

Maja Grbić<sup>1</sup>, Dejan Hrvic<sup>1</sup>, Aleksandar Pavlović<sup>1</sup>

## Analiza izloženosti ljudi magnetskoj indukciji u stanu usled uticaja niskonaponskih kablovskih priključnih kutija

<sup>1</sup> ELEKTROTEHNIČKI INSTITUT NIKOLA TESLA AKCIONARSKO DRUŠTVO BEOGRAD,  
Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija<sup>1</sup>

Kategorija rada: Stručni rad

### Ključne poruke

- Kablovske priključne kutije mogu biti značajan izvor magnetskog polja kada se nalaze u neposrednoj blizini zona povećane osetljivosti
- Neophodno je sprovođenje prvih ispitivanja nejonizujućeg zračenja u zonama povećane osetljivosti koje na svom zidu imaju kablovske priključne kutije
- Kablovske priključne kutije mogu biti izvor nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa

### Kratak sadržaj

U radu su analizirani nivoi magnetske indukcije u stanu koji se javljaju usled uticaja kablovskih priključnih kutija. Analiza je zasnovana na rezultatima merenja magnetske indukcije u stanu. U razmatranom primeru kablovske priključne kutije se nalaze na spoljašnjem zidu stana što dovodi do povišenih nivoa magnetske indukcije u prostoriji koja se nalazi sa druge strane zida. Pokazano je da vrednosti magnetske indukcije u stanu mogu da prekorače vrednost od 4  $\mu$ T, što predstavlja kriterijum da izvor bude kategorisan kao izvor od posebnog interesa, u skladu sa odredbama važeće nacionalne regulative iz oblasti zaštite stanovništva od nejonizujućeg zračenja. Cilj rada je da se pokaže da u pomenutoj konfiguraciji vrednosti magnetske indukcije u stanu mogu biti značajne, kako bi se u budućnosti izbegla primena ovakvih tehničkih rešenja prilikom projektovanja i izgradnje novih objekata koji predstavljaju zone povećane osetljivosti. Takođe je ukazano na značaj sprovođenja ispitivanja u stanovima i drugim zonama povećane osetljivosti koje u svojoj neposrednoj blizini imaju kablovske priključne kutije.

### Ključne reči

**Zona povećane osetljivosti, kablovska priključna kutija, magnetsko polje, magnetska indukcija, nejonizujuće zračenje, referentni nivo**

#### Napomena:

Članak predstavlja proširenu, unapređenu i dodatno recenziranu verziju rada „Analiza nivoa magnetske indukcije u stanu usled uticaja niskonaponskih priključnih kutija“, nagrađenog u Stručnoj komisiji STK-1 Komponente mreža, na 13. Savetovanju CIRED Srbija, Kopaonik, 12-16. septembra 2022

Primljeno: 7. april 2023. Recenzirano: 26. maj 2023.  
Izmenjeno: 7. jun 2023. Odobreno: 3. jul 2023.

<sup>1</sup> Maja Grbić, Koste Glavinića 8a, Beograd,  
Tel. +381-64-825-97-55 E - mail: [maja@ieent.org](mailto:maja@ieent.org)

## 1. UVOD

U radu su analizirani nivoi magnetske indukcije koji se javljaju u stanu usled uticaja kablovskih priključnih kutija (KPK). U razmatranom slučaju kablovske priključne kutije se nalaze na spoljašnjem zidu stana, zbog čega je potrebno izvršiti ispitivanje nivoa magnetske indukcije u prostoriji koja se nalazi sa druge strane zida. Ispitivanje je zasnovano na merenju magnetske indukcije u stanu. Na kablovske priključne kutije priključeni su kablovski vodovi iz dve transformatorske stanice (TS) naponskog nivoa 10/0,4 kV, koje se nalaze u istoj zgradi. U radu je dat kratak pregled međunarodne [1]–[3] i nacionalne regulative [4]–[10] iz oblasti zaštite stanovništva od elektromagnetskih polja, a rezultati dobijeni merenjem magnetske indukcije u stanu upoređeni su sa granicama izlaganja stanovništva elektromagnetskom polju koje su propisane važećom nacionalnom regulativom iz ove oblasti. Cilj rada je da se pokaže da u pomenutoj konfiguraciji vrednosti magnetske indukcije u stanu mogu biti značajne, kako bi se u budućnosti izbegla ovakva tehnička rešenja, kao i da se ukaže na značaj kablovskih priključnih kutija kao izvora magnetskog polja, kako bi se vodilo računa o njihovoj lokaciji prilikom projektovanja novih objekata. U radu je takođe ukazano na značaj sprovođenja ispitivanja u stanovima i drugim zonama povećane osetljivosti koje u svojoj neposrednoj blizini imaju kablovske priključne kutije ili razvodne ormare niskog napona.

## 2. MEĐUNARODNA I NACIONALNA REGULATIVA U OBLASTI ZAŠTITE STANOVNIŠTVA OD NEJONIZUJUĆIH ZRAČENJA

### 2.1 Međunarodna regulativa

Međunarodna komisija za zaštitu od nejonizujućih zračenja je 1998. godine objavila Preporuku za ograničavanje izlaganja vremenski promenljivim električnim, magnetskim i elektromagnetskim poljima učestanosti do 300 GHz [1]. Cilj preporuke jeste da obezbedi smernice za ograničavanje izlaganja elektromagnetskim poljima, koje će obezbediti zaštitu od dokazanih štetnih uticaja na zdravlje. Preporukom [1] definisane su granice izlaganja elektromagnetskom polju koje se razlikuju za stanovništvo i za radnike, pri čemu su za stanovništvo utvrđene niže granice. Granice izloženosti ljudi takođe zavise od frekvencije polja. Granica izloženosti stanovništva propisana Preporukom [1] za magnetsku indukciju učestanosti 50 Hz iznosi 100  $\mu$ T.

