

INŽENJERSKA KOMORA CRNE GORE
STRUKOVNA KOMORA ELEKTRO INŽENJERA

ŠESTI DANI

ELEKTRO INŽENJERA IKCG

ZBORNİK RADOVA - 2022.



ZBORNİK RADOVA

PODGORICA, OKTOBAR 2022.

INŽENJERSKA KOMORA CRNE GORE
STRUKOVNA KOMORA ELEKTRO INŽENJERA

ŠESTI DANI
ELEKTRO INŽENJERA IKCG

ZBORNIK RADOVA

Podgorica, oktobar 2022.

CIP - Каталогизација у публикацији
Национална библиотека Црне Горе, Цетиње

ISSN 2704-520X = Dani elektro inženjera IKCG
COBISS.CG-ID 14752772

IZDAVAČ

Inženjerska komora Crne Gore
Strukovna komora elektro inženjera
Bulevar Džordža Vašingtona br. 31, Podgorica

ZA IZDAVAČA

Mr Nikola Luković, dipl.inž.građ.

ODGOVORNI UREDNICI

Željko Maraš, dipl.inž.el.
Prof. dr Milovan Radulović, dipl.inž.el.

ORGANIZACIONI ODBOR

Sandra Šipčić, dipl.inž.el, predsjednica IO Strukovne komore elektro inženjera
Željko Maraš, dipl.inž.el, predsjednik Organizacionog odbora
Prof. dr Milovan Radulović, dipl.inž.el, predsjednik Programskog odbora
Mićun Nikitović, dipl.inž.el.
Hajdana Božović, dipl.inž.el.
Zoran Kaluđerović, dipl.inž.el.
Blagota Novosel, dipl.inž.el.
Dragan Kečina, dipl.inž.el.
Milanko Džuver, dipl.inž.el.
Ana Grbović, dipl.inž.el.
Mladen Terzić, dipl.inž.el.

LEKTURA

Jelena Pavićević Tatar

TEHNIČKI UREDNIK

Blažo Veljović

ŠTAMPA I POVEZ

Grafo Group d.o.o.
Podgorica

TIRAŽ

300

POKROVITELJI

Ministarstvo kapitalnih investicija Crne Gore
Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma Crne Gore
Glavni grad Podgorica
Elektrotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore

SPONZORI

Dahua&Master MN d.o.o. - Zlatni sponzor
Čikom d.o.o. - Srebrni sponzor
Schneider Security&Enel PS CG d.o.o. - Srebrni sponzor
Hikvision - Srebrni sponzor
ETI Elektroelement d.o.o. - Bronzani sponzor
Alarm automatika d.o.o. - Bronzani sponzor
Privredna komora Crne Gore - Bronzani sponzor
Telemont d.o.o. - Bronzani sponzor
Elektroprivreda Crne Gore A.D. - Bronzani sponzor
Zetogradnja d.o.o. - Bronzani sponzor
Agencija za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost - Sponzor
Crnogorski elektroprenosni sistem A.D. - Sponzor
Novi Volvox d.o.o. - Sponzor
Elko Tim d.o.o. - Sponzor

Zbornik radova

ŠESTI DANI ELEKTRO INŽENJERA IKCG

ZBORNİK RADOVA

Podgorica, oktobar 2022.

SADRŽAJ

UVODNA RIJEČ PREDSEDNICE STRUKOVNE KOMORE ELEKTRO INŽENJERA IKCG.....	9
--	----------

UVODNA RIJEČ PREDSEDNIKA ORGANIZACIONOG ODBORA	11
---	-----------

DMX UPRAVLJIVI LED SISTEMI OSVETLJENJA VRHUNSKIH SPORTSKIH OBJEKATA.....	13
---	-----------

Mladen Šupić - Signify International B.V. Ogranak Beograd

Vladimir Popović - Ing-Invest d.o.o, Podgorica

Žarko Pavlović - La Collina, Podgorica

Momčilo Petrović - Elektrotehnički Institut Nikola Tesla, Beograd

Dušan Branković - X Brand System, Valjevo

E-MOBILNOST - STANICA ZA PUNJENJE ELEKTRIČNIH VOZILA.....	21
--	-----------

Aleksander Cilenšek, ETI Elektroelement d.o.o, Izlake

Adrijana Milevska, ETI Elektroelement d.o.o, Izlake

INFORMACIONI SISTEM ZA MONITORING POTROŠNJE ENERGIJE I VODE U JAVNIM OBJEKTIMA	29
---	-----------

Maida Kurtagić, Alarm Automatika d.o.o, Podgorica

Božidar Pavlović, Ministarstvo kapitalnih investicija, Vlada Crne Gore

IZAZOVI U PROJEKTOVANJU SISTEMA ZA DOJAVU POŽARA NA PRIMJERU PROJEKTA LUŠTICA BAY.....	41
Danilo Đalović, Telemont d.o.o, Podgorica Nino Belicki, Bosch Security, Zagreb	
POSTUPAK MERENJA ELEKTROMAGNETNOG POLJA U OKOLINI BAZNIH STANICA MOBILNE TELEFONIJE	49
Cveta Tušup, Vladimir Matić, Aleksandar Lebl, IRITEL a.d. Beograd	
REVITALIZACIJA HIDRGENERATORA U HE „ĐERDAP 1”	61
Dragan Belonić, HE “Đerdap 1”, Kladovo	
NADGLEDANO MAŠINSKO UČENJE NA PRIMJERU KLASIFIKACIJE POSTOVA SA DRUŠTVENE MREŽE TWITTER.....	71
Luka Božović, Amplitudo D.O.O. / Univerzitet Crne Gore Doc. dr Uglješa Urošević, Univerzitet Crne Gore	
DIGITALNA TRANSFORMACIJA – TREND ILI PREKRETNICA U ISTORIJI INŽENJERSTVA I POSLOVANJA UOPŠTE?	81
Aleksandar Duković, Mezon d.o.o, Danilovgrad	
SPONZORI.....	95

UVODNA RIJEČ PREDsjedNICE STRUKOVNE KOMORE ELEKTRO INŽENJERA IKCG



Poštovane članice i članovi Inženjerske komore,

Strukovna komora elektroinženjera Inženjerske komore Crne Gore, organizuje „Šeste dane elektro inženjera“. Poslije dvije godine, tokom kojih smo bili prinuđeni da skup organizujemo u „on-line“ formatu, ove godine stručni skup biće ponovo održan „uživo“, što omogućava i da se ostvari jedan od ciljeva skupa, a to je obnavljanje starih i uspostavljanje novih kontakata među članovima Strukovne komore elektro inženjera, kao i kontakata sa prijateljima i poslovnim partnerima iz zemlje i inostranstva.

Koncept „Šestih dana elektro inženjera Inženjerske komore Crne Gore“ biće nešto drugačiji nego prethodnih godina i sastojće se od prezentacija autorskih radova, panel diskusija i prezentacija pripremljenih od strane sponzora.

Ove godine smo za Zbornik odabrali stručne radove, kojima su obrađene raznovrsne teme, počevši od stanica za punjenje električnih automobila, hidro elektrana, energetske efikasnosti, osvjetljenja, digitalne transformacije, mjerenja elektromagnetnog zračenja stanica mobilne telefonije, sistema za dojavu požara i sl. Koristim priliku da se zahvalim autorima, koji su uložili trud i vrijeme u pripremu svojih radova, kao i Inženjerskim komorama iz okruženja, koje su poziv za prijavu radova dostavile svojim članovima.

Osim prezentacija autorskih radova kroz panele će biti pokrivena teme vezane za proizvodnju električne

energije iz obnovljivih izvora, implementaciju 5G mreža i proces digitalne transformacije u Crnoj Gori.

Od početka naredne godine, Komora počinje sa sprovođenjem programa obaveznog stručnog usavršavanja svojih članica i članova, što će biti jedna od najznačajnijih aktivnosti, a čemu će doprinijeti i organizovanje jednog ovakvog skupa.

Takođe, Inženjerska komora je od ove godine omogućila učlanjene mladih inženjera pod posebnim uslovima, sa ciljem njihovog ranog uključivanja u rad Komore. Cilj nam je da mladim inženjerima omogućimo pristup svim aktivnostima u Komori, posebno onim vezanim za stručno usavršavanje. Radi promocije ovog koncepta, u Zborniku radova objavljen je i jedan studentski rad, tako da ovom prilikom zahvaljujem Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici na podršci.

Zahvaljujem se pokroviteljima skupa na prepoznavanju značaja ovog događaja, i to Ministarstvu kapitalnih investicija, Ministarstvu ekologije, prostornog planiranja i urbanizma, Glavnom gradu Podgorica i Elektrotehničkom fakultetu Podgorica.

Posebnu zahvalnost dugujemo našim sponzorima, bez kojih ne bi bilo moguće organizovati ovaj skup. Prije svega Zlatnom sponzoru, Master MN doo Podgorica&Dahua Technology, Srebrnim sponzorima, Čikom doo Podgorica, EnelPS&Schneider electric i Hikvision E, Bronzanim sponzorima, Elektroprivredi Crne Gore, Privrednoj komori Crne Gore, Telemont doo Podgorica, ETI Group Slovenija, Zetogradnja doo Podgorica i Alarm automatika doo Podgorica. Kao i ostalim sponzorima, Crnogorskom elektroprenosnom sistemu, Agenciji za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost, Novi Volvox doo Podgorica i Elkotim doo Podgorica.

Poseban doprinos cijelom događaju su dali članovi Organizacionog i Programskog odbora, kao i zaposleni u Sekretarijatu Komore. Zahvaljujem i svim ostalima koji su učestvovali u organizaciji skupa i koji su omogućili pripremu i štampanje Zbornika radova.

Srdačan pozdrav,

Sandra Šipčić, dipl.inž.el.

Predsjednica Strukovne komore elektro inženjera

UVODNA RIJEČ PREDSJEDNIKA ORGANIZACIONOG ODBORA



Poštovane kolegice i kolege,

Čini mi izuzetno zadovoljstvo što vam se već šest godina zaredom obraćam ispred Organizacionog odbora i što ćemo, nakon protekle dvije godine u kojima smo, zbog pandemije korona virusa, stručni skup pripremali i održavali korišćenjem „on-line“ platformi, ponovo biti u prilici da ovogodišnji stručni skup „ŠESTI DANI ELEKTRO INŽENJERA“ održimo uživo. Ovo će ujedno biti i prilika da se, nakon dužeg vremena, sretnemo, družimo i prisustvujemo korisnim i zanimljivim prezentacijama stručnih radova i sponzorskim prezentacijama.

Posebno smo ponosni na činjenicu da smo ove godine u program stručnog skupa uveli, po našem mišljenju, značajnu novinu, koja se ogleda u održavanju tri panel diskusije, koje organizujemo u saradnji sa: Agencijom za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost i operatorima mobilnih elektronskih komunikacionih mreža, Regulatornom agencijom za energetiku i regulisane komunalne djelatnosti i energetske kompanijama iz Crne Gore i Privrednom komorom Crne Gore, odnosno njenim Odborom udruženja informacionih i komunikacionih tehnologija, kojima se ovom prilikom zahvaljujem.

Posebnu zahvalnost iskazujem Ministarstvu kapitalnih investicija, Ministarstvu ekologije, prostornog planiranja i urbanizma, Glavnom gradu Podgorica i Elektrotehničkom fakultetu, generalnim pokroviteljima ovogodišnjeg stručnog skupa, u nadi da ćemo saradnju nastaviti i u svim sljedećim godinama.

Zahvaljujem se i našim ovogodišnjim sponzorima, a to su 14 kompanija iz Crne Gore i inostranstva koje su prepoznale značaj stručnog skupa i koje će biti prisutne na skupu, a jedan dio njih će svojim prezentacijama doprinijeti poboljšanju kvaliteta ovog događaja. Vjerujem da ćemo sa svim ovogodišnjim sponzorima nastaviti dobru saradnju i da ćemo biti u prilici da ponovo sarađujemo i narednih godina.

U nadi da će i ovogodišnji stručni skup biti na nivou svih prethodnih i da će okupiti veliki broj učesnika/ica, zahvaljujem se svima vama koji podržavate naš rad i obećavam nastavak tradicije.

U ime Organizacionog odbora i u svoje ime, sve vas pozdravljam i želim vam ugodan boravak na „ŠESTIM DANIMA ELEKTRO INŽENJERA“.

*Željko Maras, dipl. el. inž.
Predsjednik Organizacionog odbora*

DMX UPRAVLJIVI LED SISTEMI OSVETLJENJA VRHUNSKIH SPORTSKIH OBJEKATA

Mladen Šupić - Signify International B.V. Ogranak Beograd

Vladimir Popović - Ing-Invest d.o.o, Podgorica

Žarko Pavlović - La Collina, Podgorica

Momčilo Petrović - Elektrotehnički Institut Nikola Tesla, Beograd

Dušan Branković - X Brand System, Valjevo

KRATAK SADRŽAJ

Referat se bavi LED sistemima osvetljenja vrhunskih sportskih objekata sa akcentom na DMX upravljanju koje donosi mnoge dodatne benefite.

Sistemi osvetljenja vrhunskih stadiona i sportskih dvorana danas nemaju samo ulogu ispunjenja svetlotehničkih zahteva za odigravanje utakmica, kao i ostvarivanja idealnih uslova TV emiterima za prenos u HD rezoluciji. Zahvaljujući DMX upravljanju, ovi sistemi preuzimaju ulogu i osvetljenja za zabavu.

Referat analizira i brojne pogodnosti koje su na sportskim objektima ostvarene zahvaljujući DMX upravljanju LED sistemima, kroz nekoliko primera poznatih svetskih objekata, kao i objekata realizovanih u našem regionu. Referat se bavi i energetsom efikasnošću ovakvih sistema sportskog osvetljenja i uštedama koje je moguće ostvariti njihovom primenom.

Ključne riječi: DMX, Interact Sports, LED, Vrhunsko (High-end) sportsko osvetljenje.

1. UVOD

Iako je LED revolucija u svojoj poslednjoj fazi stigla u sportsko osvetljenje, već danas su LED svetiljke prisutne u velikom broju sportskih objekata. Prepreke koje su se odnosile na projektore velike snage, odnosno svetlosnog fluksa, vrhunsku reprodukciju boja, kao i adekvatnu temperaturu boje svetlosti, odavno su prevaziđene, a brojne mogućnosti za upravljanjem sistemom osvetljenja su na raspolaganju.

Pametni stadioni i sjajna iskustva navijača počinju sa pametnim sistemom osvetljenja koji omogućava upravljanje kompletnom instalacijom, uključujući osvetljenje terena sa efektima, fasadu stadiona,

parkinge i ugostiteljske prostore. Na ovaj način poboljšava se i njihovo poslovanje. Posetioci se zabavljaju prilagođenim svetlosnim efektima pre, tokom i posle glavnog događaja. Na ovaj način moguće je generirati nove tokove prihoda, privući različite vrste događaja i stvoriti nove poslovne prilike.

Sistem osvetljenja fudbalskog terena treba da obezbedi optimalne uslove u okviru zahtevanog nivoa osvetljenja kako bi se osiguralo da igrači, zvanična lica, gledaoci i TV emiteri mogu da učestvuju i uživaju u meču bez ometanja. Tokom projektovanja osvetljenja, trebalo bi primeniti smernice navedene u pravilnicima i preporukama kako bi se uspostavio visokokvalitetni sistem osvetljenja koji zadovoljava zahteve odgovarajuće klase osvetljenosti definisane od strane UEFA ili FIFA.

Osnovna briga treba da ostane da se igračima i zvaničnim licima obezbede optimalni uslovi za nastup. Sistem osvetljenja ne sme da ih ometa tokom meča, ali i s druge strane da stvori gledaocima ugodno okruženje bez blještanja i omogući im da jasno vide utakmicu. [1] [2]

Poslednjih godina arhitektonski i estetski zahtevi doveli su u pitanje smernice za projektovanje osvetljenja. Novi stadioni su često projektovani i izgrađeni na načine koji zahtevaju da sistem osvetljenja terena deluje u skladu sa traženim standardom, a istovremeno ostane veran arhitektonskom dizajnu.

Da bi uspešno poslovali, sportski objekti moraju biti fleksibilni i ponuditi mnogo više od zadovoljenja standarda za osvetljenje.

2. DMX PROTOKOL

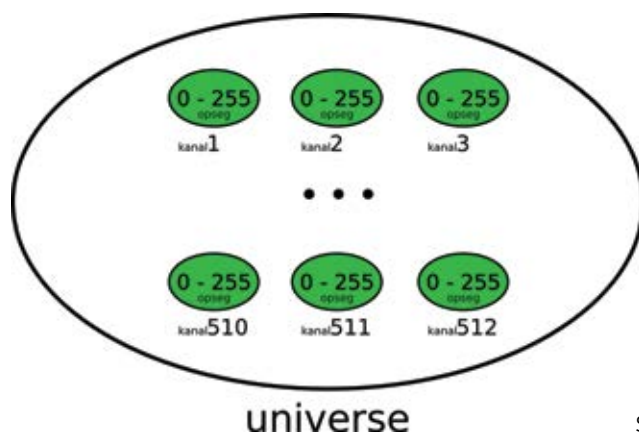
Umetnost vizuelnog izražavanja je stara koliko i sam čovek. Niko ne ostaje ravnodušan na savršeno smenjivanje oblika, boja i senki koje proizvode potpuni doživljaj i ističu pojedine elemente scene.

Digitalna vizuelna umetnost u primenjenom smislu, pronalazi sve više prolaza do običnog korisnika, oplemenjujući razne doživljaje, omogućavajući da i gledalac učestvuje u njima, ali i doprinoseći ekonomskim efektima takvih događaja.

Značajni koraci u integraciji audio vizuelnog sadržaja sa elementima igre, umetnosti, nauke, zabave i sporta su sve više prisutni. Da bi bili mogući, neophodna je integracija svih ovih elemenata u jedinstvene sisteme. Svetlosni efekti su važan deo ove integracije i vrlo često pretpostavljaju sinhronu radnju nekoliko stotina svetiljki koja mora da bude tečna i simultana.

Da bi ovo bilo moguće, neophodno je poznavati tehnologije komunikacije svetiljki od kojih je jedna od najznačajnijih – DMX 512 (DMX – Digital Multiplex). DMX protokol omogućava upravljanje na 512 kanala kroz jedan kabl (što je veoma značajan pomak u poređenju sa starim sistemima koji su zahtevali jednu paricu za svaki kanal). DMX 512 je protokol koji koriste skoro sve automatizovane svetiljke (automated lighting fixtures). Ovaj univerzalni protokol omogućava da svetiljkama upravlja veliki broj različitih kontrolera (Light controllers). DMX protokol nije vezan za proizvođača, što znači da se bilo kojom svetiljkom može upravljati bilo kojim kontrolerom. Ovim se omogućava da korisnik dobije sistem koji u potpunosti odgovara njegovim zahtevima. Dalja integracija svetiljki i njihovo povezivanje kroz mrežne strukture i uređaje je takođe moguće. Ono se ostvaruje preko Ethernet stadarda (Art-net i sACN) što nam omogućava da naše sisteme integrišemo u mrežna okruženja objekata. Pored lokalne kontrole uređaja, važno je pomenuti i RDM opciju. RDM (Remote Device Management) omogućava laku dijagnostiku kvarova i lak pristup podešavanjima svetiljki kada nemamo lak fizički pristup samim svetiljkama, a sve to koristeći isto ožičenje kao i DMX, umećući signale, po potrebi, između DMX paketa. [3]

Osnovu DMX protokola čine kanali (1-512) koji su grupisani u univerzume (Slika 1). Tradicionalno su kanali predstavljali pojedinačne svetlosne elemente. Složenost današnjih sistema osvetljenja je dovela do toga da pojedinačni kanali odgovaraju određenim parametrima unutar svetiljki, tako da svaki pojedinačni kanal ima opseg od 0 – 255. U početku razvoja, vrednosti iz opsega su odgovarale procentima izlaznog fluksa pojedinačnih svetiljki ($0 - 255 = 0 - 100\%$). Danas se opseg kanala koristi za upravljanje širokom paletom osobina svetlosnih elemenata (od intenziteta, preko pan i tilt funkcija, do posebnih osobina svetlosnih elemenata). Dakle, imamo 256 vrednosti po kanalu kojih u jednom univerzumu ima 512. [4]



Slika 1. DMX Univerzum

Svaka automatizovana svetiljka mora da ima svoj kanal ili set kanala unutar univerzuma koji omogućavaju upravljanje. Svaka svetiljka ima svoju startnu adresu (koja određuje prvi kanal) i zauzima određeni broj kanala (adresa) u zavisnosti od toga sa koliko osobina svetiljke možemo da upravljamo (primer kanala i opsega, Tabela 1).

Tabela 1. Primer kanala (Adresa), parametara i opsega

Svetiljka 1		
DMX Kanal (Adresa)	Parametar	Opseg
1	Dimmer	0-255
2	Red	0-255
3	Green	0-255
4	Blue	0-255
Svetiljka 2		
DMX Kanal (Adresa)	Parametar	Opseg
5	Dimmer	0-255
6	Red	0-255
7	Green	0-255
8	Blue	0-255

Programiranje svetlosnih kontrolera počinje povezivanjem informacija iz konzole sa jedinstvenim DMX adresama svetiljki. Na ovaj način smo omogućili da programer može da podesi i snimi parametre različitih osobina za svaku pojedinačnu svetiljku i to u formatu prilagođenom lakom i jednostavnom čitanju, ali i da upravlja svakom pojedinačnom svetiljkom i skupom njenih osobina. Programiranjem možemo upravljati bojom, intenzitetom, vertikalnim i horizontalnim nagibom, vremenom rada i mnogim drugim osobinama.

Usled slabljenja signala pri prolasku kroz svetiljke, maksimalan broj svetiljki po jednom kablu je 32 (ovo opet zavisi od dužine kabla i topologije projekta). Preporučuje se rad sa manjim grupama svetiljki kako bi podešavanja bila efikasnija, a eventualna defektaža kvarova lakša. [4]

3. KARAKTERISTIČNE INSTALACIJE OSVETLJENJA NA STADIONIMA U REGIONU



Slika 2. Instalacije osvetljenja stadiona „Pod Goricom“, Podgorica, „Karađorđe“, Novi Sad, „Partizan“, Beograd, „Rajko Mitić“, Beograd - gde se koriste svetiljke sa metal-halogenim izvorima

Osvetljenje velike većine fudbalskih terena stadiona u regionu izvedeno je u skladu sa važećim zahtevima UEFA za stadione najviše kategorije, a pri tome su korišćeni projektori sa metal-halogenim izvorima (slika 2). Iako su njihove karakteristike takve da obezbeđuju zahtevane nivoe osvetljenosti, uz adekvatnu ravnomernost, idealnu temperaturu boje svetlosti i adekvatnu reprodukciju boja za TV prenose, nesumnjive su prednosti koje donose LED instalacije osvetljenja (slika 3).



Slika 3. Instalacija osvetljenja modernog stadiona „TSC Arena“, Bačka Topola

Dobro poznatim prednostima LED instalacija u vrhunskom sportskom osvetljenju (manja instalisana snaga, mogućnost trenutnog uključivanja, duži vek trajanja...) kada se svetiljkama upravlja putem DMX ili sličnog protokola pridružuju se brojne nove kao što su:

- Svetlosni efekti,
- Dodatna ušteda u potrošnji električne energije,
- Bolja ravnomernost osvetljenosti u svim režimima rada,
- Duži vek trajanja svetiljki,

- Niži nivo blještanja,
- Manje svetlosno zagađenje.

3.1. Svetlosni efekti

Veb (cloud) aplikacije olakšavaju kontrolu osvetljenja i omogućavaju pokretanje unapred programiranih svetlosnih scena. Na ovaj način može se odabrati željena boja koja bi se primenila na jednu ili više zona, sačuvati željeni svetlosni efekti i zatim daljinski primenjivati kako bi odgovarali svakoj prilici. Zahvaljujući DMX protokolu i LED izvorima osvetljenja, u prilici smo da prikažemo boje tima ili brenda, pokrenemo unapred definisane godišnje scene za festivale i praznike ili programiramo specijalne svetlosne efekte za jednokratne događaje. Kada se na kraju svetlosni, usklade sa audio ili video efektima, što se relativno jednostavno postiže, utisak je kompletan.

3.2. Dodatna ušteda u potrošnji električne energije

Samo prelaskom sa konvencionalnih na svetiljke sa LED izvorima svetlosti, uobičajeno se ostvaruje značajna ušteda u potrošnji električne energije, ali se DMX upravljanjem LED sistemima osvetljenja ova ušteda dodatno povećava. Na ovaj način je moguće uvek isporučiti onoliko svetlosti koliko je zaista potrebno. Tako se za utakmice manjeg značaja, svetlosni fluks može regulisati tako da se ne angažuje puna snaga sistema. Isto se odnosi i na utakmice bez TV prenosa, treninge i rekreaciju. Takođe, svetlosni fluks se može regulisati i u skladu sa prisustvom dnevne svetlosti.

3.3. Bolja ravnomernost osvetljenosti u svim režimima rada

Zahvaljujući tome što više nema potrebe za posebnim režimima uključenja gde se koristi samo deo svetiljki, kada je sistem osvetljenja kontrolisan DMX protokolom, sve vreme zadržavamo nivo ravnomernosti osvetljenosti koji se ima u punom režimu rada. Na ovaj način uobičajeno se ostvaruje bolja ravnomernost osvetljenosti u nižim režimima rada sistema osvetljenja.

3.4. Duži vek trajanja svetiljki

Za razliku od konvencionalnih svetiljki, radni vek LED svetiljki se produžava kada rade sa smanjenim fluksom, odnosno opterećenjem. Na taj način primenom DMX sistema upravljanja produžićemo i vek trajanja instalacije osvetljenja.

3.5. Niži nivo blještanja

Osim u punom režimu rada, kada sve svetiljke rade sa 100% snage, odnosno svetlosnog fluksa, u svim ostalim režimima rada blještanje je niže nego što je to slučaj kada nema regulacije svetlosnog fluksa. Regulisanjem svetlosnog fluksa, kao i zadržavanjem prisutnosti svih svetiljki u nižim režimima rada, ostvaruju se komforniji uslovi za korisnike, jer su neželjeni efekti blještanja manje prisutni nego što je to slučaj kada nema mogućnosti upravljanja osvetljenjem.

3.6. Manje svetlosno zagađenje

Usled većih mogućnosti fokusiranja LED svetiljki, postiže se „svetlost tamo gde je potrebno“, a smanjuje nivo svetlosnog zagađenja u okolini sportskog objekta.

4. SISTEM OSVETLJENJA STADIONA

Tipičan sistem osvetljenja fudbalskog terena stadiona (slika 4) sastoji se od projektora snabdevenih drajverima, kontrolera, mreže i uređaja za komunikaciju.

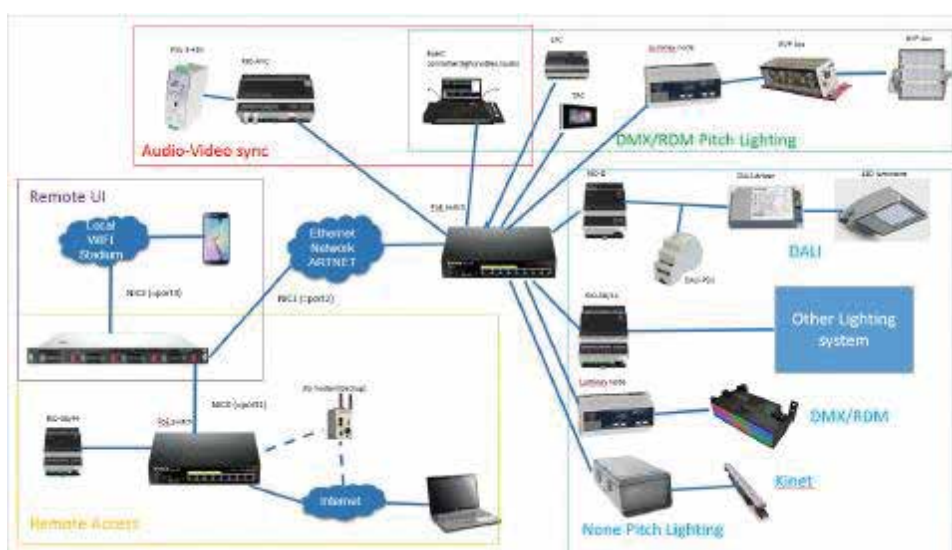


Slika 4. Tipičan sistem osvetljenja

Kako bi sistem funkcionisao, potrebno je locirati svetiljke, proveriti veze i dati im adrese. Zatim se definišu scene koje će se koristiti i kojima je moguće upravljati preko panela osjetljivim na dodir (touch panel). Tokom pojedinačnih događaja, sistem osvetljenja se može kontrolisati preko spoljnog kontrolera (event control) kako bi se u potpunosti integrisao celokupan scenario.

U slučaju bilo kakve greške u sistemu upravljanja osvetljenjem, automatski se uključuju svi projektori, i to u punom režimu rada.

Na savremenim sportskim objektima, sistem osvetljenja je šireg spektra i obuhvata i osvetljenje ostalih delova kao što su fasada, prilazi, parkinzi, unutrašnje prostorije. Pri tome je moguća sinhronizacija sa audio i video sistemima, kao i eksterna kontrola (slika 5).



Slika 5. Kompleksan sistem osvetljenja povezan sa audio i video sistemima

LED svetiljke koje se koriste imaju mogućnost da se njima upravlja, a moguće su i konverzije sa DALI,

KiNET ili sličnih protokola. Artnet čvor pretvara ArtNet komande (DMX/RDM preko Etherneta/IP) u DMX komande. Čvorovi imaju četiri DMX/RDM izlaza, a svaki izlaz može pokretati do 32 drajvera sa pripadajućim svetiljkama.

Touch panel se napaja preko Etherneta i omogućava izbor unapred definisanih scena.

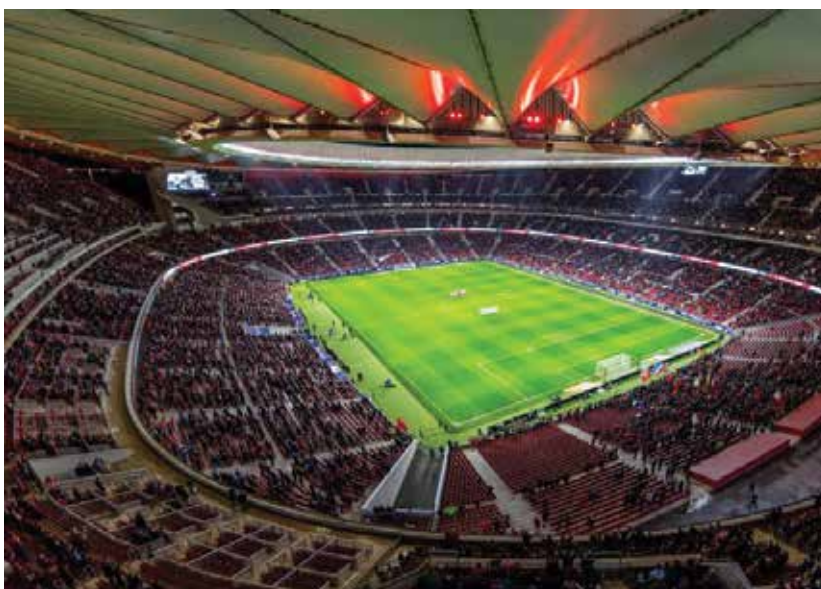
LPC (Lighting Playback Controller) je centralni kontroler. Sve statički i dinamički definisane (naručene) scene se čuvaju ovde. Scene se pokreću preko komandi preko Etherneta/IP-a. Izlaz scene (Artnet sekvence) se takođe prenosi preko Ethernet/IP-a.

Za posebne događaje može se priključiti dodatni kontrolni uređaj za kreiranje scena. Takvom uređaju se odobrava pristup LPC sistemu pritiskom na virtuelno dugme na TPC-u.

Računar sa instaliranim softverom LumiNet Monitor služi za konfigurisanje svih uređaja u mreži i stoga je potreban samo tokom puštanja u rad.

5. PRAKTIČNI PRIMERI

5.1. Wanda Metropolitano stadion, Madrid



Slika 6. Wanda Metropolitano stadion, Madrid

Sa kapacitetom sedenja za oko 68.000 navijača, zvaničnici Atletiko Madrida želeli su da stvore impresivno iskustvo koje počinje od trenutka kada ljudi ulaze na parking i traje do trenutka kada odu sa stadiona. Pored stvaranja ultimativnog iskustva za navijače na tribinama, ključno je obezbediti najbolje moguće uslove za one koji gledaju utakmice kod kuće. Drugi ključni prioritet je stvaranje dodatnih prihoda usled fleksibilnosti objekta da ugosti širok spektar novih događaja.

Wanda Metropolitano je prvi stadion na svetu sa 100% LED osvetljenjem integrisanim u jedan sistem kojim se lako upravlja (slika 6). Interact Sports sistem upravljanja obezbeđuje kontrolu osvetljenja na celom stadionu, uključujući fasade, fudbalski teren, unutrašnje prostorije i parking prostore.

Spektakularna krovna konstrukcija iznad terena je opremljena dinamičkim arhitektonskim osvetljenjem, kojim se kreiraju atraktivni svetlosni efekti za posetioce. Osvetljenje fasade sinhronizovano je sa osvetljenjem parkinga i prilaza stadionu, čime se stvara impresivno iskustvo. Fasadno osvetljenje se može videti izdaleka i odmah je postalo gradska znamenitost i turistička atrakcija. Za svaku vrsta događaja osvetljenje se može lako konfigurisati putem softvera Interact Sports tako da u potpunosti zadovolji različite potrebe. [5] [6]



Slika 7. „TSC Arena“, Bačka Topola

Prvi stadion u regionu koji poseduje modernu instalaciju osvetljenja, odnosno vrhunske LED projektore kojima se upravlja putem DMX protokola, je „TSC Arena“ u Bačkoj Topoli (slika 7).

Vlasnik i korisnik stadiona je fudbalski klub TSC. Stadion se sastoji od četiri tribine ukupnog kapaciteta 4.500 mesta. Po UEFA standardima, spada u treću kategoriju, dok sistem osvetljenja ispunjava sve zahteve najviše četvrte kategorije. [1]

Pored osvetljenja terena koje ispunjava zahteve najviše kategorije UEFA, ono što daje dodatnu vrednost je način upravljanja osvetljenjem koji omogućava sve ovde navedene prednosti. Osvetljenja terena je usklađeno sa audio efektima što mu daje posebnu draž. I osvetljenje fasade je izvedeno LED svetiljkama kojima se upravlja na veoma jednostavan način, a ostvaruju se efekti koje će ubuduće činiti ovaj stadion prepoznatljivim.

6. ZAKLJUČAK

Iako je vrhunsko sportsko osvetljenje poslednji segment u koju su ušle svetiljke sa LED izvorima, ova vrsta osvetljenja već se uveliko primenjuje u velikom broju sportskih objekata.

