju. Iako stotinu kilometara pređenih električnim vozilima košta pet do deset puta manje nego što potroše automobili na tečna goriva, studija e-mobilnosti UNDP-a je pokazala da su finansijski razlozi najveća barijera većoj upotrebi električnih kola, jer su oni značajno skuplji od konvencionalnih.

Razlika u cijeni električnih u odnosu na konvencionalna vozila, poput golfa ili renoa, je za sada 15.000-20.000 eura. Subvencije za e-vozila u Crnoj Gori trebao bi da omogući državni Eko fond koji je formiran prošle godine, ali još nije profunkcionisao.

Planirano je da se taj fond puni od ekoloških taksi na automobile, tako da se novac od saobraćaja ponovo ulaže u saobraćaj preko subvencija za kupovinu električnih automobila. Planirani iznos subvencija iz tog fonda za kupovinu jednog električnog vozila bi trebala biti 7.500 eura.

U Podgorici je puštena u rad prva javna punionica za električne automobile. Punionica je postavljena ispred Skupštine Glavnog grada, na raskrsnici ulica Njegoševe i Vučedolske i prva je od tri planirane u Podgorici. U prvoj godini punjenje e-automobila je besplatno. Do kraja oktobra još dvije punionice biće instalirane u Podgorici, a do kraja godine ukupno jedanaest širom Crne Gore. Lako dostupna infrastruktura za punjenje je preduslov za prelaz na električna vozila, budući da su elektrifikacija i rješenja za e-mobilnost ključni faktori za smanjenje emisije CO2.

Sektor saobraćaja čini gotovo četvrtinu svjetskih GHG emisija, pa je to područje na kojem su promjene i potrebne i moguće. Crnogorski sektor saobraćaja trenutno je odgovoran za 20% nacionalnih emisija gasova sa efektom staklene bašte.

Ukoliko se rast emisija nastavi dosadašnjom dinamikom, predviđa se da će do 2030. činiti do 30% nacionalnih emisija. Prelazak na električna vozila pomoći će u borbi protiv klimatskih promjena i doprinijeti smanjenju GHG emisija, jer su e-vozila sve više dio globalnog rješenja što je podstaknuto inovacijama u automobilskoj industriji. Vjeruje se da će punjenje električnog automobila uskoro postati jednostavno i ležerno kao i punjenje pametnog telefona.

Postavljanje većeg broja punionica na javnim površinama jedan je od preduslova za širu upotrebu električnih vozila. Ulaganjem u zelenu infrastrukturu, trasiramo put ka zajedničkoj niskokarbonskoj budućnosti, jer su ove punionice važan korak ka smanjenju emisija i omogućiće da električna vozila postanu dostupna i građanima Crne Gore.

Električni automobili su rješenje za vožnju u budućnosti koja nude brojne prednosti – manje zagađenje, smanjenje emisije CO2, smanjenje nivoa buke, povećanje energetske efikasnosti, nezavisnost od fosilnih goriva I dr.

4. STUDIJA SLUČAJA EKO GRADA NA PRIMJERU BUDVE

Metropola turizma Budva, pokušava nekoliko godina u nazad da uz svoje epitete dobije i status "pametaog grada", što je cilj i mnogih drugih gradova u našem okruženju, ali i svijetu.

Budva, kao centar turizma, prva destinacija za odmor, provod, mjesto poslovnih dešavanja, kulturnih i zabavnih manifestacija, grad karakteristične kulture, običaja i načela, otvoren je za promjene i inovacije.

Početak razvoja Budve kao eko grada, krenuo je inicijativom NVO "Budva Zero Waste City", koja je stacionirana u parku, pored pristaništa i podstakla je građane, da otpad u vidu plastičnih boca, donosi, reciklira i tim gestom očisti gard i učini ga ljepšim.

Slika 2. *"Budva Zero Waste City", objekat u blizini pristaništa[5]*

Zatim, kao rezultat uspješno završenog projekta, Budva Zero Waste City inicijativa Opštini Budva donirala je tri pametne i ekološki prilagođene klupe, kao i 30 kanti za odlaganje plastike.

Slika 3. *Pametne klupe-Budva Stari grad [5]*

Početkom juna ove godine, grad Budva je primoviso prvi sisitem javnih bicikala. Ovaj sistem je početak podizanja svijesti da u samom centarlnom dijelu grada, govoreći konkreno o našem gradu Budvi, zhvalno koristiti bicikla, umjesto vozila, koji svojim izduvnim gasovima zagađuju okolinu.

Pomenuti sistem je u pilot fazi, osposobljene su dvije stanice i deset bicikala. Prva stanica se nalazi na Slovenskoj plaži, dok je druga postavljena na platou ispred Starog grada.

Ovaj sistem javnih bicikala je jako jednostavan. Potrebno je skinuti besplatnu aplikaciju nextbike, izvršiti registraciju, upisati osnovne podatke, kao i podatke o kreditnoj kartici.

Cijna vožnje je jedan euro na svakih pola sata, do četri sata vožnje, sve preko tog vremenskopg interval ulazi u cijenu dnevne karte koja iznosi devet eura.

Slika 4. *Sistem javnih bicikala – Budva[5]*

Pored navedenih aktivnosti, koja predstavljaju same početke razvijanja Budve kao eko grada, suočavamo se sa zagušenjem infrastructure na platou ispred Starog grada, kao i šetalištima koja vode do samog prilaza.

Na slici u nastavku teksta prikazan je sam prilaz platou, kao i oblast luke i pristaništa za barke.

Slika 5. *Šetalište i prilaz Starom gradu[5]*

Slika 6. *Pješačka zona-šetalište ispred platoa Starog grada[5]*

Oblast koja osjenčena na slici ispod predstavlja dio studije. Jedna od glavnih sugestija jeste "izvući" sva vozila iz osjenčenog djela. Smim tim prikazane parking zone bi bile izmještene na drugim lokacijama i tako bi se pješačke i biciklističke zone inovirale i mnogo ljepše ustupile građanima na korišćenje.

Slika 7. *Prikaz marine grada Budva[5]*

Na mjestu ulazne rampe za Stari grad, kao i parking zone koja se nalazi uz marinu, predlog je napraviti Eko stanicu. Eko stanica bi imala dva stajališta, prvo bi bilo kod same rampe za ulazak u Stari grad, a drugo ispred platoa Starog grada.

Prikaz idejnog rešenja dat je sledećom fotografijom.

Slika 8. *Prikaz eko marine grada Budva[5]*

Osjenčen dio sada zelenom bojom, predstavlja eko zonu grada Budve, obuhvaćen je od rampe za ulazak u Stari grad, do lukobrana, tačnije oboda tvrđave Mogren.

U osjenčenom dijelu mogu se kretati isključivo pješaci, biciklisti i vozači eko autobusa i eko vozila. Takođe broj eko vozila je ograničen i njihovo kretanje je dozvoljeno isključivo radi napajanja i parkiranja na unaprijed definisanim parkiralištima.

Cijeli sistem idejnog rešenja nije u potpunosti razrađen, ali sami uvod i početna faza razvijanja je tu. Izvlačenjem vozila, izvukli smo veliku količinu štetnih izduvnih gasova, takođe trenutno nismo mnogo toga uradili, ali kroz koju godinu, vidjeće se uspjeh eko zone, čistijeg okruženja, parkova, šetališta, samog Starog grada kao i Marine kojom je okružen. Flora i fauna grada Budve će biti obnovljena, podstaknuta da nam pruži još bujniji i životopisniji eko sistem, a grad Budva dobija novi epitet ne samo Metropole turizme već, stus Eko Grada, koji je preteča postanka jednog od vodećih pametnih gradova na Balkanu.

5. ZAKLJUČAK

Svakim danom sve više i više vozila zauzima naše saobraćajnice, ispuštajući štetne gasove, koji postaju sve veći problem za okolinu. Autoindustrije razvijaju razne elektroničke sklopove kako bi se smanjila emisija i to veoma uspješno. U poslednjih nekoliko godina vozilima se smanjuje potrošnja goriva s najjednostavnijim djelovima kao što su auto gume, pa sve do sofisticiranijih rješenja, poput start-stop sistema i slično.

Primjenom sistema koji su integrisani u vozilo, naknadno ugrađeni ili aplikacijama za smartphone uređaje moguće je znatno smanjiti emisiju štetnih izduvnih gasova, potrošnju goriva i povećati pomoć vozaču. Takvi jednostavni sistemii informisali bi vozača kakve je greške učinio prilikom vožnje kako drugačije da pristupiti problemu. Međutim to su sve bili problemi do danas, načini razvijanja eko-automobila, dok je danas došlo do totalne kompatibilnosti između IKT-a i automobilizma. A pravi primjer za to jesu Tesla automoili. Tesla S je postavio nove standarde na crash testu i dobio najbolje ocjene jer nema motora i mnogo je jednostavnije raditi amortizaciju pri udarcu s prednjeg kraja, tako da je najbolji crash test ikada napravljen upravo sa ovim

automobilom. Luksuzan i udoban auto izgledom podsjeća na Panamera Porsche i neke BMW i Mercedes modele.

Ono što je posebno velika prednost je to što je veoma tih auto; ne čuje se nikakva buka sa spoljašnje strane i ne čuje se buka motora jer ga nema. Ubrzanje je fenomenalno jer je obrtni moment odličan, a osjećaj ubrzanja je kao u avionu; i za samo 4,4 sekunde može da razvije brzinu 100 km/h. Domet baterije ili autonomija automobila je 400 do 500 km pri optimalnoj vožnji. Može da se dopunjava kod kuće punjačem snage 10 kW, za šta je potrebno 5-6 sati, a postoje već razvijene stanice supercharger, gdje su punjači baterija snage 120 kW, koji mnogo većom brzinom vraćaju kapacitet baterije, do 80% za 40 minuta, a 80-100% za 75 minuta. Punjenje na supercharger pumpama je besplatno jer su u te pumpe integrisani solarni paneli, što potpuno zaokružuje ideju vožnje na zelenu električnu energiju.

Literatura

[1.] Tadić, R. S. (2019). Inicijative city logistike za centralne urbane zone (Pregledni rad) Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd
[2.] Zečević, S., Tadić, S., Savatić, Z., (2017). Cargo bikes for human city. Proceedings of the 6th international conference Towards a Humane City: Smart Mobility – Synergy Between Sustainable Mobility and New Technologies, Faculty of technical sciences, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia.
[3.] Kolarić, G., Skorić, L. (2014). Metode distribucije u gradska središta. Tehnički glasnik, 8,4
[4.] https://shockingsolutions.wordpress.com/2009/05/28/hybrid-phev-hev-bev-what-does-it-all-mean/

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

ON THE WORK OF TRACTION ELECTRIC MOTORS BY CONSEQUENTIAL EXCITATION GENERATORS IN THE ELECTRICAL BRAKING SYSTEM OF A TRAMWAY CAR

К ВОПРОСУ РАБОТЫ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ГЕНЕРАТОРАМИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ ТРАМВАЙНОГО ВАГОНА

Mykola Shpika, Vitaliy Gerasimenko, Igor Biletskyi
National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine
{Mykola.Shpika, Vitaliy.Gerasimenko, Igor.Biletskyi}@kname.edu.ua

Purpose. *Research of features of process of self-excitation of traction electric motors of tram cars at work by generators of consecutive excitation.* ***Methodology.*** *The authors reviewed the world literature on the topic of work, considered various concepts of traction drives to improve the energy performance of electric rolling stock when using pulse converters.* ***Findings.*** *The main features of the process of self-excitation of serial excitation generators and the results of researches of the traction electric motor TE-022 of the tram car on the full-scale stand are resulted in the article. Recommendations for the introduction of controlled self-excitation of sequential excitation generators in electric braking systems of tram cars are given. The authors proved that the introduction of a braking resistor in the circuit of a series excitation generator reduces the current and braking torque. To provide stopping braking, an electric braking system with a variable structure is proposed, which provides increased braking efficiency in the zone of low speeds and improves the energy performance of the traction drive.* ***Originality.*** *The authors for the first time, on the basis of field research, proposed a system of electric braking with a variable structure.* ***Practical value.*** *During the operation of traction motors by generators of sequential excitation in the system of electric braking, its energy performance increases, because in the process of braking no electric energy from the catenary is used to excite electric machines. In addition, the reliability of the braking system is increased due to the fact that it is autonomous and braking is carried out even in the absence of voltage in the catenary. At the same time, there are features of the process of self-excitation of sequential excitation generators in the system of electric braking and limiting the braking process to the minimum critical speed. Based on the experiments, it is possible to predict further prospects for the development of control systems for traction motors of tram cars, which will significantly increase the electrodynamic characteristics to the level of modern models of tram cars and, if implemented, effectively solve the problem of critical wear of urban electric vehicles.*

Keywords: *traction motor, self-excitation process, electric braking, series excitation generator, excitation winding, braking resistor*

Цель. *Исследование особенностей процесса самовозбуждения тяговых электродвигателей трамвайных вагонов при работе генераторами последовательного возбуждения.* ***Методика.*** *Авторами проведен обзор мировой литературы по теме работы, рассмотрены различные концепции тяговых приводов по улучшению энергетических показателей электроподвижного состава при использовании импульсных преобразователей.* ***Результаты.*** *В статье приведены основные особенности процесса самовозбуждения генераторов последовательного возбуждения и результаты исследований тягового электродвигателя ТО-022 трамвайного вагона на натурном*

стенде. Даны рекомендации по внедрению регулируемого самовозбуждения генераторов последовательного возбуждения в системах электрического торможения трамвайных вагонов. Авторами доказано, что введение тормозного резистора в цепь генератора последовательного возбуждения уменьшает бросок тока и тормозного момента. Для обеспечения остановочного торможения предлагается система электрического торможения с переменной структурой, которая обеспечивает повышение тормозной эффективности в зоне малых скоростей и улучшает энергетические показатели тягового электропривода. ***Научная новизна.*** *Авторами впервые, на основе проведенных натурных исследований, было предложено систему электрического торможения с переменной структурой.* ***Практическая значимость.*** *При работе тяговых электродвигателей генераторами последовательного возбуждения в системе электрического торможения повышаются её энергетические показатели, поскольку в процессе торможения не используется электрическая энергия с контактной сети на возбуждение электрических машин. Кроме того, повышается надежность системы торможения вследствие того, что она автономна и торможение осуществляется даже при отсутствии напряжения в контактной сети. В то же время, имеются особенности процесса самовозбуждения у генераторов последовательного возбуждения в системе электрического торможения и ограничения процесса торможения минимальной критической скоростью. На основе проведенных опытов возможно прогнозировать дальнейшие перспективы развития систем управления тяговых электродвигателей трамвайных вагонов, что позволит значительно повысить электродинамические характеристики до уровня современных моделей трамвайных вагонов и в случае внедрения, эффективно решить проблему критического износа парка городского электротранспорта.*

Ключевые слова*: тяговый электродвигатель, процесс самовозбуждения, электрическое торможение, генератор последовательного возбуждения, обмотка возбуждения, тормозной резистор*

INTRODUCTION

The development of urban electric transport is envisaged by the already adopted national transport strategy until 2030. The Ministry of Infrastructure plans to phase out buses and minibuses running on internal combustion engines in cities in favor of trolleybuses, trams and electric vehicles [1]. At the same time, most tram cars in Ukraine are equipped with a traction electric drive with DC motors of sequential excitation and outdated braking equipment. The energy efficiency of the electric braking system largely depends on its structure and method of braking. Therefore, the issues of improving the system of electric braking of tram cars and increasing its energy performance are very relevant.

In the countries of the European Union, considerable attention is paid to improving the energy performance of vehicles.

[2] discusses and evaluates various concepts of traction drives in the Czech Republic and in the world, considers the advantages and disadvantages of using outdated systems.

In [3, 4] the energy performance of traction electric tram cars was improved by up to 35% due to the introduction of electrical equipment such as "TV Progress" based on a pulse converter from ALSTOM.

In [5], electricity consumption in urban public transport systems is reduced through an audit of their electrical system.

PURPOSE

The aim of the work is to study the features of the process of self-excitation of traction motor TE-022 of a tram car when working with a sequential excitation generator on a full-scale stand, to determine the critical speed and possibilities of introduction of regulated self-excitation of traction motors in electric braking systems of tram cars.

METHODOLOGY

One of the features of self-excitation of the serial excitation generator is the preservation of the direction of current flow through its excitation winding, and, consequently, the magnetic flux, both in traction and in brake mode. To do this, reverse the excitation winding or armature winding when switching to electric braking mode. The latter option is more acceptable because there are electric braking systems that provide reversal of the armature windings due to pulse converters [6-7].

The range of electric rheostat braking during self-excitation of sequential excitation generators can be determined by comparing the load $U_н = f(R_m I)$ and external characteristics $U_г = f(I)$ generator at different values of speed (Fig. 1).

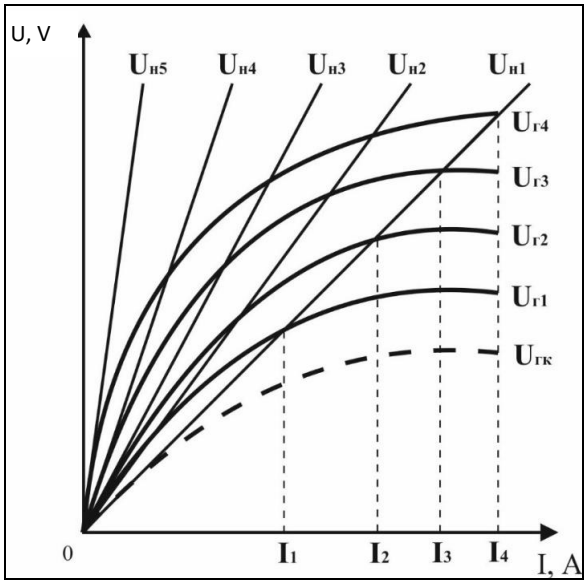


Fig. 1 – Load and external characteristics of the serial excitation generator

As can be seen from Fig. 1, the process of self-excitation of the generator is limited by the minimum critical speed of the tram car, at which the external characteristics of the generator $U_{гк} = f(I)$ does not intersect with the load characteristic $U_н = f(R_г I)$, but only touches it. In this case, self-excitation is impossible [8]. At the same time from fig. 1 shows that the points of

intersection of the external characteristics of the generator $U_г = f(I)$ with the load characteristic $U_{нI}$ at currents I_1 - I_4, meet the condition of electrical stability:

$$\frac{dU_H}{dI} > \frac{dU}{dI} \qquad (1)$$

The process of self-excitation of a series excitation generator with electric rheostat braking can begin only in the presence of a residual magnetic flux that induces an electromotive force that is proportional to the speed of the traction motor in the generator mode. The rate of increase of current in the process of self-excitation of the generator can be approximately estimated by the segment on the y-axis, concluded between the load and external characteristics of the generator (Fig. 1), equal to the electromotive force of self-induction of the generator circuit:

$$E_C = -L\frac{di}{dt} \qquad (2)$$

The duration of self-excitation can be considered approximately proportional to the square of the resistance of the braking resistor [8]. Therefore, to accelerate the process of self-excitation, you can significantly reduce the resistance of the braking resistor or increase the excitation of electric motors by connecting their excitation windings to the power supply. However, there is a danger of excessive currents, braking force and voltage on the motors in the final stage of the braking process at high speeds, given that the process of self-excitation will not be regulated. To slow down the process of self-excitation in the second stage, it is necessary to increase the resistance of the braking resistor after the appearance of the braking current. However, this will significantly increase the time required to achieve the required braking force when braking at a low initial speed.

To study the processes of self-excitation of sequential excitation generators in O. M. Beketov NUUE created a stand, a simplified diagram of which is shown in Fig. 2.

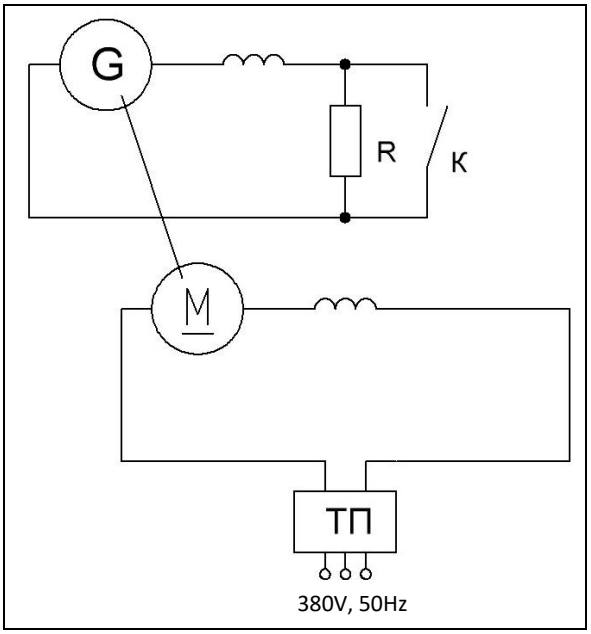


Fig. 2 – Electrical diagram of the stand for the study of self-excitation processes of serial excitation generators

Czech-made tram electric motors TE-022 with a capacity of 45 kW, with a rated current of 150 A and a nominal speed of 1750 rpm were used as the drive electric motor and serial excitation generator. Both electric machines are connected by shafts. The drive motor was powered by a three-phase thyristor converter connected to a 380 V, 50 Hz AC network. The voltage on the drive motor was regulated by a manual potentiometer. The speed was measured using a tachogenerator type ET-4 attached to the shaft of the test motor. Transients in the power circuit and the speed of the motor during the experiments were recorded using an oscilloscope type USB Autoscope III and a computer.

To determine the minimum critical speed of the tram car, at which self-excitation of the series excitation generator is possible, the voltage on the drive motor was gradually increased and the process of generator self-excitation and motor speed were recorded on the oscillogram. As can be seen from the oscillogram shown in Fig. 3, the process of self-excitation from the residual magnetization of the series excitation generator, even with short-circuited windings in the first stage proceeds slowly.

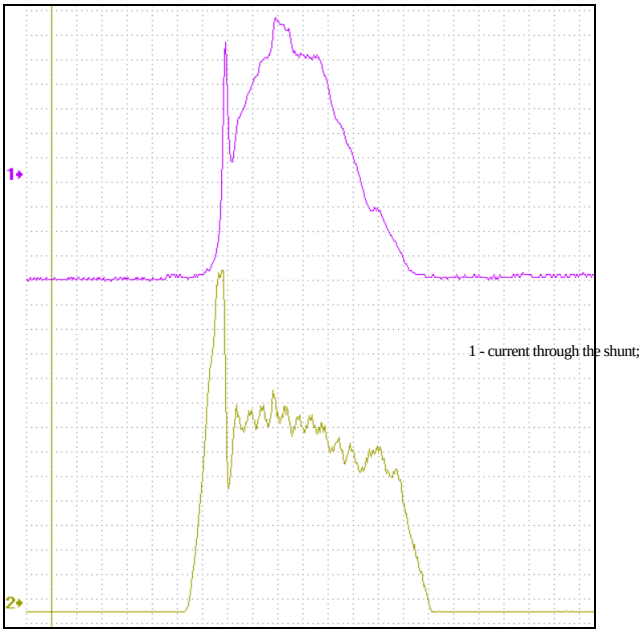


Fig. 3 – Oscillograms of self-excitation of the generator at the reduced short windings

And only when the speed is equal to 227 rpm, there was an intensive increase in the braking current in the power circuit of the generator to the value *I = 130 A* and formed a braking torque proportional to the square of this current:

$$M = C \cdot \Phi \cdot I = I^2 \qquad (3)$$

At the same time, the speed and, accordingly, the braking moment are significantly reduced. With a further increase in voltage on the drive motor, the speed does not increase significantly, as the braking current and braking torque increase again.

In Fig. 4 shows the oscillogram of self-excitation of the generator when connected $R_c = 0.2$ *Ohm* in the circuit of the generator. As can be seen from the oscillogram, the process of self-excitation of the generator occurs at high speeds (n = 330 rpm) and the increase in current is less intense to *I = 80 A*. The introduction of a braking resistor slows down the process of self-excitation of the generator in the second stage.

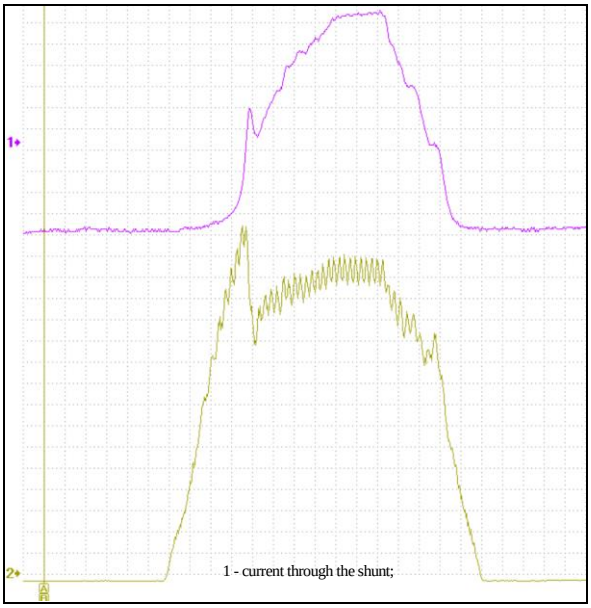


Fig. 4 – Oscillograms of self-excitation of the generator when connected $R_г$ = 0.2 Ohm in the generator circuit

In Fig. 5 shows the oscillogram of self-excitation of the generator when connecting a resistor $R_г$ = 2.1 Ohm in the generator circuit. As can be seen from the oscillogram, the process of self-excitation of the generator takes place at high speed (n = 410 rpm) and an increase in current to I = 75 A.

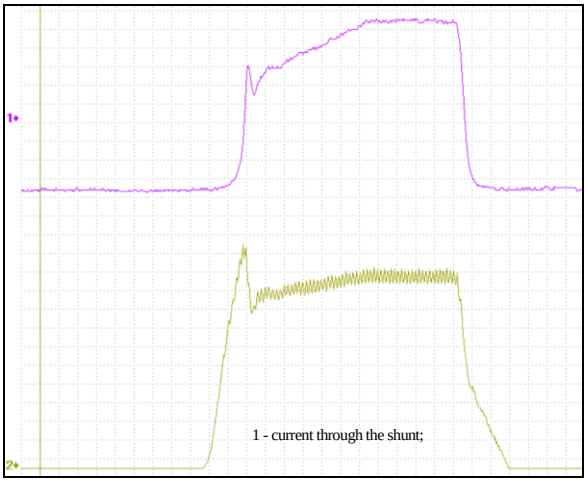


Fig. 5 – Oscillograms of self-excitation of the generator when connected $R_г$ = 2.1 Ohm in the generator circuit

Thus, as a result of the conducted researches it is established that the critical speed decreases with decrease in resistance of the brake resistor R_t. The introduction of a braking resistor in the circuit of the series excitation generator reduces the current and braking torque. In fig. 6 shows the dependence of the critical speed on the resistance of the braking resistor.

The critical speed was calculated by the corresponding speed of the motor:

$$V = \frac{3{,}6 \cdot \pi \cdot D_K \cdot n_{eng}}{60 \cdot i_{red}} \quad (4)$$

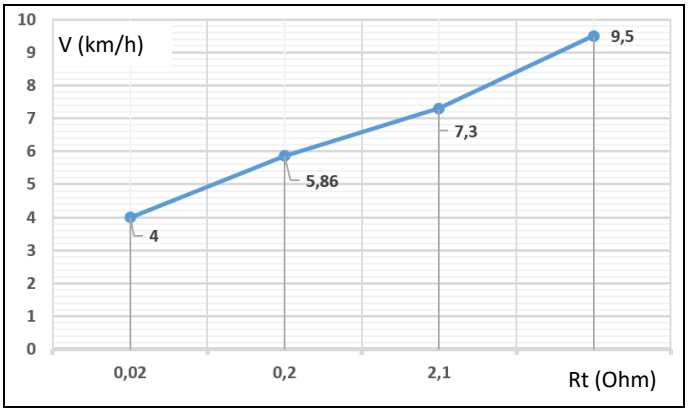


Fig. 6 – Dependence of the critical speed on the resistance of the braking resistor

In fig. 7 shows the braking characteristics that are formed during unregulated self-excitation and constant resistance of the braking resistor.

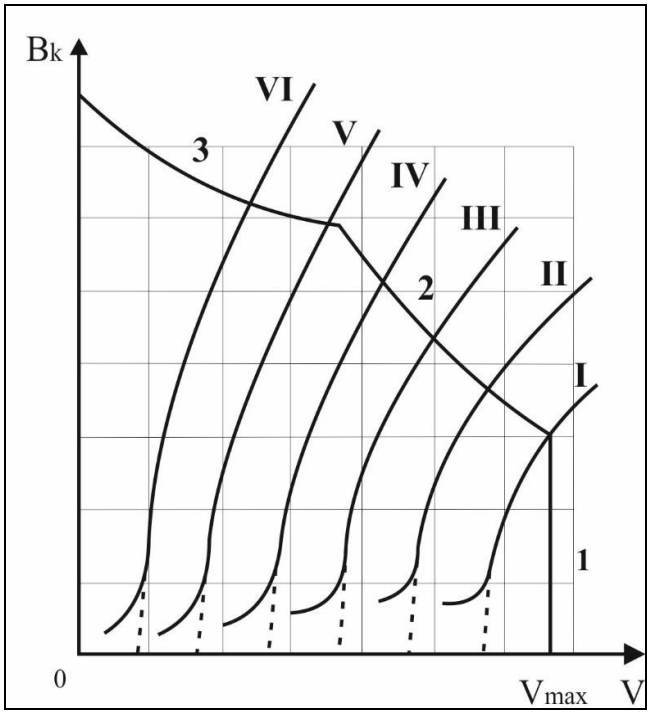


Fig. 7 – Braking characteristics formed by unregulated self-excitation and constant resistance of the braking resistor

The braking characteristics formed by unregulated self-excitation and constant resistance of the braking resistor are more suitable for braking on slopes than for stopping braking. At the same time, the unregulated process of self-excitation of the generator does not allow to expand the braking range in the zone of low speeds.

Therefore, to provide stopping braking, an electric braking system with a variable structure is proposed (Fig. 8). In the initial stage of braking, the electric motors operate with serial excitation generators, and then the excitation current of the generators is automatically regulated by a DC/DC converter by shunting the input of this converter to the excitation windings of electric motors [9].

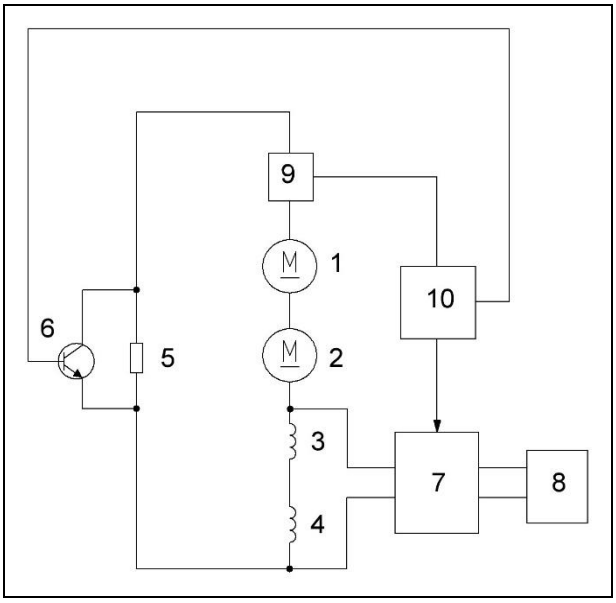


Fig. 8 – Scheme of electric braking system with variable structure:

5 – brake resistor, 6 – transistor switch,

7 – DC/DC converter, 8 – own needs,

9 – current sensor, 10 – automatic control system.

In this case, the energy extracted from the excitation windings is transmitted through the DC / DC converter to its own needs. At low speeds, when the excitation current is compared with the armature current, the resistance of the braking resistor is gradually reduced by shunting it with a transistor operating in the mode of wide-pulse modulation. Thus, the increase of braking efficiency in the zone of low speeds is provided and the energy indicators of the traction electric drive are improved.

RESULTS

The article provides recommendations for the introduction of controlled self-excitation of sequential excitation generators in electric braking systems of tram cars. The authors prove that the introduction of a braking resistor in the circuit of a series excitation generator reduces the current and braking torque. To provide stopping braking, an electric braking system with a variable structure is proposed, which provides an increase in braking efficiency in the zone of low speeds and improves the energy performance of the traction electric drive.

THE SCIENTIFIC NOVELTY AND PRACTICAL SIGNIFICANCE

Based on field research, the authors first proposed an electric braking system with a variable structure. Based on the experiments, it is possible to predict further prospects for the development

of control systems for traction electric tram cars, which will significantly increase the electrodynamic characteristics to the level of modern models of tram cars and, if implemented, effectively solve the problem of critical wear of urban electric vehicles.

CONCLUSIONS

The main features of the process of self-excitation of serial excitation generators and the results of research of the traction electric motor TE-022 of the tram car on the full-scale stand, which was created in O. M. Beketov NUUE. It is established that the introduction of a braking resistor in the circuit of a series excitation generator reduces the current and braking torque. The dependence of the critical speed on the resistance of the brake resistor is determined. These recommendations for the introduction of controlled self-excitation of sequential excitation generators in the systems of electric braking of tram cars. To optimize and ensure stop braking, an electric braking system with a variable structure is proposed.

References

[1.] Gorodskoy avtotransport v Ukraine zamenyat elektrotransportom. Korrespondent.biz, 5 oktyabrya 2020 / Novosti ot Korrespondent.net v Telegram / https://t.me/korrespondentnet

[2.] Veg, Lukas & Laksar, Jan & Pechanek, Roman. (2017). Overview of different concepts of traction drives with regard to high-speed PMSM. 1-5. 10.1109/EPE.2017.7967236.

[3.] Cherny M., Kachimov V. Vnedrenie energoeffektivnogo oborudovaniya i tekhnologiy na podvizhnom sostave gorodskogo elektrotransporta Ukrainy / M. Cherny, V. Kachimov // Kommunalnoe khozyaystvo gorodov. Nauchno-tekhnicheskiy sbornik. – Vypusk 88. – Seriya: Tekhnicheskie nauki. – Kiev: Tekhnika, 2009. – S. 354-359.

[4.] Cherny M., Kachimov V. Vnedrenie energoeffektivnogo oborudovaniya i tekhnologiy na podvizhnom sostave gorodskogo elektrotransporta Ukrainy / M. Cherny, V. Kachimov // Staliy rozvitok mist. Yelektrichniy transport – perspektivi rozvitku ta kadrove zabezpechennya: Materiali mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï konferentsiï. – Kharkiv: KNAME, 2009. – S. 58-59.

[5.] Felea I, Csuzi I, Barla E. Modelling and Assessing Energy Performance of an Urban Transport System with Electric Drives. Promet – Traffic & Transportation [Internet]. 27 Oct. 2013 [cited 30 Jan. 2019]; 25(5): 495-06.

[6.] Shpika N.I., Andreychenko V.P., Besarab A.I. Uluchshenie tekhnicheskoy effektivnosti i energeticheskikh pokazateley sistemy tyagovogo elektroprivoda tramvaynogo vagona. Sbornik nauchnykh trudov Ukrainskogo gosudarstvennogo universiteta zheleznodorozhnogo transporta. Vyp. 153. 2015. – S. 90-98.

[7.] Patent Ukraïni №101885. Pristriy keruvannya tyagovimi elektrodvigunami poslidovnogo zbudzhennya elektrorukhomogo skladu, 12.10.2015, byul. №19.

[8.] Tikhmenev B.N., Trakhtman L.M. Podvizhnoy sostav elektrifitsirovannykh zheleznykh dorog. Teoriya raboty elektrooborudovaniya. Elektricheskie skhemy i apparaty. Uchebnik dlya VUZov. – M.: Transport, 1980, 471 s. – S. 147-151.

[9.] Patent Ukraïni №126978. Sposib avtomatichnogo keruvannya tyagovimi elektrodvigunami poslidovnogo zbudzhennya elektrorukhomogo skladu v galmivnomu rezhimi, 10.07.2018, byul. №13.

[10.] Tulupov V.D. Avtomaticheskoe regulirovanie sil tyagi i tormozheniya elektropodvizhnogo sostava, 1976, 368 s.

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

BUDUĆNOST UPRAVLJANJA BAZAMA PODATAKA

Milica Radulović, Dražen Marinković, Zoran Ž. Avramović
Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina
{milica.radulovic, drazen.m.marinkovic, zoran.z.avramovic}@apeiron-edu.eu

Abstrakt - *U okruženju koje podliježe stalnim promjenama, današnje kompanije su primorane da prate trendove i prilagođavaju se potrebama i zahtjevima krajnjih korisnika. Posebnu pažnju moraju da posvete tehnološkom razvoju kako bi mogli da ispune prethodno navedene zahtjeve na adekvatan način.*

Svakako jedna od značajnih oblasti čije trendove razvoja je neophodno ispratiti jeste oblast baza podataka, na čiji rast i razvoj utiču mnogobrojni faktori koji se ispoljavaju u različitim vidovima. Naime, mnogi istraživači se bave pitanjem u kom pravcu će se razvijati baze podataka ali i na koji način će se njima upravljati. Konstantan rast količine podataka u svijetu predstavlja veliki izazov prilikom pronalaska najboljeg riješenja upravljanja velikim brojem podataka, kao i iskoristivost tih podataka na optimalan način. Na osnovu dosadašnjih istraživanja uočeno je nekoliko pravaca koji imaju veliki potencijal za kreiranje, razvoj, implementaciju i upravljanje bazama podataka.

