Broj rada: R1-16
DOI:10.46793/CIRED2026.R1-16_255

НИВОИ ЕЛЕКТРИЧНОГ И МАГНЕТСКОГ ПОЉА У ОКОЛИНИ ТРАНСФОРМАТОРСКИХ СТАНИЦА НАПОНСКОГ НИВОА 35/X KV НА ОТВОРЕНОМ ПРОСТОРУ

ELECTRIC AND MAGNETIC FIELD LEVELS IN THE VICINITY OF 35/X KV SUBSTATIONS LOCATED OUTDOORS

Маја ГРБИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија*
Александар ПАВЛОВИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија
Дејан ХРВИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија
Драгана ТОМАШЕВИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија
Катарина МАКСИЋ, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Република Србија
Ненад РИСТОВИЋ, Електродистрибуција Србије, Република Србија
Радомир ТОДОРОВИЋ, Електродистрибуција Србије, Република Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

У раду су приказани резултати испитивања електромагнетских поља која су спроведена у животној средини у околини већег броја трансформаторских станица напонског нивоа 35/x kV које се налазе на отвореном простору. Испитивања су спроведена са циљем оцене изложености људи електромагнетским пољима и оцене усаглашености са захтевима важећих националних прописа из области заштите од електромагнетских поља. Испитивања су заснована на мерењима јачине електричног поља и магнетске индукције у зонама повећане осетљивости и на јавним подручјима. Закључено је да вредности електричног и магнетског поља у околини испитиваних трансформаторских станица не прекорачују прописане границе излагања становништва.

Кључне речи: електрично поље, магнетско поље, нејонизујуће зрачење, трансформаторска станица.

ABSTRACT

The paper presents the results of electromagnetic field testing conducted in the environment in the vicinity of a number of 35/x kV substations located outdoors. The testing was carried out to assess human exposure to electromagnetic fields and to evaluate compliance with current national regulations regarding electromagnetic field protection. The testing was based on measurements of electric field strength and magnetic flux density in increased sensitivity areas and public areas. It was concluded that the electric and magnetic field levels in the vicinity of the analyzed substations do not exceed the prescribed exposure limits for the general public.

Keywords: electric field, magnetic field, non-ionizing radiation, transformer station.

* Маја Грбић maja.grbic@ieent.org; Александар Павловић aleksandar.pavlovic@ieent.org; Дејан Хрвић dejan.hrvic@ieent.org; Драгана Томашевић dragana.tomasevic@ieent.org; Катарина Максић katarina.maksic@ieent.org; Ненад Ристовић nenad.ristovic@es.rs; Радомир Тодоровић Radomir.Todorovic@es.rs

1 УВОД

У раду је анализиран утицај електромагнетског поља (ЕМП) на становништво у животној средини, у околини трансформаторских станица (ТС) напонског нивоа 35/x kV. Анализа је заснована на резултатима мерења електричног и магнетског поља, која су спроведена у околини 112 трансформаторских станица напонског нивоа 35/x kV. Детаљно су приказани резултати испитивања у околини три трансформаторске станице, док су за преостале приказане највеће вредности електричног и магнетског поља. У раду су представљене и најзначајније одредбе регулативе из области заштите становништва од нејонизујућих зрачења [1]–[6]. У погледу националне регулативе, посебно су истакнуте измене у новим правилницима [5], [6], који су ступили на снагу током 2025. године. Сва испитивања приказана у раду спроведена су у складу са захтевима важећих стандарда [7]–[10], који дефинишу методе и поступке испитивања електромагнетских поља у животној средини. Добијени резултати су упоређени са границама излагања које су прописане важећим Правилником о границама излагања нејонизујућим зрачењима [5].

2 РЕГУЛАТИВА ИЗ ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ СТАНОВНИШТВА ОД ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКИХ ПОЉА

Област заштите становништва од нејонизујућег зрачења регулисана је током 2009. године када је донет Закон о заштити од нејонизујућег зрачења [2] и шест правилника. Правилник о границама излагања нејонизујућим зрачењима [3] из 2009. године је током 2025. године замењен новим издањем [5]. Такође, током 2025. године и Правилник о изворима нејонизујућих зрачења од посебног интереса, врстама извора, начину и периоду њиховог испитивања [4] из 2009. године замењен је новим издањем. Најзначајније измене у овим правилницима, које су значајне за тему рада, односе се на област уређивања ових правилника. У претходном издању Правилника о границама излагања нејонизујућим зрачењима из 2009. године, границе излагања су биле прописане искључиво за зоне повећане осетљивости, док се ново издање правилника односи и на јавна подручја. Референтни гранични нивои за излагање становништва у зонама повећане осетљивости (ЗПО) остали су непромењени и за електромагнетско поље индустријске учестаности (50 Hz) износе 2000 V/m за јачину електричног поља и 40 μT за магнетску индукцију. Према правилнику [5], референтни гранични нивои за излагање становништва на јавним подручјима (ЈП) износе 5000 V/m за јачину електричног поља и 100 μT за магнетску индукцију (ефективне вредности, за поље учестаности 50 Hz). Наведени референтни нивои за јавна подручја су једнаки референтним нивоима прописаним у Препоруци [1].

У новим правилницима из 2025. године дошло је до промене дефиниције зоне повећане осетљивости, тако да се зона повећане осетљивости односи искључиво на затворени простор одређених објеката. Према [5] и [6], „зона повећане осетљивости је: затворени простор стамбених зграда, породичних кућа, стамбено-пословних зграда, пословних зграда (зграде које се употребљавају у пословне сврхе, административне и управне сврхе, зграда правосудних органа и парламента), зграда за трговину, туристичко-угоститељских зграда, спортско-рекреативних зграда, школских зграда (зграда дечјих вртића, зграда јаслица, зграда основних школа, зграда средњих школа, зграда факултета и зграда за научноистраживачку делатност), зграда за смештај студената и ученика, зграда за здравствену и социјалну заштиту (болнице, клинике, поликлинике, породилишта, домови здравља, здравствене станице, установе за старије особе и хендикепирана лица), затворени простор објеката где је трансформаторска станица

уграђена у склопу стамбене зграде и објекта". Према дефиницији из правилника [5] и [6], „јавно подручје је подручје у насељеним срединама (урбана и рурална изграђена насеља) на којима није ограничен приступ становништву, а нису зоне повећане осетљивости".

