



АНАЛИЗА НИВОА МАГНЕТСКЕ ИНДУКЦИЈЕ У СТАНУ УСЛЕД УТИЦАЈА НИСКОНАПОНСКИХ КАБЛОВСКИХ ПРИКЉУЧНИХ КУТИЈА

ANALYSIS OF MAGNETIC FLUX DENSITY LEVELS IN THE APARTMENT DUE TO THE INFLUENCE OF LOW VOLTAGE CABLE TERMINAL BOXES

Маја ГРБИЋ*, Електротехнички институт „Никола Тесла“, Република Србија
Дејан ХРВИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла“, Република Србија
Александар ПАВЛОВИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла“, Република Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

У раду су анализирани нивои магнетске индукције у стану који се јављају услед утицаја кабловских прикључних кутија. Анализа је заснована на резултатима мерења магнетске индукције у стану. У разматраном примеру кабловске прикључне кутије се налазе на спољашњем зиду стана што доводи до повишених нивоа магнетске индукције у просторији која се налази са друге стране зида. Показано је да вредности магнетске индукције у стану могу да прекораче вредност од 4 μT , што представља критеријум да извор буде категорисан као извор од посебног интереса, у складу са одредбама важеће националне регулативе из области заштите становништва од нејонизујућег зрачења. Циљ рада је да се покаже да у поменутој конфигурацији вредности магнетске индукције у стану могу бити значајне, како би се у будућности избегла примена оваквих техничких решења.

Кључне речи: Зона повећане осетљивости, кабловска прикључна кутија, магнетска индукција, нејонизујуће зрачење.

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 μT , which is a criterion for the source to be categorized as a source of special interest, in accordance with national regulations 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.

Keywords: Area of increased sensitivity, cable terminal box, magnetic flux density, non-ionizing radiation.

1. УВОД

У раду су анализирани нивои магнетске индукције који се јављају у стану услед утицаја кабловских прикључних кутија (КПК). У разматраном случају кабловске прикључне кутије се налазе на спољашњем зиду стана, због чега је потребно извршити испитивање нивоа магнетске индукције у просторији која се налази са друге стране зида. Испитивање је засновано на мерењу магнетске индукције у стану. На кабловске прикључне кутије прикључени су кабловски водови из две трансформаторске станице (ТС) напонског нивоа 10/0,4 kV, које се налазе у истој згради. Резултати мерења магнетске индукције у стану упоређени су са границама излагања становништва електромагнетском пољу, које су прописане националном регулативом из области заштите становништва од нејонизујућег зрачења. Циљ рада је да се покаже да у поменутој конфигурацији вредности магнетске индукције у стану могу бити значајне, како би се у будућности избегла оваква техничка решења, као и да се укаже на значај кабловских прикључних кутија као извора магнетског поља, како би се водило рачуна о њиховој локацији приликом пројектовања нових објеката.

* maja@iecent.org

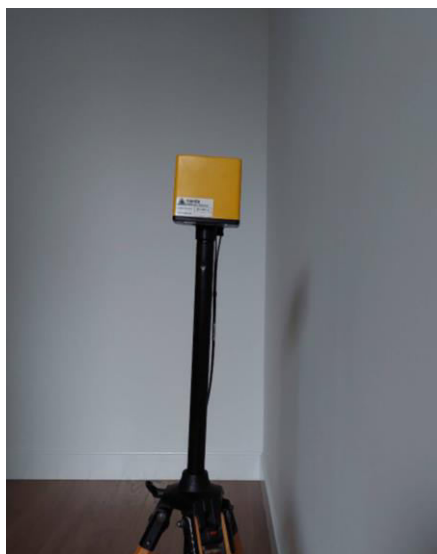
2. АНАЛИЗА НАЦИОНАЛНЕ РЕГУЛАТИВЕ У ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ СТАНОВНИШТВА ОД НЕЈОНИЗУЈУЋИХ ЗРАЧЕЊА

