

## ПРИМЕНА ПРОПИСА И ИСКУСТВА „ЕЛЕКТРОДИСТРИБУЦИЈЕ БЕОГРАД” НА ЗАШТИТИ ЗАПОСЛЕНИХ И СТАНОВНИШТВА ОД УТИЦАЈА НЕЈОНИЗУЈУЋИХ ЗРАЧЕЊА

Милица Таушановић, ПД „Електродистрибуција Београд” д.о.о.<sup>1</sup>, Београд, Република Србија  
Владимир Шилкут, ЈП „Електропривреда Србије”<sup>2</sup>, Београд, Република Србија  
Маја Грбић, Електротехнички институт „Никола Тесла”<sup>3</sup>, Београд, Република Србија  
Александар Павловић, Електротехнички институт „Никола Тесла”<sup>4</sup>, Београд, Република Србија

### 1 УВОД

Рад даје преглед и суштину домаћег законодавства у домену нејонизујућег зрачења, с освртом на његове импликације на обавезе привредних друштава за дистрибуцију електричне енергије у овој области. Предочене су и примерима илустроване активности које „Електродистрибуција Београд” (у даљем тексту ЕДБ) преузима на утврђивању степена утицаја својих објеката на животну средину и здравље људи, као и на безбедност и здравље својих запослених. Рад указује на потребу критичког преиспитивања граница излагања које је утврдила домаћа регулатива. Са друге стране – и док се таква ревизија прописа евентуално не спроведе – ЕДБ планира и спроводи даља истраживања, у сарадњи са Електротехничким институтом „Никола Тесла”.

### 2 АНАЛИЗА МЕЂУНАРОДНЕ И НАЦИОНАЛНЕ ЗАКОНСКЕ РЕГУЛАТИВЕ

#### 2.1 Прописи из области заштите становништва од нејонизујућих зрачења

Европски парламент је 5. маја 1994. године усвојио Резолуцију [1] о борби против штетних ефеката нејонизујућих зрачења и наложио Европској комисији да предложи мере којима би се обезбедила заштита становништва од нејонизујућих зрачења. На основу предлога Комисије, Европски савет је 1999. године усвојио Препоруку 1999/519/ЕС, [2], која представља оквир за уједначенију заштиту становништва од нејонизујућих зрачења, којег би требало да се придржавају све земље Европске уније (ЕУ) приликом усвајања локалних прописа. Препорука је заснована на најновијим научним сазнањима и утврђује систем ограничења излагања нејонизујућим зрачењима у виду базичних ограничења и из њих изведених референтних нивоа. Препоручена ограничења су преузета, без измена, из Препоруке Међународне комисије за заштиту од нејонизујућих зрачења *ICNIRP:1998*, [3]. Имајући у виду да је заштита сопственог становништва одговорност сваке појединачне државе, остављена је могућност да

<sup>1</sup> Проте Матеје 10–16, 011/3655-078, 064/8974-776, [mtausan@edb.rs](mailto:mtausan@edb.rs)

<sup>2</sup> Војводе Степе 412, Београд, 011/395-23-63, 064/8974-672, [vladimir.siljkut@eps.rs](mailto:vladimir.siljkut@eps.rs)

<sup>3</sup> Косте Главинића 8а, 011/3952-016, 064-82-59-755, [maja.grbic@ieent.org](mailto:maja.grbic@ieent.org)

<sup>4</sup> Косте Главинића 8а, 011/3952-016, [aleksandar.pavlovic@ieent.org](mailto:aleksandar.pavlovic@ieent.org)

локални прописи дефинишу ниже вредности ограничења излагања и тиме поопштре захтеве у случајевима када се оправдано процењује да је потребно додатно смањити ризик од нејонизујућих зрачења.

Стање имплементације Препоруке [2] описује Извештај Европске комисије о њеној примени, [4], који је објављен 1.9.2008. Извештај представља последњи званични пресек стања заштите животне средине од утицаја електромагнетских поља за период од 2002. до 2007. године. Један од закључака Извештаја је и да су земље чланице ЕУ на различите начине прописале ограничења. Један број земаља је као ограничења излагања усвојио базична ограничења, док су остале директно примениле референтне нивое. При томе, усвојене вредности се међусобно разликују, без обзира на врсту примењеног ограничења.

У међувремену, Међународна комисија за заштиту од нејонизујућих зрачења усвојила је нову препоруку, *ICNIRP:2010*, [5], која се односи искључиво на опсег изузетно ниских учестаности у које спада и индустријска учестаност од 50 Hz. У поменутој препоруци референтни ниво за излагање електричном пољу је остао непромењен, док је референтни ниво за магнетску индукцију повишен са 100  $\mu\text{T}$  на 200  $\mu\text{T}$ . Ове измене нису изазвале никакво правно дејство, јер нису имплементирани ни у домаћој ни у одговарајућој регулативи ЕУ.

Десет година након усвајања Препоруке [2], Република Србија је правно регулисала област заштите од нејонизујућих зрачења, усвајањем Закона о заштити од нејонизујућих зрачења, [6], и шест пратећих правилника, од којих су најважнији, [7] и [8], усвојени крајем 2009. године. Читав овај скуп прописа треба да обезбеди висок степен заштите становништва у складу са Препоруком [2]. Тај основни циљ заштите становништва од нејонизујућих зрачења у домену ниских учестаности није испуњен, [9], због значајних недостатака правилника [7] и [8], без којих није могућа примена Закона у пракси.