Ključne riječi - *podatak, baza podataka, CLOUD, trend, razvoj, podaci u realnom vremenu*

1. UVOD

Čovjek se svakodnevno susreće sa različitim podacima koji se javljaju u različitim oblicima i veličinama počevši od svakodnevne neformalne komunikacije, poslovne komunikacije i sl. „Podatak (engl. data) jeste skup odvojenih, objektivnih činjenica o nekom događaju.“ [1] U svim sferama društva broj podataka konstantno raste. Prema istraživanju IBM-a čak 93% podataka nije moguće iskoristiti. Upravo, potreba da se ti podaci smjeste na adekvatno mjesto i iskoriste na adekvatan način dovodi do razvoja i unaprjeđenje baza podataka.

Baza podataka predstavlja skup podataka koji su najčešće smješteni u elektronskom obliku. Od samog nastanka pa do danas baze podataka su mijenjale svoj oblik i prilagođavale se shodno razvoju potreba društva. "Ako ste odrasli s bazama podataka 80 -ih, 90 -ih ili ranih 2000 -ih, vaš svijet je imao ograničen izbor baza podataka", kaže Shawn Bice, potpredsjednik, Databases, s Amazon Web Services (AWS). „To nije svijet u kojem sada živimo. Više jedna veličina ne pristaje svima. "

Baze podataka su se razvijale u različitim pravcima i sa sobom donijele niz inovacija koje su na različite načine odgovarale na korisničke zahtjeve. Međutim, može se reci da imaju zajednički cilj a to je da unaprijede postojeće sisteme uz maksimalnu iskoristivost raspoloživih podataka i minimiziranje troškova.

Prema istraživanjima i mišljenjima mnogobrojnih autora pretpostavlja se da će se nastaviti trend eksponencijalnog rasta primjene cloud baza podataka, gdje naročitu pažnju privlače baze podataka u realnom vremenu.

Generalno, intenzivan razvoj informacionih tehnologija u velikoj mjeri se odražava i na razvoj baza podataka kao značajnog segmenta savremenog poslovanja. Novorazvijeni oblici baza podataka će dobiti na značaju u budućnosti i doživjeti dodatni razvoj, te pronaći svoju primjenu kod velikog broja korisnika.

2. BAZE PODATAKA U REALNOM VREMENU (ENGL. REAL-TIME DATABASE)

Današnje kompanije bez obzira na djelatnost kojom se bave, moraju da kontinuirano ulažu u tehnološki napredak. Razlog tome jeste potreba prilagođavanja tržišnim uslovima, ostvarivanja što bolje konkurentnosti na tržištu, uz što manje troškove, sa što boljim rezultatima. Činjenica da se aktivno ili pasivno prikupljaju podaci, a zatim se skladište nije od velikom značaja. Jako je važno znati upravljati, manipulisati tim podacima, kao i da podaci koji se čuvaju mogu da pronađu svoju upotrebu, odnosno da se mogu iskoristiti u trenutku kada to bude potrebno. Ukratko, neophodno je imati pravu informaciju u pravo vrijeme.

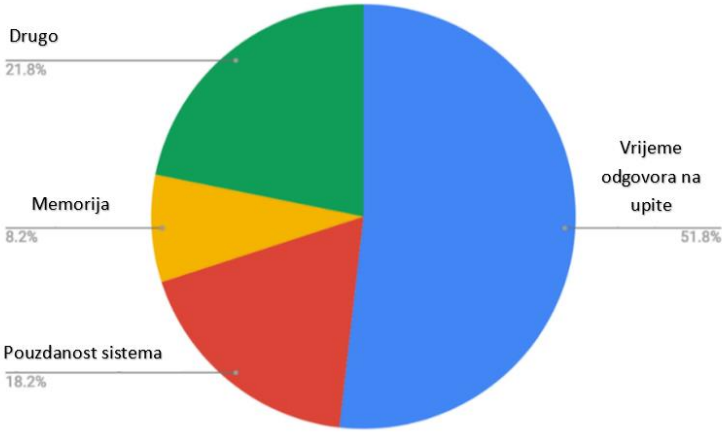
Razvoj informacionih tehnologija doveo je do značajnog unaprjeđenja mnogobrojnih aktivnosti. U savremenom dobu „vrijeme je novac“, te se teži ka smanjenju vremena izvršavanja aktivnosti i postizanju maksimalnih rezultata. Da bi se posao obavio za što kraće vrijeme potrebno je blagovremeno dobiti podatke koji su potrebni. U posljednje vrijeme javlja se sve veća potreba za podacima u realnom vremenu. Podaci u realnom vremenu se odnose na podatke koji se prikazuju po dobijanju. Ti podaci se smještaju u bazu podataka u realnom vremenu. Ona predstavlja sistem baze podataka koji koristi obradu podataka u realnom vremenu čije se stanje konstantno mijenja. Razlikuju se od tradicionalnih baza podataka koje sadrže trajne podatke, odnosno podatke na koje vrijeme ne utiče.

Razvojem tehnologije dolazi do stvaranja velikih sistema, čime se povećavaju i potrebe samih korisnika što dovodi do značajnog povećanja broja zahtjeva koji su upućeni prema bazi podataka. Upravo to dovodi do većeg opterećenja same baze podataka, jer su same obrade tih podataka zahtjevnije. Takođe, sve to utiče i na brzinu isporuke podataka, kao i veličinu baze podataka. „U 2017. godini, Microsoft SQL Server izjavio je da je maksimalna veličina baze podataka s kojom može rukovati bila 524.272 terabajta.“ [2] Pretpostavlja se da će se upotrebom baza podataka u realnom vremenu dovesti do prevazilaženja navedenog problema.

Prema Bansalu i Chauhanu (2017), baza podataka u stvarnom vremenu ima prednost nad relacionom bazom podataka. Prednost se ogleda u većoj fleksibilnosti, mnogi proizvodi baze podataka u stvarnom vremenu omogućuju dijeljenje, što omogućava korisnicima da dodaju još mašina i povećaju klaster.

„Baze podataka u realnom vremenu korisne su za računovodstvo, bankarstvo, pravo, medicinsku dokumentaciju, multimediju, kontrolu procesa, sisteme rezervacija i naučnu analizu podataka.“ [3]

Na slici su prikazani parametri koji utiču na razvoj baza podataka u realnom vremenu i daju istima na značaju. Takođe, kontinuirano utiču na povećanje broja korisnika, kao i efikasnije zadovoljavanje njihovih potreba.



Slika 13. Najvažnije mjere koje se prate za performanse baze podataka

3. TRENDOVI RAZVOJA BAZA PODATAKA

Postoje različita viđenja razvoja, odnosno budućnosti baza podataka. Veliki broj istraživača se bavi istraživanjem navedene problematike gdje nastoje da daju odgovore na veliki broj pitanja, te da se prilagode potrebama i zahtjevima savremenog doba, ali i onoga što tek dolazi.

„Prema procjeni IDC (International Data Corporation) svijet će do 2025. godine stvoriti i umnožiti 163ZB podataka, što predstavlja desetostruko povećanje u odnosu na količinu podataka stvorenih 2016. godine.

Od 2005. do 2020. godine digitalni univerzum narastao je za 300 puta, sa 130 egzabajta na 40.000 egzabajta, odnosno 40 triliona gigabajta (više od 5.200 gigabajta za svakog muškarca, ženu i dijete u 2020. godini).“ [4]

Emil Eifrem (Neo Technology), vjeruje da će se svijet podataka do 2022. godine podijeliti na tri sljedeća tržišta:

- Prvi segment se odnosi na relacione baze podataka gdje prema njegovom mišljenju SQL je i dalje dominantna tehnologija.
- Drugi segment se odnosi na nerelacionu bazu podataka u prostoru NoSql. Naime, pojavilo se nekoliko navedenih baza podataka kao npr. MongoDB za dokumente, Neo4j za grafičke baze podataka i sl.
- Posljednji segment se odnosi na druge nerelacione baze podataka koje se fokusiraju na tržišne niše podataka. To su specifične oblasti koje se prilagođavaju određenoj grupi korisnika.

4. CLOUD BAZE PODATAKA

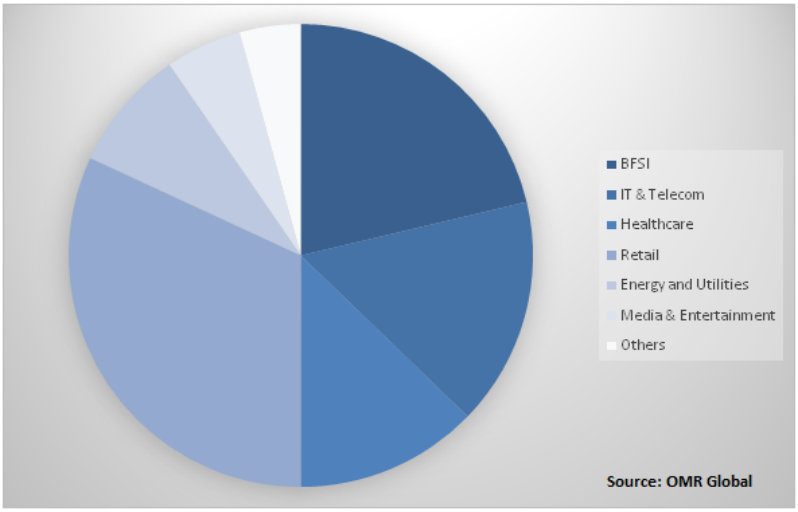
Tehnologija koja je doprinijela unaprjeđenju tradicionalnih baza podataka i stvorila jednu potpuno novu dimenziju jeste cloud tehnologija. „Cloud baza podataka je usluga baze podataka koja se

gradi i kojoj se pristupa putem cloud platforme.“ [5] Ovakav vid baze podataka donosi sa sobom niz prednosti koje poboljšavaju karakteristike baze podataka, čime se adekvatnije zadovoljavaju potrebe korisnika.

Sve veća primjena cloud platforme pripisuje se bržem uvođenju novih sposobnosti za pokretanje inovativnih poslovnih rješenja. Naime, kompanije širom svijeta u sve većoj mjeri usvajaju cloud baze podataka za skladištenje podataka jer je veliki prostor za skladištenje potreban za komercijalne podatke koje generišu mala, srednja preduzeća i velika preduzeća.

„Prema istraživanjima tržišta do 2021. godine prihod od sistema za upravljanje bazom podataka u oblaku (DBMS) čini će 50% ukupnih tržišnih prihoda DBMS-a. Do 2023. godine 75% svih baza podataka će biti na Cloud platformi.“ [6]

Cloud baze podataka se koriste u velikom broju različitih industrija, gdje je prema istraživanju OMR Global iz 2018. godine cloud baze podataka su najzastupljenije u maloprodaji. Na slici broj dva predstavljeni su rezultati tadašnjih istraživanja.



Slika 14. Zastupljenost CLOUD baza podataka u različitim vrstama industrije

Prema riječima Feifei Li (Predsjednik Alibaba Cloud Intelligence) [7] organizacije sada shvataju da se za usvajanje inovacija u sistemu upravljanja bazama podataka moraju „preseliti“ na cloud. DBMS na cloud-u nudi fleksibilne modele određivanja cijena, bez kapitalnih troškova, bolje operativne troškove koji utiču na model „pay-as-you-go“ (bez kapitalnih ulaganja u hardver i softver). Ukratko, popularnost baze podataka kao servisa raste i očekuje se da će u narednom periodu doživjeti dodatnu ekspanziju.

5. ZAKLJUČAK

Sistemi baza podataka koji su izvorno u oblaku postoje od 2005. Skladištenje, mreža i virtualizacija bile su prve tehnologije koje su se pojavile kao ponuda usluga u oblaku. Nakon toga dogodilo se mnogo promjena na sloju platforme. Tehnički poremećaji događaju se sloj po sloj, pa

baza podataka više nije naslijeđena. U tradicionalnoj bazi podataka resursi (posebno čuvanje i računanje) povezani su zajedno i ne mogu iskoristiti snagu zajedničkih resursa. Baze podataka u oblaku razdvaja računske i skladišne resurse baze podataka. Ova vrsta arhitekture koristi klijentima za povećanje ili smanjenje resursa za čuvanje i računanje. Moguće je automatizovati i nadgledati radna opterećenja bez da ljudi rade te zadatke.

Literatura

[1] T. H. P. L. Davenport, Working knowledge: How Organizations Manage What They Know, Boston: Harvard Business School Press, 2000.
[2] D. J. C. D. W. B. Dr. Peter Ping Liu, „A Study on Real-Time Database Technology and Its Applications," 2020.
[3] [Na mreži]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_database. [Poslednji pristup 6. 9. 2021].
[4] [Na mreži]. Available: https://www.dbta.com/Editorial/News-Flashes/Key-Database-Trends-Now-and-for-the-Future-131888.aspx. [Poslednji pristup 6. 9. 2021].
[5] [Na mreži]. Available: https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-cloud-database. [Poslednji pristup 7. 9. 2021].
[6] [Na mreži]. Available: https://timesofindia.indiatimes.com/business/india-business/cloud-dbaas-is-the-future-of-database-management-for-the-enterprise/articleshow/73803296.cms. [Poslednji pristup 7. 9. 2021].
[7] [Na mreži]. Available: https://www.alibabacloud.com/blog/self-driving-databases-are-the-future-learn-why_595934. [Poslednji pristup 11. 8. 2021].

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

ИНОВАЦИЈЕ У ПРИМЕНИ ИКТ У ПРАЋЕЊУ ПЕРФОРМАНСИ СИСТЕМА ЈАВНОГ ГРАДСКОГ ТРАНСПОРТА ПУТНИКА

INNOVATIONS IN THE APPLICATION OF ICT IN MONITORING THE PERFORMANCE OF THE PUBLIC URBAN PASSENGER TRANSPORT SYSTEM

Тибор Фазекаш
Градска управа, Град Суботица, ftibi9@gmail.com

Драгутин Јовановић, Нена Томовић, Милош Арсић
Универзитет Привредна академија Нови Сад
{gutajov, tomovicnena, milos.arsic}@gmail.com

Синиша Арсић
Телеком Србија, Београд, sinisaars@telekom.rs

Апстракт *- У овом раду су дати преглед и анализа иновација у примени информационо-комуникационих технологија у праћењу перформанси система јавног градског транспорта путника. Наведени су појединачни елементи система, као што су електронски системи наплате карата, иновације електронског система за управљање јавним градским транспортом путника у реалном времену и електронски систем у служби мониторинга функционисања тржишта транспортне услуге.*

Кључне речи *- иновације, електронски систем, јавни градски транспорт путника, мониторинг.*

Abstract *- This paper provides an overview and analysis of innovations in the application of information and communication technologies in monitoring the performance of public urban passenger transport systems. The individual elements of the system are listed, such as the electronic ticket collection system, the innovations of the electronic system for managing public urban passenger transport in real time and the electronic system for monitoring the functioning of the transport service market.*

Key Words *- innovations, electronic system,urban passenger transport system, monitoring.*

1. УВОД

Поред традиционалног јавног превоза, развили су се (или бар тестирали) разни облици флексибилног јавног превоза у западној Европи од 1970-их и 1980-их. Системи са возилима малог капацитета (минибус, путнички аутомобил), посебно су распрострањени. Последњих година флексибилни јавни превоз се назива ДРТ (енгл. DRT - Demand Responsive Transport - транспорт прилагођен превозу). По дефиницији: „ДРТ је привремени облик превоза између аутобуса ниског капацитета, аутобуса ниског пода, конвенционалног јавног превоза и такси услуга који задовољавају личне потребе“.

Док се у случају традиционалног јавног превоза, при планирању дужег временског периода, користе подаци о потребама превоза из претходног периода, у случају ДРТ-а, рута путовања, време путовања и врста возила одређује се на основу тренутних потреба путовања. Ово захтева претходно изјашњавање о намерама путовања. Сврха оперативног планирања како би се омогућио флексибилан транспорт је приближавање потреба и понуда и просторно и временски у односу на потребе путовања. Што је нижа потражња за путовањима, то је већи значај оперативног планирања.

Савремени градови су, упркос могућностима коришћења јавног саобраћаја, оптерећени аутомобилима, чак до критичне границе: гужва, застоји, загушеност, споро одвијање саобраћаја, огроман губитак времена, загађење. Мотиви људи су јасни и једноставни: сопствени ауто је увек при руци, на располагању, по потреби. Застоји и загушења саобраћаја у градовима представљају стални извор проблема у вези са губитком времена и стварањем непотребних трошкова. Студија коју је реализовао IBM Institute for Business Value, 2010. године, тврди да такозвани паметни и за живот подеснији градови информационе и комуникационе технологије употребљавају иновативно у циљу стварања диверсификованог и одрживог окружења.

Одрживи транспортни системи у складу су са свим главним принципима одрживог развоја: заштита јавног здравља и квалитета окружења, поштовање екосистема, ограничење издувних гасова, одрживо коришћење обновљивих ресурса и минимално коришћење необновљивих (Pitisava-Latinoupoulu, M., 2006). Правила Организације за економски развој и сарадњу (ОЕЦД), која се односе на одрживи транспорт у окружењу сматрају се веома битнима. Европска заједница иде ка имплементацији заједничких правила транспорта суочавајући се са два основна проблема:

- прекидање везе између економског развоја и развоја транспорта,
- постизања једнаког развоја свих видова транспорта.

Европска заједница министарстава транспорта (ECMT) покушава да створи интегрисани систем транспорта кроз земље чланице и остатак континента, анализирајући социјалне проблеме као и проблеме околине и саобраћаја. Светски пословни савет за одрживи развој (WBCSD) започео је 2002. године Пројекат одрживе мобилности, како би одредио циљеве одрживог система транспорта.

Проучавање транспортних процеса, са нагласком на ЈГТП, у свом раду унапредио је Гладовић (2008.) указујући на чињеницу да транспортни систем по својој организационој структури и техничко-технолошким карактеристикама, спада у ред најсложенијих производних система.

2. СИСТЕМ ЈАВНОГ ГРАДСКОГ ТРАНСПОРТА ПУТНИКА

Систем јавног транспорта путника са свим својим перформансама (капацитет, брзина, ефикасност), технологијом, квалитетом, трошковима инвестиција и експлоатације, и утицајем на животну средину, представља један од битних фактора од утицаја на локацију, величину и структуру градова, њихову економију, социјалне односе итд., тврди у свом раду Филиповић (2001). Оптимизација структуре и функционисања градова и њихових транспортних система веома је сложен и деликатан посао са далекосежним последицама у свим сферама живота његових становника.

За решавање, или макар за ублажавање, последица ових проблема, неизбежно је успешно организовање паметне урбане мобилности, значи, потребно је понудити таква решења која обезбеђују једноставан приступ средствима јавног саобраћаја, са унапред познатим информацијама о најбржим правцима, уз коришћење комбинације превозних средстава само са једном пријавом (легитимисањем) за долазак до одредишта. Свакако, није довољно само понудити могућности, треба на адекватан начин формирати јавно мњење, значи, промена свести грађана је услов да се промене навике и да се прихвате она решења, која гарантују рационалност и дугорочну одрживост целокупног градског живљења.

Да бисмо истакли значај рационалног организовања транспорта генерално, у светским размерама, а у оквиру тога и јавног градског транспосрта путника, наводимо студију Xiong-a и других (Xiong и др. 2012), у којој аутори анализирају стање иновативног интелигентног транспортног система као неизоставног елемента паметних градова, и разматрају његове могуће нове правце развоја у Републици Кини и у свету.

Интелигентни транспортни системи (ИТС) су уведени прво у САД (Electronic Route Guidance System, ERGS, 1967), у Европи почетком 1970-их година (Road Transport Informatics) који је у оквирима Европске Уније развијен у Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe (DRIVE, 1989) и у European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization (ERTICO, 1991). Такође, у Јапану је примена ИТС почела почетком 1970-их година, која је 1998. прерасла у Vehicle Information and Communication System (VICS) и у Smartway почетком 21. века. У оквиру решавања транспорта путника у паметним градовима, сличне проблеме разматра и књига Аутономна возила – Интелигентни транспортни системи и паметне технологије (Bizon и др, 2014) у вези са савременим технологијама и новим горивима у возилима, затим, у вези са интелигентним системима управљања и контроле промета.

Управљање пријављеним потребама за променом локације, плановима управљања рутом, возилима и посадом, оперативно управљање возилом и информације о путницима, сервис и издавање карата захтевају напредне телематичке системе. Распон општих (колективних) и персонализованих информација о „мобилности“ су посебно важни за путнике (информације о предностима и недостацима различитих начина путовања, лични итинерери, информације о структури карте, итд). Приликом увођења флексибилних услуга, приказано у табели 1. (Фазекаш 2020), предузећа јавног превоза, транспортне компаније и удружења имају следеће циљеве:

- пружање појединачних (координисаних) превозних услуга које су компатибилне са другим видовима превоза,
- проширење ланца мобилности, превоз од врата до врата,
- освајање нових корисника (путника).

Табела

1. Карактеристике разних врста јавних услуга

	Врсте јавних услуга			
Карактеристике флексибилности	услуга фиксне руте (на захтев)	делимично фиксна рута	услуга без фиксне руте (подручје)	car-sharing услуга
фиксне руте (просторност)	условљено	у одређеном правцу	слободно унутар зоне	слободно унутар зоне
место улаза и излаза	само на одређеним стајалиштима (условне станице)	на одређеним и условним стајалиштима или на било ком другом месту	било где (од врата до врата)	било где (од врата до врата); преузимање и достава возила на одређеним локацијама
благовременост (ред вожње)	по реду вожње	по реду вожње	без реда вожње	без реда вожње
претходно најављени пут	нема најављеног излаза	потребно	потребно	потребно

Иако ДРТ системи имају много предности, неке карактеристике потенцијални путници могу схватити као недостатак:

- намера путовања мора бити најављена унапред,
- путници који ретко путују је тешко разумети врсте флексибилних услуга, а и како их користити,
- цена превоза је већа;
- тарифни систем је сложенији, посебно када се комбинују флексибилни и конвенционални јавни превоз.

Ови недостаци могу се ублажити пажљивим планирањем, интензивним маркетиншким и информативним активностима и надгледањем процеса (пријављивање захтева, отпрему итд.).

Карактеристике флексибилних јавних услуга:

Јавне услуге су класификоване према следећим „карактеристикама флексибилности“:

- ограниченост руте (простор),
- место укрцавања и искрцавања,
- време,
- и потреба за претходном најавом.

3. ЕЛЕКТРОНСКИ СИСТЕМ ЗА НАПЛАТУ КАРАТА

Примарни циљ код развоја електронског система за наплату карата код путника који учестало или повремено користе јавни превоз је да користе што мање медија (нпр. паметна картица и мобилни телефон) у току путовања, смање готовинска плаћања користећи услуге оперативних компанија. Развојем интероперабилних подсистема менаџмент

компанија јавног превоза путника (локалне самоуправе) имају за циљ да омогуће путницима да што лакше стигну до одредишта. Услов за остварење таквог циља је:

- да се подаци генеришу приликом коришћења система јавног превоза и пружају одговарајућу основу за поуздано планирање потреба корисника услуга,
- да понуђене услуге јавног превоза буду прихватљиве,
- да се будући приходи и трошкови могу с одговарајућом сигурношћу планирати.

прихватљиво је да би се осигурало боље снабдевање услугама, приходи и надокнаде су солиднији планирање од.

3.1. Теоријске основе електронских система

Електронски систем за наплату карата из угла интероперабилности превозника путника треба споменути три важна елемента:

- Обим и улога путних медија

Овде припадају електронске бесконтактне паметне картице, сличне кредитне картице, паметни телефони с одговарајућим софтвером, картице за идентификацију путника с новчаном вредношћу, QR-код. Врсте комуникацијске везе: која када севкористи путни медиј током путовања представља везу са сервером (дата центар). Саобраћајне картице могу да се користе за плаћање путовања без потребе за директним веза са сервером, чак и ван мреже могу да раде док личне карте током руковања пружа идентификацију власника картице.

- Начин управљања подацима

Систем за прикупљање података о путницима уз купљену карту. Систем врши прикупљање, пријем, обраду и анализу података. Сигурно да постоји разлика између различитих канала података - зависно од врсте коришћених и примењиваних путничких медија али формирана структура података, евиденција, складиштење података је слично.

- Различити системски концепти начина електронске наплате карата

Један концепт је заснован на медијима: износ накнаде за путовање, или прихватање купљене карте раније користећи медијуме (нпр. бесконтактна чип картица, ...) врши се на возилима или терминалним уређајима ван мреже.

Други концепт је заснован на постојању сервера: износ накнаде за путовање, или прихватање купљене карте раније врши се преко медијума за препознавање, идентификацију (нпр. бесконтактна чип картица, мобилна картица, кредитна картица, QR-код) али све то искључиво на мрежи.

3.2. Иновације у електронским системима за наплату карата

Иновације у области електронског система за наплату карата постају могуће када се се путници у великом броју опреме мултимедијалним средствима, не само да је имају паметан мобилни телефон, већ да на њему имају имплементиране софтвере, намањене за олакшавање куповине карата на средствима јавног превоза, него и да су способни да их користе на мрежи или ван ње.

Међу новинама могла би бити електронска наплата карата али на основу дужине коришћења средстава јавног превоза путника мерено у километрима помоћу ГПР система праћења путника. Оваква врста наплате карата морала би обухватити све врсте возила јавног превоза путника, све мреже, ако и то да не буде везано за део дана када се превозно средство користи.

Цена карте треба у том случају да садржи и екстерне трошкове настале услед гужве у саобраћају, саобраћајних удеса и буке.

Цена карата се мора ускладити на свим нивоима јавног превоза путника (градска, међуградска, ванредна вожња за туристичке потребе, такси превоз). Увођење интегрисаног система електронске наплате карата омогућила би потпуну проходност података о путницима и путовањима.

4. КРИТИЧКА АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋИХ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА СИСТЕМОМ ЈАВНОГ ГРАДСКОГ ТРАНСПОРТА ПУТНИКА

Флексибилан јавни превоз може да функционише аутономно или уз традиционалне видове превоза путника. Комбинација различитих облика превоза путника може пружити „услугу пуне мобилности“ која утиче на уједињење њихових предности. Почетна и крајња фаза услуге пуне мобилности су „флексибилне“, док у средњој фаза може буде у облику традиционалног јавног превоза (нпр. превоз путника аутобусом са флексибилним начином прилаза и одласка са станице). Иако су трошкови флексибилног јавног превоза већи од класичног јавног превоза, укупни трошкови таквог ланца превоза остају испод трошкова појединачног превоза путника, док се ниво квалитета превоза приближава или понекад чак превазилази квалитет појединачног превоза. Флексибилним начином превоза путника може се постићи смањено кретање возила појединаца, што је значајно због очувања животне средине, загађености ваздуха.

Приликом коришћења „услуге пуне мобилности“ путник даје информацију о тачки поласка и тачки одредишта, планирано време путовања као и друге карактеристике путовања. Сходно томе, диспечерски центар предлаже оптималну руту пута (уколико је реч о дужој релацији предлаже ланац мобилности), који може бити комбинација следећих начина превоза:

- флексибилан јавни превоз,
- традиционални јавни превоз,
- такси услуге (индивидуално или заједничко коришћење таксија),
- car-sharing услуга.

5. ПРАЋЕЊЕ САОБРАЋАЈА У РЕАЛНОМ ВРЕМЕНУ КАО ИНОВАЦИЈА У САОБРАЋАЈНОМ СИСТЕМУ ГРАДОВА

Операције управљања информацијама телематичког система групишу се према њиховој временској прилагођености основном процесу праћења превоза путника у реалном времену у градском саобраћају:

1. операције пре транспорта,
2. операције које настају током извршавања транспортног задатка и
3. операције након извршеног транспорта.

Операције управљања информацијама у систему у коме учествује људски фактор и машине (средства транспорта) су следеће:

1) Пријава потребе за путовање – као и запримање исте информације

2) припрема планова различитих услуга превоза путника (ред вожње, план управљања возилима, особљем итд.)

3) потврда о изводљивости путних потреба будућих корисника

4) аутоматско управљање подацима о положају и статусу возила

5) пријава неочекиваних догађаја као и пријем таквих информација

6) најава односно пријем диспозиција у току процеса превоза путника (модификације реда вожње)

7) аутоматско управљање уређајима за информисање у возилима јавног превоза

8) аутоматско управљање уређајима за информисање путника у објектима јавног превоза (станице, зауставна места)

9) потврда о испуњеном задатку

10) аутоматско наплаћивање карата

Плаћање је могуће аутоматски, електронским путем и то након завршеног извршити аутоматски након путовања. Цену карте (узимајући у обзир дужину пута, место уласка односно изласка из превозног средства и карактеристике путника) одређује се из диспечерског центра рачунар. Помоћу повезаности с банкама омогућено је да се с ценом карте аутоматски терети банковни рачун корисника јавног превоза. Предуслов за овај поступак је да услугу могу користити само претходно регистровани путници. Приликом регистрације будући путници дају своје личне податке и стичу право на идентификациону картицу. Идентификација путника уколико је број путника релативно мали врши возач. Уколико је број путника релативно велики идентификација се аутоматским читачем.

11) састављање статистичких извештаја и анализа

На основу података обрађених у тлематичком систему могуће је брзо и с високом тачношћу урадити различите извештаје и анализе. Подручја која могу бити обухваћена статистичким подацима:

- број путника у односу на време, подручје и мотив путовања,
- учинак процесу превоза путника,
- транспортни учинак,
- просечно време појединих рута превоза,
- учесталост употребе условних стајалишта,
- приход, итд.

Ови подаци помажу у дизајнирању и регулисању организације и рада ДРТ-а на најефикаснији начин. Прве ДРТ системе карактерисало је ручно и претежно управљање информацијама у папирнатој форми. За оперативно планирање било потребно да прође

најмање 24 сата између најаве и испуњења захтева. С развојем и ширењем телематичких система постало је могуће смањити време које треба да протекне између захтева и почетка путовања. Овај временски период се креће од 10 до 180 минута, што у неким случајевима може утицати на цену која се плаћа за услугу.

6. ЕЛЕКТРОНСКИ СИСТЕМ У СЛУЖБИ МОНИТОРИНГА ФУНКЦИОНИСАЊА ТРЖИШТА ТРАНСПОРТНЕ УСЛУГЕ И ИСПУЊАВАЊА УГОВОРНИХ ОБАВЕЗА

„Примена савремених информационих технологија у мониторингу процеса јавног транспорта путника је пре свега неопходно за квалитетно обављање превоза путника. Неопходно је увести квалитетан информациони систем који се састоји од два подсистема:

- подсистем за наплату карата која обухвата и контролу путника,
- подсистем за управљање возилима.

Подсистем за наплату карата и контролу путника омогућује:

- управљање приходима,
- унапређење и развој тарифне политике и тарифног система на територији града,
- спречавање злоупотреба (отежана фалсификација паметна картица),
- добијање података о превезеним путницима по категоријама,
- једноставност и приступачност за кориснике система,
- широк асортиман врста карата,
- широк асортиман повластица (по времену, данима, периоду године),
- приступ различитим статистичким подацима,
- индивидуализацију социјалне политике.

Подсистем за наплату карата и контролу путника омогућује преко различитих техничких решења да се изврши наплата путовања на одређеном итинереру а да се при томе избегну манипулативне и споре радње са новцем. Процес се одвија коришћењем: бесконтактних пластичних карата, бесконтактних папирних паметних карата и папирних карата.

Бесконтактне пластичне карте морају бити израђене од тврде пластике са уграђеним чипом (smart карта) величине кредитне картице по одређеним ISO стандардима. Максимална раздаљина за читање и уписивање података је 5 цм од валидатора. Бесконтактне карте морају функционисати као: неперсонализоване паметне карте и персонализоване паметне карте.

Неперсонализована паметна карта представља "електронски новчаник" са могућношћу уплате одређеног износа од чега се скида цена појединачног путовања. Карте нису временски ограничене и накнадно се допуњују. Иста има могућност регистрације на шифру корисника ради омогућавања блокаде у случају губитка карте.

Персонализоване паметне карте су претплатне периодичне карте са подацима о власнику и о самој карти (категорија, период, попуст). Карта садржи фотографију корисника. Персонализоване карте постоје као:

- персонализоване карте за путнике и
- персонализоване карте за остале категорије.

Персонализоване карте за путнике омогућују превоз разних категорија (ђаци, студенти, незапослени, инвалиди, пензионери итд.) Међу персонализоване карте за остале категорије спадају бесконтактне пластичне карте за запослене (возаче, контролоре, сервисера, службене). Ове карте су са временским ограничењем са могућношћу допуне. Подразумевају неограничен број путовања у изабраним зонама у одређеном временском периоду. Продужење карата ради у on-line моду односно преко листа активних и деактивираних карата, које могу да се шаљу у терминал преко ГПРС комуникације без обзира на положај возила. На овај начин се обезбеђује продужење месечне карте путника који уплаћује жељени износ на екстерној локацији.

Бесконтактне папирне паметне карте омогућују плаћање превоза повременим корисницима јавног градског транспорта. Ове неперсонализоване карте могу бити варијабилне у односу на износ новца, број вожњи на одређеној локацији или зони, временски и по категорији попуста. Ову врсту карата није могуће допунити.

Папирне карте припадају категорији карата чија се употреба временом треба довести до нужног минимума у односу на све друге врсте електронски обрадивих врста карата. С обзиром на циљеве примене концепта паметног града мора се радити на демотивацији кришћења папирних карата и на мотивацији коришћења претплатних карата.

7. ЗАКЉУЧАК

Саобраћајни систем јавног градског транспорта путника спада у ред сложених техничких система. Као и сваки сложени систем, склон је ентропији без смислених и адекватних управљачких акција. Из наведених разлога правилна употреба техничко-технолошких достигнућа у великој мери може поједноставити прилично компликовани задатак управљања. Овај подсистем треба да испуни услове непоклапања и међусобног неометања са другим уређајима на основу електромагнетне компатибилности. ПУВ омогућује адекватно оптимизирано планирање возача и возила као и издавање путних налога са могућношћу информисања возача.

Ради добијања потребних података у реалном времену о месту и кретању возила, као и података о динамици измене путника у возилима, иста морају имати функцијске захтеве за опрему у возним јединицама и бити опремљена следећим уређајима:

- возачким рачунаром,
- валидатором безконтактних карата,
- опремом за пренос сигнала (ГПС,ГПРС),
- уређајем за проверу кредита и осталих информација са бесконтактне карте,
- дисплејом за унутрашње информисање путника,
- пратећом опремом за повезивање уређаја у возилу јавног превоза,
- опремом за fleet management.

ПУВ остварује и мониторинг који обухвата аутоматско лоцирање возила, праћење путовања и праћење реда вожње, давање података о деловима система и давање статистичких података.

Опрема за опслуживање тако комплексних подсистема налази се и у самим возилима као и изван њих. У возним јединицама налазе се возачке машине са валидатором као и инфо читачи, док опрема ван возила обухвата:

- станичне дисплеје за приказивање редова вожњи,
- станичне дисплеје за најаву доласка аутобуса,

vending машине за издавање и допуну карата. (Фазекаш и др, 2015)

Литература

[1.] Pitsiava-Latinopoulou, M., Basbas, S., Christopoulou, P. (2006). Sustainable transport systems: trends and policies. International Conference on Urban Transport and the Environment 12, Prague, Czech Republic, str. 13-22.
[2.] Filipović, S. (2001). Gradovi i sistemi javnog transporta putnika - novi ciljevi, strategije i politike. Naučno stručna konferencija Strategija razvoja gradova i saobraćaj. Teslić.
[3.] Gladović, P. (2008), Organizacija drumskog saobraćaja, FTN, Novi Sad.
[4.] Fazekaš T., (2020). Inovativni pristup održivosti koncepta „pametnih gradova“ na području sistema javnog transporta putnika – komparativna analiza Srbije i Mađarske, Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici, Doktorska disertacija, str 147.
[5.] Xiong, Z., Sheng, H., Rong, W.G., Cooper, D.E. (2012). Intelligent transportation systems for smart cities: a progress review. Science China - Information Sciences, Vol. 55, No. 12, 2012, pp. 2908–2914.
[6.] Fazekaš, T., Ćirić, Z., Sedlak, O. (2015). Održivost razvoja tržišta javnog putničkog saobraćaja "pametnog grada" u uslovima globalizacije. XX internacionalni naučni skup, SM2015, Strategijski menadžment i sistemi podrške odlučivanja u strategijskom menadžmentu, Zbornik radova, Conference proceedings, ISBN 978-86-7233-352-7, str. 610-625.
[7.] Bizon, N., Dascalescu, L., Tabatabaei, N.M. (2014). Autonomous Vehicles – Intelligent Transport Systems and Smart Technologies. Engineering tools, techniques and tables, Nova Science Publishers, Inc, New York.