Na osnovu predloga Evropske komisije, Savet Evropske unije usvojio je 1999. Preporuku [2], koja predstavlja okvir za ujedinjeniju zaštitu stanovništva od nejonizujućeg zračenja. Preporuka [2] utvrđuje skup ograničenja izlaganja elektromagnetskim poljima kojih bi trebalo da se pridržavaju sve zemlje Evropske unije prilikom usvajanja nacionalnih propisa. Preporučena ograničenja preuzeta su iz Preporuke [1] bez ikakvih izmena, pri čemu je oblast uređivanja Preporuke [2] isključivo javna bezbednost, tj. zaštita životne sredine.

Pošto je zaštita stanovništva odgovornost svake pojedinačne države, ostavljena je mogućnost da nacionalni propisi definišu niže vrednosti ograničenja izlaganja i time dodatno pooštre zahteve. Pregled granica izlaganja propisanih u zemljama Evropske unije, ali i u pojedinim zemljama izvan Evrope, dat je u [11]. Pojedine evropske zemlje su u svojim nacionalnim propisima usvojile granice izlaganja utvrđene Preporukom [2], dok su neke zemlje propisale strože granice izlaganja. U nekim evropskim zemljama propisane su različite granice izlaganja za nove i zatečene izvore polja.

Međunarodna komisija za zaštitu od nejonizujućih zračenja je 2010. godine objavila Preporuku za ograničavanje izlaganja vremenski promenljivim električnim i magnetskim poljima učestanosti od 1 Hz do 100 kHz [3]. Ova preporuka je zamenila Preporuku [1] u delu koji se odnosi na opseg učestanosti od 1 Hz do 100 kHz. Granica izloženosti stanovništva propisana Preporukom [3] za magnetsku indukciju učestanosti 50 Hz iznosi 200  $\mu$ T.

### 2.2 Nacionalna regulativa

Zaštita stanovništva od nejonizujućih zračenja pravno je regulisana u Republici Srbiji tokom 2009. godine, usvajanjem Zakona o zaštiti od nejonizujućih zračenja [4] i šest pratećih pravilnika [5]–[10]. Predmet uređivanja Pravilnika [5] predstavlja ograničenje izlaganja stanovništva nejonizujućem zračenju isključivo u tzv. „zonama povećane osetljivosti”. Prema [5] i [6] zone povećane osetljivosti su „područja stambenih zona u kojima se osobe mogu zadržavati i 24 sata dnevno; škole, domovi, predškolske ustanove, porodilišta, bolnice, turistički objekti, te dečja igrališta; površine neizgrađenih parcela namenjenih, prema urbanističkom planu, za navedene namene, u skladu sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije”. Pravilnikom [5] utvrđen je referentni granični nivo izlaganja koji za magnetsku indukciju industrijske učestanosti (50 Hz) u zonama povećane osetljivosti iznosi 40  $\mu$ T. Pravilnik [6] definiše i pojam izvora nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa. Prema članu 3 Pravilnika [6] „izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa smatraju se izvori elektromagnetnog zračenja koji mogu da budu štetni po zdravlje ljudi, a određeni su kao stacionarni i mobilni izvori čije elektromagnetno polje u zoni povećane osetljivosti dostiže najmanje 10% iznosa referentne, granične vrednosti propisane za tu frekvenciju”. U slučaju magnetske indukcije industrijske učestanosti 10% referentne granične vrednosti iznosi 4  $\mu$ T. Prema članu 7 Pravilnika [6] „nakon izgradnje, odnosno postavljanja objekta koji sadrži izvor nejonizujućeg zračenja, a pre izdavanja dozvole za početak rada ili upotrebne dozvole, vrši se prvo ispitivanje, odnosno merenje nivoa elektromagnetnog polja u okolini izvora”. Prema članu 8 istog pravilnika korisnik izvora za čiju je upotrebu nadležni organ izdao odobrenje, obezbeđuje periodična ispitivanja nakon puštanja izvora u rad i to jedanput svake četvrte godine za niskofrekventne izvore. Ako se u toku prvog ili periodičnog ispitivanja utvrdi nivo elektromagnetnog polja

manji od 10% propisanih graničnih vrednosti, korisnik neće vršiti periodična ispitivanja, prema članu 11 ovog pravilnika.

### 3. ISPITIVANJE MAGNETSKOG POLJA

Ispitivanja su sprovedena u skladu sa zahtevima standarda [12]–[15].

Ispitivanja su sprovedena putem merenja efektivnih vrednosti magnetske indukcije ( $B$ ). Intenzitet vektora magnetske indukcije meren je izotropski, istovremenim merenjem sve tri prostorne komponente vektora u diskretnim vremenskim trenucima. Uređaj koji je korišćen za merenje magnetske indukcije takođe meri i frekvenciju magnetskog polja. Istovremeno sa vrednostima magnetske indukcije merena je i frekvencija polja, koja je u svim slučajevima iznosila 50 Hz. Pošto je izvor elektromagnetskog polja niskog napona i nalazi se sa druge strane zida vrednosti jačine električnog polja u stanu su zanemarljive zbog čega električno polje nije mereno.

Za merenje magnetske indukcije korišćen je uređaj koji je optičkim kablom povezan sa sondom za merenje magnetske indukcije, koja je tokom merenja bila postavljena na stalak od izolacionog materijala (slika 1).

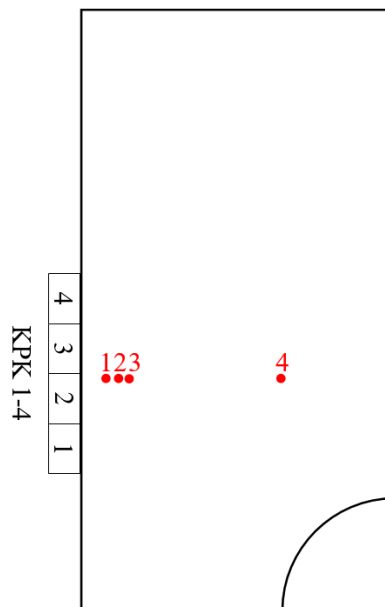


Slika 1. Položaj sonde za merenje magnetske indukcije u stanu (merno mesto 1)

Merni sistem prikazan na slici 1 obezbeđuje istovremeno merenje sve tri prostorne komponente vektora magnetske indukcije, na osnovu čega instrument izračunava i prikazuje rezultantnu vrednost. Merni sistem je etaloniran i ispunjava zahteve standarda [13].