3 СЦЕНАРИО ИЗЛАГАЊА ЉУДИ И ПОСТУПАК ИСПИТИВАЊА

Ради процене ризика од изложености опште популације штетном дејству електромагнетских поља, спроведена су испитивања електричног и магнетског поља ниских учестаности у околини трансформаторских станица напонских нивоа 35/10 kV и 35/20 kV, ради утврђивања локација са могућим повишеним нивоима поља.

Дворишта предметних трансформаторских станица су ограђена и приступ је дозвољен само особљу и посетиоцима са дозволом. Због тога су мерења, која потичу од енергетске опреме предметних трансформаторских станица, усмерена на ближу околину, односно на површине уз ограде трансформаторских станица које се категоришу као јавна подручја и на којима је могуће несметано присуство људи, где постоји могућност краткотрајног излагања особа електромагнетском пољу. Посебна пажња је посвећена евентуалним објектима у близини предметних трансформаторских станица који се категоришу као зоне повећане осетљивости, у којима се особе задржавају у дужем временском периоду, па постоји могућност и њиховог дуготрајног излагања електромагнетском пољу.

Мерења јачине електричног поља и магнетске индукције су спроведена непосредно уз ограде предметних трансформаторских станица, на карактеристичним местима. Мерна места су одређена прелиминарним скенирањем на основу положаја доминантних извора електромагнетског поља и положаја објеката од интереса. На мерним местима су спроведена мерења ефективних вредности јачине електричног поља и магнетске индукције на висини 1 m од нивоа тла, уз истовремено мерење фреквенције поља. Измерене вредности фреквенције поља на свим мерним местима износе 50 Hz.

Доминантни извори електромагнетског поља у околини предметних трансформаторских станица су спољашњи извори (надземни и кабловски водови напонских нивоа 35 kV, 20 kV и 10 kV који су уведени у предметне трансформаторске станице), као и енергетска опрема инсталирана у предметним трансформаторским станицама (опрема инсталирана у разводним постројењима на отвореном простору и опрема у разводним постројењима инсталирана унутар објеката, као и енергетски трансформатори (ТР) 35/10 kV и 35/20 kV, инсталирани на отвореном простору).

Пошто је магнетско поље директно сразмерно струји која протиче кроз проводнике, битно је знати и оптерећења доминантних извора електромагнетског поља у време мерења. Подаци о струјама оптерећења доминантних извора електромагнетског поља у време мерења добијени су или од надлежног диспечерског центра, или су очитани са дигиталних/аналогних уређаја на ћелијама у разводном постројењу. За сваки извор зрачења наведен је податак о струји оптерећења у периоду мерења у околини тог извора. Такође су дате и вредности максималних струја наведених извора, које су значајне за процену максималних вредности магнетске индукције, а самим тим и за процену максималне изложености становништва. Као максималне струје оптерећења енергетских трансформатора усвојене су назначене струје наведене на њиховим таблицама. Максималне струје оптерећења водова напонских нивоа 35 kV, 20 kV и 10 kV, одређене су на више начина, у зависности од расположивих података. Један начин је да су усвојене

максималне струје прекидања инсталираних прекидача (односно према димензионисању расклопне опреме), други је да су усвојене вредности подешења прекострујних заштита у ћелијама, а трећи је да су усвојене дозвољене трајне струје за дати тип фазног проводника.

4 РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА

4.1 Детаљан приказ резултата испитивања у околини три трансформаторске станице напонског нивоа 35/x kV

У овом поглављу детаљно су приказани резултати испитивања електромагнетског поља у околини трансформаторских станица 35/10 kV „Коњарник”, 35/10 kV „Крњача” и 35/20 kV „Пландиште”.

4.1.1 ТС 35/10 kV „Коњарник”

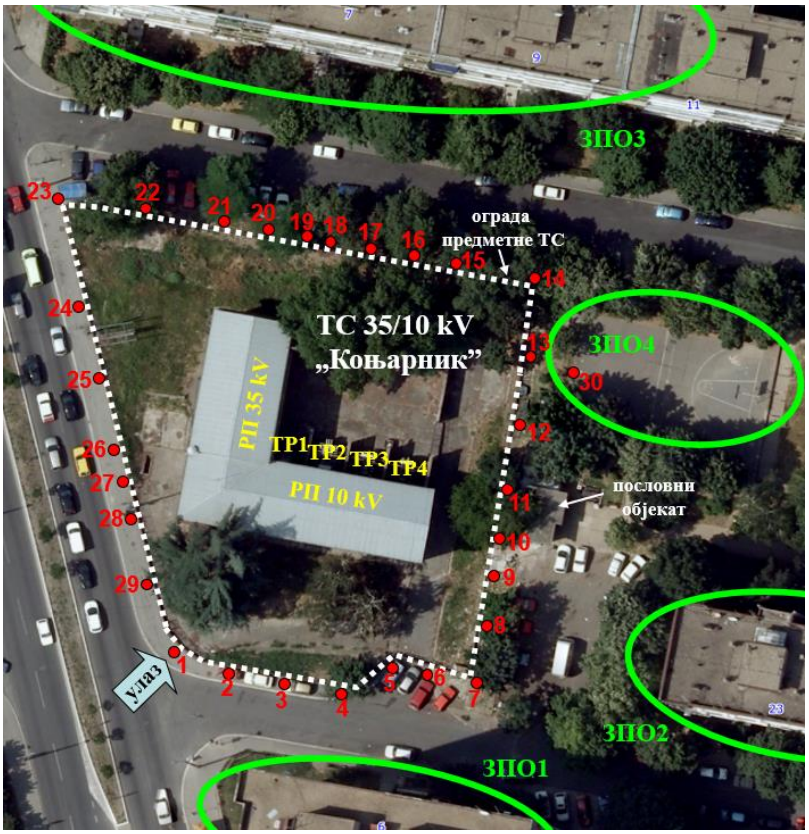
Оптерећења доминантних извора магнетског поља приликом испитивања у околини трансформаторске станице 35/10 kV „Коњарник” приказана су у Табели I.