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

UNAPRJEĐENJE PERFORMANSI STANDARDIZACIJE I MODELOVANJA POSLOVNIH PROCESA U JAVNOJ UPRAVI

IMPROVING PERFORMANCE OF STANDARDIZATION AND MODELING OF BUSINESS PROCESSES IN PUBLIC ADMINISTRATION

Jefto Džino
Ministarstvo za ljudska prava i izbjeglice BiH, Sarajevo, dzino.jefto@gmail.com

Stefan Džino
pr systemfinity, Beograd, dzino.stefan93@gmail.com

Višnja Saravolac
Univerzitet u Beogradu, visnja.saravolac@gmail.com

Danijela Injac
Ministarstvo za evropske integracije i međunarodnu saradnju, RS, Banja Luka, d.injac@meoi.vladars.net

Apstrakt: *Uvažavajući različite metode i metodologije upravljanja projektima, standarde kao i raznolike načine organizacije nastojimo da u osnovi postavimo IT projekat a na studiji slučaja koju ćemo i prikazati. Uvođenje javne uprave u digitalizaciju a time i u interoperabilnost traži da koristimo nove tehnologije na jedan inovativan način. U implementaciji IT projekata, analize poslovnih procesa, njihovog definisanja, konceptualnog dizajna, kao i fizičkog dizajna neophodno je koristiti standardizovane alate. Unaprjeđenje performansi standardizacije i modelovanja poslovnih procesa u javnoj upravi daje poslovnu fleksibilnost, visoku dostupnost, toleranciju na greške i katastrofe. Uvođenjem novih računarskih tehnologija stvaraju se mogućnosti da se poslovni procesi koji do sada nisu bili digitalni uvode u nove servise a čime sa na indirektan način kreira i tržište koje do sada nije postojalo.*

Ključne riječi: *poslovni procesi, modelovanje, dizajn, analiza, standardizacija, novi servisi.*

Abstract: *Taking into account different methods and methodologies of project management, standards as well as various ways of organization, we try to basically set up an IT project*

on the case study that we will present. The introduction of public administration in digitalization and thus in interoperability requires that we use new technologies in one innovative way. In the implementation of IT projects, analysis of business processes, their definition, conceptual design, as well as physical design, it is necessary that we use the standardized tools. Improving the performance of standardization and modeling of business processes in public administration provides us with business flexibility, high availability, tolerance to errors and disasters. The introduction of new computer technologies creates opportunities for business processes that have not been digital so far to be introduced into new services, thus indirectly creating a market that did not existed before.

Keywords: *business processes, modeling, design, analysis, standardization, new services.*

1. UVOD

Kod pripreme IT projekata, analize poslovnih procesa, njihovog definisanja, konceptualnog dizajna, kao i fizičkog dizajna neophodno je koristiti standardizovane alate. Analizom dugogodišnje prakse koja proističe učešćem u pripremi, razvoju i implementaciji različitih IT projekata konstatujemo da bez korišćenja IT alata u pripremi, razvoju i implementaciji IT projekata, mnogi IT projekti ne dožive ni svoj početak a da ne govorimo o razvoju implementaciji a kasnije i reinženjeringu poslovnih procesa i IT projekta.

Uvažavajući različite metode i metodologije upravljanja projektima, standarde kao i raznolike načine organizacije nastojimo da prikažemo u ovom radu unaprjeđenje performansi standardizacije i modelovanja poslovnih procesa u javnoj upravi i da u osnovi postavimo IT projekat a na studiji slučaja koju ćemo i prikazati. Uvođenje javne uprave u digitalizaciju a time i u interoperabilnost traži da koristimo nove tehnologije na jedan inovativan način.

Koristeći deset dobrih razloga za standardizaciju [1] i vodeći se idejom da standardizacija pomaže stvaranju održivosti i koristi za sve ljude u globalnom društvu istraživali smo i dali rješenja za poslovne procese, koje je primjenjivo pored IT projekata i za ostale projekte. U svrhu standardizacije poslovnih procesa uradili smo istraživanja i dali rješenja poslovnih procesa u cilju certificiranja kvaliteta poslovanja i širenju znanja putem informatičkih i komunikacijskih tehnologija.

Unaprjeđenje performansi standardizacije i modelovanja poslovnih procesa u javnoj upravi omogućava bolju poslovnu fleksibilnost, visoku dostupnost, povećava toleranciju na greške i katastrofe [2].

Uvođenjem novih računarskih tehnologija stvaraju se mogućnosti da se poslovni procesi koji do sada nisu bili digitalni uvode u nove servise a čime sa na indirektan način kreira i tržište koje do sada nije postojalo.

Standardizacija poslovnih procesa je rađena na studiji slučaja informacionog sistema za monitoring. U početnoj fazi se identifikuju i specificiraju poslovni procesi, akteri, organizacione jedinice, poslovni entiteti i poslovna pravila [3]. U okviru rada, kao primjer prikazani su najznačajniji dijelovi sa time da se neće ići u prikazivanje detalja, jer to bi daleko prevazišlo obim rada. Identifikovani su i opisani korisnički zahtjevi, koji su predstavljeni preko više različitih pogleda na informacioni sistem za monitoring. Koristiće se standardne notacije i integrisano modelsko okruženje.

Poslovne funkcije koje se ovim ostvaruju su:

- Monitoring projekata;
- Upravljanje dokumentima;
- Upravljanje sredstvima;
- Upravljanje ljudskim kapitalom i
- Poslovna inteligencija za procjenu kvaliteta implementacije projekata.

Ovaj dio razmatranja u radu je namijenjen svim članovima projektnog tima koji uključuje organizacione jedinice sa jedne strane i analitičare i projektante implementacionog tima koji će biti angažovani na poslovima izrade rješenja. Oni u ovom dijelu mogu naći definisane zahtjeve sa pratećom specifikacijom, koja im je neophodna za međusobnu komunikaciju i razumijevanje.

Ovdje se u jasnom obliku prezentuje sadržaj ostalih stručno orijentisanih artifakata koji su predstavljeni u formi specijalizovanih softverskih modela.

Specifikacija se odnosi na poslovni i sistemski aspekt potrebnog rješenja. Ovaj dio razmatranja u razvoju IT projekta je prvenstveno namijenjen ekspertima i analitičarima problemskog domena ali i arhitektima rješenja i rukovodiocima.

Ova razmatranja treba da budu dostupna kao dokumenat svim ostalim članovima tima kao polazna osnova za bolje razumijevanje problema, rješenja ali i unaprjeđenja međusobne komunikacije i kooperacije. Svi korisnici ovog segmenta moraju da imaju samo bazična znanja o računarskoj tehnologiji, obrascima arhitekture, strukturama podataka i tome slično.

U ovom dijelu se koristi jezik oba domena, problemskog i računarskog što je logična posljedica činjenice da je namijenjen korisnicima iz oba domena.

Specifikacija zahtjeva za Informacioni sistem za monitoring je pored ovog rada data je u više međusobno povezanih modela u modelskom alatu, a u ovom radu bit će prikazano samo par primjera. *SAP Power Designer* [4], koji se može koristiti kao alternativni izvor informacija o potrebama projekta. Ova specifikacija treba da svim zainteresovanim učesnicima projekta omogući jasan okvir potrebnog kompletnog rješenja. Specifikacije se daju preko vizije očekivanog sistema, opisa uloga korisnika sistema, opisa poslovnih procesa, specifikacije poslovnih i sistemskih zahtjeva, modela entiteta poslovnog domena i opisa integracije sa ostalim podsistemima [5].

1.1. Vizija

Istraživanje obuhvata informacioni sistem za monitoring koji obuhvata realizaciju integralnog informacionog sistema praćenja projekata na nivou zajedničkih institucija sa svim pratećim i povezanim aktivnostima (procesima), a vezano za implementaciju zajedničkih projekata. Projektovani sistem treba da obuhvati poslovne aktivnosti koje se mogu dekomponovati na potprocese. Sistem treba da bude realizovan preko integralne aplikacije ali sa prezentaciono odvojenim korisničkim pogledima.

Nivo integralnog informacionog rješenja treba da unaprijedi cjelokupni proces:

- Učini ga centralizovanim - korišćenjem jedinstvene aplikacije od strane svih aktera procesa monitoringa.
- Efikasnijim - preko pune raspoloživosti svih informacija i korišćenja ugrađenog *workflow engina* koji će procese učiniti efikasnijim.
- Učini ga transparentnim u cilju informisanja potencijalnih korisnika - preko javnog dijela portala koji će koristiti svi akteri procesa.
- Učiniti ga prikladnim za promjene u toku procesa kroz rekonfigurisanje modela ugrađenog *workflow engina*.
- Učiniti ga pogodim za korišćenje i unaprjeđenje poslovne inteligencije i
- Učini ga sigurnim uvođenjem najviših standarda elektronske bezbjednosti podataka.

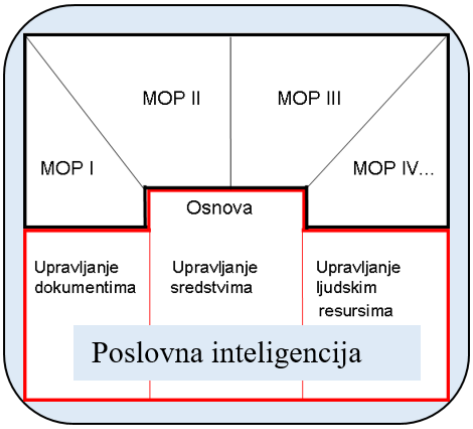
1.2. Poslovni i sistemski akteri poslovnog i sistemskog domena

Ovdje se definišu akteri poslovnog i sistemskog domena kroz detaljni opis zadataka i odgovornosti svakog od njih ponaosob. U ovom segmentu se predstavljaju svi akteri, u ovom slučaju u monitoringu implementacije zajedničkih projekata (odnosno projektu na kome vi radite), mada nisu kao takvi u daljem radu razmatrani.

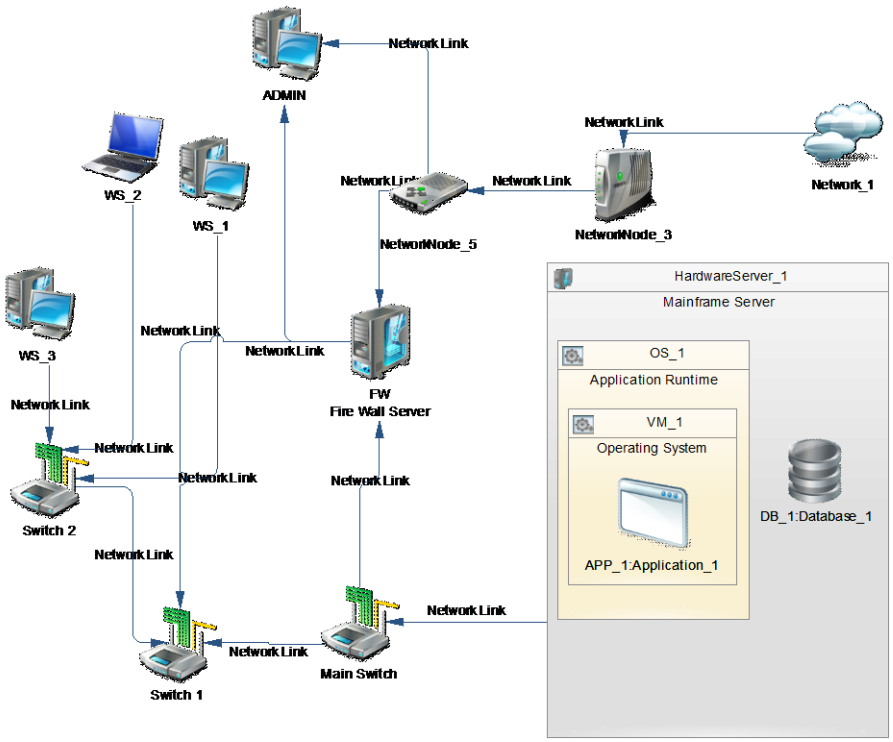
Prikazan je dijagram moguće infrastrukture za potrebe informacionog sistema u javnoj upravi.

Poslovni procesi

U nastavku idemo dalje u elaboriranje osnovnih poslovnih procesa koji se navode u viziji. U okviru ovog dijela poslovni scenariji se detaljnije specificiraju za potrebe projekta. Kao primjer dajemo sljedeće modele:

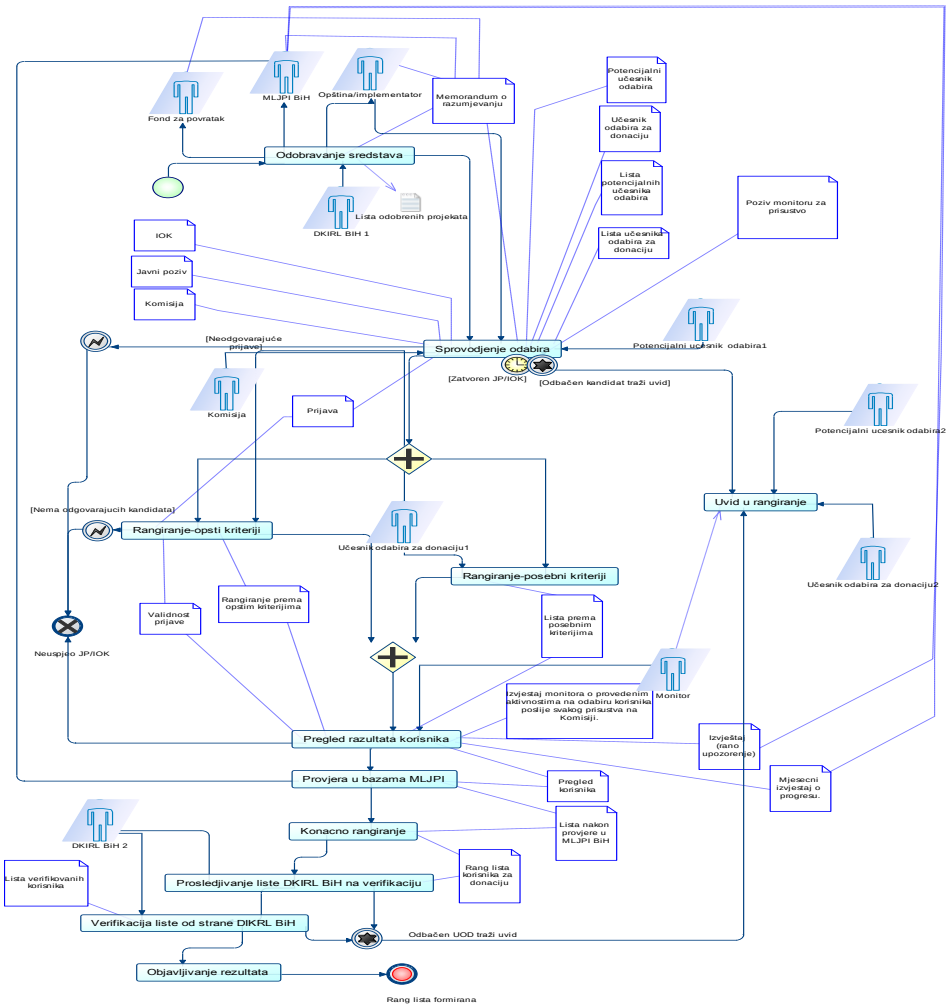


Slika 1: Arhitektura rješenja



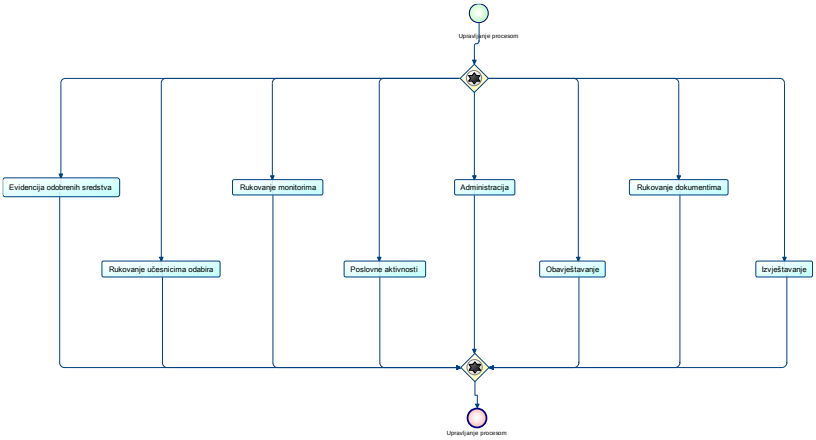
Slika 2: Dijagram Infrastrukture

Odabir korisnika



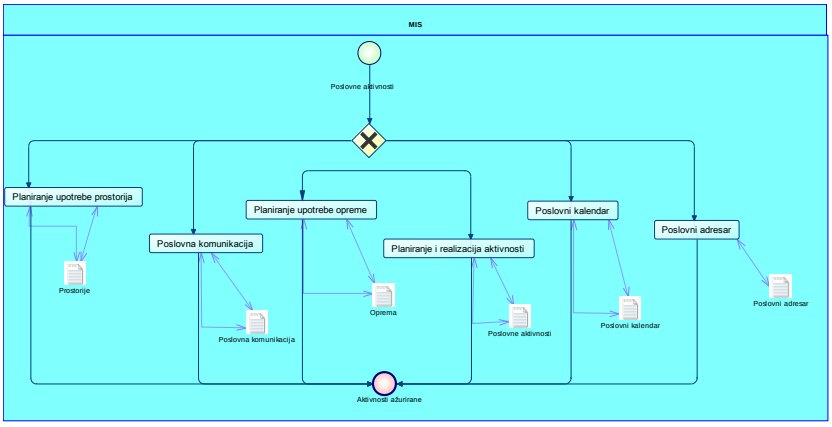
Slika 3: Odabir korisnika

1.3. Upravljanje procesom



Slika 4: Upravljanje procesom

1.3.1. Poslovne aktivnosti



Slika 5: Poslovne aktivnosti

1.4. Zahtjevi i ograničenja

Ovdje se predstavlja detaljna specifikacija zahtjeva i ograničenja koja su izdvojena nakon analize cjelokupnog domena poslovnog sistema i očekivanja. Ova specifikacija zahtjeva i ograničenja je prisutna i u drugim dijelovima projekta i modelima specifikacije potreba ali se ovdje eksplicitno i taksativno navodi, radi lakšeg korišćenja u raznim fazama projekta.

Poslovni zahtjevi i ograničenja

Lista poslovnih zahtjeva i ograničenja je specifikacija koja obuhvata pogled na budući sistem sa poslovnog aspekta i sadrži korisnički jasno razumljivi sadržaj i tematiku poslovnog domena.

1.5. Sistemski zahtjevi i ograničenja za sve aktere

Lista sistemskih zahtjeva i ograničenja je specifikacija koja obuhvata pogled na budući sistem sa sistemskog aspekta koji nije direktno vezan za konkretan sadržaj poslovnog procesa. Za našu studiju slučaja to je sljedeće:

- Akcija je bilo koja aktivnost koja dovodi do promjene stalnih podataka ili do promjene stanja nekog od entiteta.
- Praćenje akcija se mora obezbijediti za akcije kod kojih zbog važnosti moramo znati ko je i kada pokrenuo akciju, koji je bio njen rezultat, koji su podaci promijenjeni i koje su bile prethodne i nove vrijednosti tih podataka.
- Sve praćene akcije moraju biti zabilježene u vremenu nastanka. Sistem mora da obezbijedi podršku za istorijat svih praćenih akcija.
- Portal *Front End* je dio portala koji je dostupan svim građanima u BiH.
- Prva podjela profila korisnika je na one koji su unutar sistema monitoringa, koji se dijele na zaposlene u MLJPI BIH, eksterne stručnjake i zaposlene u Savjetu ministara, Fondu za povratak BIH, opštinama i oni koji su van monitoring sistema.
- Prava pristupa (*access rights*) i mogućnosti rada (*capabilities*) će biti određene prema profilu korisnika.
- Svaki dokumenat koji sistem generiše pravi se na osnovu *template*-a koji se popunjava podacima iz sistema.
- Svaki dokument koji sistem generiše mora imati identifikator štampe, da se ne bi mogao falsifikovati (digitalni potpis štampe).
- Itd.

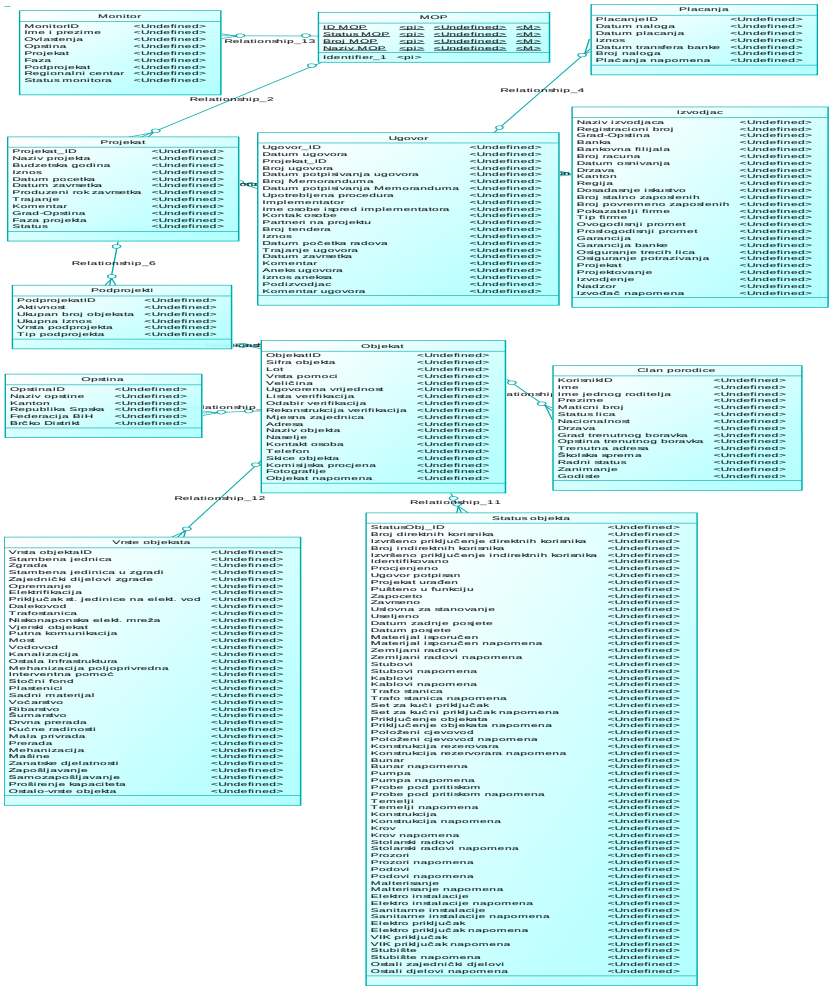
Poslovni entiteti

Ovdje se definišu osnovni termini (imenice) poslovnog domena, koje su izvedene iz rječnika problemskog domena, specifikacijom osnovnih poslovnih entiteta, njihovih atributa i međusobnih relacija.

1.5.1. Segment-monitoring projekta

Koristeći alat za Business process modeling (BPM), konceptualni dizajn i fizički dizajn uvodimo projekat(e) u digitalnu sferu [6]. Ovdje ćemo prikazati jedan od modela koji je kreiran u BMP-u, iz kojeg je generisan konceptualni dizajn a onda i fizički dizajn projekta.

Fizički dizajn



Slika 6: Fizički dizajn

1.6. Segmenti informacionog sistema

U segmentima informacionog sistema je dat osnovni dizajn jednog od segmenata sa entitetima, atributima i svim što smo smatrali da je potrebno. U procesu prikupljanja podataka najznačajniju ulogu ima kvalitet podataka i bitno je da u javnoj upravi se zna da nekvalitetni podaci mogu negativno uticati kako na pružanje usluga tako i na odlučivanje.

Novi pristup pruža mogućnost sveobuhvatnog i efikasnog korišćenja informacija i znanja.

Zaključak

U svrhu standardizacije poslovnih procesa proveli smo istraživanja i dali rješenja poslovnih procesa. Doprinos je da smo uradili standardizaciju procesa i izvještaja u cilju certificiranja kvaliteta poslovanja i širenju znanja putem informatičkih i komunikacijskih tehnologija. Koristeći deset dobrih razloga za standardizaciju [7] i vodeći se idejom da standardizacija pomaže stvaranju održivosti i koristi za sve ljude u globalnom društvu istraživali smo i dali rješenja za poslovne procese. Ovdje smo prikazali unaprjeđenje performansi standardizacije i modelovanja poslovnih procesa u javnoj upravi na konkretnoj studiji slučaja.

Unaprjeđenje performansi standardizacije i modelovanja poslovnih procesa u javnoj upravi daje poslovnu fleksibilnost, visoku dostupnost, kao i povećava toleranciju na greške i katastrofe.

Uvođenjem novih računarskih tehnologija stvaraju se mogućnosti da se poslovni procesi koji do sada nisu bili digitalni uvode u nove servise a čime sa na indirektan način kreira i tržište koje do sada nije postojalo.

Literatura

[1.] http://www.bas.gov.ba/images/upload/pdf/10_razloga.pdf, pristupljeno 24.2.2019. godine
[2.] Džino, J., Latinović, B. i Avramović, Z., (2020). Poslovna inteligencija u informacionim sistemima javne uprave i procjene kvaliteta implementacije projekta. *Zbornik radova ITeO 2020* (str. 110-123). Banja Luka: Panevropski univerzitet APEIRON.
[3.] Džino, J., (2021). Uticaj poslovne inteligencije u informacionom sistemu za procjenu kvaliteta implementacije projekata u institucijama BiH. Doktorska disertacija. Banja Luka: Panevropski univerzitet APEIRON.
[4.] https://www.sap.com/products/powerdesigner-data-modeling-tools.html, pristupljeno 18.3.2021. godine
[5.] Džino J., Latinović B., Džino S. & Saravolac V. (2021). Data warehouse and use of Business Intelligence in Public administration in assessing the quality of Project implementation. Zbornik radova Univerziteta "Union-Nikola Tesla" Beograd, broj 2, 2021 (str. 291-307). ISBN 978-86-89529-32-6. Beograd: Univerzitet "Union-Nikola Tesla".
[6.] Radivojević, M., Džino, J. i Žunić, B., (2013). Nova tehnološka rješenja i njihov uticaj na zadovoljstvo korisnika u javnoj upravi. Zbornik radova, međunarodna konferencija o društvenom i tehnološkom razvoju, STED 2013 (str. 368-379). ISSN 2303-498X. Banja Luka: Univerzitet za poslovni inženjering i menadžment Banja Luka.
[7.] http://www.bas.gov.ba/images/upload/pdf/10_razloga.pdf, pristupljeno 24.2.2019. godine

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

ICT RESEARCH IN THE HORIZON EUROPE PROGRAMME
МЈЕСТО ИКТ ИСТРАЖИВАЊА У ПРОГРАМУ ХОРИЗОНТ ЕВРОПА

Dalibor P. Drljača
University Clinical Centre of Republic of Srpska, drljacad@gmail.com

Abstract *- The newest programme for research and innovation of the European Commission titled Horizon Europe, shall fund projects with research topics in ICT. ICT plays a crucial role in disruptive and emerging technologies and thus the European Commission is ready to fund more than 15 billion EUR to support research in ICT in period 2021-27. Besides this, ICT research institutions and SMEs can be involved in different actions in the whole programme and exclusively in several European Partnerships that, as main objective, have targeted high performance computing, artificial intelligence, robotics etc. This is an opportunity for domestic ICT researchers and institutions to join the forces with European partners in solving some crucial problems and societal challenges.*

Keyword *- Horizon Europe, ICT, research, Artificial intelligence, Robotics*

Сажетак *- Најновији програм за истраживање и иновације Европске комисије под називом Хоризонт Европа финансираће пројекте с истраживачким темама у области ИКТ. ИКТ игра кључну улогу у пробојним и технологијама у настајању, па је Европска комисија спремна да финансира више од 15 милијарди ЕУР за подршку ИКТ истраживањима у периоду 2021-27. Осим тога, ИКТ истраживачке институције, мала и средња предузећа могу бити укључени у различите акције у цијелом програму и ексклузивно у неколико Европских партнерстава која су, као главни циљ, фокусирана на рачунарство високих перформанси, вјештачку интелигенцију, роботику итд. Ово је прилика за домаће ИКТ истраживаче и институције да удруже снаге са европским партнерима у рјешавању неких кључних проблема и друштвених изазова*

Кључне ријечи *- Хоризонт Европа, ИКТ, истраживање, вјештачка интелигенција, роботика*

INTRODUCTION

The Horizon Europe programme is the main funding instrument of the European Commission that provides grants for research and innovation project. It is a successor of the previously successful Horizon 2020 programme. The main aim of this programme is to fund research and innovation projects that have three main objectives:

- To improve Europe's overall position and achievements in science and research,
- Using knowledge and science to create response and answers to the global societal challenges, such as climate changes, water protection, secure societies, healthy societies, etc. in line with the United Nations Sustainable Development Goals [1], and
- To improve the position on the markets of the European's enterprises and to innovate the industry sector making stronger links with the research.

Therefore, the programme follows similar structure as it was the case with the Horizon2020 programme. With maxima "evolution, not revolution", the Commission structured the programme into three main pillars:

- Excellent Science – with components as in the Horizon2020 (European Research Council, Marie Sklodowska Curie Actions and Researchers Infrastructure)
- Global Challenges and European Industrial Competitiveness – composed in six (6) clusters each focusing on different societal challenge, and
- Innovative Europe – aiming to strengthen competitiveness and boost the economic growth through European Innovation Council, European Innovation Ecosystems, and European Institute of Innovation and Technology.

Widening participation and Strengthening the European Research Area is added as a cross-cutting part of the programme.

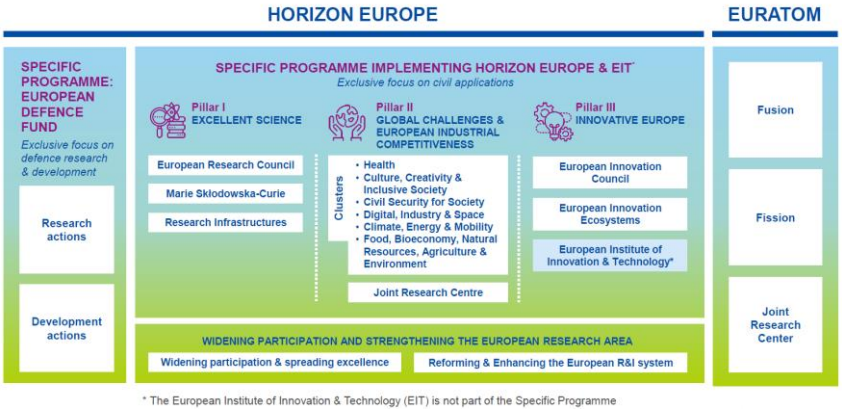


Figure 2. Structure of the Horizon Europe programme (European Commission)

The programme shall be implemented in period 2021-2027 with total budget in amount of 95.5 billion EUR compare to the previous budget of Horizon2020 that was in amount of 80 billion EUR. This fact illustrates the best the intentions of the European Commission for further strengthening of research and innovation as factors for economic and industrial growth of the region and continent as whole.

CLUSTER 4 – DIGITAL, INDUSTRY, SPACE

The research in the domain of information and communication technologies in new programme is well represented knowing what potential benefits it can bring to the Europe's economy. In previous programme, the research in domain of ICT was funded with approximately 11 billion EUR in six years period. This programme foresees **more than 15 billion EUR for also six years period to be invested in the domain of Digital, Industry and Space**. However, due to its nature and importance for other research fields, ICT shall be granted with more than this amount.

The creators of the programme have put in the same cluster Digital, Industry and Space. From the title itself one can assume that this cluster is extremely large and it might be confusing, especially

part of Space together with Industry and Digital. Actions under this cluster will support key enabling technologies that are strategically important for Europe's industrial future, and deliver on the following six expected impacts in the Strategic Plan [2].

The objectives of this cluster shall be accomplished through six (6) so called destinations. Destinations are actually the strategic goals that are drawn from the Strategic Plan. These are:

- **Destination 1 - CLIMATE NEUTRAL, CIRCULAR AND DIGITISED PRODUCTION** aiming to make Europe the first and global leader in clean and climate-neutral industrial value chains, circular economy and climate-neutral digital systems and infrastructures (networks, data centres), through innovative production and manufacturing processes and their digitisation, new business models, sustainable-by-design advanced materials and technologies enabling the switch to decarbonisation in all major emitting industrial sectors, including green digital technologies.
- **Destination 2 – INCREASED AUTONOMY IN KEY STRATEGIC VALUE CHAINS FOR RESILIENT INDUSTRY** aiming to make Europe the industrial leader and to increase the autonomy in key strategic value chains with security of supply in raw materials, achieved through breakthrough technologies in areas of industrial alliances, dynamic industrial innovation ecosystems and advanced solutions for substitution, resource and energy efficiency, effective reuse and recycling and clean primary production of raw materials, including critical raw materials and leadership in circular economy.
- **Destination 3 – WORLD LEADING DATA AND COMPUTING TECHNOLOGIES** aiming to increase Europe's sovereignty in digital technologies and in future emerging enabling technologies by strengthening European capacities in key parts of digital and future supply chains, allowing agile responses to urgent needs, and by investing in early discovery and industrial uptake of new technologies.
- **Destination 4 - DIGITAL AND EMERGING TECHNOLOGIES FOR COMPETITIVENESS AND FIT FOR THE GREEN DEAL** aiming to make Europe globally attractive, secure and dynamic data-agile economy by developing and enabling the uptake of the next-generation computing and data technologies and infrastructures (including space infrastructure and data), enabling the European single market for data with the corresponding data spaces and a trustworthy artificial intelligence ecosystem.
- Destination 5 - OPEN STRATEGIC AUTONOMY IN DEVELOPING, DEPLOYING AND USING GLOBAL SPACE-BASED INFRASTRUCTURES, SERVICES, APPLICATIONS AND DATA aiming to reinforce the EU's independent capacity to access space, securing the autonomy of supply for critical technologies and equipment, and fostering the EU's space sector competitiveness through the open strategic autonomy in conceiving, developing, deploying and using global space-based infrastructures, services, applications and data, including by.
- **Destination 6 - A HUMAN-CENTRED AND ETHICAL DEVELOPMENT OF DIGITAL AND INDUSTRIAL TECHNOLOGIES** aiming to ensure a human-centred and ethical development of digital and industrial technologies, through a two-way engagement in the development of technologies, empowering end-users and workers, and supporting social innovation in Europe.

SUB-CLUSTER DIGITAL RESEARCH TOPICS

The Digital sub cluster primarily addresses focused on addressing the research and innovation topics the following four destinations in the first two-year Work programme (WP 2021-22) of Cluster 4[3]:

- Destination 1 – Climate neutral, circular and digitised production

Examples of calls:

- AI enhanced robotics systems for smart manufacturing
- Laser-based technologies for green manufacturing
- Advanced digital technologies for manufacturing
- AI for sustainable, agile manufacturing
- Data-driven distributed industrial environments
- Digital permits and compliance checks for buildings and infrastructure
- Automated tools for the valorization of construction vaste
- Digital tools to support the engineering of a Circular Economy

- Destination 3 – World leading data and computing technologies

Examples of calls:

- Technologies and solutions for compliance, privacy preservation, green and responsible data operations
- Technologies for data management
- Meta operating systems
- Roadmap for next generation computing and systems technologies
- Technologies and solutions for data trading, monetizing, exchange and interoperability
- Extreme data mining, aggregation and analytics technologies and solutions
- Cognitive Cloud : AI enabled computing continuum from Cloud to Edge
- Programming tools for decentralized intelligence and swarms

- Destination 4 – Digital and emerging technologies for competitiveness and fit for the green deal

Examples of calls:

- Ultra-low-power, secure processors for egde computing
- Open source hardware for ultra-low-power, secure processors
- Advanced optical communication components (including 6G)
- AI, Data and Robotics for the Green Deal
- AI, Data and Robotics at work
- Pushing the limit of robotics cognition
- Next generation quantum sensing technologies
- Investing in new emerging quantum computing technologies
- Developing large scale quantum simulation platform technologies
- Quantum communications
- Strengthening the quantum software ecosystem for quantum computing platforms
- Open source for cloud-based services
- Beyond 5G/6G RAN disaggregated architectures
- Ultra-low-energy and secure networks
- AI, Data and Robotics for Industry optimization

- Destination 6 – A human-centred and ethical development of digital and industrial technologies

Examples of calls:

- Trustworthy AI. Data and Robotics
- European Network of AI Excellence Centres
- Tackling gender, race and other biases in AI
- AI to fight disinformation
- Trust and data sovereignty on the Internet
- eXtended Reality for All
- eXtended Reality Ethics, Interoperability and Impact
- AI for human empowerment
- Internet architecture and decentralized technologies
- Next generation safer internet

Figure 3. Most frequent words in Sub-cluster Digital

ICT RESEARCH IN REST OF THE PROGRAMME

However, research in ICT is not limited solely to the sub-cluster Digital, but it is rather one of the key elements that contributing and facilitating fulfilment of objectives and goals of Horizon Europe programme in other parts of the programme. ICT can be seen of utmost importance for the Pillar 1 of the programme – Excellent science. In this pillar, the involvement of ICT research and researchers can be twofold – first as supportive tool for researchers dealing with different disciplines and second, as main research goal (as seen previously mentioned calls).

ICT support and research in Pillar 1 can be seen in:

- **ERC** (European Research Council) – This component seeks to fund beyond state-of-art projects dealing with frontier research. The frontier research in ICT is extremely important for all other research fields and ICT can assist to researchers with data collecting, sharing, visualising, processing, and reporting.
- **MSCA** (Marie Sklodowska Curie Actions) –developments of new skills, especially in ICT triggered by the research can involve ICT experts and supervisors to join the forces in this, mobility programme with researchers of different background. For

example, training of researchers to use different tools and software, assisting in making the tools that will use AI or other technology, training in R, Pyton or other specialised programming languages and software for data collecting and processing (including the data mining and meta data processing) etc.

- **Researchers infrastructure** (e-Infrastructure) – Exchange of data as infrastructure for research becomes very important in today's pandemic and in future post-pandemic society. Large data islands are formed in different institutions and all over Europe, which can be very useful to other researchers to continue started or new research undertakings. E-Infrastructure thus is significant keystone for any research discipline.