Правилник о границама излагања нејонизујућим зрачењима, [7], утврђује базична ограничења и референтне граничне нивое излагања становништва временски променљивом магнетском и електричном пољу. Базична ограничења за излагање људи временски променљивом магнетском и електричном пољу заснована су директно на здравственим и биолошким ефектима. Референтни гранични нивои су успостављени са сврхом упоређивања са вредностима величина које се могу мерити. Разлика између ове две врсте ограничења је подробније објашњена у [3] и [5].

Испуњеност услова да су измерене вредности мање од референтног граничног нивоа гарантује да су задовољена базична ограничења. Међутим, у случају када измерене вредности прекорачују референтни гранични ниво, то не значи да су аутоматски прекорачена и базична ограничења, већ је неопходно додатном провером утврдити да ли постоји могућност да базична ограничења буду прекорачена. При поређењу са референтним граничним нивоима потребно је проценом уважити највећа могућа оптерећења извора нејонизујућих зрачења и све остале променљиве карактеристике извора које могу битно утицати на ниво нејонизујућих зрачења.

Референтни гранични нивои за излагање становништва временски променљивом пољу учестаности 50 Hz дати су у табели 1, упоредо са вредностима из Препоруке [2].

Табела 1 – Ограничења излагања према домаћој регулативи и Препоруци [2]

Врста ограничења	Физичка величина	Правилник [7]	Препорука 1999/519/EC, [2]
Базично ограничење	Густина струје, J	2 mA/m <sup>2</sup>	2 mA/m <sup>2</sup>
Референтни нивои	Јачина електричног поља, E	2 kV/m	5 kV/m
	Магнетска индукција, B	40 $\mu\text{T}$	100 $\mu\text{T}$

Препорука *ICNIRP:1998*, [3], и Правилник о границама излагања нејонизујућим зрачењима, [7], утврђују базична ограничења која су једнака базичним ограничењима из Препоруке 1999/519/EC, [2], али су у Правилнику [7] вредности референтних нивоа 2,5 пута ниже (рестриктивније). Имајући у виду да референтни нивои препоручени од стране релевантних иностраних институција већ садрже урачунате безбедносне факторе од 50 пута, поставља се питање оправданости додатне примене безбедносних фактора од 2,5 пута без јасно утврђене потребе. Референтни нивои су рачунски изведени и на тај начин чврсто спрегнути са базичним ограничењима. Референтни нивои препоручени у 1999/519/EC, [2], гарантују да не постоји никаква могућност премашења базичних ограничења, докле год су измерени нивои јачине електричног поља и магнетске индукције мањи од референтних.

Са друге стране, посебна пажња се мора обратити на зоне повећане осетљивости, у које спадају подручја стамбених зона у којима се особе могу задржавати и до 24 сата дневно, као што су школе, домови, предшколске установе, породилишта, болнице, туристички објекти, као и дечја игралишта, али и површине неизграђених парцела које су према урбанистичком плану намењене дужем боравку. Правилник о изворима нејонизујућих зрачења од посебног интереса, [8], у члану 3 дефинише да се као извори од посебног интереса сматрају они извори који могу да буду штетни по здравље људи и чије електромагнетско поље у зони повећане осетљивости достиже најмање 10% прописане референтне вредности, за ту фреквенцију.

Ниво од 10% прописане референтне вредности, који је дефинисан према члану 3 Правилника [8] нема никакав физички смисао нити научно објашњење. Мада тај ниво није дефинисан као граница излагања, он по својој суштини јесте некаква граница. Прекорачење те границе ствара одређене последице по власника извора, које су у првом реду везане за трошкове обавезног праћења и периодичних испитивања, [9]. Имајући у виду да су приликом прописивања референтних нивоа већ уграђени додатни безбедносни фактори од 2,5 пута, дефинисање ове нове границе (која је још 10 пута нижа), веома је рестриктивно. Са друге стране, оно је без јасног коначног ефекта на повећање степена заштите становништва, јер се примена мера заштите налаже само у случајевима када измерени ниво нејонизујућих зрачења у зони повећане осетљивости прелази прописани референтни гранични ниво.

Практична искуства са мерења магнетске индукције у становима који се налазе изнад или поред просторија трансформаторских станица (у даљем тексту ТС) напонског нивоа 10/0,4 kV показују да измерени нивои најчешће не могу прећи вредност прописаног референтног нивоа од 40  $\mu\text{T}$ , али да често прелазе 4  $\mu\text{T}$ , што је ниво виши од 10% референтне вредности прописане у [8]. Према раније поменутом члану 3 Правилника [8], ТС 10/0,4 kV из претходног примера јесте извор од посебног интереса. Истовремено, према члану 5 истог правилника, изворима од посебног интереса су дефинисане трансформаторске станице чији је назначени напонски ниво изнад 35 kV, дакле експлицитно су искључене ТС 10/0,4 kV. Истовремено су могућа оба тумачења, чиме се уноси непотребна конфузија.