Заштита становништва од нејонизујућег зрачења правно је регулисана у Републици Србији током 2009. године, усвајањем Закона о заштити од нејонизујућих зрачења [1] и шест пратећих правилника [2]–[7]. Предмет уређивања Правилника [2] представља ограничење излагања становништва нејонизујућем зрачењу искључиво у тзв. „зонама повећане осетљивости”. Према [2] и [3] зоне повећане осетљивости су „подручја стамбених зона у којима се особе могу задржавати и 24 сата дневно; школе, домови, предшколске установе, породилишта, болнице, туристички објекти, те дечја игралишта; површине неизграђених парцела намењених, према урбанистичком плану, за наведене намене, у складу са препорукама Светске здравствене организације”. Правилником [2] утврђен је референтни гранични ниво излагања који за магнетску индукцију индустријске учестаности (50 Hz) у зонама повећане осетљивости износи 40 μT . Правилник [3] дефинише и појам извора нејонизујућег зрачења од посебног интереса. Према члану 3 Правилника [3] „изворима нејонизујућих зрачења од посебног интереса сматрају се извори електромагнетног зрачења који могу да буду штетни по здравље људи, а одређени су као стационарни и мобилни извори чије електромагнетно поље у зони повећане осетљивости достиже најмање 10% износа референтне, граничне вредности прописане за ту фреквенцију”. У случају магнетске индукције индустријске учестаности 10% референтне граничне вредности износи 4 μT . Према члану 7 Правилника [3] „након изградње, односно постављања објекта који садржи извор нејонизујућег зрачења, а пре издавања дозволе за почетак рада или употребне дозволе врши се прво испитивање, односно мерење нивоа електромагнетног поља у околини извора”. Према члану 8 истог правилника корисник извора за чију је употребу надлежни орган издао одобрење, обезбеђује периодична испитивања након пуштања извора у рад и то једанпут сваке четврте године за нискофреквентне изворе. Ако се у току првог или периодичног испитивања утврди ниво електромагнетног поља мањи од 10% прописаних граничних вредности, корисник неће вршити периодична испитивања, према члану 11 овог правилника.

3. ИСПИТИВАЊЕ МАГНЕТСКЕ ИНДУКЦИЈЕ

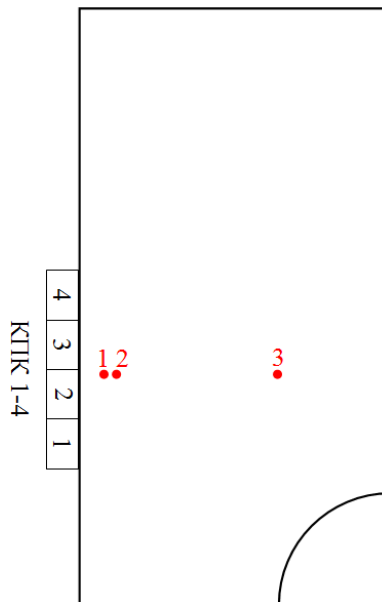
Испитивања нејонизујућих зрачења спроведена су у складу са захтевима стандарда [8]–[11]. Испитивања су спроведена путем мерења ефективних вредности магнетске индукције (B). Интензитет вектора магнетске индукције мерен је изотропски, истовременим мерењем све три просторне компоненте вектора у дискретним временским тренуцима. Истовремено са вредностима магнетске индукције мерена је и фреквенција поља, која је износила 50 Hz. Пошто је извор електромагнетског поља ниског напона и налази се са друге стране зида вредности јачине електричног поља у стану су занемарљиве због чега електрично поље није мерено.

За мерење магнетске индукције коришћен је уређај који је оптичким каблом повезан са сондом за мерење магнетске индукције, која је током мерења била постављена на сталак од изолационог материјала (слика 1). Овакав мерни систем обезбеђује истовремено мерење све три просторне компоненте вектора магнетске индукције, на основу чега инструмент израчунава и приказује резултантну вредност. Мерни систем испуњава захтеве стандарда [9].