Pored dobro poznatih prednosti LED izvora (dugog veka trajanja, manje instalisane snage, veće mogućnosti fokusiranja osvetljenja), jedna od najznačajnijih je svakako mogućnost jednostavnog upravljanja sistemom osvetljenja. Primenom DMX sistema upravljanja, instalacija osvetljenja dobija nove karakteristike i postaje značajno fleksibilnija i atraktivnija.

DMX protokol je relativno jednostavan za korišćenje i ne zahteva značajno veću investiciju u sistem osvetljenja, a sa druge strane pruža mnoge pogodnosti korisniku. Neke od njih pomenute u ovom radu već su uveliko potvrđene u praksi.

Moderni sportski objekti danas pored savremenog LED osvetljenja koje u potpunosti zadovoljava sve zahteve normi, obavezno poseduju i sistem kojim se upravlja osvetljenjem i na taj način objekti čine atraktivnijim, fleksibilnijim i profitabilnijim. DMX protokol jedno je od racionalnih rešenja da se to postigne.

LITERATURA

1. UEFA Stadium Infrastructure Regulations, Edition 2018
2. Najnoviji pravilnici i trendovi u oblasti vrhunskog sportskog osvetljenja, M.Šupić, V.Popović, Ž.Pavlović, M.Petrović
3. <https://pro.harman.com/insights/entertainment/touring/understanding-the-basics-of-programming-lighting-with-dmx-512/>
4. <https://learnstagelighting.com/what-is-dmx-512/>
5. <https://www.lighting.philips.com/main/application-areas/arena-stadiums>
6. <https://www.interact-lighting.com/global/capabilities/scene-management>

E-MOBILNOST - STANICA ZA PUNJENJE ELEKTRIČNIH VOZILA

Aleksander Cilenšek

ETI Elektroelement d.o.o, Izlake

Adrijana Milevska

ETI Elektroelement d.o.o, Izlake

KRATAK SADRŽAJ

Posljednjih godina e-mobilnost je u porastu i u Evropi, pa razvoj električnih vozila dovodi do razvoja i bezbjednosti stanica za punjenje električnih vozila. Na tržištu postoji nekoliko tipova električnih vozila: hibridna električna vozila (HEVs – Hybrid Electrical Vehicles), plug-in hibridna električna vozila (PHEVs – Plug-in Hybrid Vehicles) i električna vozila na baterije (BEVs – Battery Electric Vehicles). Plug-in hibridna vozila i električna vozila na baterije zahtijevaju električni punjač (EVSE – Electric Vehicle Supply Equipment). Postoje dva tipa stanica za punjenje električnih vozila: javne i kućne. U referatu će biti prikazan pregled različitih tipova stanica za punjenje, sa posebnim osvrtom na stanice za kućnu upotrebu, funkciju svake komponente, komunikaciju sa vozilom i utikač tipa 2, kao i važnost odabira diferencijalne strujne zaštite.

Ključne riječi: Stanice za punjenje električnih vozila, Standard IEC 61851-1, Način punjenja 3 (Mode 3), Utikač tipa 2, Diferencijalna strujna zaštita.

1. UVOD

Kada se ugrađuje stanica za punjenje električnih vozila, neophodno je poznavati tehničke propise iz te oblasti. Referat daje osvrt različitih tipova stanica za punjenje, takozvanih načina punjenja (Mode) i poređenje šta to znači u odnosu na vrijeme punjenja i bezbjednost korisnika. Posebna pažnja posvećena je stanicama za punjenje vozila za kućnu upotrebu, koje rade u načinu punjenja 3 (mode 3) slučaj C (case C), prema standardu IEC61851-1 [4]. Javne stanice rade slično u načinu punjenja 3, ali imaju neke druge karakteristike i ograničenja. Na primjeru jednostavne električne šeme biće prikazana funkcija ugrađenih komponenti, značaj komunikacije stanice sa vozilom (PWM modulacija) i karakteristike utikača tipa 2 (IEC 62196-2) [5].

Jedan od najvećih problema koji može nastati prilikom ugradnje EV punjača je „poništit“ već instaliranu diferencijalnu zaštitu u postojećoj instalaciji, jer bez odgovarajuće zaštite u samom EV punjaču ili u strujnom krugu do punjača, može se dogoditi da postojeća diferencijalna zaštita postane slijepa i da zbog toga ne odradi svoj zadatak. S tim u vezi, u ovom referatu se ukazuje na odgovarajuće mjere za korišćenje diferencijalne strujne zaštite u skladu sa standardom HD 60364-7-722:2019 [2]. Osim toga, u radu se govori i o budućim trendovima i izazovima u punjenju električnih vozila, kao i u pravcu u kom ide razvoj ove oblasti i kakva su očekivanja.

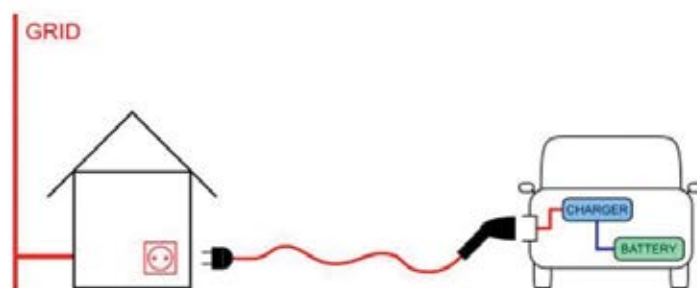
2. TIP STANICE ZA PUNJENJE ELEKTRIČNIH VOZILA

Stanica za punjenje električnih vozila odlikuje se svojom funkcionalnošću i ugrađenom zaštitom. Karakteristike i zahtjevi koji se moraju uzeti u obzir pri izradi stanice za punjenje veoma su dobro opisani u standardu IEC 61851-1: “Sistem za napajanje električnih vozila putem kabla – Dio 1: Opšti zahtjevi” [1]. Prema tome, se nekoliko tipova stanica za punjenje razlikuju u zavisnosti od načina i brzine punjenja, kao i namjene, a standard prepoznaje slijedeće načine (EV charging modes) punjenja [1]:

- Način punjenja 1 (Mode 1): Direktno povezivanje vozila na standardnu električnu utičnicu;
- Način punjenja 2 (Mode 2): Nadogradnja načina punjenja 1 sa posebnim tipom kabla koji ima dodatni uređaj za komunikaciju i nadzor sa vozilom kao i ugrađenu strujnu zaštitu;
- Način punjenja 3 (Mode 3): AC režim punjenja (naizmjeničnom strujom);
- Način punjenja 4 (Mode 4): DC režim punjenja (jednosmjernom strujom).

2.1. Način punjenja 1: Direktno povezivanje vozila na standardnu kućnu električnu utičnicu

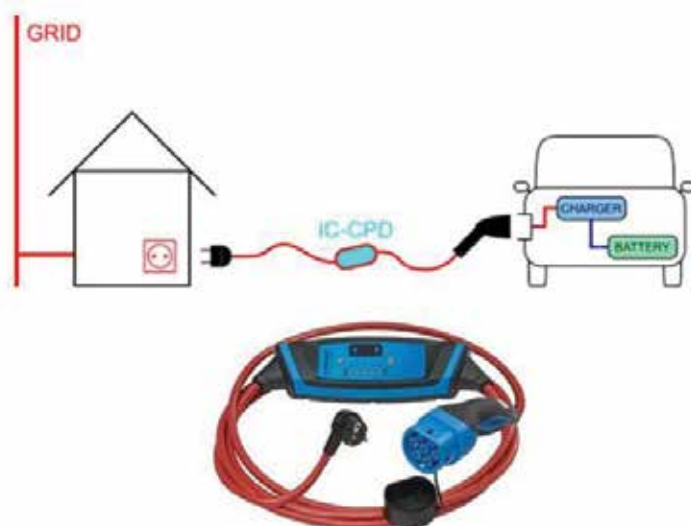
Direktno povezivanje vozila na standardnu kućnu električnu utičnicu je osnovni način punjenja 1, koji ne podržava nikakvu komunikaciju i nema dodatnu zaštitu između vozila i utičnice. Ovaj metod je zabranjen u mnogim zemljama zbog mogućih opasnosti. Način punjenja 1 se uglavnom koristi za punjenje lakih električnih vozila, kao što su električni skuteri i bicikli, ali ne i automobili.



Slika 1. Osnovna struktura EV koji se priključuje na kućnu utičnicu, izvor: Univerzitet Zagreb [4]

2.2. Način punjenja 2: Nadogradnja načina 1

Način punjenja 2 je nadogradnja načina 1, gdje se između vozila i standardne kućne električne utičnice koristi poseban tip kabla koji ima spojen dodatni uređaj za komunikaciju i nadzor sa vozilom i ima ugrađenu zaštitu od strujnog udara (IC-CPD in-cable control and protection device). Obično se taj tip kabla dobija prilikom kupovine električnog automobila. Način 2 se više koristi kao privremeni i na mjestima gdje nije dostupan napredniji način punjenja.

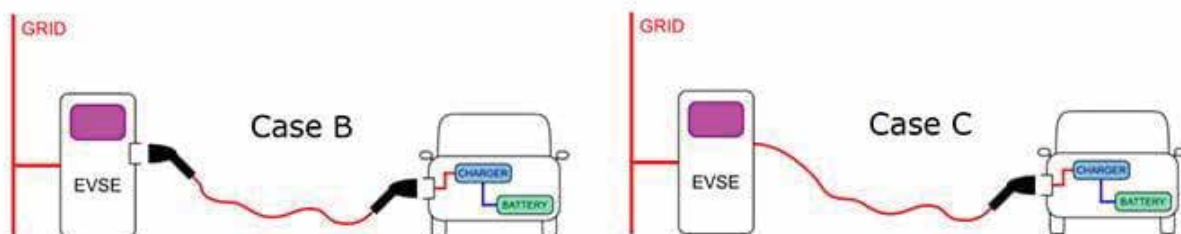


Slika 2. Način punjenja 2 i povezani kabl, izvor: Univerzitet Zagreb i Ali Bahrami [4]

2.3. Način punjenja 3: AC režim punjenja (naizmjeničnom strujom)

Način punjenja 3 je najčešće korišteni način punjenja naizmjeničnom strujom (AC režim) i uključuje važne zaštitne i pametne funkcije, kao što je komunikaciona veza između električnog vozila i opreme za punjenje tako da se snaga punjenja može kontrolisati tokom punjenja. Kabl sa utikačem - tip 2 (i jedno-fazni i trofazni) je standardan za Evropu i koristi se za režim punjenja naizmjeničnom strujom.

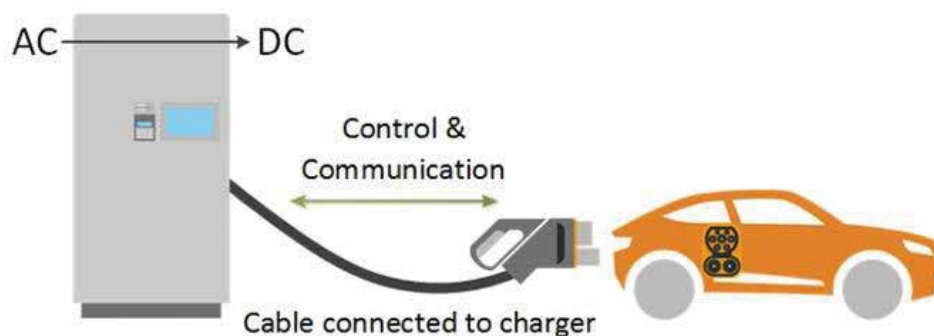
Primjer B na slici 3 namijenjen je javnim stanicama za punjenje naizmjeničnom strujom, gdje vlasnik vozila ima sopstveni kabl za punjenje sa utikačem tipa 2 sa obje strane, a sama stanica za punjenje u ovom slučaju ima utičnicu tipa 2 sa bravom. Primjer C se koristi za pojedinačne kućne stanice za punjenje, gdje je kabl sa utikačem pričvršćen za samu stanicu za punjenje.



Slika 3. Slučaj B i Slučaj C u načinu punjenja 3, izvor: Univerzitet Zagreb [4]

2.4. Način punjenja 4: DC režim punjenja (jednosmjernom strujom)

Način punjenja 4 je najbrži i jedini način koji radi u DC (jednosmjernom) režimu. U Evropi postoje različiti standardi za utikače i utičnice, od kojih su najpoznatiji japanski CHAdeMO i evropski Combo 2 ili CCS, koji je izabran kao standard za javne stanice za punjenje u EU. Novije DC stanice za punjenje dostižu priključnu snagu od nekih 100 kW, a na mnogim mjestima ni sama električna mreža nema dovoljno snage.



Slika 4. Način punjenja 4, izvor: Ali Bahrami [4]

2.5. Pregled vremena punjenja za sva četiri načina punjenja

Snaga sa kojom punjač radi ograničena je kako priključnom snagom (osiguračima) i ostalim istovremeno priključenim potrošačima, tako i maksimalnom snagom punjenja koju može da primi električno vozilo. Pri AC načinu punjenja (način punjenja 3), maksimalna snaga punjenja kod većine vozila je 11 kW, a malo njih može da podnese do 22 kW. Za razliku kod DC režima punjenja (način punjenja 4), te snage su mnogo veće, pa neka vozila mogu podnijeti snagu punjenja i do 250 kW, ali punjenje dosta zavisi i od temperature baterije i koliko je baterija napunjena u tom trenutku. Hladna baterija može da se ošteti velikom strujom, pa neki imaju i ugrađen sistem grijanja za korištenje zimi.

U Tabeli 1 prikazano je poređenje vremena punjenja za svaki način pojedinačno, koristeći kao primjer električni automobil sa kapacitetom baterije od 75 kWh pod pretpostavkom da se potpuno prazna baterija sve vrijeme puni istom brzinom punjenja. Najbrži je naravno DC način punjenja sa snagom punjenja od 150 kW, dok način punjenja 2 sa prenosivim punjačem traje najduže.

Tabela 1: Poređenje vremena punjenja za različite načine na primjeru električnog vozila kapaciteta 75 kWh

Način punjenja	Način 2	Način 3	Način3'	Način4
Snaga punjenja	3,7 kW	11 kW	22 kW	150 kW
Napon/struja	230V / 16A	400V / 16 A	400V / 32A	do 1000 VDC
Vrijeme punjenja	20 sati	7 sati	3,5 sata	0,5 sati

Ako se pretpostavi da se ovaj električni automobil koristi u svakodnevnom životu, na primjer za prevoz do malo udaljenijeg grada, način punjenja 2 je više koristan kao izuzetak, jer je punjenje presporo. Dok je način punjenja 3 (kućni punjač) snage 11 kW sasvim dovoljan za punjenje i to samo u periodu jeftine tarife.

Kao primjer, stambene zgrade u Sloveniji uglavnom imaju trofazni priključak sa osiguračima od 3x20 A ili više, pa je punjač od 11 kW sasvim dovoljan i realan za kućnu upotrebu. Naravno, takođe je moguće ograničiti struju punjenja na niže vrijednosti u načinu punjenja 3 u zavisnosti od drugih električnih potrošača u kući i istovremenog rada, na primjer toplotne pumpe ili neki drugi veliki potrošač.

3. STANICE ZA PUNJENJE VOZILA ZA KUĆNU UPOTREBU – NAČIN PUNJENJA 3 C

AC način punjenja (način punjenja 3) je najefikasniji i najsigurniji način punjenja električnih automobila za kućnu upotrebu, prema standardu IEC 61851-1 ili 1-fazni ili 3-fazni priključak različitih snaga [1]. Kad se posmatra stanica za punjenje električnih vozila ugrađena na vidno mjesto na kući sa ugrađenim

kablom i utikačem tipa 2 (slika 5), postavlja se pitanje na koji način punjač javlja informaciju kolika je struja električnom automobilu “dozvoljena” da napuni bateriju, da ne bi se preopteretio kućni priključak ili električna instalacija, i kako punjač detektuje kada je vozilo priključeno i da li se uopšte puni?

U tu svrhu se na utikaču nalazi komunikacioni pin sa oznakom “CP” (control pin – kontrolni pin). Pomoću ovog pina punjač detektuje, preko nivoa napona (otporni razdelnik u automobilu), da li je automobil priključen, spreman za punjenje i kakav je status punjenja. U isto vrijeme, preko CP se prenosi PWM signal, koji sa širinom impulsa (radni ciklus – duty cycle) daje informaciju automobilu kolika je struja dozvoljena (slika 6 i slika 7). Nivoi napona i širine impulsa su precizno definisani u standardu IEC 61851-1 [1].



Slika 5. Izgled kućne stanice za punjenje – Način punjenja 3 C, izvor: wallbox punionici



Slika 6: PWM signal na CP pinu, 16 A (radni ciklus – dutycycle = 27%)



Slika 7: PWM signal na CP pinu, 6 A (radni ciklus – dutycycle = 10%)

Na tržištu postoje kućne stanice za punjenje sa fiksnom ili dinamičkom strujom punjenja. Stanice za punjenje sa dinamičkom strujom povezane su na brojilo električne energije, koje mjeri ukupnu potrošnju na kućnom priključku i javlja stanici za punjenje kojom maksimalnom strujom može puniti vozilo da ne bi došlo do preopterećenja tarifnog osigurača.

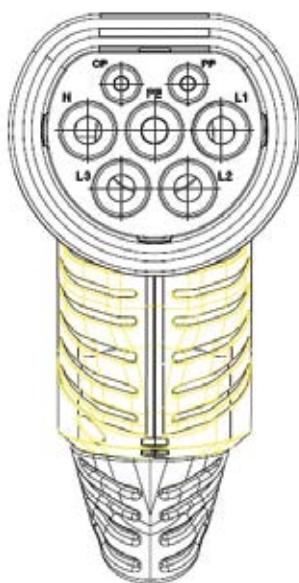
Na javnim stanicama za punjenje, način punjenja je 3 B, gdje korisnik povezuje električni automobil sa prenosivim kablom (prikazano na slici 8). Punjač mora da detektuje kapacitet kabla kako ga ne bi preopteretio. Zbog toga, na tržištu postoje kablovi različitih kapaciteta (snage), na primjer: 3.7kW, 7kW, 11kW i 22kW. Najčešće na javnim stanicama za punjenje se nalazi utičnica tipa 2 sa električnom bravom, jer slobodan kabl na otvorenom predstavlja preveliki rizik od krađe kabla zbog bakra. Punjač dobija informaciju o kapacitetu kabla preko namjenskog pina PP, gde je otpornik spojen na uzemljenje. Vrijednost ovog otpornika definiše maksimalnu dozvoljenu struju punjenja sa korištenim kablom.



Slika 8. Izgled javne stanice za punjenje i prijenosni kabl tipa 2 – Način punjenja 3 B, izvor: wallbox punionici

3.1. Utikač tipa 2

Na slici 9 je prikazan raspored pinova za utikač tipa 2 prema standardu IEC 62196-2 [5]. U slučaju kućne stanice za punjenje sa ugrađenim (fiksni) kablom, utikač će imati CP pin. Za javne stanice za punjenje sa prenosivim (nezavisni) kablom, utikač će imati PP pin, a u nekim slučajevima mogu biti prisutna oba pina.



Slika 9: Utikač tipa 2 za način punjenja 3

Zbog CP i PP komunikacionih pinova, kabl sadrži i pomoćni provodnik za komunikaciju, tako da standardni jednofazni (trožilni) ili trofazni (petožilni) kabl nije dovoljan. U slučaju jednofaznog sistema, pinovi L2 i L3 su prazni. Sve dok stanica za punjenje ne otkrije da je automobil priključen i spreman za punjenje, u kabl i utikaču ne smije biti napon. Stanica, takođe, mora odmah da isključi napajanje za manje od 100 ms, preko kontaktora ili releja (galvansko razdvajanje) nakon otkrivanja kraja punjenja ili kada je strujni krug prekinut sa automobilom.

Za komunikaciju sa električnim automobilom i za upravljanje/kontrolu punjenja, u stanici za punjenje je instaliran namjenski EVSE kontrolni relej, koji radi u skladu sa standardom IEC 61851-1.

Pored zaštite sa trenutnim isključenjem sa mreže, u standardu HD 60364-7-722:2019, koji je standard za napajanje električnih vozila u tački 722.531.2, gdje se govori o diferencijalnoj zaštiti, piše: "Ako je stanica za punjenje električnih vozila opremljena ugrađenom utičnicom ili konektorom u skladu sa standardom IEC 62196 (svi dijelovi), moraju se preduzeti zaštitne mjere protiv jednosmjerne struje greške, osim ako je to već obezbijeđeno od strane

same stanice za punjenje električnih vozila.” [2]

Odgovarajuće mjere za svaku spojnu tačku su sljedeće:

- upotreba diferencijalne zaštite tipa B,
- upotreba diferencijalne zaštite tipa A zajedno sa detektorom diferencijalne struje (RDC-DD) pridržavajući se standarda IEC 62955, ili
- upotreba diferencijalne zaštite tipa F zajedno s detektorom diferencijalne struje (RDC-DD) pridržavajući se standarda IEC 62955.

Stoga, standard zahtijeva i diferencijalnu strujnu zaštitu sa osjetljivošću od 30mA, koja mora biti najmanje tipa A sa dodatnom zaštitom detekcije od 6mA DC, diferencijalnu struju, ili diferencijalne zaštite tipa B. Diferencijalna strujna zaštita može biti i kombinacija, na primjer sa prethodno zaštićenom električnom instalacijom, a zatim u stanici za punjenje samo dodatnih 6 mA DC diferencijalne strujne zaštite.

Odgovor na pitanje zašto je u standardu navedena osjetljivost manja od 30mA, nalazi se u uticaju koju struja ima na vitalne dijelove ljudskog tijela, te stoga slijedi i podjela tipova uređaja za različite zaštite, koji su:

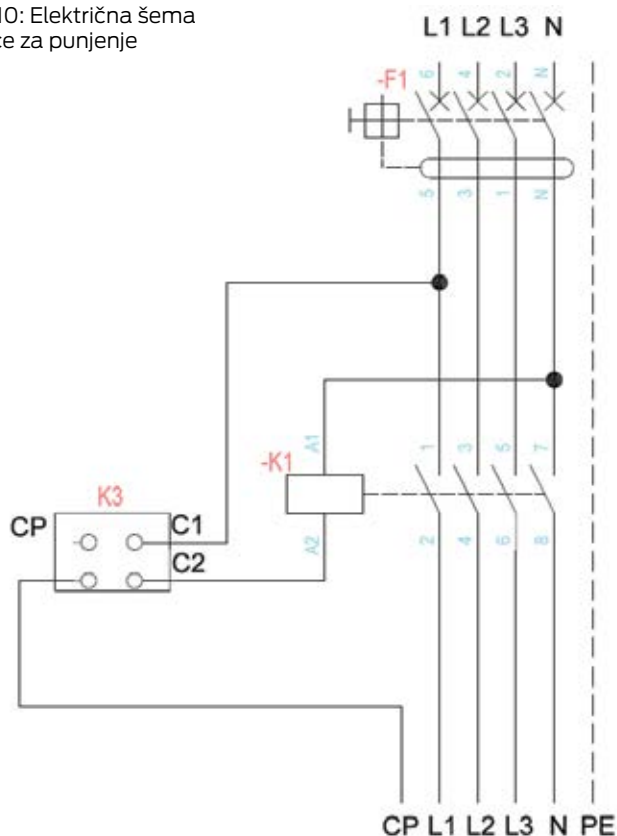
- $\leq 30\text{mA}$: zaštita od direktnog kontakta djelova pod naponom - “dodatna zaštita”;
- $\leq 100\text{mA}$: zaštita od indirektnog kontakta djelova pod naponom - “osnovna zaštita”;
- $\leq 300\text{mA}$: zaštita od požara.

Dodatna zaštita je potrebna jer čovjek ima direktan kontakt sa stanicom za punjenje električnih vozila i zbog različitih manipulacija s utikačem koji se spaja na automobil.

Na tržištu mnogi proizvođači stanice za način punjenja 3 nude rješenje jednostavnim dodavanjem elektronske detekcije 6mA DC i isključivanjem preko kontaktora ili releja kada EVSE kontroler detektuje grešku.

Na slici 10 prikazan je primjer pojednostavljene električne šeme - na ulazu u stanicu za punjenje nalazi se diferencijalna zaštitna sklopka RCCB EV tipa (F1), zatim instalacioni kontaktor (K1) i EVSE kontrolni relej (K3) prema IEC61851-1. U šemu bi se mogao dodati i RFID čitač, koji omogućava punjenje kada je korisnik prepoznat, vremenski relej, koji instalater može podesiti da radi tokom jeftine tarife, komunikacijski modul, brojilo električne energije, zaštita od prenapona, regulator napona itd.

Slika 10: Električna šema stanice za punjenje



4. ZAKLJUČAK

Kod kućnih stanica za punjenje električnih vozila govori se o manjim snagama što znači duže punjenje, a sa druge strane je to punjenje najjeftinije ako se automobil puni u toku noći kada je jeftina tarifa. Cijene variraju zbog funkcionalnosti stanice i ugrađene zaštite. Međutim, potrebno je znati i koja je zaštita već postavljena u stanici kao i koju adekvatnu zaštitu ima ostatak postojeće instalacije. U svakom slučaju, prije ulaganja i izbora stanice za punjenje potrebno je poznavati tehničke propise iz te oblasti, kako bi se izbjegla velika greška i eventualno smanjila osnovna ili dopunska zaštita već postojeće instalacije.

U odnosu na ono što se očekuje u budućnosti u oblasti razvoja kućnih stanica za punjenje, već postoje takozvani pametni "smart" punjači koji imaju ugrađenu podršku za komunikacioni protokol OCPP (open chargepoint protocol). Ovaj protokol treba da omogući daljinsko upravljanje stanicom za punjenje na zahtjev korisnika, elektrodistribucije ili sistema za upravljanje energijom (power management system). U nekim zemljama su i državne subvencije uslovljene podrškom ovog protokola, na primjer Velika Britanija.

Sve više se govori o dvosmjernim stanicama za punjenje, gdje električni automobil može da se koristi za skladištenje energije (battery storage). S tim u vezi, postoje 2 načina:

- vozilom do kuće (V2H – vehicle to home), dvosmjerni tok energije između električnog automobila i domaćinstava;

- vozilo na mrežu (V2G – vehicle to grid), dvosmjerni tok energije između električnog automobila i električne mreže.

U isto vrijeme počinju da se postavljaju nova pitanja, u smislu konstantne konverzije AC/DC i DC/AC i povezanih gubitaka, pa stoga možda još uvijek nema definitivnog pobjednika u bici Tesla/Edison tako da će se DC krug uskoro pojaviti u svim domovima.

LITERATURA

1. IEC 61851-1: 2017 Electric vehicle conductive charging system – Part 1: general requirements
2. HD 60364-7-722: 2019 Low-voltage electrical installations – Part 7-722: Requirements for special installations or locations – Supplies for electric vehicles.
3. Publikacije ETI ELEKTROELEMENT d.o.o Slovenija
4. Dr. Steve Arar, "The Four EV Charging Modes in the IEC 61851 Standard", Technical article, June, 2020
5. IEC 62196-2: Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles

INFORMACIONI SISTEM ZA MONITORING POTROŠNJE ENERGIJE I VODE U JAVNIM OBJEKTIMA

Maida Kurtagić

Alarm Automatika d.o.o, Podgorica

Božidar Pavlović

Ministarstvo kapitalnih investicija, Vlada Crne Gore

KRATAK SADRŽAJ

Ministarstvo kapitalnih investicija, kao tijelo nadležno za vođenje politike energetske efikasnosti, u obavezi je da uspostavi centralni informacioni sistem energetske efikasnosti sa ciljem praćenja potrošnje energije i vode u javnim objektima, a za koje se troškovi plaćaju iz državnog budžeta ili budžeta jedinica lokalne samouprave.

Informacioni sistem omogućava monitoring na dva nivoa:

Osnovni nivo koji se realizuje na osnovu podataka preuzetih iz baze snabdjevača energijom i vodom. Ovaj nivo monitoringa biće implementiran za svih 2.500 javnih objekata u Crnoj Gori.

Napredni nivo koji se realizuje na osnovu podataka o potrošnji energije i vode, kao i o nivou komfora sa mjernih uređaja instaliranih na objektima. Ovaj nivo monitoringa biće implementiran za oko 250 javnih objekata.

Cilj Centralnog informacionog sistema energetske efikasnosti je uspostavljanje odgovarajuće osnove za sagledavanje energetske karakteristika javnih objekata, identifikacija mogućnosti za unapređenje energetske efikasnosti i racionalizaciju potrošnje energije i unapređenje procesa održavanja objekata.

Ključne riječi: Energetska efikasnost, Energetski monitoring, Energetski menadžment, Upravljanje energijom.

1. UVOD

Osnovni instrument politike Evropske unije u oblasti energetske efikasnosti predstavlja Direktiva 2012/27/EU o energetskej efikasnosti (*Directive 2012/27/EU on the energy efficiency*), koja propisuje

značajne obaveze za njene zemlje članice. Jedan od ključnih zahtjeva ove direktive je i aktivna uloga javnog sektora na realizaciji politike energetske efikasnosti što podrazumijeva da države, odnosno Vlade, na svom primjeru pokažu da je ulaganje u energetske efikasnosti opravdano.

Crna Gora je, kao članica Energetske zajednice, takođe, u obavezi da odredbe Direktive o energetske efikasnosti prenese u svoje nacionalno zakonodavstvo, što je i urađeno kroz donošenje Zakona o efikasnom korišćenju energije i relevantnih podzakonskih akata. Zakonom su propisane značajne obaveze za subjekte javnog sektora (organe državne uprave, jedinice lokalne samouprave i dr.) po pitanju: sagledavanja mogućnosti za unapređenje energetske efikasnosti u objektima za koje su nadležni, donošenje planskih dokumenata u oblasti energetske efikasnosti, realizacije projekata energetske efikasnosti i izvještavanja o postignutim rezultatima.

U javnom sektoru u Crnoj Gori se uglavnom ne poklanja dovoljno pažnje potrošnji energije, kao ni monitoringu potrošnje. Najvažniji potrošači energije su zgrade, a prate ih sistemi vodosnabdijevanja i javna rasvjeta.

Vlada Crne Gore proteklih par godina radi na uspostavljanju održivog i sistemskog pristupa za sprovođenje aktivnosti za poboljšanje energetske efikasnosti u javnim zgradama (škole, bolnice, administrativne zgrade), a koje se uglavnom realizuju po osnovu zajmova i grantova Njemačke razvojne banke (KfW) i Međunarodne banke za obnovu i razvoj (IBRD).

Iskustva razvijenih zemalja pokazuju da programi energetske efikasnosti u javnim zgradama predstavljaju efektivan pokretački mehanizam za motivisanje vlasti na državnom i lokalnom nivou da implementiraju svoje sopstvene programe energetske efikasnosti.

2. UPRAVLJANJE ENERGIJOM U JAVNOM SEKTORU

Ministarstvo kapitalnih investicija je preko Direktorata za energetiku i energetske efikasnosti, između ostalog, nadležno i za kreiranje i sprovođenje politike energetske efikasnosti, u skladu sa najboljom EU praksom.

Shodno članu 19 Zakona o efikasnom korišćenju energije („Službeni list Crne Gore“ 57/14 i 25/19) organi državne uprave, jedinice lokalne samouprave i javne službe čiji je osnivač država, odnosno lokalna samouprava, dužni su da upravljaju energijom u objektima ili djelovima objekata za koje plaćaju troškove za energiju. Upravljanje energijom obuhvata praćenje i analizu potrošnje energije i vode, sprovođenje energetske pregleda, planiranje i sprovođenje mjera energetske efikasnosti i izvještavanje o ostvarenim rezultatima. Zakon propisuje konkretne obaveze za navedene subjekte u cilju racionalizacije upravljanja energijom, a koje se prije svega odnose na: imenovanje odgovornog lica za upravljanje energijom, izvještavanje Ministarstva kapitalnih investicija o realizovanim mjerama energetske efikasnosti i ostvarenim uštedama energije, vođenje evidencije o potrošnji energije i vode, upoznavanje zaposlenih sa mjerama energetske efikasnosti i načinom njihove primjene.

Od velike je važnosti da upravljanje energijom bude podržano odgovarajućim alatima koji omogućavaju vođenje evidencije i odgovarajuću analitiku kako o samim objektima, tako i o potrošnji energije i vode i pratećim troškovima. Kako bi se obezbijedili odgovarajući tehnički preduslovi za uspostavljanje sistema za upravljanje energijom, član 23 Zakona propisuje obavezu uspostavljanja centralnog informacionog sistema energetske efikasnosti koji vodi Ministarstvo kapitalnih investicija.

Uspostavljanje centralnog informacionog sistema energetske efikasnosti omogućava:

- Kreiranje jedinstvenog registra objekata za koje se energija i voda plaćaju iz državnog budžeta ili budžeta jedinica lokalne samouprave;
- Prikupljanje i analizu podataka o potrošnji energije i vode;
- utvrđivanje postojećeg stanja javnih objekata i formiranje evidencije o relevantnim podacima o objektima;
- Izračunavanje indikatora energetske efikasnosti za javne objekte i poređenje sa objektima u istoj kategoriji u zemlji i/ili vani;

- Registrovanje primijenjenih mjera energetske efikasnosti u javnim objektima i praćenje njihovih efekata;
- Identifikaciju i razvoj projekata u oblasti energetske efikasnosti;
- Podizanje svijesti i promovisanje energetske efikasnosti.

U cilju uspostavljanja jedinstvenog sistema za monitoring potrošnje energije i vode, izvršeno je prikupljanje podataka o potrošnji energije i vode u objektima državnih organa, jedinica lokalne samouprave i javnim službama čiji je osnivač država odnosno lokalna samouprava. Na osnovu dostavljenih podataka došlo se do zaključka da navedeni subjekti raspolažu sa oko 2.500 objekata i da su godišnji izdaci za energiju i vodu na nivou od oko 40 miliona eura (ovom procjenom nisu uzeti u obzir objekti koji se uzimaju u zakup).

3. INFORMACIONI SISTEM MONITORINGA POTROŠNJE ENERGIJE I VODE

3.1.1. Opis centralnog informacionog sistema energetske efikasnosti

Centralni informacioni sistem energetske efikasnosti će obuhvatiti sve zgrade u nadležnosti organa državne uprave, jedinica lokalne samouprave i javnih službi, za koje se troškovi za energiju i vodu plaćaju iz budžeta Crne Gore i budžeta jedinica lokalnih samouprava.

Prikupljanje podataka za potrebe informacionog sistema se vrši na dva nivoa:

- Osnovni nivo podrazumijeva manuelno unošenje podataka preko namjenskog interfejsa i preuzimanje podataka iz baze snabdjevača energijom i vodom. Ovaj nivo prikupljanja podatak biće implementiran za svih 2.500 javnih objekata.
- Napredni nivo podrazumijeva prikupljanje podataka o potrošnji energije i vode, kao i o nivou komfora sa mjernih uređaja instaliranih na objektima. Kriterijumi za uključivanje objekata u ovaj nivo prikupljanja podataka su: potrošnja energije (najveći potrošači), teritorijalna zastupljenost i institucionalna zastupljenost.