У начелу, Закон о заштити од нејонизујућих зрачења, [6], заснован је на забрани сваког непотребног излагања нејонизујућим зрачењима, али то начело није у потпуности поштовано при изради Правилника [7]. Наслов овог правилника сугерише да се ради о општем решењу ограничавања излагања, али је у члану 1 предмет уређивања сужен искључиво на тзв. зоне повећане осетљивости. Тиме је велики део животне средине остао без прописаних ограничења излагања, па је јасно да поменуто решење не пружа неопходан ниво заштите становништва. С обзиром на велики број нелегално изграђених објеката у близини електроенергетских водова и на то да су такве ситуације предмет великог броја притужби грађана, па и судских спорова, управо је било неопходно законско решење које је изостало. Због наведених недостатака, предмет уређивања Правилника [7] неопходно је проширити са зона повећане осетљивости на све остале просторе доступне становништву, уз истовремено редефинисање постојећих и утврђивање нових граница излагања, као што је то претходно аргументовано.

## **2.2 Прописи из области заштите радника од нејонизујућих зрачења**

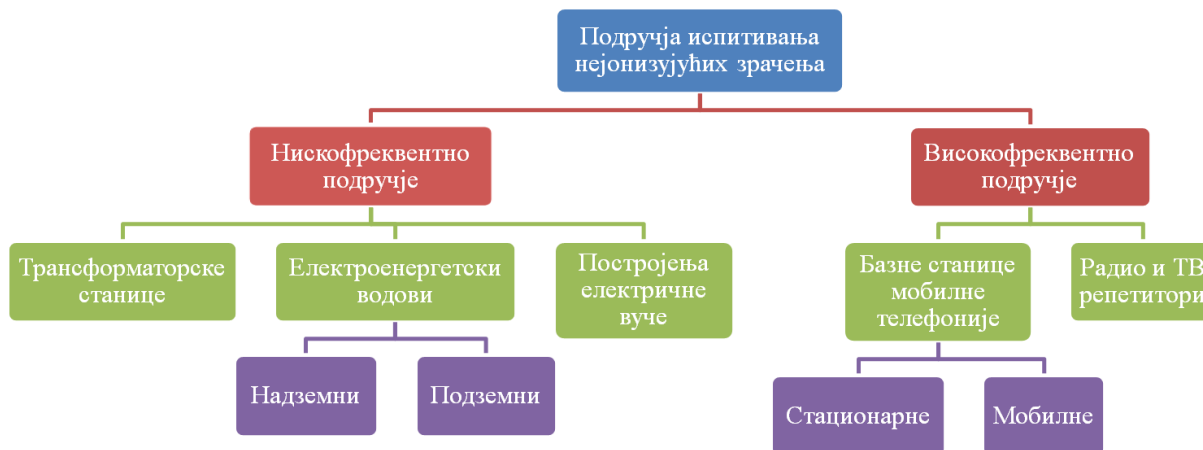
На нивоу Европске уније је још 2004. године усвојена Директива *2004/40/EC*, [10], која представља правни оквир за уређење заштите од нејонизујућег зрачења у области безбедности и здравља на раду. Захтеве Директиве [10] требало је испунити до 30.04.2008. године, али је њена примена у међувремену одложена усвајањем Директиве *2008/46/EC*, [11]. Директивом [11] наложено је свим државама Европске уније да ускладе и/или усвоје хармонизоване локалне прописе најкасније до 30.04.2012.

У децембру 2012. године у Републици Србији је донет Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при излагању електромагнетском пољу, [12]. Према члану 1, „овим правилником се прописују захтеви које је послодавац дужан да испуни у обезбеђивању примене превентивних мера са циљем отклањања или смањења ризика од настанка оштећења здравља запослених који настају или могу да настану при излагању електромагнетском пољу од 0 Hz до 300 GHz на радном месту, граничне вредности изложености и акционе вредности”. Овај правилник се примењује на радним местима на којима постоји ризик за безбедност и здравље запослених услед познатих краткорочних нежељених дејстава, а не примењује се на радним местима на којима су запослени изложени дугорочном дејству електромагнетског поља. Правилник [12] прописује граничне вредности изложености и акционе вредности. Граничне вредности изложености су границе изложености дејству електромагнетских поља које су непосредно засноване на утврђеним утицајима на здравље и њиховим биолошким разлозима, а чије поштовање обезбеђује да запослени изложени електромагнетском пољу буду заштићени од свих познатих штетних утицаја на здравље. Акционе вредности су величине директно мерљивих параметара датих у виду јачине електричног поља, магнетске индукције и др. Поштовање акционих вредности обезбеђује да граничне вредности изложености неће бити прекорачене. Акционе вредности за учестаност од 50 Hz имају исте вредности као у Директиви [11], тј. износе 10 kV/m за јачину електричног поља и 500  $\mu\text{T}$  за магнетску индукцију.

## **3 ИЗВОРИ НЕЈОНИЗУЈУЋИХ ЗРАЧЕЊА И ПОДРУЧЈА ЊИХОВОГ ИСПИТИВАЊА**

Под извором нејонизујућих зрачења се подразумева уређај, инсталација или објекат који емитује или може да емитује нејонизујуће зрачење. Изворе нејонизујућег зрачења чине извори нискофреквентног и високофреквентног електромагнетног поља. Нискофреквентни извори су трансформаторске станице и

водови, постројења електричне вуче или било који други уређај или објекат који ствара електромагнетско поље фреквенције до укључиво 10 kHz, према [8]. Електроенергетски водови могу бити надземни или подземни (кабловски) водови за пренос или дистрибуцију електричне енергије. Законодавац је као изворе од посебног интереса утврдио водове назначеног напона већег од 35 kV, [8]. Високофреквентни извор је уређај или објекат који ствара електромагнетско поље фреквенције од 10 kHz до укључиво 300 GHz. Дијаграм подручја испитивања извора нејонизујућих зрачења дат је на слици 1.