Merenje magnetske indukcije je sprovedeno na visini od 1 m iznad poda prostorije [14], [15]. Preliminarna merenja su izvršena na većem broju mernih mesta koja se nalaze u prostoriji stana na čijem zidu se, sa spoljašnje strane, nalaze kablovske priključne kutije, radi pronalaženja zone u kojoj su nivoi magnetske indukcije najviši i u kojoj će biti sprovedena detaljnija merenja.

Preliminarnim merenjem je utvrđeno da se najviše vrednosti magnetske indukcije javljaju na mernom mestu 1 (slika 2), koje se nalazi na 20 cm od zida na kome se nalaze kablovske priključne kutije. Merno mesto 1 je udaljeno 20 cm od zida, u skladu sa zahtevom standarda [15]. Merenja su sprovedena i na mernom mestu 2 koje se nalazi na 30 cm od ovog zida, mernom mestu 3 koje se nalazi na rastojanju od 35 cm, kao i na mernom mestu 4 koje se nalazi na 160 cm od zida. U trenutku sprovođenja ispitivanja, na osnovu preliminarne rezultata merenja, bilo je poznato da će u stanu biti neophodna primena mera za smanjenje nivoa magnetske indukcije, koje će biti zasnovane na prekrivanju zida sa čije druge strane se nalaze kablovske priključne kutije, zaštitnim ekranom. Radi poređenja dobijenih rezultata pre i nakon primene mera zaštite, merenja su sprovedena i na mernim mestima 2 i 3, koja se nalaze na rastojanju od približno 20 cm od zida nakon primene mera zaštite, tj. postavljanja zaštitnih ekrana. Merno mesto 4 se nalazi približno na sredini prostorije na mestu na kome se očekuje najduže zadržavanje ljudi.



Slika 2. Položaj kablovskih priključnih kutija u odnosu na prostoriju u stanu i raspored mernih mesta

Vrednosti magnetske indukcije u stanu zavise od trenutne struje opterećenja izvora magnetskog polja ( $I$ ). Zbog toga je prilikom merenja magnetske indukcije neophodno istovremeno merenje struje opterećenja izvora, radi procene nivoa magnetske indukcije koji bi se javili pri maksimalnom opterećenju izvora. Prilikom svih merenja magnetske indukcije u stanu istovremeno su merene struje svih kablovskih priključnih kutija (slika 3).

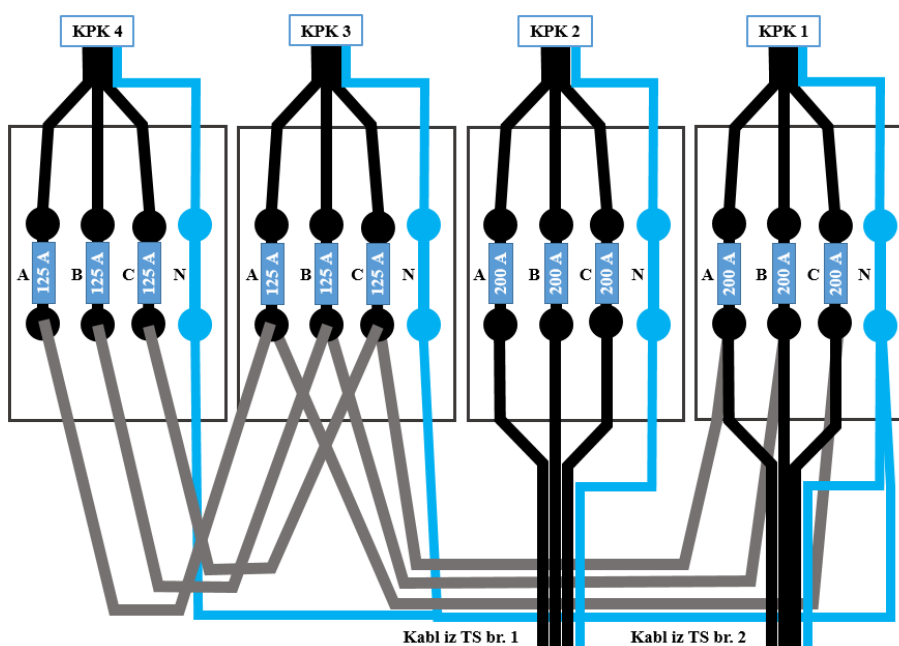


Slika 3. Merenje struje

Šematski prikaz rasporeda i načina povezivanja provodnika u kablovskim priključnim kutijama 1–4 dat je na slici 4.

Na kablovskim priključnim kutijama 1 i 2 struje su merene u sva tri fazna provodnika ( $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$ ) i u neutralnom provodniku ( $I_N$ ). Na kablovskoj priključnoj kutiji 3 merene su struje u sva tri fazna provodnika, na osnovu čega merni instrument izračunava struju u neutralnom provodniku. Na kablovskoj priključnoj kutiji 4, čije je opterećenje u vreme merenja bilo najmanje, merene su struje  $I_A$  i  $I_C$ , zbog ograničenja opreme koja je korišćena za merenje.

Kao maksimalne struje koje mogu da protiču kroz fazne provodnike usvojene su naznačene struje osigurača. Za KPK 1 i 2 one iznose 200 A, dok za KPK 3 i 4 iznose 125 A.