Табела I – Оптерећења извора поља у време мерења у околини ТС 35/10 kV „Коњарник”

Извор ЕМП	Напонски ниво	Струја у време мерења [A]	Максимална струја [A]
Кабловски вод 35 kV ка ТС „Београд 4” – „Вод 1”	35 kV	101	<400
Кабловски вод 35 kV ка ТС „Београд 4” – „Вод 2”	35 kV	0	
Кабловски вод 35 kV ка ТС „Београд 4” – „Вод 3”	35 kV	89	
Кабловски вод 35 kV ка ТС „Београд 4” – „Вод 4”	35 kV	65	
Трансформатор 1 (TP1) 35/10 kV	35 kV	91,4	165
	10 kV	320	550
Трансформатор 2 (TP2) 35/10 kV	35 kV	80,6	165
	10 kV	282	550
Трансформатор 3 (TP3) 35/10 kV	35 kV	60	165
	10 kV	210	550
Трансформатор 4 (TP4) 35/10 kV	35 kV	62,9	165
	10 kV	220	550
Кабловски изводи 10 kV	10 kV	30-130	<400

Предметна трансформаторска станица се налази у стамбеном насељу. Непосредно уз ограду предметне трансформаторске станице налазе се јавне површине (тротоари, паркинзи, пешачка стаза). Са свих страна могућ је приступ становништва до саме ограде предметне трансформаторске станице, те постоји могућност краткотрајног излагања особа електромагнетском пољу. Нешто даље од ограде налазе се стамбене зграде, односно стамбене зоне које се сматрају зонама повећане осетљивости (ЗПО1, ЗПО2 и ЗПО3). У ЗПО1–ЗПО3 људи се задржавају у дужем временском периоду, па постоји могућност њиховог дуготрајног излагања електромагнетском пољу ниских учестаности. Источно од предметне трансформаторске станице је спортски терен који се такође категорише као зона повећане осетљивости (ЗПО4) према правилницима из 2009. године, који су били на снази у време мерења. Према новим правилницима из 2025. године спортски терен би био категорисан као јавно подручје. Нумерација зона повећане осетљивости је усвојена за потребе испитивања.

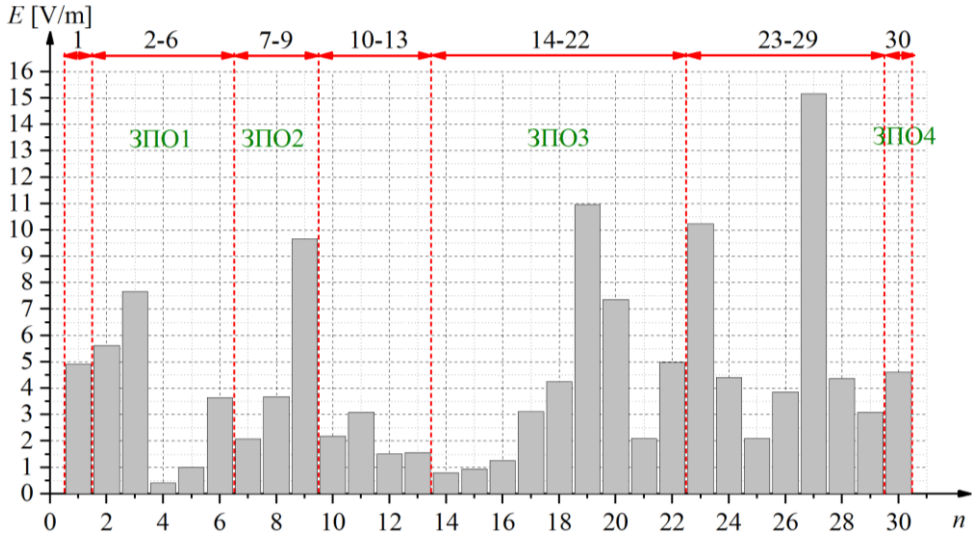
Мерење јачине електричног поља и магнетске индукције у околини трансформаторске станице 35/10 kV „Коњарник” спроведено је на мерним местима чији је распоред приказан на Слици 1. Како су вредности поља које су измерене уз ограду предметне трансформаторске станице на мерним местима оријентисаним према ЗПО1, ЗПО2 и ЗПО3 изузетно ниске и не прелазе 10% вредности референтних граничних нивоа за ЗПО, није било потребе мерити у самим зонама повећане осетљивости, јер би се у овим зонама добиле још ниже вредности, због већег растојања од трансформаторске станице.



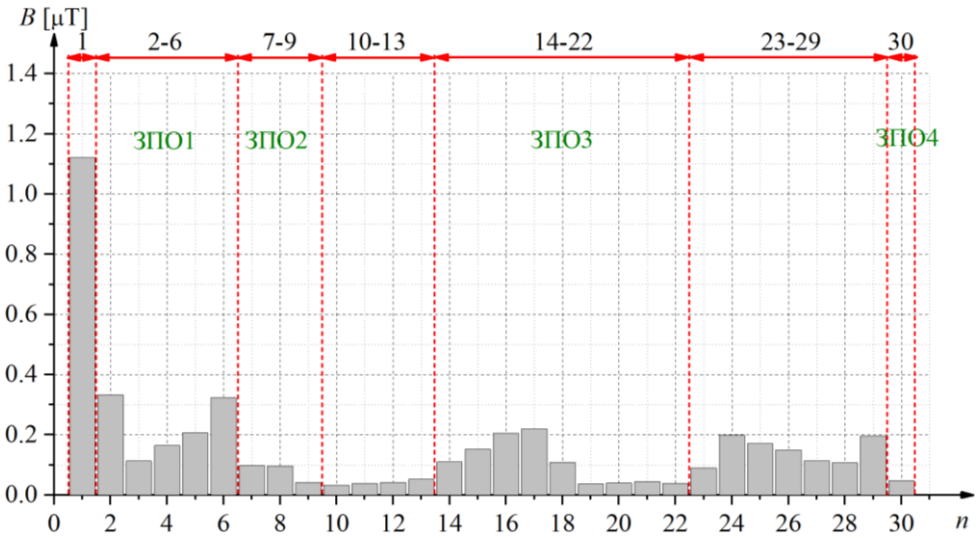
Слика 1 – Ситуација на локацији ТС 35/10 kV „Коњарник” са позицијама ЗПО1–ЗПО4 и позицијама изабраних мерних места (1–30).