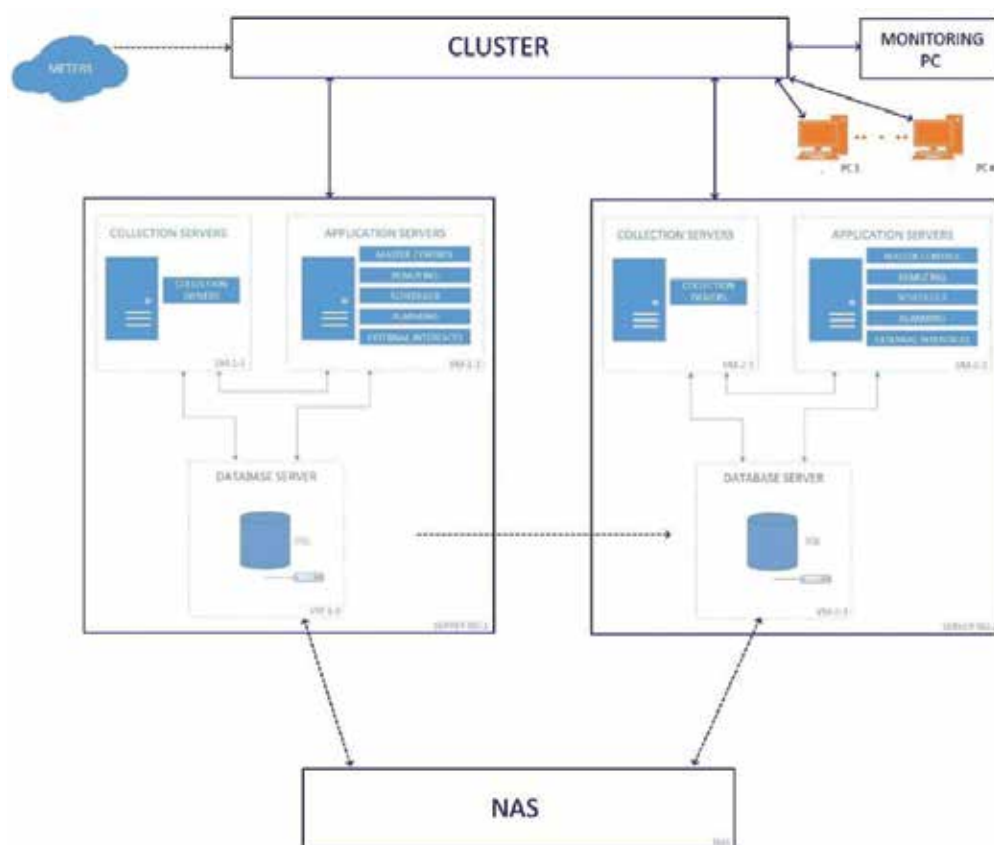
Osim podataka o potrošnji energije i vode u sistem će se unositi i opšti podaci o objektima, kao što su lokacija, površina, godina izgradnje, broj korisnika, vrsta energenta za grijanje, podaci o rekonstrukcijama i slično. Inicijalni set podataka o objektima je prikupljen i potrebno ih je verifikovati nakon unosa.

3.2. Arhitektura informacionog sistema

Softverska aplikacija Centralnog informacionog sistema energetske efikasnosti (*absistemEnergy*) je alat prvenstveno namijenjen za pregled i izvještavanje sa mogućnošću ručnog unosa podataka i prikupljanje podataka putem automatizovanih interfejsa. Glavne komponente arhitekture aplikacije *absistemEnergy* su:

- *absistemEnergyDatabase* - serverska baza podataka bazirana na Microsoft SQL Server,
- *absistemEnergy.MDMS* - centralni aplikacijski server koji se implementira kao klijent/server arhitektura sa sljedećim karakteristikama: server je baziran na Microsoft ASP.NET Core tehnologiji; klijent je veb i baziran je na ReactJS tehnologiji i Material UI interfejsu,
- *absistemEnergy.HES* - server za prikupljanje podataka - serverska aplikacija bazirana na Microsoft .NET tehnologiji.

Na Slici 1 je prikazana arhitektura *absistemEnergy* rješenja. Predviđeno je da se klijenti (PC1, PC2,...) povezuju na centralni aplikacijski server (konfigurisan u VM) preko klastera, koji obezbjeđuje potrebne podatke upitom u bazu podataka.



Slika 1. Arhitektura absistemEnergy informacionog sistema [1]

4. SOFTVERSKO RJEŠENJE INFORMACIONOG SISTEMA

Okosnica Centralnog informacionog sistema energetske efikasnosti (CISEE) je softverska aplikacija tzv. *absistemEnergy* koja predstavlja namjenski alat za monitoring potrošnje energije (električna energija i gorivo) i vode. Ovaj alat odlikuju modularnost i proširivost što ga čini praktičnim rješenjem i za eventualno naknadno povećanje broja objekata u zavisnosti od potreba korisnika. Skalabilnost sistema je na ovaj način zagarantovana, a to je jedan od najbitnijih segmenata kada je u pitanju softverski dizajn. Rješenje koje je razvio tim IT stručnjaka nije ograničeno na upotrebu pomoću licenci, što je još jedna od prednosti koja predviđa veliki broj korisnika bez dodatnih novčanih naknada.

Aplikacija je dizajnirana tako da dozvoljava više načina interpretacije podataka od interesa. To znači da je sve podatke o potrošnji energije i vode kroz aplikaciju moguće prezentovati na više načina: numerički, grafički ili putem različitih vidova izvještaja. Da bi se željeni podaci bili dostupni u aplikaciji, potrebno je izvršiti njihovo prikupljanje i smještanje na *absistemEnergy* server. Podaci o potrošnji energije se u aplikaciji prikupljaju na tri različita načina:

- ručnim unosom od strane korisnika,
- automatskim preuzimanjem sa servera snabdjevača električnom energijom i vodom (EPCG i lokalna vodovodna preduzeća),
- automatskim preuzimanjem sa mjerne opreme ugrađene na objektima.

Najizazovniji i najinovativniji način dobijanja podataka jeste automatsko preuzimanje podataka sa mjerne opreme koja je instalirana na željenim objektima. Ovaj pristup predstavlja napredni nivo monitoringa. Šematski prikaz prikupljanja podataka sa objekta i njihovo slanje prema serveru na koji se smještaju prikazan je na Slici 2.



Slika 2. Šematski prikaz prikupljanja mjernih podataka na objektu [1]

4.1. Interfejs i struktura korisnika

Softverska aplikacija CISEE (tzv. *absistemEnergy*) je razvijena tako da bude pogodna za nesmetano korišćenje bez obzira na operativni sistem računara, tehničke karakteristike računara sa kojeg se pristupa ili nivo tehničkog obrazovanja korisnika. Pristup aplikaciji je omogućen preko korisničkih kredencijala za svakog korisnika posebno i ne zahtijeva instalaciju na računaru već joj se pristupa preko internet pretraživača na adresu: <https://cisee.gov.me/absistemenergy/>.

Softverska aplikacija je dvojezična što znači da su dostupne verzije - na engleskom i crnogorskom jeziku, čime je povećana fleksibilnost i praktičnost za korisnike. Odabir jezika je potrebno izvršiti prije prijave u aplikaciju. Dodatna sigurnost i autonomija je obezbijedena registracijom svih korisnika pojedinačno, tako da svaki korisnik pristupa aplikaciji samo sa svog korisničkog naloga. Po pristupanju aplikaciji, otvara se korisnički interfejs predstavljen na Slici 3.

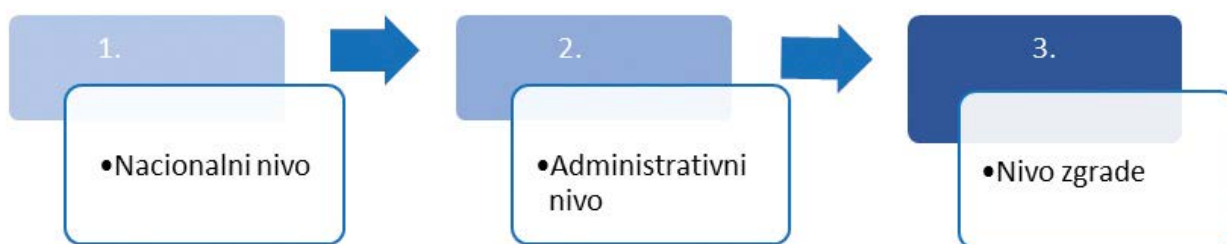


Slika 3. Korisnički interfejs u absistemEnergy [6]

Korisnički interfejs za *absistemEnergy* je intuitivan i jasan kako bi pružio maksimalnu fleksibilnost u radu. Po pristupanju aplikaciji, sa lijeve strane nalazi se glavni meni sa svim dostupnim funkcionalnostima, pri čemu neke od njih sadrže i podmenije za detaljni pristup željenoj funkcionalnosti. U desnom gornjem uglu na tamno sivoj liniji su dostupni opšti podaci o nazivu korisnika koji pristupa aplikaciji, kao i određene pomoćne funkcije. Opcija „Nalog“ korisniku omogućava osnovna podešavanja i promjene informacija o svom nalogu, opcija „Pomoć“ sadrži korisnička uputstva i opcija „Odjava“ koja služi za odjavu korisnika iz aplikacije.

Centralni dio aplikacije svakako čini Moj portfolio u kojem je za određeni objekat ili grupu objekata, za koje se vrši energetske monitoring, dat prikaz osnovnih podataka objekta, kao i uporedna grupa kojoj pripada objekat na osnovu klimatske zone, namjene ili tipa objekta. Korisnik odmah po pristupanju aplikaciji ima otvoren Moj portfolio prozor u kojem su, osim osnovnih podataka o objektu ili grupi objekata, prikazani i podaci o potrošnji energije tog objekta u grafičkoj izvedbi. Grafički prikaz se odnosi na potrošnju električne energije na godišnjem nivou po mjesecima, a moguće je vidjeti i druge parametre potrošnje u zavisnosti od uloge korisnika u aplikaciji. Podaci su prikazani grafički jedan ispod drugog, a može im se pristupiti i preko opcija u plavim poljima sa lijeve strane prvog grafika. Dostupne opcije su: trošak (€), intenzitet troška za energiju (ECI, €/m²), specifična potrošnja energije ili intenzitet korišćenja energije (EUI, kWh/m²), specifična potrošnja energije za grupu zgrada (UG EUI, kWh/m²), relativno odstupanje od specifične potrošnja energije za grupu zgrada (ROOG, %) i ukupni intenzitet emisije gasova staklene bašte (UIGHG EUI, kgCO₂/m²).

Softverska aplikacija *absistemEnergy*, iako je zamišljena da funkcioniše na principu pojedinačnih korisničkih kredencijala, ipak se zasniva na korisničkim grupama gdje je svaki korisnik pridružen određenoj grupi. Grupe su definisane u zavisnosti od institucija i objekata koje korisnici predstavljaju, a to znači da se mogućnosti i aktivnosti unutar aplikacije razlikuju po pripadajućim grupama. Postoje tri nivoa, tj. tri grupe korisnika u aplikaciji.



Slika 4. Struktura korisničkih grupa u aplikaciji

U ovako prikazanoj strukturi korisničkih grupa, najveći stepen autonomije i mogućnosti u aplikaciji posjeduje Nacionalni nivo. Korisnici sa ovog nivoa su predstavnici Ministarstva kapitalnih investicija Crne Gore kao nadležnog tijela Vlade Crne Gore koje je zaduženo za sprovođenje politike energetske efikasnosti. Korisnici sa Nacionalnog nivoa imaju pristup podacima za sve objekte javnog sektora i oni su, shodno Zakonu o efikasnom korišćenju energije, odgovorni za vođenje CISEE.

Druga grupa korisnika čini Administrativni nivo. Administrativni nivo je predviđen za energetske menadžere sa nivoa organa državne uprave (npr. ministarstva) ili jedinica lokalne samouprave koji u svojoj nadležnosti imaju objekte nad kojima se vrši energetske monitoring. Korisnici sa ovog nivoa mogu vršiti pregled potrošnje samo za objekte koji su u njihovoj nadležnosti.

Treću grupu korisnika u aplikaciji čine korisnici sa Nivoa zgrade i to su energetske menadžeri zaduženi za manji broj objekata ili samo jedan objekat, pri čemu mogu pratiti potrošnju energije samo za objekte za koje su odgovorni.

U zavisnosti od pripadnosti grupi, korisnik po pristupanju aplikaciji ima različit prikaz u meniju Moj portfolio, kao i u drugim funkcionalnostima aplikacije.

4.2. Modul za izvještavanje

U glavnom meniju aplikacije koji se nalazi sa lijeve strane postoji više funkcija, među kojima je i modul „Izveštaji“. Ovaj modul predstavlja jednu od najbitnijih funkcionalnosti u softverskoj aplikaciji. Preko modula Izveštaji, korisnik može dobiti izvještaj o potrošnji energije, kao i o trenutnoj temperaturi i/ili koncentraciji ugljen-dioksida u objektu. Aplikacija *absistemEnergy* je softversko rješenje koje posjeduje brojne mogućnosti kroz module izvještavanja kako bi odgovorio zahtjevima korisnika i pružio kompletan uvid u potrošnju. Izveštaji se mogu generisati na tri načina:

- sa mjesečnih računa ili sa ručnog unosa,
- sa mjerne opreme,
- kao generički izvještaj u tabelarnom prikazu.

4.2.1. Izvještaj sa mjesečnih računa ili ručnog unosa

Izvještaj sa mjesečnih računa ili ručnog unosa se generiše odabirom te opcije u padajućem meniju „Tip izvještaja“, popunjavanjem polja o godini za koju se želi dobiti izvještaj, kao i polja za objekat za koji se želi dobiti izvještaj. Odabir objekta za koji se želi dobiti izvještaj se može dodatno definisati i odabirom klimatske zone kojoj pripada ili namjeni tog objekta (obrazovni, zdravstveni, administrativni i sl.). U softverskoj aplikaciji je predviđena i mogućnost objekata iste institucije ili iste namjene, ali sa više nezavisnih zgrada (npr. Klinički centar Crne Gore), te se u takvim slučajevima može pratiti potrošnja i u pojedinačnim zgradama objekta.

Ukoliko korisnik prati potrošnju za više objekata, može dobiti i grafički izvještaj o godišnjoj potrošnji grupe tih objekata. Primjer ovakvog izvještaja je prikazan na Slici 5.

Dobijeni izvještaj se može štampati i/ili sačuvati u PDF ili Excel formatu, a daje uvid u potrošnju aktivne električne energije, intenzitetu energetskeg troška i slično.



Slika 5. izvještaj sa mjesečnih računa za grupu objekata [6]

4.2.2. Izvještaj sa mjerne opreme

Drugi tip izvještaja je izvještaj sa mjerne opreme i pruža detaljan uvid u stanje na objektu. U ovom tipu izvještaja se mora precizno definisati objekat, mjerno mjesto i mjerna tačka koji se žele pratiti, kao i datum i vrijeme za koji se traži izvještaj. Mjerno mjesto podrazumijeva neki od senzora koji mjere koncentraciju ugljen-dioksida, spoljašnju ili unutrašnju temperaturu ili mjeraca za potrošnju goriva za

grijanje, potrošnju električne energije ili vode. Izvještaj sa mjerne opreme je u grafičkoj formi i može biti na časovnom, dnevnom, nedjeljnom ili mjesečnom nivou, u zavisnosti od želja i potreba korisnika.



Slika 6. Primjer izvještaja sa mjerne opreme [6]

4.2.3. Generički izvoz tabelarnih podataka

Treći tip izvještaja je generički ili opšti izvoz tabelarnih podataka koji podrazumijeva izvještaj u Excel formatu. Softver nudi ovaj tip izvještaja kao mjesečni izvještaj o potrošnji električne energije ili vode, pri čemu se u izvještaju mogu dobiti i numerički podaci o trošku (€), intenzitetu troška za energiju (ECI, €/m²), specifičnu potrošnju energije za grupu zgrada (EUI, kWh/m²), ukupnom grupnom intenzitetu energetske iskorišćenosti (UG EUI, kWh/m²) i ukupnom intenzitetu emisije gasova staklene bašte (UIGHG EUI, kgCO₂/m²). Primjer kako se dobija ovaj izvještaj je dat na Slici 7.

Slika 7. Opšti izvoz tabelarnih podataka [6]

4.3. Alarmni modul

Cilj softverske aplikacije je da korisniku omogući monitoring na jednostavan i pouzdan način. U te svrhe razvijen je alarmni modul koji služi za obavještanje u slučaju ispada izmjenjenih vrijednosti iz okvira očekivanih. Alarmni modul nije automatski podešen za mjerene parametre, već ga je potrebno podesiti prema potrebama korisnika. Korisnik samostalno podešava alarmna obavještenja za sve ili za neke od mjernih veličina. Podešavanje alarmnih situacija podrazumijeva ručni unos očekivanih donjih i/ili gornjih granica vrijednosti za željenu mjernu veličinu, što znači da se može definisati okvir očekivanih vrijednosti, kao i režim u kojem se javlja alarm – prelaskom samo gornje postavljene granice vrijednosti ili spuštanjem izmjerene vrijednosti ispod donje granice očekivanog. Ovako postavljeni alarmni modul će registrovati svaku promjenu i ispad iz granica vrijednosti, te će se putem e-mail adrese korisnik obavijestiti o takvom događaju.

Alarmno obavještenje stiže korisniku putem e-maila jednom dnevno u predviđeno vrijeme. Izgled modula Alarm je prikazan na Slici 8.



Slika 8. Alarmni modul [6]

5. MJERNI UREĐAJI I KOMUNIKACIJA

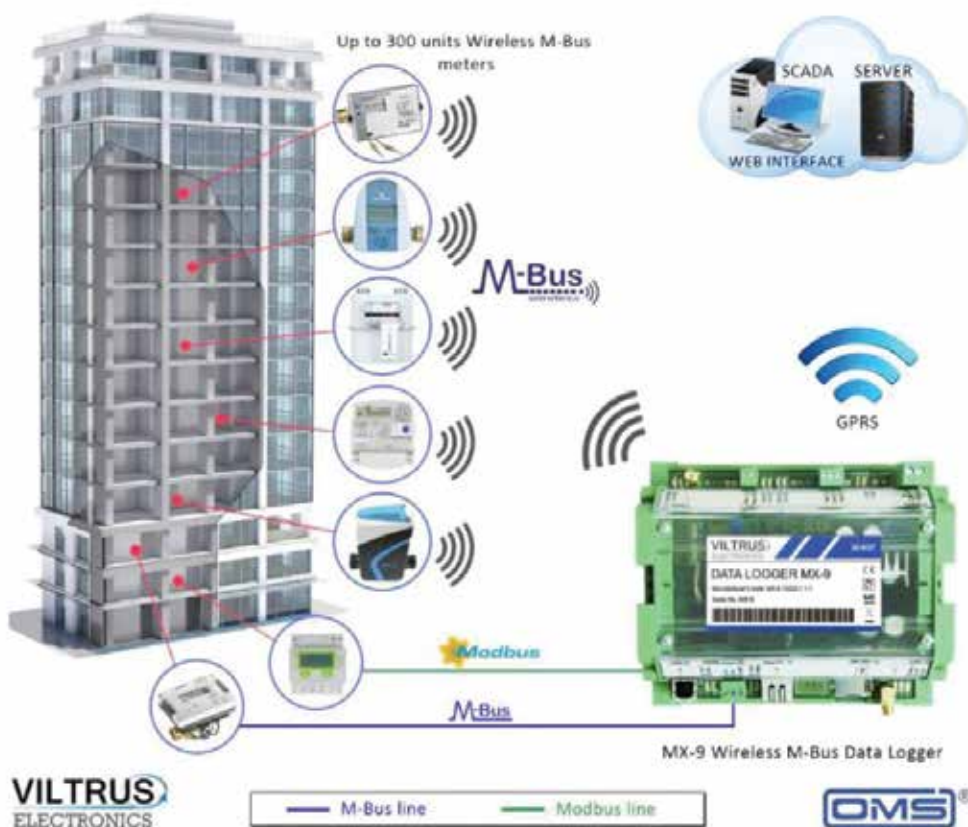
Najznačajniju ulogu u sistemu naprednog monitoringa potrošnje energije ima mjerna oprema koja je instalirana na objektima. Oprema ima ulogu mjerenja potrošnje energije u objektu (el. energije, toplotne energije i goriva), mjerenja uslova unutrašnjeg komfora boravka (unutrašnje temperature i koncentracije ugljen-dioksida) mjerenja spoljašnje temperature i slanje podataka o izmjenjenim vrijednostima na centralni uređaj za prikupljanje tih podataka na objektu – mjerni koncentrator.

Mjerna oprema u polju koju čine senzori temperature, senzori ugljen-dioksida, mjerači potrošnje goriva za grijanje, mjerači potrošnje električne energije i mjerači potrošnje vode su bežični uređaji koji šalju signale o izmjenjenim vrijednostima na mjerni koncentrator. Konstrukcija objekata, ali i udaljenost pozicija gdje se nalaze mjerni uređaji, može dovesti do slabog signala pri slanju podataka. U takvim slučajevima koriste se pojačivači signala koji omogućavaju da signal nesmetano stigne na određište. Tehnologija koju koristi oprema u polju za slanje podataka jeste wireless M-Bus, pouzdano i novčano povoljno rješenje. Wireless M-Bus je komunikacijski protokol koji se koristi za slanje podataka u određenom vremenskom okviru i to pretežno između određenih mjerača tj. mjerne opreme i centralnog uređaja. Prilikom odabira optimalnog komunikacijskog protokola koji će se koristiti u sistemu, posebno je posvećena pažnja potrošnji električne energije, te je u tom segmentu Wireless M-Bus zadovoljio potrebe niske potrošnje

i uređajima obezbijedio veći stepen autonomije. U slučajevima specifičnih zahtjeva, kada nije moguće obezbijediti dovoljnu jačinu bežičnog signala, predviđeno je korišćenje i wired M-Bus tehnologije.

Takođe, oprema podržava i Modbus komunikacijski protokol. Radi se o otvorenom protokolu koji je postao standard u industriji i najčešće se koristi za slanje signala sa opreme i kontrolnih uređaja na glavni uređaj, pa se koristi i u SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemima. Korišćenje Modbusa preko TCP/IP omogućava integraciju većeg broja mjernih koncentratora različitih proizvođača i izvedbi što dalje omogućava veću operabilnost cijelog sistema.

Sistem mjerne opreme na javnim objektima, dakle, može vršiti komunikaciju putem Modbus, wireless M-Bus ili wired M-Bus protokola.



Slika 9. Šematski prikaz komunikacije opreme na jednom objektu [1]

Dostavljanje podataka sa mjernih uređaja na mjerni koncentrador je definisano u vremenskim rokovima koji se definišu prema zahtjevima investitora. U sistemu uspostavljenom na javnim objektima u Crnoj Gori dostavljanje podataka se vrši na svakih sat vremena. Ulogu obrade i prosljeđivanja podataka koji su prikupljeni u polju na *absistemEnergy* server ima mjerni koncentrador. Svaki objekat sadrži jedan ili više mjernih koncentratora, u zavisnosti od topologije objekta. Mjerni koncentrador sadrži u sebi integrisan komunikacijski modul koji mu omogućava udaljenu komunikaciju sa serverom putem Etherneta ili putem GSM/GPRS-a. U objektima u Crnoj Gori u kojima je ugrađena mjerna oprema, komunikacija između mjernog koncentratora i servera se odvija preko GPRS-a.

Svaki mjerni koncentrador garantuje visok stepen sajber sigurnosti, kao i isporuku podataka u predviđenim terminima. Svaka potencijalna greška u dostavljanju podataka na server se može pratiti kroz softversku aplikaciju u podmeniju „Upozorenja“. U slučaju prekida komunikacije iz nekih nepredviđenih razloga između mjernog koncentratora sa objekata sa serverom u Ministarstvu kapitalnih investicija Crne Gore, back-up server koji se nalazi u Hrvatskoj preuzima ulogu glavnog servera na kojem se podaci prikupljaju i vidljivi su u aplikaciji. Nakon osposobljavanja primarnog servera, svi podaci se mogu vratiti na njemu udaljenom sinhronizacijom sa back-up serverom.

6. ZAKLJUČAK

Uspostavljanje sistema za upravljanje energijom u javnom sektoru je jedna od prvih mjera za unapređenje energetske efikasnosti i optimizaciju potrošnje energije i vode u javnim zgradama. Ključni korak u ovom procesu predstavlja odgovarajuća analitička osnova, koju je moguće obezbijediti kroz izradu namjenskog alata za monitoring potrošnje energije i vode u javnim zgradama - Centralnog informacionog sistema energetske efikasnosti (CISEE). CISEE ima mogućnost praćenja potrošnje energije i vode i pratećih troškova u javnim objektima na mjesečnom nivou (na osnovu podataka sa mjesečnih računa) ili na satnom nivou, ukoliko je objekat obuhvaćen sistemom naprednog monitoringa i opremljen odgovarajućim mjernim uređajima.

U toku razvoja CISEE je bilo više izazova organizacione i tehničke prirode. Naročita pažnja mora biti posvećena podjeli odgovornosti među javnim subjektima (organi državne uprave i jedinica lokalne samouprave, kao i snabdjevači vodom i električnom energijom) kako bi mogućnosti sistema bile iskorišćene u što većoj mjeri. Sa tehničke strane, poseban izazov predstavlja napredni nivo monitoringa koji zahtijeva obezbjeđenje odgovarajućeg održavanja kako mjerne opreme instalirane u objektima, tako i komunikacije potrebne za transfer podataka od uređaja do koncentratora i od koncentratora do servera koji je fizički smješten u prostorijama Ministarstva kapitalnih investicija.

Sljedeći korak je finalizacija CISEE i njegovo stavljanje u upotrebu, a što podrazumijeva realizaciju obuka budućih korisnika (energetskih menadžera u javnim subjektima i javnim objektima) i proširenje naprednog nivoa monitoringa na veći broj objekata (planirano 250).

Centralni informacioni sistem nastao za potrebe Programa energetske efikasnosti u javnim zgradama ima mogućnost mnogo šire primjene, kako privatne, tako i javne. On predstavlja program pogodan za adaptaciju prema sopstvenim potrebama korisnika, a pruža značajne benefite, kao i mogućnost unapređenja automatizacije objekta. Osim toga, ovo softversko rješenje je trenutno jedno od najinovativnijih u Crnoj Gori u segmentu energetske efikasnosti.

Napomena: U toku pripreme ovog rada bila je dostupna verzija CISEE koja je u fazi testiranja, pa su određene izmjene u izgledu interfejsa još uvijek moguće.

LITERATURA

1. Tehnička dokumentacija za uspostavljanje Centralnog informacionog sistema energetske efikasnosti
2. Zakon o efikasnom korišćenju energije („Sl. list CG“ br. 57/2014 i 25/2019)
3. Direktiva 2012/27/EU Evropskog parlamenta i Evropskog savjeta od 25. oktobra 2012. o energetske efikasnosti, izmjeni direktiva 2009/125/EZ i 2010/30/EU i stavljanju van snage direktiva 2004/8/EZ i 2006/32/EZ
4. Direktiva 2018/844/EU Evropskog parlamenta i Evropskog savjeta od 30. maja 2018. o izmjeni Direktive 2010/31/EU o energetskim karakteristikama zgrada i Direktive 2012/27/EU o energetske efikasnosti
5. www.energetska-efikasnost.me
6. www.cisee.gov.me/absistemenergy/

IZAZOVI U PROJEKTOVANJU SISTEMA ZA DOJAVU POŽARA NA PRIMJERU PROJEKTA LUŠTICA BAY

Danilo Đalović

Telemont d.o.o, Podgorica

Nino Belicki

Bosch Security, Zagreb

KRATAK SADRŽAJ

Pri izradi tehničke dokumentacije za projekat koji se dinamički širi (skalira) u skladu sa potrebama i planovima investitora, projektovanje postaje vrlo zahtjevan posao jer istovremeno treba paziti i na tehničke zahtjeve i na pokrivenost normama, te u svakom slučaju poštovati zadate rokove. Na primjeru projekta Luštica Bay, gdje je potrebno 40+ vatrodojavnih sistema, to traži puno radnog vremena za pažljive proračune opterećenja i dužina petlji, baterijskog napajanja i definisanje svih elemenata sistema. Ovakvi projekti predstavljaju izazov za projektante zbog same veličine i specifičnosti pojedinih sistema.

Potreban je softverski alat za projektovanje koji izradu projektne tehničke dokumentacije svodi sa nekoliko dana na svega nekoliko sati, a pritom treba da se ispoštuju sve specifičnosti projekta i zahtjevane EN54 norme, i da generiše dokumentaciju potrebnu za tehnički opis, numeričku i grafičku dokumentaciju. Time se postiže značajna ušteda u vremenu, izbjegava izrada projekata po definisanim “kalupima” i eliminiše značajan broj mogućnosti za grešku.

Ovaj rad opisuje sve benefite upotrebe alata Safety System Designer i metode kojima se prevazilaze poteškoće u projektovanju skalabilnih sistema dojava požara koje je potrebno umrežiti u jedinstven sistem. Rad je zasnovan na stvarnom primjeru projekta Luštica Bay i opisuje dva poglavlja:

- Izazovi u konvencionalnom projektovanju i izradi tehničke dokumentacije velikih i razuđenih sistema dojava požara.

- Prednosti projektovanja uz pomoć naprednih softverskih alata na stvarnom primjeru projekta.

Ključne riječi: Safety System Designer (SSD), Sistem automatske dojava požara, EN 54 standard, Pre-Sales – tehnička podrška pri projektovanju.

1. IZAZOVI U KONVENCIONALNOM PROJEKTOVANJU I IZRADI TEHNIČKE DOKUMENTACIJE VELIKIH I RAZUĐENIH SISTEMA DOJAVE POŽARA

1.1. Kompleksnost

Planiranje i projektovanje skalabilnih sistema za požar se uglavnom radi u više faza i treba uzeti u obzir puno praktičnih faktora te dodatnih zahtjeva investitora.

Za ovakve projekte obično se predviđaju modularne centrale, koje se sastoje prema potrebama objekta i dozvoljavaju određenu skalabilnost. Radi pravilnog dimenzionisanja ovakvog sistema, treba voditi računa o poprečnom presjeku kabla, dužini petlje, kapacitetu baterija i kapacitetu modula petlje. Najčešći izazov u realizaciji sistema jeste što se broj I/O (input/output) modula, za potrebe komunikacije sa sistemima automatike, odimljavanja i kontrole pristupa, u praksi skoro uvijek poveća.

Ovi moduli sa pripadajućim relejima predstavljaju veliko opterećenje za petlje požarnog sistema, tako da je dimenzionisanje petlje sa rezervom od 25% izuzetno važno za praktičnu realizaciju centralnog sistema.

Svi ovi podaci predstavljaju veliki broj promjenljivih koje određuju sastavljanje dijelova modularne centrale.

Takođe, pravilno projektovanje odnosno dimenzionisanje svih pomenutih faktora, oduzima jako puno vremena prilikom izrade crteža i kasnije tokom prikupljanja svih podataka sa crteža za numeričku dokumentaciju.

1.2. Jedinstvenost projekata

Bez obzira na tip objekta odnosno sličnost novog projekta sa nekim od prethodno realizovanih, sistem dojava požara zatijeva istu posvećenost detaljima i približan broj radnih sati za realizaciju. Sve promjenljive se ponovo moraju izmjeriti i sagledati kao nove kako bi projekat sigurno bio bez skrivenih mana.

Nažalost, trend u projektovanju je baziran na "copy-paste" principu radi uštede u vremenu, pa značajan broj projekata sadrži neke nepravilnosti.

1.3. Kontrola kvaliteta i provjera projektovanog sistema

Možda jedan od najozbiljnijih izazova klasičnog projektovanja sistema dojava požara jeste što se provjera projekta svodi na ponovno računanje svih promjenljivih u sistemu. Što znači ponovnu analizu grafičke i numeričke dokumentacije, što je opet podložno ljudskoj grešci. Prva prava provjera jeste pri puštanju sistema u rad, kada je već i kasno za ispravljanje određenih grešaka, kao recimo u kablazi, dimenzionisanju petlji sa elementima i slično.

1.4. Umrežavanje dodatnih centrala

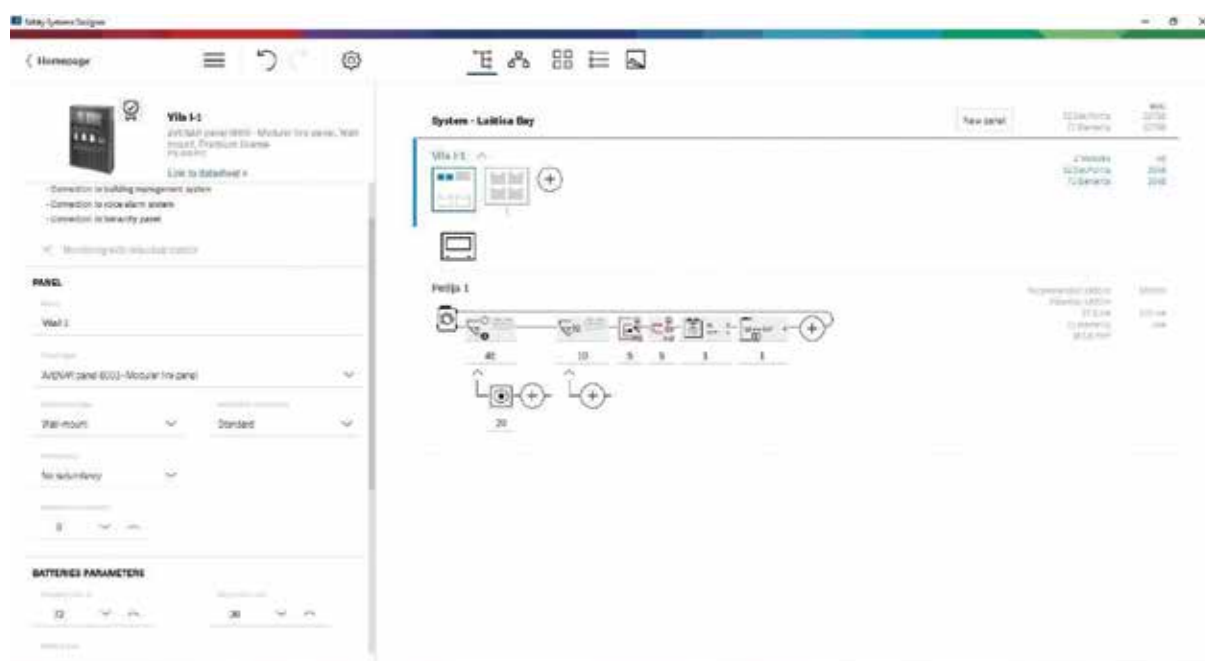
Za veće i umrežene protivpožarne alarmne sisteme teško je sastaviti i održavati pregled svih potrebnih mrežnih uređaja, uključujući mrežne komutatore, pretvarače medija i povezane komponente kućišta. Međutim, jasan, konsolidiran pogled na umrežene sisteme ključan je za predviđanje potencijalnih sukoba ili tehnoloških ograničenja.