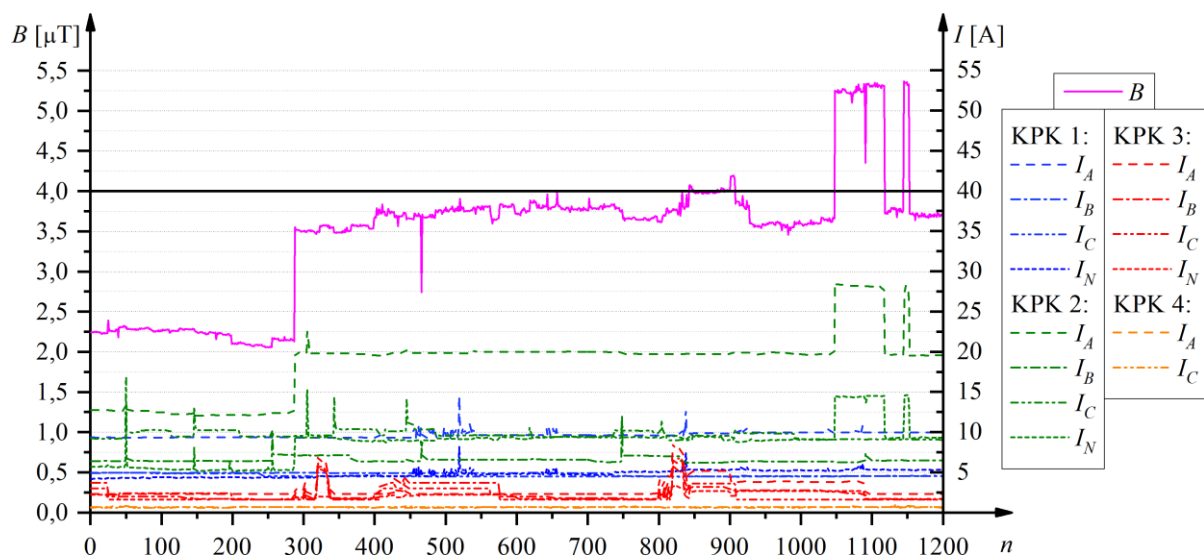
Slika 4. Raspored provodnika u kablovskim priključnim kutijama

#### 4. REZULTATI ISPITIVANJA

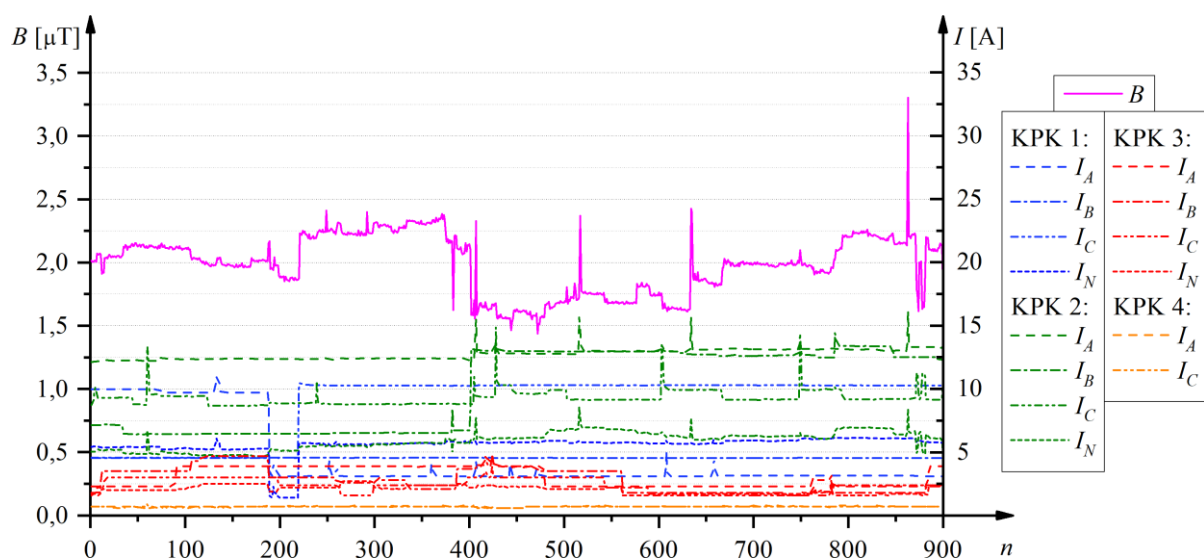
Na mernom mestu 1 magnetska indukcija je merena u trajanju od 20 minuta sa vremenskim intervalom između dva merenja od 1 sekunde, tako da je dobijeno ukupno 1200 rezultata merenja magnetske indukcije. Na mernim mestima 2, 3 i 4 magnetska indukcija je merena u trajanju od po 15 minuta sa vremenskim intervalom između dva merenja od 1 sekunde, tako da je na svakom mernom mestu dobijeno po 900 rezultata. Istovremeno je merena i struja sa istim vremenskim korakom. Rezultati merenja na mernim mestima 1–4 prikazani su na slikama 5–8. U

tabeli I je za svako merno mesto prikazan opseg u kome se nalaze izmerene vrednosti magnetske indukcije, kao i njihova srednja vrednost ( $B_{sr}$ ) tokom perioda merenja. Takođe su prikazani i opsezi u kojima se nalaze izmerene vrednosti struja.