СЛИКА 1 – Положај сонде за мерење магнетске индукције у стану (мерно место 1)

Мерење магнетске индукције је спроведено на висини од 1 m изнад пода просторије [10], [11]. Прелиминарна мерења су извршена на већем броју мерних места која се налазе у просторији стана на чијем зиду се, са спољашње стране, налазе кабловске прикључне кутије, ради проналажења зоне у којој су нивои магнетске индукције највиши и у којој ће бити спроведена детаљнија мерења. Прелиминарним мерењем је утврђено да се највише вредности магнетске индукције јављају на мерном месту 1 (слика 2), које се налази на 20 cm од зида на коме се налазе кабловске прикључне кутије. Мерења су спроведена и на мерном месту 2, које се налази на 30 cm од овог зида, као и на мерном месту 3, које се налази на 160 cm од зида.



СЛИКА 2 – Положај кабловских прикључних кутија у односу на просторију у стану и распоред мерних места

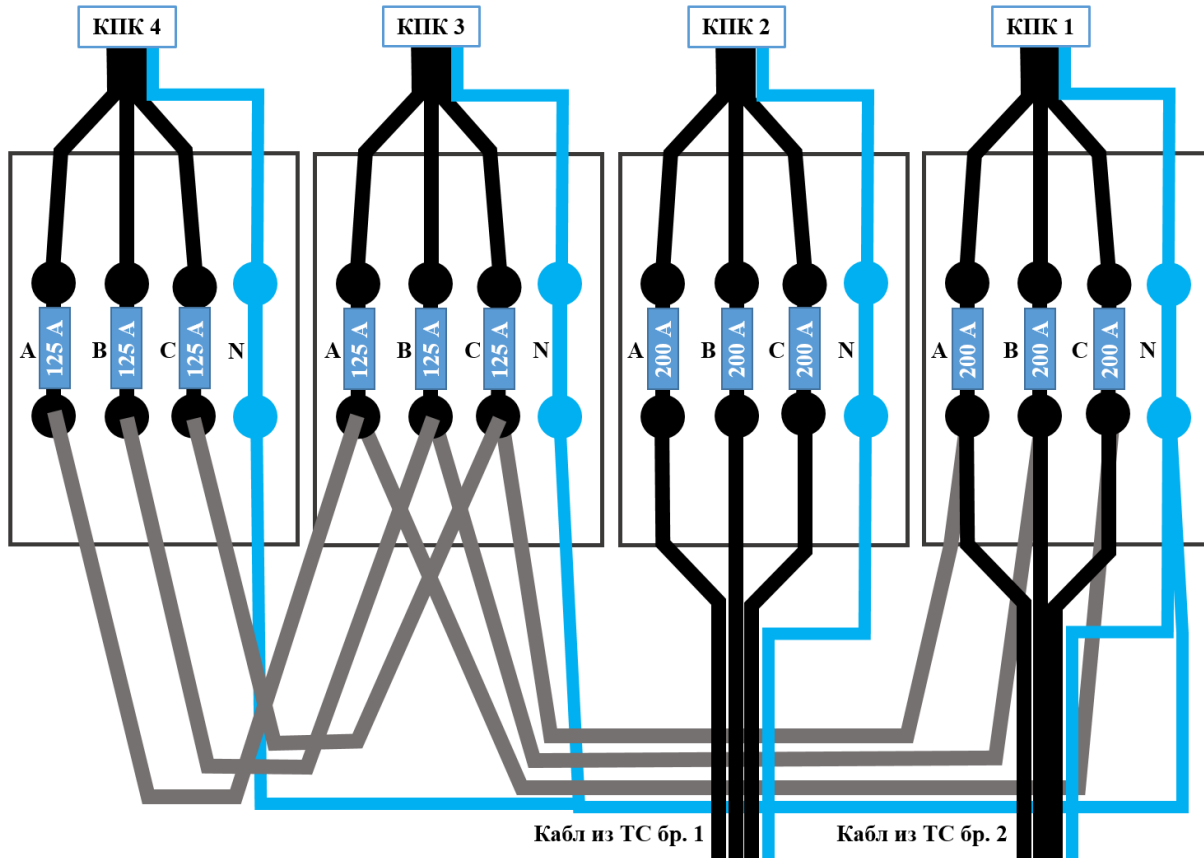
Вредности магнетске индукције у стану зависе од тренутне струје оптерећења извора магнетског поља (I). Због тога је приликом мерења магнетске индукције неопходно истовремено мерење струје оптерећења извора, ради процене нивоа магнетске индукције који би се јавили при максималном оптерећењу извора. Приликом свих мерења магнетске индукције у стану истовремено су мерене струје свих кабловских прикључних кутија (слика 3).