Слика 1 – Дијаграм подручја испитивања нејонизујућих зрачења

За Електропривреду је битно сагледавање утицаја зрачења која потичу од њених електроенергетских постројења и од система и опреме за телекомуникације, како на запослене у њој, тако и на целокупно становништво.

Привредно друштво, предузеће, друго правно лице и предузетник могу користити изворе нејонизујућих зрачења од посебног интереса, уколико испуњавају следеће услове:

- да за те изворе нејонизујућих зрачења имају процену утицаја на животну средину, у складу са Законом;
- да ниво излагања становништва не прелази прописане границе.

Треба напоменути да је, сходно законском захтеву из децембра 2010. године, од надлежног државног органа, Агенције за телекомуникације (РАТЕЛ), затражено мишљење о томе да ли је потребна израда Студије утицаја телекомуникационих (у даљем тексту ТК) система ЕДБ на животну средину. На основу техничких карактеристика ТК система и опреме ЕДБ одговорено је да они немају штетан утицај на животну средину и да не треба радити Студију.

#### 4 ИСПИТИВАЊА НЕЈОНИЗУЈУЋИХ ЗРАЧЕЊА

Испитивање зрачења које потиче од извора нејонизујућих зрачења подразумева мерење, а по потреби и прорачун параметара поља и његове просторне расподеле у животnoj средини. Испитивања нивоа нејонизујућих зрачења врше акредитоване испитне лабораторије као што је она у Електротехничком институту „Никола Тесла”.

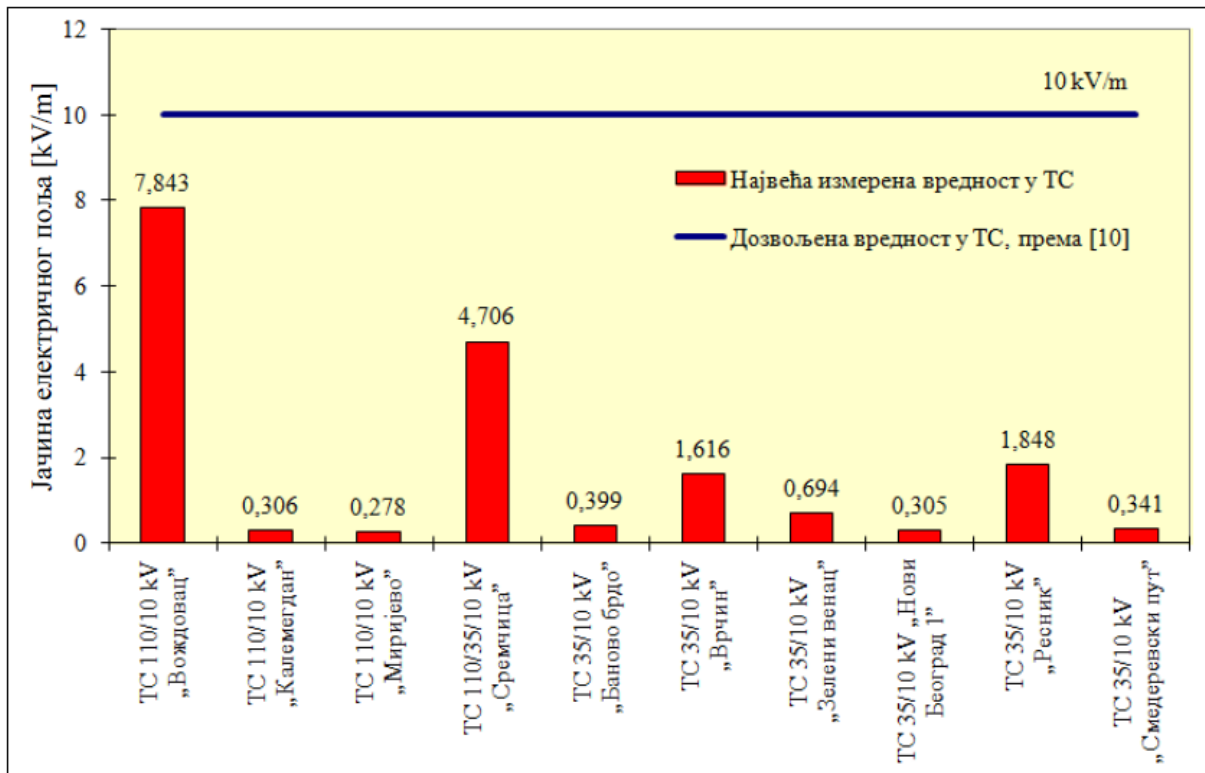
„Електродистрибуција Београд” је почела са испитивањем нивоа нејонизујућих зрачења трансформаторских станица 10/0,4 kV у зонама повећане осетљивости. Прва испитивања су вршена по налогу инспектора, а по пријавама потрошача. Почев од 2010. ЕДБ је отпочела са испитивањем својих ТС x/10 kV, али и 10/0,4 kV, првенствено оних које се налазе унутар школских и стамбених објеката. Таква мерења су неопходна због сагледавања нивоа нејонизујућих зрачења којима је изложен онај део становништва који већим делом дана борави изнад или поред просторија ТС, као и због евентуалних измена и допуна појединих законских одредаба.