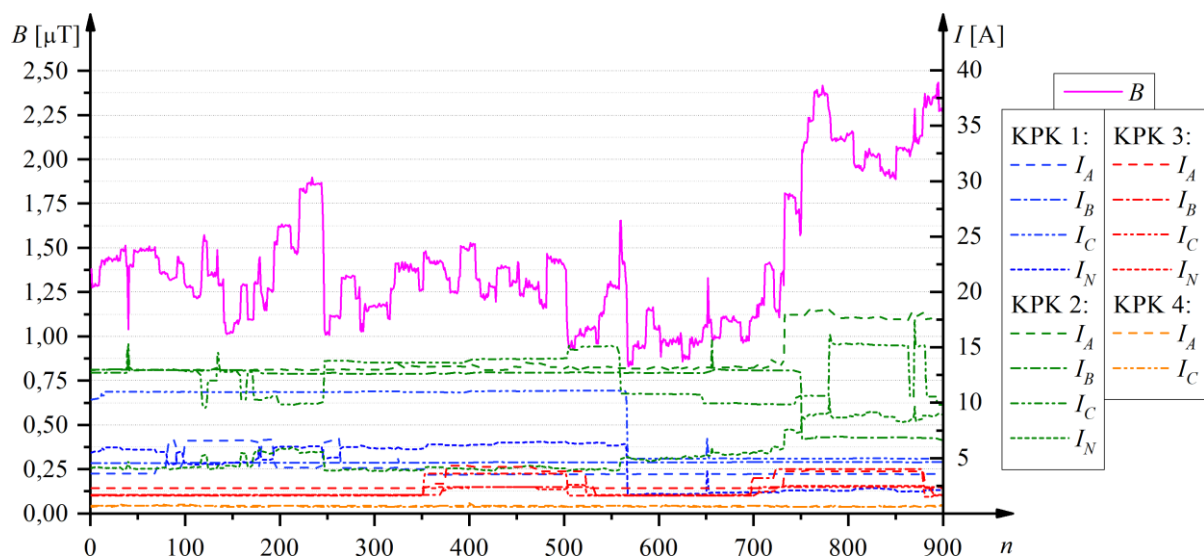
Najviše vrednosti magnetske indukcije izmerene su na mernom mestu 1. Zbog toga je na ovom mestu sprovedeno i dugotrajno merenje magnetske indukcije u trajanju od preko 8 časova (slika 9). Pošto su ispitivanja sprovedena u dužem vremenskom periodu nije bilo moguće obezbediti pristup kablovskim priključnim kutijama, tako da prilikom ovog merenja nisu merene struje.



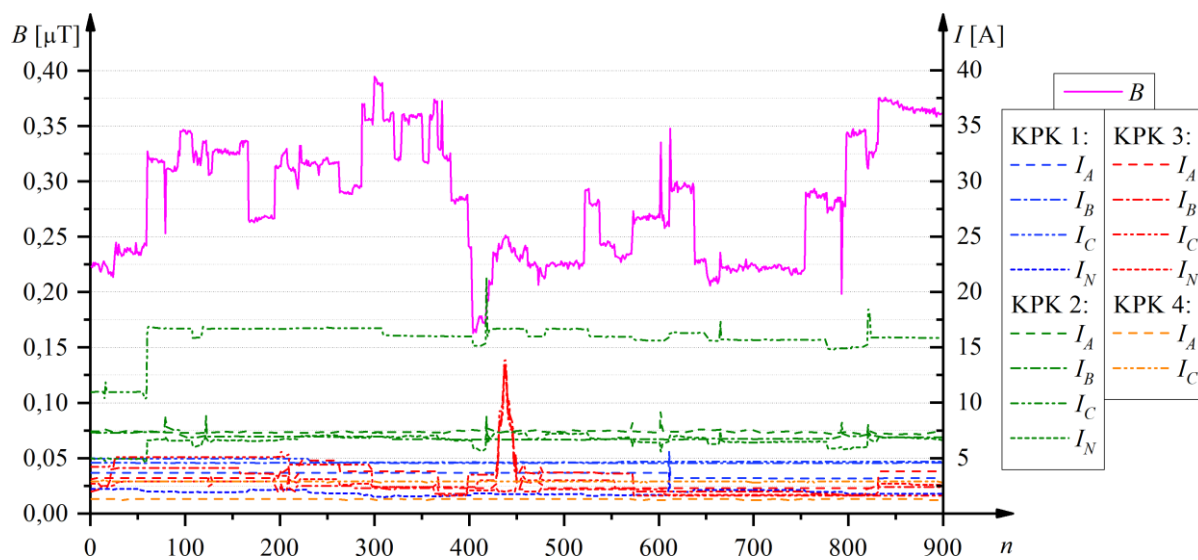
Slika 5. Rezultati merenja na mernom mestu 1



Slika 6. Rezultati merenja na mernom mestu 2



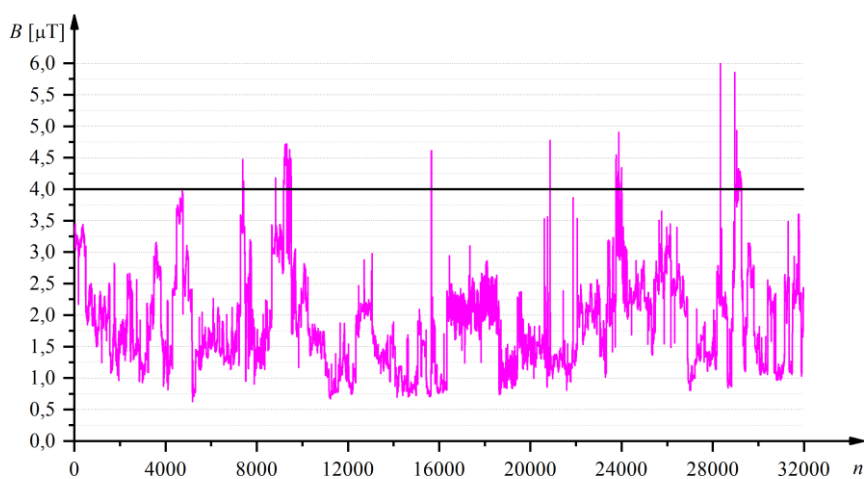
Slika 7. Rezultati merenja na mernom mestu 3