Резултати мерења јачине електричног поља (E) и магнетске индукције (B) приказани су на сликама 2 и 3. На овим сликама је са n означен редни број мерног места.

Пошто су постројења у затвореном простору постоји значајна екранизација електричног поља, па су вредности јачине електричног поља веома ниске. Највећа вредност јачине електричног поља од 15,15 V/m, добијена је на мерном месту 27, које се налази уз ограду предметне трансформаторске станице, наспрам постројења напонског нивоа 35 kV, на месту које је најближе постројењу. Највећа вредност магнетске индукције од 1,12 μT, добијена је на мерном месту 1, које се налази код улаза у предметну трансформаторску станицу, на месту где пролази кабл напонског нивоа 10 kV. Уз ограду предметне трансформаторске станице, на мерним местима која се налазе наспрам трансформатора, вредности поља нису високе због значајне удаљености трансформатора од ограде трансформаторске станице.



Слика 2 – Резултати мерења јачине електричног поља у околини ТС 35/10 kV „Коњарник”



Слика 3 – Резултати мерења магнетске индукције у околини ТС 35/10 kV „Коњарник”

Збирни приказ највећих измерених вредности јачине електричног поља и магнетске индукције у близини ЗПО1–ЗПО4, на које су примењене одредбе из претходних издања правилника из 2009. године, дат је у Табели II.

Табела II – Највеће измерене вредности *E* и *B* у близини посматраних ЗПО у околини ТС 35/10 kV „Коњарник”

	ЗПО1	ЗПО2	ЗПО3	ЗПО4
E [V/m]	7,67	9,66	**10,97**	4,60
B [μT]	**0,33**	0,10	0,22	0,05

На основу приказаних резултата закључује се да су измерене вредности знатно ниже од прописаних референтних нивоа за зоне повећане осетљивости и да се могу сматрати занемарљивим.

4.1.2 TC 35/10 kV „Krnjača”

Оптерећења доминантних извора магнетског поља приликом испитивања у околини трансформаторске станице 35/10 kV „Крњача” приказана су у Табели III.

Табела III – Оптерећења извора поља у време мерења у околини ТС 35/10 kV „Крњача”

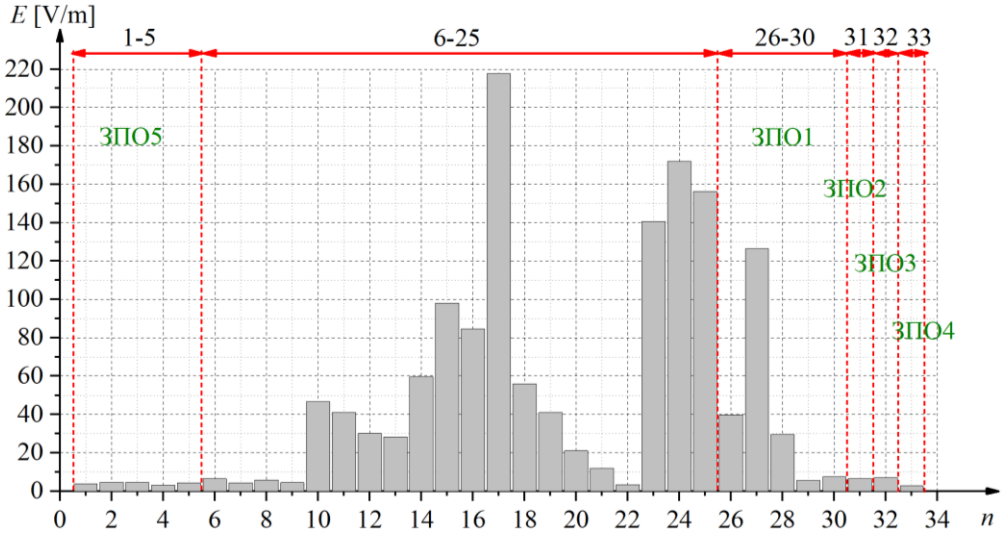
Извор ЕМП	Напонски ниво	Струја у време мерења [A]	Максимална струја [A]
Надземни вод 35 kV ка ТС 110/35 kV „Београд 7” – „Вод 1”	35 kV	61	269
Надземни вод 35 kV ка ТС 110/35 kV „Београд 7” – „Вод 2”	35 kV	62	269
Кабловски вод 35 kV ка ТС 110/35 kV „Београд 7” – „Вод 3”	35 kV	58	370
Трансформатор 1 (ТР1) 35/10 kV	35 kV	62	165
	10 kV	206,5	550
Трансформатор 2 (ТР2) 35/10 kV	35 kV	61	165
	10 kV	203,1	550
Трансформатор 3 (ТР3) 35/10 kV	35 kV	58	206,2
	10 kV	193,1	687,3
Кабловски изводи 10 kV	10 kV	23 - 48	630

Предметна трансформаторска станица се налази у стамбеном насељу и у њеној околини је идентификовано пет локација које се према важећем Правилнику [5] категоришу као зоне повећане осетљивости (ЗПО1–ЗПО5). Нумерација зона повећане осетљивости је усвојена за потребе испитивања. Мерење јачине електричног поља и магнетске индукције у околини трансформаторске станице 35/10 kV „Крњача” спроведено је на мерним местима чији је распоред приказан на Слици 4.