2. PREDNOSTI PROJEKTOVANJA UZ POMOĆ NAPREDNIH SOFTVERSKIH ALATA NA STVARNOM PRIMJERU PROJEKTA

Kako bi se mogućnost ljudske greške svela na minimum, a cijeli proces projektovanja ubrzao, potrebni su alati koji bi automatizovali proces tehničkih kalkulacija. Takvi alati moraju biti jednostavni za korišćenje, sa tačnim proračunima i da mogu generisati opštu dokumentaciju shodno unesenim podacima.

Jedan od takvih alata koji je pomogao u tehničkoj pripremi sistema dojava požara na Lušici je Safety System Designer (SSD).

Bosch Security je razvio SSD softver kao besplatan alat za pomoć pri projektovanju Bosch sistema za dojavu požara, međutim, budući da su svi proizvođači sistema dojava požara standardizovani po EN-54 normi te su izuzetno slični po funkciji i strukturi, isti se može koristiti i za dimenzionisanje sistema drugih proizvođača.



Slika 1. Prikaz interfejsa SSD alata – odabir tipa PP centrale

U SSD softveru se prvo definiše tip centrale koji se koristi i shodno potrebama sistema. Odabir modela centrale će zavisi od više faktora kao što su: potreba za integracijom ili povezivanjem sa drugim centralama i sistemima, kapacitet broja petlji, redudansa, kapacitet baterija i slično. Sve ove informacije su sadržane na interfejsu alata prilikom klika na centralu.

Sljedeći korak bi bio dodavanje petlji i njenih elemenata shodno potrebama objekta.

Svi ključni pokazatelji moraju biti s jasnim vizuelnim prikazima na interfejsu SSD-a. Alat mora u realnom vremenu prikazivati i maksimalne kapacitete elemenata sistema, ali i trenutno stanje konfiguracije koje se automatski ažurira prilikom dodavanja svakog novog elementa.

Na primjer:

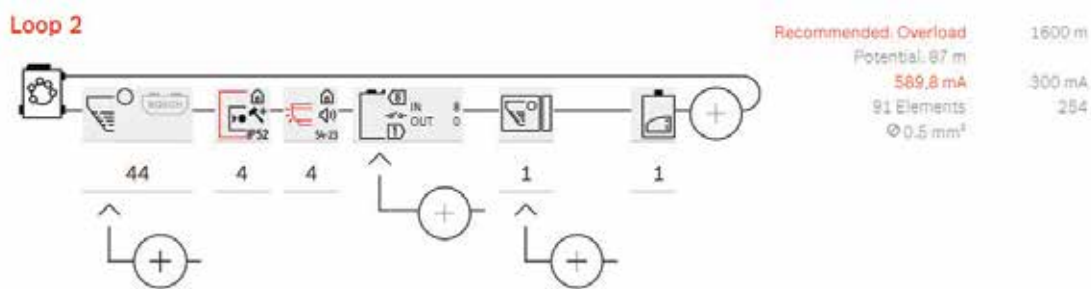
Na nivou sistema – ukupan broj tačaka detekcije i elemenata petlje;

Na nivou centrale – ukupan broj tačaka detekcije, elemenata petlje i modula panela;

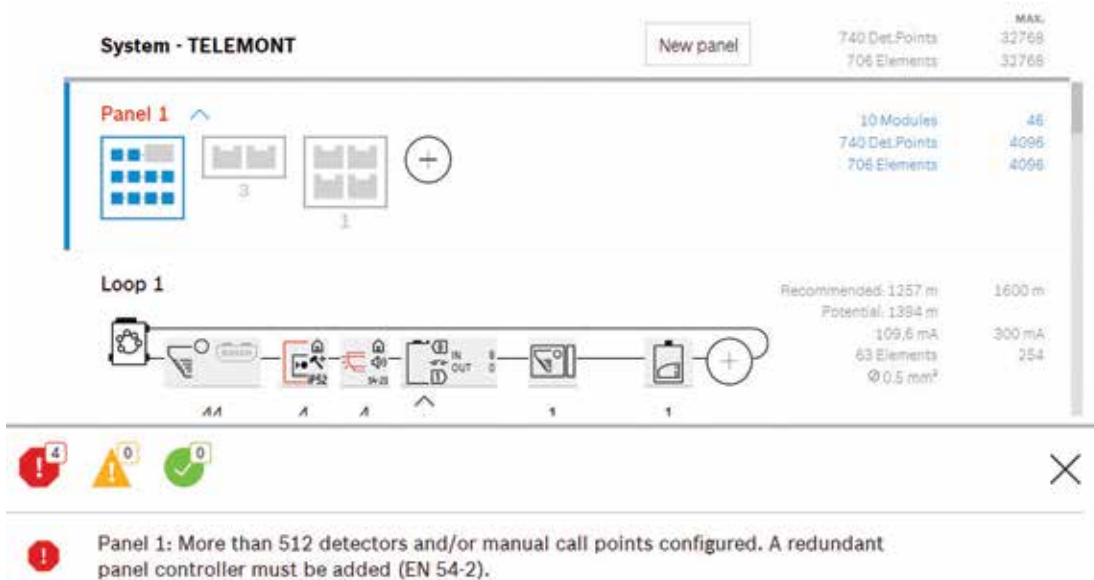
Na nivou petlje – ukupna potrošnja, količina elemenata, dužina petlje i korišćeni presjek kabla petlje.

Kontinuirani nadzor u pozadini izvodi provjeru izvodljivosti konfigurisanih proizvoda u stvarnom vremenu kako bi se izbjegle konfiguracijske greške. Ako se bilo koja ograničenja sistema prekorače, korisnici su upozoreni direktnom vezom na izvor greške.

Greška može biti vezana za neka tehnička ograničenja konkretnog sistema, ali i uz nesuklađenost uz korištenu normu, prikaz na slikama 2 i 3.



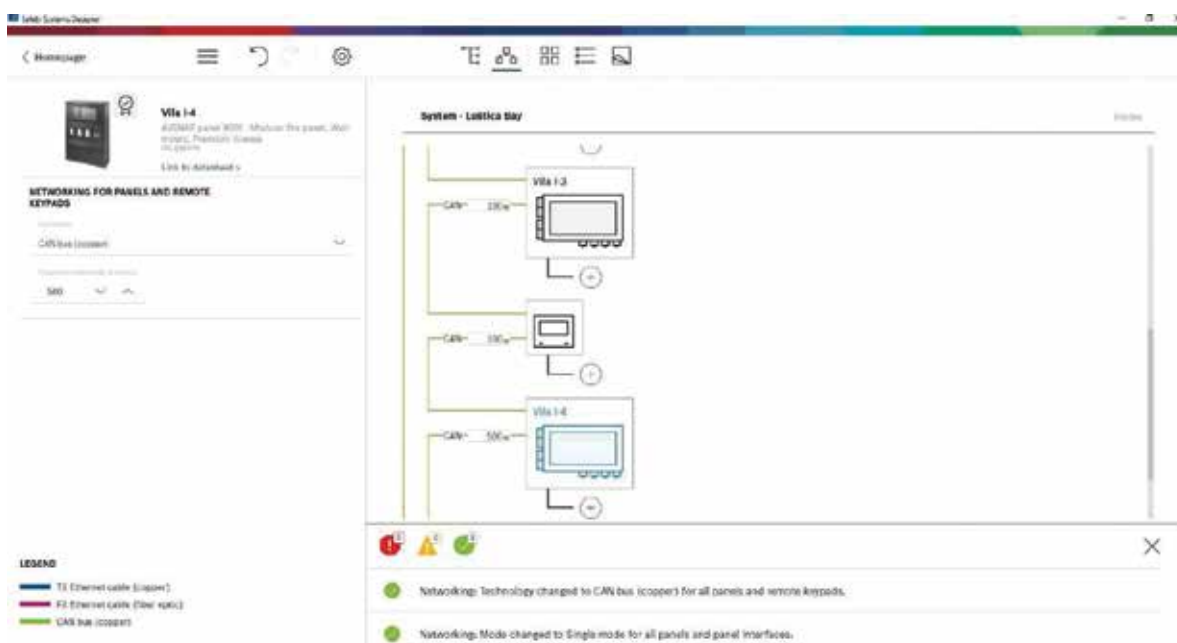
Slika 2. Prikaz interfejsa SSD alata – prekoračenje kapaciteta petlje



Slika 3. Prikaz interfejsa SSD alata – prekoračenje u broju mogućih elemenata

2.1. Međusobno umrežavanje centrala

Moguće je definisati koje centrale i na koji način je potrebno umrežiti. Dakle, CAN BUS petljom, optičkom petljom ili putem Ethernet interfejsa (slika 4).



Slika 4. Prikaz interfejsa SSD alata – definisanje umrežavanja centrala

Naravno svaka tehnologija prenosa donosi limite ili potrebe za dodatnom opremom.

Recimo CAN BUS ne dozvoljava razmak veći od 1000m između dva čvorišta (čvor može biti centrala ili paralelni tablo), optička infrastruktura zahtjeva SM ili MM media konvertore koji zadovoljavaju potrebne standarde.

2.2. Intuitivnost i lako korištenje (user friendly)

Softver bi trebao biti dovoljno praktičan i intuitivan za navigaciju bez potrebe za specijalnom obukom. Jednostavan pomoćnik za postavljanje pruža upute za instalaciju u nekoliko koraka, a aktivacija lokalnih administratorskih prava ne bi trebala biti potrebna. Terminologija mora biti generička kako se ne bi preferiralo na pojedinog proizvođača. Potrebno je imati i neke predloške za tipske proračune ili prikaze poput kalkulatora baterija i petlji te korištenja napajanja (Slika 5).



Grouping	larm current, mA	AUX 1 alarm current, mA	AUX 2 alarm current, mA	Recommended loop cable...	Potential loop cable L...	Voltage drop, V (Recomm...
Panel 1	36,6	418,0	0,0	1085	1291	12,1
	32,5	225,0	0,0	621	894	8,1
	3,9	225,0	0,0	1400	1480	11,4
	3,9	225,0	0,0	1400	1480	11,4
	1,0	225,0	0,0	1600	1600	8,1

Slika 5. Prikaz interfejsa SSD alata – kalkulacije napajanja i autonomije

2.3. Izrada automatizovanog tehničkog opisa i numeričke dokumentacije

Veliku pomoć pri projektovanju jeste i izrada kompletnog standardnog tehničkog opisa shodno inputima koji su zadati i dimenzionisani u alatu (slika 6).



Slika 6. Prikaz interfejsa SSD alata – tehnički opis sistema dojava požara

Kompletnan opis je prilagođen projektu: ispoštovani standardi, način upravljanja i mrežavanja, kalkulacija autonomije i napajanja, proračuni opterećenja petlje, tehničke karakteristike elemenata sistema. Dostupno je više jezika a dokument je moguće eksportovati u .docx formatu.

2.4. Mogućnost saradnje s drugima

Budući da projektovanje protivpožarnog alarmnog sistema uključuje unose različitih strana, transparentnost softvera pomaže svom osoblju da učinkovito rade zajedno kako bi uspostavili najsigurnija rješenja za sigurnost od požara. Svi, od konsultanata do projekatanta i njihovih klijenata, na istoj su strani i samo njihov zajednički rad rezultira uspješnim završetkom projekta te softver mora osigurati dijeljenje datoteka, spremanje novih verzija i slično.

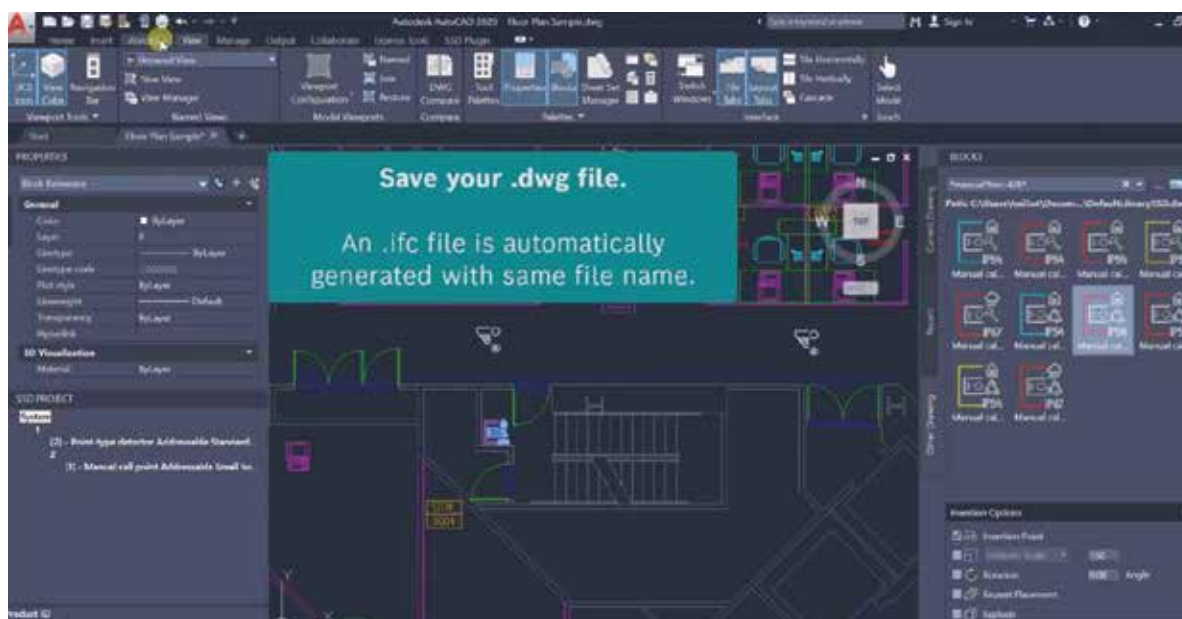
2.5. Integracija s AutoCADom

Autodeskov AutoCAD je daleko najpopularnija i najkorištenija platforma za pomoć u projektovanju. Takođe, projektanti najviše i troše vremena za unos elemenata u dwg podloge i najčešće griješe prilikom ručnih izvoza podataka te stvaranja dodatnih tablica koje moraju prilagati uz projektnu dokumentaciju. Zbog toga je potrebno da softver za lakše projektovanje ima mogućnost vrlo brzog unosa elemenata i po tipovima elemenata i po brojevima elemenata iz AutoCADa (slika 7).



Slika 7. Prikaz interfejsa SSD alata – uvoz podataka iz AutoCAD-a

Dodatno, potrebno je moći dodjeljivati elemente pojedinim petljama unutar AutoCADa kako bi dodatni softver imao baš sve potrebne informacije, ali i da projektanti mogu koristiti vlastite blokove. Srećom AutoCAD omogućava tzv. Plug-in dodatke kojima se na siguran način mogu dobiti napredne mogućnosti (slika 8).



Slika 8. Prikaz interfejsa AutoCADa – SSD blokovi elemenata požara

Takođe je preko istog plug-ina moguće poistovjetiti blokove koje koristi SSD sa već projektovanim blokovima/simbolima na crtežu.

AutoCAD plugin će automatski preračunati količine elemenata i spremi ih za eksport. Tom prilikom se kreira .ifc fajl koji se potom importuje u SSD alat, gdje će se elementi sistema automatski popuniti.

Naravno, važe sva tehnička ograničenja, pa će SSD sam rasporediti elemente sistema po petljama u odgovarajući broj petlji. Time se osigurava tehnička mogućnost izvođenja sistema.

3. ZAKLJUČAK

U dijelu izrade projekata instalacija za dojavu požara, od prve digitalizacije i prelaska sa stolova na računare pa do danas, nije se skoro pa ništa promijenilo.

Ideja je da se projektantski segmenti koji ne zahtijevaju proces razmišljanja, kao što su brojanje elemenata, popisivanje djelova, obavljanje proračuna po uvijek istim formulama, automatizuju potpuno. Time se značajno štedi vrijeme projektanata i inženjerima iz tehničke podrške i ostavlja im kako vremena tako i energije da se posvete bitnim detaljima projekta.

Veliki benefit jeste i što se mogućnost greške značajno umanjuje a time se povećava i povjerenje izvođača sistema u dobijeni projekat koji je izrađen na taj način.

Na ovaj način se tokom procesa implementacije sistema dojave požara, od projektanta i pre-sales podrške pa do krajnjeg izvođača, u cijelom tom lancu postiže značajna ušteda u vremenu a povećava se integritet samog projekta. Na kraju ukupni troškovi kako članova ovog procesa tako i krajnjeg klijenta mogu biti manji a istovremeno se postiže rast u kvalitetu.

Potpuno je razumno očekivati dalji razvoj sličnih softverskih alata koji će pravilnom upotrebom unaprijediti proces implementacije pojedinih sistema.

LITERATURA:

1. Bosch security website base: <https://www.boschsecurity.com/xc/en/solutions/fire-alarm-systems/fire-alarm-system-design/>
2. Pravilnik o tehničkim normativima za stabilne instalacije za dojavu požara ("sl. List srj", br. 87/93).
3. Zakon o uređenju prostora i izgradnji objekata ("službeni list cg", broj 51/08) Ministarstvo za ekonomski razvoj donijelo je pravilnik o načinu izrade, razmjeri i bližoj sadržini tehničke dokumentacije, član 18.

POSTUPAK MERENJA ELEKTROMAGNETNOG POLJA U OKOLINI BAZNIH STANICA MOBILNE TELEFONIJE

Cveta Tušup
Vladimir Matić
Aleksandar Lebl
IRITEL a.d. Beograd

KRATAK SADRŽAJ

U ovom radu prikazan je sistem za merenje i postupak za merenje elektromagnetnog polja u okolini baznih stanica mobilne telefonije. U merenju se koristi izotropna antena kao prijemnik signala bazne stanice i analizator spektra koji omogućava da se frekvencijski selektivno merenje realizuje velikom brzinom uporedljivom sa brzinom širokopojasnog merenja. Sastavni deo sistema za merenje je GPS prijemnik, tako da precizno određivanje geografskih koordinata mesta i trenutka na kom se merenje vrši olakšava analizu prikupljenih rezultata. Posebna pažnja u procesu merenja posvećuje se off line statističkoj analizi prikupljenih podataka i proceni njihovog odstupanja od tačne vrednosti tj. merne nesigurnosti. Pored ovog glavnog cilja, ukratko je prikazan i postupak proračuna elektromagnetnog polja koji se može orijentaciono koristiti u fazi pre instalacije same bazne stanice. Jedno poglavlje rada posvećeno je najčešće korišćenim internacionalnim i nacionalnim propisima vezanim za dozvoljeni nivo elektromagnetnog polja pri čemu valja napomenuti da su nacionalni propisi u Srbiji u mnogim tačkama strožiji nego što su internacionalni propisi. Na bazi svega ovoga rad predstavlja osnovu za teorijsko i praktično bavljenje problematikom zračenja baznih stanica i njegovog uticaja na životnu sredinu a sami prikupljeni podaci predstavljaju osnovu za izradu stručne ocene opterećenja životne sredine u lokalnoj zoni baznih stanica.

Ključne riječi: Elektromagnetno polje, Bazne stanice mobilne telefonije, Merenje intenziteta polja, Sistem za frekvencijski selektivno merenje, Postupak proračuna, propisi.

1. UVOD

U današnje vreme mobilna telefonija postaje sve više deo našeg života. Teško da je moguće zamisliti svakodnevni život i komunikaciju među ljudima bez mobilnog telefona. Izloženi smo elektromagnetnom zračenju baznih stanica mobilne telefonije čak i dok ne koristimo mobilne telefone. Broj baznih stanica (BS) mobilne telefonije koje su odgovorne za to zračenje stalno se povećava. Na primer, i pored konstantnog postepenog smanjenja broja korisnika koji koriste mobilne telefone (MS) druge generacije 2G u GSM tehnologiji, broj baznih stanica ove tehnologije i dalje se održava, na primer u Srbiji, na približno istom nivou [1], [2]. Broj BS 4G tipa (LTE itd.) se postepeno povećava, a uvode se i sistemi u 5G tehnologiji. Sve ovo zajedno doprinosi sve većem elektromagnetnom zračenju kojem smo izloženi.

Glavni efekti elektromagnetnog zračenja na živa bića (ljudi) mogu se podeliti na toplotne (termičke) i stimulatívne. Termički efekti manifestuju se zagrevanjem tkiva živog organizma. Zagrevanje je izraženije u tkivima koja su manje prokrvljena s obzirom da se protokom krvi obezbeđuje hlađenje organizma. Za potrebe analize ovog efekta definiše se veličina specifični nivo apsorpcije (*specific absorption rate* – SAR). Stimulativni efekti manifestuju se nadražajem nervnih i mišićnih ćelija što kao posledicu daje povećanu razdražljivost i umor [3], [4]. U pogledu drugih, ozbiljnijih efekata zračenja na zdravlje, kao što su rak mozga, kognitivne funkcije, frekvencija rada srca, krvni pritisak i slično, ne postoji slaganje kod naučnika [5]. U svakom slučaju, svi ovi dokazani i potencijalni efekti elektromagnetnog zračenja su razlog definisanja čitavog niza internacionalnih preporuka vezanih za nivoe intenziteta zračenja BS-a [6], [7].

Merenje nivoa elektromagnetnog polja prema internacionalnim preporukama predmet je mnogih istraživanja u celom svetu. Doprinosi [8]-[16] su samo jedan njihov mali deo. Važno je primetiti da se takva merenja u Srbiji definišu i sprovode već odavno [8]. U [8] već je prikazana osnovna koncepcija frekvencijski selektivnog merenja baziranog na primeni analizatora spektra koji omogućava pristup svim postojećim frekvencijskim kanalima radi merenja. Ovakav princip merenja koristi se i u [9] s tim što se porede rezultati dobijeni prikupljanjem podataka o zračenju GSM baznih stanica pomoću usmerenih i izotropnih antena, odnosno analizom pomoću analizatora spektra i merača sa mernom sondom. Rezultati prikazani u [10] baziraju na određenom ograničenom obimu merenja na dva saobraćajna kanala unutar GSM sistema na 850MHz i 1900MHz koja su omogućila da se statističkom analizom na bazi izmerene srednje vrednosti i standardne devijacije elektromagnetnog polja proceni ukupan nivo zračenja za kompletne GSM sisteme.

Pored frekvencijski selektivnog merenja primenjuje se i širokopojasno merenje elektromagnetnog zračenja baznih stanica [11]. Ovakva merenja se ređe primenjuju nego frekvencijski selektivna merenja, ali su dobijeni rezultati merenja manje izloženi riziku od statističke nesigurnosti dobijenih rezultata.

Statistička nesigurnost dobijenih rezultata frekvencijski selektivnim merenjem manifestuje se kako u pogledu prostora na kome se vrše merenja tako i u pogledu vremena merenja. Ovakva istraživanja su predmet analize u [12]. Pokazano je da rezultati merenja u pogledu prostorne nesigurnosti za W-CDMA i LTE sisteme ne zavise od toga da li se merenje vrši u urbanoj ili seoskoj sredini i koji frekvencijski opseg se analizira. U radu je analiziran i stepen prostorne nesigurnosti sa stanovišta visine iznad tla na kojoj se vrši merenje. Što se tiče vremenske nesigurnosti, pokazano je da merenje u kraćim vremenskim intervalima od približno 10s ne utiče značajno na dobijene rezultate korišćenjem međunarodnim propisima definisanih intervala od 6 minuta što je veoma značajno radi ubrzanja postupka merenja. Procena merne nesigurnosti rezultata takođe je predmet analize u [3].

U današnje vreme karakteristična je koegzistencija više različitih generacija mobilnih sistema na jednoj lokaciji, bilo da se njihove bazne stanice nalaze na istom stubu ili su međusobno smeštene na maloj udaljenosti (ne većoj od 20m). Osnovne smernice za realizovanje merenja u ovakvom slučaju date su u [13] kada se ima u vidu koegzistencija 2G, 3G i 4G sistema. Danas smo, dodatno, suočeni sa stalnim i čestim diskusijama u pogledu štetnog delovanja novih 5G sistema na ljudsko zdravlje. S tim u vezi, rezultati merenja u [14] pokazuju da je nivo elektromagnetnog polja u okolini baznih stanica 5G siste-

ma znatno niži nego kada se razmatraju sistemi njemu prethodnih generacija i, takođe, da su nivoi tog polja za 5G sisteme znatno niži nego što je to propisano internacionalnim preporukama.

U pogledu samih normi vezanih za dozvoljeni nivo elektromagnetnog zračenja, nacionalni propisi u nekim zemljama su ponekad strožiji nego kad se radi o internacionalnim normama. Takav je slučaj i sa Srbijom, tako da autori u [15] dokazuju da na skupini od preko 600 analiziranih lokacija na otvorenom samo njih 2.5% ne zadovoljava internacionalne propise dok čak 15.6% ne zadovoljava nacionalne propise. Pored toga, značajno je primetiti da mikro bazne stanice smeštene u zatvorenom prostoru, iako u apsolutnom iznosu emituju znatno manje elektromagnetno zračenje, češće prevazilaze predviđene dozvoljene granice s obzirom da se ljudi kreću u njihovoj neposrednoj blizini. Rezultati merenja prikazani u [16] pokazuju da je taj odnos 7% za mikro bazne stanice prema 2.5% za makro bazne stanice na otvorenom prostoru.

U poglavlju 2 prikazane su neke najvažnije granične vrednosti vezane za zračenje baznih stanica prema internacionalnim i nacionalnim preporukama. Zatim je u poglavlju 3 prikazan postupak proračuna jačine električnog polja i, zatim, njegovog merenja u poglavlju 4. Navedeni su faktori koji utiču na nesigurnost rezultata merenja. IRITEL-ovo iskustvo u projektovanju, razvoju i merenjima u postupku atestiranja različitih uređaja kao polazna osnova za akreditaciju za proces merenja elektromagnetnog zračenja u okolini baznih stanica mobilne telefonije prikazano je u poglavlju 5. Na kraju je u poglavlju 6 dat zaključak rada.

2. PROPISI VEZANI ZA NIVO ZRAČENJA

Postoji više internacionalnih organizacija koje svojim propisima definišu gornje granice za nivo elektromagnetnog zračenja. Propisi su različiti za opštu ljudsku populaciju i za tehničko osoblje. Organizacije koje se bave ovom problematikom su International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) [17], Federal Communications Commission (FCC) [18], Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) [19] and Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA) [20]. Najveći broj zemalja EU koristi ICNIRP preporuke tako da će se ovde prikazati neke najvažnije granične vrednosti ovih propisa za opštu ljudsku populaciju.

U Tabeli I date su gornje granične vrednosti za specifični nivo apsorpcije (SAR) kada su u pitanju različiti delovi ljudskog tela. Zatim su u Tabeli II dati gornji granični nivoi intenziteta električnog polja, magnetnog polja i gustine snage polja u zavisnosti od frekvencije emitovanog signala. Na kraju, u Tabeli III date su vrednosti ovih veličine iz Tabele II na pojedinim frekvencijama na kojima rade sistemi mobilne telefonije: 900MHz, 1800 MHz i 2100 MHz.

U poglavlju 1 već su istaknuti rezultati poređenja nivoa električnog polja sa gabaritima datim u internacionalnim preporukama i prema nacionalnim preporukama usvojenim u Srbiji koji već nagoveštavaju da su nacionalni propisi strožiji [21]. Konkretno vrednosti za SAR su u oba slučaja jednake, dok su za slučaj električnog polja, magnetnog polja i gustine snage polja prikazane u tabelama IV i V. Internacionalnim preporukama definisano je da se sva ova merenja vrše na tri visine od tla: 1.1m, 1.5m i 1.7m [22], [3].

Tabela I: Specifični nivo apsorpcije (SAR) za opštu ljudsku populaciju na osnovu ICNIRP preporuka [17]

Frekvencija (f)	SAR usrednjen za celo telo (W/kg)	SAR lokalizovan na glavu i trup (W/kg)	SAR lokalizovan na ekstremitete (W/kg)
100kHz-10GHz	0.08	2	4

Tabela II: Referentni granični nivoi intenziteta električnog polja, magnetnog polja i gustine snage polja za opštu ljudsku populaciju na osnovu ICNIRP preporuka [17]

Frekvencija (f)	Intenzitet električnog polja E_{max} (V/m)	Intenzitet magnetnog polja H_{max} (A/m)	Gustina snage S (W/m ²)
do 1Hz	-	32000	
1-8Hz	10000	32000/f ²	
8-25Hz	10000	4000/f	
0.025-0.8kHz	250/f	4/f	
0.8-3kHz	250/f	5	
3-150kHz	87	5	
0.15-1MHz	87	0.73/f	
1-10MHz	87/f ^{1/2}	0.73/f	
10-400MHz	28	0.073	2
400-2000MHz	1.375·f ^{1/2}	0.0037·f ^{1/2}	f/200
2-300GHz	61	0.16	10

Tabela III: Referentni granični nivoi intenziteta električnog polja, magnetnog polja i gustine snage za opštu ljudsku populaciju u frekvencijskim opsezima 900MHz, 1800MHz i 2100MHz na osnovu ICNIRP preporuka [17]

Frekvencija (f)	900MHz	1800MHz	2100MHz
Intenzitet električnog polja E_{max}	41V/m	58V/m	61V/m
Intenzitet magnetnog polja H_{max}	0.11A/m	0.156A/m	0.16A/m
Gustina snage S	4.5W/m ²	9W/m ²	10W/m ²

Tabela IV: Referentni granični nivoi intenziteta električnog polja, magnetnog polja i gustine snage polja za opštu ljudsku populaciju na osnovu srpskog Pravilnika o zaštiti od nejonizujućeg zračenja [21]

Frekvencija (f)	Intenzitet električnog polja E_{max} (V/m)	Intenzitet magnetnog polja H_{max} (A/m)	Gustina snage S (W/m ²)
do 1Hz	5600	12800	
1-8Hz	4000	12800/f ²	
8-25Hz	4000	1600/f	
0.025-0.8kHz	100/f	1.6/f	
0.8-3kHz	100/f	2	
3-150kHz	34.8	2	
0.15-1MHz	34.8	0.292/f	
1-10MHz	34.8/f ^{1/2}	0.292/f	
10-400MHz	11.2	0.0292	0.326
400-2000MHz	0.55·f ^{1/2}	0.00148·f ^{1/2}	f/1250
2-300GHz	24.4	0.064	1.6

Tabela V: Referentni granični nivoi intenziteta električnog polja, magnetnog polja i gustine snage za opštu ljudsku populaciju u frekvencijskim opsezima 900MHz, 1800MHz i 2100MHz na osnovu srpskog Pravilnika o zaštiti od nejonizujućeg zračenja [21]

Frekvencija (f)	900MHz	1800MHz	2100MHz
Intenzitet električnog polja E_{max}	16.5V/m	23.3V/m	24.4V/m
Intenzitet magnetnog polja H_{max}	0.044A/m	0.063A/m	0.064A/m
Gustina snage S	0.7W/m ²	1.4W/m ²	1.6W/m ²

Kada je reč o propisima koji važe u Crnoj Gori, definišu se vrednosti date u tabelama VI i VII. Ovo su uglavnom i vrednosti definisane prema [17].

Tabela VI: Granične vrednosti za izloženost elektromagnetnim poljima frekvencija između 100kHz i 300GHz za opštu populaciju na osnovu Pravilnika o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima [23]

Frekvencijski opseg	Gustina struje u glavi i trupu, J (mA/m ²) (RMS)	Specifična apsorbovana snaga, SAR (W/kg)			Gustina snage, S (W/m ²)
		usrednjeno po celom telu	lokalizovano u glavi i trupu	lokalizovano u ekstremitetima	
100kHz-10MHz	f/500	0.08	2	4	-
10MHz-10GHz	-	0.08	2	4	-
10-300GHz	-	-	-	-	10

Tabela VII: Vrednost upozorenja za izloženost elektromagnetnim poljima frekvencije između 100kHz i 300GHz za pojedinačnu frekvenciju za opštu javnu izloženost stanovništva na osnovu Pravilnika o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima [23]

Frekvencijski opseg	Jačina električnog polja E (V/m)	Jačina magnetnog polja H (A/m)	Magnetna indukcija B (μT)	Gustina snage ekvivalentnog ravanskog talasa S _{ekv} (W/m ²)
100-150kHz	87	5	6.25	-
0.15-1MHz	87	0.73/f	0.92/f	-
1-10MHz	87/f ^{1/2}	0.73/f	0.92/f	-
10-400MHz	28	0.073	0.092	2
400-2000MHz	1.375·f ^{1/2}	0.0037·f ^{1/2}	0.004·f ^{1/2}	f/200
2-300GHz	61	0.16	0.2	10

Pored svih ovih vrednosti datih u tabelama I-VII za stanovništvo (opštu ljudsku populaciju), u propisima se uvek daju i vrednosti za tehničko osoblje. Te vrednosti su po pravilu veće od onih za stanovništvo s obzirom da se tehničko osoblje ograničeno vreme nalazi u blizini baznih stanica i da poznaje mere zaštite koje treba primeniti.

3. POSTUPAK PRORAČUNA INTENZITETA ELEKTROMAGNETNOG POLJA

Intenzitet elektromagnetnog polja (E) u slobodnom prostoru je zavisian od nivoa emisione snage BS. Ova zavisnost za svaki pojedinačni kanal/frekvencijski nosilac može se prikazati jednačinom [24]:

$$E = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot G}}{r} = \frac{c}{r} \cdot \sqrt{P} \quad (1)$$

gde je:

- P - emisiona snaga,
- G - pojačanje antene za koje treba uzeti u obzir dijagram njenog zračenja,
- r - rastojanje između BS i MS.

Dalje, u jednačini (1) usvojeno je $c = \sqrt{30 \cdot G}$

Ovakav način proračuna veličine elektromagnetnog polja kao u (1), gde je to polje obrnuto proporcionalno rastojanju između BS i MS, obično daje veću jačinu polja nego što je to u stvarnosti. Naime, vrednost koeficijenta slabljenja okoline γ kojim se modeluje slabljenje snage signala u ćeliji bazne stanice najčešće ima vrednost između 2 i 5 [25], [26]. U slučaju da je $\gamma=2$, važiće (1). U opštem slučaju kada je $\gamma>2$, u imeniocu jednačine (1) figurisaće $r^{\gamma/2}$, odnosno električno polje će biti više oslabljeno. U

nekim retkim slučajevima kada je veoma izražena refleksija posle čega su direktni i reflektovani talas u fazi može biti $\gamma < 2$ [27] i tada je veličina električnog polja veća od one u (1). Zbog toga je naš originalni doprinos da, samo u slučaju $\gamma < 2$, u proračunu planiramo modifikovanu jednačinu (1) kao:

$$E = \sqrt{\frac{30 \cdot P \cdot G}{r^\gamma}} = c \cdot \sqrt{\frac{P}{r^\gamma}} \quad (2)$$

Prolaskom signala kroz prepreke (prvenstveno zidove) dolazi do slabljenja elektromagnetnog polja. Neke tipične vrednosti ovog slabljenja za pojedine materijale zidova (drveni zid, betonski zid sa prozorima i bez prozora) date su u [28]. Ove vrednosti daju mogućnost da se, orijentaciono, odredi i jačina elektromagnetnog polja u objektima kao posledica zračenja antena baznih stanica.