Slika 8. Rezultati merenja na mernom mestu 4

Tabela I Rezultati merenja na mernim mestima 1, 2, 3 i 4

| Merno mesto | $B$ ( $\mu\text{T}$ ) | $B_{sr}$ ( $\mu\text{T}$ ) | Struja    | KPK 1      | KPK 2       | KPK 3      | KPK 4     |
|-------------|-----------------------|----------------------------|-----------|------------|-------------|------------|-----------|
| 1           | 2,05–5,37             | 3,46                       | $I_A$ (A) | 9,32–14,51 | 12,02–28,53 | 2,30–8,70  | 0,60–1,00 |
|             |                       |                            | $I_B$ (A) | 4,47–4,96  | 6,22–11,91  | 1,60–6,80  | /         |
|             |                       |                            | $I_C$ (A) | 4,49–4,97  | 8,96–16,81  | 1,60–5,80  | 0,60–1,10 |
|             |                       |                            | $I_N$ (A) | 4,17–8,19  | 5,10–15,26  | 1,60–3,50  | /         |
| 2           | 1,44–3,30             | 1,99                       | $I_A$ (A) | 3,03–10,99 | 12,11–16,13 | 2,30–4,80  | 0,60–0,80 |
|             |                       |                            | $I_B$ (A) | 4,54–4,57  | 6,41–14,42  | 1,60–4,80  | /         |
|             |                       |                            | $I_C$ (A) | 4,55–10,45 | 8,63–14,87  | 1,60–3,90  | 0,60–0,90 |
|             |                       |                            | $I_N$ (A) | 1,40–6,15  | 4,52–8,56   | 1,60–2,70  | /         |
| 3           | 0,83–2,43             | 1,42                       | $I_A$ (A) | 3,51–6,75  | 12,92–18,41 | 2,30–4,30  | 0,60–1,00 |
|             |                       |                            | $I_B$ (A) | 4,54–4,69  | 6,59–15,78  | 1,60–4,00  | /         |
|             |                       |                            | $I_C$ (A) | 4,93–11,12 | 9,55–17,56  | 1,60–3,60  | 0,60–1,00 |
|             |                       |                            | $I_N$ (A) | 1,72–6,48  | 3,81–10,41  | 1,50–2,60  | /         |
| 4           | 0,16–0,39             | 0,28                       | $I_A$ (A) | 3,17–5,64  | 7,10–9,26   | 2,30–13,70 | 1,20–1,40 |
|             |                       |                            | $I_B$ (A) | 4,55–4,60  | 6,64–8,93   | 1,60–14,20 | /         |
|             |                       |                            | $I_C$ (A) | 4,60–4,98  | 10,35–21,36 | 1,60–13,10 | 2,80–3,00 |
|             |                       |                            | $I_N$ (A) | 1,48–3,64  | 4,59–8,75   | 1,60–3,50  | /         |



Slika 9. Rezultati dugotrajnog merenja na mernom mestu 1

Na mernom mestu 1, koje je najbliže izvoru magnetskog polja, izmerene su vrednosti magnetske indukcije koje prekoračuju  $4 \mu\text{T}$ . Vrednosti magnetske indukcije opadaju sa povećanjem rastojanja od izvora, tako da su najniže vrednosti magnetske indukcije izmerene na mernom mestu 4, koje se nalazi na najvećem rastojanju od izvora magnetskog polja. Srednje vrednosti magnetske indukcije  $B_{sr}$  na mernim mestima 1, 2, 3 i 4 iznosile su redom  $3,46 \mu\text{T}$ ,  $1,99 \mu\text{T}$ ,  $1,42 \mu\text{T}$  i  $0,28 \mu\text{T}$ .

Na mernom mestu 1, na kome su dobijene najviše vrednosti magnetske indukcije, sprovedeno je i dugotrajno merenje magnetske indukcije u trajanju od preko 8 časova, u periodu od 10.55.26 č. do 19.48.45 č. Merenje je sprovedeno sa vremenskim korakom od 1 sekunde, tako da je dobijeno ukupno 32.000 rezultata merenja magnetske indukcije. Tokom dugotrajnog merenja, izmerene vrednosti magnetske indukcije su se nalazile u opsegu od  $0,63 \mu\text{T}$  do  $6,00 \mu\text{T}$ , dok je srednja vrednost magnetske indukcije u ovom vremenskom periodu iznosila  $1,87 \mu\text{T}$ .

Prilikom oba merenja na mernom mestu 1 izmerene su vrednosti magnetske indukcije koje prekoračuju vrednost od  $4 \mu\text{T}$ . Zbog toga se kablovske priključne kutije, koje predstavljaju izvor magnetskog polja u stanu, prema definiciji iz člana 3 Pravilnika [6] kategorišu kao izvor od posebnog interesa. Prema članu 8 istog pravilnika, neophodno je da korisnik izvora obezbedi sprovođenje periodičnog ispitivanja nakon četiri godine. Takođe je značajno napomenuti da su struje opterećenja u vreme merenja bile veoma niske, tako da bi pri većem opterećenju izvora i vrednosti magnetske indukcije u stanu bile znatno više. Struje opterećenja svih provodnika su se tokom merenja magnetske indukcije na mernim mestima 1–4 kretale od  $0,60 \text{ A}$  do  $28,53 \text{ A}$ . Naznačene struje osigurača, koje su usvojene kao maksimalne struje, iznose  $200 \text{ A}$  za KPK 1 i 2, odnosno  $125 \text{ A}$  za KPK 3 i 4. Na osnovu odnosa maksimalnih struja i struja u periodu merenja zaključuje se da bi pri većim opterećenjima vrednosti magnetske indukcije u stanu bile značajne.