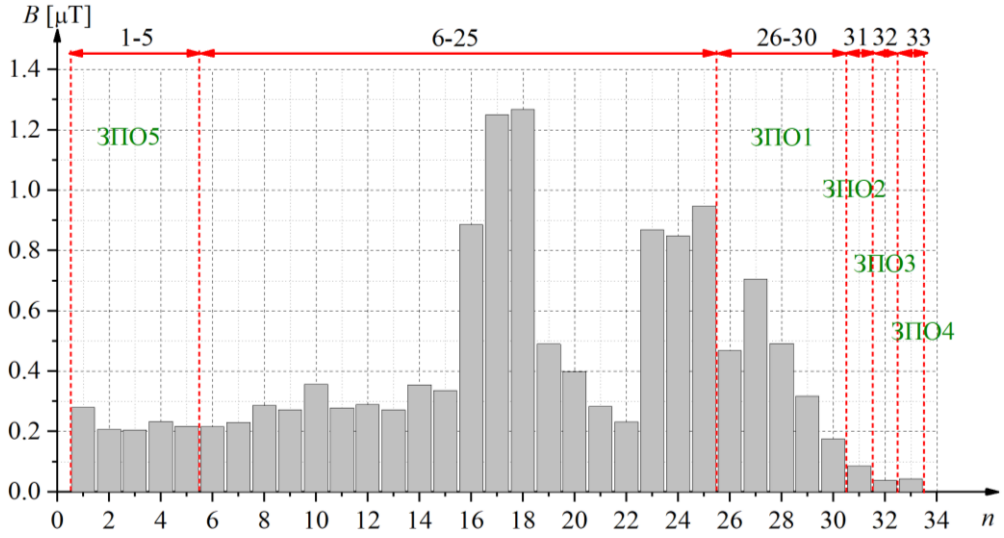


Слика 4 – Ситуација на локацији ТС 35/10 kV „Крњача” са позицијама ЗПО1–ЗПО5 и позицијама изабраних мерних места (1–33)

Резултати мерења јачине електричног поља (E) и магнетске индукције (B) приказани су на сликама 5 и 6, где је са n означен редни број мерног места.



Слика 5 – Резултати мерења јачине електричног поља у околини ТС 35/10 kV „Крњача"



Слика 6 – Резултати мерења магнетске индукције у околини ТС 35/10 kV „Крњача"

Мерење није вршено у унутрашњости објеката, што се према важећем Правилнику [5] сматра зоном повећане осетљивости, већ непосредно уз саме објекте, што је оправдано, јер како су вредности поред објеката знатно ниже од 10% вредности референтних граничних нивоа за зоне повећане осетљивости, закључује се да ће унутар објеката бити још ниже, што је посебно изражено код јачине електричног поља због ефекта екранизације коју праве зидови објекта.

Постројење напонског нивоа 10 kV налази се у затвореном простору и опрема је распоређена унутар ћелија, док је постројење напонског нивоа 35 kV на отвореном простору. Такође, у односу на ТС „Коњарник", осим кабловских, постоје и надземни водови. Највећа вредност јачине електричног поља измерена је на мерном месту 17, а највећа вредност магнетске индукције на мерном месту 18. Ова мерна се налазе у зони утицаја надземних водова напонског нивоа 35 kV и измерене вредности поља потичу

доминантно од ових водова. Линеарном екстраполацијом вредности магнетске индукције од 1,27 μT измерене на мерном месту 18, узимајући у обзир оптерећење вода у време мерења и максимално оптерећење добија се максимална вредност магнетске индукције од 5,51 μT.

Збирни приказ највећих измерених вредности јачине електричног поља и магнетске индукције у ЗПО1–ЗПО5, на које су примењене одредбе важећег Правилника [5], дат је у Табели IV. Закључује се да су измерене вредности знатно ниже од прописаних референтних нивоа за зоне повећане осетљивости. Највеће вредности електричног и магнетског поља измерене у ЗПО1 доминантно потичу од надземних водова напонског нивоа 35 kV, а не од опреме у трансформаторској станици.

Табела IV – Највеће измерене вредности *E* и *B* у посматраним ЗПО у околини ТС 35/10 kV „Крњача”

	ЗПО1	ЗПО2	ЗПО3	ЗПО4	ЗПО5
E [V/m]	**126,4**	6,60	7,10	2,80	4,70
B [μT]	**0,705**	0,086	0,038	0,043	0,280

4.1.3 ТС 35/20 kV „Пландиште”

Оптерећења доминантних извора магнетског поља приликом испитивања у околини трансформаторске станице 35/20 kV „Пландиште” приказана су у Табели V.

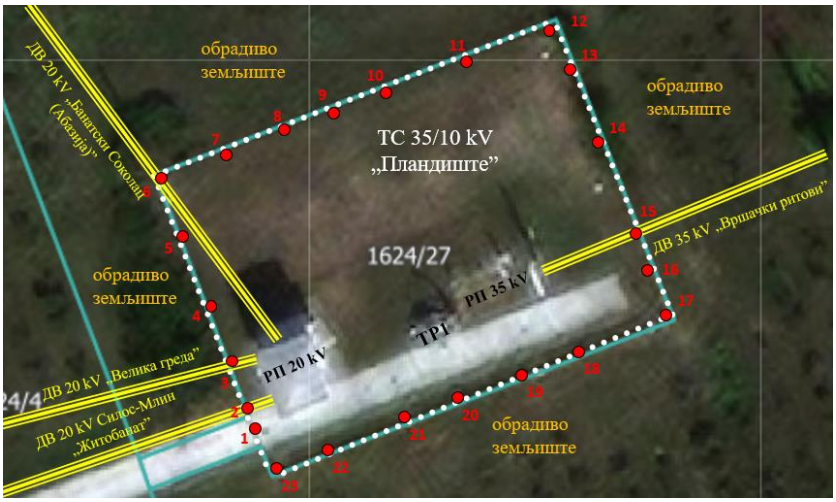
Табела V – Оптерећења извора поља у време мерења у околини ТС 35/20 kV „Пландиште”