СЛИКА 3 – Мерење струје

На кабловским прикључним кутијама 1 и 2 струје су мерене у сва три фазна проводника (I_A , I_B , I_C) и у неутралном проводнику (I_N). На кабловској прикључној кутији 3 мерене су струје у сва три фазна проводника, на основу чега мерни инструмент израчунава струју у неутралном проводнику. На кабловској прикључној кутији 4, чије је оптерећење у време мерења било најмање, мерене су струје I_A и I_C , због ограничења опреме која је коришћена за мерење.

Распоред проводника у кабловским прикључним кутијама приказан је на слици 4.



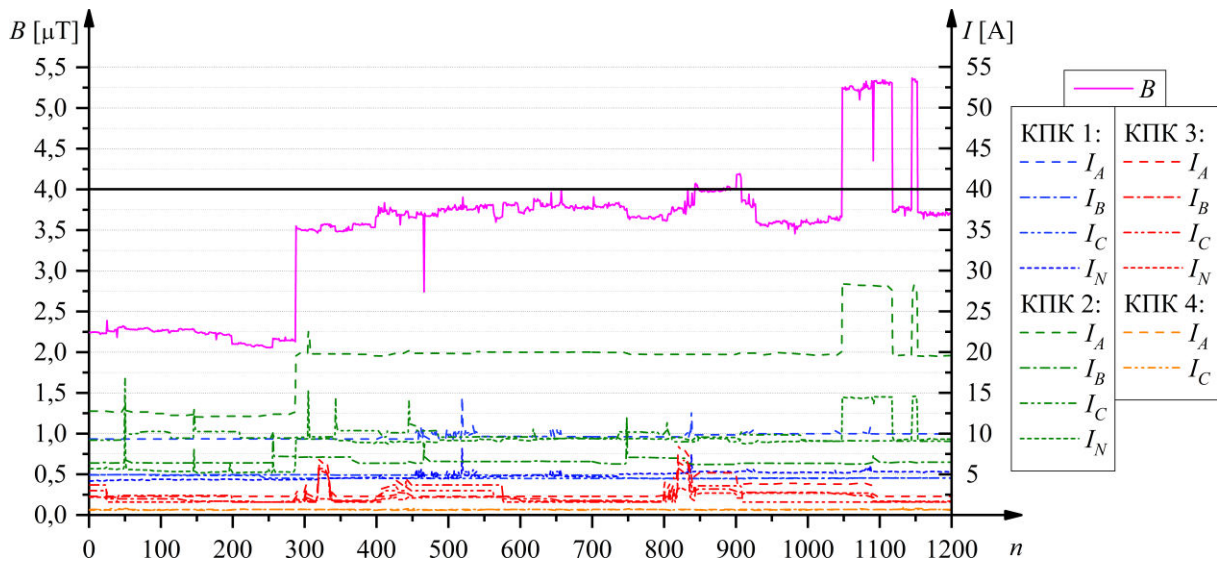
СЛИКА 4 – Распоред проводника у кабловским прикључним кутијама

Као максималне струје које могу да протичу кроз фазне проводнике усвојене су назначене струје осигурача. За KPK 1 и 2 оне износе 200 А, док за KPK 3 и 4 износе 125 А.