## 5. ZAKLJUČAK

Rezultati prikazani u radu ukazuju na činjenicu da kablovske priključne kutije mogu biti veoma značajan izvor magnetskog polja ukoliko se nalaze u neposrednoj blizini zona povećane osetljivosti. U radu je razmatran slučaj u kome se kablovske priključne kutije nalaze na zidu sa čije se druge strane nalazi stan, tj. spavaća soba. Prilikom merenja magnetske indukcije u stanu dobijene su vrednosti koje prekoračuju vrednost od  $4 \mu\text{T}$ , zbog čega je zaključeno da se u analiziranom slučaju kablovske priključne kutije kategorišu kao izvor od posebnog interesa, u skladu sa članom 3 Pravilnika [6]. Prema članu 8 pomenutog pravilnika, neophodno je sprovođenje periodičnog ispitivanja nakon četiri godine. Zaključak da kablovske priključne kutije mogu biti izvor od posebnog interesa je veoma značajan imajući u vidu činjenicu da u članu 5 Pravilnika [6] one nisu navedene kao stacionarni izvor niskofrekventnog elektromagnetskog polja. Struje opterećenja u vreme merenja su bile znatno niže od maksimalnih struja, zbog čega se zaključuje da bi pri većim

opterećenjima vrednosti magnetske indukcije u stanu bile značajne. Zbog toga su u stanu primenjene mere za smanjenje nivoa magnetske indukcije, koje su zasnovane na prekrivanju zida sa čije druge strane se nalaze kablovske priključne kutije, zaštitnim ekranom. Iako bi se veća efikasnost mera zaštite postigla oklapanjem kablovskih priključnih kutija, u konkretnom slučaju ovakav pristup nije bio dozvoljen. Cilj rada je da se ukaže na značaj kablovskih priključnih kutija kao izvora koji mogu dovesti do povišenih vrednosti magnetske indukcije. Postavljanje kablovskih priključnih kutija na zid sa čije druge strane se nalazi zona povećane osetljivosti predstavlja veoma nepovoljno rešenje, koje bi u praksi trebalo izbegavati. O tome bi naročito trebalo voditi računa prilikom projektovanja novih zgrada, radi izbegavanja nepotrebnog izlaganja ljudi magnetskom polju. Znatno povoljnije rešenje bi bilo kada bi se kablovske priključne kutije postavile tako da se povišene vrednosti magnetskog polja javljaju u pomoćnim prostorijama u kojima se stanari ne zadržavaju u dužem vremenskom periodu, kao što su podrumi, garaže, hodnici i slično. Takođe, pošto se nacionalna regulativa iz oblasti zaštite stanovništva od nejonizujućih zračenja odnosi i na postojeće, tj. zatečene izvore, potrebno je sprovesti prva ispitivanja u zonama povećane osetljivosti koje na svom zidu sa druge strane imaju postavljene kablovske priključne kutije. Kada se radi o novim objektima, potrebno je da „Elektro distribucija Srbije” pre preuzimanja nove instalacije u svoju nadležnost od investitora pribavi izveštaj o prvim ispitivanjima nejonizujućih zračenja.

## ZAHVALNICA

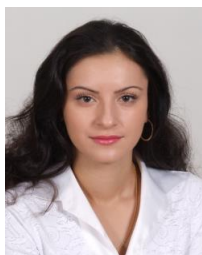
Ovaj rad je podržalo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije kroz Ugovor o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2023. godini.

## LITERATURA

- [1] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP): “ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to  $300 \text{ GHz}$ )”, Health Physics, Vol. 74, No. 4, pp. 494–522, 1998.
- [2] 1999/519/EC: “Council recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields ( $0 \text{ Hz}$  to  $300 \text{ GHz}$ )”, Official Journal of the European Communities, 30 July 1999.
- [3] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP): “ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields ( $1 \text{ Hz}$  –  $100 \text{ kHz}$ )”, Health Physics, Vol. 99, No. 6, pp. 818–836, 2010.
- [4] Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br. 36/09 od 15. 5. 2009.

- [5] Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br. 104/09 od 16. 12. 2009.
- [6] Pravilnik o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br. 104/09 od 16. 12. 2009.
- [7] Pravilnik o sadržini evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br. 104/09 od 16. 12. 2009.
- [8] Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove ispitivanja nivoa zračenja izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa u životnoj sredini, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br. 104/09 od 16. 12. 2009.
- [9] Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja, kao i način i metode sistematskog ispitivanja u životnoj sredini, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br. 104/09 od 16. 12. 2009.
- [10] Pravilnik o sadržini i izgledu obrasca izveštaja o sistematskom ispitivanju nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br. 104/09 od 16. 12. 2009.
- [11] Stam R, “Comparison of international policies on electromagnetic fields”, 2018, National Institute for Public Health and the Environment, Ministry of Health, Welfare and Sport, the Netherlands.
- [12] SRPS EN 50413:2020 „Osnovni standard za procedure merenja i proračuna izloženosti ljudi električnim, magnetskim i elektromagnetskim poljima (od 0 Hz do 300 GHz)”.
- [13] SRPS EN 61786-1:2014 „Merenje jednosmernih magnetskih, naizmjeničnih magnetskih i naizmjeničnih električnih polja u opsegu od 1 Hz do 100 kHz u pogledu izloženosti ljudi – Deo 1: Zahtevi za merne instrumente”.
- [14] IEC 61786-2:2014 “Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 2: Basic standard for measurements”.
- [15] SRPS EN 62110:2011 „Nivoi električnih i magnetskih polja koja stvaraju sistemi za napajanje naizmjeničnom strujom – Postupci merenja u pogledu opšte izloženosti” i izmena SRPS EN 62110:2011/AS:2015.