Pored prepreka, na prostiranje elektromagnetnih talasa utiče i čitav niz drugih faktora. Među njima se ističe refleksija od različitih površina (zemlja, krov itd.). Efekat refleksije može da bude da se glavni talas pojačava ili slabi, zavisno od faznog odnosa osnovnog i reflektovanog talasa. Konkretno orijentacione vrednosti faktora refleksije u postupku proračuna u slučaju urbane ($\Gamma=0.3$) i ruralne sredine ($\Gamma=0.6$) date su u [28]. Ovo je drugi način kako se modeluje električno polje ako je njegova vrednost veća nego na osnovu (1). Refleksija i, pored toga, apsorpcija i interferencija elektromagnetnih talasa su, takođe, značajni faktori pri određivanju nivoa polja u unutrašnjosti objekata bilo da ono potiče od *indoor* ili *outdoor* objekata.

U slučaju da se analizira slučaj sa m kanala/frekvencijskih nosilaca po sistemu, ukupno elektromagnetno polje iznosi:

$$E = \sqrt{\sum_{i=1}^m E_i^2} \quad (3)$$

s obzirom da se sabiraju snage pojedinih kanala/frekvencijskih nosilaca.

U vezi sa proračunatom ukupnom vrednošću magnetnog polja definiše se i veličina faktora izloženosti:

$$f_i = \frac{E}{E_{\max}} \quad (4)$$

koja predstavlja odnos proračunate ili izmerene veličine elektromagnetnog polja u odnosu na maksimalno propisano.

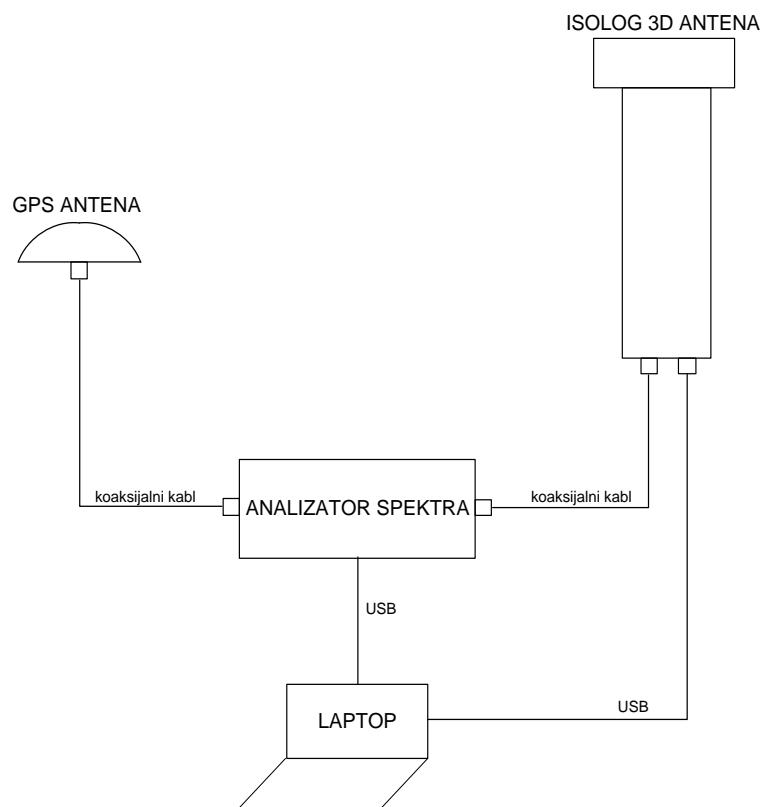
Emisionoj snazi BS s jedne strane doprinosi grupa kanala (na primer kontrolni kanali) koji obavezno postoje da bi se omogućilo funkcionisanje sistema mobilne telefonije i čija je snaga jednaka i (najčešće) maksimalna. S druge strane, postoje saobraćajni kanali na kojima se emituje signal samo kada su aktivni i obično je snaga na tim kanalima promenljiva, tj. zavisna od trenutne udaljenosti između BS i MS.

4. POSTUPAK MERENJA INTENZITETA ELEKTROMAGNETNOG POLJA

Merenje elektromagnetnog polja se obično sastoji u određivanju nivoa električnog polja s obzirom da se merenje lakše sprovodi nego kad je u pitanju magnetno polje. Postoje dva osnovna pristupa merenju intenziteta zračenja u okolini BS-a [3]. Prvi postupak je širokopojasno merenje gde se meri trenutna vrednost elektromagnetnog polja u celokupnom frekvencijskom opsegu. S obzirom da ovakva merenja daju rezultate koji su zavisni od trenutnog saobraćajnog opterećenja, potrebno je i poželjno da se merenja obavljaju u glavnom saobraćajnom satu kada je najveće elektromagnetno zračenje kao posledica najvećeg saobraćaja da bi se povećao stepen poverenja u dobijene rezultate.

Drugi postupak merenja je frekvencijski selektivno merenje i ono omogućava da se odredi približno maksimalno elektromagnetno zračenje BS kada su zauzeti svi saobraćajni kanali. Jedan mogući prin-

cip kod ovog postupka je da se izmeri elektromagnetno polje samo u kanalima na kojima je emisiona snaga uvek konstantna i maksimalna. Kada se ovo ustanovi merenjem, ukupno zračenje se na dalje određuje proračunski. U slučaju GSM (2G), UMTS (3G) i LTE (4G) sistema koriste se vrlo slične formule za proračun [6]. Kada se radi o GSM sistemima, koristi se formula:



Slika 1. Blok-šema frekvencijski selektivnog merenja jačine električnog polja

$$E = \sqrt{n_{TRX}} \cdot E_{BCCH} \quad (5)$$

gde je E_{BCCH} nivo električnog polja koje potiče od stalno aktivnih kanala na prvom nosiocu (*Broadcast Control Channel* – BCCH) a n_{TRX} raspoloživi broj frekvencijskih nosilaca. Slične formule u slučaju UMTS sistema i LTE sistema prikazane su u [1], [6], pri čemu se umesto n_{TRX} koristi koeficijent snage (n_p) za ostale vrste mobilnih sistema umesto GSM. Tipične maksimalne vrednosti koeficijenata koji se nalaze ispod korena u jednačinama kao što je (5) date su u [28]. Formule u ova tri pomenuta slučaja podrazumevaju da se ne primenjuje kontrola snage u saobraćajnim kanalima zavisno od međusobne udaljenosti BS i MS i da su svi saobraćajni kanali stalno zauzeti. Svim ovim se u proračunu postiže da rezultat ide na sigurnu stranu: proračunato polje je veće nego što će to biti u stvarnosti.

Način prikupljanja rezultata na svakoj mernoj poziciji kao i njihov obim utiču na tačnost izmerenih podataka [3]. Željena vrednost polja može se odrediti na osnovu tri rezultata merenja (na visinama 1.1m, 1.5m i 1.7m) kao njihova srednja vrednost [6] ili izborom najveće od te tri izmerene vrednosti [22]. U nekim slučajevima mogu se obaviti još i dodatna merenja na mernoj poziciji (tri dodatna merenja na istim visinama s tim što su merne tačke udaljene po 0.4m od prve tri tačke ili se može definisati mreža mernih tačaka za celokupno merenje [29]).

Na slici 1 prikazana je blok-šema postupka frekvencijski selektivnog merenja jačine električnog polja. U postupku merenja koristi se ISOLOG 3D antena [30] koja prostorno u sve tri ose x , y i z može da izmeri jačinu električnog polja (E_x , E_y , E_z) s obzirom da ima senzore za sve 3 ravni. Zadatak antene je da konvertuje jačinu električnog polja (izraženu u V/m) u napon (u V), a odnos ove dve veličine iskazuje se promenljivom faktor antene.

Ukupna jačina električnog polja na osnovu ove tri izmerene vrednosti iznosi

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \quad (6)$$

Analizator spektra SPECTRAN V6 [31] omogućava pouzdano frekvencijski selektivno merenje s obzirom na njegovu vrlo visoku brzinu skanovanja spektra od 1THz/s. Pored veze sa ISOLOG 3D antenom koja omogućava prikupljanje podataka za merenje, analizator spektra se vezuje i sa GPS antenom. Na taj način uspostavlja se veza izmerenog električnog polja sa geografskom lokacijom tačke u kojoj je izvršeno merenje. Komande kojima se upravlja radom ISOLOG 3D antene šalju se iz upravljačkog laptopa, a tu se ujedno i prikupljaju podaci (rezultati) dobijeni merenjem.

Tabela VIII: Struktura prikaza mernih rezultata

Frekvencija (MHz)	Pozicija (WGS 8)	Vreme (UTC)	E_x (V/m)	E_y (V/m)	E_z (V/m)	E (V/m)
-------------------	------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---------

Tabela IX: Struktura prikaza mernih rezultata kod određivanja krajnjeg elektromagnetnog polja na osnovu (5)

Frekvencija (MHz)	Pozicija (WGS 8)	Vreme (UTC)	E_x (V/m)	E_y (V/m)	E_z (V/m)	E (V/m)	$n_{TRX} \cdot n_P$	E_p (V/m)
-------------------	------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---------	---------------------	-------------

Način prikazivanja mernih rezultata dat je u Tabeli VIII. Podaci koji se pamte su pozicija tačke na kojoj se vrši merenje (na osnovu GPS lociranja), vreme u kome su prikupljeni rezultati i frekvencija na kojoj je realizovano svako pojedino merenje. Zatim se prikazuje jačina polja prema pojedinim prostornim koordinatama (E_x , E_y , E_z) i njegova zbirna vrednost (E). Ukoliko se merenje realizuje postupkom prikazanim jednačinom (5), u tabeli se dodaju još dve kolone: broj frekvencijskih nosilaca n_{TRX} u slučaju GSM sistema odnosno koeficijent snage nP kod ostalih vrsta mobilnih sistema i krajnje proračunato elektromagnetno polje E_p , kako je to prikazano u Tabeli IX.

Ovako definisan sistem i postupak merenja u potpunosti zadovoljava zakone i propise kako u Srbiji [21], [32], tako i u Crnoj Gori [23], [33], [34].

Statistička (merna) nesigurnost u našem postupku frekvencijski selektivnog merenja zavisi od čitavog niza faktora [3]. Faktori koji su od značaja su:

- nesigurnost mernog instrumenta – analizatora spektra;
- nesigurnost etaloniranja merne sonde;
- nesigurnost interpolacije faktora antene prilikom njenog etaloniranja;
- nesigurnost prouzrokovana anizotropijom antene;
- nesigurnost kao posledica neprilagođenja mernih instrumenata;
- nesigurnost koja potiče od prisustva električnog šuma;
- nesigurnost prouzrokovana nestabilnošću snage izvora, mernog uređaja, promenama temperature i vlažnosti;
- nesigurnost koja potiče od tela ispitivača;
- nesigurnost koja potiče od telekomunikacionog saobraćaja;
- nesigurnost zbog prostiranja signala višestrukim putanjama;
- nesigurnost ponovljivosti merenja pod istim uslovima.

Kao što se vidi, broj faktora koji utiče na nesigurnost izmerenih rezultata je velik i neophodno je uvek pri realizaciji postupka merenja obratiti pažnju na određivanje granica u okviru kojih se očekuje da se nalazi tačan nivo elektromagnetnog polja na osnovu merenjem dobijenih rezultata.

5. IRITEL-OVI PLANOVI ZA ANGAŽOVANJE U MERENJU INTENZITETA ZRAČENJA BAZNIH STANICA MOBILNE TELEFONIJE

Sektor za radiokomunikacije u okviru preduzeća IRITEL poseduje više nego 20-godišnje iskustvo u projektovanju, instalaciji i tehničkim pregledima različitih sistema u oblasti radiokomunikacija. Ovo iskustvo podržano je time što je IRITEL sve do kraja 2021. godine u toku 55 godina svoga postojanja delovao kao Istraživačko razvojni institut u oblasti elektronike i telekomunikacija pri čemu je razvijen čitav niz različitih uređaja u oblasti radiokomunikacija zasnovanih na principima softverskog radija: čitava serija ometača, radara, antenskih razdelnika i radio-prijemnika za različite frekvencijske opsege, itd. U pogledu publikovanja naučnih radova u internacionalnim, nacionalnim časopisima i na konferencijama kao i drugih doprinosa vezanih za problematiku mobilnih komunikacija i merenja u takvim sistemima, rezultati IRITEL-a dosežu i dalje u prošlost. Iskustvo IRITEL-a je tu duže od 40 godina, a doprinosi [4], [35]-[43] su samo jedan vrlo kratak osvrt na najznačajnije ostvarene rezultate.

Projektovano je više stotina sistema, a pušteno u rad i urađeni su tehnički pregledi za više hiljada sistema. Ovo se odnosi na sisteme radiorelejnih veza i radio baznih stanica. Korisnici ovih sistema u Srbiji su kompanije A1 (ranije VIP), Cetin (ranije Telenor), Telekom, zatim EPS/EMS (Elektroprivreda Srbije) i SMATSA (Kontrola letenja Srbije i Crne Gore). Pored ovoga, IRITEL poseduje iskustvo u različitim merenjima za potrebe, prvenstveno, telekomunikacionih operatera, na primer merenja transmisionih karakteristika u postupku atestiranja kućnih telefonskih centrala. Ovi multidisciplinarni doprinosi predstavljaju polaznu osnovu za iniciranje postupka akreditacije IRITEL-a za merenja elektromagnetnog zračenja baznih stanica mobilne telefonije.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je postupak za merenje vrednosti elektromagnetnog polja u okolini baznih stanica mobilne telefonije. Postupak je zasnovan na internacionalnim preporukama u pogledu dozvoljenog intenziteta polja. Predviđeno je da se realizuje frekvencijski selektivno merenje električnog polja po svim raspoloživim kanalima, a predviđeni analizator spektra, s obzirom na brzinu samog skeniranja frekvencijskog opsega, omogućava da se frekvencijski selektivno merenje realizuje brzinom koja je obično zadovoljena za širokopojasna merenja. Tačnost i efikasnost merenja dodatno su podržane primenom izotropne antene koja omogućava merenje sve tri prostorne komponente polja. Celokupnim sklopom za merenje (antenom i analizatorom spektra) lako se softverski upravlja iz komercijalnog laptopa. Pored postupka merenja, u radu su date i osnovne smernice za procenu nivoa elektromagnetnog polja što je bitno u fazi pre izgradnje same bazne stanice. Preporučena je nova formula za procenu maksimalnog nivoa elektromagnetnog polja u slučaju proračuna za sredine sa velikom refleksijom signala, što se modeluje vrednošću koeficijenta slabljenja okoline manjom nego u slobodnom prostoru ($\gamma < 2$). Prezentovane su i neke glavne dozvoljene vrednosti parametara vezanih za nivo polja, kako po internacionalnim tako i po nacionalnim preporukama u Srbiji i u Crnoj Gori. Na samom početku rada dat je kratak pregled nekih već realizovanih merenja koja se odnose na sve generacije mobilne telefonije počev od GSM (2G) pa do 5G. Ovakvom svojom koncepcijom rad predstavlja za projektante polaznu osnovu u primeni postupka procene i merenja elektromagnetnog polja u blizini baznih stanica.

LITERATURA

1. Republic of Serbia, RATEL (Regulatory Agency for Electronic Communications and Postal Services), "An Overview of the Telecom and Postal Services Market in the republic of Serbia in 2017", Section 6, "Public Mobile Telecommunications Networks and Services", Belgrade 2018.
2. Republic of Serbia, RATEL (Regulatory Agency for Electronic Communications and Postal Services), "Mobile network benchmarking 2020", 2020. <http://benchmark.ratel.rs/en/mobile-network-benchmarking-2020>.
3. M. Koprivica, "Povećanje efikasnosti metoda za merenje intenziteta električnog polja u okolini baznih stanica javnih mobilnih sistema", doktorska disertacija, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 2016.
4. A. Lebl, M. Mileusnić, D. Mitić, V. Matić, B. Pavić, Ž. Markov, "Influence of traffic process characteristics on the electric field in GSM base station cell", International Scientific Conference „Unitech 2017“, Gabrovo, 17-18. November 2017, pp. II-62 – II-67, ISSN: 1313-230X.
5. Harvard Campus Services Environmental Health & Safety, "Cell Phone Towers and Radiofrequency (RF) Radiation Safety", pp. 1-5, January 2015., Copyright 2015 The President and Fellows of Harvard College, <https://www.ehs.harvard.edu/sites/ehs.harvard.edu/files/CellphoneTowerFacts.pdf>.
6. European Committee for Electrotechnical Standardization, "European Standard EN 50492: 2008/A1:2014: Basic standard for the in-situ measurement of electromagnetic field strength related to human exposure in the vicinity of base stations", CENELEC, 2014.
7. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection ICNIRP 16/09, "Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz) - review of the scientific evidence on dosimetry, biological effects, epidemiological observations, and health consequences concerning exposure to high frequency electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)", ICNIRP, 2009.
8. S. Ilić, A. Nešković, M. Simić, "Sistem za automatsko merenje nivoa napona, snage i električnog polja baziran na spektralnom analizatoru PROTEK 3201", Deseti telekomunikacioni forum TELFOR 2002, Beograd, 26-28. novembar 2002.
9. R. Hamid, M. Çetintaş, H. Karacadağ, A. Gedik, M. Yoğun, M. Çelik, A. Fırlarer, «Measurement of Electromagnetic Radiation from GSM Base Stations», June 2003., pp. 1211-1214, DOI: 10.1109/ICSMC2.2003.1429136.
10. P. S. Infante, F. Gilart, "Assessment of the real public exposure to base stations over a day from instantaneous measurement", Revista de Ingenieria Electrónica, Automatica y Comunicaciones RIELAC, Vol. XXXIX 2/2018, pp. 1-9, May-August 2018., ISSN: 1815-5928.
11. P. P. Bieńkowski, P. M. Cała, B. Zubrzak, "Optimization of measurement methods for a multi-frequency electromagnetic field from mobile phone base station using broadband EMF meter", Medycyna Pracy, Vol. 66, No. 5, 2015., pp.701-712, <http://dx.doi.org/10.13075/mp.5893.00206>.
12. S. Watanabe, L. Hamada, "3 Research and Development of Testing Technologies for Radio Equipment: 3-4 Measurements of the Electromagnetic Field from a Mobile Phone Base Station", pp. 213-231.
13. Department of Telecommunications, "Test Procedure for Electromagnetic fields from Base Station Antenna No: TEC 13019:2021", Telecommunication Engineering Centre TEC, Khurshid Lal Bhavan, Janpath, New Delhi – 110001, Division: Radio, Issue: 2021.
14. Ofcom, "Electromagnetic Field (EMF) measurements near 5G mobile phone base stations – Summary of results", Technical Report, 21. February 2020).
15. M. Koprivica, V. Slavković, N. Nešković, A. Nešković, "Statistical analysis of electromagnetic radiation measurements in the vicinity of GSM/UMTS base station installed on buildings in Serbia", Radiation Protection Dosimetry, Vol. 168, Issue 4, March 2016., pp. 489-502., <https://doi.org/10.1093/rpd/naw001>.

org/10.1093/rpd/ncv372.

16. M. Koprivica, M. Petrić, N. Nešković, A. Nešković, "Statistical analysis of electromagnetic radiation measurements in the vicinity of indoor microcell GSM/UMTS base stations in Serbia", *Bio Electro Magnetism*, Vol 37, Issue 1, December 2015., pp. 69-65., Letter to the Editor.
17. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), "Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)", *Health Physics*, Vol. 74, No. 4, pp.494-522, 1998.
18. Federal Communications Commission, "Evaluating compliance with FCC guidelines for human exposure to radiofrequency electromagnetic fields", FCC 1997-01 ed: OET Bulletin 65, 1997.
19. Institute of Electrical and Electronics Engineers, "IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz", IEEE Standard C95.1-2005, 2006.
20. Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, "Radiation protection standard - maximum exposure levels to radiofrequency fields-3 kHz to 300 GHz", ARPANSA Radiation Protection Series, Publication No. 3, 2002.
21. "Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima", Službeni glasnik Republike Srbije broj 104/2009, 2009.
22. European Committee for Electrotechnical Standardization, "European standard EN 50400:2006/A1:2012: Basic standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz — 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service", CENELEC, 2012.
23. "Pravilnik o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima ", Službeni Glasnik Crne Gore br. 06/15, 2015.
24. M. Galić, D. Poljak, V. Dorić, "Simple analytical models for the calculation of the electric field radiated by the base station antenna", *Engineering Modelling*, Vol. 31, No. 1-2, pp. 31-42, 2018., DOI: 10.31534/engmod.2018.1, UDC: 654.165:537.212-046.55.
25. J. Eberspracher, H.-J. Vögel, C. Bettstetter, "GSM, Switching, Services and Protocols", (section 5), John Wiley & Sons, 1999.
26. M. Mileusnić, M. Popović, A. Lebl, D. Mitić, Ž. Markov, „Influence of Users' Density on the Mean Base Station Output Power“, *Elektronika ir Elektrotehnika*, Vol. 20, No. 9, November 2014., pp. 74-79., DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.eee.20.9.5418>.
27. T. S. Rappaport, K. Blankenship, H. Xu, "Propagation and Radio System Design Issues in Mobile Radio Systems for the GloMo Project", Tutorial, 1997., pp. 1-29.
28. Laboratorija W-Line, "Stručna ocena opterećenja životne sredine u lokalnoj zoni bazne stanice mobilne telefonije "Ovča 2" – BG142/BGU142/BGL142/BGO142". 19. mart 2021.
29. International Electrotechnical Commission, "IEC 62232:2011 – Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure", IEC, 2011.
30. AARONIA AG, "Isolog 3D Mobile Quick Guide", <https://aaronia.com/antennas/isolog-3d-mobile-isotropic/>.
31. AARONIA AG, "Spectran V6 Beyond Realtime, Quick Start Guide", https://downloads.aaronia.com/datasheets/analyzers/V6/Aaronia_Spectran_V6_X_Datasheet.pdf#.
32. "Zakon o zaštiti od od nejonizujućih zračenja", Službeni Glasnik Republike Srbije br. 36/2009, 2009.
33. "Zakon o zaštiti od od nejonizujućih zračenja", Službeni Glasnik Crne Gore br. 35/13, 2013.
34. "Pravilnik o načinu prvih i periodičnih mjerenja nivoa elektromagnetnog polja", Službeni Glasnik Crne Gore br. 56/15,2015.
35. P. Petrović, "Spectral shaping of digitised speech for mobile radio applications", *Electronics Letters*, 9th May 1980., Vol. 16, No. 4, pp. 363-365.

36. P. Petrović, "Digitized Speech Transmission at VHF Using Existing FM Mobile Radios", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. VT-31, No. 2, May 1982, pp. 76-88 (the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Vehicular Technology Society 1982 Runner-up Paper of the Year Award in Communications Technology).
37. V. Matić, Đ. Paunović, "Izbor pogodnog metoda predikcije jačine polja u urbanoj sredini Beograd na 950 MHz", XXXIX konferencija ETRAN, Zlatibor, jun 1995., zbornik, sveska 2, str. 36-39.
38. V. Matić, Đ. Paunović, "Pregled metoda predikcije za mobilno radio-prostiranje u opsegu 900 MHz", III simpozijum TELFOR 95, Beograd, decembar 1995., zbornik, str. 225-228
39. V. Matić, Đ. Paunović, "A comparison of prediction methods for 900 MHz urban mobile radio propagation", I International Conference on Information, Communication & Signal Processing ICICS'97, Singapore, september 1997., proceedings, vol. 3, pp. 1696-1700.
40. V. Matić, B. Pavić, V. Tadić, "The implementation of digital signal processing for automatic recognition of radio emissions type and spectrum occupancy analysis", III International Caracas Conference on Devices, Circuits and Systems ICCDCS 2000, Cancun, Mexico, 2000., proceedings.
41. M. Mileusnić, D. Tesla, N. Remenski, B. Pavić, A. Toth, "Test GSM predajnik TGSM-20W", VIII Telekomunikacioni forum, TELFOR 2000, Beograd, Zbornik radova, str. 144-146.
42. V. Matić, B. Pavić, V. Tadić, "Implementation of the spectral analysis module in a radio traffic supervision and monitoring system", XXXVII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2002, Niš, Yugoslavia, october 2002., proceedings, pp. 61-64.
43. Strateški projekat br. IT.1.18.0100.B, "Razvoj i realizacija elemenata softverskog radija i specifične opreme i softvera za radio-difuziju i mobilne telekomunikacije", Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, 2002-2004.

REVITALIZACIJA HIDROGENERATORA U HE „ĐERDAP 1”

Dragan Belonić
HE “Đerdap 1”, Kladovo

KRATAK SADRŽAJ

Procenjeni radni vek prvobitno ugrađenih hidroagregata u HE “Đerdap 1” bio je definisan na 200.000 radnih sati. Vreme rada koje su hidroagregati ostvarili od početka proizvodnje (agregat br. 1 – pušten u rad šestog avgusta 1970. godine) pokazuju da je ova cifra odavno prevaziđena i da je bila neophodna revitalizacija hidroelektrane. Revitalizacijom je predviđeno povećanje nazivne prividne snage svakog od šest postojećih hidrogeneratora tako da snaga generatora odgovara snazi nove turbine, ali ne sme biti manja od 211,11 MVA [1]. Projektovana prividna snaga je i ostvarena što je potvrđeno odgovarajućim primopredajnim ispitivanjima.

Radi ostvarivanja zahtevanih parametara predviđena je:

montaža novih kućišta, jezgara i namotaja statora glavnog generatora, revitalizacija kućišta, montaža novih lim paketa i namotaja statora pomoćnog generatora, revitalizacija obodnog prstena rotora glavnog generatora sa montažom novih/revit. polova, revitalizacija polova pomoćnog generatora (preizolovanje polova).

U ovom radu će biti prikazani postupci, tehnologija i obim izvršenih montažnih radova na revitalizovanim hidrogeneratorima u HE “Đerdap 1”, kao i obim kontrolnih ispitivanja tokom montaže opreme. Svi predmetni radovi su izvedeni u skladu sa Instrukcijama [2] proizvođača opreme i usaglašenim Specijalnim tehničkim uslovima (STU) [1].

Ključne reči: Ispitivanja, Jezgro statora, Namotaj, Obodni prsten rotora, Revitalizacija.

1. UVOD

Hidroenergetski i plovidbeni sistem “Đerdap 1” se sastoji od:

- prelivne brane postavljene u koritu reke između dveju elektrana,
- dve mašinske zgrade istih tehničkih karakteristika i parametara - jedna na srpskoj, a jedna na rumunskoj obali Dunava,
- dve dvostepene brodske prevodnice - na obe obale po jedna prevodnica, dva razvodna postrojenja

- na obe obale po jedno,
- administrativnih, poslovnih zgrada uz srpski i rumunski deo objekta.



Slika 1. HE "Đerdap 1"

HE "Đerdap 1", u svojoj mašinskoj zgradi poseduje 6 (šest) hidrogeneratora. Generatori su trofazni, sinhroni, vertikalnog tipa, s nosećim ležištem na poklopcu turbine i jednim vodećim ležištem iznad generatora. Nominalna prividna snaga hidrogeneratora pre revitalizacije je bila 190 MVA.

Ugovorom o revitalizaciji [1] predviđeno je povećanje nominalne snage svakog od 6 (šest) postojećih hidrogeneratora tako da snaga generatora odgovara snazi nove turbine. Prividna snaga revitalizovanih hidrogeneratora je sada 211,11MVA.

Revitalizacija hidrogeneratora na rumunskoj strani je završena 21.03.2007. godine, a radovi na revitalizaciji hidrogeneratora u HE "Đerdap 1" koji su otpočeli 01.09.2009. godine revitalizacijom hidrogeneratora br.6 (Etapa 1 revitalizacije), planirano je da se završe 15.10.2023. godine revitalizacijom hidrogeneratora br.3 (Etapa 6 revitalizacije). Duži period revitalizacionih radova na HE "Đerdap 1" uslovljen je bio prekidom radova usled neispunjavanja ugovornih obaveza isporučiooca opreme, kao i pandemije Covid 19.

2. UGOVORNE OBAVEZE

Radi ostvarivanja zahtevanih parametara predviđena je:

montaža novih kućišta, jezgara i namotaja statora glavnog generatora, revitalizacija kućišta statora, montaža novih lim paketa i namotaja statora pomoćnog generatora, revitalizacija obodnog prstena rotora glavnog generatora sa montažom novih/revitalizovanih polova, izrada i isporuka kompleta novih polova rotora glavnog generatora za generatore br. 4-6 (proizvodnje "Rade Končar"), revitalizacija jezgara polova, zamena namotaja polova rotora glavnog generatora za generatore br. 1-3 (proizvodnje "Elektrosila"), revitalizacija polova pomoćnog generatora (preizolovanje polova).

3. MONTAŽA STATORA GLAVNOG GENERATORA

Prilikom montaže statora glavnog generatora, saglasno usvojenoj dinamici revitalizacionih radova, a radi skraćenja rokova revitalizacije pojedinih Etapa korišćena su dva principa izvođenja montažnih radova:

- Montaža kompletnog statora glavnog generatora u jami agregata (A1, A2 i A6);

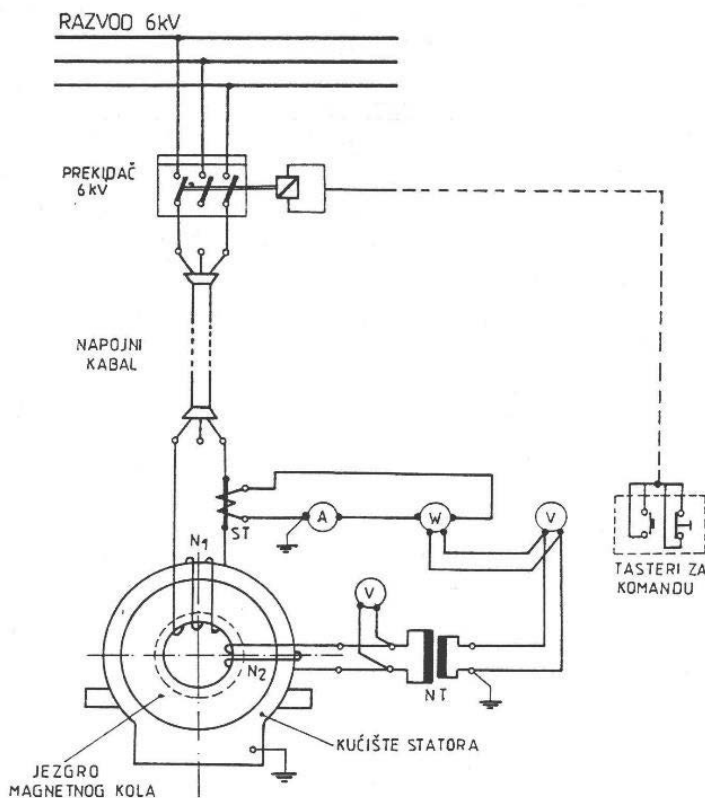
- Montaža kućišta statora i jezgra statora na montažnom platou, prenos u jamu agregata i nastavak radova na montaži namotaja (A3, A4 i A5).

3.1. Montaža jezgra statora glavnog generatora u jami agregata

Izvođenje radova na montaži jezgra statora u jami agregata podrazumeva sledeće aktivnosti:

- Postavljanje na temelj, u jami generatora, noseće konstrukcije za obrtnu strelu;
- Postavljanje na noseću konstrukciju i centriranje obrtne strele;
- Sklapanje kućišta statora, sa pripadajućim temeljnim pločama, u jami generatora i njegovo centriranje pomoću strele;
- Postavljanje i pozicioniranje klinova sa držačima i zavarivanje držača za police kućišta statora;
- Postavljanje i zavarivanje golih vijaka (brezona) statora, čišćenje i bojenje kućišta statora.
- Postavljanje i podešavanje donjih pritisnih češljeva;
- Sklapanje jezgra statora sa tri preliminarna presovanja;
- Preliminarno hladno naprezanje jezgra pomoću golih vijaka i navrtki, ugrađenih u držače klinova, sa istovremenom kontrolom forme jezgra statora obrtnom strelom;
- Ugradnja grejača i termoizolacionih elemenata sa unutrašnje i spoljašnje strane jezgra statora;
- Zagrevanje jezgra sa kontrolom ravnomernosti zagrevanja po krugu i po visini jezgra;
- Vruće naprezanje jezgra pri dostizanju razlike u temperaturi (25 ± 5) $^{\circ}\text{C}$ između jezgra statora i kućišta statora zatezanjem navrtki M30 u držačima klina po celoj visini kućišta statora (proračunsko povećanja radijusa jezgra za 2,2 mm);
- Zavarivanje rebara klinova za držače nakon potpunog hlađenja jezgra do temperature kućišta statora;
- Finalno merenje forme jezgra statora obrtnom strelom.

3.2. Indukciono ispitivanje jezgra statora



Slika 2. Principijelna šema magnetovanja statorskog magnetnog kola

Cilj ispitivanja: Ispitivanje se izvodi radi provere kvaliteta izrade, lakiranja i montaže jezgra statora, a i radi određivanja specifičnih gubitaka u gvožđu.

Način ispitivanja: Ispitivanje se obavlja metodom torusnog magnetovanja jezgra statora pomoću privremeno montiranog namotaja, napajanog jednofaznom naizmeničnom strujom.

Kriterijum za ocenu rezultata ispitivanja: Maksimalno dozvoljena razlika temperature paketa limova na kraju ispitivanja ne sme da bude veća od 50°C .

Proračun parametara ispitnog kola: Pre početka ispitivanja određeni su parametri ispitnog kola za potrebe ostvarivanja indukcije od 1 T i trajanju ispitivanja od 30 minuta (prema zahtevima Instrukcije OBS 470.197 – Ispitivanje elektrotehničkog čelika jezgara statora [3]).

Parametri šeme napajanja određeni su na osnovu proračunskih podataka generatora:

Broj primarnih namota: $N_1=54$,

Broj kontrolnih namota: $N_2=3$,

Presek primarnog namota: $S_1=185\text{mm}^2$

Presek sekundarnog namota: $S_2=2,5\text{ mm}^2$

Pobudni napon U_1 : $U_1 \approx 3200\text{ V}$,

Pobudna struja I_1 : $I_1 \approx 170\text{ A}$.

Poprečni presek magnetnog kola statora je izračunat na osnovu konstrukcijskih podataka generatora i iznosi $S_{Fe} = 0,2424\text{ m}^2$

3.3. Tok i rezultati ispitivanja

U toku oglada zagrevanja praćeni su parametri napajanja, na osnovu kojih su izračunate vrednosti indukcije u magnetnom kolu i specifični gubici u gvožđu.