As already stated, the most important place for ICT research is in second pillar, Cluster 4 Digital, Industry and Space. However, in other clusters ICT research can be a valuable part of the main research topic. For example, for research on space telecommunication issues, ICT can provide important support in provision of specialised tools and software.

Least, but not less important is the ICT research in the third pillar with the industrial actors. Here the ICT research can be interconnected with the activities of different SMEs for support of their daily work, but also for improvement of manufacturing or production processes using the modern ICT.

The special parts where ICT research and innovation can be brilliant and needed are the European partnerships. They bring the European Commission and private and/or public partners together to address some of Europe's most pressing challenges through concerted research and innovation initiatives. They are a key implementation tool of Horizon Europe, and contribute significantly to achieving the EU's political priorities. This is crucial to avoid duplication of investments and contribute to reducing the fragmentation of the research and innovation landscape in the EU. The aim of partnerships is to deliver impact on global challenges and modernise industry. There are 3 types of European Partnerships:

- **Co-Programmed European Partnerships –** established between the Commission and mostly private (and sometimes public) partners. On 14 June 2021, the Commission adopted Commission Decision C(2021)4113 on the approval and signature of the memoranda of understanding for 11 Co-Programmed Partnerships funded with over 8 billion EUR from Horizon Europe, in period 2021-2030.
- **Co-funded European Partnerships using a programme co-fund action -** involving EU countries, with research funders and other public authorities at the core of the consortium.
- **Institutionalised European Partnerships -** partnerships in the field of research and innovation between the Union, EU member states and/or industry based on a Council Regulation (Article 187) or a Decision by the European Parliament and Council (Article 185). They are implemented by dedicated structures created for that purpose. Institutionalised partnerships will only be implemented where other parts of the Horizon Europe programme, including other types of partnership, would not achieve the desired objectives or expected impacts. EIT Knowledge and Innovation Communities (KICs) are example of institutionalised partnerships.

Participation in partnerships is possible by:

- Joining as a partner
- Applying to open calls launched in the context of the partnerships

- Participating in consultation and advisory activities of the partnerships

Partnerships in Cluster 4 related to ICT

- **European Partnership for High Performance Computing -** aims by 2027 to develop, deploy, extend and maintain a world leading federated and hyper-connected supercomputing, quantum computing, service and data infrastructure ecosystem in the EU support the autonomous production of innovative and competitive supercomputing systems based on indigenous European components, technologies and knowledge and the development of a wide range of applications optimised for these systems widen the use of this supercomputing infrastructure to a large number of public and private users, and support the development of key skills that European science and industry need [4].
- European Partnership for Key Digital Technologies (KDT) - by 2030, EU leadership in KDT will reinforce industrial strongholds having seized emerging opportunities to establish technological sovereignty and boost competitiveness The overarching objective of the KDT partnership is to support the digital transformation of all sectors of the economy and society, make it work for Europe and address the European Green Deal [5].
- European Partnership for Smart Networks and Services - The partnership aims to support technological sovereignty concerning smart networks and services in line with the EU industrial strategy and the 5G cyber-security toolbox. It will contribute to enabling the digital and green transitions, address the corona virus crisis both in terms of technologies for health crisis response and of economic recovery. It will enable European players to develop the technology capacities for 6G systems as the basis for future digital services towards 2030. It will also allow that lead markets for 5G infrastructure and services can develop in Europe by coordinating 5G deployment with CEF2 Digital [6].
- European Partnership on Artifical Intelligence, Data and Robotics to deliver the greatest benefit to Europe from AI, data and robotics, this partnership. By 2030, European sovereignty is expected in the development and deployment of trustworthy, safe and robust AI, data and robotics, compatible with EU values and regulations will drive innovation, acceptance and uptake of these technologies. The partnership will boost new markets, applications and attract investment, to create technical, economic and societal value for business, citizens and the environment [7].

CONCLUSION

The European Commission is continuing its efforts in funding the best and most competitive research and innovation projects with its Horizon Europe programme in next six years. ICT will play crucial role in this programme as in previous one – Horizon 20202 and will be even more important for European research.

The funding for research in ICT is increased in Horizon Europe and most important keywords or topics that will be funded are related to Artificial intelligence, Data, Robotics, eXtended Reality, Networks and Quantum computing.

However, in efforts to resolve crucial societal challenges, the researchers will use ICT to combat climate change, health issues, secure societies etc.

It is up to the researchers in the field of ICT to join the forces and to give their contribution to the results of researchers combating these societal challenges in Europe.

Literature

[1.] United Nations Sustainable Development Goals, available at https://sdgs.un.org/goals (accessed on 4.8.2021.)
[2.] European Commission, Strategic plan, available at https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/strategic-plan_en (accessed on 4.8.2021.)
[3.] European Commission, Work programme 2021-22 7.Digital, Industry, and Space, available at https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2021-2022/wp-7-digital-industry-and-space_horizon-2021-2022_en.pdf (accessed on 4.8.2021.)
[4.] European Commission, European Partnership for High Performance Computing, available at https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_he-partnerships-euro-hpc.pdf (accessed on 4.8.2021.)
[5.] European Commission, European Partnership for Key Digital Technologies (KDT), available at https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_he-partnerships-for-key-digital-technologies.pdf (accessed on 4.8.2021.)
[6.] European Commission, European Partnership for Smart Networks and Services, available at https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_he-partnership_smart-networks-services.pdf (accessed on 4.8.2021.)
[7.] European Commission, European Partnership on Artificial Intelligence, Data and Robotics, available at https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_he-partnerships-artificial-intelligence-data-robotics.pdf (accessed on 4.8.2021.)

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

ČOVEK PROTIV MAŠINE: MOGU LI SOFTVERI U POTPUNOSTI ZAMENITI PREVODIOCE?

MAN VERSUS MACHINE: CAN HUMAN TRANSLATORS ULTIMATELY BE REPLACED BY SOFTWARE?

Katarina Držajić Laketić
Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, katarina.p.drzajic@apeiron-edu.eu

***Apstrakt**: Poslednjih godina svedoci smo porasta upotrebe prevodilačkih softvera u savremenoj translatologiji. Iako veliki broj prevodilačkih kompanija u regionu ostaje veran tradicionalnom prevođenju, neke unapređuju svoju bazu podataka pomoću programa koje prevodiocima znatno olakšavaju dugoročan rad. Činjenica je da alat Google Translate vremenom postaje sve precizniji i može biti od velike pomoći ljudima kojima je potreban prevod, bez posvećivanja velike pažnje stilistici i gramatičkoj preciznosti. Međutim, može li takav alat jednog dana zameniti pravog prevodioca? U ovom kratkom članku pokušaćemo da odbranimo stav da, iako veoma korisne, savremene tehnologije još uvek nisu dostigle nivo koji bi učinio prevodice nepotrebnim na tržištu.*

***Ključne reči**: prevodilac, softver, mašina, tehnologija.*

***Abstract:** We have recently witnessed an increase in the use of translation software in modern translatology. Although a large number of translation companies in the region remain faithful to traditional translation, some have been improving their database with programs that make translator's work much easier. The fact is that the Google Translate tool is becoming more accurate over time and can be of great help to people who need translation, without paying much attention to stylistics and grammatical precision. However, can such a tool one day replace a real translator? In this short article, we will try to defend the view that, although very useful, modern technologies have not yet reached a level that would make translators redundant in the market.*

***Keywords:** translator, software, machine, technology.*

1. UVOD

Procenjuje se da se danas u svetu govori nešto više od 7.000 jezika. Međutim, više od polovine svetske populacije koristi samo 23 jezika. [3] Činjenica je da je engleski jezik poslovanja na svetskom nivou, a vladanje istim je jedan od glavnih zahteva za rad u međunarodnom okruženju. S druge strane, bez prevodilaca međunarodno poslovanje bilo bi praktično nemoguće.

S obzirom da mašine polako zamenjuju ljude u mnogim sferama rada i njihova efikasnost se vremenom povećava, one su našle svoju ulogu i u prevodilačkoj industriji. Neosporna je činjenica da prevodilački softveri postaju sve savršeniji. Međutim, da li su oni dovoljno *pametni* da međunarodno poslovanje može da funkcioniše bez ljudskog angažovanja u prevodu? Za sada je

nemoguće tačno utvrditi koji će nivo preciznosti i kvaliteta mašine dostići u budućnosti. Činjenica je da one ne poznaju kontekst, empatiju, kulturu, te stoga ne mogu raditi bez greške. Međutim, kako programeri rade na poboljšanju baza softvera za prevođenje, nije isključena mogućnost da će jednog dana početi raditi gotovo besprekorno.

Ipak, da li zaista govorimo o *čoveku protiv mašine*, ili mašine zapravo rade u našu korist? U ovom radu ćemo izložiti prednosti kompjuterskog prevođenja, ali i naglasiti zašto ove vrste softvera ne mogu zameniti profesionalnog prevodioca.

2. ULOGA PREVODILAČKIH SOFTVERA

Izraz *machine translation* („mašinsko prevođenje“) obično se povezuje sa tradicionalnom besplatnom prevodilačkom uslugom *Google Translate*. Prema nekim izveštajima, većina učenika danas koristi ovu uslugu za izradu domaćih zadataka na stranim jezicima. [6] Tipičan prevodilac bi rekao da je Google Translate nepouzdan alat, jer ne poznaje kontekst i stilistiku jezičkog izraza. Međutim, ovaj vid veštačke inteligencije vremenom postaje sve pametniji. Naime, on je „nedavno počeo koristiti neuronsku mrežu za prevođenje između nekih od svojih najpopularnijih jezika - a sistem je sada toliko pametan da to može činiti za jezičke parove na kojima nije izričito obučen. Čini se kao da je za to kreirao sopstveni veštački jezik“. [4] Istraživači kompanije Google veruju da su uspeli da postignu sistem međujezika, „zajedničku osnovu u kojoj su rečenice istog značenja predstavljene na sličan način, bez obzira na jezik“. [4] Definitivno možemo reći da ovaj alat služi svojoj svrsi u jednostavnim tekstovima, ali mu je potreban ljudski faktor za složenije zadatke koji zahtevaju određeni nivo tumačenja.

Međutim, ono što je široko prihvaćeno u profesionalnom prevodilačkom okruženju su CAT alati. CAT predstavlja skraćenicu od *Computer Aided Translation* („računarski potpomognuti prevod“). To je softver namenjen da pomogne prevodiocima da rade svoj posao efikasnije i ekonomičnije, značajno štedeći vreme i gradeći bazu podataka koja će biti od velike koristi u budućem radu. Možemo istaći da su SDL Trados i MemoQ najčešće korišćeni programi takve vrste.

Ono što je važno napomenuti je da alatka CAT omogućava prevod, ali ne izrađuje prevod sama onako kako to čini servis Google Translate. Još jedna značajna činjenica je da omogućava zadržavanje izvornog formata prevedenog dokumenta, pružajući vam priliku da klijentu dostavite dokument identičnog formata. Prevodiocima je ovo od velike važnosti, jer njihova profesija ne mora uključivati veštine formatiranja dokumenata, a ova funkcija se pokazala izuzetno korisnom u prevođenju materijala složenijeg formata, poput letaka, brošura ili priručnika.

Metod rada CAT alata je izgradnja baze podataka, jer se „svi prevedeni segmenti skladište u prevodilačkoj memoriji (TM)“ koja „sadrži sve prevode za određeni dokument ili projekat, a CAT alati traže najbolje moguće podudaranje u bazi podataka za svaki segment“. [5] To znači da CAT alat ne može raditi sam – potreban mu je *pravi* prevodilac koji će svojim radom izgraditi bazu podataka.

Prednosti CAT alata možemo sažeti tako što ćemo istaći da „strukturiše dokument tako što ga deli na različite rečenice, poboljšava produktivnost tako što traži rečenice koje su slične jedna drugoj, omogućava prevodiocima da skladište svoj rad u prevodilačkoj memoriji, poboljšava doslednost omogućavanjem terminološke baze podataka za određene pojmove“. [5] U ovom kontekstu nije reč o *čoveku protiv mašine*, jer u ovom slučaju čovek i mašina sarađuju kako bi postigli najbolji

mogući učinak. CAT alati nude brojne mogućnosti za napredak prevodilačke profesije, jer omogućavaju uvek dosledne prevode, maksimalnu tačnost i, što je vrlo važno, mogućnost da postignete svoj cilj u kratkom roku zahvaljujući temeljno izgrađenoj bazi podataka koja vam je uvek dostupna.

3. MOGU LI NAS MAŠINE ZAISTA ZAMENITI?

Već smo naveli činjenicu da računarski potpomognuti prevodi ne mogu da funkcionišu bez ljudi. Možemo li isto reći i za servis Google Translate?

Treba napomenuti činjenicu da prevod ne predstavlja samo reči. Naime, „svaka vrsta prevoda - čak i međujezičke vrste - višestruka je pojava, a reč„ prevod "pokriva najmanje dve dimenzije u kojima je data poruka izražena: (1) vreme, odnosno vremenski napredak procesa prevođenja; i (2) prostor, uključujući semiotički sastav prevedenog proizvoda." [1]

Pre svega, trebalo bi razlikovati poslovni prevod od književnog. Posebno kada je poezija u pitanju, doslovni prevod nikada ne može biti pravo rešenje. Prevođenje književnosti zahteva duboko razumevanje, kulturnu svest, čak i sklonost ka pisanju. Kako se naglašava, „prevodioci poezije u osnovi prepisuju pesmu na drugom jeziku, ponekad se udaljavajući od doslovnog značenja reči da bi preneli ono što razumeju kao osnovno značenje dela". [7] Stoga, čak i ako neki prevod sadrži ispravnu gramatiku i vokabular, suštinski deo književnog prevoda je tumačenje književnog dela, pa prevodi poezije mogu imati znatno drugačiju sintaksu od originala, dok je prenos lirske misli u prvom planu.

Moramo priznati da mašine mogu bez problema prevesti materijale poput tehničkih uputstava koja su sažeta i slede jednostavnu logiku. Međutim, mašine se ne mogu meriti sa svestranošću ljudskog uma. Ne mogu pogoditi stil i ton. Jezici se stalno razvijaju i bilo bi potrebno ekstremno brzo ažurirati softverske baze podataka kako bi bili u toku sa trenutnim trendovima. Takođe moramo uzeti u obzir kulturni kontekst koji često određuje sintaksu, koju veštačka inteligencija jednostavno nije u stanju da prepozna.

Prevođenje je multidisciplinarna veština i računari još nisu postigli takvu inteligenciju da zamene ljude u ovoj profesiji. Da bi to učinili, morali bi imati „neko osnovno znanje o svetu, kao i znanje o specifičnoj oblasti prevođenja, te kako to znanje koristiti za tumačenje teksta koji se prevodi" [4], što u ovom trenutku nije dostižno. Međutim, moramo priznati da, kako bi zadovoljile savremene zahteve tržišta, informacione tehnologije moraju s pravom zauzeti svoje mesto u našem svakodnevnom radu. Softveri za prevođenje se konstantno poboljšavaju, te su stoga postali deo savremenih programa obuke prevodilaca koji se danas detaljnije proučavaju u akademskim programima. Naglašava se da „programi obuke prevodilaca moraju usvojiti ne samo znanje jezika na izvornom i ciljnom jeziku, već, podjednako važno, moraju objediniti znanja i veštine koje pripadaju različitim disciplinama, kao što su dokumentacija, terminologija, izdavaštvo, kao kao i određeno poznavanje specijalizovanih tekstova". [2]

4. ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir činjenice, možemo li zaista reći da je reč o *čoveku protiv mašine*? CAT alati nisu prvobitno dizajnirani da nas zamene, već da nam ponude izuzetnu pomoć. Prevodioci koji se bave poslovnim prevođenjem imaju posebnu korist od ovih alata, i verujemo da je ideja o mašinama koje zamenjuju ljude na ovom polju preuveličana.

Činjenica je da je svakom profesionalnom prevodu potrebno ljudsko angažovanje i da niko u današnjem stručnom svetu ne bi prihvatio prevod koji je uradio samo Google Translate. Možda je kontroverzno ovo izjaviti, ali smatramo da servis Google Translate ne treba potceniti, jer takođe možemo imati koristi od istog na dnevnoj osnovi. Naravno, moramo detaljno pregledati i ispraviti prevod koji ova usluga nudi, jer ista ne prepoznaje stavke poput konteksta, stila i nijansi.

Verujemo da čak i umovi koji su razvili ove korisne alate nisu smatrali da bi oni trebalo da zamene prevodioce, već da im pomognu. Softveri za prevođenje su mnogo napredovali, ali bi morali da se razviju do nerealne mere da bi mogli da zamene ljude. Činjenica je da je ljudima ponekad teško da drže korak sa savremenim tehnologijama jer se iste često kritikuju i smatraju kontroverznim, ali ako želimo da budemo održiva radna snaga na tržištu, moramo prihvatiti i maksimalno iskoristiti ove tehnologije. Zaključak je da se prevodioci nikada ne mogu zaista zameniti, ali mogu biti *izgurani* sa tržišta ako se ne prilagode savremenim zahtevima IT tehnologija koje se stalno razvijaju.

Literatura

[1.] Malmkjær, K. (2017). The Routledge Handbook of Translation Studies and Linguistics. London: Routledge.
[2.] Olvera-Lobo, M. D. et. al. (2005). *Translator Training and Modern Market Demands*. Perspectives: Studies in Translatology. Volume 13: 2. London: Taylor & Francis Online.
[3.] https://www.ethnologue.com/guides/how-many-languages (Datum pristupa: 26.01.2021)
[4.] https://www.newscientist.com/article/2114748-google-translate-ai-invents-its-own-language-to-translate-with/ (Datum pristupa: 25.01.2021)
[5.] https://www.perry-translations.com/2018/06/19/what-is-a-cat-tool-and-how-to-use-it/ (Datum pristupa: 26.01.2021)
[6.] https://speakt.com/5-reasons-machine-translations-will-never-replace-human-translators/ (Datum pristupa: 28.01.2021)
[7.] https://www.ulatus.com/translation-blog/will-human-translators-be-replaced-by-computers-someday/ (Datum pristupa: 29.01.2021)

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

UPOTREBA GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA ZA ZAŠTITU OD ŠUMSKIH POŽARA

USE OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS FOR PROTECTION AGAINST FOREST FIRES

Saša Ljubojević
JPŠ „Šume Republike Srpske", Banja Luka, sasa.ljubojevic@sumers.org

Željko Stanković
Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, zeljko.z.stankovic@apeiron-edu.eu

Apstrakt: *U ovom radu će biti opisani šumski požari, na koje načine isti mogu načiniti ogromnu štetu šumama, objektima i stanovništvu. Biće opisano na koji način se može unaprijediti sistem za evidenciju i monitoring šumskih požara putem informacionih tehnologija. U radu je predloženo rješenje uspostavljanja geografskog informacionog sistema (GIS), obzirom da takvo rješenje obuhvata sve potrebne aspekte zaštite šuma od požara. Opisani su osnovni elementi koje je potrebno da sadrži navedeno rješenje, kao i moguće benefite koji se ogledaju u centralizaciji i digitalizaciji svih relevantnih podataka. Ti benefiti se najviše ogledaju u mogućnosti različitih analiza nad velikim brojem podataka.*

Ključne riječi: *šumski požari, GIS, digitalizacija, analiza*

Abstract: *Forest fires will be described in this paper and the ways they can cause an enormous damage to forests, facilities and the population. The paper will also deal with the ways of improvement of forest fires recording and monitoring system through information technologies. The solution for the establishment of geographic information system was suggested in the paper, considering that such solution involves all the necessary aspects of forest fire protection. Basic elements that the solution concerned needs to contain are described in the paper, as well as the possible advantages that reflect in centralization and digitalization of all relevant data. Those advantages reflect most in the possibility of different analyses over vast amount of data.*

Key Words: *forest fires, GIS, digitalization, analysis.*

1. UVOD

Šume i šumski ekosistemi predstavljaju temelj zdrave životne sredine čije koristi manifestuju na brojne načine u različitim prirodnim procesima, biološkoj raznolikosti, regulisanju globalnog kruženja ugljen dioksida, osiguravaju obnovljive i ekološki zdrave proizvode i slično. Upravo zbog tog značaja u Strategiji razvoja šumarstva Republike Srpske [1], jasno je definisano da su šume ugrožene od više faktora, a najznačajniji vid destrukcije šuma i šumskog zemljišta su upravo šumski požari.

Govoreći o požarima uopšteno, pa tako i o šumskim, oni nastaju ako su ispunjena tri uslova (požarni trougao): prisutnost goriva, prisutnost kiseonika i dovoljna temperatura. Na osnovu

dosadašnjih istraživanja i iskustava dolazi se do zaključka da su najčešći uzroci nastanka šumskih požara čovjekove aktivnosti koje su nepažnja, namjerno paljenje u cilju proširenja poljoprivrednih i pašnjačkih površina i drugo. Osim šteta koje se ogledaju u ekološkom pogledu, šumski požari nanose ogromnu štetu jer se gube i jedinke divljih životinja, degradiraju velike šumske i poljoprivredne površine, pri čemu dolazi do oštećenja osobina tla i proizvodne sposobnosti zemljišta, kao i mnogih drugih šteta.

Cilj ovog rada je da definiše okvire za potrebu izrade geografskog informacionog sistema (GIS), zaštite šuma od požara na teritoriji Republike Srpske, koji će sadržavati sve istorijske podatke vezane za pojavu šumskih požara i štete iskazane vrijedonosno, kao i predviđanje pojave novih šumskih požara, te koje su mogućnosti unaprjeđenja evidencije i zaštite šuma od šumskih požara. Na slici 1 prikazana je šuma posle požara [2].

Slika 1: Šuma posle požara

2. ŠUMSKI POŽARI

Šumski požari predstavljaju najveću opasnost u šumi zbog brzine širenja i ogromnih razmjera istih. Gotovo momentalno, nestaju ogromne površine šuma, što donosi promjenu izgleda staništa tamo gdje se požar pojavio. Od prostranih površina pod šumom i zelenilom nastaju zgarišta i gole površine, a u ekonomskom smislu to predstavlja i ogroman finansijski gubitak. Za šumske požare su odgovorni mnogi faktori, a glavni, odnosno najveći uzrok je čovjek koji nema dovoljno razvijenu svijest o značaju šuma kao opštem dobru [3]. Šumski požari se javljaju i u slučajevima kada su odrađene sve preventivne mjere, te se zbog toga pojava istih može posmatrati kao redovna pojava sa kojom moramo da računamo.Prema mjestu i karakteristikama gorivog materijala, šumski požari mogu biti podzemni, prizemni i visoki.

3. USPOSTAVLJANJE GIS-A ZA ZAŠTITU OD ŠUMSKIH POŽARA

Na osnovu iznesenih informacija, jasno se može doći do zaključka da su šumski požari opasnost sa kojom se mora računati. Potrebno je jasno definisati sistem pomoću kojeg će se moći adekvatno evidentirati podaci o šumskim požarima i ostalim potrebnim podacima, pomoću kojeg će se moći raditi analiza pojave šumskih požara, te prepoznavati najkritičnija područja za pojavu istih.

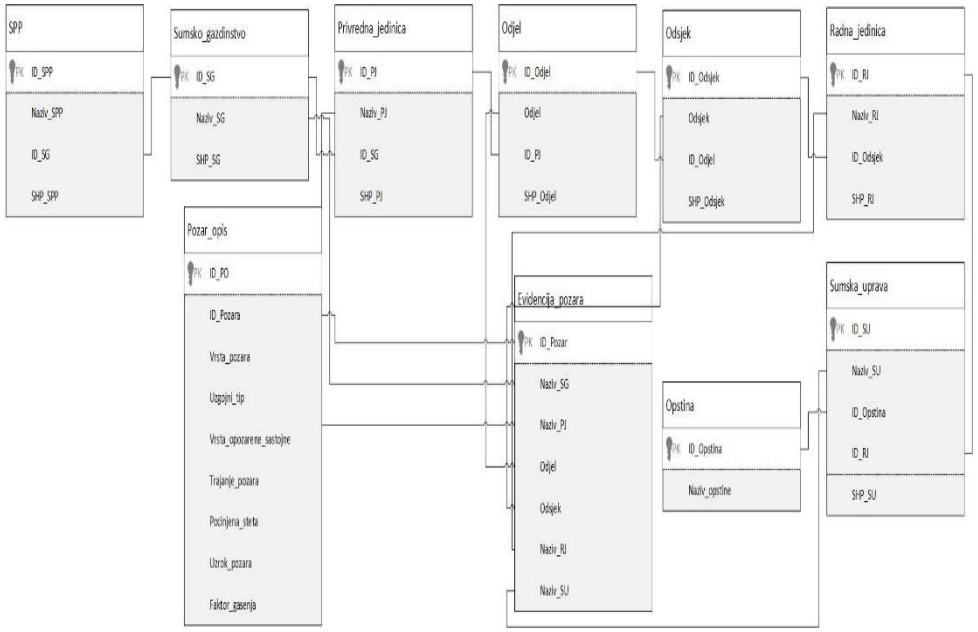
Rad obuhvata evidenciju i analizu podataka o šumskim požarima, kao jedan od segmenata zaštite od opšteg javnog interesa u oblasti zaštite šuma, objekata i ljudi [4].

U fazi pripreme izrade GIS-a za evidenciju šumskih požara potrebno je obezbjediti osnovne karte, odnosno podloge: topografska karta, digitalni model terena (DEM), pedološke karte, mapu šuma i šumskog zemljišta, mapu šumsko-privrednih područja, mapu putne infrastrukture, mapu vodotokova, administrativne granice, kartu miniranih i minski sumnjivih područja, podatke sa meteoroloških stanica (temperaturnih i padavinskih) i ostalih relevantnih podloga.

Nakon završetka pripremne faze vezane za nabavku podloga, potrebno je započeti rad na formiranju GIS-a. Posebnu pažnju u procesu formiranja projekta potrebno je posvetiti izboru referentnog koordinatnog sistema. Pored navedenog, veoma bitno je postaviti set određenih pravila vezanih za organizaciju samog projekta, zbog lakšeg rada, a naročito zbog mogućnosti buduće nadogradnje ili integracije ovog GIS sistema sa nekim drugim sistemom.

Svaki GIS projekat, pa tako i ovaj je organizovan kroz skupove različitih podataka koji se prikazuju u slojevima. To je razloga što putem slojeva razdvajamo različite kategorije podataka. Svi podaci koji se nalaze u sistemu imaju prostornu komponentu i vezane atributivne podatke. Prostorna komponenta je vizuelno prikazana na jednom od slojeva, dok se atributivni podaci nalaze u pozadinskoj geoprostornoj bazi podataka. Prostorni podaci, mogu biti tačka, linija i poligon [5].

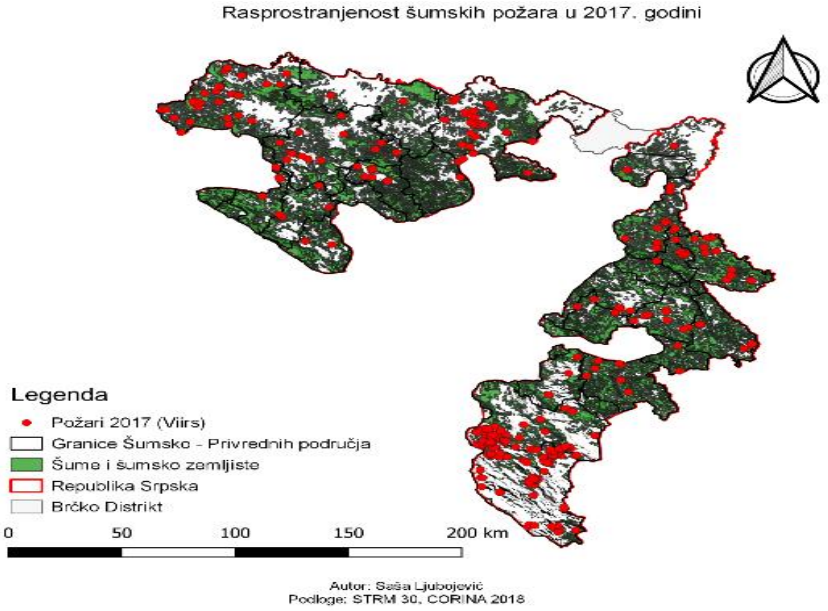
Što se tiče baze podataka (na slici 2 prikazane su tabele) i informacija koje će se smještati u istu, potrebno je jasno definisati organizacionu strukturu Javnog preduzeća šumarstva, koje vodi evidenciju o pojavi šumskih požara na teritoriji Republike Srpske, sa pripadajućim šifrarnikom. Ta organizaciona struktura treba da sadrži tabele: šumsko-privredna područja, šumsko gazdinstvo, privredna jedinica, odjel, odsjek, radna jedinica, šumska uprava. Sve veze između navedenih tabela treba da idu redoslijedom kako su pobrojane iz razloga jasne definicije pripadnosti. Ovi podaci se odnose na pojavu šumskih požara u šumama koje su u državnom vlasništvu, a ako se požar pojavi u šumama koje se nalaze u privatnom vlasništvu potrebni su podaci o katastarskoj čestici. Pored navedenih tabela potrebno je kreirati tabelu za potrebe evidencije šumskih požara. Navedena tabela će sadržavati prostorne podatke vezane za šumske požare kao i ostale atributske podatke.



Slika 2: Relacije u bazi podataka

Dosadašnja evidencija o šumskim požarima vođena je u obrascu ZAŠ-4 propisanom od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske. Najniži oblik evidencije prostorne pojave šumskog požara se vodi na nivou odsjeka u većini slučajeva. Ovo nije slučaj kada evidencija nije adekvatno vođena ili kada je šumski požar zahvatio veće područje od jednog odsjeka. U tom slučaju se evidentira odjel ili više odjela. Pored navedenih podataka o mjestu požara, sadrži i ostale grupe podataka: vrsta i površina požara, uzgojni tip i vrsta opožarene sastojine, trajanje požara, pričinjena šteta po vrsti i količini, te vrijednosti, uzrok požara, ko je požar prouzrokovao i odlučujuće faktore kod gašenja požara.

Sve navedene grupe atributnih podataka sadrže polja kojima se jasnije evidentiraju i definišu šumski požari. Za potrebe ovog projekta potrebno je prikupiti istorijske podatke o šumskim požarima koji su evidentirani u ZAŠ-4 obrasce po šumskim gazdinstvima u pisanom obliku. Svaki obrazac se odnosi na jedno šumsko gazdinstvo i jednu godinu. Navedene podatke je potrebno unijeti u bazu podataka i na osnovu podataka o mjestu požara (šumsko gazdinstvo, privredna jedinica, odjel i odsjek) pridružiti pripadajućim slojevima, odnosno podlogama u GIS-u. Pored evidencija o šumskim požarima iz Javnog preduzeća, potrebno je pribaviti podatke o šumskim požarima koji su evidentirani pomoću NASA satelita (MODIS, VIIRS i GOES), te su javno dostupni. Navedene podatke uporediti sa onima iz Javnog preduzeća i iste iskoristiti za buduću analizu.



Slika 3: Rasprostranjenost šumskih požara u 2017. godini (VIIRS) [6] [7] [8]

4. MOGUĆNOSTI PRIMJENE GIS-A U ANALIZI ŠUMSKIH POŽARA

Nakon formiranja GIS baze podataka o evidenciji šumskih požara sa svim pratećim slojevima, biće uspostavljen prvi GIS ovog tipa u Republici Srpskoj. Prvi vid unaprjeđenja postojećeg metoda za evidenciju šumski podataka je taj da su svi podaci centralizovani i digitalizovani. Svi istorijski podaci o požarima će biti na jednom mjestu i isti će biti prikazani u prostoru, a pristup tim podacima će biti lako omogućen svim zainteresovanim stranama.

Drugi vid unaprjeđenja je taj što će se podaci o šumskim požarima moći preklopiti sa ostalim podlogama pomoću kojih će se moći uraditi različite analize: analiza šumskih požara po nadmorskim visinama, analiza šumskih požara na osnovu udaljenosti od naseljenih mjesta, analiza šumskih požara na osnovu pedološke podloge, uočavanje nedostataka u putnoj infrastrukturi za pristup pri gašenju šumskih požara, prikaz pojave požara u periodima godine i pri različitim klimatskim uslovima (prosječna temperatura i padavine) i mnoge druge analize.

Treći vid unaprjeđenja je taj što će se na osnovu analiza koje će moći biti urađene nakon uspostavljanja GIS, puno efikasnije moći planirati aktivnosti na unaprjeđenju sistema zaštite od šumskih požara. Te mogućnosti će se ogledati u jasnijoj detekciji pojave šumskih požara, te jasno ukazati na potrebe za nabavkom sredstava protivpožarne zaštite (vatrogasni kamioni, vatrogasna oprema i sl.). Nadalje, moći će se planirati izgradnja potrebne putne infrastrukture, a na osnovu temperaturnih i padavinskih razlika bolje će biti planirano razmještanje vatrogasnih vozila na teritoriji Republike Srpske. Na ovaj način će se planiranje aktivnosti na sistemu protivpožarne zaštite podići na znatno viši nivo u odnosu na sadašnji.

5. ZAKLJUČAK

U radu je opisano na koji način se podaci o šumskim požarima mogu grupisati na jednu centralnu lokaciju i da se nad istima mogu raditi brojne analize, dok se rezultati tih analiza mogu koristi za donošenje strateških odluka u daljem planiranju aktivnosti na zaštiti šuma od šumskih požara.

Definisani su skupovi podataka koje je potrebno sakupiti za potrebne analize, te je ukazano da u procesu pripreme za izradu GIS-a potrebno obratiti pažnju za planiranje unaprjeđenja sistema, jer navedeni skupovi podataka mogu imati primjenu u mnogim oblastima. Baza sa svim navedenim podacima predstavlja skup od veoma velikog značaja za sve zainteresovane strane.

U završnom dijelu rada je opisano na koje načine bi pomoću GIS bio unaprijeđen trenutni sistem evidencije šumskih požara, te na koje načine je moguće unaprijediti sistem donošenja strateških odluka u zaštiti od šumskih požara, kao i planiranje budućih aktivnosti na unaprjeđenju ostalih aspekata zaštite.

Literatura

[1.] Strategija razvoja šumarstva Republike Srpske (2011-2021), Banja Luka: Vlada Republike Srpske Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, 2012.
[2.] JPŠ „Šume Republike Srpske“ (2021), Opožarena površina – Pančićeva Omorika, ŠG „Panos“, Višegrad
[3.] Živojinović, S. (1967) Zaštita šuma, Naučna knjiga, Beograd
[4.] Milanović, M., Filipović, D. (2017) Informacioni sistemi u planiranju i zaštiti prostora, Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Beograd.
[5.] Govedarica, M., Sladić, D., Radulović, A. (2012), Infrastruktura geoprostornih posataka i geoportala, Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
[6.] https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018/, posjećeno 15.08.2021. godine
[7.] https://dwtkns.com/srtm30m/ , posjećeno 11.6.2021. godine
[8.] https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/download/, posjećeno 11.6.2021. godine

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

SOFTVERI U NASTAVI MATEMATIKE

Hadžib Salkić
CEPS-Centar za poslovne studije Kiseljak, hadzib.salkic0911@gmail.com

Marija Kvasina
Sveučilište/Univerzitet „Vitez“, marijasantic0@gmail.com

Sažetak: *U cilju što bolje realizacije nastave matematike, nastavnici sve više koriste različite softvere u nastavi. Možemo reći i da je pandemija virusa COVID-19 pridonijela većem korištenju matematičkih softvera. Ovaj rad istražuje prednosti korištenja takvih softvera, ali i probleme s kojima bi se nastavnici mogli suočiti. Osim istraživanja različitih vrsta softvera i njihovog kratkog predstavljanja, u radu ćemo se fokusirati na dva softvera koja su u BiH najviše zastupljena, to su GeoGebra i Sketchpad Predstavit ćemo njihove mogućnosti, tehničke i praktične detalje i na kraju ih usporediti.*

Ključne riječi: *nastava, matematika, matematički alati, softveri*

Abstract: *With the goal of improving classes of math, many teachers have decided to use different softwares. Also, COVID-19 has increased the use of softwares. This paper explores the advantages and disadvantages of using softwares in classes. With the research of different softwares and their short introduction, this paper will focus on two softwares which are most represented in BiH, GeoGebra and Sketchpad. There will be a word about their possibilities, technical and practical details and at the end they will be compared to each other.*

Key words: *class, math, math tools, softwares.*

1. UVOD

Upotreba računala kao alata za poučavanja i učenje široko je rasprostranjena, obrazovni sustav prepoznao je vrijednost informacijsko komunikacijskih tehnologija. Matematika kao predmet oduvijek je stvarala probleme mnogim učenicima, korištenje matematičkog softvera nekim učenicima će donijeti olakšanje, a nekima još veće poteškoće. Prema [1] upotreba računala u nastavi matematike često je ograničena samo na upotrebu u učionici i njihove dobrobiti se ne iskorištavaju u potpunosti. Stav učenika o korištenju matematičkog alata, ovisi od njihovog stava o matematici koji su razvili prethodnim iskustvom. Učenici koji imaju negativan stav su usredotočeni na savladavnje matematičkog softvera, zapostavili su suštinu nastavnog gradiva matematike. Dok s druge strane, učenici koji imaju pozitivan stav prema matematici, alat koriste za istraživanje i razumijevanje matematičkih pojmova i problema.