Извор ЕМП	Напонски ниво	Струја у време мерења [A]	Максимална струја [A]
Надземни вод 35 kV „Вршачки ритови”	35 kV	19	232
Трансформатор 1 (ТР1) 35/20 kV	35 kV	19	129,5
	20 kV	32,3	220
Кабловски извод 20 kV „Пландиште”	20 kV	6	174
Надземни вод 20 kV „Житобанат”	20 kV	12	180
Надземни вод 20 kV „Велика греда”	20 kV	15	180
Надземни вод 20 kV „Банатски Соколац”	20 kV	0	186

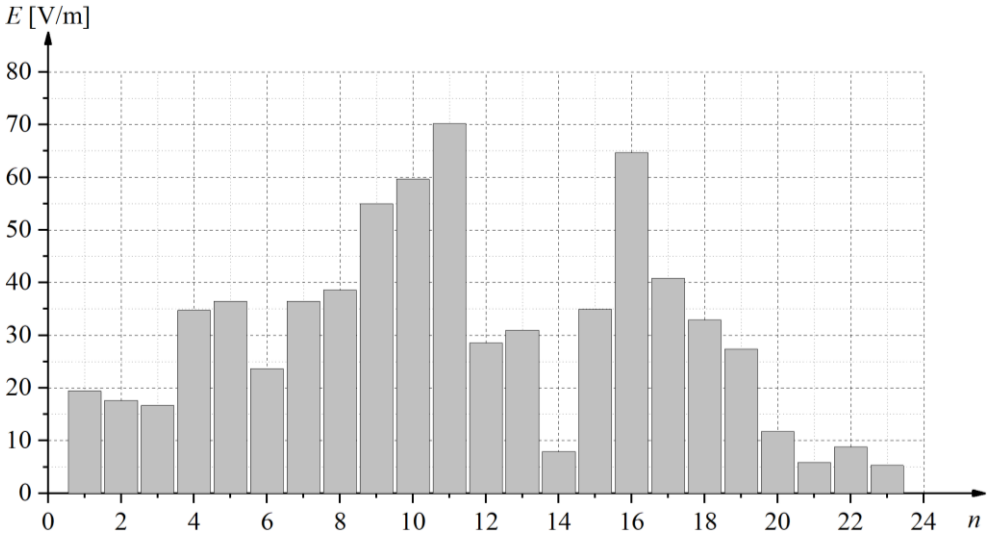
Предметна трансформаторска станица се налази у пољопривредној зони и у њеној околини нема локација које се категоришу као зоне повећане осетљивости. Зона око ограде трансформаторске станице категорише се као јавно подручје. Мерење у околини трансформаторске станице 35/20 kV „Пландиште” спроведено је на мерним местима чији је распоред приказан на Слици 7.

Резултати мерења јачине електричног поља (*E*) и магнетске индукције (*B*) приказани су на сликама 8 и 9, где је са *n* означен редни број мерног места.

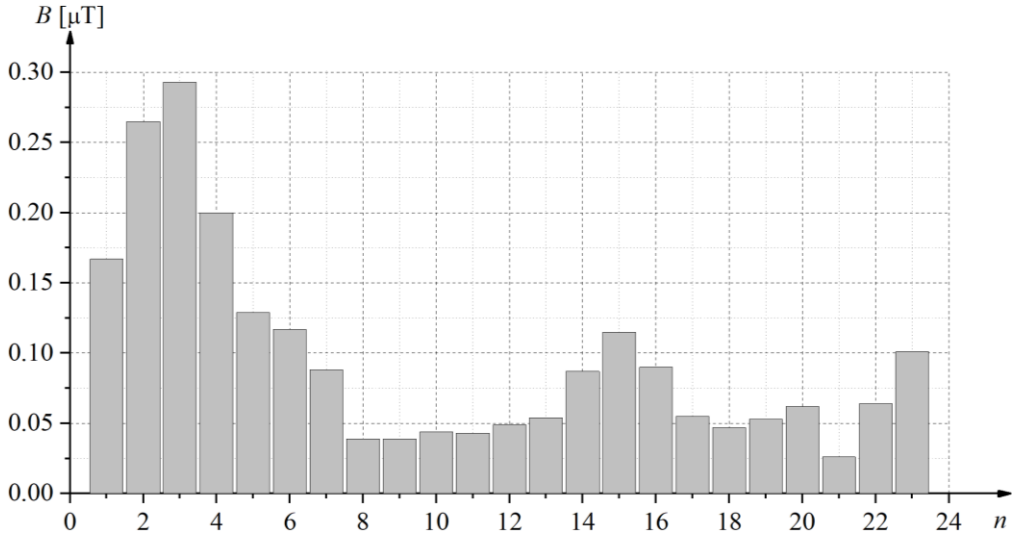
На основу приказаних резултата закључује се да су измерене вредности јачине електричног поља и магнетске индукције у околини предметне трансформаторске станице знатно ниже од прописаних референтних нивоа за јавна подручја од 5000 V/m и 100 μT. Измерене вредности су, такође, знатно ниже и од референтних нивоа прописаних за зоне повећане осетљивости.



Слика 7 – Ситуација на локацији ТС 35/20 kV „Пландиште” са приказом доминантних извора ЕМП и позицијама изабраних мерних места (1–23)



Слика 8 – Резултати мерења јачине електричног поља у околини ТС 35/20 kV „Пландиште”



Слика 9 – Резултати мерења магнетске индукције у околини ТС 35/20 kV „Пландиште”