Vrednosti indukcije su izračunate prema sledećoj formuli:

$$B = \frac{\sqrt{2} * U_2}{2 * \pi * f * N_2 * S_{Fe}}$$

Specifični gubici u gvožđu su izračunati na osnovu izmerenih gubitaka i poznate vrednosti mase gvožđa magnetnog kola statora $m_{Fe}=87400\text{ kg}$.

$$p_{Fe} = \frac{P_{Fe}}{m_{Fe}}$$

Radi poređenja rezultat se specifični gubici u gvožđu svode na indukciju $B=1,4\text{ T}$ i frekvenciju $f=50\text{ Hz}$ prema sledećoj formuli:

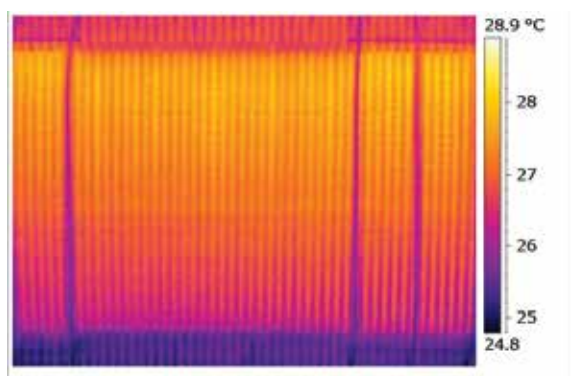
$$p_{Fe(1,4T-50Hz)} = \left(\frac{1,4}{B}\right)^2 * \left(\frac{50}{f}\right)^{1,3} * p_{Fe}$$

Nakon starta oglada zagrevanja napon napajanja je podizan postepeno, u pet koraka, radi snimanja krive gubitaka. Po postizanju vrednosti indukcije od oko $B=1,06\text{ T}$ parametri napajanja nisu značajno varirali do kraja oglada zagrevanja. Tokom trajanja oglada indukcionog ispitivanja [4] merene su temperature unutrašnje površine statorskog magnetnog kola. Za vreme oglada nisu zapažena lokalna grejanja sa nadtemperaturom na kraju oglada većom od $3\text{ }^\circ\text{C}$ ($\Delta\theta < 3\text{ }^\circ\text{C}$).

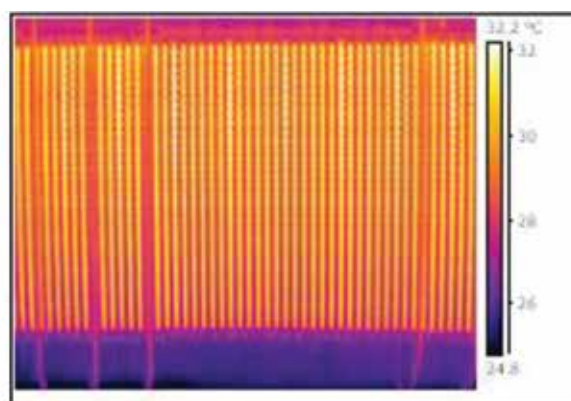
Tabela I: Prikaz parametara napajanja i izračunatih vrednosti indukcije i gubitaka u gvožđu statora u toku trajanja oglada indukcionog ispitivanja [4]

Vreme (min)	Izmerene vrednosti					Izračunate vrednosti		
	I_1 (A)	U_1 (V)	U_2 (V)	f (Hz)	P_{Fe} (kW)	B (T)	p_{Fe} (W/kg)	$p_{Fe(1,4T-50Hz)}$ (W/kg)
1	45,6	1065,6	59,2	49,6	11,13	0,37	0,13	1,86
2	63,6	1645,2	91,4	49,7	23,65	0,57	0,27	1,66
3	105,6	2520,0	140,0	49,6	49,63	0,87	0,57	1,48
4	154,8	3006,0	167,0	49,6	69,57	1,04	0,80	1,46
5-40	156,0	3067,2	170,4	49,6	70,82	1,06	0,81	1,43

Na slikama broj 3 i 4 su, radi ilustracije, prikazani delovi površine statora snimljeni na početku i na kraju ogleda.



Slika 3. Prikaz dela statorskog magnetnog kola generatora G6 načinjen na početku ogleda indukcionog ispitivanja



Slika 4. Prikaz dela statorskog magnetnog kola generatora G6 načinjen pri kraju ogleda indukcionog ispitivanja

3.4. Specifičnosti tehnologije montaže jezgra statora glavnog generatora

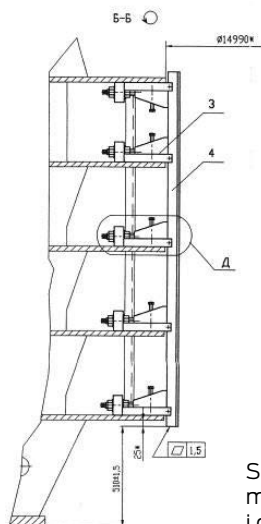
Primenjena tehnologija montaže jezgra statora glavnog generatora u HE “Đerdap 1”, definisana odgovarajućim Instrukcijama proizvođača, ima specifičnosti koje se ogledaju u sledećem:

Pozicioniranje klinova statora vrši se u tri faze istovremeno sa dva ista šablona sa četiri mesta za klinove.

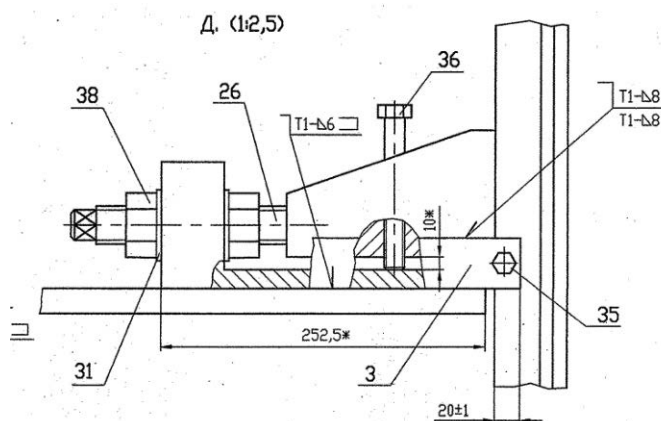
Usled toplotnih deformacija, do kojih dolazi u procesu varilačkih radova, klinovi u zonama između prve i četvrte police kućišta mogu se deformisati ili pomeriti od svog prvobitnog položaja, određenog pri pozicioniranju klinova zajedno sa držačima. Da bi se maksimalno sprečile deformacije svaki šav elektrovarivanja, čija je kateta 6 mm, pri zavarivanju držača za police kućišta statora izvodi se u tri prolaza sledećim redosledom:

- prvi prolaz elektrode sa jedne bočne strane držača u radijalnom pravcu od centra statora ka periferiji na svim držačima, koji se nalaze na jednoj polici kućišta;
- zatim prvi prolaz elektrode sa druge strane držača u radijalnom pravcu od centra statora ka periferiji;
- drugi i treći prolaz šava elektrovarivanja izvode se na isti način kao i prvi.

Pozicioniranje klina statora u držaču izvodi se sa dve strane zavrtnejvima M10, obezbeđivanjem ravnomernog zazora (1+1) mm između rebra klina i žleba u držaču, a iz razloga ostavljanja mogućnosti korekcije položaja klinova u daljim radovima.



Slika 5. Prikaz montaže klinova i držača



Slika 6. Detalj Δ sa slike 5. (držač klina)

Hladno rastezanje jezgra statora vrši se sa ciljem umanjenja zazora između klina i segmenata lim paketa statora u zoni “lastinog repa”, kao i radi popravljivanja forme statora.

Toplo rastezanje jezgra statora vrši se radi smanjenja naprežanja jezgra statora u “toplom” stanju, kao i radi finalne korekcije forme statora (prema merama posle hladnog rastezanja jezgra).

Ispitivanje jezgra statora glavnog generatora metodom “velike indukcije (1T)” vrši se radi određivanja eventualnih “toplih mesta” na jezgru statora.

3.5. Redosled montaže namotaja statora

Izvođenje radova na montaži namotaja statora podrazumeva sledeće aktivnosti:

- Ugradnju steznih, bandažnih prstenova namotaja statora.
- Montiranje sistema termičke kontrole (kabl, davači, table sa klemama - prema šemi za polaganje termootpornih Pt100 davača).
- Montažu donjeg reda namotaja, fiksiranje namotaja u žlebove, postavljanje distancera, bandažiranje donjeg reda namotaja.
- Visokonaponska električna ispitivanja donjeg reda štapova nakon montaže u žlebu.
- Montažu gornjeg reda namotaja, fiksiranje namotaja u žlebove, postavljanje distancera, bandažiranje gornjeg reda namotaja.
- Zaklinjavanje namotaja u žlebove.
- Izvođenje indukcionog lemljenja “glava” namotaja.
- Montažu izolacionih kapa i izolovanje glava namotaja.
- Visokonaponska električna ispitivanja: gornjeg reda zajedno sa donjim pre lemljenja, gornjeg reda zajedno sa donjim nakon lemljenja i zaklinjavanja namotaja.
- Postavljanje, spajanje, lemljenje i izolovanje kružnih i izvodnih šina namotaja statora.
- Završno lakiranje statora elektroizolacionim lakom.

3.7. Tehničke karakteristike namotaja statora glavnog generatora

Osnovne tehničke karakteristike novih namotaja statora glavnog generatora su:

- Štapni tip namotaja izrađen od elementarnih izolovanih provodnika.
- Izolacija “štapa” klase F.
- Dvoslojni tip namotaja - dva “štapa” u žlebu.
- Namotaj sa tri paralelne grane po fazi.
- Elastično učvršćenje štapa u žlebu bočnim talasastim (elastičnim) poluprovodnim podmetačima.
- Radijalno učvršćenje štapa u žlebu se ostvaruje postavljanjem visokoelastičnih podmetača od epoksiuretana u dnu žleba i ispod žlebnih klinova.
- Spajanje “štapova” radi formiranja namotaja se izvodi indukcionim lemljenjem.

4. REVITALIZACIJA ROTORA GLAVNOG GENERATORA

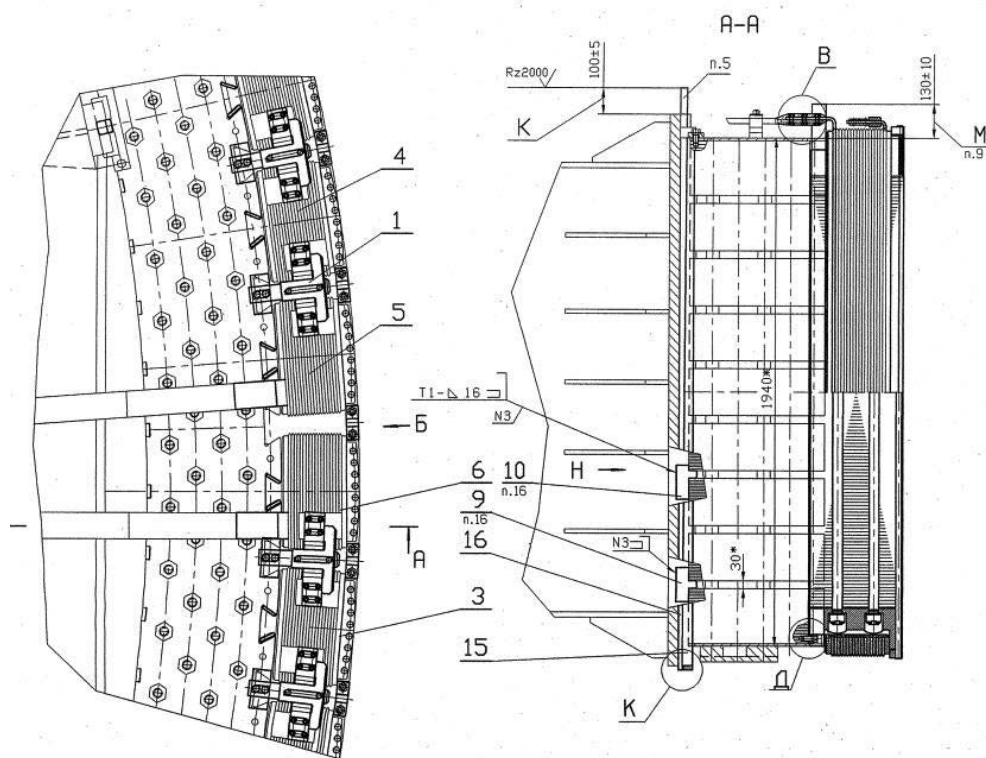
4.1. Revitalizacija obodnog prstena rotora glavnog generatora

Obimom revitalizacije hidroagregata u HE “Đerdap 1” predviđeno je zadržavanje postojećih zvezdi rotora sa obodnim prstenom i izvođenje odgovarajućih revitalizacionih radova na istim.

Revitalizacija obodnog prstena rotora glavnog generatora podrazumeva:

- zamenu klinova oboda rotora novim klinovima, dodatno presovanje lim paketa oboda rotora (pre rasklinjavanja) pneumatskim čekićem i zatezanjem navrtki na steznim brezonima momentom od 600 Nm, hladno, a zatim vruće zaklinjavanje oboda rotora.

Ovi radovi se izvode radi popravke forme obodnog prstena, kao i provere i korekcije upresovanosti istog.



Slika 7. Rotor glavnog generatora
(poz.1. – međupolna veza; poz.3.÷6. – pol; poz.15.÷16. – klin oboda; poz.9.÷10. – graničnik)

4.2. Specifičnosti revitalizacije obodnog prstena rotora glavnog generatora

Prilikom zamene klinova oboda rotora potrebno je strogo voditi računa o redosledu zamene klinova. Da bi se izbegla mogućnost pomeranja oboda rotora, svaki izvučeni par klinova odmah zameniti novim. Sledeći par klinova izvlačiti sa dijametralno suprotne strane i to samo nakon nabijanja klinova prethodnog para.

Grejanje oboda rotora vrši se štapnim grejačima postavljenim u ventilacione kanale oboda rotora. Temperatura zagrejanog oboda rotora mora biti za 35-40 0C veća od temperature zvezde rotora, kako bi se klin, zabijen pri hladnom rasklinjavanju (10 - 20 mm), spustio za još ~500 mm, i time postigao jedностранo negativni zazor oboda rotora od 2,5 mm i zahtevana forma oboda rotora sa tolerancijom od ± 0.8 mm.

4.3. Polovi rotora glavnog generatora

Namotaji polova biće isti za svih šest generatora.

Pri revitalizaciji generatora br. 1-3 koristiće se postojeća jezgra polova sa prigušnim namotajem.

Za generatore br. 4-6 isporučeni su novi polovi.

Za generatore br. 4-6 ostaće isti način pričvršćivanja jezgara polova za postojeći obod pomoću "lastinog repa", ali će se izmeniti konstrukcija jezgara polova, a njihov prigušni namotaj će biti isti kao što je na agregatima br.1-3.

Svaki pol rotora se sastoji od jezgra od presovanog čeličnog lima, čeonih pritisnih ploča, od namotaja pobude i uzdužno-poprečnog prigušnog namotaja. Spojevi između polova su razdvojnivi, izrađeni od paketa tankih elastičnih bakarnih limova i pričvršćivače se za obod pomoću specijalnih držača i izolacionih stezača. Prigušni namotaji između polova spajace se elastičnim bakarnim vezama.

5. REVITALIZACIJA STATORA I ROTORA POMOĆNOG GENERATORA

5.1. Revitalizacija statora pomoćnog generatora

Obimom revitalizacionih radova predviđena je:

- sanacija postojećih kućišta statora (kontrola zavarenih spojeva, sanacija i AKZ),
- montaža novog lim paketa statora,
- indukciono ispitivanje jezgra statora,
- montaža novog namotaja sa izolacijom klase F.

Konstrukcija pomoćnih generatora za hidrogeneratore br.1-3 i za hidrogeneratore br.4-6 je različita, pa je zato različita i realizacija namotaja statora.

Namotaj statora pomoćnog generatora br. 1-3 je tipa kalem, dvoslojni petljasti sa pet (5) namotaja po kalemu i četrnaest (14) parelenih grana po fazi.

Namotaj statora pomoćnog generatora br. 4-6 je tipa kalem, dvoslojni petljasti sa tri (3) namotaja po kalemu i sedam (7) parelenih grana po fazi.

5.2. Revitalizacija polova rotora pomoćnog generatora

Obimom revitalizacionih radova predviđena je:

- demontaža namotaja rotora sa jezgra,
- pregled, čišćenje i eventualna sanacija jezgara polova,
- preizolovanje i montaža namotaja na revitalizovana jezgra polova,
- odgovarajuća električna ispitivanja revitalizovanih polova,
- zamena (rekonstrukcija) izvodnih priključaka na namotaju polova pomoćnih generatora br. 1-3.

6. ZAKLJUČAK

Ugovorom o revitalizaciji hidroagregata u HE “Đerdap 1”, zaključenim sa Ruskom firmom PAO “Silovie Mašini”, predviđeno je povećanje nominalne prividne snage generatora sa 190 MVA na 211,11 MVA. Projektovana prividna snaga je i ostvarena što je potvrđeno odgovarajućim primopredajnim ispitivanjima.

Radove na revitalizaciji hidroagregata izvodi Investitor (HE “Đerdap 1”) sopstvenim snagama uz angažovanje podizvođača na određenim specifičnim poslovima i uz stručni nadzor ruskih specijalista firme PAO “Silovie Mašini”.

Svi predmetni radovi su izvedeni u skladu sa Instrukcijama proizvođača opreme, crtežima, tehničkim zahtevima i usaglašenim Specijalnim tehničkim uslovima (STU) [1].

U ovom radu su, pored prikaza obima i načina izvođenja revitalizacionih radova, prikazane i specifičnosti:

- tehnologije montaže lim paketa statora glavnog generatora,
- indukcionog ispitivanja lim paketa statora glavnog generatora (metoda “velike indukcije”), tehnologije montaže namotaja statora glavnog generatora, postupaka revitalizacije obodnog prstena rotora glavnog generatora.

LITERATURA

1. Ugovorna dokumentacija – Ugovor br. 05030856/030135-0275 од 29.03.2003. Specijalni tehnički uslovi (STU), knjiga III, deo 2 -Hidrogenerator. Opšti tehnički uslovi, knjiga IV
2. Instrukcije za montažu hidrogenatora: OBS.412.123, OBS.412.127
3. Instrukcija za ispitivanje elektrotehničkog čelika jezgra statora – OBS.470.197
4. IZVEŠTAJ BROJ 3310011-L –Termografsko ispitivanje statorskih paketa limova generatora G6 u HE “Đerdap 1”, Kladovo - ELEKTROTEHNIČKI INSTITUT “NIKOLA TESLA” Laboratorija za ispitivanje i etaloniranje, Beograd.

NADGLEDANO MAŠINSKO UČENJE NA PRIMJERU KLASIFIKACIJE POSTOVA SA DRUŠTVENE MREŽE TWITTER

Luka Božović

Amplitudo D.O.O. / Univerzitet Crne Gore

Doc. dr Uglješa Urošević

Univerzitet Crne Gore

KRATAK SADRŽAJ

Svjedoci smo da je napredak na polju vještačke inteligencije iz dana u dan sve veći, što povlači potrebu za integracijom iste unutar postojećih informaciono-komunikacionih sistema. U ovom radu biće iznijeti detalji o jednoj od njenih najvažnijih grana - mašinskom učenju, odnosno nadgledanom mašinskom učenju. Prikazaće se implementacija modela koji analizira postove sa društvene mreže Twitter i prepoznaje da li se oni odnose na upozorenje na neki hitni događaj, npr. vremensku nepogodu. Ovakav model bio bi dio sistema koji bi pratio objave korisnika Twittera i generisao upozorenja odgovarajućim službama. Obučavanje se vrši na velikom skupu pripremljenih postova koji su klasifikovani kao realno upozorenje ili oni koji to nisu. Prikazaće se koje su to osnovne metode pretprocesiranja teksta da bi se nad njim mogli primijeniti algoritmi klasifikacije. U referatu je korišćeno pet takvih algoritama: *Logistic regression*, *Naive Bayes*, *Support vector machine*, *K-neighbors* i *Random forest*.

Za svaki od njih daće se osnovni način funkcionisanja, kao i međusobno upoređivanje performansi. Objasniće se i koji su to osnovni kriterijumi za evaluaciju rezultata klasifikatora, kao i njihova primjena zavisno od problema koji se rješava metodama mašinskog učenja.

Ključne riječi: Vještačka inteligencija, Mašinsko učenje, Pretprocesiranje, Klasifikacija.

1. UVOD

Napredak na polju povezanosti ljudi sa internetom doveo je do hiperprodukcije podatka koji su lako dostupni. Takva situacija predstavlja savršenu podlogu za razvoj vještačke inteligencije i mašinskog učen-

ja. U narednim godinama doći će vjerovatno do velikih promjena u svim sferama života. Neke barijere koje su postojale i koje su duži vremenski period ograničavale napredak tehnologije mašinsko učenje je uspjelo da prevaziđe. Tako danas imamo prilagođene i brze web pretrage zasnovane na korisničkom iskustvu, veliku tačnost u prevođenju na značajnom broju svjetskih jezika, prepoznavanje lica, objekata i zvukova, zatim neke veoma važne sisteme na polju medicine, koji mogu dovesti do drastičnog porasta uspješnosti u dijagnostifikovanju i liječenju bolesti. Takođe, u skorijoj budućnosti očekuju nas promjene u nekim od osnovnih dnevnih aktivnosti. Automobili sa automatskim upravljanjem se već nalaze u prilično odmaklim fazama testiranja i u nekim gradovima već imamo odobreno korišćenje istih (još uvijek pod određenim specijalnim uslovima), pa je samo pitanje trenutka kada će se naći kao ravnopravni učesnici u saobraćaju. Projekat iz polja virtuelne realnosti jedne od najvećih svjetskih kompanija "Meta" mogao bi da potpuno promijeni način komunikacije između ljudi, jer će pružiti mogućnost razgovora unutar virtuelnih soba sa izuzetno reprezentnim zvučnim i vizuelnim efektima. Očekuje se da će se ovaj proces dodatno ubrzati sa upotrebom 6G mreža i razvojem blockchain tehnologija.

Ipak, pored ove ogromne perspektive, treba imati određenu dozu opreza, jer postoji opasnost koju nose prevelika očekivanja. Svjedoci smo dvije velike "AI zime" u periodima od 1974. do 1980. i od 1987. do 1993. (AI - artificial intelligence) koje su donijele veliki pad u interesovanju i finansiranju ovog naučnog polja.

2. PODJELA MAŠINSKOG UČENJA

Najznačajnija podjela mašinskog učenja ima dvije svoje grane:

1. Nadgledano učenje,
2. Nenadgledano učenje.

Često se osim navedenih izdvaja i još jedan vid, a to je učenje s podrškom.

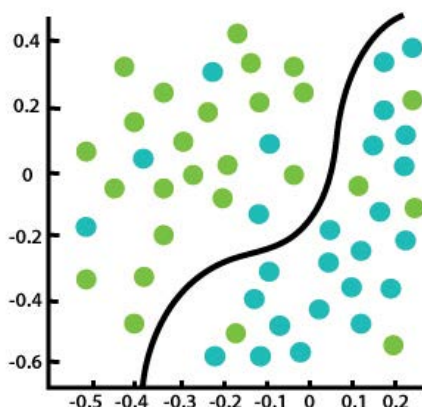
Prva kategorija zahtijeva postojanje skupa podataka za treniranje koji su prethodno označeni (labelisani). Dati tip učenja obrađuje skup koji se sastoji od ulaznih podataka i njima pripadajućih labela, odnosno izlaznih vrijednosti. Ono što je zadatak jeste da razmatrani model uspije da uoči korelaciju između ulaznih i izlaznih vrijednosti, tako da prilikom testiranja za novi ulaz može precizno da predvidi izlaz. *Dataset* - skup dostupnih podataka se najčešće dijeli na dva nejednaka dijela, prvi je tzv. trening skup, a drugi je test skup na kome će se kasnije testirati model. Ukoliko postoji veći skup podataka podjela se može izvršiti na tri dijela, gdje će pored prethodno nabrojanih biti i validacioni skup. U procesu treniranja, uči se model da prepozna veze ulaznih i izlaznih vrijednosti. Nakon kraja procesa treniranja, podvrgava se algoritam testiranju na ranije navedenom skupu podataka koji mu nije bio dostupan tokom treniranja. Kao finalni uzima se rezultat postignut na test skupu.

Nenadgledano učenje vrši se sa nad podacima koji nisu labelisani. Za razliku od nadgledanog, kod ovakvog vida učenja unaprijed nije poznato kako treba da izgleda izlaz. Samim tim što nema predstave o izgledu rezultata, u većini situacija je zahtjevno dati odgovarajuću ocjenu uspješnosti ovih metoda. Algoritmi koji se koriste u ovom tipu pokušavaju da uoče pravilnosti u podacima i izvrše njihovo grupisanje. Ovakvi algoritmi najčešće se koriste za grupisanje sličnih podataka, ili za generisanje novih podataka na osnovu procjene distribucije. Očekivano, ovakav vid učenja ne može donijeti dovoljno dobre rezultate kao i nadgledano učenje, najviše zbog same prirode problema koji se rješavaju. Benefiti ovog pristupa u odnosu na prvi slučaj ogledaju se u mnogo većoj količini dostupnih podataka, kao i samoj pripemi u rješavanju nekog problema. U ovom slučaju nije potrebno, kao kod nadgledanog učenja, za sve primjere odrediti i odgovarajuće oznake, što je često posao koji čovjek mora ručno i uz dosta truda i resursa da odradi. Nasuprot tome, nenadgledano učenje radi se nad sirovim podacima.

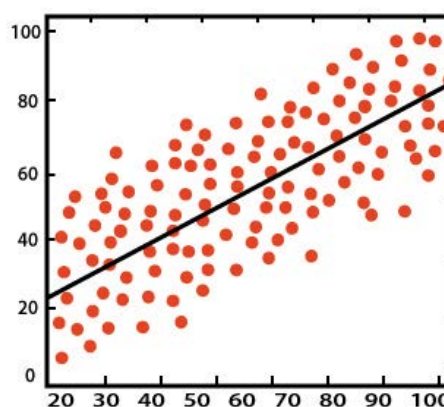
Što se tiče učenja sa podrškom, ono nalazi primjenu u teoriji igara i optimizacijama putem stimulacija. To je metoda učenja zasnovana na nagrađivanju agenta za željeno ponašanje. Agent može sam da prikuplja iskustvo istraživanjem okoline, i u svojim pokušajima i greškama uči kako da na optimalan način dođe do krajnjeg cilja.[1]-[2]

Nagledano mašinsko učenje se zavisno od kardinalnosti izlaznog skupa, dijeli na dvije grupe:

1. Algoritme za klasifikaciju



2. Algoritme za regresiju.



Slika 2. Ilustracija klasifikacije | Slika 3. Ilustracija regresije

Algoritmi klasifikacije predviđaju vrijednosti iz skupa sa konačnim brojem elemenata. Broj različitih izlaznih vrijednosti je jednak broju različitih klasa. Klase se mogu označiti prirodnim brojevima od 1 do N , gdje je N kardinalni broj skupa klasa. Cilj ovih algoritama je da procijene kojoj od N mogućih klasa pripada ulazni podatak. Na slici 2 prikazana je klasifikacija na primjeru dvije klase, dok su ulazni parametri dvodimenzionalni. Regresioni algoritmi, primjer na slici 3, imaju zadatak da nađu kontinualnu funkciju koja će za ulazne podatke dati odgovarajuće izlazne vrijednosti. Rezultat zadate metode je realan broj. Regresija može naći upotrebu u vremenskoj prognozi, predviđanju vrijednosti akcija na berzi, određivanju cijene kuće itd. Neki od primjera klasifikacije mogu biti prepoznavanje objekata, detekcija bolesti, filtriranje mejlova, dok će u radu biti obrađen primjer klasifikacije postova sa društvene mreže Twitter.

3. OPIS PROBLEMA

U nastavku rada biće objašnjen proces implementacije modela mašinskog učenja koji analizira postove sa društvene mreže Twitter, i prepoznaje da li se oni odnose na upozorenje na neki hitni događaj, na primjer vremensku nepogodu. Ovakav model bio bi dio sistema koji bi pratio objave korisnika Twittera i generisao upozorenja odgovarajućim službama. Na raspolaganju je dataset koji sadrži tekst objave na engleskom jeziku, ključne riječi i lokaciju (linije ne sadrže nužno sve nabrojane informacije). Objave se klasifikuju kao realno upozorenje (labela 1), ili one koje to nisu (labela 0).

Za izradu modela korišćen je dataset od 7613 linija u vidu csv fajla, preuzet sa sajta Kaggle, koji predstavlja jednu od značajnih adresa za sve ljude zainteresovane za izradu modela mašinskog učenja. Na sličan način, koji će biti prikazan u radu, može se obraditi veliki broj problema klasifikacije, odnosno koraci koji se primjenjuju u nastavku rada su dobra osnova (šablon) za izradu modela klasifikacije.

4. UPOTRIJEBLJENI RESURSI I PRETPROCESIRANJE

Za izradu modela koji bi vršio klasifikaciju postova sa Twittera, korišćen je programski jezik Python. Posebno korisno je to što je veliki broj algoritama i funkcija koje se koriste u izradi modela mašinskog učenja već implementiran unutar biblioteka koje su besplatne, i koje su open-source (otvoreni izvor). Za potrebe ovog sistema korišćene su sljedeće:

- pandas (<https://pandas.pydata.org/>),
- numpy (<https://numpy.org/>),
- re (ugrađena biblioteka unutar programskog jezika Python),

- nltk (<https://www.nltk.org/>),
- joblib (<https://joblib.readthedocs.io/>),
- sklearn (<https://scikit-learn.org/>). [3]-[4]

Jedna od ključnih stvari koja doprinosi kvalitetnom kreiranju modela mašinskog učenja jeste pravilno odrađeno pretprocesiranje podataka, naravno kada postoje vjerodostojno skupljeni podaci. Kako je korisnicima društvene mreže Twitter pružen slobodan izbor na koji će oni da formatiraju svoje postove, to je posao pretprocesiranja komplikovaniji, i ukoliko bi se radilo o malom broju podataka, bilo bi jako teško kreirati model mašinskog učenja. Ono što je neophodno je da se u startu uklone one informacije koje ne nose dovoljno bitnu vrijednost. Glavni koraci koji su odrađeni prije pretvaranja zadatog teksta u format nad kojim se mogu primijeniti algoritmi mašinskog učenja su:

Uklanjanje linkova iz teksta,

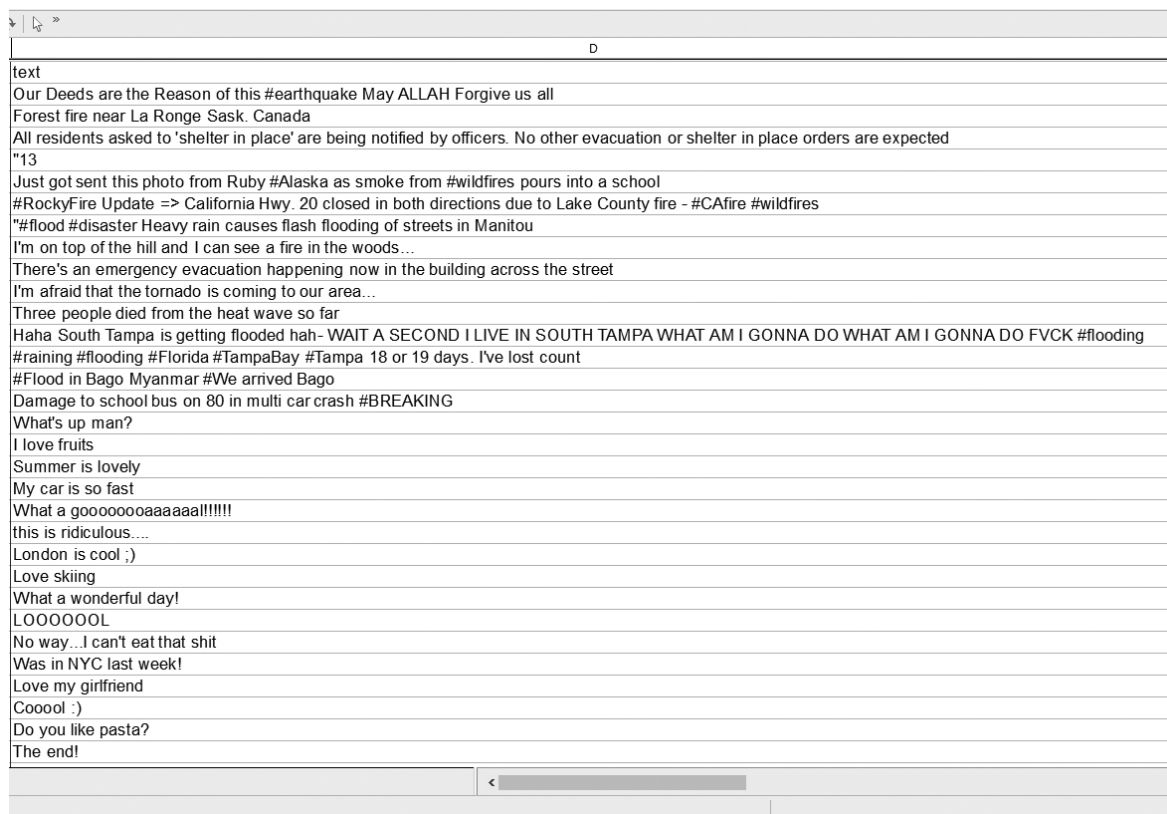
Pretvaranje svih slova u mala,

Uklanjanje brojeva, specijalnih simbola, kao i znakova interpukcije i suvišnih bjelina,

Uklanjanje riječi koje nam ne nose kvalitetnu informaciju, npr. the, a, an, is, are, odnosno, tzv. Stop-words,

I kao najbitniji i najkompleksniji korak, svodenje riječi na korijenski oblik gdje se koriste funkcije koje određuju službu riječi u rečenici, a nakon toga ih svode na osnovni oblik. [5]

Na sjledećim slikama moći ćemo da vidimo kako su određeni podaci izgledali prije, a zatim i nakon preprocesiranja.