Величине које су обухваћене овим мерењима су тренутне ефективне вредности интензитета вектора јачине електричног поља  $E$  и магнетске индукције  $B$ , као и фреквенција  $f$  електричног и магнетског поља. Сва мерења су извршена према стандардима [11] и [12].

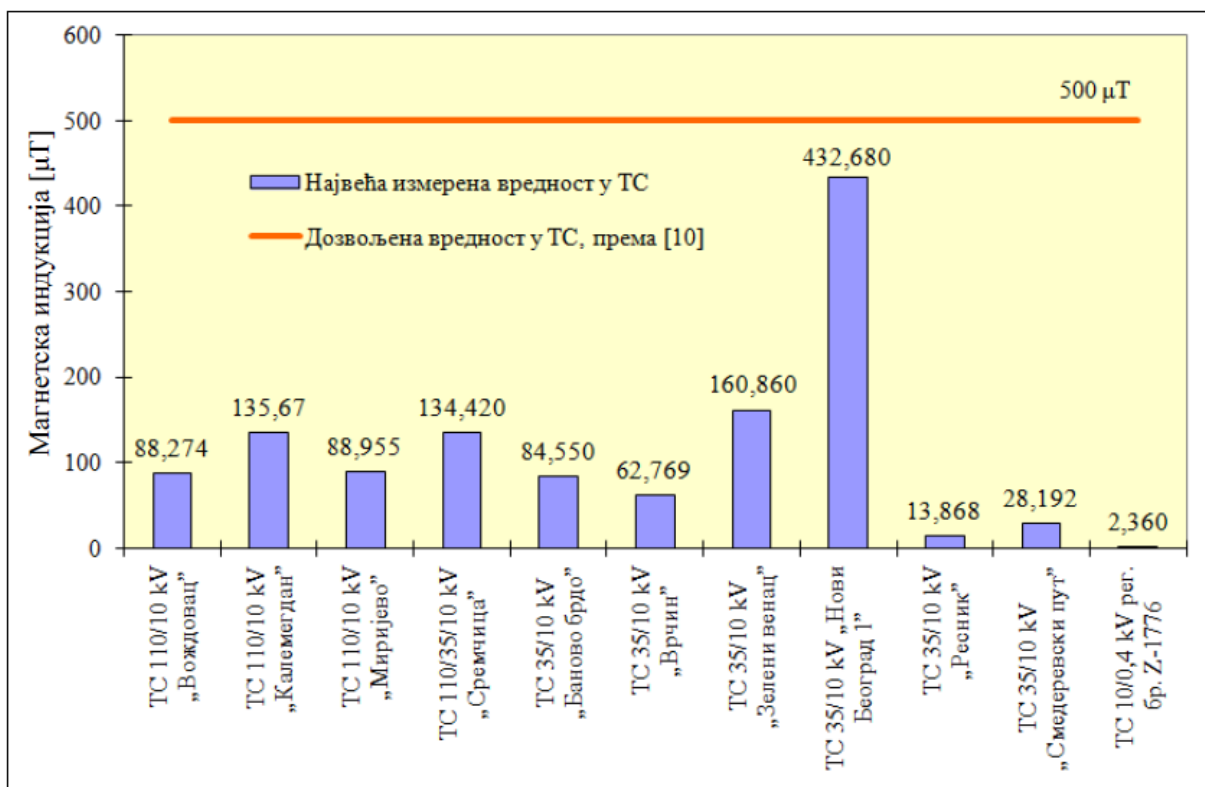
##### 4.1 Резултати испитивања

Институт „Никола Тесла” је у току 2010. године, по захтеву ЕДБ, извршио мерења у одабраним, типичним трансформаторским станицама x/10 kV које су у поседу ЕДБ и у њиховој околини. На основу добијених вредности мерења електричног и магнетског поља унутар и око ТС дошло се до закључка да