Istraživači [2] podijelili su programe za matematiku u pet kategorija:

1. Tutorijali - koji se odnose na programe koji stvaraju poticajno okruženje u kojem se kombiniraju informacije, demonstracije i vježbe. Ova vrsta alata uključuje računalno potpomognute poduke, matematičke igre (npr. Math Blaster) i softvere za vježbanje (npr. A+ Math)

2. Komunikacijski mediji - koji se odnose na alate koji omogućuju komunikaciju i razmjenu informacija. U ovu vrstu svrstavamo e-mail, računalno podržane sustave učenja, videokonferencije i dr.

3. Istraživačko okruženje - alati koji potiču učenike na interaktivno sudjelovanje u nastavi putem istraživanja, stvaranjem različitih simulacija (npr. LOGO).

4. Alati - se odnose na softvere kao što su Sketchpad, Accelerated Math, Microsoft Office, Cabri itd. koji imaju za cilj povezivanje vizualnih slika s apstraktnim simbolima, pri čemu pomažu učenicima izgradnju temelja za razumijevanje apstraktnih matematičkih pojmova. Oni služe za to da proces poučavanja i učenja bude učinkovit.

5. Programski jezici - alati koji služe za razvijanje algoritamskog načina razmišljanja.

2. MATEMATIČKI SOFTVERI

Softvere za korištenje u nastavi matematike nastavnik određuje po gradivu koje treba da obrađuje, osim toga veliku ulogu igra cijena samog softvera, ali i jezik na kojem je moguće koristiti softver. Tako će za osnovnu školu biti neophodno da je softver preveden na naš jezik, dok za visoko obrazovanje to neće biti od velike važnosti.

Neki od kompleksnijih softvera su:

Wolfram Mathematica je zapravo programski paket namjijenjen riješavanju ozbiljnih matematičkih problema.Objekti mogu biti brojevi, funkcije, jednadžbe, nizovi, grafički i zvučni objekti i još mnogo toga. Standardni dodatni paketi uključuju algebru, matematičku analizu, diskretnu matematiku, teoriju brojeva, numeričku matematiku, statistiku i dr. [3]

MATLAB služi za rješavanje različitih matematičkih problema, te čitav niz izračunavanja i simulacija vezanih uz obradu signala, upravljanje, regulaciju i identifikaciju sustava. Radi se o interaktivnom sustavu i programskom jeziku za opća tehnička i znanstvena izračunavanja. Osim osnovnog sustava postoje i brojni programski paketi koji ga proširuju te pokrivaju gotovo sva područja inženjerske djelatnosti: obradu signala i slike, 2D i 3D grafičke prikaze, automatsko upravljanje, identifikaciju sustava, statističke obrade, analizu u vremenskoj i frekvencijskoj domeni, simboličku matematiku i brojne druge. [4]

Također imamo i softvere za geometriju kao što su :*GeoEnZo* besplatan i neovisan računalni program za digitalne školske ploče, namjenjen riješavanju geometrijskih zadataka; *Geometry ToolBo, YedLive* i *Instrument Poche* koji su virtualni geometrijski pribori; *Euklides* koji je posvećen elementarnoj geometriji ravnine; *Cinderella, Cabri-Geometrija, Calqes 3D, Geometrix, Dr. Geo, Archimedes Geo3D* koji su softveri dinamične geometrije.

Osim toga imamo i programe kao što su: *Microsoft Mathematics* koji sadrži veliki broj alata za obavljanje određenih vrsta kalkulacija; *Algy2, PhotoMath, Algebrator, MathType* i brojni drugi koji služe kao online kalkulatori koji prikazuju detaljan postupak rješavanja zadataka.

2.1. GEOGEBRA

Jedan od najčešće korištenih programa koji mogu da se koriste za nastavu i učenje matematike jest GeoGebra. To je besplatan softver koji obuhvaća geometriju, algebru i analizu i zaista predstavlja veliku podršku u povezivanju matematičkih pojmova. GeoGebra potiče eksperimentiranje, s geometrijskog gledišta, ali i s algebarskog gledišta. Na primjer, učenici mogu povući nacrtani krug mišem i na taj način istražiti promjene jednadžbe kruga, ali i u isto vrijeme promijenite jednadžbu i slijedite izmijenjenu verziju kruga u prozoru geometrije. Ovdje se naglasak stavlja na istraživački aspekt učenja i GeoGebra omogućuje preinaku konstrukcija, umetanje novih elemenata i promjenu reda, što jača svijest učenika o funkcionalnim ovisnostima.

Osnovni objekti u GeoGebri s kojima studenti mogu raditi su točke, vektori, segmenti, poligoni, ravne linije, svi stožasti presjeci i funkcije. Konstrukcije se mogu dinamički mijenjati i moguće je unijeti koordinate točaka ili vektora, jednadžbe linija, konusnih presjeka ili funkcija izravno. Prema [5] u nastavi matematike GeoGebra se može koristiti na više načina:

1. za demonstraciju i vizualizaciju - GeoGebra kao alat za demonstraciju i vizualizacija ima široku pokrivenost.

2. kao građevinski alat - GeoGebra ima sve sposobnosti koje se traže od odgovarajućeg softver za crtanje/projektiranje, koji su vrlo važni za podučavanje konstruktivne geometrije.

3. alat za otkrivanje matematike – GeoGebra kao alat za stvaranje prikladne atmosfere za učenje.

4. alat za pripremu nastavnih materijala - nastavnici GeoGebru mogu koristiti kao a alat za suradnju, komunikaciju i predstavljanje.

Pomoću GeoGebre moguće je izraditi interaktivne HTML stranice (radne listove), koje može koristiti bilo koji preglednik koji podržava Javu. GeoGebra se ne mora instalirati na određenom računalu kako biste koristili radni list. Sama GeoGebra se može koristiti na bilo kojoj platformi.

GeoGebra je besplatna za preuzimanje pod licencom otvorenog koda, a može se i pokrenuti izravno iz web preglednika. Lako je naučiti kako ga koristiti, pa nema ograničenja u tom aspektu. Datoteke se mogu spremiti u ".ggb" formatu ili kao dinamičke web stranice. Može također proizvesti korak po korak geometrijsku konstrukciju u svrhu prezentacije, što se ne mora raditi uživo. Program može ispisati datoteke kao slike ili kao inkapsulirani postscript u svrhu objavljivanja ilustracija.

Jedna od glavnih karakteristika programa jest dinamičnost prikaza. Za razliku od skice na papiru, koja predstavlja statički model, u GeoGebri je moguće mijenjati određene parametre u grafičkom prozoru. U samom postupku konstrukcije matematičkih objekata, određeni parametri se definiraju tako da budu primjenjivi na ekranu. Ovo je omogućeno upotrebom klizača. Dinamičnost programa naročito je pogodna za zapažanje i vizuelno predstavljanje zavisnosti pojedinih matematičkih objekata od određenih parametara. Npr. kada se obrađuje nastavna jedinica *Zavisnost linerane funkcije* y=kx+n od parametara k i n, prilikom crtanja grafa funkcije u programu, paremetri k i n mogu da se definiraju da budu promjenjivi putem klizača. Tako će učenik moći da prati promjenu izgleda grafa funkcije u zavisnosti od pomenutih parametara i da bude podstaknut na samostalno izvođenje zaključaka.

[6] navodi da GeoGebru treba izdvojiti od ostalih programa jer je vrlo profesionalno napravljen program; je dobitnik više europskih nagrada (EASA 2002, Learnie Award 2003, Digita 2004,

Comenius 2004, Learnie Award 2005, Trophées du Libre 2005); dobro "pokriva" nastavni plan i program matematike osnovne i srednje škole; više nego drugi programi povezuje algebru i geometriju ; je jednostavan za uporabu nastavniku i učeniku; ima grafiku visoke kvalitete; generira dinamički crtež na web stranici (applet); crteži su pogodni za prijenos u druge prezentacije i programe, uključivši LATEX.

2.2. GEOMETAR´S SKETCHPAD

Sketchpad ima za cilj udaljiti učenike od klasičnog rada s olovkom na korištenje tehnologije, uz pomoć koje mogu sami eksperimentirati; lekcije postaju usmjerene na učenika, a ne na učitelje, i samo to može biti velika prednost jer se učitelj tada može usredotočiti na male grupe ili pojedince, dodajući kvalitetu i dubinu nastavnom procesu. Potrebno je posvetiti neko vrijeme podučavanju učenika o korištenju ovog softverskog alata, što se isplati, jer korisnik može brzo izmijeniti svoje konstrukcije, što bi uzelo u cjelini puno više vremena ako se radi olovkom.

Značajke povlačenja programa Sketchpad omogućuju učenicima da pogledaju više primjera iste figure bez da moraju svaki crtati pomoću papira i olovka. Pomoću mjernog alata učenici mogu provjeriti svoja nagađanja o svojstva određenih figura i u ovom trenutku matematika postaje potpuno novi svijet za otkrivanje.

Dinamična i eksperimentalna priroda programa Sketchpad poboljšava pozitivan stav učenika prema softveru kao alatu za učenje [7]. Međutim, upravo ova dinamička značajka Sketchpada može biti alat za ometanje pažnje u smislu da se nekim učenicima može dogoditi da se igraju sa svojim konstrukcije bez obraćanja pažnje na matematičke temeljne koncepte, a ne koriste ih kao alat za učenje. Još jedan aspekt Sketchpada koji može biti izvor ometanja je animirana značajka, koja omogućuje mnoge dinamičke aspekte softvera. Učenici mogu zaista uživati u ovoj značajci, što se može uzeti u obzir kao moćno oruđe kada se koristi u svrhu učenja. U oba slučaja zadatak nastavnika je da prati rad učenika i vodi ih prema cilju lekcije umjesto da im dopustite da koriste Sketchpad kao igračku.

Korištenje Sketchpada stvara okruženje za učenje gdje je pogreška prihvaćena, a ne ismijavana. Potiče se učenike na vlastita nagađanja, a zatim i isprobavanja pomoću programa Sketchpad i ako se na kraju pokaže da su u krivu, ima još mnogo toga za naučiti iz netočnih pretpostavki, što vodi prema poboljšanje razumijevanja.

Prema [8] učenici koji koriste Sketchpad nadmašili su skupinu koja nije koristila, na mjerama rotacije, refleksije i dvodimenzionalne vizualizacije. Međutim, nije bilo značajne razlike u vezi s trodimenzionalnom vizualizacijom; mogući razlog može biti u činjenici da Sketchpad na ekranu računala prikazuje u dvije dimenzije. Dok [7] navodi da je upotreba programa Sketchpad imala pozitivan učinak na učeničke sposobnosti učenja trodimenzionalne geometrije. Treba napomenuti da je tradicionalno okruženje za učenje kombinirano s korištenje programa Sketchpad, čija je kombinacija mogla imati pozitivan utjecaj na učeničko razumijevanje trodimenzionalne vizualizacije.

2.3. USPOREDBA IZMEĐU GEOGEBRE I GEOMETROVE SKICE ZA SKICIRANJE

Sketchpad je u skladu s euklidskim normama, dok se GeoGebra razlikuje od norme u nekoliko aspekata. Objekti u Sketchpadu ne zahtijevaju koordinatni sustav i njihova je veličina neovisna o

koordinatnim osama, dok su objekti GeoGebre automatski definirani u smislu GeoGebrinog koordinatnog sustava, te veličina i oblik objekta se mijenja ako se osi promijene. Dok Sketchpad stvara oznake na korisnički zahtjev, GeoGebra ih stvara tijekom izgradnje objekata, što može dovesti do iscrpljivanja jednostavnih oznaka. Zabilježeno je da dok Sketchpadov zapis studenti lako razumiju, GeoGebrin zapis ima određene greške koje mogu rezultirati poteškoćama učenika.

Važna značajka softvera za geometriju svakako je povlačenje. Sketchpad dopušta *Drag drag test*, što znači testiranje integriteta objekta povlačenjem različitih dijelova. Tijekom tog procesa mogu provjeriti različita nagađanja i ocijeniti svoj rad. No s druge strane, GeoGebra dopušta povlačenje nekih objekata, ali ne svih (npr. korisnik može povući cijeli poligon i njegove vrhove, ali ne i njegove stranice). Ovo može obeshrabriti učenike da uopće ne koriste opcije povlačenja, ograničavajući tako njihove istraživačke sposobnosti. Animacija je također važna i obrazovna značajka. Sketchpad tretira animaciju kao povlačenje, dok je u GeoGebri animacija ograničena na klizače. Utvrđena je razlika i između transformacija. Sketchpad podržava neograničeno skup transformacija (izometrije, sličnosti, afiniteti i prilagođene transformacije), i omogućuje korisniku da ih primijeni na različite objekte, uključujući slike. GeoGebra je ograničena na sličnost transformacija, refleksija točaka i inverziju krugova.

Sketchpad može prikazati dva grafikona istovremeno i u različitim koordinatnim sustavima, što je korisno kada grafikoni zahtijevaju različite ljestvice, podržava polarne koordinate i polarne funkcije, GeoGebra ne podržava polarne koordinate, niti podržava višestruke koordinatne sustaei. Dok Sketchpad dopušta grafikoniranje y u funkciji od x i x funkciji y, GeoGebra podržava samo grafikoniranje y kao funkcije od x. U Sketchpadu se više presjeka može pronaći bez obzira na vrstu funkcije, dok GeoGebra može pronaći jedan presjek u isto vrijeme.

Dok Sketchpad nudi brojne opcije za poboljšanje načina izražavanja konstrukcija, npr kao 1.alat za označavanje (omogućuje slobodno crtanje, stvaranje kutnih oznaka itd.), 2.informacijski alat (pri kliku na bilo koji objekt korisnik može vidjeti njegov opis i poveznice na povezane objekte, čime je korisniku omogućeno da sazna strukturu konstrukcije i koji objekti o čemu ovise), 3.mjerenja, proračuni i funkcije pravilno su matematički oblikovani, 4.kutovi u radijanima prikazuju se pomoću višekratnika i razlomaka π kada je to prikladno. GeoGebra nemaju nijednu od ovih značajki.

3. ZAKLJUČAK

I GeoGebra i Sketchpad imaju svoje prednosti i nedostatke: GeoGebra je besplatan program; dostupan na svim web preglednicima; moguće je dijeljenje sadržaja online; kreiranje profila kako bi zadržali zadatke koje radimo; osim za geometriju, koristi se i za algebru, CAS, 3D grafiku i vjerovatnost. Sketchpad je zanimljiv, može koristiti više stranica u jednom dokumentu; korisnici mogu postaviti prezentaciju kao lekciju u programu i podijeliti je sa učenicima; koristi se isključivo za geometriju; rad se mora spremiti na računalo. Nastavnici većinom koriste GeoGebru koja je jednostavna za korištenje budući da je sve online i može se koristiti za različite sadržaje matematike, dok se Sketchpad naplaćuje i koristi samo za geometriju, ali što se tiće samo dijela geometrije Sketchpad je u prednosti u odnosu na GeoGebru jer nudi više mogućnosti.

Literatura

[1.] Reed, H.C., Drijvers, P. and Kirschner, P.A. (2010). Effects of attitudes and behaviours on learning mathematics with computer tools, Computers & Education
[2.] Lou, Y., Abrami, P. C. et al. (2001). Small group and individual learning with technology: A meta-analysis. Review of Educational Research, 449–521
[3.] Radosavljević, I., (2013.) Programski paket Mathematica, 2-3
[4.] Petković, T., (2005.) Kratke upute za korištenje MATLAB-a
[5.] Hohenwarter, M., & Fuchs, K. (2005). Kombinacija dinamičke geometrije, algebre i Račun u softverskom sustavu GeoGebra.
[6.] Đukić, P., (2014.) Korištenje softvera geogebra u nastavi matematike u osnovnoj školi, diplomski rad
[7.] McClintock, E., Jiang, Z. i July, R. (2002). Razvoj učenika trodimenzionalnog vizualizacija u okruženju Sketchpad Geometra.
[8.] Dixon, JK (1997.). Korištenje računala i vizualizacija u učeničkoj konstrukciji refleksije i koncepti rotacije. Prirodoslovno -matematički fakultet. 97, 352-358.

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

VAŽNOST INFORMACIJSKE SIGURNOSTI U SAVREMENOM POSLOVANJU

THE IMPORTANCE OF INFORMATION SECURITY IN MODERN BUSINESS

Vernes Vinčević
Sveučilište/Univerzitet „VITEZ" Vitez, Fakultet informacionih tehnologija, vernes.vincevic@unvi.edu.ba

Apstrakt: *U posljednjih nekoliko godina puno se govori o pojmu i primjeni informacijske sigurnosti (engl. Information security) i često je povezuju sa napadima od hakera, krađe identiteta, podataka, malicioznih softvera koji prave štetu informacijskim sistemima i informacijama u kompanijama. Budući da termin informacijska sigurnost obuhvata veći dijapazon djelovanja i važan je segment u funkcioniranju informacijskih sistema, a također predstavlja disciplinu koja ima za cilj osigurati zaštitu informacija i informacijskih sistema od neovlaštenog pristupa, uništavanja i sl. U razvoju visoke tehnologije danas u svijetu, kompanije sve više zavise o njihovim informacijskim sistemima. Kompanije prikupljaju i pohranjuju velike količine informacija o svojim zaposlenicima, klijentima, raznim istraživanjima, proizvodima ili finansijskom poslovanju koje se obrađuju, pohranjuju i prenose putem računarskih mreža na druge računare. Zato je jako važno ozbiljno pristupiti zaštiti i sigurnosti informacijskih sistema, jer se danas vrijednost neke kompanije temelji na vrijednosti njenih informacija. U radu će biti prikazani osnovni pojmovi vezani za informacijsku sigurnost, značaj informacijske sigurnosti u informacijskim sistemima u kompanijama, zakonska regulativa u BiH, ISO standardi informacijske sigurnosti, mjere zaštite informacijskih sistema.*

Ključne riječi*: Informacijska sigurnost, informacijski sistemi, ISO standardi, zaštitne mjere*

Apstract: *In recent years, there has been a lot of talk about the concept and application of information security and it is often associated with hacker attacks, identity theft, data, malicious software that damage information systems and information in companies. Since the term information security covers a wider range of activities and is an important segment in the functioning of information systems, it is also a discipline that aims to ensure the protection of information and information systems from unauthorized access, destruction and the like. In the development of high technology in the world today, companies are increasingly dependent on their information systems. Companies collect and store large amounts of information about their employees, customers, various researches, products or financial operations that are processed, stored and transmitted via computer networks to other computers. That is why it is very important to take seriously the protection and security of information systems, because today the value of a company is based on the value of its information. The paper will present the basic concepts related to information security, the importance of information security in information systems in companies, legislation in BiH, ISO standards of information security, information system protection measures.*

Keywords*: Information security, information system, ISO standard, protective measures*

1. UVOD

U razvoju visoke tehnologije danas u svijetu, kompanije sve više zavise o njihovim informacijskim sistemima. Organizacije prikupljaju i pohranjuju velike količine informacija o svojim zaposlenicima, klijentima, raznim istraživanjima, proizvodima ili finansijskom poslovanju koje se obrađuju, pohranjuju i prenose putem računarskih mreža na druge računare. Zato je jako važno ozbiljno pristupiti zaštiti i sigurnosti informacijskih sistema jer se danas vrijednost neke kompanije temelji na vrijednosti njenih informacija. Čitaoci će biti u prilici da shvate kakav utjecaj i značaj na poslovanje ima pravilna primjena informacijske sigurnosti u informacijskim sistemima gdje se obrađuju i čuvaju podatci, i prikazani osnovni pojmovi vezani za ovu temu. Dobit će informacije o važnosti razumijevanja i primjene metoda zaštite podataka u informacijskim sistemima za sigurno poslovanje.

Sigurnost informacijskih sistema predstavlja skup metoda i načina kojima se informacije i informacijski sistemi štite od neovlaštenog pristupa, uporabe, otkrivanja, prekida rada, promjena ili uništenja.[1]

Informacijska sigurnost je generalni termin za način na koji kompanije i pojedinci štite svoju vrijednu imovinu – bili to poslovni podatci, intelektualno vlasništvo ili nešto treće. Podatci se mogu spremati na više načina. Informacijska sigurnost generalno se odnosi praksu zaštite osobnih podataka i pristupima toj praksi čuvanja. Informacijski sistemi omogućuju i pospješuju vođenje i upravljanje poslovnim procesima. Zbog činjenice da informacijski sistemi sadržavaju mnoštvo podataka važnih za poslovanje javlja se problem zaštite istih. Kako bi odabrali adekvatne mjere i metode zaštite, analizirane su i objašnjene moguće vrste prijetnji, napadačke metode na poslovne informacijske sisteme i razne vrste zlonamjernih programa koji mogu narušiti glavne sigurnosne aspekte i uzrokovati značajne posljedice.[2] U radu će biti prikazani osnovni pojmovi i značaj informacijske sigurnosti u informacijskim sistemima, važeći međunardni standardi i metode zaštite informacijskih sistema i podataka u istima.

2. SIGURNOST INFORMACIJSKIH SISTEMA

2.1. Općenito o informacijskoj sigurnosti

Informacijski sistem i informacije su postali stalna meta kao unutar kompanija, tako i izvana. Razloga tome je jako mnogo, jedan od tih razloga je to da je cilj napada uništenje ili promjena izvornih podataka ili krađa istih. Svjetske organizacije su sve više svjesne činjenice da su informacijski podaci postali nesigurni, te su se počele baviti ovom problematikom. Najčešći vidovi napada na računarske mreže, Internet, tipa su: prisluškivanje, lažno predstavljanje, napad tipa ukidanje servisa, ponavljanje poslanih poruka, pogađanje lozinke, kripto analiza, napadi tipa Trojanskog konja i virusi.[3] Informacijska sigurnost nikad nije bila važnija nego danas, te predstavlja fenomen na svjetskoj razini koji podstiče drugačiji način upotrebe informacijske tehnologije u poslovanju.

Informacijska sigurnost uključuje kako zaštitu informacijskog sistema, tako i samih informacija, bez obzira u kakvom obliku bile. Koncept informacijske zaštite je izuzetno širok, od tehničke mjere zaštite obuhvata i fizičku zaštitu, organizacijeske mjere, programske, logičke i administrativne mjere zaštite. Sve te mjere su propisane normama iz serije standarda ISO/IEC 27000. [4] Informacijska sigurnost predstavlja multidisciplinarno područje koje čini osnove

razvoja savremenog informacijskog društva, na sličan način kao što je sigurnost osnova tradicionalnog društva i odnosa u njemu.[5]

Kada se govori o sigurnosti i zaštiti informacijskih sistema i mreža, nekoliko principa danas vrijede kao osnovni postulati:

1. Sigurnost je proces. Sigurnost nije gotov proizvod, usluga ili procedura, već skup koji ih sadržava, i još mnogo elemenata i mjera koje se stalno provode.
2. Ne postoji apsolutna sigurnost.
3. Uz različite metode hardverske, softverske i fizičke zaštite, treba imati u vidu i ljudski faktor, sa svim slabostima.

Sigurnost informacijskih sistema predstavlja skup metoda i načina kojima se informacije i informacijski sistema štite od neovlaštenog pristupa, upotrebe, otkrivanja, prekida rada, promjena ili uništenja.[6]

Postoje tri osnovna parametra informacijske sigurnosti:

1. Povjerljivost (eng. confidentiality) – siguran pristup informaciji i informacijskom sistemu isključivo za to ovlaštenoj osobi.
2. Integritet (eng. integrity) – zaštita ispravnosti i cjelovitosti podataka i informacija.
3. Raspoloživost (eng. availability) – ovlaštenoj osobi omogućiti pravodoban i stalan pristup informacijama i informacijskome sistemu.

Na sljedećoj slici je prikazan tzv. sigurnosni trokut (CIA triad) koji prikazuje povezanost gore navedena tri parametra [7]

***Slika 1**: Sigurnosni trokut [7]*

Sigurnost informacijskih sistema ostvaruje se osmišljavanjem i provedbom mjera zaštite (informatičkih kontrola) koje se ugrađuju u mehanizme funkcioniranja informacijskih sistema, omogućuju njegovo neometano funkcionisanje i ublažavaju ili smanjuju informatičke rizike.

Informacijska sigurnost je u funkciji:

- Osiguravanja poslovnog kontinuiteta,
- Minimiziranja štete nastale realizacijom sigurnosnih prijetnji nad informacijama,
- Maksimiziranja povrata ulaganja i poslovnih prilika,
- Osiguranja tajnosti informacija,
- Osiguranja integriteta informacija,
- Osiguranja raspoloživosti informacija

2.2. Prijetnje sigurnosti informacijskih sistema

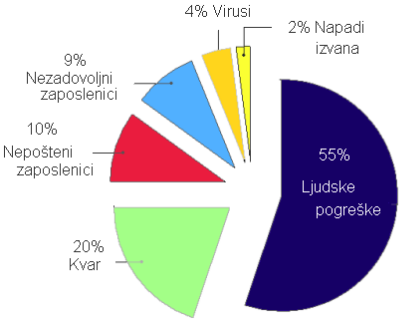
Informacijski sistemi svakodnevno su izloženi raznim vrstama prijetnji. Prijetnja se može definisati kao mogućnost ili namjera neke osobe da poduzme akcije koje nisu u skladu s ciljevima organizacije. Prema raznim istraživanjima, ustanovljeno je da je najčešća vrsta prijetnje prema informacijskim sistemima ljudski faktor, odnosno ljudska nenamjerna greška (Tabela 1).

Tabela 1: Izvori opasnosti i rizika u informacijskom sistemu

Prirodni	Ljudski – namjerni	Ljudski – nenamjerni, greške
Požar	Računarski kriminalci	Brisanje podataka
Poplava	Nezadovoljni i radoznali zaposlenici	Nepravilno rukovanje opremom
Jaka i direktna svjetlost	Hakeri	Nestručnost
Prljavština i prašina	Teroristi	Nepažnja, nemar, neznanje

Izvor: Prikaz autora

Ljudski faktor ima važnu ulogu u postizanju što bolje sigurnosti informacijskih sistema, ali jednako tako predstavlja i prijetnju informacijskome sistemu. Takve prijetnje mogu dolaziti od zaposlenika, korisnika, klijenata, poslovnih partnera, dostavljača te kriminalnih skupina koje su povezane ili nepovezane s poslovanjem organizacije, njezinom imovinom i podacima. [8]



***Slika 2**: Prijetnje sigurnosti informacijskih sistema [9]*

Gore prikazana slika 2. jasno prikazuje da najveću opasnost na informacijske sisteme predstavljaju ljudi i to u vidu pogrešaka koje su nastale ljudskim djelovanjem, neposlušnim i nepoštenim radnicima.

2.3. Upravljanje informacijskom sigurnošću

Osnovni okvir za upravljanje sigurnošću informacijskog sistema neke kompanije je politika sigurnosti informacijskog sistema. Prema politici sigurnosti informacijskog sistema neke kompanije propisuje i primjenjuje interne akte koji se odnose na sve aspekte sigurnosti informacijskog sistema.

Politika sigurnosti informacijskog sistema sadrži sljedeće:

- Cilj i opseg politike sigurnosti informacijskog sistema

- Načela upravljanja sigurnošću informacijskih resursa
- Opće i posebne odgovornosti koje se odnose na sigurnost informacijskog sistema

Politika sigurnosti informacijskog sistema mora sadržavati principe i načela upravljanja sigurnošću resursa informacijskog sistema, te odgovornosti koje se odnose na sigurnost informacijskog sistema.

Osnova politike sigurnosti je dokument sigurnosne politike, koji treba biti odobren od strane upravitelja, objavljen i poslan svim zaposlenicima i korisnicima kojima je namijenjena. Politika treba odražavati stavove rukovoditelja i definirati koncept upravljanja sigurnosti informacija. [10]

Na ovaj način obezbjeđuje se najviši nivo sigurnosti podataka što podrazumijeva garanciju tajnosti, integriteta i dostupnosti informacijskog sistema i korisnikovih podataka. Uvođenjem ISO/IEC 27001 norme kompanija garantuje se kontinuitet praćenja i stalna unapređenja informacijske sigurnosti kao trajnog procesa.

2.3.1. Upravljanje i procjena rizika

U kompanijama je potrebno izvršiti procjene rizika na svim nivoima informacijskog sistema i kompanije kako bi se osigurala adekvatna zaštita. Modernizacijom i informatizacijom poslovanja sigurnosni rizik se povećava, a kada informacije nisu adekvatno zaštićene postoji mogućnost da to ugrozi konkurentnost poslovne organizacije.

"Kontrole ugrađene u rad informacijskog sistema predstavljaju skup međusobno povezanih komponenti, koje djelujući jedinstveno i usklađeno, potpomažu ostvarivanju ciljeva informacijskoga sistema."[11]

Svrha informatičkih kontrola je smanjenje vjerojatnosti nastupa neželjenog događaja i smanjenje očekivanih gubitaka do kojih bi došlo kod pojave neželjenih događaja ili ostvarenja neželjenih procesa u sistemu

Informatičke kontrole djeluju na dva načina [12]:

1. preventivnom kontrolom smanjuje vjerovatnoću neželjenih događaja i/ili procesa,

2. detektivnim i korektivnim kontrolama smanjuje se veličina gubitka koji bi nastao zbog neželjenih događaja i/ili procesa

Rizici kojima su kompanije izložene u svom poslovanju i za koje minimalno moraju biti propisani postupci mjerenja, procjene i upravljanja uključuju i rizik koji proizlazi iz neadekvatnog upravljanja informacijskim i pridruženim tehnologijama. Kompanije danas moraju obavljati mjerenje, procjenu i upravljanje svim rizicima kojima su u svom poslovanju izložene. [13]

ISO 27005:2018 (ISO, 2018) definiše rizik informacijske sigurnosti kao potencijal da će prijetnja iskoristiti ranjivosti imovine i time uzrokovati štetu za kompaniju.

3. MJERE ZAŠTITE INFORMACIJSKIH SISTEMA I PODATAKA

Mjere zaštite predstavljaju skup aktivnosti, postupaka, implementacije zaštitnih mehanizama i naprava, s ciljem ostvarenja zaštite informacijskog sistema od različitih sigurnosnih rizika i prijetnji.

Zaštita podata predstavlja jedan od najvažnijih problema i procesa u računarskim sistema. Danas se većina informacija i podataka nalazi u digitalnom obliku. Tako da zaštita podataka i informacijskog sistema predstavlja bitan segment računarske nauke. Postoje više vrsta napada, ali generalno gledajući mogu se klasificirati u sljedeće četiri kategorije: presjecanje (napad na raspoloživost), presretanje (napad na povjerljivost), izmjena (napad na integritet) i fabrikacija (napad na autentičnost). Postoje različite metode zaštite računarskih sistema, računara, mreže, te podataka i dokumenata. Mogu se podjeliti na hardverske, softverske, organizacione i fizičke metode. Neke od znajačajnih softverskih metoda su kriptovanje, upotreba vodenih žigova, licenciran softver šifri, digitalnih potpisa, backup, antivirusna zaštita i sl. Hardverski načini zaštite su vatrozid (postoji i softverski), hardverski ključ, itd.

3.1. Hardversko – softverska zaštita

Kada je riječ o hardversko softverskoj zaštiti informacijskih sistema bitno je naglasiti kako je upravo ovaj aspekt jedan od najranjivijih. Ne postoji određena metoda kojom je moguće u potpunosti zaštiti softver te se iz tog razloga upravo i pojavljuju piratske verzije nakon nekog vremena što je program izbačen na tržište. Postoje razni načini kojima se zakonski softver može zaštititi. Upravo zbog toga softver se može štititi kroz autorsko pravo, patent, te licencu. Pored ovog imamo i zaštitu pomoću instalacijskog medija, registracijskoj šifri, i sl.

3.2. Programske mjere zaštite

Programske mjere zaštite informacijskog sistema su na razini operacijskog sistema i na razini korisničkih programa. U organizacijama se najčešće koriste višekorisnički operativni sistemi te je za svakog korisnika potrebno odrediti područje djelovanja i razinu pristupa informacijama što se čini zaštitom pomoću lozinki. Programske mjere zaštite grubo rečeno su sigurnosna pohrana podataka, zaštita od malicioznog softvera i sistemi kriptozaštite, kao što je prikazano na slici 3. [14]

***Slika 3**: Vrste programskih mjera zaštite [15]*

Zaštita na razini operativnog sistema uključuje višekorisnički rad na računaru. Kako bi se zaštitile informacije ovlaštenim informacijama potpuni pristup ima samo administrator, a korisnik ima pristup samo onim informacijama koje mu omogući administrator.

4. STANDARDI INFORMACIJSKE SIGURNOSTI I ZAKONSKI OKVIR

Informacijski sistemi, a posebno oni koji se temelje na digitalnim tehnologijama, su dinamični te stalno podložni promjenama. Zato danas postoje opće prihvaćeni standardi i norme na međunarodnoj razini koji pokrivaju različita područja primjene informatike u poslovnoj praksi te olakšavaju poduzećima rad nad svojim informacijskim sistemima. S obzirom da standard ISO 27001:2013 predstavlja preporuke i norme koje su najrelevantnije za kompanije, najčešće je korišten standard u svijetu iz ove oblasti.

Najčešće su korištena dva standarda ISO 27001 (ISO/IEC, HRN ISO/IEC 27001:2005, 2005) je osnovni standard a definiše zahtjeve, reviziju, održavanje i poboljšanje dokumentiranog sistema upravljanja informacijskim sistemom. Također imamo i jako važan standard ISO 27002 (2013) – Zbrika pravila, odnosno postupaka za upravljanje informacijskom sigurnošću.

Da bi se uspostavio kvalitetan sistem za upravljanje sigurnošću informacijama, potrebno je uvesti u upotrebu oba standarda. Oba ova standarda glavni su međunarodni standardi informacijske sigurnosti koje je objavila međunarodna Internacionalna organizacija za standardizaciju (ISO). [16]

4.1. Institucije koje djeluju na području informacijske sigurnosti u BiH

Bosna i Hercegovina je država u tranziciji-država, i zbog loše ekonomsko-socijalne situacije razvoj informacionih sistema u institucijama kao i njegova sigurnost je na dosta lošem nivou. Što se tiče zakonske regulative koja se tiče informacijske sigurnosti u BiH, donešeni su samo poneki okvirni zakoni koji pokrivaju ovu oblast, sam "Zakon o informacijskoj sigurnosti" kao okvirni zakon, ne postoji niti je kada bio u parlamentarnoj proceduri. [17]

Najznačajniji zakoni su svakako "Zakon o zaštiti tajnih podataka" (SG BiH 54/05), "Zakon o zaštiti ličnih podataka" (SG BiH 32/01, 49/06), "Zako o centralnoj evidenciji i razmjeni podataka" (SG BiH 32/01), "Zakon o komunikacijama" (SG BiH", 31/03 i 75/06)".

U parlamentarnoj procedure se nalazi i "Zakon o Agenciji za razvoj informacijskog društva" (novembar 2008), ali nije još uvijek usvojen. Formirana je i "Agencija za zaštitu ličnih podataka" prema preporukama Europske Unije.

U RS je formirana Agencija za informacijsko društvo Republike Srpske koja se djelomićno bavi i stanjem informacijske sigurnosti u institucijama ovoga dijela Bosne i Hercegovine, ali u manjem obimu. Na državnoj razini ne postoji nešto slično. Također, u Republici Srpskoj ima oformljeno „Odjeljenje za informacijsku bezbjednost" (OIB) koji vrši funkciju CERT-a Republike Srpske. OIB – CERT Republike Srpske je za sada jedini organ ove vrste u Entitetu Republike Srpske i Bosne i Hercegovine. (CERT RS, 2019)

5. ZAKLJUČAK

Svaki poslovni sistem se sastoji od niza informacija potrebnih za poslovanje kojima upravlja informacijski sistem. Prikupljanjem i obradom podataka postiže se kvalitetna osnova za donošenje odluka koji utječu na cjelokupno poslovanje. Ovim radom se željelo prikazati osnove za uspostavu i zaštitu informacijskog sistema i podataka. Činjenica je da postoji određen nivo opasnosti za sistem pogotovo u savremenom poslovanju pa kompanije moraju biti toga svjesne i biti spremne na reakciju protiv mogućih prijetnji. Istraživanja su pokazala da su u porastu sigurnosni incidenti.

Modernizacijom i informatizacijom poslovanja sigurnosni rizik se povećava, a kada informacije nisu adekvatno zaštićene postoji mogućnost da to ugrozi konkurentnost poslovne organizacije. Sigurnost sistema bi se trebala periodično kontolisati, tražiti načine kako sistem učiniti još sigurnijim, otpornijim te implementirati dodatne sigurnosne kontrole koje savjetuju stručnjaci za informacijsku sigurnost, kao i uvođenje ISO standarda iz ove oblasti koji mogu da budu model ili dobra praksa. Primjene novih tehnologija, organizacije sve teže mogu da prežive na tržištu koje se sve više globalizira. Svjedoci smo da su, informacije i informacioni resursi (hardverski i softverski) danas mnogo više izloženi brojnim prijetnjama po sigurnost, te se koncept zaštite, odnosno sigurnosti informacija nameće kao jedan od prioriteta poslovanja. Upravljanje informacijskom sigurnošću i kontinuitetom poslovanja, te upravljanje rizicima informacijske sigurnosti zakonska je, moralna i poslovna obaveza svake organizacije i društva. Informacijska sigurnost u Bosni i Hercegovini još uvijek na niskoj razini, a za to je najveći krivac nedostatak zakonskih regulativa koje država iz samo njoj poznatih razloga do sada nije usvojila, te zanemarivanje informacijske tehnologije (IT) od strane države, ali ulaskom u EU problem će se rješiti.