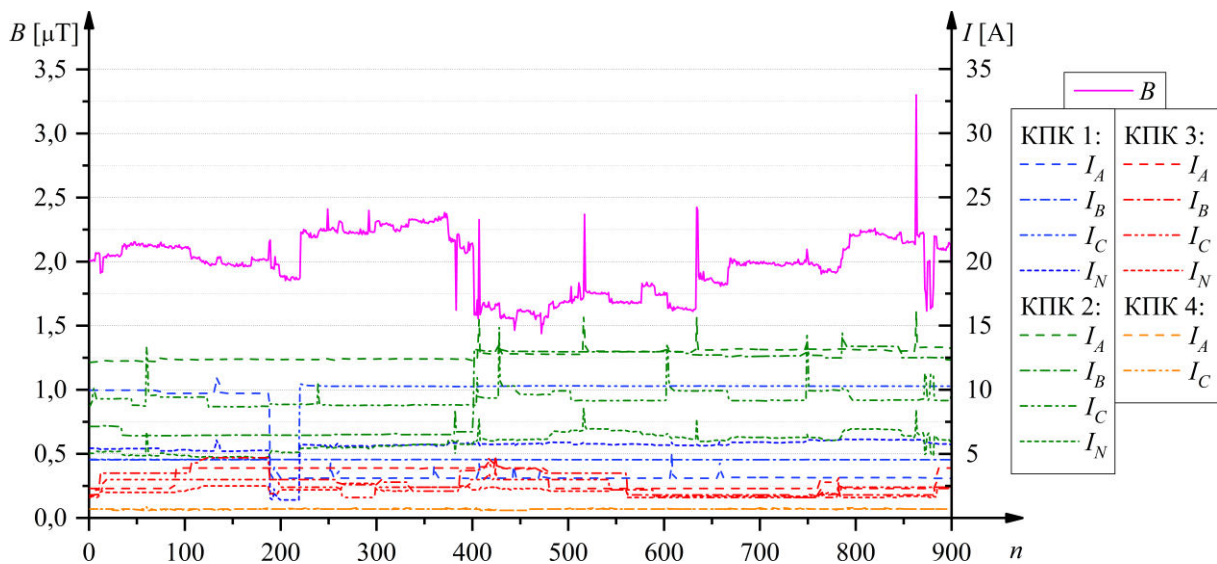
4. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА

На мерном месту 1 магнетска индукција је мерена у трајању од 20 минута са временским интервалом између два мерења од 1 секунде, тако да је добијено укупно 1200 резултата мерења магнетске индукције. На мерним местима 2 и 3 магнетска индукција је мерена у трајању од по 15 минута са временским интервалом између два мерења од 1 секунде, тако да је на сваком мерном месту добијено по 900 резултата. Истовремено је мерена и струја са истим временским кораком. Резултати мерења на мерним местима 1, 2 и 3 приказани су на сликама 5, 6 и 7. У табели 1 је за свако мерно место приказан опсег у коме се налазе измерене вредности магнетске индукције, као и њихова средња вредност (B_{sr}) током периода мерења. Такође су приказани и опсези у којима се налазе измерене вредности струја.