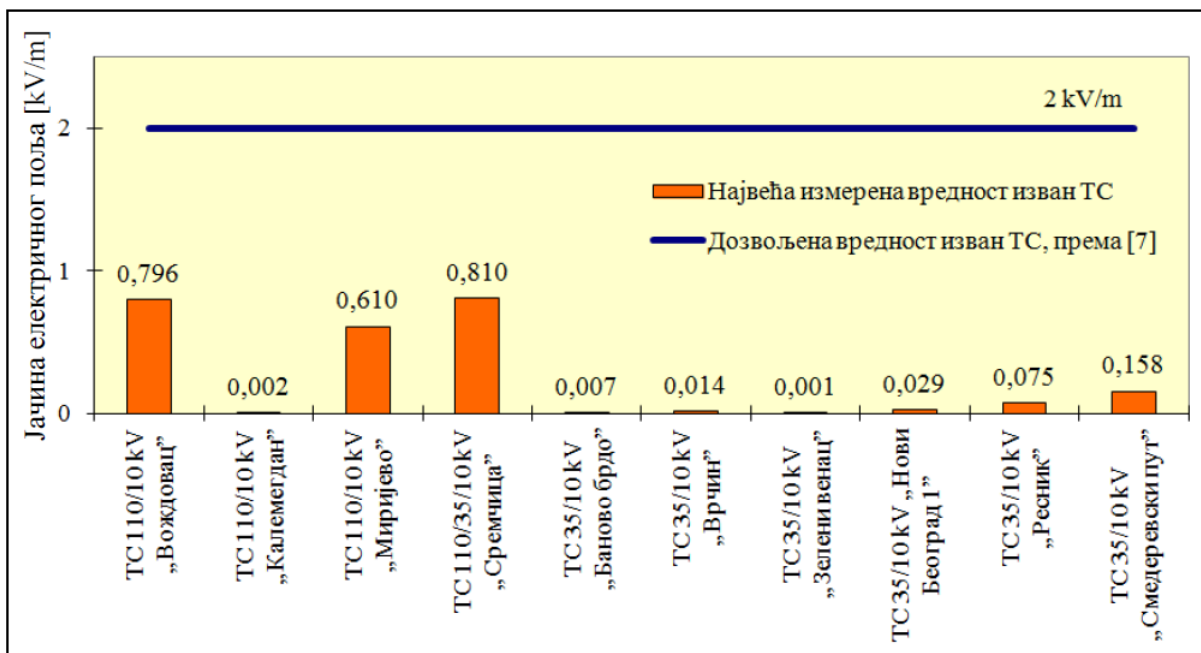
ове, тзв. „велике”, ТС нису у значајној мери опасне по околину, што се може видети на основу графика са слика 2, 3, 4 и 5. На овим и осталим графицима назначени су референтни гранични нивои за области јавне безбедности (у околини ТС) и безбедности и здравља на раду (у самим ТС).



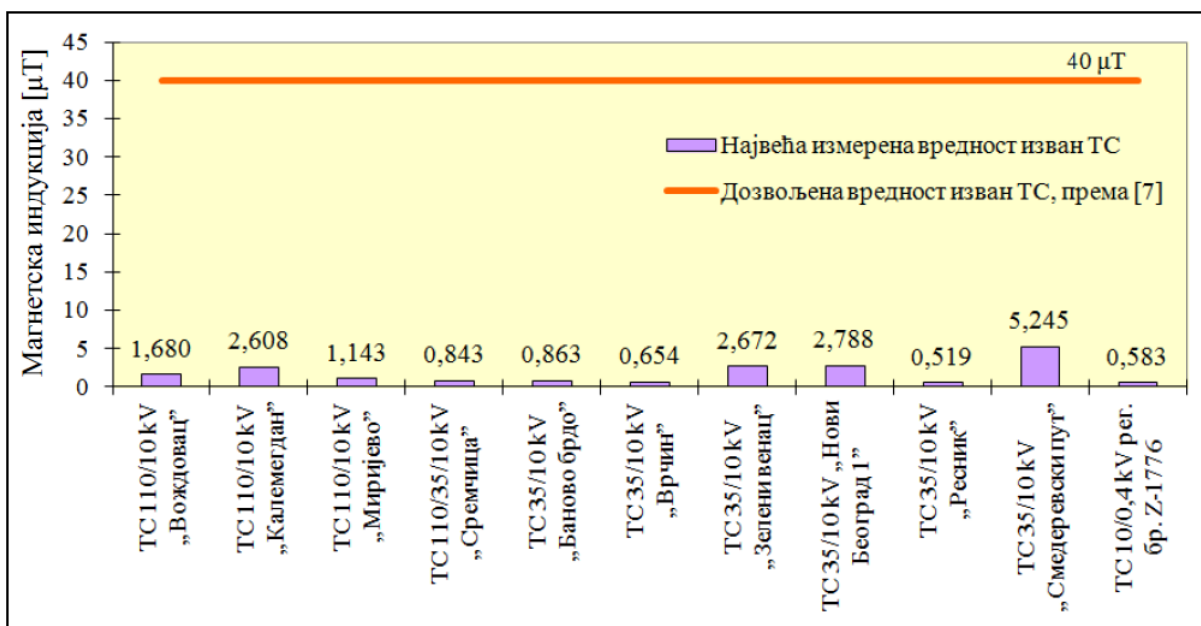
Слика 2 – Максималне измерене вредности електричног поља у ТС x/10 kV чији је власник ЕДБ, релевантне за безбедност и здравље на раду



Слика 3 – Максималне измерене вредности магнетске индукције у ТС x/10 kV чији је власник ЕДБ, релевантне за безбедност и здравље на раду



Слика 4 – Максималне измерене вредности електричног поља у околини ТС x/10 kV чији је власник ЕДБ, релевантне за јавну безбедност