4.2 Збирни приказ резултата испитивања у околини већег броја ТС

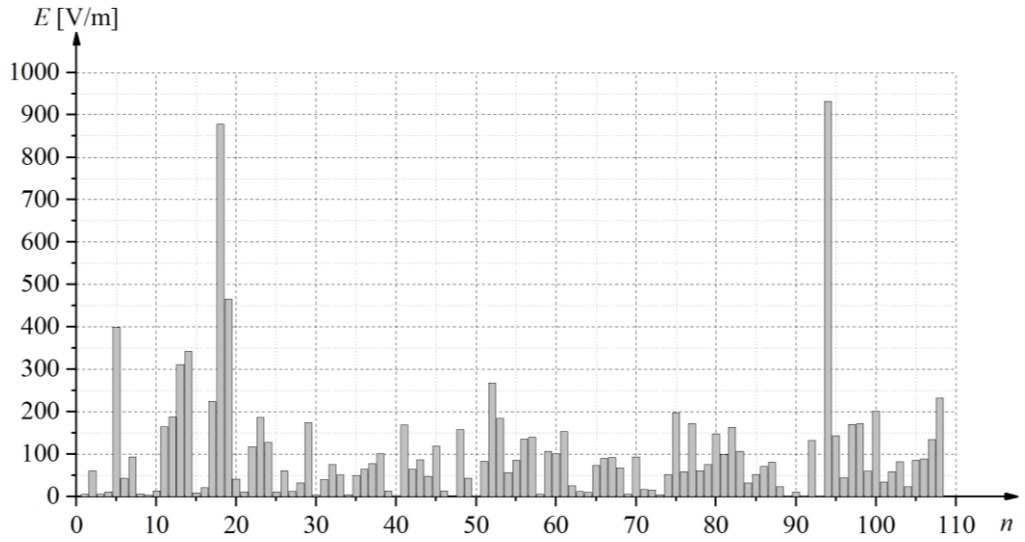
У Табели VI наведено је 109 ТС 35/x kV у чијој околини су извршена испитивања.

Табела VI – Збирни приказ највећих измерених вредности E_{max} и B_{max} у околини 109 ТС 35/x kV

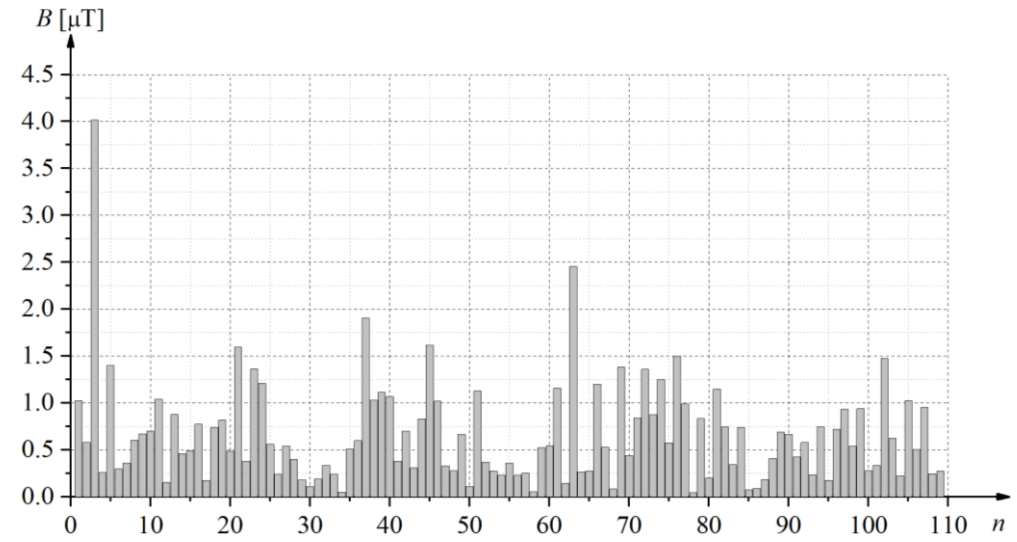
Ред. бр.	ТС	E_{max} [V/m]	B_{max} [μT]	Ред. бр.	ТС	E_{max} [V/m]	B_{max} [μT]
1.	Нови Београд 1	5,67	1,03	56.	Губеревац	135,22	0,23
2.	Нови Београд 3	60,48	0,58	57.	Мирошевце	139,34	0,25
3.	Неимар	5,90	4,02	58.	Предејане	4,90	0,05
4.	Канарево брдо	11,18	0,26	59.	Састав Река	106,34	0,52
5.	Лазаревац 2	399,10	1,40	60.	Грделица – нова	100,94	0,55
6.	Полумир	43,00	0,30	61.	Рикачево	152,94	1,16
7.	Лазаревац 1	93,31	0,36	62.	Горњи Орах	25,59	0,14
8.	Лазаревац 3	7,00	0,61	63.	Врање 2	12,10	2,45
9.	Центар	3,59	0,67	64.	Врање 3	9,67	0,26
10.	Цепак	13,00	0,70	65.	Врањска Бања	73,57	0,27
11.	Апеловац	164,26	1,04	66.	Јумко	89,97	1,20
12.	Островица	187,60	0,15	67.	Хан 1	92,06	0,53
13.	Дубрава	311,35	0,88	68.	Власе	67,78	0,08
14.	Појате	341,97	0,46	69.	Момин камен	5,58	1,38
15.	Ратко Павловић	8,65	0,49	70.	Грљан	93,71	0,44
16.	Рашка 2	21,00	0,77	71.	Зајечар 2	16,08	0,84
17.	Јарменовци	224,00	0,17	72.	Зајечар 3	16,04	1,36
18.	Јасен	878,00	0,74	73.	Бор 1	4,12	0,87
19.	Лаћевци	466,00	0,82	74.	Заграђе	51,48	1,25
20.	Баљевац	41,00	0,49	75.	Кривељ	197,56	0,58
21.	Центар	10,80	1,59	76.	Јеленац Жагубица	58,77	1,50
22.	Кошутњак	118,00	0,38	77.	Минићево	171,71	0,99
23.	Чачак 4 Коњевићи	186,20	1,36	78.	Кална	60,97	0,04
24.	Заблаће	127,40	1,21	79.	Сврљиг	75,60	0,83
25.	Шабац 3	10,82	0,56	80.	Брусник	147,82	0,20
26.	КГ 012 – Гружа	60,40	0,24	81.	Неготин 1	98,85	1,15
27.	КГ 04 – 21. октобар	11,40	0,54	82.	Неготин 3	163,60	0,74
28.	КГ 013 – Собовица	32,00	0,40	83.	Мосна	105,92	0,34
29.	Костолац II	174,36	0,18	84.	Злот	32,56	0,74
30.	Велико Градиште II	2,78	0,11	85.	Дебели Луг	51,56	0,08
31.	Раброво	39,85	0,19	86.	Звонце	70,82	0,09
32.	Кучево	75.60	0,33	87.	Прокупље 2	81,31	0,18
33.	Велика Плана II	51,06	0,24	88.	Фелдспат	22,57	0,41
34.	Велика Плана III	4,36	0,05	89.	Подбара	1,61	0,69
35.	Лозовик	49,63	0,51	90.	Индустријска	10,48	0,67
36.	Велики Шиљеговац	63,99	0,60	91.	Телеп	2,37	0,43
37.	Црвени Крст	77,57	1,91	92.	Лунгалов	131,42	0,58
38.	Станко Пауновић	101,34	1,03	93.	Пристаниште	1,55	0,24
39.	Центар I	13,32	1,12	94.	Старчево	931,71	0,75
40.	Ћеле Кула	2,15	1,07	95.	Самош	143,39	0,17
41.	Мрамор	168,84	0,38	96.	Јерменовци	43,91	0,72
42.	Топоница	63,63	0,70	97.	Ражањ	169,30	0,93
43.	Доњи Душник	86,91	0,31	98.	Велика Жупа	171,60	0,54
44.	Стеван Синђелић	47,13	0,83	99.	Бор 3	59,67	0,94
45.	ЕИ	118,10	1,62	100.	Алексиначки Катун	201,10	0,28
46.	Хладњача	12,84	1,02	101.	Метеризе	33,87	0,34
47.	Медијана	1,15	0,33	102.	Сталаћ	59,11	1,48
48.	Гаџи Хан	157,67	0,28	103.	Витановац	81,86	0,63
49.	Ђуро Салај	43,28	0,67	104.	Фабрика Вагона	23,27	0,22
50.	12. фебруар	2,37	0,11	105.	Велика Дренова	84,91	1,03
51.	Клисура	83,47	1,13	106.	Стопања	88,51	0,51
52.	Алексиначке Рупе	267,95	0,37	107.	Брус	133,98	0,96
53.	Алексиначка Јама Морава	184,14	0,28	108.	Медвеђа	232,25	0,25
54.	Лебане 1	56,29	0,23	109.	Хиподром	1,17	0,27
55.	Брестовац	85,93	0,36				