Literatura

[1.] Pejić Bach, M. i dr., (2016.), Informacijski sustavi u poslovanju, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb str. 245.
[2.] https://www.duplico.io/informacijska-sigurnost-i-cyber-sigurnost (pristupano, 28.8.2021.)
[3.] Mijić, B. (2019, 04 15). Informacijska sigurnost u Bosni i Hercegovini. (Z. Čekerevac, Ur.) FBIM Transactions, 7(1), 91-99. doi:10.12709/fbim.07.07.01.11
[4.] Cingula, M. (2016). KORPORATIVNA SIGURNOST - Pojam sigurnosti i temeljni srodni pojmovi. U B. Vukelić, Sigurnost informacijskih sistema (str. 6). Rijeka: Veleučilište u Rijeci.
[5.] https://www.bib.irb.hr/datoteka/278258.Uloga_akademskog_sektorauinformacijskojsigurnosti.pdf (pristupano, 31.8.2021.)
[6.] Pejić Bach, M. i dr., (2016.), Informacijski sustavi u poslovanju, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb str. 249.
[7.] http://panmore.com/the-cia-triad-confidentiality-integrity-availability (pristupano, 1.9.2021.)
[8.] http://www.cert.hr/sites/default/files/NCERT-PUBDOC-2010-06-304.pdf(pristupano, 31.8.2021.)
[9.] https://www.sigurnost.zemfris.fer.hr (pristupano, 1.9.2021.)
[10.] Mijić, B. (2019, 04 15). Informacijska sigurnost u Bosni i Hercegovini. (Z. Čekerevac, Ur.) FBIM Transactions, 7(1), 91-99. doi:10.12709/fbim.07.07.01.11
[11.] Spremić, M., (2017)., Sigurnost i revizija informacijskih sistema u okruženju digitalne ekonomije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 87.
[12.] Spremić, M., (2017)., Sigurnost i revizija informacijskih sistema u okruženju digitalne ekonomije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 89.
[13.] ISO. (2018). ISO 27005:2018 Information technology -- Security techniques -- Information security risk management. Preuzeto sa ISO: https://www.iso.org/standard/75281.html, *https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:581572 (pristupano, 12.2.2021.)*
[14.] Dragičević, D., Kompjutorski kriminalitet i informacijski sustavi. Zagreb : Informator, 1999. str. 109
[15.] ISO/IEC 27002. (2013, 10). Information technology -- Security techniques -- Code of practice for information security controls. Preuzeto sa ISO: https://www.iso.org/standard/54533.html?browse=tc *(pristupano, 21.2.2021).*
[16.] http://panitiaictsmktp.blogspot.hr/2012/04/computer-security-securitymeasure.html (pristupano, 3.9.2021).
[17.] www.msb.gov.ba/dokumenti/strateski/default.aspx?id=6248&langTag=bs-BA (pristupano, 2.9.2021.)

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET
APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

ФАКТОРИ ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА УПРАВЉАЊА БЕСПИЛОТНИМ ВАЗДУХОПЛОВИМА

RISK FACTOR ASSESSMENT MANAGEMENT FOR UNMANNED AIRCRAFT

Борис З. Рибарић
Докторанд Паневропског универзитета Апеирон, Бања Лука, БиХ, borisribaric87@hotmail.com

Драган Васиљевић
vasiljevicdj68@gmail.com

Јулијана Васиљевић
julija2921968@gmail.com

Зоран Рибарић
SMATSA, zoran.ribaric1958@gmail.com

***Резиме**: Само теоријска обука оператера беспилотних ваздухоплова није довољна за безбедну интеграцију и употребу беспилотних ваздухоплова како у контролисаном тако и неконтролисаном ваздушном простору. На основу истраживања и анализе инцидената проузрокованих употребом беспилотних ваздухоплова током 2018. године на глобалном нивоу може се закључити да је већи део инцидената наступио из разлога нестручног руковања беспилотним ваздухопловима иако су лица која су њима управљала била теоретски обучена и поседовала лиценце за управљање беспилотним ваздухопловима. У циљу умањења ризика од настанка нежељених последица по људске и материјалне ресурсе у раду је извршена анализа к*ључних фактора за процену ризика управљања беспилотним ваздухопловима.

***Кључне речи:** беспилотни ваздухоплов, контролисан ваздушни простор, неконтролисан ваздушни простор, оператор беспилотних ваздухоплова, фактори ризика*

***Abstract:** Theoretical training of unmanned aerial vehicle operators alone is not sufficient for the safe integration and use of unmanned aerial vehicles in both controlled and uncontrolled airspace. Based on research and analysis of incidents caused by the use of unmanned aerial vehicles during 2018 on a global level, it can be concluded that most of the incidents occurred due to unprofessional handling of unmanned aerial vehicles, although the persons who operated them were theoretically trained and licensed to operate unmanned aerial vehicles. In order to reduce the risk of adverse effects on human and material resources, an analysis of key factors for risk assessment of drone control was performed.*

***Key words:** unmanned aerial vehicle, controlled airspace, uncontrolled airspace, unmanned aerial vehicle operator, risk factors*

1. УВОД

Европска организација за безбедност ваздушне пловидбе (енгл. EUROCONTROL, European Organisation for the Safety of Air Navigation) је међународна организација, основана 1963. године, чији је примарни циљ развој непрекинутог, свеевропског система управљања ваздушним саобраћајем, да би се регион успешно суочио са предвиђеним растом саобраћаја, тако да се одржи висок ниво безбедности, смање трошкови и поштује животна средина.

Чланство у EUROCONTROL до 2019. године има 41 земаља[1]. Србија је чланица EUROCONTROL од 1. јула 2005. године. Од 41 земље чланице EUROCONTROL до 2019, године 26[2] земаља има регулисано летење беспилотних ваздухоплова (уредбе, закони, правилници, препоруке и сл.). Република Србија донела је правилник о беспилотним ваздухопловима 11. децембра 2015. године.

Од 26 земаља које имају законску регулативу у 12 земаља или 46,15% за летење беспилотним ваздухопловима потребано је теоријско знање и практичне вештине (у зависности од тежине беспилотног ваздухоплова), у 11 земаља или 42,30% потребно је само теоријско знање док у 3 земље или 11,53% није потребно ни теоријско ни практично знање за управљање беспилотним ваздухопловом.

Посебно се мањи беспилотни ваздухоплови све више користе у земљама европске уније (ЕУ), али под фрагментираним регулаторним оквиром. Иако се примењују национална правила о безбедности, правила се разликују у ЕУ и одређени број кључних мера заштите није адресиран на кохерентан начин.

Европска агенција за ваздухопловну сигурност (енг: European Aviation Safety Agency, EASA) јесте агенција Европске уније са седиштем у Kölnu. Агенција има посебне регулаторне и извршне задатке у области сигурности цивилног ваздухопловства.

Након четвромесечног консултативног периода о обавештењу о предложеном амандману, NPA 2017-05, EASA је објавила Мишљење 01/2018, укључујући и предлог за нову уредбу за операције беспилотних ваздухоплова у „отвореној“, „специфичној“ и „сертификованој“ категорији.

[1] Сајт EUROCONTROL https://www.eurocontrol.int/articles/who-we-are, чланице EUROCONTROL: Албанија (2002), Аустрија (1993), Белгија (1963), Бугарска (1997), Босна и Херцеговина (2004), Чешка Република (1996), Данска (1994), Финска (2001), Француска (1963), Грчка (1988), Грузија (2014), Холандија (1963), Хрватска (1997), Естонија (2015), Ирска (1965), Италија (1996), Јерменија (2006), Кипар (1991), Литванија (2006), Летонија (2011), Луксембург (1963), Мађарска (1992), Северна Македонија (1998), Малта (1989), Молдавија (2000), Монако (1997), Немачка (1963), Норвешка (1994), Пољска (2004), Португал (1986), Румунија (1996), Словачка (1997), Словенија (1995), Србија (2005), Шпанија (1997), Шведска (1995), Уједињено Краљевство (1963), Украјина (2004), Црна Гора (2007), Швајцарска (1992), Турска (1989).

[2] Сајт JARUS http://jarus-rpas.org/regulations је објавио државе у којима постоји законска регулатива у Европској унији, а то су следеће државе: Аустрија, Белгија, Хрватска, Кипар, Чешка Република, Данска, Финска, Француска, Немачка, Грчка, Ирска, Италија, Литванија, Малта, Норвешка, Пољска, Португал, Румунија, Србија, Словенија, Шпанија, Шведска, Швајцарска, Холандија, Турска и Уједињено Краљевство.

Отворена категорија јесте категорија операција беспилотних ваздухоплова која, узимајући у обзир укључене ризике, не захтева претходно одобрење надлежног органа нити изјаву оператора беспилотног ваздухоплова пре почетка операција.

Специфична категорија јесте категорија операција беспилотних ваздухоплова која, узимајући у обзир укључене ризике, захтева одобрење надлежног органа пре почетка операције, узимајући у обзир мере ублажавања утврђене у процени оперативног ризика, осим за одређене стандардне сценарије где је декларација од стране операtера довољна или када оператор беспилотног ваздухоплова поседује одобрења која су са привилегованим статусом.

Сертификована категорија јесте категорија операција беспилотних ваздухоплова која, узимајући у обзир укључене ризике, захтева сертификацију беспилотних ваздухоплова и лиценцирање опертаора беспилотног ваздухоплова издатог и одобреног од стране надлежног органа, како би се осигурао одговарајући ниво безбедности.[3]

У складу са мишљењем EASA само за сертификовану категорију беспилотних ваздухоплова је потребно да оператор беспилотног ваздухоплова буде лиценциран али без експлицитно наведеног услова да оператер беспилотног ваздухоплова мора имати и практичну обуку и проверу вештина управљања беспилотним ваздухопловом, посебно у ванредним ситуацијама.

С обзиром на то да је евидентан пораст употребе беспилотних ваздухоплова, а самим тим и број инцидената проузрокованих употребом беспилотних ваздухоплова, у раду је извршена анализа узрока настанка инцидената у циљу умањења ризика од настанка инцидената.

Способности оператора за безбедно управљање беспилотним ваздухопловима су у корелацији са ризиком који је последица употребе беспилотних ваздухоплова. Ризик јесте вероватноћа неког догађаја у конкретном случају инцидената изазваних употребом беспилотних ваздухоплова. У даљем раду анализирани су кључни фактори за процену ризика у управљању беспилотним ваздухопловима.

2. МЕТОД АНАЛИЗЕ ФАКТОРА ОД УТИЦАЈА НА БЕЗБЕДНОСТ ЛЕТЕЊА БЕСПИЛОТНИХ ВАЗДУХОПЛОВА

Узимајући у обзир документ European Aviation Safety Agency: „Упознавање са регулаторним оквиром за операције беспилотних ваздухоплова“ извршена је анализа узрока настанка инцидената проузрокованих употребом беспилотних ваздухоплова током 2018. године кроз кључне факторе за процену ризика у управљању беспилотним ваздухопловима.

[3] https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-rpas

Кључни фактори за процену ризика јесу:

- ✓ подручје деловања и радни простор (у даљем тексту: ПДРП):
  - густоћа насељености,
  - подручја са посебном заштитом,
  - конфигурација терена и време боравка.
  - утицај на пловидбеност и контролу општег и оперативног ваздушног саобраћаја,
  - утицај на дизајн ваздушног простора.
- ✓ поступци (у даљем тексту: ПО):
  - у случају ванредних ситуација изазваних другим ваздухопловом,
  - у случају ванредних ситуација изазваних кваром беспилотног ваздухоплова којим се управља.
- ✓ дизајн и тип беспилотног ваздухоплова (у даљем тексту: ДТВ):
  - функције које се пружају,
  - редундантност и сигурносне карактеристике.
- ✓ оперативне процедуре (у даљем тексту: ОП):
  - компетенција оператора беспилотног ваздухоплова,
  - организациони фактори.
- ✓ утицај на животну средину[4] (у даљем тексту: ЖС).

Доношење одлуке о томе који од наведених кључних фактора за процену ризика остварује највећи утицај на безбедно управљање беспилотним ваздухопловима извршено је применом методе аналитичких хијерархијских процеса односно „fuzzy“ проширене АХП методе која се заснива на „fuzzy“ троугаоним бројевима [1].

У овом раду узети су наведени кључни фактори за процену ризика као критеријуми за анализу.

Полазна основа за избор алтернатива била је анализа узрока настанка инцидената проузрокованих употребом беспилотних ваздухоплова током 2018. године, где је у 54,83% случајева као узрок настанка инцидената идентификован „губитак контроле“ односно способност управљања беспилотним ваздухопловом. Заједничка карактеристика настанка инцидената јесте лоше „ситуационо реаговање“ оператора беспилотних ваздухоплова који нису имали практично оспособљавање за управљање беспилотним ваздухопловима.

Као алтернативе за безбедно летење и управљање беспилотним ваздухопловима изабране су следеће тврдње: потребна је тероретска и практична обука (у даљем тексту: ПТО) за безбедно управљање беспилотним ваздухопловима, потребна су знања и вештине спортских пилота (у даљен тексту: ЗВПП), није потребна ни теоретска ни практична обука (у даљем тексту: БПТО), потребна је само теоретска обука (у даљем тексту: СТО) и потребна је само практична обука (у даљем тексту: СПО).

[4] https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Introduction of a regulatory framework for the operation of unmanned aircraft.pdf

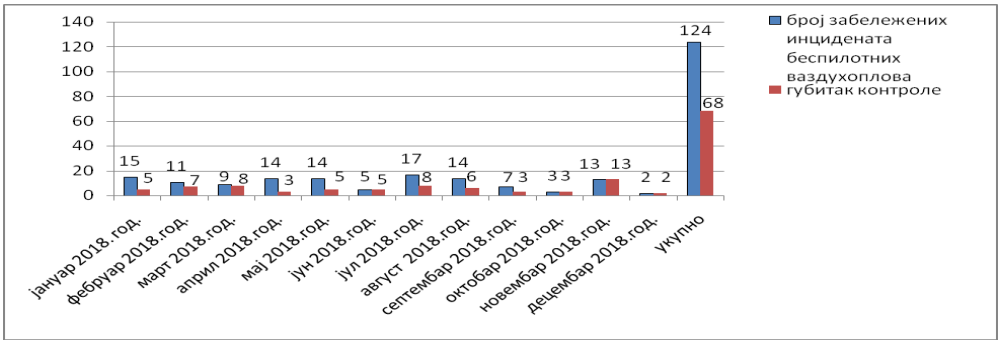
Фазе истраживања

Умањење ризика од настанка инцидената разматрана је у овом раду испитивањем наведених утицаја на безбедност летења беспилотних ваздухоплова кроз три различите фазе истраживања:

- **У првој фази** истраживања разматран је узрок настанка инцидената у управљању беспилотним ваздухопловима анализом инцидената у 2018. години.
- **У другој фази** истраживања извршено је „on–line" анкетирање, како би се утврдила алтернатива од највећег утицаја на безбедно летење беспилотних ваздухоплова.
- **У трећој фази**– експерименталној студији извршено је сумирање и обрада добијених података, ради упоређивања резултата „on–line" анкетирање и идентификованих инцидената беспилотних ваздухоплова.

2.1. Прва фаза истраживања

У првој фази извршено је истраживање свих инцидената беспилотних ваздухоплова у 2018. години који су јавно објављени путем средстава јавног информисања. Анализом је утврђено да је у 26 различитих земаља света забележено укупно 124 инцидента беспилотним ваздухопловима. На слици 1. дат је графички приказ упоредне анализе броја забележених инцидената у односу на број инцидената чији је узрок „губитак контроле".



Слика 2. Приказ упоредне анализе инцидената беспилотних ваздухоплова

2.2. Друга фаза истраживања - анкетирање

Истраживање „on–line" анкетирањем обухватило је 60 особа, у времену од јануара до априла 2019. године, с циљем сагледавања ставова према сличности разумевања кључних фактора за процену ризика и дефинисаних алтернатива. Упитник коришћен у анкети је израђен према Сатијевој лингвистичкој скали за поређење по паровима [2]. Испитаници су подељени у шест група, где је свака група одређена у односу на заједничке интересе: цивилне ваздухопловне организације (у даљем тексту: ЦВО), академски стручњаци из доменске области (у даљем тексту: АДО), корисници беспилотних ваздухоплова (у даљем тексту: КБВ), спортска ваздухопловна удружења (СВУ), пилоти авиона (ПА) и пилоти хеликоптера (ПХ).

2.3. Трећа фаза истраживања– експериментална студија

У трећој фази реализовано је сумирање и обрада добијених података, методама које су детаљније објашњене у поглављу 3 овог рада.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА СТУДИЈА

Користећи лингвистичку скалу приказану у табели број 1 извршено је фази поређење у паровима како је приказано у табели број 2.

Табела 1. Сатијева лингвистичка скала за поређење по паровима [2]

Crips вредности (x)	Значење	„fuzzy“ вредности
1	Једнака важност	(1, 1, 1+δ)
3	Слаба доминација	(3 - δ, 3, 3+δ)
5	Јака доминација	(5 - δ, 5, 5+δ)
7	Демонстративна доминација	(7- δ, 7, 7+δ)
9	Апсолутна доминација	(9 - δ, 9, 9)
2,4,6,8	Средње вредности	(x - 1, x, x+1)

Табела 2. Фузи поређење у паровима

	C1			C2			C3			C4			C5		
C1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	1	3	5	0.09	0.11	0.14
C2	0.2	0.33	1	1	1	1	0.2	0.33	1	0.2	0.33	1	0.14	0.2	0.33
C3	0.2	0.33	1	1	3	5	1	1	1	0.2	0.33	1	0.2	0.33	1
C4	0.2	0.33	1	1	3	5	1	3	5	1	1	1	0.2	0.33	1
C5	7	9	11	3	5	7	0.09	0.11	0.14	1	3	5	1	1	1

Тежине свих критеријума одређене су Chang-овом анализом [3]. Прво су израчунате синтетичке вредности, на основу једначине: (1)

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j, \sum_{j=1}^{m} m_j, \sum_{j=1}^{m} u_j \right) \quad (1)$$

Израчунате вредности јесу,

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = (23.92467532, 43.08888889, 66.61904762)$$

На основу једначине (2),

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right) \quad (2)$$

Израчунате вредности јесу,

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = (0.04179785, 0.023207839, 0.015010722)$$

После (1) и (2) може се израчунати да је синтетичка вредност сваке факторске једначине:

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} * \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$$

$$S_1 = (4.090, 10.111, 16.142) * (0.015, 0.023, 0.0417) = (0.061, 0.234, 0.674)$$

$$S_2 = (1.742, 2.2, 4.333) * (0.015, 0.023, 0.0417) = (0.026, 0.051, 0.181)$$

$$S_3 = (2.6, 5, 9) * (0.015, 0.023, 0.0417) = (0.039, 0.116, 0.376)$$

$$S_4 = (3.4, 7.66, 13) * (0.015, 0.023, 0.0417) = (0.051, 0.177, 0.543)$$

$$S_5 = (12.09, 18.11, 24.14) * (0.015, 0.023, 0.0417) = (0.181, 0.420, 1.009)$$

Овако добијене фузи вредности су упоређене једначином (3):

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2} = 1 \; if m_2 \geq m_1, 0 \; if \; l_1 \geq u_2, otherwise \; \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}$$

$$V(S_b \geq S_a) = 1 \; if m_b \geq m_a, 0 \; if \; l_a \geq u_b, otherwise \; \frac{l_a - u_b}{(m_b - u_b) - (m_a - l_a)} \quad (3)$$

Добијене су следеће вредности,

VSc1>=VSc2=1, VSc1>=VSc3=1 ,VSc1>=VSc4=1, VSc1>=VSc5=0.726, VSc2>=VSc4=1, VSc2>=VSc5=0, VSc2>=VSc3=0.686, VSc2>=VSc1=0.394, VSc3>=VSc1=0.895, VSc3>=VSc2=1, VSc3>=VSc4=0.840, VSc3>=VSc5=0.390, VSc4>=VSc1=1.10, VSc4>=VSc2=1, VSc4>=VSc3=1, VSc4>=VSc5=0.59, VSc5>=VSc1=1, VSc5>=VSc3=1, VSc5>=VSc2=1, VSc5>=VSc4=1.

Вектори тежине за приоритет дефинисани су према следећем,

$$d(A_i) = minV(S_i \geq S_k), \; for \; the \; k = 1, 2, \ldots, n: k \neq i,$$

Dobijene su sledeće vrednosti,

$$d(A_1) = minV\ (1{,}1{,}0.726526695) = 0.726526695$$

$$d(A_2) = minV\ (1{,}0{,}0.686195921{,}0.394691991) = 0$$

$$d(A_3) = minV\ (0.89518486{,}1{,}0.840096923{,}0.39018014) = 0.39018014$$

$$d(A_4) = minV\ (1.100058686{,}1{,}0.598867597) = 0.598867597$$

$$d(A_5) = minV\ (1{,}1{,}1{,}1) = 1$$

Faktori pondersanja izračunavaju se prema sledećem,

$$\dot{W} = \left(\dot{d}(A_1), \dot{d}(A_2), \ldots, \dot{d}(A_n)\right)^T$$

Dobijene su sledeće vrednosti,

$$\dot{W} = (0.726526695, 0, 0.39018014, 0.598867597, 1)^T$$

Normalizovani vektori težine jesu,

$$W_{\text{faktori}} = (0.267540704{,}0{,}0.143682359{,}0.220530724{,}0.368246213)^T$$

Posle upoređivanja parova kriterijuma izvršeno je upoređivanje alternativa sa pojedinačnim kriterijumima [4]. Težina alternativa se izračunava na sličan način kao i težine kriterijuma.

C1	A1			A2			A3			A4			A5		
A1	1	1	1	1	3	5	7	9	11	7	9	11	0.09	0.11	0.14
A2	0.2	0.33	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	0.14	0.2	0.33
A3	0.09	0.11	0.14	0.2	0.33	1	1	1	1	3	5	7	0.2	0.33	1
A4	0.09	0.11	0.14	0.2	0.33	1	0.14	0.2	0.33	1	1	1	1	3	5
A5	7	9	11	0.2	0.33	1	0.09	0.11	0.14	0.2	0.33	1	1	1	1

C2	A1			A2			A3			A4			A5		
A1	1	1	1	1	3	5	5	7	9	7	9	11	0.09	0.11	0.14
A2	0.2	0.33	1	1	1	1	3	5	7	1	3	5	0.14	0.2	0.33
A3	0.11	0.14	0.2	0.14	0.2	0.33	1	1	1	3	5	7	0.2	0.33	1
A4	0.09	0.11	0.14	0.2	0.33	1	0.14	0.2	0.33	1	1	1	3	5	7
A5	7	9	11	0.14	0.2	0.33	0.09	0.1	0.14	0.14	0.2	0.3	1	1	1

C3	A1			A2			A3			A4			A5		
A1	1	1	1	1	3	5	5	7	9	7	9	11	0.09	0.111	0.14
A2	0.2	0.33	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	0.14	0.2	0.33
A3	0.111	0.14	0.2	0.2	0.33	1	1	1	1	3	5	7	0.2	0.33	1
A4	0.09	0.11	0.14	0.2	0.33	1	0.14	0.2	0.33	1	1	1	1	3	5
A5	7	9	11	0.2	0.33	1	0.09	0.11	0.14	0.2	0.33	1	1	1	1

C4	A1			A2			A3			A4			A5		
A1	1	1	1	1	3	5	5	7	9	7	9	11	0.09	0.11	0.14
A2	0.20	0.33	1.00	1	1	1	1	3	5	0.14	0.20	0.33	0.14	0.20	0.33
A3	0.11	0.14	0.20	0.20	0.33	1	1	1	1	0.11	0.14	0.20	0.20	0.33	1.00
A4	0.09	0.11	0.14	3	5	7	5	7	9	1	1	1	1	3	5
A5	7	9	11	0.20	0.33	1	0.09	0.11	0.14	0.20	0.33	1	1	1	1

C5	C1			C2			C3			C4			C5		
C1	1	1	1	1	3	5	7	9	11	7	9	11	0.09	0.11	0.14
C2	0.20	0.33	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	0.14	0.20	0.33
C3	0.09	0.11	0.14	0.20	0.33	1	1	1	1	0.11	0.14	0.20	0.20	0.33	1
C4	0.09	0.11	0.14	0.20	0.33	1	5	7	9	1	1	1	1	3	5
C5	7	9	11	0.20	0.33	1	0.09	0.11	0.14	0.20	0.33	1	1	1	1

4. РЕЗУЛТАТИ

После имплементације фузи АХП методе, као аналитичке методе Chang-a, добијамо следеће резултате:

КРИТЕРИЈУМ	ПОНДЕРИСАНЕ ВРЕДНОСТИ	АЛТЕРНАТИВЕ				
		A1	A2	A3	A4	A5
C1	**0.26754**	0.34287	0.303967	0.319555	0.38745	0.364274
C2	**0**	0.109059	0.151158	0.130807	0.021366	0.110393
C3	**0.14368**	0.237334	0.202872	0.225072	0	0
C4	**0.22053**	0.154462	0.201578	0.148429	0.38745	0.364274
C5	**0.36825**	0.156274	0.140425	0.176136	0.203734	0.161059
ДОБИЈЕНЕ ТЕЖИНЕ		**0.217443**	**0.206638**	**0.215428**	**0.264128**	**0.237101**

Консензусни конвергентни модел (енгл. Consensus Convergence Model –CCM) [5] развијен је за потребе доношења одлуке која од дефинисаних алтернатива има највећи утицај на достизање дефинисаног циља. Настао је на основу модела који су предложили *Lehrer* и *Wagner (1981)*, а који се заснива на додељивању тежина доносиоцима одлука на бази међусобног уважавања, односно респекта компетентности осталих учесника у процесу доношења одлука. Нови модел се заснива на одређивању разлика у „тежинама" доносилаца одлука на основу вредности који је сваки доносилац одлука доделио одговарајућим елементима (критеријумима, подкритеријумима и/или алтернативама) [6].

Уколико су почетне тежине елемената у хијерархији који вреднује n доносиоца одлука $p_1^0, p_2^0, \dots, p_n^0$ одређење тежина се врши помоћу формуле,

$$W_{ij} = \frac{1-\left|p_i^0-p_j^0\right|}{\sum_{j=1}^{n} 1-\left|p_i^0-p_j^0\right|} \qquad (4)$$

Тежине добијене у претходном кораку се користе за формирање матрице W димензија

n x n

$$W=\begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} \dots W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} \dots W_{2n} \\ \dots & \dots \dots \dots \\ W_{n1} & W_{n2} \dots W_{nn} \end{bmatrix} \qquad (5)$$

Уколико је P вектор почетних тежина датих елемената хијерархије, консезусни вектор се добија помоћу једначине,

$$P_c = WP_{c-1} \qquad (6)$$

Процедуре се понављају док вредности вектора P_c и P_{c-1} не буду једнаке. Када два узастопно израчуната вектора имају исту вредност, поступак се прекида и резултат се усваја као коначан.

На основу резултата вредновања за свих шест интересних група, које субиле укључене у истраживање, изведена је заједничка – коначна одлука о алтернативи која има највећу вредност за безбедно управљање беспилотним ваздухопловима. Утабели број 3 приказани су коначни тежински вектори за укључене интересне групе ЦВО, АДО, КБВ, СВУ, ПА и ПХ. Ове вредности престављају улазне податке за примену консензусног конвергентног модела.

Табела број 3

	ТЕЖИНСКИ ВЕКТОРИ					
	ЦВО	**АДО**	**КБВ**	**СВУ**	**ПА**	**ПХ**
A1	0,217443	0,256449	0,291121	0,276306	0,322671	0,27165
A2	0,206638	0,247448	0,278575	0,259572	0,270139	0,257494
A3	0,215428	0,239744	0,264759	0,243652	0,216346	0,249921

A4	0,264128	0,237792	0,267448	0,24323	0,226449	0,234603
A5	0,237101	0,21749	0,282413	0,238011	0,310816	0,234982

За добијање консезусних тежина вектора за алтернативе, извршени су прорачуни у више интерација.[7] Консезусна тежина за алтернативу А1 добијена је у шестој интерацији, за А2 у петој, за А3 у четвртој, за А4 и А5 седмој интерацији. Поступак прорачуна помоћу консезусног конвергентног модела биће објашњен за алтернативу А1. За прорачуне су као улазни подаци потребне иницијалне тежине за алтернатнативу А1 и тзв. матрице поштовања за дату алтернативу. Иницијалне тежине за алтернативу А1 су тежине које су овој алтернативи доделиле све интересна групе.

$$P_0^{A_1} = \begin{bmatrix} 0{,}250 \\ 0{,}216 \\ 0{,}244 \\ 0{,}259 \\ 0{,}265 \\ 0{,}244 \end{bmatrix}$$

На основу формула (4) и (5) израчуната је матрица поштовања за алтернативу А1, у шестој инерацији $P_6^{A_1}$ и $P_5^{A_1}$ су једнаки што значи да је добијена консезусна тежина за А1 и да износи 0,077.

Исти поступак је примењен за израчунавање консезусних тежинских вектора и за остале алтернативе и као резултат добијене су вредности приказане у табели број 4,

Табела број 4

АЛТЕРНАТИВЕ	КОНСЕЗУСНИ ТЕЖИНСКИ ВЕКТОРИ	РАНГ
A1	0,077	1
A2	0,069	2
A3	0,060	5
A4	0,061	4
A5	0,062	3

На основу резултата приказаних у табели број 4 закључује се да је алтернатива А1 – „потребна је тероретска и практична обука за безбедно управљање беспилотним ваздухопловима“ од највећег значаја за безбедно управљање беспилотним ваздухопловима, на другом месту је рангирана алтернатива „потребна су знања и вештине спортских пилота“ на трећем месту је рангирана алтернатива „потребна је само практична обука“, на четвртом месту је алтернатива „потребна је само теоретска обука“ и на петом месу је рангирана алтернатива „није потребна ни теоретска ни практична обука“.

5. ЗАКЉУЧАК

Извршена анализа узрока настанка инцидената управљањем беспилоним ваздухопловима и извршена вишекритеријумска анализа методом „fuzzy“ проширене АХП методе троугаоних бројева указује на то да је за безбедно управљање беспилотним ваздухопловима неопходна теоретска и практична обука оператера беспилотних ваздухоплова без обзира на категорију беспилотног ваздухоплова.

Уважавајући опште законе физике и узимајући у обзир масу беспилотног ваздухоплова, брзину и висину на којој лети, у случају губитка контроле могу настати озбиљне повреде људи и животиња као и оштећње или уништење природних ресурса и материјалних добара.

Овај рад би требао да пружи основе за развој регулативе у области управљања летењем беспилотних ваздухоплова, с једне стране и са друге стране да да основе за израду плана и програма за обуку корисника беспилотних ваздухоплова.

Литература

[1.] Chang, D.Y. 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European Journal of Operational Research, 95, pp 649–655.
[2.] Saaty, T. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Science, 1, 83–98.
[3.] Triantaphyllou, E. (2000). Multi-criteria decision making methods. In Multi-criteria decision making methods: A comparative study (pp. 5-21). Springer, Boston, MA.
[4.] Bimal Nepal, P.Yadav, Alper Murat, A fuzzy-AHP approach to prioritization of CS.
[5.] Özgür Kabak and Bilal Ervural, Multiple attribute group decision making: A generic conceptual framework and a classification scheme, Knowledge-Based Systems, 2017, Volume 123, Page 13.
[6.] Cheryl A.LohrLinda J.CoxChristopher A.Lepczyk, Patterns of hypothetical wildlife management priorities as generated by consensus convergence models with ordinal ranked data, Journal of Environmental Management, Volume 113, 30 December 2012, Pages 237-243.
[7.] Bosko Blagojevic, Bojan Srdjevic, Zorica Srdjevic Tihomir Zoranovic, Heuristic aggregation of individual judgments in AHP group decision making using simulated annealing algorithm, Information Sciences, Volume 330, 10 February 2016, Pages 260-273.

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

OSNOVNE GREŠKE PRI IZRADI APLIKACIJE ZA PRAĆENJE GODIŠNJEG PROMETA LIJEKOVA

BASIC MISTAKES WHEN MAKING AN APPLICATION FOR MONITORING THE ANNUAL MEDICINE TRAFFIC

Boris Kovačić
Agencija za lijekove i medicinska sredstva BiH, b.kovacic@almbih.gov.ba

Apstrakt: *Cilj istraživanja je ukazati na greške prilikom razvoja aplikacije za praćenje godišnjeg prometa lijekova koji imaju dozvolu za promet na teritoriju Bosne i Hercegovine, te ukazati na rješenje kako ih prevazići..*

Ključne riječi: *aplikacija, promet lijekova, obrada podataka, baza podataka, greške pri razvoju aplikacija*

Abstract: *The aim of the research is to point out the mistakes during the development of the application for monitoring the annual turnover of drugs that have a marketing authorization on the territory of Bosnia and Herzegovina, and to point out the solution how to overcome them.*

Key Words: *applications, drug trafficking, data processing, databases, application development errors*

1. UVOD

Izgradnja aplikacija i pratećih baza je u današnje vrijeme dosta olakšana uz pomoć savremenih alata. Međutim bez obzira na alate potrebno je razviti adekvatnu logiku prilikom razvoja aplikacija. Ukoliko razvoj nije adekvatan javljaju se greške. Greške mogu biti lakše, odnosno „početničke“ i teže, za koje je potrebno kompleksnije rješenje.

U ovom radu ću ukazati na greške koje se mogu javiti pri izradi i korištenju aplikacije za praćenje godišnjeg prometa lijekova koji imaju dozvolu za promet na teritoriju Bosne i Hercegovine, te rješenja koja se mogu implementirati.

2. REGULATIVA

U skladu sa članom 7. tačka m. Zakona o lijekovima i medicinskim sredstvima (“Službeni glasnik Bosne i Hercegovine”, broj 58/08)[1] Agencija za lijekove i medicinska sredstva Bosne i Hercegovine objavljuje godišnji izvještaj o prometu lijekova u Bosni i Hercegovini, koji se zasniva na podacima o realizovanom uvozu lijekova inostranih proizvođača u Bosni i Hercegovini i na podacima o prometu lijekova domaćih proizvođača. Izvještaj se nakon obrade podataka objavljuje na zvaničnoj internet stranici Agencije za lijekove i medicinska sredstva Bosne i Hercegovine.

Veleprometnici su bili dužni da daju podatke o broju pakovanja lijekova koje su uvezli i veleprodajnu cijenu (proizvođačku cijenu uvećanu za carinu, zavisne troškove i veleprodajnu maržu), a domaći proizvođači su bili dužni da daju podatke o broju pakovanja lijekova koje su proizveli i pustili u promet u BiH i veleprodajnu cijenu (proizvođačku cijenu uvećanu za veleprodajnu maržu).[2]

Nakon prikupljenih podataka u Agenciji za lijekove i medicinska sredstva Bosne i Hercegovine se vrši obrada podatkaa i sačinjavanje izvještaja i publikovanje u elektronskom formatu sa internet stranici.

3. KLASIFIKACIJA PODATAKA

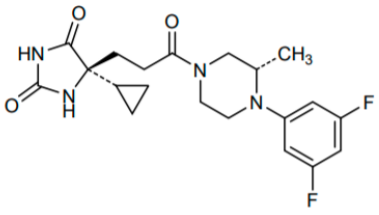
Kod klasifikacije podataka imamo stamdardizovane podatke o lijeku, te lokalne podatke koji su na lokalnom nivou definisane. Standardizovni podaci o lijeku su standardizovani na nivou Evropske unije putem IDPM standarda, a koji je poslije prerastao u više ISO standarda.

Osim toga važno je razumijeti skraćenice ATC koja označava anatomsko-terapijsko-hemijsku klasifikaciju koja je međunarodno prihvaćeni klasifikacioni sistem za medicinske proizvode koji propisuje Svetska zdravstvena organizacija. Svakom nezaštićenom imenu lijeka (INN), ili kombinaciji ljekovitih supstanci odgovara šifra od sedam alfanumeričkih karaktera razvrstanih u 5 nivoa klasifikacije. INN je skraćenica za međunarodni nezaštićeni naziv lijeka, odnosno izvorno na engleskom jeziku glasi „*International Nonproprietary Name*“.

Primjer INN-a je recimo aldumastatum

aldumastatum	
aldumastat	(5*S*)-5-cyclopropyl-5-{3-[(3*S*)-4-(3,5-difluorophenyl)-3-methylpiperazin-1-yl]-3-oxopropyl}imidazolidine-2,4-dione
aldumastat	(5*S*)-5-cyclopropyl-5-{3-[(3*S*)-4-(3,5-difluorophényl)-3-méthylpipérazin-1-yl]-3-oxopropyl}imidazolidine-2,4-dione
aldumastat	(5*S*)-5-ciclopropil-5-{3-[(3*S*)-4-(3,5-difluorofenil)-3-metilpiperazin-1-il]-3-oxopropil}imidazolidina-2,4-diona

$C_{20}H_{24}F_2N_4O_3$



Slika 15. Primjer INN-a [4]

Nadalje da bi razumijeli ATC klasifikaciju, prikazati ću jednu ATC grupu sa podgrupama do petog nivoa.