Slika 4. Slika ekrana sa ulaznim podacima prije preprocesiranja

```

['our deed be the reason of this earthquake may allah forgive u all'
'forest fire near la ronge sask canada'
'all resident ask to shelter in place be be notify by officer no other evacuation or shelter in place order be expect'
'13 people receive wildfire evacuation order in california'
'just get sent this photo from ruby alaska a smoke from wildfire pours into a school'
'rockyfire update california hwy close in both direction due to lake county fire cafire wildfire'
'flood disaster heavy rain cause flash flood of street in manitou colorado spring area'
'i m on top of the hill and i can see a fire in the wood'
'there s an emergency evacuation happen now in the building across the street'
'i m afraid that the tornado be come to our area'
'three people die from the heat wave so far'
'haha south tampa be get flood hah wait a second i live in south tampa what be i gon na do what be i gon na do fvck flood'
'rain flood florida tampabay tampa or day i ve lose count'
'flood in bago myanmar we arrive bago'
'damage to school bus on in multi car crash break' 'what s up man'
'i love fruit' 'summer be lovely' 'my car be so fast'
'what a goooooooooaaaaaal' 'this be ridiculous' 'london be cool'
'love skiing' 'what a wonderful day' 'loooooool'
'no way i can t eat that shit' 'be in nyc last week' 'love my girlfriend'
'coooool' 'do you like pasta' 'the end'
'bbcmtd wholesale market ablaze ablaze'
'we always try to bring the heavy metal rt ablaze'
'africanbaze break news nigeria flag set ablaze in aba ablaze'
'cry out for more set me ablazeablaze'
'on plus side look at the sky last night it be ablaze ablaze'

```

Slika 5. Slika ekrana sa ulaznim podacima nakon preprocesiranja

S obzirom na robustnost biblioteke “nltk“, a i samim tim što se prolazi kroz ogromnu bazu riječi engleskog jezika, kao i na ostale korake koji se sprovode, pretprocesiranje datog teksta oduzima određeno vrijeme, pa je dati “očišćeni tekst“ sačuvan u poseban fajl. Na taj način se skratilo vrijeme čekanja da se naš program izvrši, jer se algoritmi mašinskog učenja, kao što su u radu korišćeni *Logistic regression*, *Naive Bayes*, *Support vector machine*, *K-neighbors*, *Random forest* i *Neural network*, primjenjuju na spremnom tekstu koji se učitava iz fajla. Pošto ti algoritmi ne mogu da rade na tekstu, bilo je potrebno pretvoriti isti u njima pogodan oblik odnosno u vektor, što je odrađeno pomoću biblioteke “sklearn“ i njenim klasama “CountVecotrizer“ i “TfidfTransformer“, koje funkcionisu tako što računaju frekventnost riječi u ulaznim podacima, a zatim određuju koje su relevantne riječi (atributi). Eksperimentalno je utvrđeno da se na razmatranom datasetu algoritmi najbolje ponašaju kada se koristi oko 1500 relevantnih riječi, gdje su granice da bi se neka riječ smatrala relevantom: minimalni broj pojavljivanja 10 puta i maksimalni broj 80%. Prilikom odabira atributa bilo je važno obratiti pažnju na dva osnovna problema koja bi se mogla sresti, a to su podtreniranje (underfitting) i pretreniranje (overfitting). Ukoliko se odabere premali broj atributa algoritmi jednostavno neće imati dovoljan broj parametara za klasifikaciju i može doći do veoma male uspješnosti. Sa druge strane, ukoliko se iskoristi veliki broj atributa, model se može previše prilagoditi trenutnom datasetu, i onda može dati “lažno dobre“ rezultate. Za drugi slučaj se često navodi paralela sa učenjem napamet, odnosno kada dođu neki drugačiji podaci od našeg dataseta, tada dolazi do loših klasifikacija. Nad ovako matematički dobijenim karakteristikama regularizacija se vrši tako što se probno podešavaju hiperparametri unutar funkcija koje sprovode algoritme mašinskog učenja.

Nakon izvršenog pretprocesiranja, dobijeni dataset, slučajnim izborom, podijeljen je na dva dijela (trening i test) u razmjeri 4:1.

5. ALGORITMI KLASIFIKACIJE

U radu su korišćeni neki od najpopularnijih klasifikacionih algoritama i njihove implementacije unutar biblioteke “sklearn“. U nastavku slijede njihove osnovne definicije:

- *Logistic regression* - Koristi se za predviđanje binarnih ishoda za dati skup podataka nezavisnih varijabli. Koriste se u binarnim ishodima kao što su 0 ili 1, pobjeda ili poraz, dan ili noć, prolaz ili neuspjeh, zdrav ili bolestan itd. Sigmoidna kriva je ta koja “razdvaja“ dvije klase, odnosno tačke sa jedne strane sigmoida pripadaju prvoj klasi, a tačke sa druge strane drugoj klasi.
- *Support vector machine* - Glavni cilj algoritma je pronaći hiperravan u N-dimenzionalnom prostoru (N je broj atributa unutar čitavog skupa podataka) koja jasno klasifikuje tačke podataka. Dok se algoritam primjenjuje nad podacima, postoji mnogo mogućih hiperravni koje mogu izvršiti podjelu, ali naš glavni cilj je pronaći onu koja ima maksimalnu marginu, gdje maksimalna margina pred-

stavlja maksimalnu udaljenost između dvije tačke podataka obje klase.

- *K-neighbors* - Jednostavan algoritam, koji se može koristiti i u problemima klasifikacije i regresije. Zahvata ideju sličnosti (udaljenosi, blizine) uz korišćenje nekih matematičkih koncepata. Daje bolje rezultate za manje dimenzija ili se može reći da ako se poveća broj karakteristika, tada će sistemu trebati više skupova podataka sa istim oznakama.
- *Naive Bayes* - može se definisati kao tehnika klasifikacije nadgledanog učenja zasnovana na Bayesovoj teoremi iz teorije vjerovatnoće. Jednostavno rečeno, Bayesov algoritam pretpostavlja da ne postoji veza između određene karakteristike i bilo koje druge karakteristike. Obično ga je lako izgraditi i često je koristan za velike skupove podataka. Uglavnom imamo tri koraka unutar algoritama:
 - Konvertovanje dataseta u tabelu frekvencija,
 - Kreiranje tabela vjerovatnoće pronalaženjem pojedinačnih vjerovatnoća,
 - Izračunavanje posteriorne vjerovatnoće za svaku klasu kroz Bayesovu jednačinu.

Random forest - stablo odlučivanja je struktura stabla nalik dijagramu toka, koja se sastoji od unutrašnjeg čvora, grane i lista u kojem unutrašnji čvor upućuje na karakteristiku (ili atribut). Grana predstavlja pravilo odluke, a svi listovi čvorovi predstavljaju rezultat. Najveći čvor je poznat kao korijenski čvor. *Random forest* funkcioniše tako što kreira više stabala odlučivanja u kojima se karakteristike biraju na slučajan način, a dubina do koje će se ići u stablu je fiksna. Konačan rezultat se dobija većinskim "glasanjem".

Neural network - ovdje korištena višeslojna neuronska mreža sa povratnom propagacijom, koja nema aktivacionu funkciju na posljednjem (izlaznom) sloju. Dok je to na ostalim slojevima tzv. identitetska funkcija - $f(x) = x$. Za funkciju gubitka koristi se kvadratna funkcija - $f(x) = x^2$. Za ažuriranje parametara se koristi gradijentni spust. [6]

6. EVALUACIJA REZULTATA

6.1. Kriterijumi za evaluaciju

Na prvom mjestu potrebno je definisati par termina, koji se pominju u narednom tekstu i koje je potrebno razjasniti:

- *True positives* (TP): Predviđeni pozitivno su i stvarno pozitivni,
- *False positives* (FP): Predviđeni pozitivno, a u stvari su negativni,
- *True negatives* (TN): Predviđeni negativno i stvarno su negativni,
- *False negatives* (FN): Predviđeni negativno, a u stvari su pozitivni.

Date oznake se koriste u sljedećim formulama, koje se koriste za računanje rezultata modela koji je napravljen:

Accuracy - $(TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$

Precision - $TP / (TP + FP)$

Recall - $TP / (TP + FN)$

F1 score - $2 * precision * recall / (precision + recall)$

6.2. Konačni rezultati

Nakon što su se podaci pretvorili u pogodan vektorski oblik koji je prethodno naveden, došli smo do glavnog dijela gdje se vrši takozvano treniranje modela. Preciznije, naši podaci iz trening seta se propuštaju kroz zadate algoritme i formiraju bazu znanja modela. Nakon toga možemo reći da je klasifikator spreman i da se može koristiti za nove ulazne podatke koji nisu iz skupa nad kojim se obučavao.

U tabeli 1 možemo vidjeti rezultate testiranja po algoritmima klasifikacije koji su korišćeni u procentima (vrši se na ranije pomenutom test skupu, koji je dobijen nakon inicijalne podjele).

Tabela 1 - osnovni rezultati testiranja

	Logistic regression		Naive Bayes		Suport vector machine		K-neighbors		Random forest		Neural network	
Accuracy	0.80		0.77		0.81		0.74		0.79		0.76	
Precision	0	0.79	0	0.73	0	0.79	0	0.72	0	0.79	0	0.78
	1	0.81	1	0.85	1	0.85	1	0.78	1	0.81	1	0.73
Recall	0	0.88	0	0.92	0	0.91	0	0.89	0	0.88	0	0.82
	1	0.69	1	0.58	1	0.67	1	0.53	1	0.67	1	0.69
F1 score	0	0.83	0	0.81	0	0.85	0	0.80	0	0.83	0	0.80
	1	0.74	1	0.69	1	0.75	1	0.64	1	0.73	1	0.72

S obzirom na količinu dostupnih podataka koja je veoma mala, kao i na samu problematiku primjećuje se da je postignut poprilično zadovoljavajući procenat uspješnosti, što je očekivano, s obzirom na svoju kompleksnost i način upotrebe, Suport vector machine dao je ponajbolje rezultate, a približno dobri su Logistic regression i Random forest. Takođe, može se vidjeti da nijedan klasifikator nije dao neke drastično loše rezultate, što uz eksperimentalnu provjeru ukazuje da je izbor parametara bio odgovarajući.

Dobijeni rezultati se mogu uporediti sa rezultatima drugih radova nad zadatim datasetom dostupnim na platformi Kaggle, odakle je preuzet dataset. Ako posmatramo accuracy, procenti se na najvećem broju rezultata kreću između 60% i 85%. Najviši procenti se mogu postići isključivo kreiranjem specifičnih modela za zadati problem, odnosno nekorišćenjem gotovih modela iz biblioteka za mašinsko učenje. Takve implementacije se najčešće baziraju na dubokom učenju i neuronskim mrežama za čije je obučavanje potreban duži vremenski period.

Na zadatom datasetu postoji ne prevelika razlika u broju labelisanih primjera klase 0 i klase 1. Ipak, ako se realno sagleda zadati problem, u praksi će se vidjeti mnogo više primjera klase 0. Takođe, ako se pravi ovakav neki klasifikator koji bi generisao obavještenja za odgovarajuće službe, trebalo bi da nam da malo bolje rezultate za klasu 1 od ovih postojećih, da nemamo previše lažnih upozorenja. Konkretnije, treba da se ostvari malo bolji recall. Iz tog razloga biće predstavljena još jedna tabela, koja se dobija nakon davanja veće važnosti klasi 1, odnosno onoj klasi koja prepoznaje upozorenja. To se radi podešavanjem odgovarajućih hiperparametara funkcija za klasifikaciju. Neki od ovih algoritama nisu podobni za dato skaliranje pa će za njih ostati rezultati iz tabele 1. Ako se za primjer uzme Logistic regression vidjeće se da se uspjelo u podizanju recall za čitavih 10 procenata i u ovom trenutku, sa zadatim datasetom, taj algoritam bi bio iskorišćen kao primarni.

Tabela 2 - osnovni rezultati testiranja

	Logistic regression		Naive Bayes		Suport vector machine		K-neighbors		Random forest		Neural network
Accuracy	0.77		0.77		0.78		0.74		0.79		0.76
Precision	0	0.83	0	0.73	0	0.80	0	0.72	0	0.79	0.78
	1	0.71	1	0.85	1	0.75	1	0.78	1	0.78	0.73
Recall	0	0.76	0	0.92	0	0.82	0	0.89	0	0.86	0.82
	1	0.79	1	0.58	1	0.73	1	0.53	1	0.69	0.69
F1 score	0	0.79	0	0.81	0	0.81	0	0.80	0	0.82	0.80
	1	0.75	1	0.69	1	0.74	1	0.64	1	0.73	0.72

Osim navedenog tabelarnog prikaza, rezultate možemo prezentovati i u obliku matrice 2x2 koja se u literaturi sreće pod imenom confusion matrix. U prvom redu matrice se nalaze TP i FN respektivno, a u drugom FP i TN respektivno (true positive, false negative, false positive, true negative).

Tabela 3 - confusion matrix za svaki od algoritama

Logistic regression	
782	110
188	443

a)

Naive Bayes	
815	63
273	372

b)

Suport vector machine	
769	93
210	451

c)

Kneighbors	
779	102
323	319

d)

Random forest	
784	74
244	421

e)

Neural network	
699	160
196	468

f)

7. ZAKLJUČAK

Jasno je da je primjena sličnih modela i implementacija moguća na ogromnom broju problema. Ono na čemu je još uvijek potrebno raditi i gdje ima prostora za napredak jeste prikupljanje velikih količina podataka, i ono što je najveći zadatak, obrada tih podataka. Nažalost, taj proces još uvijek zahtijeva veliku ulogu čovjeka, al postoje naznake da će se ti procesi dodatno automatizovati. Ulaganja posljednjih godina su bila velika na ovom polju, ali neki podaci sa berzi i svjetskih analitičara govore da se ipak može očekivati blago usporavanje ovih procesa, prije svega zbog očekivane globalne ekonomske krize, što uvijek znači opadanje interesovanja. Ipak, kretanja na ovom polju su već došla do jako visokog nivoa i teško da može doći do ogromnih padova.

LITERATURA

1. M. W. Berry, A. Mohamed, B. W. Yap, "Supervised and Unsupervised Learning for Data Science", 2019.
2. Andrew Ng, "CS229 Lecture notes," Machine Learning Course Materials, Stanford University, 2016.
3. A. Geron, "Hands-on Machine Learning with Sci-kit Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, April 2017.
4. A. H. Aliwy, E. Ameer, "Comparative study of five text classification algorithms with their improvements", International Journal of Applied Engineering Research, 12, 4309-4319, February 2017.
5. R. Jafari, "Hands-On Data Preprocessing in Python: Learn how to Effectively Prepare Data for Successful Data Analytics", January 2022.
6. J. Brownlee, "Parametric and non-parametric machine learning algorithms", March 2014.

DIGITALNA TRANSFORMACIJA – TREND ILI PREKRETNICA U ISTORIJI INŽENJERSTVA I POSLOVANJA UOPŠTE?

Aleksandar Duković
Mezon d.o.o, Danilovgrad

KRATAK SADRŽAJ

„Digitalno“ kao pojam, sinonim je za promjenu koja se trenutno dešava u svijetu, vođena rapidnom implementacijom tehnologije u svakodnevnim operacijama u svim sferama inženjerstva. Cilj digitalne transformacije je da obezbijedi svim zainteresovanim stranama u procesu, podatke i informacije koje im trebaju, kada im trebaju i u formi u kojoj im trebaju. U vremenu kada je softver na ovaj ili onaj način relativno lako dostupan svima, pretvarajući podatke iz analognog u digitalni oblik, ne znači da je postignuta transformacija podataka u informacije. Zadatak ovog rada je osvrst na ovaj sveopšti trend sa tehničke strane sa idejom da se analiziraju tehnologije koje se koriste u oblasti digitalne transformacije u vremenu kada se količina digitalizovanih podataka ubrzano, ali nezaustavljivo umnogostučava, rokovi za realizaciju projekata skraćuju, i sve je više kompleksnih ulaznih informacija (pandemije, ratovi i sl.) potrebnih za uzeti u obzir čak i prilikom donošenja (upitno) banalnih odluka. Da li opiranje transformaciji znači i nestajanje? Ovaj kratko naznačeni opis ustvari predstavlja koncept četvrte industrijske revolucije popularno nazvane Industry 4.0 čiji smo svjedoci.

Elektro struka predstavlja suštinski nosilac ove promjene kako u svijetu tako i u Crnoj Gori te je time cilj ovog rada otvaranje jedne sfere koja je svakako tu za duži vremenski period.

Ključne riječi: Blockchain, Cloud, Digitalna transformacija, Internet stvari (IoT, IIoT), Robotika, Virtualna realnost, Vještačka inteligencija.

1. UVOD

Digitalna transformacija je pojam koji je postao dio svakodnevice posebno od momenta pojave pandemije COVID 19. Svijet i način funkcionisanja do tada poznat, iako je tehnologija i prije tog momenta

svakako duboko ušla u sve pore društva i postala neizostavna tekovina čovječanstva, je kompletno promijenjen. Sve djelatnosti koje čine svakodnevni život i poslovanje: transport, logistika, zdravstvo, školstvo, razvoj, proizvodnja, industrija zabave itd, su pod pritiskom novonastale situacije doživjele skoro pa dramatične promjene u svojoj realizaciji. Dakle, došlo je do transformacije poslovnih modela, procesa, načina komunikacije, kao i prenosa usluga i dobara od provajdera istih ka krajnjim korisnicima odnosno potrošačima. Ono što je zajedničko za većinu tih transformacija je način odnosno ključni faktor koji je omogućio implementaciju pomenute transformacije, a to je korišćenje tehnologije. Imajući u vidu da smo u eri digitalne tehnologije to samo po sebi definiše pojam digitalne transformacije. Cilj svakog inženjerskog poduhvata je kreiranje nove vrijednosti, bilo da je to projekat, implementacija projekta, kreiranje i proizvodnja nekog proizvoda ili usluge i sl. Ideja i motiv pokretač za nastajanje pomenute vrijednosti je krajni korisnik koji će da koristi istu. U vremenu kada je korisnik navikao da značajnu količinu svojih potreba zadovoljava skoro pa instant – klikom na dugme, čime je način života mnogostruko ubrzan gledano unazad 10 godina, ovakav slijed događaja pod pritisak brze realizacije stavlja i svih ostale djelatnosti (izgradnja, infrastrukturni projekti itd.) kako bi se tako ubrzan način života mogao podržati. Digitalna transformacija je katalizator za kreiranje izvanredne vrijednosti ne samo za krajnje korisnike već i za one koji kreiraju tu vrijednost, inženjere, graditelje i druge. Dakle, digitalna transformacija donosi vrijednost kako njenim korisnicima tako i njenim kreatorima kroz promjene i inovacije na polju biznis modela: kreiranjem novih odnosno unapređenjem postojećih. Sve ovo je moguće postići kroz značajnu promjenu koja kao polugu koristi veliki potencijal digitalne tehnologije i podataka kao integralnog skupa.

Zašto je sve ovo bitno? Dovoljno je napomenuti da je sigurnost organizacija na tržištu značajno ugrožena u odnosu na neka pređašnja vremena. Prema podacima koji se mogu naći kao rezultat istraživanja relevantnih institucija (npr. magazin Forbes) danas imamo situaciju da jedna od tri organizacije neće doživjeti narednih pet godina. Prije 50 godina je taj odnos bio 1 na prema 20 [1]. Godine 1958, američke korporacije su se na listi S&P berzanskog indeksa zadržavale u prosjeku 61 godinu dok je trenutna situacija da je prosječno vrijeme zadržavanja oko dvije sedmice [2]. U tom svjetlu imamo i neke od primjera uspješnih digitalnih transformacija koje su opšte poznate. Netflix je kompanija koja je prva krenula sa „livestream“ servisom odnosno pružanjem usluga prikazivanja video materijala kod krajnjeg korisnika u njegovom domu bez vremenskih ograničenja, što je dovelo do gašenja do tada neprikosnovenog „Blockbuster“ lanca videoteka u koje su korisnici išli po željeni video materijal. „Kodak“, čuvena američka kompanija koja se bavi proizvodnjom opreme i materijala za analognu fotografiju je, iako je izumitelj digitalnog aparata, doživjela mnogostruki pad u svojoj vrijednosti ne isprativši trend digitalne fotografije koji sada apsolutno vlada. „Uber“ koji je na neki način ponovo „izumio“ taksi industriju itd. Slične primjere je moguće navoditi u nedogled, međutim ono što je poenta je da ukoliko organizacija nije spremna da donese adekvatnu vrijednost tržištu i to na brz i efikasan način to joj značajno smanjuje šanse za opstanak. U daljem tekstu će biti navedene i bliže tehnički opisane tehnologije koje se mogu koristiti u procesu digitalne transformacije. Posebno mjesto u svemu navedenom ima i pojam četvrte industrijske revolucije koji je tema sljedećeg poglavlja [3].

2. ČETVRTA INDUSTRIJSKA REVOLUCIJA – INDUSTRY 4.0

Prije nego definišemo pojam Industrija 4.0 kratko ćemo analizirati prethodne industrijske revolucije. To su takođe i momenti u istoriji koji u značajnoj mjeri podsjećaju na današnji – momenti značajnih transformacija. Kako je istorija učiteljica života u daljem tekstu dajemo kratak osvrt.

2.1. Industrijska revolucija 1.0

Prva industrijska revolucija je počela u Engleskoj 1780. i proširila se u ostale evropske zemlje tokom 19. vijeka. Karakteristika prve industrijske revolucije je masovna proizvodnja pomoću mašina. Mašine su pokretane vodom ili snagom vjetra. Na tim osnovama su razvijeni mehanički razboj i mašina za pre-

denje. U ostale tekovine prve industrijske revolucije spadaju: prva željeznica i rudnici kamenog uglja. Prva industrijska revolucija je zamijenila tradicionalni način manuelnog rada upotrebom mašina. Daljim razvojem parne mašine James Watt je učinio proizvodnju nezavisnom od doba godine ili vremenskih uslova (mašine više nisu pokretane prirodnim resursima, npr. voda, vjetar) što dovodi do revolucije kako u proizvodnji tako i u transportu. Tako nastaju prve značajne fabrike kao i velike migracije radnog stanovništva te pojave urbanizacije.

2.2. Industrijska revolucija 2.0

Veliki uspjeh koji je ostvarila prva industrijska revolucija doveo je do ekspanzije populacije u gradovima. Brojni radnici su sada bili dostupni da opsluže sve veće potrebe pokrenute industrijskim razvojem. Već 30-tih godina 19. vijeka počinje rani talas industrije 2.0. Uvođenjem električne energije u proizvodne pogone ista postaje glavni pokretač druge industrijske revolucije. Krajem 19. vijeka parna mašina je u najvećem broju slučajeva zamijenjena motorima koje je pokretala električna struja. Montažna traka kao revolucionaran izum predstavljena od strane Henry Forda 1913. godine donosi značajan uticaj na kompletnu industrijsku proizvodnju. Od tog momenta kreće potreba za radnicima sa specijalizovanim vještinama, što ostaje kao problem i do današnjeg dana. Takođe, uvođenjem prvo telegrafa a nešto kasnije i telefona, kao i razvoj lako dostupnih mašina za kucanje, u značajnoj mjeri mijenjaju sliku tadašnjeg svijeta. Prve korake u telekomunikacijama a time i začetak globalizacije je pokrenula industrijska revolucija druge generacije.

2.3. Industrijska revolucija 3.0

Za početak treće industrijske revolucije se smatra 1970. godina. Kada je u pitanju Industrija 3.0 fokus je na automatizaciji kroz elektro inženjering i informacione tehnologije. Iako su prvi programabilni kontroleri napravljeni mnogo ranije (1941 Otto Zuse - Z3) pojavom personalnih računara (čuveni Comodore) omogućava dalji razvoj upravljačkih periferija kao i komunikacionih interfejsa. Nova industrija je rođena kao i prvi digitalni giganti: Microsoft i Apple. Čitavu ovu eru je okarakterisao ubrzani razvoj personalnih računara koji je u potpunosti izmijenio način funkcionisanja svih aspekata rada i života uopšte. Takođe je bitno napomenuti da su brojne operacije koje su do tada radili radnici preuzele autonomne mašine.

2.4. Industrijska revolucija 4.0

Trenutak u vremenu, u kojem se sada nalazimo, vjerovatno predstavlja jedan od najbitnijih momenata u industrijskoj revoluciji četvrte generacije. Uvođene interneta a time i snažnog zamaha u digitalizaciji krajem 20. vijeka je označilo početak četvrte industrijske revolucije. U literaturi ovo je još poznato i kao digitalno doba. Digitalizacija je u potpunosti promijenila proizvodnju kao i rad uopšte. Proizvodnja se više ne zasniva na zalihama već na realnoj potrebi i potražnji. Kontinualna unapređenja u obradi informacija su omogućila ovakav način proizvodnje.

„Internet of things - IoT“ (internet stvari) odnosno „Industrial Internet of Things – IIoT“ (industrijske internet stvari) je koncept koji je već integrisan u mnoge proizvodne pogone, kompanije kao i naše svakodnevne živote. Kreiranjem „M2M“ komunikacionih protokola („mašina ka mašini) i umrežavanjem mašina operacije se sada obavljaju kompletno automatski. Digitalno umrežavanje pruža značajne mogućnosti. Već automatizovane i računarski upravljane procese (Industrija 3.0) je sada moguće proširiti pomoću mrežnih konekcija što daje skoro neograničene mogućnosti praćenja i upravljanja procesima u realnom vremenu. Umrežavanje vodi ka inteligentnim fabrikama (zgradama, gradovima itd.) u kojima sistemi, komponente i ljudi komuniciraju preko mreže i proizvodnja, odnosno funkcionisanje, sve više postaje autonomno. Kao posljedicu imamo da se čak i tradicionalne branše, kao što je recimo građevinska industrija, sve više digitalizuju.

Termini kao što su: robotika, vjetačka inteligencija, „cloud“, „Big data“ – analiza velike količine podataka su postali sastavni dio poslovnih procesa zadnjih godina. Internet u trenutnoj fazi razvoja sa tehnologijama koje stoje u pozadini (recimo 5G telekomunikaciona mreža) dovodi globalizaciju u stanje enormne ekspanzije. Taj trend sada postaje sastavni dio svih industrijskih grana. Pomenute činjenice već imaju značajan uticaj na socio-ekonomsku sliku. Dalja automatizacija industrije, sve veća upotreba robotike značajno utiče na tržište rada.

Ekspanzija takozvanih pametnih uređaja (pametni uređaj „smart device“ je uređaj koji može da kaže nešto o sebi kao i da tu informaciju prenese odnosno može da komunicira) i uvođenje 5G telekomunikacione mreže koja omogućava značajno povećanje brzine i propusnosti („bandwidth“) će umnogome da olakša razmjenu podataka. Sva suština industrije 4.0 je integracija digitalizovanih podataka i automatizacija poslovnih procesa koja daljom analizom velike količine podataka (AI, ML, Big data) kreira informacije dostupne u realnom vremenu svim zainteresovanim stranama. Svrha prikupljanja i obrade podataka je donošenje odluke. U vremenu u kojem živimo, u kojem se parametri na osnovu kojih ljudi donose odluke mijenjaju velikom brzinom, paradigma koju predstavlja pojam industrijske revolucije četvrte generacije je fundamentalna osnova za elementarno funkcionisanje u tako orijentisanom okruženju [4].

3. TEHNOLOGIJE U OBLASTI DIGITALNE TRANSFORMACIJE

Zadatak ovog poglavlja je da predstavi tehnologije koje se koriste prilikom implementacije digitalne transformacije. Kako su osnovni preduslovi za digitalnu transformaciju makar u tehnološkom smislu prikupljanje i obrada podataka, tako se tehnologije uglavnom bave elektronskom industrijom tj. kreiranjem uređaja za prikupljanje podataka odnosno informacionih tehnologija koje te podatke transferuju, čuvaju i obrađuju na odgovarajući način. U praksi se prilikom implementacije digitalne transformacije koriste sljedeće tehnologije: „Big Data Analytics“, mobilne tehnologije, „cloud“, internet stvari, vještačka inteligencija, kvantni i „edge“ računari, robotika, virtualna i proširena (engl. „augmented“) stvarnost. Da bi navedene tehnologije bilo moguće uklopiti u postojeće sisteme, fundamentalnu ulogu u svemu ima arhitektura čitavog sistema koja treba da podrži trenutne zahtjeve digitalne transformacije kao i da bude potpuno sigurna i skalabilna za buduća proširenja. Zato ćemo se prvo pozabaviti arhitekturom sistema [5][6].

3.1. Arhitektura digitalnog sistema

Kako bi bilo moguće baratati tehnologijama na kojima počiva digitalno doba i digitalna transformacija potrebno je poznavati arhitekturu savremenih digitalnih sistema makar na nivou koncepta. Na taj način će biti lakše razumjeti kako svaka od pomenutih tehnologija funkcioniše i što je možda i bitnije kako ih je moguće uvezati u postojeći sistem, definisati interakcije sa drugim sistemima i time iskoristiti potencijal koji nude. Koncept arhitekture digitalnog sistema je pogled iz ptičje perspektive na pejzaž velikog broja podsistema koji funkcionišu zajedno. Cilj nije ulaženje u kompleksne tehničke detalje već razumijevanje osnovnih principa funkcionisanja.

Arhitektura digitalnog sistema u osnovi ima tri sloja koja obavljaju posebnu funkciju. Tako imamo:

- Prezantacioni sloj (engl. „Presentation layer“),
- Srednji sloj (engl. „Middleware layer“),
- Pozadinski sloj (engl. „Backend layer“).

Prezantacioni sloj je dio digitalnog sistema u kojem „žive“ svi kanali za interakciju sa krajnim korisnicima. Dakle to mogu biti web, mobilne i druge vrste aplikacija, SMS poruke, IoT uređaji, HMI (engl. „human machine interface“), nosivi uređaji (pametne narukvice, satovi, ručni terminali itd.). U suštini su to svi načini na koji se može vršiti interakcija sa digitalnim sistemom kao cjelinom. Dakle unos, slanje

kao i primanje odnosno prikazivanje informacija. U okviru prezentacionog sloja bi se mogla napraviti i dodatna podjela u kojem bi aplikativni sloj bio posebno tretiran ali zbog jednostavnosti u ovom slučaju će biti integralno posmatran.

Srednji sloj je dio sistema čiji je zadatak komunikacija između prezentacionog sloja odnosno korisnika i pozadinskog sloja koji čine bazični (engl. „core“) sistemi u svakoj organizaciji. Srednji sloj u arhitekturi se bavi sigurnošću, filtriranjem i prosljeđivanjem korisničkih zahtjeva na adekvatne adrese. Operativno gledano imamo sljedeću situaciju:

Sigurnosni sloj (engl. „security layer“) – u ovom sloju se vrši autentifikacija korisnika koji žele pristupiti predmetnom sistemu. To je set servisa koji provjeravaju korisničke zahtjeve i željene „propuštaju“, dok oni neželjeni bi trebalo da ostanu bez rezultata koji može da ugrozi sistem. U to spadaju i sistemi pod nazivom „firewall“ koji služe za blokiranje malicioznih pokušaja korisnika da ugroze stabilnost sistema.

Integracioni sloj (engl. „integration layer“) – ima ulogu sličnu prevodnicu. Integracioni sloj prima poruke i zahtjeve od strane prezentacionog sloja odnosno korisnika i prosljeđuje ih odgovarajućim sistemima na dalju obradu ali se trudi da svi ti zahtjevi budu u korektnom formatu sa odgovarajućom sintaksom čime se osigurava kvalitet usluge (engl. „quality of service“) prilikom transfera podataka i zahtjeva.

Izvršni sloj (engl. „orchestration layer“) – je sloj koji se bavi izvršavanjem akcija neophodnih za opsluživanje zahtjeva dobijenih od strane integracionog sloja. Prosto rečeno ovaj sloj ima ulogu centralnog nervnog sistema u digitalnom okruženju. Na primjer po prijemu zahtjeva za izdavanje materijala došlo bi do kreiranja otpremnice za zahtjevani materijal i dostavljač bi dobio poziv za preuzimanje i dalju dostavu [5][6].

Pozadinski sloj popularno zvan „backend“ je dio koji u sebi sadrži sve fundamentalne djelove koji su tipični za neku organizaciju. To dakle podrazumijeva čuvanje podataka (baze podataka, fajl sistemi itd.), obradu i analizu podataka, kao i bazične sisteme koje koristi neka organizacija u svojoj specifičnoj djelatnosti (recimo ERP sistem – „enterprise resource planning“, sistem za praćenje radnih naloga, sistem za projektovanje i sl.). Na konceptualnom nivou pozadinski sloj možemo podijeliti na 4 nivoa i to:

- API (engl. „application programming interface“) – možemo posmatrati kao vezu (engl. „interface“) između dvije tačke u sistemu. To je u stvari način kako moderni digitalni sistemi međusobno komuniciraju. Prva tačka je mjesto gdje nastaje inicijacija odnosno gdje se kreira neki zahtjev, dok je finalna tačka mjesto prijema tog zahtjeva i gdje se vrši procesuiranje istog prije nego se vrati odgovor na pomenuti zahtjev kroz isti kanal. Kao primjer bismo naveli zahtjev korisnika za pregledom svih pozicija u magacinu, ili recimo kreiranje porudžbenice, ažuriranje porudžbenice odnosno brisanje porudžbenice.
- Digitalne platforme – sloj koji omogućava funkcionalnost koju organizacija pruža svojim korisnicima (recimo online poručivanje robe iz magacina). Digitalna platforma je bitna jer se ista povezuje sa svim drugim bazičnim sistemima unutar organizacije (npr. sistema za praćenje magacina radi provjere dostupnosti nekog artikla) i uokviruje to u uslugu koja je lako dostupna.
- Podaci i analitika (engl. „data and analytics“) – kao što i samo ime kaže ovo je sloj gdje se čuvaju podaci i podrazumijeva baze podataka („database“, „data lake“, „data warehouse“), fajl sisteme. Svi podaci i informacije koji su bitni za funkcionisanje organizacije kao i analiza tih podataka potrebna kako bi se razumjele potrebe i aktivnosti kako korisnika sistema tako i klijenata.
- Bazični sistemi (engl. „core systems“) – svi sistemi koji čine osnovnu djelatnost neke ogranizacije. U slučaju nekog proizvodnog pogona to bi bila SCADA ili ERP („enterprise resource planning“), dakle sistemi bez kojih obavljanje djelatnosti ne bi bilo moguće.

U prethodnom tekstu je napravljen pokušaj opisivanja jedne vrlo kompleksne arhitekture na jednostavan način. Većina pomenutih funkcionalnosti se u savremenim sistemima ostvaruje pomoću koncepta mikro usluga (engl. „microservices“) odnosno „SOA“ aritekture. SOA – „service oriented architecture“ u prevodu servisno orijentisana arhitektura jeste koncept kreiranja enkapsuliranih aplikativnih servisa međusobno nezavisnih koji obavljaju specifične funkcije i ukupno čine cjelinu. Na ovaj način se pomenu ti servisi mogu koristiti kad i gdje su potrebni bez dodatnog razvoja. Ovaj koncept predstavljen 2000-ih

godina se značajno razlikuje od dotadašnjih monolitnih sistema koji funkcionišu potpuno nezavisno i njihove funkcionalnosti je moguće koristiti samo u okviru tog sistema. SOA arhitektura pruža značajnu fleksibilnost omogućavajući brzu i laku integraciju novih servisa ili zamjenu postojećih [7][8].

3.2. Analiza velikih podataka (Big data analytics)

Analiza velikih podataka se najlakše može objasniti kao kompleksan proces ispitivanja velike količine podataka kako bi se stekao uvid odnosno kreirala neka informacija od značaja. Na takav način se otkrivaju često skriveni obrasci i korelacije među podacima koji naizgled nemaju nikakvu vezu. To dalje omogućava organizacijama da donose odluke na osnovu konkretnih informacija. Time organizacija dobija priliku za identifikovanje novih prilika i suština svega jeste pokretanje akcije.