У Табели VI су за сваку трансформаторску станицу дате највеће измерене вредности јачине електричног поља (E_{max}) и магнетске индукције (B_{max}).

Највеће вредности јачине електричног поља и магнетске индукције добијене мерењима у околини 109 трансформаторских станица, приказане су и на сликама 10 и 11. На овим сликама *n* означава редне бројеве трансформаторских станица који одговарају редним бројевима из Табеле VI.



Слика 10 – Највеће вредности јачине електричног поља измерене у околини 109 ТС 35/x kV



Слика 11 – Највеће вредности магнетске индукције измерене у околини 109 ТС 35/x kV

На основу приказаних резултата закључује се да измерене вредности не прекорачују прописане референтне нивое за зоне повећане осетљивости. Највеће вредности јачине електричног поља и магнетске индукције се јављају на местима увођења водова у трансформаторске станице, као и на местима око ограде која се налазе наспрам разводних постројења, нарочито на локацијама где се опрема налази у непосредној близини ограде трансформаторске станице. Што је веће оптерећење надземних и кабловских водова, веће су и вредности магнетске индукције на местима увођења у трансформаторске станице.

Највећа вредност јачине електричног поља од 931,71 V/m, која је измерена у околини ТС „Старчево", доминатно потиче од надземног вода напонског нивоа 110 kV који пролази непосредно поред трансформаторске станице. Највећа вредност магнетске индукције од 4,02 μT, која је измерена у околини ТС „Неимар", доминатно потиче од трансформаторске станице напонског нивоа 10/0,4 kV, која се налази у оквиру ограђеног простора предметне ТС у непосредној близини ограде.

5 ЗАКЉУЧАК

На основу резултата испитивања закључује се да у зонама повећане осетљивости и на јавним подручјима у околини анализираних трансформаторских станица напонског нивоа 35/x kV вредности електричног и магнетског поља не прекорачују прописане вредности референтних граничних нивоа. Такође се закључује да референтни гранични нивои не могу бити прекорачени ни при раду доминантних извора електромагнетског поља са својим максималним оптерећењима. Највеће вредности електричног и магнетског поља јављају се на местима увођења водова у трансформаторске станице, као и на местима где се опрема инсталирана у постројењима налази у непосредној близини ограде трансформаторске станице.

ЛИТЕРАТУРА

[1] 1999/519/EC: "Council recommendation of 12 july 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)", Official Journal of the European Communities, 30 July 1999.
[2] Закон о заштити од нејонизујућих зрачења, „Службени гласник Републике Србије", бр. 36/09 од 15. 5. 2009.
[3] Правилник о границама излагања нејонизујућим зрачењима, „Службени гласник Републике Србије", бр. 104 од 16. 12. 2009.
[4] Правилник о изворима нејонизујућих зрачења од посебног интереса, врстама извора, начину и периоду њиховог испитивања, „Службени гласник Републике Србије", бр. 104 од 16. 12. 2009.
[5] Правилник о границама излагања нејонизујућим зрачењима, „Службени гласник Републике Србије", бр. 16 од 26. 2. 2025.
[6] Правилник о изворима нејонизујућих зрачења од посебног интереса, врстама извора, начину и периоду њиховог испитивања, „Службени гласник Републике Србије", бр. 16 од 26. 2. 2025.
[7] SRPS EN 50413: „Основни стандард за процедуре мерења и прорачуна изложености људи електричним, магнетским и електромагнетским пољима (од 0 Hz до 300 GHz)", 2020.
[8] SRPS EN 62110: „Нивои електричних и магнетских поља која стварају системи за напајање наизменичном струјом – Поступци мерења у погледу опште изложености", 2011.
[9] SRPS EN 61786-1: „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", 2014.
[10] IEC 61786-2: "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", 2014.