ATC klasifikacija [5]

A Alimentarni trakt i metabolizam

A01 Stomatološki preparati

A01A Stomatološki preparati

A01AA Sredstva za profilaksu karijesa

A01AA01 Na-fluorid

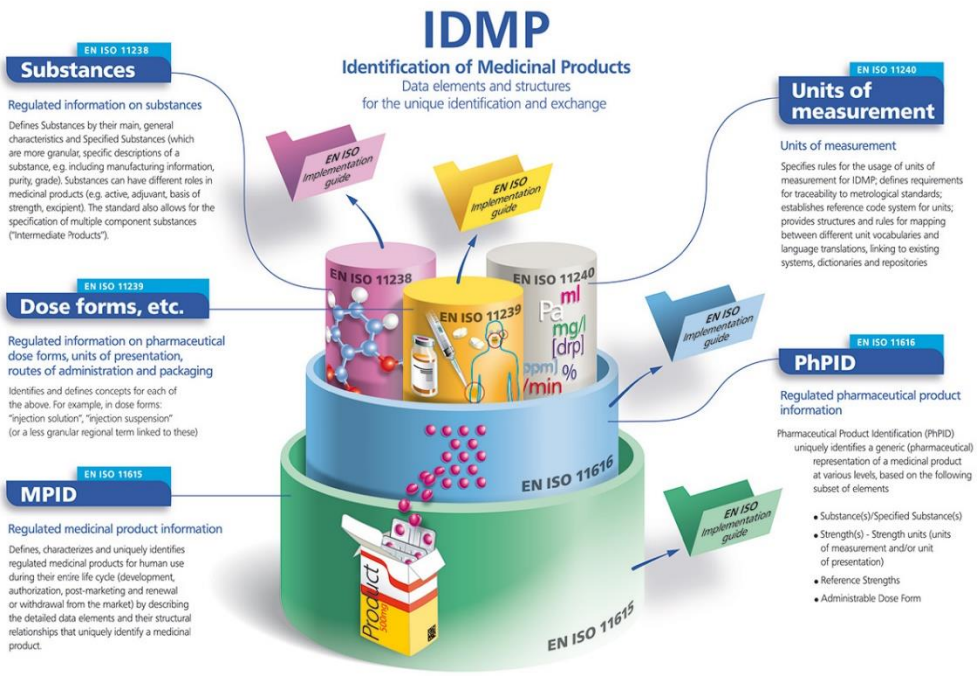
3.1.1. Obim ISO IDMP standarda [6]

Pet standarda pružaju elementi podataka i strukture za jedinstvenu identifikaciju i razmjenu informacija o:

- supstancama (ISO 11238);
- farmaceutskim oblicima doze, jedinice prezentacije, načini primjene i pakovanja (ISO 11239):
- mjerne jedinice (ISO 11240);
- regulisane informacije o farmaceutskim proizvodima (ISO 11616);
- regulisani podaci o lijekovima (ISO 11615).

Ovi standardi pokrivaju sljedeće aspekte za opisivanje lijeka za ljudsku upotrebu:

- naziv lijeka;
- aktivne supstance;
- farmaceutski proizvod (put primjene, jačina);
- odobrenje za stavljanje u promet;
- kliničke podatke / podaci;
- pakovanje;
- proizvodnja.



Slika 16. IDMP standardi identifikacije lijekova [3]

Legenda:	IDMP standard
	Identifikacija lijekova
	Elementi podataka i strukture za jedinstvenu identifikaciju i razmjenu

EN ISO 11238

Supstanca

Regulisane informacije o supstancama

Definiše Supstance po njihovom glavnom, opštom karakteristikom i specificirane supstance (koje su detaljniji, specifični opisi a

EN ISO 11240

Jedinice merenja

Jedinice merenja

Određuje pravila za upotrebu jedinica na merenje za IDMP; definiše zahteve za sljedivost do metroloških standarda; uspostavlja sistem referentnih kodova za jedinice; pruža strukture i pravila za mapiranje između

supstanca, npr. uključujući informacije o proizvodnji, čistoća, ocjena). Supstance mogu imati različite uloge u lijekovima (npr. aktivni, pomoćni, na bazi jačine, pomoćna supstanca). Standard takođe dozvoljava specifikacija višekomponentnih supstanci („Intermedijarni proizvodi“).

EN ISO 11239

Oblici doze, itd.

Regulisane informacije o farmaceutskim proizvodima dozni oblici, jedinice prezentacije, putevi primjene i pakovanja

Identifikuje i definiše pojmove za svakog od njih iznad. Na primer, u doznim oblicima:

„Rastvor za ubrizgavanje“, „suspenzija za ubrizgavanje“

(ili manje precizan regionalni izraz povezan sa ovim)

EN ISO 11615

MPID

Informacije o regulisanim lijekovima

različitih rečnika jedinica i jezični prevodi, povezujući se sa postojećim sistema, rečnika i spremišta

EN ISO 11616

PhPID

Regulisani farmaceutski proizvod informacije

Identifikacija farmaceutskih proizvoda (PhPID) jedinstveno identifikuje generički (farmaceutski) reprezentacija lijeka na raznim nivoima na osnovu sledećeg podskupa elemenata:

● Supstanca (e) / Navedene supstance (i)

● Jačina (i) - Jedinice jačine (jedinice)

za merenje i / ili jedinicu prezentacije)

● Referentne snage

● Obrazac administrativnog doziranja

Definiše, karakteriše i
jedinstveno identifikuje

regulisani lekovi za ljudsku
upotrebu

tokom celog životnog ciklusa
(razvoj,

autorizacija, stavljanje u promet
i obnavljanje

ili povlačenje sa tržišta)
opisujući detaljne elemente
podataka i njihovu strukturu
veze koje jedinstveno
identifikuju lijek proizvod.

3.1.2. Lokalni podaci

Od lokalnih podataka koji se koriste su JMB pravnog lica, kontakt podaci i JIDL.

JIDL je jedinstveni identifikator lijeka za teritoriju Bosne i Hercegovine i definište se određenim algoritmom u Agenciji za lijekove i medicinska sredstva Bosne i Hercegovine.

JIDL je jedinstven za svaki lijek i ne može se ponoviti.

Jedinstveni matični broj pravnog lica (JMB) se sastoji od 13 cifara i jedinstven je za svako pravno lice.

Od kontakt podataka pravnog lica koji se koriste su:

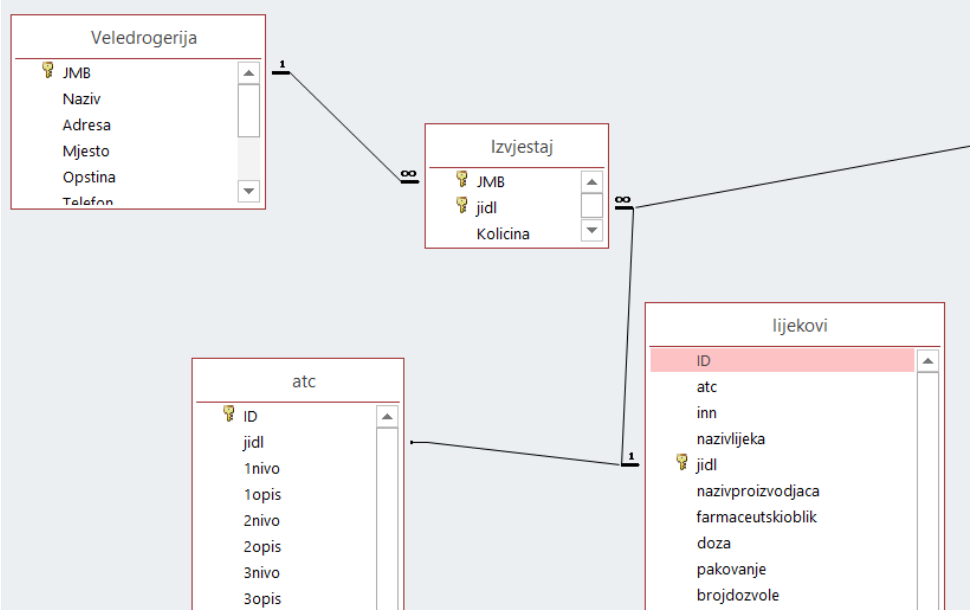
- naziv pravnog lica,
- adresa,
- grad,
- entitet,
- telefon
- faks,
- e-pošta,
- internet adresa,
- naziv odgovornog lica za promet, odnosno ime i prezime,
- naziv odgovornog lica, direktora pravnog lica, odnosno ime i prezime.

Naziv pravnog lica je tekstualno polje, kao i adresa. Grad i entitet su takođe tekstualna polja, ali u pozadini vuku šifanik entiteta i gradova. Telefon i faks su prilagođeni izgledu broja telefona i faksova i numeričkog su oblika. E-pošta je prilagođenog oblika sa validacijom za e-poštu, kao i polje za internet adresu. Nazivi odgovornih lica, odnosno oba polja su tekstualnog tipa po jedno polje, odnosno nije razdvojeno ime i prezime, kao ni titula ukoliko se piše, već je sve u jednom

polju. Ovo je iz prostog razloga što za izvještaj je potrebno za štampu izvještaja podnosiocu prikaz ovih polja. U daljnjoj obradi u lokalnoj bazi imaju svi ostali podaci, tako da se uzimaju samo radi kontrole.

4. BAZA PODATAKA

Za bazu podataka se koristi Access i MSSQL. Access baza je za prikupljanje podataka i pročišćavanje podataka. MSSQL baza se koristi kod složenijih upita i za daljnju obradu podataka.



Slika 17. Dijagram baze u Aksesu

ATC je anatomsko hemijska klasifikacija lijekova. Ona je podjeljena na više nivoa sa kojima definiše grupe i podgrupe lijekova. JIDL je primarni ključ koji nije ponovljiv, tako da uz pomoć njega kao primarnog ključa postiženmo relacije između tabela.

Nadalje ću prikazati 2 osnovna pregleda (engl. „View“) u SQL-u koji se koriste za daljnju obradu podataka, kao i složenije upite.

Report pregled (*View*)

Report pregled je osnovni upit radi pregleda ukupnog prometa. Iz ovog upita daljnjom obradom podataka se dalje granaju mnogi drugi, kao što su promet antibiotika ili broj pakovanja i iznosi po određenim grupama ATC-a i mnogi drugi izvještaji.

```
SELECT dbo.Izvjestaj.JMB AS Izvjestaj_JMB, dbo.Izvjestaj.jidl AS
Izvjestaj_jidl, dbo.Izvjestaj.Kolicina, dbo.Izvjestaj.VeleprodajnaCijena,
dbo.lijekovi.ID, dbo.lijekovi.atc, dbo.lijekovi.inn,
dbo.lijekovi.nazivlijeka, dbo.lijekovi.jidl AS lijekovi_jidl,

                dbo.lijekovi.nazivproizvodjaca,
dbo.lijekovi.farmaceutskioblik, dbo.lijekovi.doza,
dbo.lijekovi.pakovanje, dbo.Veledrogerija.JMB AS Veledrogerija_JMB,
dbo.Veledrogerija.Naziv, dbo.Veledrogerija.Adresa,
dbo.Veledrogerija.Mjesto,

                dbo.Veledrogerija.Opstina, dbo.Veledrogerija.Telefon,
dbo.Veledrogerija.OdgovornoLiceZaIzraduIzvjestaja,
dbo.Veledrogerija.OdgovornoLiceZaPromet, dbo.atc.[1nivo],
dbo.atc.[1opis], dbo.atc.[2nivo], dbo.atc.[2opis], dbo.atc.[3nivo],

                dbo.atc.[3opis], dbo.atc.[4nivo], dbo.atc.[4opis],
dbo.atc.[5nivo], dbo.atc.[5opis], dbo.Izvjestaj.ukupno

FROM    dbo.Veledrogerija INNER JOIN

                dbo.lijekovi INNER JOIN

                dbo.Izvjestaj ON dbo.lijekovi.jidl = dbo.Izvjestaj.jidl
ON dbo.Veledrogerija.JMB = dbo.Izvjestaj.JMB INNER JOIN

                dbo.atc ON dbo.lijekovi.jidl = dbo.atc.jidl
```

Report-PR pregled (*View*)

Report-PR pregled predstavlja promet domaćih proizvođača. Naime trenutno u Bosni i Hercegovini imamo 7 domaćih proizvođača lijekova. Njihov promet u određenim izvještajima posmatramo posebno, te je neophodno kreirati upit koji razdvaja domaću proizvodnju lijekova od ostatka promet lijekova na teritoriji Bosne i Hercegovine.

```
SELECT dbo.Izvjestaj.JMB AS Izvjestaj_JMB, dbo.Izvjestaj.jidl AS
Izvjestaj_jidl, dbo.Izvjestaj.Kolicina, dbo.Izvjestaj.VeleprodajnaCijena,
dbo.lijekovi.ID, dbo.lijekovi.atc, dbo.lijekovi.inn,
dbo.lijekovi.nazivlijeka, dbo.lijekovi.jidl AS lijekovi_jidl,

                dbo.lijekovi.nazivproizvodjaca,
dbo.lijekovi.farmaceutskioblik, dbo.lijekovi.doza,
dbo.lijekovi.pakovanje, dbo.Veledrogerija.JMB AS Veledrogerija_JMB,
dbo.Veledrogerija.Naziv, dbo.Veledrogerija.Adresa,
dbo.Veledrogerija.Mjesto,

                dbo.Veledrogerija.Opstina, dbo.Veledrogerija.Telefon,
dbo.Veledrogerija.OdgovornoLiceZaIzraduIzvjestaja,
```

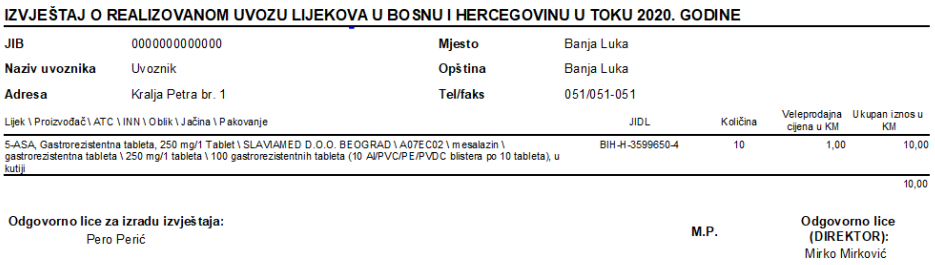
```
dbo.Veledrogerija.OdgovornoLiceZaPromet,                dbo.atc.[1nivo],
dbo.atc.[1opis], dbo.atc.[2nivo], dbo.atc.[2opis], dbo.atc.[3nivo],

                  dbo.atc.[3opis],    dbo.atc.[4nivo],    dbo.atc.[4opis],
dbo.atc.[5nivo], dbo.atc.[5opis], dbo.Izvjestaj.ukupno

FROM     dbo.Veledrogerija INNER JOIN

                  dbo.lijekovi INNER JOIN

                  dbo.Izvjestaj ON dbo.lijekovi.jidl = dbo.Izvjestaj.jidl
ON dbo.Veledrogerija.JMB = dbo.Izvjestaj.JMB INNER JOIN

                  dbo.atc ON dbo.lijekovi.jidl = dbo.atc.jidl

WHERE  (dbo.Veledrogerija.JMB = N'0000000000001') OR

                  (dbo.Veledrogerija.JMB = N'0000000000002') OR

                  (dbo.Veledrogerija.JMB = N'0000000000003') OR

                  (dbo.Veledrogerija.JMB = N'0000000000004') OR

                  (dbo.Veledrogerija.JMB = N'0000000000005') OR

                  (dbo.Veledrogerija.JMB = N'0000000000006') OR

                  (dbo.Veledrogerija.JMB = N'0000000000007')
```

5. APLIKACIJA

Za potrebe izvještaja postoje 3 verzije aplikacije i to: dvije za prikupljanje podataka i jedna za obradu podataka.

Prva verzija aplikacije je aplikacija za veleprometnike. Veleprometnici nakon završetka popune izvještaja popunjavanjem osnovnih podataka, te podataka o prometu lijekovima. Podatke o prometu lijekova popunjavaju izabirom iz padajućeg menija, ta za izabrani lijek unose cijenu i prometovanu količinu.

Nakon završetka popunjavanja aplikacije veleprometnik kreira izvještaj klikom na dugme izvještaj, te uz papirnu ovjerenu verziju dostavlja i elektronsku popunjenu na CD, DVD medijumu ili putem elektronske pošte.



IZVJEŠTAJ O REALIZOVANOM UVOZU LIJEKOVA U BOSNU I HERCEGOVINU U TOKU 2020. GODINE

JIB	0000000000000	**Mjesto**	Banja Luka
Naziv uvoznika	Uvoznik	**Opština**	Banja Luka
Adresa	Kralja Petra br. 1	**Tel/faks**	051/051-051

Lijek \ Proizvođač \ ATC \ INN \ Oblik \ Jačina \ Pakovanje	JIDL	Količina	Veleprodajna cijena u KM	Ukupan iznos u KM
5-ASA, Gastrorezistentna tableta, 250 mg/1 Tablet \ SLAVIAMED D.O.O. BEOGRAD \ A07EC02 \ mesalazin \ gastrorezistentna tableta \ 250 mg/1 tableta \ 100 gastrorezistentnih tableta (10 Al/PVC/PE/PVDC blistera po 10 tableta), u kutiji	BIH-H-3599650-4	10	1,00	10,00
				10,00

Odgovorno lice za izradu izvještaja: Pero Perić

M.P.

Odgovorno lice (DIREKTOR): Mirko Mirković

Slika 4. Izvještaj o prometu veleprometnika lijekovima

Druga verzija aplikacije je aplikacija za proizvođače. Proizvođač ima u aplikaiji samo lijekove koje on proizvodi. Nakon završetka popune izvještaja popunjavanjem osnovnih podataka, te podataka o proizvedenim lijekovima. Podatke o proizvedenim lijekovima popunjavaju izabirom iz padajućeg menija, ta za izabrani lijek unose cijenu i količinu.

Nakon završetka popunjavanja aplikacije proizvođač kreira izvještaj klikom na dugme izvještaj, te uz papirnu ovjerenu verziju dostavlja i elektronsku popunjenu na CD, DVD medijumu ili putem elektronske pošte.

IZVJEŠTAJ O LIJEKOVIMA KOJI SU PROIZVEDENI I PUŠTENI U PROMET U BOSNI I HERCEGOVINI U TOKU 2020. GODINE

JIB		**Mjesto**	
Naziv proizvođača		**Opština**	
Adresa		**Tel/faks**	

Lijek \ Proizvođač \ ATC \ INN \ Oblik \ Jačina \ Pakovanje	JIDL	Količina	Veleprodajna cijena u KM	Ukupan iznos u KM
				0,00

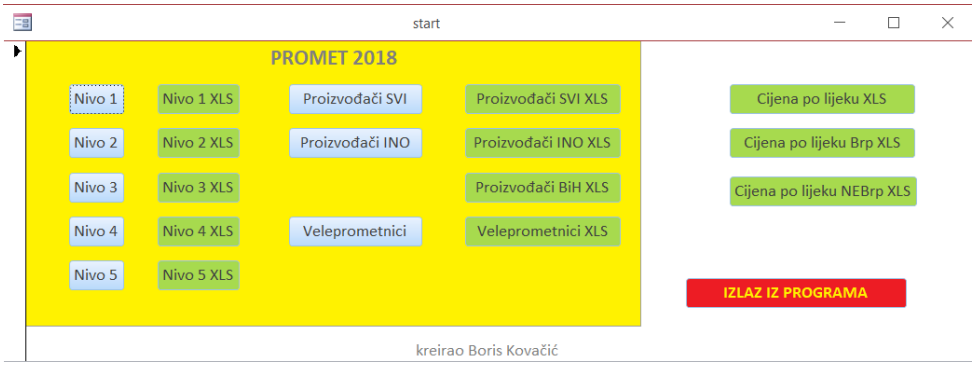
Odgovorno lice za izradu izvještaja:

M.P.

Odgovorno lice (DIREKTOR):

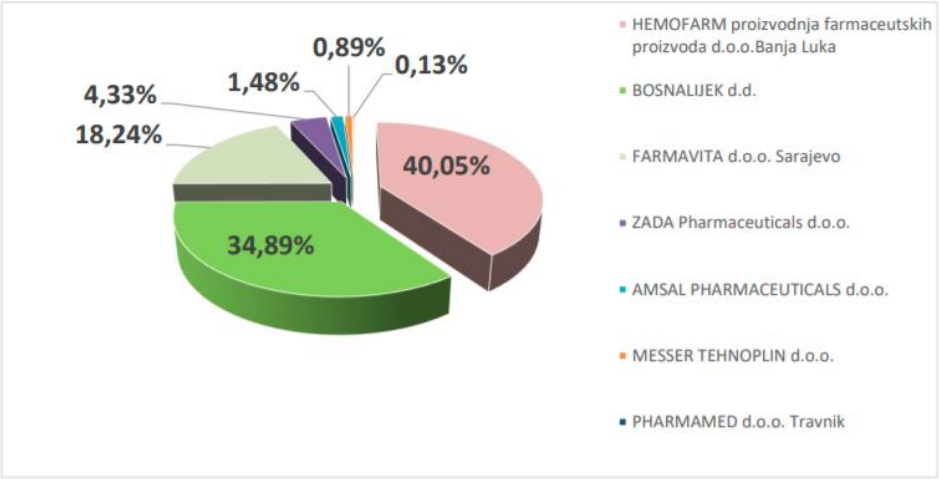
Slika 5. Izvještaj o proizvodnji lijekova proizvođača lijekova

Treća i najkompleksnija aplikacija je aplikacija za obradu podataka i sačinjavanje izvještaja.



Slika 6. Primjer aplikacije za izračun prometa lijekovima

Klikom na plavu dugmad generišu se izvještaji, dok na zelenim dugmadima se izvještaji eksportuju u eksel tabele. Eksportovani izvještaji služe za izradu dijagrama i pita u konačnom izvještaju.



Slika 7. Finansijski udio domaćih proizvođača izražen u procentima za 2019-tu godinu [7]

5.1. Greška 1

Kod prikupljanja podataka dešava se da korisnici aplikaciju unesu 0 u količinu ili cijenu ili ponekad u oba polja. Rješenje ovog problema je kreiranje validacije unosa u polje, uz uslov da iznos mora biti veći od 0.

5.2. Greška 2

Kod prikupljanja podataka dešava se da prilikom popunjavanja unesu tačku umjesto zareza, te softver automatski doda hiljade i na taj način napravi grešku.

Ovaj vid greške je dosta teže otkloniti. Naime može se uvezati druga aplikacija za kontrolu cijena lijekova, gdje je navedena maksimanlna cijena lijeka. Na osnovu toga aplikacija može validirati da li uneseno polje cijene prelazi malsimalnu dozvoljenu cijenu.

Osim toga često prilikom unosa greškom unesu manju ili veću cijenu za određeni lijek.

Poređenjem sa aplikacijom maksimalne cijene korisnik bi se upozorio i na taj način obratio pažnju prilikom unosa na moguću grešku.

5.3. Greška 3

Kod aplikacije za obradu podataka greška koja se može javiti je nepostojanje ATC ili inn-a u tabeli, tako da kod sumarnog izvještavanja nepoklapaju se finansijski iznosi i iznosi broja pakovanja. Prilikom validacije podataka potrebno je uključiti filtriranje podataka sa NULL podatkom u polju, te popuniti neophodnim podatkom.

Tabela 1. Primjer popune nedostajućeg ATC-a gdje nije dodijeljen ATC

atc	inn	nazivlijeka	jidl
Nije dodijeljen	atropin sulfuricum	XXX, Tableta, 12.5 mg/1 Tableta	BIH-H-0000000-0

5.4. Greška 4

Kod aplikacije za obradu podataka imamo još jednu moguću grešku. Greška koja se može javiti je postojanje duplog ATC-a. Naime određeni lijekovi imaju 2 ATC-a. Kod obrade podataka ovakvo dupliciranje znači dupli izračun finansijski podataka za lijekove sa 2 ATC-a, kao i dupli broj pakovanja.

S obzirom na relacije između tabela kao rješenje iznalazimo da je potrebno uvesti dodatno polje atc2. Na ovaj način u polju atc ostaje primarni atc sa kojim se računar izračun.

5.5. Greška 5

Kod aplikacije za obradu podataka imamo moguće greške kod pravljenja upita. Naime kod unakrsnih tabela se može desiti problem sa poređenjem određenih lijekova po godinama, odnosno njihovih finansijskih i količinskih podataka o prometu. Naime ukoliko nije upit adekvatno sačinjen neće prikazati lijek koji se u određenoj godini uopšte nije prometovao, te će na taj način dati lažnu informaciju izvještaja, odnosno upita. Kod upita treba umjesto kros tabela izabrati opciju stapanja (engl. „Swap“) te na taj način dobiti informaciju iz upita o svakoj godini prometa, gdje će za godinu u kojoj nije bilo prometa stajati prazno polje.

6. ZAKLJUČAK

Shodno napred navedenom vidljivo je da prilikom izgradnje aplikacije za promet treba biti pažljiv i obuhvatiti što veći obim podataka i informacija radi postizanja optimalnog rješenja za kreiranje aplikacije. Kod razvoja aplikacija je jako bitno shvatiti potrebe korisnika, ali i imati dovoljno iskustva u oblasti za koju se kreira aplikacija da bi se prevazišle moguće greške. Greške se smanjuju s obzirom na opšte prihvaćene standarde i pravila koja se primjenjuju u oblasti u kojoj se aplikacija razvija, ali ipak sve nije do detalja definisano standardima i pravilima, već je potrebno obratiti pažnju na zahtjeve, regulativu, a posebno na iskustvo stečeno u traženoj oblasti razvoja aplikacija.

Literatura

[1.] http://www.almbih.gov.ba/_doc/regulative/zakon_o_lijekovima_bih_bo.pdf; [Pristupano: 13. septembar 2021],
[2.] http://www.almbih.gov.ba/_doc/publikacije/Promet2020.pdf; [Pristupano: 13. septembar 2021],
[3.] https://www.ema.europa.eu/en/documents/presentation/presentation-introduction-spor-data-services_en.pdf [Pristupano: 13. septembar 2021],
[4.] https://cdn.who.int/media/docs/default-source/international-nonproprietary-names-(inn)/rl85.pdf?sfvrsn=9a0014be_12&download=true, [Pristupano: 14. septembar 2021],
[5.] https://mediately.co/rs/atcs/A01AA01/na-fluorid, [Pristupano: 14. septembar 2021],
[6.] https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/overview/data-medicines-iso-idmp-standards-overview, [Pristupano: 14. septembar 2021],
[7.] http://www.almbih.gov.ba/_doc/publikacije/promet2019.pdf, [Pristupano: 14. septembar 2021].

XIII međunarodni naučno-stručni skup
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje
ITeO 2021
Banja Luka, 24 - 25. 09. 2021. godine

PANEVROPSKI UNIVERZITET APEIRON
za multidisciplinarne i virtuelne studije
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

PRAGMATIČAN ETIČKI MODEL SPRJEČAVANJA KORUPCIJE I UBLAŽAVANJA NJENIH POSLJEDICA

PRAGMATIC ETHICAL MODEL PREVENTION OF CORRUPTION AND MITIGATION OF ITS CONSEQUENCES

Lazo Roljić
Sveučilište / Univerzitet „Vitez“, Vitez, FBiH, BiH, lazor@blic.net

***Sažetak**: Ovaj rad bavi se problemima prikupljanja dokaza o izvršenom deliktu korupcije pomoću računarske odnosno digitalne forenzike. Prikazana je raznovrsnost pojavnih oblika korupcije na našem području i istraženi su mogući načini sprječavanja korupcije i ublažavanja njenih pogubnih efekata koje pružaju pravni okvir u državi i koja sugerišu iskustva drugih država. Pod ublažavanjem pogubnih efekata korupcije smatra se upotreba metoda digitalne forenzike u prikupljanju dokaza o izvršenom krivičnom djelu koji su validni i koji se priznaju u dokaznom sudskom postupku. Opservira se i sa nekim nekonvencionalnim, do sada nespominjanim, načinima prevencije i sprječavanja korupcije i ublažavanja njenih po društvo i ekonomiju pogubnih efekata. Sugeriše se i jedan model podizanja svijesti stanovništva i prevencije korupcije i sajber kriminala neformalnim obrazovanjem i obukom učenika i studenata i jedan model etičke antikorupcijske zakletve za zaposlene u državnim i javnim ustanovama.*

***Ključne riječi**: korupcija, digitalna forenzika, ublažavanje efekata, prevencija korupcije, sprječavanje korupcije*

***Abstract:** This paper deals with the problems of gathering evidence of corruption acts by computer or digital forensics. It presents a diversity of forms of corruption in our area and explores possible ways of keeping out corruption and mitigate its harmful effects, which are provided by legal framework, and furthermore some suggestions from experience of other countries. By the term mitigation of harmful effects of corruption there are methods of digital forensics used to collect evidence of offenses committed which is valid and accepted in judicial proceedings. Moreover, some unconventional methods of corruption prevention and combating, which have not been brought up so far, are observed as well as the mitigation of corruption in society and its economically devastating effects. It also suggests a model of raising public awareness of corruption and cyber crime and their prevention through informal education and training of students, and a model of ethical anti-corruption oath for employees in government and public institutions.*

***Keywords:** corruption, digital forensics, mitigation of consequences, prevention and combating of corruption*

*

„It is more important to know what sort of person has a disease than to know what sort of disease a person has.” (Hippocrates, c. 460 - 370 BCE)

„Za izlječenje bolesnika mnogo je važnije znati kakav je on tip i karakter osobe, nego od koje bolesti boluje.” („otac medicine” Hipokrat, 460 g. - 370 g. p.n.e., prev. L.R.)

1. UVOD

Uprkos činjenici da korupcija postoji od davnina, na nju je društvo usmjerilo pažnju tek u posljednjih desetak godina, kada su nas na razne nepravilnosti, prekršaje i krivična djela počeli upozoravati mediji. Danas se o njoj znatno više piše, radi i govori. Korupcija je globalni problem, postoji u svim državama, ali u različitim omjerima. Prisutna je i u siromašnim i u bogatim zemljama a isto tako i u nerazvijenim i razvijenim zemljama. Prisutna je u svim područjima života i rada. Razlozi za nastanak korupcije su kompleksni, načini kontrole korupcije nisu svugdje jednako razvijeni. Neprestano mijenja svoj oblik kao odgovor na brzi razvoj međunarodnog poslovanja. Dugoročno njen uticaj je negativan, radi čega joj se svugdje u svijetu poklanja sve veća pažnja. Korupcija je postala glavni problem kako za preduzeća, vlade tako i za pojedince. „Korupcija i u javnom i u privatnom sektoru ugrožava stabilnost i prosperitet Bosne i Hercegovine. Ona potkopava povjerenje u institucije vlasti, ometa ekonomski razvoj i ravnopravno tržišno natjecanje, ugrožava vladavinu zakona, demokratiju i ljudska prava, podriva dobro upravljanje, pravičnost i socijalnu pravdu, omogućava rast organizovanog kriminala i terorizma, ugrožava stabilnost demokratskih institucija i moralnih osnova društva“.[1] Općenito je potvrđeno da korupcija ima negativan efekat na sve aspekte razvoja. Dokazi iz cijelog svijeta potvrđuju da korupcija šteti siromašnima, onemogućava privredni rast i razvoj, smanjuje efikasnost javnih usluga i institucija te odvraća privatne investitore i investicije. Korupcija predstavlja politički, socijalni i kulturni problem društva, koji omogućuje djelovanje i razvoj organizovanog kriminala. Radi toga društvo mora koristiti sve raspoložive resurse za prevenciju i njeno sprječavanje.

Izvršioci krivičnih djela korupcije obično koriste najnovije tehnologije koje im stoje na raspolaganju i tako na njima, najčešće nesvjesno, ostavljaju tragove o vremenu, sadržaju, učesnicima i drugim detaljima izvršenih djela. Ti uređaji sadržavaju značajne količine podataka koji se mogu iskoristiti kao dokazni materijal. Upravo ti uređaji i podaci u njima predstavljaju osnovni predmet interesovanja digitalne forenzike. Digitalna forenzika može se definisati kao skup naučnih metoda za očuvanje, sakupljanje, validaciju, identifikaciju, analizu, interpretaciju, dokumentaciju i prezentaciju digitalnih dokaza proizašlih iz digitalnih izvora, s ciljem potvrđivanja ili pomoći pri rekonstrukciji događaja, često kriminalne prirode.

Proces digitalne forenzika od trenutku kada incident ili delikt nastane odvija se kroz četiri osnovne faze: prikupljanje informacija, podataka i materijalnih dokaza; pretraživanje i pregled relevantnih podataka; analiza usmjerena na davanje odgovora na konkretni nalog za vještačenje/ekspertizu i izrada izvještaja. Rezultati istrage prezentuju se onome ko je istragu zatražio i to na primjeren način, u sudskom procesu u kojem forenzički stručnjak postaje svjedok. Na sudu, rezultati istrage koju je proveo forenzičar trebaju osim u pisanom obliku izvještaja biti prezentovani advokatima, sudiji i poroti i usmeno. Stručno sprovedena digitalna forenzička analiza može ublažiti pogubne efekte nastale korupcijom, na taj način što će u sudskom postupku ponuditi maksimum dokaza o izvršenom djelu, koji su validni i koji se priznaju u dokaznom postupku, koji će omogućiti donošenje objektivne i pravične presude izvriocima kriminalnih delikata.

[1] BiH - Strategija za borbu protiv korupcije (2009-2014), str. 1.

2. DEFINICIJE KORUPCIJE

Prema Zakonu o agenciji za prevenciju korupcije i koordinaciju borbe protiv korupcije u BiH[2], korupcija označava svaku zloupotrebu moći povjerene javnom službeniku ili licu na političkom položaju na državnom, entitetskom, kantonalnom nivou, nivou Brčko Distrikta Bosne i Hercegovine, gradskom ili opštinskom nivou, koja može dovesti do privatne koristi. Korupcija posebno može uključivati direktno ili indirektno zahtijevanje, nuđenje, davanje ili prihvatanje mita ili neke druge nedopuštene prednosti ili njenu mogućnost, kojima se narušava odgovarajuće vršenje bilo kakve dužnosti ili ponašanja očekivanih od primaoca mita.

Vijeće Evrope korupciju definiše kao bilo kakve aktivnosti osoba kojima je povjerena odgovornost u javnom ili privatnom sektoru, koje su u suprotnosti s obavezama koje proizilaze iz statusa javnog službenika u privatnom sektoru, nezavisnoj agenciji i drugim odnosima ove vrste, a usmjerene su na sticanje bilo kakvih nezasluženih koristi za sebe i za druge[3].

Klasična definicija, koju upotrebljava i Svjetska banka i Transparency International, je da je korupcija zloupotreba javnog položaja za pridobivanje lične koristi.[4] Prema Konvenciji OUN[5], u korupciju spadaju slijedeće njene vrste i oblici: potkupljivanje, pronevjera, krađa i prevara, ucjena, zloupotreba diskrecije i nepotizam i favorizovanje.

Definicija mita i korupcije u finansijskim institucijama je: davanje, nuđenje, obećavanje, primanje, prihvatanje, zahtijevanje ili iznuđivanje, direktno ili indirektno, novčanih ili nenovčanih, materijalnih ili nematerijalnih koristi kako bi se pribavila ili zadržala nedopuštena

prednost tokom poslovnih aktivnosti, bez obzira da li je primalac djela mita ili korupcije domaći ili strani javni predstavnik ili pojedinac koji nastupa za neku kompaniju; bez obzira gdje je djelo mita i korupcije počinjeno ili da li rezultat tog djela mita i korupcije uključuju nedopuštenu prednosti ili nedolično obavljanje funkcije ili aktivnosti.

Prekršaj korupcije uključuje ne samo izvršenje mita i korupcije, nego i pokušaj, navođenje, pomaganje i podsticanje. To može dovesti do: krivičnog gonjenja osoba uključenih u korupciju kao sudionika, do regulatornog ili krivičnog gonjenja njihovih supervizora ukoliko su prekršili

svoje nadzorne dužnosti, kao i gonjenja visokog rukovodstva kompanije ili same kompanije.

Stimulativna plaćanja, takođe se nazivaju i "podmazivanje", su plaćanja radi osiguravanja ili ubrzavanja nekog rutinskog vladinog postupka na koji izvršilac stimulativnog plaćanja već ima pravo, se takođe smatraju mitom i korupcijom. Poseban oblik mita i korupcije je praksa kojom se daje nepošten preferencijalni tretman nekoj osobi ili grupi osoba (npr. prilikom zapošljavanja). Nepotizam je oblik favorizovanja u odnosu na rođake ili prijatelje. Favorizovanje ili nepotizam prema osobama povezanim sa javnim službenicima, klijentima ili pojedincima, koji nastupaju u ime neke kompanije ili u funkciji povjerenika, takođe predstavljaju oblik mita i korupcije

[2] http://ti-bih.org/wp-content/uploads/2011/04/zakon_o_agenciji_za_prevenciju_korupcije_i_koordinaciju_borbe_protiv_korupcije_u_bih.pdf

[3] Vijeće Evrope-Komisija za sprječavanje korupcije, 2010.

[4] What Causes Corruption, 2004.

[5] The Global Programme against Corruption, OUN, 2004,

Posljedice korupcije smo svrstali u ekonomske i društveno-političke. U ekonomske posljedice ubrojali smo: ugrožavanje tržišne ekonomije, smanjenje bruto domaćeg proizvoda, umanjenje investicija, povećanje zaduženosti zemlje i porast siromaštva građana. U društveno-političke posljedice ubrojali smo: ugrožavanje demokratskih institucija, povećavanje troškova funkcionisanja države, nepovjerenje građana u institucije države, širenje organizovanog kriminala, razaranje moralnih vrijednosti društva i apatiju osjećaj besperpektivnosti građana.

Kao i u drugim državama u svijetu, tako i u BiH, različita područja korupcije imaju svoju specifičnu važnost. U BiH to su: pravosuđe (sudije i tužioci te drugi članovi pravosuđa), policija (kao drugi najveći segment javne uprave), politika (državni funkcioneri, među kojima su: poslanici i drugi nosioci funkcija u vladama, državnim službama i drugim državnim i paradržavnim ustanovama), zdravstvo, pravna lica i privatnici te školstvo i univerziteti.