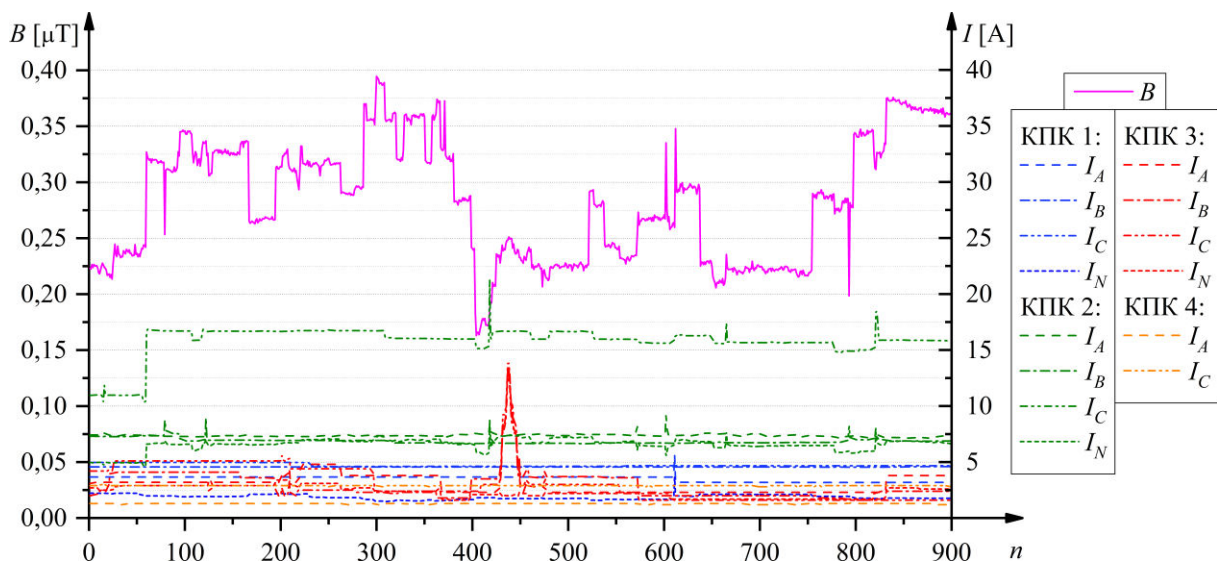
Као што је и очекивано, највише вредности магнетске индукције измерене су на мерном месту 1 које је најближе извору магнетског поља. На овом мерном месту су измерене вредности магнетске индукције које прекорачују 4 μT . Најниже вредности магнетске индукције измерене су на мерном месту 3, које се налази на највећем растојању од извора магнетског поља.