Međutim, za većinu organizacija podaci se skupljaju i čuvaju u pojedinačnim djelovima organizacije i to na različitim nivoima. Skoro po pravilu menadžment podacima nikada se ne sprovodi na osnovu globalne strategije koja bi važila za čitavu organizaciju. U većini slučajeva svaki segment u organizaciji se bavi svojim podacima. Takvim upravljanjem podacima se gubi jedan značajan benefit a to je uvid u kompletno poslovanje organizacije sa najvišeg nivoa. Uvid u podatke sa najvišeg nivoa (engl. „enterprise view“) bi značio uvezivanje podataka iz svih djelova organizacije (npr. podaci iz finansijskog sektora, proizvodnje, marketinga, transporta, ljudskih resursa itd.) i analiza istih. To bi trebalo da da odgovor na relativno jednostavno pitanje: Da li je određena aktivnost koju organizacija obavlja profitabilna za organizaciju i u kojoj mjeri? Ili još bolje: Šta se može uraditi da ta aktivnost postane profitabilna ili još profitabilnija? Ovo je svakako problem star koliko i same organizacije i činjenica da se količina podataka koji bivaju generisani na dnevnom nivou povećava, nimalo ne pomaže.

U teoriji postoji više podjela pomoću kojih se može klasifikovati analiza velikih podataka. Međutim, možda je značajnije ukratko opisati šest oblasti na kojima se zasniva ova tehnologija:

- Integracija sistema i razmjena podataka (engl. „System integration and data exchange“) – većina organizacija u svom poslovanju koristi više različitih sistema i jedan od najvećih izazova jeste integracija tih podataka. Takođe, mnoge organizacije zavise od radne snage koja manuveno upravlja i manipuliše podacima, što možda trenutno smanjuje cijenu i odnosu na cijenu koštanja automatizacije ali značajno usporava proces i otežava obradu podataka.
- Centralizovani silos podataka (engl. „centralized data storage“) – podatke je potrebno čuvati na adekvatan način i najbolji metod za to su centralizovani magacini podataka (engl. „data warehouse“). Ovdje do punog izražaja mogu doći sistemi i aplikacije na nivou organizacije koje koriste automatske, regulisane načine za smještanje podataka što značajno pojednostavljuje integraciju. Tu u igru ulazi i „cloud“ tehnologija o kojoj će biti više riječi kasnije.
- Optimizovani modeli podataka – nestruktuiranim podacima je jako teško manipulirati pogotovu kada je cilj „izvlačenje“ nekih informacija iz njih. U tipičnom digitalizovanom okruženju podaci su struktuirani po jasnim pravilima i jednostavno se mogu ostvariti relacije među njima (pravila normalizacije koja se koriste kod dizajna baza podataka). Da bismo podatke mogli da koristimo za dalju analizu potrebno je da budu struktuirani.
- Kvalitet podataka – (GIGO – engl. „garbage in garbage out“) – ukoliko u sistem ubacimo podatke lošeg kvaliteta ili kako se to u digitalnom žargonu kaže: „smeće na ulazu, smeće na izlazu“ ni rezultat koji dobijemo ne može biti bolji.
- Analiza u realnom vremenu – podrazumijeva analizu podataka u trenutku kada oni pristižu što omogućava kreiranje obrazaca ponašanja korisnika, dok organizacija dobija priliku pružanja specifičnog iskustva pojedinim grupama korisnika.
- Nauka o podacima (engl. „data science“) – u suštini nauka o podacima rješava sve gore navedene probleme (čuvanje podataka, integraciju, optimizovanje modela, kvalitet podataka itd.) kroz matematičke modele i razvoj alata za upravljanje i analizu podataka. To je čitava usko specijalizo-

vana interdisciplinarna grana koja koristi naučne metode, procese, algoritme i sisteme da ekstrahuje znanje i informacije iz različitih vidova podataka (kako je već pomenuto strukturiranih i nestrukturiranih) koje kasnije može biti primjenjeno na širok spektar primjena [9][10].

3.3. Mobilna tehnologija

Mobilna tehnologija je pojava koja je u digitalnoj industriji aktuelna zadnjih 15 godina. Tačnije 2007. godine kompanija Apple je predstavila svoj prvi I-phone pametni telefon. Od tog doba mobilna tehnologija je postala dio naših života kroz različite načine korišćenja, bilo kroz socijalne mreže, bankarske servise, kupovinu, čitanje novosti i sl. Procenat vremena koje korisnici provedu na mobilnim uređajima pokazuje da je to vrijeme značajno duže u odnosu na vrijeme provedeno u korišćenju web ili desktop okruženja, što će reći da se mobilni uređaji sada značajno više koriste. Prilikom definisanja strategije za sprovođenje digitalne transformacije ovo je činjenica koja se ne smije zanemariti.

Faktori koji su uticali na ovako snažnu ekspanziju mobilne tehnologije su, prije svega, smanjena cijena korišćenja interneta „u pokretu“, odnosno snižene cijene i povećan protok podataka koje je moguće koristiti na mobilnom uređaju. Pored toga i sama cijena mobilnih uređaja je u zadnje vrijeme značajno opala u odnosu na početke. Na kraju, mada ne manje bitna je i činjenica da je korisničko iskustvo na mobilnim uređajima značajno prijemčivije za korisnika kada ga uporedimo sa korišćenjem klasičnih desktop ili prenosnih laptop računara. Kada sagledamo navedene faktore dobijamo izvanrednu podlogu za dobar prijem mobilne tehnologije od strane korisnika. Međutim, ono što je vjerovatno ključni faktor kada su u pitanju mobilni uređaji to je ustvari brzina. U vremenu kada ljudi žive jako užurbano, niko više nema vremena da kada god mu je to potrebno poseže za laptopom, čeka podizanje sistema (iako je to svedeno na red veličine od par sekundi) i dalje koristi potrebne alate. Puno je prijemčiviji mobilni uređaj za kojim je dovoljno samo posegnuti, a uz to pruža i određene, kako se to kaže, prirodne „native“ funkcionalnosti karakteristične za mobilne uređaje kao što su recimo lokacija, NFC „near-field communication“, bluetooth itd.

Kada razmatramo mobilnu tehnologiju u okviru strategije razvoja digitalne transformacije potrebno je obratiti pažnju na sljedeće faktore:

- Operativni sistem – trenutno se najviše koriste dva operativna sistema i to iOS („I phone operating system“) odnosno operativni sistem za Apple uređaje i Android operativni sistem baziran na Linux operativnom sistemu i u suštini je „open source“ operativni sistem. Način razvoja softvera („aplikacija“) za dva pomenuta sistema se značajno razlikuje što treba imati na umu.
- Korisničko iskustvo – klasično web odnosno desktop okruženje nije odgovarajuće za mobilne uređaje. Mobilni uređaji zahtijevaju prostija okruženja koja korisnici mogu da koriste u pokretu. To dalje podrazumijeva manje kompleksne prikaze, ograničen broj podataka i funkcionalnosti koje su potrebne i dostupne.
- Strategija – pod strategijom se podrazumijeva odluka da za neke kompleksnije funkcionalnosti organizacije i dalje treba da zadrže klasično web odnosno desktop okruženje. Posebno kada govorimo o sistemima koji barataju sa velikom količinom kompleksnih podataka koje je teško prikazati na ograničenim veličinama ekrana koje nude mobilni uređaji. Dalje, sistemi koji posjeduju neke napredne funkcionalnosti nisu predviđeni za korišćenje na mobilnom uređaju.
- Mobilnost – u svim slučajevima gdje organizacije mogu imati benefite od mobilnosti (recimo transportna industrija).
- Proširivost – potrebno je omogućiti dodavanje različitih dodataka koji poboljšavaju korisničko iskustvo - recimo mašina za razmjenu poruka („chat bot“), uključivanje vještačke inteligencije i sl.
- Analiza u realnom vremenu – faktor koji je neophodan kada su mobilni uređaji u pitanju. Kreiranje personalizovanog iskustva korišćenjem algoritama za profilisanje ponašanja korisnika koje rezultira odgovarajućim predlozima u realnom vremenu.
- Sveopšte jedinstveno iskustvo („omni channel“) – korisno bi bilo kreirati približno isto korisničko

iskustvo kroz različite digitalne kanale (desktop, web, mobile). Na ovaj način se korisniku omogućava lak prelazak sa jedne platforme na drugu. Konzistentni prikaz i korišćenje podataka kroz različite digitalne kanale pruža korisnicima osjećaj sigurnosti.

3.4. Oblak (Cloud)

Kada je u pitanju digitalna transformacija cloud kao tehnologija ima istaknuto i može se slobodno reći nezaobilazno mjesto. U svojoj osnovi cloud omogućava računarske usluge na zahtjev. Ovo ne znači samo skladištenje podataka što veliki broj ljudi pomisli kada se kaže cloud. Set onoga što cloud nudi se kreće u rasponu od aplikacija, servisa, skladištenja podataka i procesiranja podataka. Pored navedenog, cloud omogućava i hosting usluge. Jedna od vrlo prijemčivih funkcionalnosti clouda je i menadžment verzijama (engl. „version control management“) što znači da je uvijek moguće „vratiti“ prethodne verzije aplikacija i baza podataka. Dalje, cloud omogućava sigurnost podataka na visokom nivou bilo kroz različite vidove autentifikacije ali i snažne enkripcije. Bitna karakteristika clouda je i „downtime“, odnosno dužina trajanja „ispada“ sistema. Savremena cloud rješenja su dostupna 99.99% vremena što znači da „downtime“ skoro da i nema. Takav stepen dostupnosti je vrlo teško postići sa „on premise“ sistemima (serverski sistemi unutar organizacija) jer to u najvećoj mjeri zavisi od sposobnosti organizacije da upravlja i održava pomenuti sistem. Ovakav stepen dostupnosti cloudu omogućava redudansa što znači da ukoliko dođe do ispada bilo kog resursa na cloudu isti biva zamijenjen nekim drugim i na taj način nema prekida u radu ukupnog sistema. Ovo korisnicima clouda daje veliku sigurnost kada je postojanost podataka u pitanju. U svijetu kada se potražnja za digitalnim servisima povećava eksponencijalno iz dana u dan, skalabilnost je još jedan adut clouda koji mu daje značajnu prednost. Naime ukoliko je organizaciji potrebno da proširi postojeće resurse, ona to može napraviti skoro pa instant, odnosno odabirom opcija. U klasičnom „on premise“ sistemu to može da traje danima ako ne i mjesecima. Potrebno je dakle poručiti hardversku opremu, obaviti instalaciju, integraciju testiranje. Sve ove operacije se na cloudu obavljaju u roku od par minuta što je neprocjenjiva ušteda vremena. I što je možda i bitnije kod clouda, ovakva proširenja uvijek rade (engl. „It just works“ – Steve Jobs) dok u lokalnim okruženjima uvijek može da dođe do nepredviđenih situacija koje je potrebno rješavati.

Istorijski gledano u razvoju cloud okruženja postoje dvije etape. Cloud 1.0 dvoslojna arhitektura (engl. „2 tiered architecture“) je pružala uslugu hostinga i backend sistemsku podršku. Dakle prva verzija clouda se bavila centralizovanim sistemima odnosno data centrima koji su fokusirani na već pomenutu dvoslojnu arhitekturu – baze podataka i bazični sistemi su hostovani odnosno smješteni na cloudu dok je prezentacioni sloj odnosno sloj za interakciju sa korisnicima izostavljen i rješavan na drugačiji način. Cloud 2.0 Full stack (prezentacioni sloj, središnji sloj, backend sloj) - druga generacija već uključuje više provajdera usluga clouda a samim tim i korisnici imaju sve više zahtjeva koji su tehnološki gledano zreliji. Druga generacija obuhvata jake mogućnosti za razvoj softverskih alata ili kako se to popularno naziva „DevOps“. Dakle, sada cloud pruža različite IT usluge u kombinaciji sa razvojem softvera što za cilj ima skraćivanje razvojnog ciklusa i omogućava kontinualan razvoj visokokvalitetnog softvera. Još jedna od karakteristika clouda druge generacije jeste i ogromna količina usluga po pozivu (engl. „software as a service“). Tako imamo:

- AIaaS (engl. „artificial intelligence as a service“) – vještačka inteligencija kao usluga omogućava inženjerima korišćenje alata u trenutku kada im je potrebno, bez gubljenja vremena, za kreiranje vrlo kompleksnog i zahtjevnog okruženja potrebnog za implementaciju vještačke inteligencije.
- BPaaS (engl. „business process as service“) – biznis proces kao usluga, je funkcionalnost koja se u organizacijama uglavnom obavlja manuelno (kreiranje biznis procesa) ali je moguće automatizovati korišćenjem BPaaS alata.
- DRaaS (engl. „disaster recovery as a service“) – ponovo uspostavljanje infrastrukture sistema (podataka, fajlova, aplikacija) na nivou minuta u slučaju „pada“ sistema.
- PaaS (engl. „platform as a service“) – platforma kao usluga. Korisnik u ovom slučaju dobija razvoj-

no okruženje sa svim neophodnim infrastrukturnim komponentama (hardware, operativni sistem, baze podataka, skladište podataka, razvojni alati itd.).

- IaaS (engl. „infrastructure as a service“) – korisnik dobija na korišćenje neophodnu infrastrukturu i za razliku od PaaS nema dodatka u vidu razvojnog okruženja, operativnog sistema već samo infrastruktura.
- MSaaS (engl. „managing security as a service“) – upravljanje sigurnošću kroz modele autentifikacije i enkripcije.
- TEaaS (engl. „test environment as a service“) – omogućava razvojnim timovima skalabilna testna okruženja radi testiranja alata na različitim hardverskim, softverskim i mrežnim okruženjima.
- DaaS (engl. „desktop as a service“) – popularno rješenje za udaljeni odnosno „remote“ način rada. Omogućava siguran pristup organizacijskim resursima kao što su podaci, aplikacije i drugi alati nezavisno od uređaja i lokacije. Poenta je da se na ovaj način može koristiti alat koji zahtijeva vrlo moćan hardver čak i sa mobilnog uređaja - recimo tableta.

Na kraju možemo reći da je cloud postao norma kada je u pitanju digitalna transformacija jer pruža odličnu osnovu za nove načine rada, laku integraciju i jako brzu skalabilnost.

3.5. Internet stvari (Internet of things)

Tehnologija internet stvari ima enorman potencijal u kreiranju vrijednosti za implementaciju digitalne transformacije. IoT daje sjajne mogućnosti kada je u pitanju prikupljanje digitalizovanih strukturiranih podataka. Vještačka inteligencija i mašinsko učenje omogućavaju automatsku kontekstualizaciju dobijenih podataka a robotika pruža kreiranje fizičke ili virtuelne akcije. U pitanju nije samo potrošački genrisana potreba u smislu IoT kućnih aparata, fitnes opreme, automobila itd, već su sve češće i komercijalne implementacije poznatije kao IIoT (engl. „industrial internet of things“).

Suština IoT-a je u dvije stvari: uređajima i podacima. U pitanju su uređaji koji u sebe imaju ugrađene senzore i povezani su na mrežu. Najveće implementacije IoT doživljava u automatizaciji gradnje i upravljanju zgradama (pametni gradovi), obezbjeđenju objekata, različitim distributivnim sistemima (vodovod, kanalizacija, komunalne usluge, električna energija) i u automatizaciji proizvodnje. Totalna ekspanzija IoT implementacija, pogotovu u komercijalne svrhe, se očekuje masovnijom upotrebom 5G telekomunikacione mreže.

Bazični problem IoT-a je potrošnja energije a sve iz prostog razloga što je transimicija podataka energetski vrlo zahtjevan proces. Izdvajamo šest komunikacionih tehnologija na kojima se zasniva IoT: LPWAN (low power wide area network), celularne mreže, Zigbee i drugi „mesh“ protokoli, Bluetooth i BLE (engl. „bluetooth low energy“), WiFi (engl. „wireless networks“), RFID (engl. „radio frequency identification“). Oblast primjene IoT-a u komercijalne svrhe je zaista široka ali možemo izdvojiti par karakterističnih oblasti:

- Monitoring infrastrukture – upravljanje zgradama, kvalitet vazduha, temperatura itd.
- Menadžment inventara – pametni magacini, automatsko praćenje stanja zaliha, logistika.
- Industrija hrane, lijekova i sl.
- Upravljanje proizvodima.
- Upravljanje proizvodnjom – IoT. [11]

3.6. Vještačka inteligencija

Vještačka inteligencija je skup tehnologija koje repliciraju ljudske intelektualno vođene aktivnosti. To znači repliciranje ljudskog načina razmišljanja što se kasnije može koristiti za aktivnosti kao što su: planiranje, učenje, rješavanje problema, kretanje, evaluacija, rezonovanje itd. Razlikujemo dvije kategorije vještačke inteligencije:

- Narrow AI – usko specijalizovana vještačka inteligencija se bavi specifičnim procesima kao što je recimo prepoznavanje govora. Ovakvu primjenu imamo recimo kod multimedijalnih uređaja u automobilima koji sada prepoznaju glasovne komande vozača. Ovaj vid vještačke inteligencije počiva na specifičnim pre-definisanim pravilima i podacima koji joj omogućavaju funkcionisanje.
- General AI – generalna vještačka inteligencija je više fleksibilan tip vještačke inteligencije koji emulira ljudske sposobnosti opservacije, sinhronizacije i kreiranja autonomnih odluka.
- Pored ove generalne podjele, vještačka inteligencije se istražuje kroz više oblasti. Ovdje ćemo navesti i u kratkim crtama objasniti sljedeće:
- Mašinsko učenje (engl. „machine learning“) – tehnologija programiranja pomoću pravila i podataka kojoj je dozvoljeno da „evoluirá“ uvođenjem novih količina podataka i različitih varijabli tokom vremena.
- Neuronske mreže (engl. „neural networks“) – se zasnivaju na setovima podataka uz ljudsku asistenciju prilikom interpretacije istih. Neuronske mreže su preduslov za mašinsko učenje.
- Duboko učenje (engl. „deep learning“) – nastaje kombinovanjem više neuronskih mreža.
- Ekspertski sistemi (engl. „expert systems“) – ljudsko autonomno odlučivanje, kombinuje mašinsko i duboko učenje i koristi se recimo za implementaciju autonomne vožnje u drumskom ili vazдушnom saobraćaju.

Oblast primjene vještačke inteligencije je zaista široka mada se mogu izdvojiti industrije gdje najviše dolazi do izražaja: auto industrija, zdravstvo, marketing, obrazovanje, e-commerce i maloprodaja, finansijska industrija, gaming industrija itd. Ono gdje vještačka inteligencija daje svoj najveći doprinos jeste automatizacija, donošenje odluka, analiza obrazaca ponašanja korisnika i klijenata, razvoj i rješavanje problema [12].

3.7. Blockchain

Sve je počelo 2008. godine s nečim što je trebalo da bude svjetska alternativna valuta: Bitcoin. Bitcoin je u fokus donio tehnologiju koja može da ima značajan uticaj na sve što je digitalno. U pitanju je blockchain tehnologija ili kako se još naziva „distributed ledger“ (u slobodnom prevodu distribuirana glavna knjiga ili registar), pri čemu je blockchain vid implementacije „distributed ledger“ tehnologije. Ono što je inicijalno kreirano kao način za osiguravanje integriteta, kako bi se svaka transakcija mogla provjeriti i potvrditi, sada je našlo svoj put da postane dio transakcija u različitim industrijskim oblastima.

Šta je „blockchain“? Najprostije rečeno, kao što i samo ime kaže to je lanac blokova. U ovom slučaju blok predstavlja digitalnu informaciju tj. preciznije informacije su smještene u blokove, koji su distribuirani kroz javne baze podataka čime se dobija lanac. Svaka transakcija (novac, pametni ugovor, transport robe itd.) se sastoji iz tri dijela: 1. Informacija (vrijeme, datum, količina i sl.), 2. Partije koje učestvuju u transakciji (uključujući njihove digitalne potpise) i 3. Svaki blok mora da ima ključ (engl. „hash“). Pomenuti ključ je ono što svaki blok čini jedinstvenim i predstavlja jedinstveni identifikator. Ključ je kriptografski kod koji je kreiran pomoću specijalizovanih algoritama koje je teško „razbiti“. Ova tehnologija pruža osiguranje kada je u pitanju integritet i istinitost svake transakcije koja je dodata u lanac. Slijedi da svaka transakcija, odnosno blok informacija dodat u lanac, mora biti verifikovana. Umjesto da neko manu- elno provjerava svaku transakciju globalno rasprostranjena mreža računara je povezana u „blockchain“. Dodavanje bloka u lanac je jednostavno, međutim svaki računar koji želi da postane dio lanca mora da prođe test. Tako nastaje pomenuti ključ – računar mora da riješi vrlo kompleksan matematički problem koji zahtijeva veliku računarsku moć. U bitcoin svijetu se ovaj proces naziva majning (engl. „mining“). Blockchain nije sačuvan na jednom računaru već na čitavoj mreži i zato se i naziva distribuirani registar ili glavna knjiga. Time se značajno otežava malicioznim korisnicima pokušaj manipulacije jer bi to značilo izmjenu bloka na svakom računaru koji je dio lanca.

Tehnologija blockchaina je za sada našla primjenu u bankarstvu, industriji osiguranja kroz pametne

ugovore, transportu i logistici, farmaceutskoj industriji (daje mogućnost da se za svaku bočicu lijeka može utvrditi koji su sastojci korišćeni u proizvodnji, od kojih dobavljača pa sve do toga kod kog kupca je bočica završila).

3.8. Kvantni i „edge“ računari

Iako su u pitanju dvije potpuno različite tehnologije na kojima se zasnivaju kvantni i „edge“ računari, ono što im je zajedničko jeste velika računarska moć. Ovdje svakako nije cilj ulaziti dublje u tehničke detalje ali je neophodno pomenuti koncept kako bi se shvatio potencijal ovih tehnologija kada je digitalna transformacija u pitanju.

Osnovna karakteristika kvantnog računara jeste brzina procesuiranja. Kada poredimo tradicionalni super računar sa kvantnim i dalje dobijamo dramatičnu razliku u brzini procesuiranja. Recimo da pretražujemo jedan upis u bazu podataka koja ima bilion (10^{12}) upisa. Konvencionalnom super računaru bi za to trebala čitava sedmica dok bi kvantni računar ovu operaciju završio u roku od jedne sekunde. Kvantni računar se zasniva na kvantnim stanjima. Za razliku od konvencionalne tehnologije koja radi u 2 – bitnom sistemu kvantni računari koriste 4 – bitni sistem (kombinacija bita 0 i 1). Dalje se koristi koncept superpozicije – prostim jezikom na ovaj način računar ima mogućnost baratanja sa više operacija jednovremeno za razliku od konvencionalnih procesora koji mogu da rade na samoj jednoj operaciji u trenutku. Kvantni računar na taj način omogućava procesorsku moć za rješavanje vrlo kompleksnih problema (enkripcija, sajber sigurnost, hemijska istraživanja, analiza velike količine podataka itd.).

Za razliku od kvantnih računara „edge“ računari su bazirani na konvencionalnoj tehnologiji. Ideja je da se procesuiranje podataka obavlja što je bliže moguće samim podacima (u fizičkom smislu). Što manje vremena treba podacima za transport to oni brže mogu biti procesuirani. To se u mnogo čemu razlikuje od trenutnih okruženja gdje se veliki paketi podataka moraju prosljediti pomoću različitih komponenti „cloud“ baziranih sistema što može dramatično da produži vrijeme za procesuiranje tih podataka. Umjesto postavljanja podataka na „cloud“ i prosljeđivanja na dalju obradu, obrada se vrši na samom mjestu gdje je i nastala potreba. Zato je pomenuti koncept definisan terminom „na ivici“ (enlg. „edge“) jer se računar postavlja na samu ivicu skladišta podataka. Ovo je od značaja u slučajevima kao što su pametni gradovi, „smart metering“ rješenja itd.

Primjena kvantnih i „edge“ računara u digitalnoj transformaciji se svodi prije svega na omogućavanje drugih tehnologija kao što su analiza velikih podataka, vještačka inteligencija i sl. Sa sve većom količinom podataka koja se svakodnevno „rađa“ time će i ove tehnologije sve više dobijati na značaju.

3.8. Robotika

Robotika je presjek između nauke, inženjerstva i tehnologije sa ciljem da kreira mašine koje ne samo da mogu da se ponašaju nalik ljudima, već uz pomoć vještačke inteligencije čak i da rasuđuju kao ljudi. Postoje određene specifične karakteristike koje odvajaju robote od ostalih mašina. Dakle roboti imaju svoje mehaničke i električne komponente kao i većina drugih mašina, međutim, ono što robota izdvaja jeste činjenica da u sebi sadrže kompjuterski program koji definiše operacije i obrasce ponašanja koje robot treba da obavlja.

Originalno, roboti su napravljeni da izvršavaju monotone zadatke koji se ponavljaju kao što je to slučaj u proizvodnim pogonima. Međutim roboti su danas našli puno širu primjenu koja kreće od naših domova, vojnih aplikacija pa sve do medicinskih ustanova (roboti koji obavljaju operacije nad pacijentima). Stvari postaju vrlo zanimljive kada spojimo robotiku i vještačku inteligenciju. Vještačka inteligencija otvara robotima mogućnost učenja i donošenja samostalnih odluka. Robotika se u industrijskom smislu definiše kao RPA („robotic process automation“) tj. automatizacija procesa pomoću robota.

Trenutna primjena robotike se odnosi na proizvodnu industriju (auto, proizvodnja elektronskih komponenti itd.). U zadnje vrijeme se pojavio koncept „cobot“ (enlg. „collaborative robot“), odnosno robota

koji saraduju sa zaposlenima na njihovim svakodnevnim zadacima. Jedan od primjera su roboti koji rade u magacinima kompanije Ikea.

3.9. Vitruelna i proširena stvarnost

Vitruelna stvarnost koristi živopisne slike iz stvarnog života zajedno sa visoko optimizovanim hardverom radi kreiranja kompjuterski simuliranih okruženja. Cilj nije samo posmatranje već mogućnost interakcije korisnika sa novo kreiranim okruženjem. VR naočare u sebi sadrže ekran koji se prikazuje dovoljno blizu ljudskom oku tako da oči u suštini vide različitu sliku. Rezultat toga je stereoskopski 3D efekat kombinovan sa stereo zvukom. Kada iskombinujemo ovo sa praćenjem korisnikove lokacije, položaja tijela i pokreta dobijamo vrlo realistično iskustvo (recimo da okrenemo glavu lijevo ili desno i slično kao u realnom svijetu možemo da interagujemo sa okruženjem). Najočiglednija primjena vitruelne realnosti jeste u gejming industriji, međutim ova tehnologija se sve više sreće u edukaciji, zdravstvu, vojnoj industriji pa čak i prodaji – vitruelne ture nekretnina).

Razlika između vitruelne i proširene (engl. „augmented“) stvarnosti je što vitruelna stvarnost zamjenjuje stvarni svijet dok kod proširene stvarnosti se vrši dodavanje sloja u vidu slika na stvarni svijet. AR uređaji kao što su pametne naočare su vrlo slični klasičnim naočarima i dozvoljavaju korisniku da vidi sve oko sebe. Tehnologija je dizajnirana tako da korisniku omogućava slobodno kretanje dok se simultano vrši prikazivanje transparentnih slika preko svega što korisnik vidi. Sličan princip se koristi i na pametnim telefonima kroz odgovarajuće aplikacije (poznata igra „Pokemon“, GoogleMap aplikacija i sl.).

Značajno bi bilo pomenuti i tehnologiju miks realnosti (engl. „mixed reality“) koja uključuje i spaja mogućnosti koje daju vitruelna i proširena stvarnost. Ova tehnologija je našla primjenu u proizvodnim pogonima gdje se radnik navodi da izvršava operacije u potrebnim sekvencama sa detaljnim objašnjenjima kako da izvede svaku od njih. Na ovaj način se smanjuje vrijeme obuke za radnike i minimalizuje mogućnost greške pri radu.

Pošto su u pitanju relativno nove tehnologije, oblast primjene za sada nije široko rasprostranjena. Međutim mogućnosti koje donose su zaista neograničene bilo da je u pitanju razvoj proizvoda (brzo kreiranje prototipa bez potrebe za fizičkom implementacijom), zatim treninga i obuke zaposlenih, pa do navođenja zaposlenih, u realnom vremenu, prilikom izvršenja kompleksnih i eventualno opasnih zadataka.

4. ZAKLJUČAK

Sumirati pojam digitalne transformacije je možda najlakše kroz citat istraživača sa MIT-a (Massachusetts Institute of Technology) George Westermana koji kaže: „Uspješna digitalna transformacija je kao gusjenica koja se pretvara u leptira. To je još uvijek isti organizam, ali sada ima supermoći. Nažalost, kada se radi o digitalnoj transformaciji mnogi rukovodioci ne razmišljaju o leptirima. Oni samo razmišljaju o brzim gusjenicama. Teško je ići u korak sa konkurentima ako Vi samo pužete a oni mogu da lete! [13]“

LITERATURA

1. <https://singularityhub.com/>
2. <https://www.innosight.com/insight/creative-destruction/>
3. <https://www.forbes.com/?sh=30d99d3e2254>
4. Klaus Schwab, "The Fourth Industrial Revolution" Januar 2016.
5. Tom Siebel, "Digital Transformation: Survive and Thrive in an Era of Mass Extinction" 2019.
6. Isaac Sacolick, "Driving Digital: The Leader's Guide to Business Transformation Through Technology" August 2017.
7. Sam Newman, "Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems" Decembar 2014.
8. Matt McLarty, Irakli Nadareishvili, Ronnie Mitra, Mike Amundsen, „Microservice Architecture: Aligning Principles, Practices, and Culture" 2016.
9. <https://www.cmswire.com/information-management/how-analytics-are-driving-digital-transformation/>
10. EMC Education Services, „Data Science and Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data" Januar 2015.
11. <https://www.hitachivantara.com/en-us/pdf/analyst-content/hitachi-cxp-executive-summary-digital-industrial-transformation-with-iot.pdf>
12. Geron Aurelien, „Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow" Mart 2017.
13. George Westerman, Didier Bonnet and Andrew McAfee " Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation" 2014.



Nakon intenzivnog razvoja na tržištu u proteklih 30 godina, danas možemo reći da je MASTER GRUPACIJA zvanično najveći regionalni distributer sigurnosne opreme aktivan u Srbiji, Crnoj Gori, Bosni i Hercegovini, Makedoniji, Sloveniji i Hrvatskoj.

U Crnoj Gori firma MasterMN postoji od juna 2011. godine i do danas smo stekli veliko povjerenje brojnih klijenata zbog poslovne filozofije koja se svodi na nekoliko osnovnih principa. Naš prvi cilj je steći i zadržati povjerenje kupca. U tom smislu trudimo se da imamo širok spektar opreme i veliki lager. Uz to, obezbeđujemo tehničku podršku i servis.

I najzad, ali ne i najmanje važno, postizemo da imamo najbolje cijene.



Adresa: Jovana Popovića Lipovca 11, Bloku 9, 81000 Pogorica
Radno vrijeme: radnim danima od 8 do 16h, subotom od 8 do 12h.
Kontakt: +382 20 510 544 | +382 20 510 545 | +382 67 134 262

SREBRNI SPONZORI



POVJERITE NAM DIGITALNU TRANSFORMACIJU VAŠEG POSLOVANJA

Digitalizacija je povećala konkurentnost u većini industrija. Veliki broj kompanija i dalje koristi informacione sisteme koji su spori i nepovezani. Napravite iskorak korišćenjem Čikomovih alata.

Rješenja i proizvodi za sve vaše potrebe



Softverski
razvoj



Mrežna
infrastruktura



Security



Data centar



Podrška

Kontaktirajte nas



www.cikom.com



020 21 81 81



Dalmatinska 78, Podgorica



ENELPS CG

Life Is On

Schneider
Electric

SREBRNI SPONZOR

***Deliver end-to-end
security with ease***



Hikvision je najveći svjetski proizvođač videonadzornih kamera i provider security i IoT rješenja

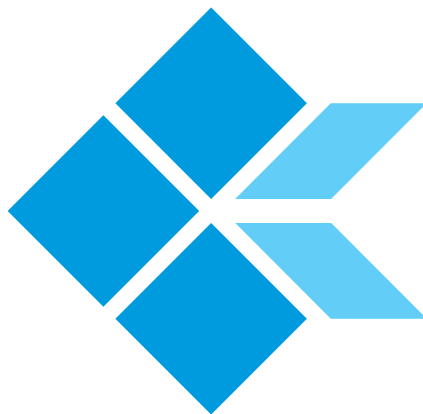
 Hikvision Europe  Hikvision Europe  Hikvision Adriatic / Malta  adriatic-malta@hikvision.com

HIKVISION[®]
www.hikvision.com/europe

BRONZANI SPONZORI



Електропривреда Црне Горе
АД Никшић



PRIVREDNA
KOMORA
CRNE GORE

BRONZANI SPONZORI



PV sustavi

Integrirana rješenja za zaštitu električnih instalacija



Industrija



Zgrade

www.etigroup.eu



alarm
automatika®
brinemo o zaštiti

**REGIONAL LEADER IN
ELECTRONIC SECURITY**

iDEA
PROJECT
*advanced and open
smart safety*

iDEA
SOLUTION
*unique and complete
smart surveillance*

iDEA
classic
*reliable and flexible
smart security*

iDEA
express
*fast and simple
smart automation*

4 x iDEA
value propositions

HARDWARE + SOFTWARE + SERVICE + PLATFORM

www.alarmautomatika.com

30+
years

2.500+
clients

200+
employees

250+
suppliers

**own
R&D**

**own
Brands**

11+
countries

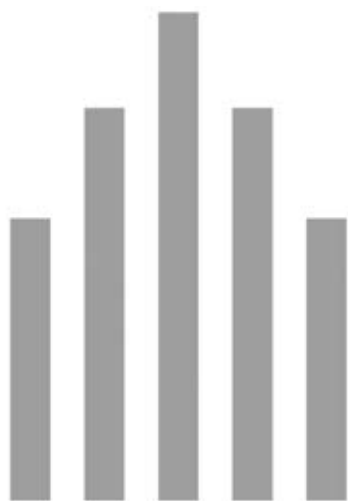
15+
cities

**BRONZANI
SPONZORI**




TELEMONT

IZVOĐENJE INSTALACIJA JAKE STRUJE




zetagradnja

SPONZORI



AGENCIJA ZA ELEKTRONSKE KOMUNIKACIJE I
POŠTANSKU DJELATNOST



Bulevar Džordža Vašingtona 56
81000 Podgorica
Crna Gora

Tel: +382 20 406 700
Fax: +382 20 406 702
E-mail: ekip@ekip.me
Web: www.ekip.me

Naša vizija je:

Uspostavljanje efikasnog i predvidivog regulatornog okvira za razvoj održivih i konkurentnih tržišta elektronskih komunikacija i poštanskih usluga, na kojima se građanima i privredi, putem najsavremenijih tehnologija, nude i pružaju inovativne, kvalitetne i dostupne usluge, nezavisnim, stručnim, transparentnim, nediskriminativnim i pouzdanim djelovanjem EKIP-a, čiji zaposleni ostvaruju visoke standarde stručnosti i etike u svom radu i konstanto usavršavaju svoja znanja i vještine neophodne za regulaciju tržišta elektronskih komunikacija i poštanskih usluga.



SKEI



INŽENJERSKA KOMORA CRNE GORE
ENGINEERS CHAMBER OF MONTENEGRO



Podgorica, oktobar 2022.