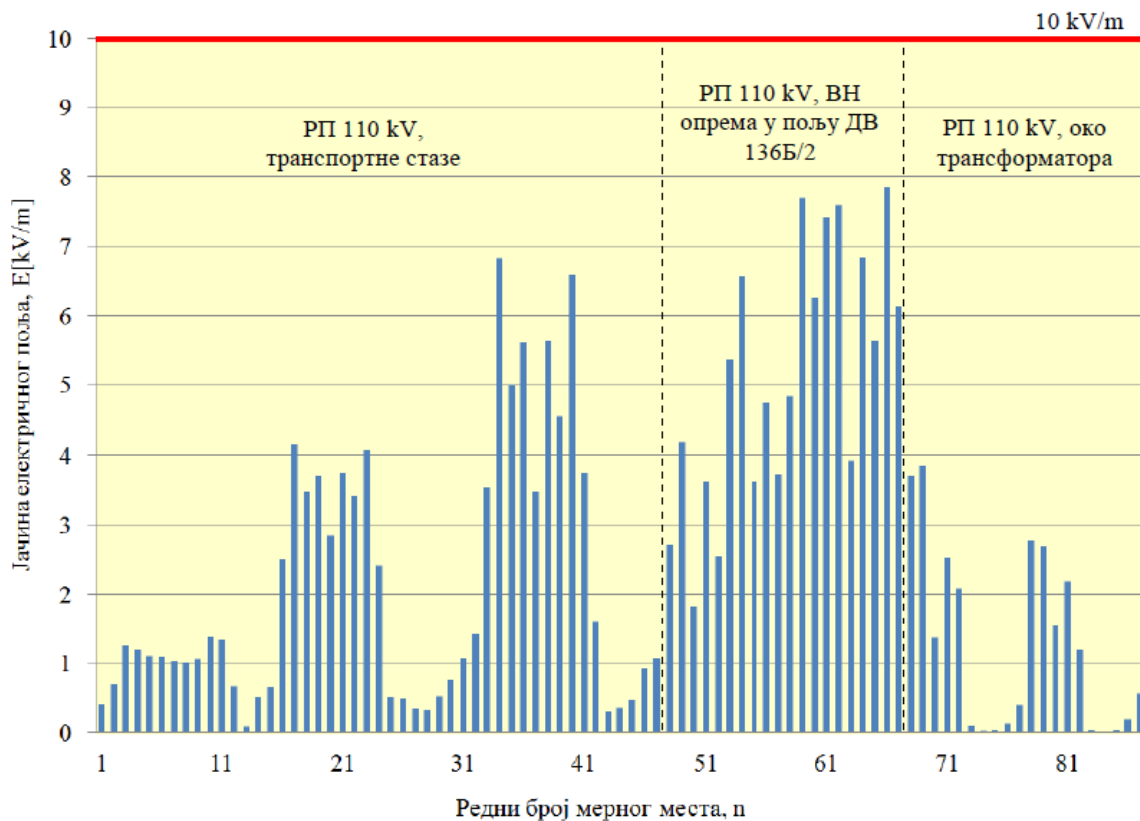


Слика 5 – Максималне измерене вредности магнетске индукције у околини ТС x/10 kV чији је власник ЕДБ, релевантне за јавну безбедност

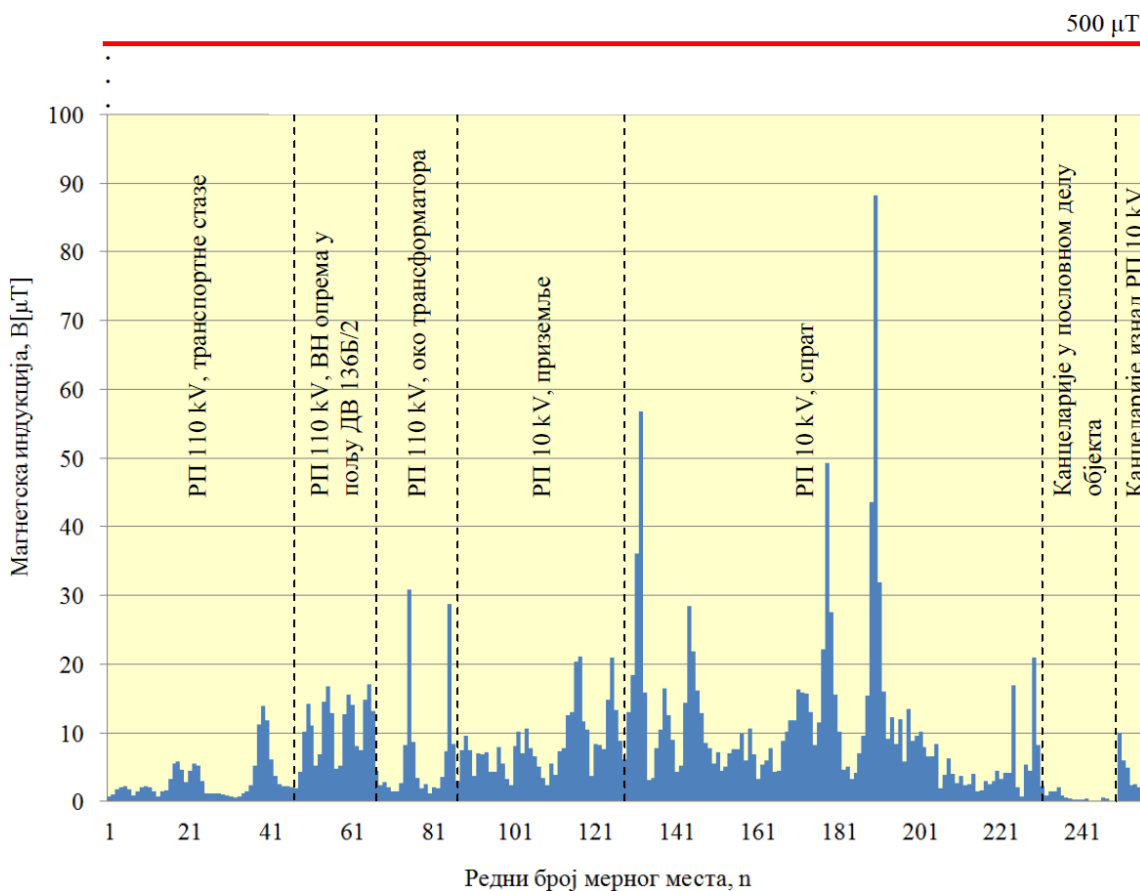
На основу измерених вредности и увида у ове дијаграме закључује се да нивои електричног поља и магнетне индукције не прелазе прописане референтне граничне нивое.