СЛИКА 5 – Резултати мерења на мерном месту 1



СЛИКА 6 – Резултати мерења на мерном месту 2

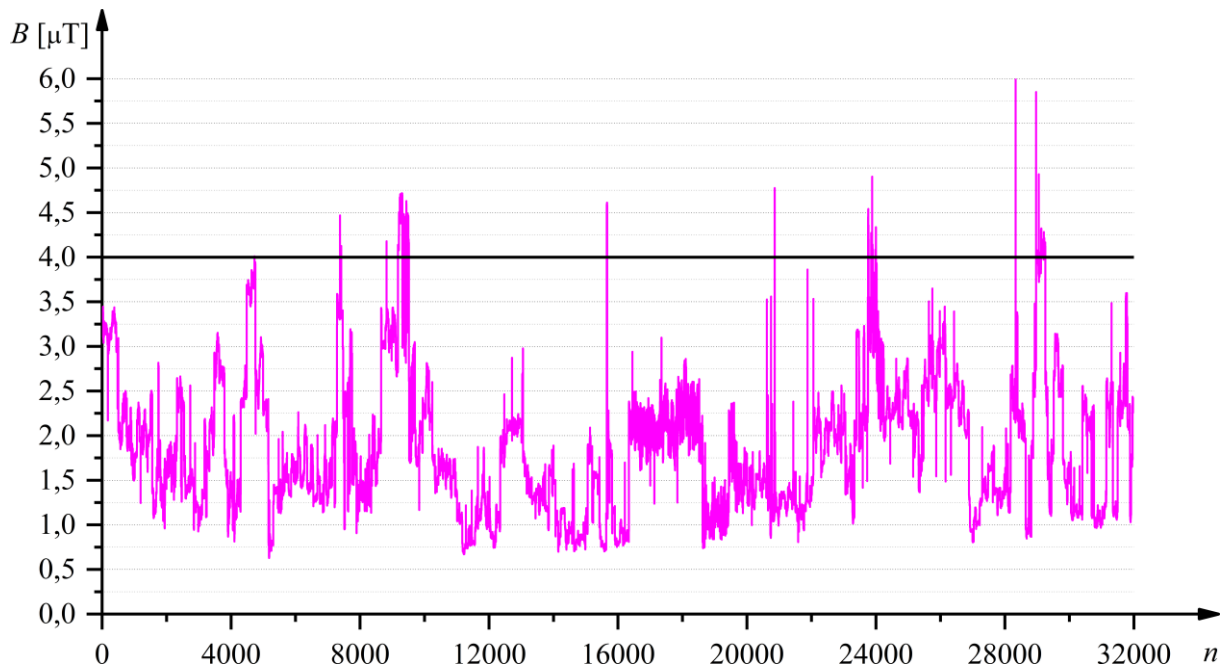


СЛИКА 7 – Резултати мерења на мерном месту 3

ТАБЕЛА 1 – Резултати мерења на мерним местима 1, 2 и 3

| Мерно место | B (μT) | B_{sr} (μT) | Струја | КПК 1 | КПК 2 | КПК 3 | КПК 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 | 0,16–0,39 | 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 | / |

На мерном месту 1, на коме су добијене највише вредности магнетске индукције, спроведено је и дуготрајно мерење магнетске индукције у трајању од преко 8 часова, у периоду од 10.55.26 ч. до 19.48.45 ч. Мерење је спроведено са временским кораком од 1 секунде, тако да је добијено укупно 32.000 резултата мерења магнетске индукције. Приликом овог мерења нису мерене струје. Током дуготрајног мерења, измерене вредности магнетске индукције су се налазиле у опсегу од 0,63 μT до 6,00 μT , док је средња вредност магнетске индукције у овом временском периоду износила 1,87 μT .



СЛИКА 8 – Резултати дуготрајног мерења на мерном месту 1

На основу приказаних резултата закључује се да су на мерном месту 1 приликом оба мерења измерене вредности магнетске индукције које прекорачују вредност од 4 μT . Због тога се кабловске прикључне кутије, које представљају извор магнетског поља у стану, према дефиницији из члана 3 Правилника [3] категоришу као извор од посебног интереса. Према члану 8 истог правилника, неопходно је да корисник извора обезбеди спровођење периодичног испитивања након четири године. Такође је значајно напоменути да су струје оптерећења у време мерења биле веома ниске, тако да би при већем оптерећењу извора и вредности магнетске индукције у стану биле знатно више. Струје оптерећења свих проводника су се током мерења магнетске индукције на мерним местима 1–3 кретале од 0,60 А до 28,53 А. Назначене струје осигурача, које су усвојене као максималне струје, износе 200 А за КПК 1 и 2, односно 125 А за КПК 3 и 4. На основу односа максималних струја и струја у периоду мерења закључује се да би при већим оптерећењима вредности магнетске индукције у стану биле значајне.