## BIOGRAFIJE



**Maja Grbić** je rođena 1985. godine u Beogradu. Završila je diplomske, master i doktorske studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, na Odseku za energetiku, Smer za elektroenergetske sisteme. Od 2010. godine zaposlena je u Elektrotehničkom institutu Nikola Tesla, u Centru za elektroenergetske

objekte. Tokom 2022. godine izabrana je u najviše zvanje stručnog savetnika i u zvanje naučnog saradnika. Tokom dosadašnjeg rada u Institutu primarno se bavila istraživanjima u oblasti elektromagnetskih polja. Učestvovala je u izradi 22 studije, 46 stručnih ocena opterećenja životne sredine za nove ili rekonstruisane izvore elektromagnetskih polja, 18 elaborata i preko 1000 izveštaja o ispitivanjima. Od 2018. godine obavlja funkciju rukovodioca Specijalizovane laboratorije za ispitivanje elektromagnetskih polja. Objavila je 67 radova, od kojih 49 kao prvi autor. Dobitnica je priznanja za najzapaženije radove predstavljenje na konferencijama CIRED Srbija 2012. i 2022. godine, kao i na konferencijama CIGRE Srbija 2019. i 2021. godine. Dobitnica je nagrade Privredne komore Beograda za najbolji master rad pod naslovom „Merenje i proračun električnih i magnetskih polja nadzemnih vodova u cilju procene izloženosti ljudi ovim poljima” i nagrade Privredne komore Srbije za najbolju doktorsku disertaciju pod naslovom „Metodologija za ocenu izloženosti ljudi električnom i magnetskom polju nadzemnih elektroenergetskih vodova zasnovana na rezultatima merenja i proračuna”.



**Dejan Hrvic** je rođen u Beogradu 1961. godine. Elektrotehnički fakultet u Beogradu - energetski odsek upisao je 1981. godine. Diplomirao je u oktobru 1986. godine. Zaposlen je u Institutu Nikola Tesla od 1987. godine. Raspoređen je na radno mesto stručnog savetnika. U Institutu je radio na razvoju mikroprocesorskih uređaja

za potrebe elektroenergetike (razvoj softvera), zatim u oblasti tehnike visokog napona (najvećim delom na istraživanjima prelaznih pojava u elektroenergetskom sistemu i na naponskim i strujnim istraživanjima u laboratoriji visokog napon), kao i na ispitivanju sistema uzemljenja i gromobranske zaštite elektroenergetskih objekata.

Rezultat rada na gore navedenim poslovima je više stotina komercijalnih izveštaja o predmetnim ispitivanjima iz delokruga Laboratorije za ispitivanje i etaloniranje. Koautor je dve monografije nacionalnog značaja i tri interna standarda. Od 2005. godine, težište rada mu je usmereno na ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja niskih i visokih frekvencija i to u oblasti zaštite životne sredine i za zaštite na radu. Na navedenim poslovima učestvuje kao rukovodilac i kao saradnik. Član je Srpskog nacionalnog komiteta CIGRE (Studijski komitet C3: Performanse sistema zaštite životne sredine i Studijski komitet C4: Tehničke performanse EES-a).



**Aleksandar Pavlović** je rođen 1967. godine u Beogradu. Diplomirao je 1994. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, na profilu za elektroenergetske sisteme. Od 1995. godine zaposlen je u Elektrotehničkom institutu Nikola Tesla u Beogradu.

Od 2014. godine obavlja poslove direktora Centra za elektroenergetske objekte. Član je Srpskog nacionalnog komiteta CIGRE (Studijski komitet C3: Performanse sistema zaštite životne sredine i Studijski komitet C4: Tehničke performanse EES-a). Tokom rada u Elektrotehničkom institutu Nikola Tesla bavio se istraživanjima u oblasti uzemljenja, gromobranskih i električnih instalacija niskog napon, elektromagnetskih polja i interferencije. Učestvovao je u izradi većeg broja studija, elaborata i izveštaja o ispitivanjima. Kao autor ili koautor publikovao je preko 60 radova od kojih se većina odnosi na oblast izloženosti ljudi elektromagnetskim poljima.

Maja Grbić<sup>1</sup>, Dejan Hrvić<sup>1</sup>, Aleksandar Pavlović<sup>1</sup>

## Analysis of Exposure of People to Magnetic Flux Density in the Apartment Due to the Influence of Low Voltage Cable Terminal Boxes

<sup>1</sup> Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Republic of Serbia \*

Category of article: Professional paper

### Highlights

- Cable terminal boxes can be a significant magnetic field source when located in close proximity to areas of increased sensitivity
- It is necessary to carry out the first non-ionizing radiation testing in the areas of increased sensitivity with cable terminal boxes on their walls
- Cable terminal boxes can be the non-ionizing radiation source of special interest

### Abstract

The paper analyzes the levels of magnetic flux density in the apartment that occur due to the influence of cable terminal boxes. The analysis is based on the results of magnetic flux density measurements in the apartment. In the considered example, the cable terminal boxes are located on the outer wall of the apartment, which leads to increased levels of magnetic flux density in the room located on the other side of the wall. It has been shown that the values of magnetic flux density in the apartment can exceed the value of  $4 \mu T$ , which is a criterion for the source to be categorized as a source of special interest, in accordance with the provisions of the current national legislation in the field of non-ionizing radiation. The aim of the paper is to show that in the aforementioned configuration the values of magnetic flux density in the apartment can be significant, in order to avoid such technical solutions in the future during the design and construction of new facilities which represent areas of increased sensitivity. The significance of performing testing in apartments and other areas of increased sensitivity with cable terminal boxes in their proximity is also emphasized.

### Keywords

Area of increased sensitivity, cable terminal box, magnetic field, magnetic flux density, non-ionizing radiation, reference level

#### Note:

This article represents an expanded, improved and additionally peer-reviewed version of the paper "Analysis of Magnetic Flux Density Levels in the Apartment due to the Influence of Low Voltage Cable Terminal Boxes", awarded by Expert Committee EC-1 network components at the 13<sup>th</sup> CIRED Serbia Conference, Kopaonik, September 12-16, 2022

Received: April 7<sup>th</sup>, 2023Reviewed: May 26<sup>th</sup>, 2023Modified: June 7<sup>th</sup>, 2023Accepted: July 3<sup>rd</sup>, 2023

\*Corresponding author: Maja Grbić, Koste Glavinića 8a Belgrade

E - mail: [maja@ieent.org](mailto:maja@ieent.org)

Phone: +381-64-825-97-55