Sajber kriminal (engl. Cyber crime) predstavlja poseban oblik kriminalnog ponašanja, kod koga se korišćenje računara i ostale informacione i komunikacione tehnologije i informacionih sistema ispoljava kao način izvršenja krivičnog djela, gdje se računar ili računarska mreža upotrebljavaju kao sredstvo ili cilj izvršenja. Računari i ostala informaciona i komunikaciona tehnologija mogu se zloupotrebljavati na razne načine, a sam kriminalitet koji se realizuje pomoću računara može imati oblik bilo kog od tradicionalnih vidova kriminaliteta, kao što su krađe, utaje, pronevjere, dok se podaci koji se neovlašćeno pribavljaju zloupotrebom informacionih sistema mogu na razne načine koristiti za sticanje protivpravne koristi. Može se konstatovati da je sajber kriminal takav oblik kriminalnog ponašanja kod koga je sajber okruženje u kome se mreže računara pojavljuju kao sredstvo, cilj, dokaz ili okruženje izvršenja krivičnog djela.

3. BORBA PROTIV KORUPCIJE

Efikasna borba protiv korupcije zahtijeva usku saradnju cjelokupnog društva i međunarodnih organizacija za pomoć. Njen osnovni cilj usmjeren je na sprječavanje korupcije. Značajan napredak u borbi protiv korupcije u BiH učinjen je u decembru 2009. godine osnivanjem Agencije za prevenciju korupcije i koordinaciju borbe protiv korupcije. Jedan od ciljeva Agencije je da do 2014. godine započne sa pripremom i sprovođenjem najsavremenijih programa za prevenciju korupcije i edukativnih programa za podizanja svijesti u vezi s borbom protiv korupcije.[6] Pod prevencijom korupcije podrazumijeva se ukupnost planski osmišljenih, organizovanih i preduzetih mjera i aktivnosti kojima se nastoje ukloniti ili smanjiti direktni i indirektni uzroci koruptivnih ponašanja.

Pojedine svjetske organizacije različito su riješile pitanje borbe protiv korupcije. Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj - OECD je ključni forum za borbu protiv korupcije u proteklih 20 godina i igrala je ključnu ulogu u uspostavi i promociji antikorupcijskih standarda i principa.[7] OECD je primijenila multidisciplinarni pristup borbi protiv korupcije. Ovaj pristup obuhvata rad u područjima kao što su borbe protiv podmićivanja stranih javnih službenika, fiskalna politika, integritet upravljanja javnog i privatnog sektora i razvojne pomoći i izvozni krediti.

[6] BiH - Strategija za borbu protiv korupcije (2009-2014), 2009, str. 10.
[7] The OECD fights corruption, OECD Publications, Paris – France, 2006

4. OTKRIVANJE KORUPCIJE

Poznato je da se danas još uvijek ne može sa sigurnošću predvidjeti nastupanje zemljotresa, udar groma i slično, tako se ni korupcija ne može unaprijed predvidjeti, pogotovo zato što u njoj većinom učestvuju osobe na višem i visokom položaju u društvenoj hijerarhiji, koje zovemo i „nedodirljivi“, ali i neki na nižim pozicijama, u javnim službama niže pozicionirani na hijerarhijskoj ljestvici, ali su korumpirana lica.

Takođe, kao što se u medicini za neku bolest (srce, mozak, krvotok) kaže da je „tihi ubica“, tako bi se u društvu moglo reći za korupciju, koja je jedna instanca opasnog, prikrivenog, uglavnom kriminalnog djelovanja. Otkrije se, ako se ikad i otkrije, kada već nastane šteta za društvo ili pojedince, često nenadoknadiva – isto kao i neizlječiva bolest u medicini i njene fatalne posljedice.

Otkrivanje korupcije je težak zadatak, jer je ona kriminalna aktivnost u kojoj učestvuje ograničen broj osoba, uključujući i vlade, i s visokim stepenom diskrecije. Ni jedan od sudionika u toj raboti ne osjeća se žrtvom zločina i ne prijavljuje je, pa ju je stoga teško otkriti.

Računarska tehnologija je posljednjih godina veoma napredovala, što je rezultiralo njenim uvođenjem u različite aspekte našeg života, a koje mogu sadržavati podatke i tragove o izvršiocu i aktu korupcije:

- lična oprema (mobiteli i srodni uređaji, audio i video plejeri)
- oprema u stanu (telefon, telefaks, video i slična oprema, DTV, automatizovani kućanski aparati)
- računarska i njoj srodna oprema u kancelariji i stanu (server, personalni računar, lap-top, tablet, mobilni telefon, žična i bežična infrastruktura)
- identifikacioni dokumenti (e-indeks, "pametne kartice", e-socijalno)
- kreditne i debitne kartice (Visa, Maestro, American, Diners, i sl.)
- e-informacije (vijesti, novine, forumi, društvene mreže, oglasnici).

U poslovanju su uvedene nove tehnologije u vidu:

- Tvornice koriste tehnološki napredak i zamjenjuju stare uređaje sofisticiranijom opremom kako bi poboljšale svoju proizvodnju.
- Gdje god je moguće papirnate arhive se zamjenjuju elektronskom bazom podataka.
- Menadžeri u firmama umjesto papirnatog rokovnika koriste različite elektronske planere.
- Korisnici Interneta postali su sudionici on-line trgovine.
- Bolnice su kartone pacijenata zamijenile informacijama u elektronskom obliku.
- Novi oblik smještanja podataka znači bitno poboljšanje u odnosu na prethodno stanje, ali i otvara vrata i grupi ljudi koja te podatke zloupotrebljava. Podaci su postali lakše dostupni, a sama tehnologija donijela je moćnije alate i u njihove ruke.

Priroda računarskih podataka, koji bi mogli imati značaj dokaza u krivičnom postupku za djela

visokotehnološkog kriminala, i potreban forenzički rad u prikupljanju i obradi tih podataka u znatnoj mjeri razlikuju se u odnosu na uobičajene tragove i dokaze. S obzirom na brzinu kojom

se radnja može preduzeti a tragovi u elektronskom obliku izmijeniti, sakriti ili uništiti, posebna pažnja se posvećuje pravilima digitalne forenzike prilagođenim specifičnostima podataka u računarima, računarskim sistemima i računarskim mrežama.

Zato je nastala potreba zaštite tako smještenih podataka.

- Primjena novih tehnologija stvorila je potrebu za različitim vrstama zaštite podataka, međutim, koliko god da je nauka uspješna u tom aspektu, onaj ko je htio doći do podatka uvijek je nekako pronalazio način da to i učini.
- Sudionici on-line trgovine shvatili su da im neko krade novac sa računa, firme su uočile neautorizovan pristup važnim podacima, banke su oštećene transakcijama koje je izvršila nepoznata vanjska osoba.
- Postalo je očito da smo sve češće žrtve nove vrste kriminala koji prije svega treba prevenirati, a ako se već dogodi tada svoju ključnu ulogu ima danas relativno mlada naučna oblast - digitalna forenzika u otkrivanju izvršioca i dokazivanja njegove krivice.

Izvršioci krivičnih djela korupcije obično koriste najnovije tehnologije koje im stoje na raspolaganju i tako na njima, najčešće nesvjesno, ostavljaju tragove o vremenu, sadržaju, učesnicima i drugim detaljima izvršenih djela. Ti uređaji sadržavaju značajne količine podataka koji se mogu iskoristiti kao dokazni materijal. Upravo ti uređaji i podaci u njima predstavljaju osnovni predmet interesovanja digitalne forenzike.

5. SPRJEČAVANJE KORUPCIJE

Korupcija je svakako problem koji se može ograničiti zakonom i institucionalnim mjerama, ali to još uvijek ne znači da je u društvu iskorijenjen korupcijski mentalitet. Iskustva zemalja koje su se uspješno nosile s korupcijom, pokazuju da je njihova strategija borbe protiv korupcije izgrađena na tri jednaka i komplementarna antikorupcijska nivoa:

- dobro su razvili "situacionu preventivu", što znači da su ograničili mogućnost za korupciju,
- iz povećane represije protiv prestupnika može se jasno vidjeti da se korupcija ne isplati i
- posebna pažnja posvećena je naporu za promjenu kulturnih obrazaca u društvu.

Zakon ima presudan uticaj na digitalnu forenziku jer ima stroga pravila o prihvatanju prikupljenih podataka kao dokaza. Zakoni nisu isti u svim državama, ali su im namjene i namjere jednake. Kako bi se prikupljene informacije uistinu tretirale kao dokazi mora se održati visok nivo formalnosti u postupanju sa istraživanim digitalnim uređajima.

S obzirom da je digitalna forenzika novija naučna disciplina, zakoni koji su osnova za priznavanje elektronskih dokaza na sudovima su još uvijek u stanju nedorečenosti, a konstantan napredak tehnologije dovodi do sve većeg broja dokaza, alata i konfuzije.

Digitalna forenzika sigurno nije ta kojom se može spriječiti ili prevenirati neki koruptivni ili kriminalni akt, jer ona nastupa post festum, ali svakako može biti u funkciji ublažavanja nastale štete izazvane kriminalnim aktom.

6. DIGITALNA FORENZIKA I PRIKUPLJANJE DIGITALNIH DOKAZA

Forenzika je proces korištenja naučnih metoda pri sakupljanju, analizi i prezentovanju dokaza na sudu. Značenje riječi forenzika dolazi od latinske riječi *forensis,* što znači "iznositi sudu" ili "na forumu*". Digitalna forenzika* se može definisati kao skup naučnih metoda za očuvanje, prikupljanje, validaciju, identifikaciju, analizu, interpretaciju, dokumentovanje i prezentaciju

dokaza odnosno podataka koji su skladišteni, obrađivani ili prenošeni u digitalnom obliku, ili koji su proizašli iz digitalnih izvora, s ciljem potvrđivanja ili pomoći pri rekonstrukciji događaja, često kriminalne prirode.

Krajnji cilj svake digitalne forenzičke istrage je zakonito pribavljen digitalni dokaz i prihvaćen od strane suda. To znači da svaki dokaz mora biti prikupljen kroz proces digitalne forenzičke istrage, a koji ne može početi bez naredbe suda, tužilaštva ili uprave ukoliko se radi o internim istragama u preduzećima. U samom procesu digitalne forenzičke istrage mora se sačuvati i dokazati nepovredivost digitalnog dokaza kroz dokazivanje nepovredivosti lanca dokaza. To znači da se mora znati svakog trenutka, tko je, šta, kada, kako, zašto i gdje dolazio u kontakt sa digitalnim dokazima. Ukoliko dođe do prekida lanca dokaza sud takve dokaze neće prihvatiti.

Smisao digitalne forenzike je iznalaženje procedura, metoda i tehnika koje rezultiraju digitalnim dokazom koji treba da ima snagu naučnog dokaza. Prema tome, cilj ove forenzičke discipline je iznalaženje naučno izvedenih i potvrđenih metoda identifikovanja, očuvanja, prikupljanja i analize računarskih podataka i predstavljanja rezultata te analize za potrebe krivičnog postupka

Digitalnu forenziku čine metode prikupljanja, analize i prezentacije dokaza koji se mogu pronaći na računarima, serverima, računarskim mrežama, bazama podataka, mobilnim uređajima, te svim ostalim elektronskim uređajima na kojima je moguće snimati i čuvati podatke. Takvi dokazi mogu biti korisni u krivičnim postupcima i procesima pred sudovima, građanskim parnicama te postupcima unutar preduzeća u okviru upravljanja ljudskim resursima, odnosno postupcima kod procesa zapošljavanja i otpuštanja radnika. Važno je da se pri tome ništa od opreme ili procedura korištenih prilikom istrage digitalnog uređaja (računara ili drugog digitalnog medija) ne unište ili promijene podatke na istraživanom uređaju.

Digitalna forenzika se ranije bavila isključivo s postojanim podacima (engl. *Persistent data*), odnosno podacima koji su sačuvani na lokalnom tvrdom disku ili nekom drugom mediju, te ostaju na njemu i kada je uređaj ugašen. Nakon Drugog svjetskog rata, računari su polako ali neizbježno postali baze podataka ljudskih aktivnosti. Ovaj trend se ubrzao razvojem personalnih računara (1980. godine), Interneta (1991. godine), kao i konvergencijom računarstva, telekomunikacija te multimedije (2000. godine).

U današnje doba umreženosti sve važnije postaje prikupljanje, pregled i analiza nepostojanih, ranjivih (isparivih) podataka (engl. *Volatile data*). Nepostojanim, ranjivim podatkom nazivamo one podatke koji su smješteni (pohranjeni) u memoriji ili u tranzitu, i koji će biti izgubljeni kada se uređaj ugasi. Nepostojani podaci nalaze se u registrima, keš (engl. *Cache*) memoriji, radnoj memoriji računara, koji se gube kada se digitalni uređaji isključe, te se zbog njihove prirode prikupljanje tih podataka mora odvijati u realnom vremenu.

Današnji svijet umreženih digitalnih uređaja pruža mogućnosti i izazove za kriminalce i istražioce, vlade, institucije, poslovanje, komunikaciju kao i za korisnike svjesne važnosti očuvanja privatnosti. Živimo u digitalnom svijetu gdje se većina informacija stvara, presreće, odašilje, čuva i procesira u digitalnom obliku. Digitalne informacije utiču i koriste se u svakom aspektu života. Mi polazimo od toga da se one naročito koriste u kriminalnim aktivnostim, pa tako i u deliktima korupcije. Naime, mnoge osobe koje na zlonamjeran način koriste informacione i komunikacione tehnologije pretpostavljaju da se mogu izgubiti, jednostavno zaturiti, u moru raznih vrsta računara i mrežne računarske opreme koji se koriste u svijetu te da su sigurni od krivične odgovornosti. Ipak, ukoliko je otkrivena zloupotreba digitalnog uređaja (najčešće

računara), on se može pretražiti za dokazima i analizirati te je tako moguće utvrditi odgovornost osobe koja je izvršila nedjelo. Upravo to i rade digitalni forenzičari.

Stručnjak digitalne forenzike u procesu od digitalnih tragova do digitalnih dokaza koristi razne softverske i hardverske alate. Što se tiče softverskih alata, mogu se klasifikovati na sljedeći način: alati za pregled (za stvaranje izveštaja o stanju sistema datoteka i tipovima datoteka na svim diskovima računarskog sistema); alati za stvaranje forenzičke slike diska (što se razlikuje od običnog kopiranja datoteka jer se stvara potpuni klon diska sa svim skrivenim datotekama i prostorima u memoriji); alati za potpuno brisanje sadržaja diska (svega što ostane nakon uobičajenog brisanja datoteka u memoriji diska); te alati za detaljnu pretragu diska.

Postoji više softverskih alata koji se slobodno, odnosno besplatno mogu preuzimati sa Interneta (tzv. free/open source), a postoje i komercijalni proizvodi koje su napravili i prodaju pojedini proizvođači. Iako su većina forenzičkih alata posebno kreirani softveri, postoje i alati zasnovani na upotrebi hardvera. Hardverski uređaji su najčešće u obliku prenosivih radnih stanica, a odabir uređaja zavisi od okolnosti konkretnog slučaja i okruženja u kom se napad desio.

7. PRIHVATANJE I KORIŠTENJE DIGITALNIH DOKAZA

Količina instalisanih nadzornih kamera i ostalih digitalnih uređaja svakim danom sve je veća kao što je i količina snimljenog i pohranjenog digitalnog sadržaja. Ako povučemo paralelu sa brojem elektronskih uređaja spojenih na Internet, na primjer u 2016. godini, koji je procijenjen na 6,4 milijarde, a do 2020. procjenjuje se da će biti 20,7 milijardi uređaja spojenih na Internet, možemo reći da će digitalni forenzičari imati sve više materijala za analizu .

Količina elektronskih uređaja u svakodnevnoj upotrebi čini nas zavisnim od tehnologije ali nam olakšava svakodnevne aktivnosti. Isto tako, elektronske uređaje koriste i kriminalci za činjenje krivičnih djela i kriminalnih aktivnosti. Porast organizovanog kriminala putem interneta posljednjih godina značajan je prema svim izvještajima[8,9], a sve aktivnosti i korištenje digitalnih uređaja, ostavlja digitalne tragove.

Danas, možemo reći, kako nema kriminalnih aktivnosti koje ne ostavljaju neki oblik digitalnih tragova. Bez obzira da li se radi o primjeni tehnologije za izvršenje kriminalnih aktivnosti, da li je tehnologija cilj ili se tehnologija koristi u komunikacione i slične svrhe, krivičnim zakonom su jasno definisane kaznene odredbe u slučaju izvršenja navedenih djela.

Prihvatljivost digitalnog dokaza u istrazi zahtijeva posebnu pažnju i poštivanje propisanih procedura u rukovanju dokazima, a primjena metoda i alata forenzičke analize u traženju i identifikaciji digitalnih dokaza doprinosi kvalitetnijoj analizi i identifikaciji digitalnih dokaza.

Digitalne dokaze o izvršenju krivičnih djela moguće je prikupiti iz više izvora. Uobičajeni izvori su: personalni računari, mobiteli, digitalne kamere, čvrsti diskovi, optički mediji, USB memorijski

[8] Europol, Internet Organised Crime Threat Assessment, The Hague: European Police Office, 2016, pp. 10-11.
[9] Verizon, Data Breach Investigation Report, New York: Verizon, 2016, pp. 6-11.

uređaji, postavke digitalnih termometara, crne kutije automobila (ako ih imaju), RFID oznake[10], web stranice i slično.

Prihvatanje digitalnih dokaza u sudskom procesu je strogo definisano, a osim samog kvaliteta dokaza ključan je postupak odnosno poštivanje procedure pronalaska, identifikovanja, prikupljanja, obrade i prezentacije dokaza kako bi dokazi bili prihvatljivi u sudskom postupku.

Za iznošenje dokaza u sudskom procesu koristi se mišljenje sudskih vještaka, eksperta imenovanih od strane suda za područje digitalne forenzike, koji za prihvatljivost i analizu digitalnog dokaza koriste naučne metode opisane u Daubertovom[11] standardu:

- Da li se korištena teorija ili tehnika može testirati
- Da li je korištena tehnika objavljena i da li je podvrgnuta recenziji
- Da li su poznate statistike pogrešaka
- Da li postoji i da li se održava standard koji kontroliše izvođenje
- Da li je procedura prihvaćena i relevantna naučnoj zajednici

Odluku o tome koji digitalni dokazi će se prihvatiti donosi sudija koji predsjedava postupkom na bazi iznesene argumentacije vještaka.

8. TOK PROCESA DIGITALNE FORENZIKE

Proces digitalne forenzike od trenutku kada incident ili delikt nastane odvija se kroz četiri osnovne faze:

- Prikupljanje informacija, podataka, materijalnih dokaza
- Prilikom provođenja forenzičke istrage potrebno je preduzeti posebne mjere ukoliko dokazi trebaju biti prihvatljivi na sudu. Jedna od najvažnijih mjera je osiguravanje da je dokaz prikupljen na ispravan način i da se poštuje lanac posjeda dokaza od mjesta zločina do laboratorija i konačno do suda.
- Digitalni uređaj nad kojim je izvršen kriminalni delikt ili je bio alat za njegovo obavljanje, prenosi se u forenzički laboratorij u stanju u kojem je pronađen radi daljnje analize. Podaci s njega se kopiraju upotrebom forenzičkog alata i ta kopija čini temelj istrage. Zove se forenzička kopija. Izvorni uređaj nikada nije objekt nad kojim se obavlja istraga jer mora služiti kao dokaz. Zbog toga ni jedan podatak na njemu ne smije biti izmijenjen. Kopija mora biti vjerodostojna da bi uopšte mogla biti objekt istrage. Ponekad digitalni uređaj nije moguće prenijeti u laboratorij pa se kopiranje mora obaviti na mjestu izvršenja delikta. Nakon što se različitim metodama dokaže vjerodostojnost kopije s nje se počinju prikupljati podaci koji se zatim analiziraju.
- Pretraživanje i pregledavanje relevantnih podataka
- Analiza usmjerena na davanje odgovora na konkretan nalog za vještačenje/ekspertizu

[10] RFID (skraćenica od Radio-Frequency Identification) je tehnologija prenosa podataka putem radio talasa sa elektronske oznake (RFID tag) na objektu (najčešće na robi u samouslužnim prodavnicama) preko RFID čitača do računara ili drugog uređaja koji je u stanju da primi i obradi te podatke.

[11] Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals (92-102), 509 U.S. 579 (1993)

- Izrada izvještaja (odvija se dijelom i u prva tri dijela). Izvještaj predstavlja sintezu prikupljene dokumentacije, utvrđenih dokaza i rezultata provedene analize. Izviještaj treba da sadrži vrijeme i datum analize i detaljno opisane rezultate, a treba biti pisan jednostavno da bi bio razumljiv godinama kasnije. Kod izrade izvještaja dobro je izdvojiti dvije stvari: šta je urađeno i šta je pronađeno. Izvještaj je najvažnija faza digitalne forenzike, pa ako je nepotpun ili ne prati pomno dokumentaciju alata, procesa i metodologije, sav posao učinjen je uzalud. Zato u dijelu koji opisuje šta je napravljeno treba precizno opisati i argumentovati sve korake koji su preduzeti u prikupljanju podataka, voditi precizan vremenski dnevnik, argumentovati sve preskočene korake i zabilježiti svaku provjeru koja je provedena u svrhu dokazivanja nekompromitovanosti dokaza.

Rezultati istrage prezentuju se onome ko je istragu zatražio i to na primjeren način, u sudskom procesu u kojem forenzički stručnjak (stalni sudski vještak, ekspert) postaje svjedok. Na sudu, rezultati istrage koju je proveo forenzičar trebaju osim u pisanom obliku biti prezentovani advokatima, sudiji i poroti i usmeno (tokom ispitivanje svjedoka). Bez obzira ko je nalaz i mišljenje zatražio, forenzički stručnjak mora na jednostavan način da obrazloži rezultate istrage vodeći računa o tome da se isti mogu ponoviti ili da neko drugi može doći do istih zaključaka. Nerijetko advokati, sudije i porota prolaze osnovne kurseve digitalne forenzike kako bi što kvalitetnije mogli sudjelovati u sudskom procesu i forenzičaru postavljati suvisla pitanja.

9. OBUKOM I EDUKACIJOM KA SPRJEČAVANJU KORUPCIJE

Osnovni cilj prevencije korupcije je sprječavanje njenog pojavljivanja. Stoga je, prema Strategiji, najvažnije uspostaviti adekvatne programe za prevenciju korupcije kojima će se osigurati edukacija i stručno osposobljavanje svih, kako bi se zaštitilo društvo i minimizirali efekti korupcije. Da bi se taj cilj ostvario potrebno je da se kreiraju uslovi koji minimiziraju mogućnosti za korupciju i minimalizaciju njenih efekata. Pored efikasnog procesuiranja izvršilaca koruptivnih djela, uvođenja strožijih pravila i procedura kod sprovođenja administrativnih procesa u javnoj upravi i lokalnoj samoupravi, ostali uslovi koji treba da se kreiraju da bi se efekti korupcije sveli na minimum, prema Strategiji za borbu protiv korupcije u Bosni i Hercegovini (2009-2014), su: pojednostavljenje pravila i procedura pred upravnim i sudskim organima, uspostavljanje i jačanje efikasnosti institucija za provedbu zakona i institucija za prevenciju, potpuna transparentnost i jačanje odgovornosti u radu uprave i eliminisanje mreža patronata, nepotizma, klijentelizma i favorizovanja. Kao cilj koji je trebalo ispuniti do 2014. godine, navedeno je da će Agencija za prevenciju korupcije i koordinaciju borbe protiv korupcije raditi na sprječavanju korupcije, na podizanju nivoa javne svijesti o problemu korupcije i, pored ostalog, da će preduzeti posebne mjere u oblasti edukacije i obuke. Tu obuku treba da prođu svi oni koji trebaju da implementiraju nova pravila. Takođe, i svi javni službenici u BiH će proći bar jednu obuku iz oblasti etike i borbe protiv korupcije, na osnovu usvojenih programa, koji će se redovno evaluirati. Pored toga, sve osnovne i srednje škole i univerziteti treba da u svojim nastavnim planovima i programima imaju jednoobrazne programe obuke u oblasti etike i borbe protiv korupcije.

Neosporna je činjenica da će antikorupcijski napori biti održivi samo tamo gdje se preduzmu

posebne mjere u oblasti edukacije i obuke. Sama promjena pravila nije dovoljna. Ljudi koji treba da implementiraju nova pravila treba da prođu odgovarajuću obuku i da ih ujedinjavaju

zajedničke pozitivne vrijednosti. Od suštinske važnosti je preduzimanje ciljanih mjera kako bi se svim javnim službenicima jasno stavilo do znanja da korupcija nije prihvatljiv način da se ostvare lični interesi i da će biti drastično kažnjavan svaki takav pokušaj. Do kraja perioda implementacije Strategije treba takođe podići svijest društva kao cjeline, ali i pojedinih profesionalnih grupa o štetnosti korupcije.

10. PRAGMATIČKI MODEL PREVENCIJE KORUPCIJE I SAJBER KRIMINALA

Model prevencije korupcije i sajber kriminala u Bosni i Hercegovini, koji se ovdje sugeriše, trebao bi se preduzeti u kompletnom srednjem i visokom obrazovnom sistemu. Taj model, koji bi se sastojao od obrazovanja i obuke za prevenciju korupcije i sajber kriminala, bio bi slijedeći:

- na svim ekonomskim fakultetima i visokim školama, na završnim godinama studija, i u završnim razredima srednjih ekonomskih škola i gimnazija, uvesti obavezna 2-3 populistička predavanja u jednom semestru/polugodištu iz oblasti „sive“ i „crne“ ekonomije, o mjerama prevencije, metodama ublažavanja posljedica korupcije i njenog sprječavanja, koja se u BiH kreće i do visine od 60-70% legalne ekonomije (mjereno visinom godišnjeg bruto domaćeg proizvoda).
- na svim pravnim i ekonomskim fakultetima i u završnim razredima srednjih stručnih škola i gimnazija uvesti obavezna 2-3 populistička predavanja iz oblasti sajber kriminala i korupcije (engl. cyber criminal and corruption),
- na svim tehničkim i prirodno-matematičkim fakultetima i završnim razredima svih srednjih škola, uvesti 2-3 obavezna populistička predavanja iz oblasti IKT (skr. od: ICT-Information and Communication Technologies) i načina na koji se one koriste u izvođenju krivičnih djela sajber kriminala i korupcije. Zatim, obavezna 2-3 predavanja iz oblasti hakovanja (engl. hacking), spamovanja (engl. spamming) i općenito destrukcije u računarstvu i informatici (virusi, lažno predstavljanje, i ost.).

Osnovna ideja ovog modela obuke i obrazovanja za borbu protiv korupcije i kriminala i njihovu prevenciju je u tome da se sve učeničke i studentske strukture upoznaju i sa „drugom stranom“ tehničke, pravne i ekonomske stvarnosti, tj. sa oblastima koje se ne izučavaju prema važećim nastavnim planovima i programima, a koje u realnosti postoje i koje uglavnom obilato iskorštavaju destruktivne i kriminogene osobe bilo za činjenje koruptivnih i kriminalnih delikata radi pribavljanje lične koristi, a na štetu drugih, ili radi lične zadovoljštine, takođe na štetu drugih.

Model smo nazvali pragmatičkim[12], jer se njime žele ostvariti određeni upravo pragmatički ciljevi i vrijednosni ideali. Nazvali smo tako zato što se on može jednostavno iskazati u jednoj, istina malo dužoj, rečenici: „neka svi ti protiv kojih je usmjeren ovaj model prevencije korupcije i sajber kriminala sada znaju da i mi znamo ono šta oni koriste i zloupotrebljavaju, čime nanose štetu društvu, a to znači i nama, da ih mi zbog toga moralno osuđujemo, ali i dalje ostajemo na pravoj strani naučne i stručne stvarnosti i da svim silama i svim legalnim sredstvima nastojimo da ih spriječimo u njihovim daljnjim kriminalnim radnjama i „naporima“ destrukcije i da ublažimo štetne posljedice koje nam oni takvim svojim (kriminalnim) djelovanjem nanose“.

[12] Pragmatika se bavi proučavanjem značenja koje govornik ili pisac prenosi slušaocu ili čitaocu koji ga zatim interpretira. Ona se, dakle, više bavi analiziranjem onoga što ljudi zapravo žele reći svojim iskazima nego samim značenjem riječi ili fraza koje pri tome koriste.

Međutim, ideji ovog modela ispriječava se problem njene praktične provedbe, a to je pitanje: ko može, ko će moći i hoće li biti moguće naći kandidate koji bi mogli kvalifikovano i autoritativno izvoditi tu specijalnu edukaciju i obuku iz oblasti „s druge strane stvarnosti"? Poželjno bi bilo da tu nastavu i obuku izvode najstručnije osobe, a to su, znamo, osobe koje imaju dobro iskustvo u nekoj od tih specijalnih oblasti, ali to su uglavnom već osuđivane osobe za slična (ne)djela ili druge osobe koje su po raznim osnovama u sukobu interesa za služenje u ovoj časnoj raboti edukacije i obuke, ili su na izdržavanju kazne baš iz takvih djela kriminala i korupcije. A i većina ih ne bi mogla ispuniti minimalne uslove koji se traže za predavače srednjih škola i fakulteta, jer većinom nemaju odgovarajuću stručnu spremu, pogotovo jer ne ispunjavaju ni ostale uslove i kriterije koje moraju imati predavači - pedagozi u našim osnovnim i srednjim školama i na fakultetima. Ipak, rješenje je moguće naći angažovanjem stručnjaka iz zemalja Evropske Unije, koja je problematiku spječavanja i prevenciju korupcije davno dovela u red. Evropska Unija ima i sopstvene zakone, kao i direktive kojima uređuje slabo definisane i nedefinisane aspekte u sferi korupcije i sajber kriminala.

Na kraju, kao još jedan model prevencije od korupcije i kriminala, ili barem njenog smanjenja, predlažem jednu formu apela u obliku „etičke antikorupcijske zakletve, kojeg bi obavezno potpisali svi zaposleni u javnim službama i državnoj ustanovi, ili koji u njih stupaju, a čiji bi sadržaj mogao biti:

„Danas, kada stupam u službu u državnoj i javnoj ustanovi, ja, "(taj i taj)" potpuno svjesno i svojom voljom, pod moralnom, materijalnom i krivičnom odgovomošću, Izjavljujem da se neću služiti niti ću koristiti bilo koji način ili oblik nepotizma, korupcije, mobinga, sukoba interesa ili druge oblike kriminala, niti ću ih prikrivati u sredini u kojoj živim i radim, čuvajući svoju čast i čast moje porodice kao i mojih bližnjih rođaka i prijatelja."

Ova izjava-apel nema namjeru da derogira bilo koji zakonodavni akt, nego bi bio isključivo vid ili elemenat etičkog kodeksa u javnom sektoru u Bosni i Hercegovini.

11. ZAKLJUČAK

Efikasna borba protiv korupcije zahtijeva usku saradnju cjelokupnog društva i međunarodnih organizacija za pomoć. U ovom radu istražili smo fenomen korupcije, njena područja u Bosni i Hercegovini, zatim pogubne i štetne posljedice koje ona ostavlja, kao i načine na koje je problematika prevencije i sprječavanja korupcije riješena u okruženju i u Evropskoj Uniji, OECD, OUN i Transparency International. Korupcija je jednako štetna pojava u društvima na svim nivoima razvoja. U društvima na putu demokratskog preobražaja i tranzicije problem je veći i teži, jer nove potrebe diktiraju brojne zadatke, a sredstva i načini za njihovo izvršavanje još uvijek su neizgrađena ili nedovoljna.

Konstatovali smo da se protiv korupcije ne možemo boriti sami i da borba protiv korupcije mora biti organizovan i dugotrajan proces primjene osmišljeno definisanih mjera za njeno sprječavanje i suzbijanje. Konstatovano je, takođe, da se dosadašnja borba protiv korupcije uglavnom bavila unapređivanjem zakonskog i institucionalnog okvira. S obzirom da i informatika kao nauka ima svojih problema sa kriminalom i korupcijom, ona je unutar sebe izgradila jednu oblast – računarsku forenziku, danas je generalno zovemo digitalna forenzika. Sve one tehnologije koje nose informacionu i informatičku revoluciju istovremeno su i nosioci evolucije digitalne forenzike. Ona je u svojoj evoluciji narasla do tog nivoa da nam danas može pokazati i dokazati

kako ljudi, pomoću informacionih i komunikacionih uređaja, mogu izvršiti neko kriminalno djelo ili na nekom mediju ostaviti zabilježene tragove o izvršenju krivičnog djela.

Razmatrajući kako da konkretno i mi damo svoj doprinos borbi protiv korupcije i njenoj prevenciji, u ovom radu smo se opredijelili za smislenu i efikasnu upotrebu digitalne forenzike pri izradi preciznog forenzičkih izvještaja, koje sudovi koriste kao dokaz u postupku protiv izvršilaca krivičnog djela.

Pored toga, proučili smo moguće načine borbe protiv korupcije i njene prevencije u razvijenim sredinama i u okruženju i vidjeli da ne postoje efikasna sredstava i metoda te borbe, a ni ideje o mogućim načinima prevencije korupcije. To za naše društvo znači da za borbu protiv korupcije ostaju jedini, kao i do sada, pravno i zakonsko regulisanja ove materije. Izuzetno, svoj doprinos toj borbi u novije vrijeme dala je oblasti informatike primjenjujući metodologiju kreiranja portala na Internetu kojima se poziva na prijavljivanje saznanja o slučajevima korupcije i kriminala i za dostavu informacija o izvršenim kriminalnim djelima. Da bi smo dali doprinos efikasnoj borbi protiv korupcije i njene prevencije, osmislili smo i u radu sugerisali model prevencije korupcije i kriminala pomoću neformalnog obrazovanja i obuke u formalnom sistemu obrazovanja - u svim srednjim školama i fakultetima, koji može i treba da podrži ostvarivanje jednog od dugoročnih ciljeva iz Strategije o osnivanju Agencije o podizanja javne svijesti o problemu korupcije u BiH.

Literatura

[1.] Carnet: Osnove računalne forenzičke analize http://security.lss.hr/documents/LinkedDocuments/CCERT-PUBDOC-2006-11-174.pdf

[2.] Radić, Branimir: Osnove računalne forenzike http://sistemac.srce.hr/fileadmin/user_root/seminari/Srce-Sys-Seminari-Osnove_racunalne_forenzike.pdf

[3.] Roljić, Lazo: Digitalna forenzika u dokaznom postupku i u funkciji ublažavanja posljedica korupcije, Zbornik radova Fakulteta pravnih nauka, Sveučilište/Univerzitet "Vitez" Vitez, str. 87-101, Vitez, 2013

[4.] Stevanović, Boris, Kompjuterska forenzika: odgovor na incident**,** Narodna banka Srbije, *sboris@ptt.rs ; http://www.itvestak.org.rs/ziteh_06/Radovi/ZITEH%2006-R30.pdf*

[5.] Strategija za borbu protiv korupcije 2009-2014, http://ljudskaprava.ba/korupcija-u-bih-analiza-stanja-11/www.msb.gov.ba.

[6.] The OECD fights corruption, OECD Publications, Paris – France, 2006 http://www.oecd.org/dac/governance-development/37393705.pdf

[7.] Zakon o agenciji za prevenciju korupcije i koordinaciju borbe protiv korupcije u Bosni i Hercegovini, http://ti-bih.org/wpcontent/uploads/2011/04/zakon_o_agenciji_za_prevenciju_korupcije_i_koordinaciju_borbe_protiv_korupcije_u_bih.pdf

[8.] Transparency International, http://www.transparency.org/whatwedo/pub/corruption_perceptions_index_2012

[9.] United Nations Office on Drugs and Crime, http://www.unodc.org/unodc/en/corruption/index.html?ref=menuside

[10.] United Nations Office on Drugs and Crime, http://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/statistics/corruption/Bosnia_corruption_report_web.pdf

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бања Лука

37.018.43:004.738.5(082)(0.034.4)

МЕЂУНАРОДНИ научно-стручни скуп Информационе технологије за е-Образовање ITeO (13 ; 2021 ; Бања Лука)
Zbornik radova [Електронски извор] = Proceedings / XIII međunarodni naučno-stručni skup Informacione Tehnologije za e-Obrazovanje ITeO, 24-25.9.2021. Banja Luka ; urednik Zoran Ž. Avramović ; pokrovitelji konferencije Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, Ministarstvo prosvjete i kulture Republike Srpske, Ministarstvo za naučnotehnološki razvoj, visoko obrazovanje i informaciono društvo Republike Srpske. - Banja Luka : Panevropski univerzitet Apeiron, 2021 (Banja Luka : CD izdanje). - 1 електронски оптички диск (CD-ROM) : текст ; 12 cm. - (Edicija Informacione tehnologije = Information technologies ; knj. br. 31)

Системски захтјеви нису наведени. - Насл. са насловног екрана. - Текст ћир. и лат. - Радови на срп. и енгл. језику. - Тираж 200. - Библиографија уз сваки рад. - Abstracts.

ISBN 978-99976-34-80-1

COBISS.RS-ID 134226689

SPONZORI:

PROINTER
IT SOLUTIONS AND SERVICES

teleklik.d.o.o
Usluge u informatici i telekomunikacijama

Microsoft

ISBN 978-999-76-34-80-1