5. ЗАКЉУЧАК

Rezultati приказани у раду указују на чињеницу да кабловске прикључне кутије могу бити веома значајан извор магнетског поља уколико се налазе у непосредној близини зоне повећане осетљивости. У раду је разматран случај у коме се кабловске прикључне кутије налазе на зиду са чије се друге стране налази стан, тј. спаваћа соба. Приликом мерења магнетске индукције у стану добијене су вредности које прекорачују вредност од 4 μ T. На основу добијених резултата закључено је да се у анализираном случају кабловске прикључне кутије категоришу као извор од посебног интереса, у складу са чланом 3 Правилника [3]. Према члану 8 поменутог правилника, неопходно је спровођење периодичног испитивања након четири године. Струје оптерећења у време мерења су биле знатно ниже од максималних струја, због чега се закључује да би при већим оптерећењима вредности магнетске индукције у стану биле значајне. Из наведеног разлога у стану су примењене мере за смањење нивоа магнетске индукције, које су засноване на прекривању зида са чије друге стране се налазе кабловске прикључне кутије, заштитним екраном. Циљ рада је да се укаже на значај кабловских прикључних кутија као извора магнетског поља који могу довести до повишених вредности магнетске индукције у становима и другим просторима у чијој се близини налазе. Постављање кабловских прикључних кутија на зид са чије друге стране се налази стамбени простор или нека друга зона повећане осетљивости представља веома неповољно решење, које би у пракси требало избегавати. О томе би нарочито требало водити рачуна приликом пројектовања нових зграда, ради избегавања непотребног излагања људи магнетском пољу. Знатно повољније решење би било када би се кабловске прикључне кутије поставиле тако да се повишене вредности магнетског поља јављају у помоћним просторима у којима се станари не задржавају у дужем временском периоду, као што су подруми, гараже, ходници и слично. Такође, пошто се национална регулатива из области заштите становништва од нејонизујућих зрачења односи и на постојеће, тј. затечене изворе, потребно је спровести прва испитивања у зонама повећане осетљивости које на свом зиду са друге стране имају постављене кабловске прикључне кутије. Када се ради о новим објектима, потребно је да „Електродистрибуција Србије” пре презимања нове инсталације у своју надлежност од инвеститора прибави извештај о првим испитивањима нејонизујућих зрачења.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о заштити од нејонизујућих зрачења, „Службени гласник Републике Србије”, бр. 36/09 од 15. 5. 2009.
- [2] Правилник о границама излагања нејонизујућим зрачењима, „Службени гласник Републике Србије”, бр. 104/09 од 16. 12. 2009.
- [3] Правилник о изворима нејонизујућих зрачења од посебног интереса, врстама извора, начину и периоду њиховог испитивања, „Службени гласник Републике Србије”, бр. 104/09 од 16. 12. 2009.
- [4] Правилник о садржини евиденције о изворима нејонизујућих зрачења од посебног интереса, „Службени гласник Републике Србије”, бр. 104/09 од 16. 12. 2009.
- [5] Правилник о условима које морају да испуњавају правна лица која врше послове испитивања нивоа зрачења извора нејонизујућих зрачења од посебног интереса у животној средини, „Службени гласник Републике Србије”, бр. 104/09 од 16. 12. 2009.
- [6] Правилник о условима које морају да испуњавају правна лица која врше послове систематског испитивања нивоа нејонизујућих зрачења, као и начин и методе систематског испитивања у животној средини, „Службени гласник Републике Србије”, бр. 104/09 од 16. 12. 2009.
- [7] Правилник о садржини и изгледу обрасца извештаја о систематском испитивању нивоа нејонизујућих зрачења у животној средини, „Службени гласник Републике Србије”, бр. 104/09 од 16. 12. 2009.
- [8] SRPS EN 50413:2020 „Основни стандард за процедуре мерења и прорачуна изложености људи електричним, магнетским и електромагнетским пољима (од 0 Hz до 300 GHz)”.
- [9] SRPS EN 61786-1:2014 „Мерење једносмерних магнетских, наизменичних магнетских и наизменичних електричних поља у опсегу од 1 Hz до 100 kHz у погледу изложености људи – Део 1: Захтеви за мерне инструменте”.
- [10] 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”.
- [11] SRPS EN 62110:2011 „Нивои електричних и магнетских поља која стварају системи за напајање наизменичном струјом – Поступци мерења у погледу опште изложености” и измена SRPS EN 62110:2011/AC:2015.