Детаљни приказ вредности електричног поља и магнетне индукције у свим тачкама у којима је вршено мерење дат је на сликама 6 и 7, за пример ТС 110/10 kV „Вождовац“ („Београд 13“).

Резултати мерења спроведених у једној ТС 10/0,4 kV која се налази у зони повећане осетљивости приказани су у посебном раду. С обзиром на прекорачене референтне граничне нивое, у том раду су приказане и мере које су спроведене, као и резултати поновљених мерења, којима је доказана њихова ефикасност.



Слика 6 – Измерене вредности јачине електричног поља у ТС 110/10 kV „Вождовац”, релевантне за безбедност и здравље на раду



Слика 7 – Измерене вредности магнетске индукције у ТС 110/10 kV „Вождовац”, релевантне за безбедност и здравље на раду

## 5 ЗАКЉУЧЦИ

Домаћа регулатива прописала је ниже референтне граничне нивое нејонизујућег зрачења у зонама повећане осетљивости, осетно строже него Препорука 1999/519/EC, [2], и Препорука ICNIRP 2010, [5].

И поред тога што је прописивање оштријих захтева омогућено Препоруком [2], многе земље ЕУ нису усвојиле таква решења, због штетних ефеката по привреду и економију, и преузеле су ограничења из Препоруке [2], без измена. Прописивање оштријих референтних граничних нивоа, који се истовремено односе на нове, али и на затечене, изворе нејонизујућих зрачења, довешће привредна друштва за дистрибуцију електричне енергије у ситуацију да на многим местима њихови објекти буду извор нејонизујућих зрачења чије су вредности изнад прописаних и изложиће ове компаније непланираним и значајним трошковима реконструкцијом и адаптацијом ових објеката.

ЕДБ је и независно од регулативе, у сарадњи са Електротехничким институтом „Никола Тесла”, још пре неколико година отпочела испитивања нејонизујућих зрачења у околини и унутрашњости својих објеката. Посебна пажња је посвећена испитивањима у зонама повећане осетљивости. Утврђено је да ТС 10/0,4 kV емитују више нивое зрачења у зонама повећане осетљивости него ТС x/10 kV. Са друге стране, од надлежних је добијено мишљење да ТК системи и опрема ЕДБ не представљају значајан извор нејонизујућег зрачења. На основу тога, у ЕДБ су извршена мерења и преиспитивање аспеката животне средине. У Регистру аспеката животне средине ЕДБ раздвојена су нискофреквентна нејонизујућа зрачења из електроенергетских објеката ЕДБ и високофреквентна нејонизујућа зрачења из њених ТК система. Настављена су истраживања у околини ТС 10/0,4 kV и околини водова средњег и ниског напона, у циљу израде свеобухватне студије о нивоима нејонизујућих зрачења објеката ЕДБ.

Аутори овог рада сматрају да су неопходне измене и допуне Правилника о границама излагања нејонизујућим зрачењима и Правилника о изворима нејонизујућих зрачења од посебног интереса, врстама, начину и периоду њиховог испитивања, уважавајући истовремено захтеве за безбедност и техничке и економске критеријуме.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] “Resolution on Combating the Harmful Effects of Non-Ionizing Radiation”, OJ C205, 25/07/1994, p. 0439;
- [2] 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)”, OJ L 199, 30.7.1999, p. 59–70;
- [3] ICNIRP, “Guidelines for Limiting Exposure to Time Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)”, Health Physics, Volume 74, Number 4, April 1998;
- [4] “Report from the Commission on the Application of Council Recommendation of 12 July 1999 (1999/519/EC) on the Limitation of the Exposure of the General Public to Electromagnetic Fields (0 Hz to 300 GHz), Second Implementation Report 2002-2007”, Commission of the European Communities, 2008;
- [5] ICNIRP, “Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz to 100 kHz)”, Health Physics, Volume 99, Number 6, December 2010;
- [6] Закон о заштити од нејонизујућих зрачења, Службени гласник РС, бр. 36/09;
- [7] Правилник о границама излагања нејонизујућим зрачењима, Службени гласник РС, бр. 104/09 од 16.12.2009;
- [8] Правилник о изворима нејонизујућих зрачења од посебног интереса, врстама извора, начину и периоду њиховог испитивања, Службени гласник РС, бр. 104/09 од 16.12.2009;
- [9] А. Павловић, В. Костић, М. Петровић: „Практичне последице имплементације законске регулативе у области заштите од нејонизујућих зрачења”, Друга регионална научно-стручна конференција „Еко Јустус II”, Право и заштита животне средине у привреди и пракси, Палић 2010;
- [10] Directive 2004/40/EC of the European Parliament and of the Council on the Minimum Health and Safety Requirements Regarding the Exposure of Workers to the Risks Arising from Physical Agents (Electromagnetic Fields), Official Journal of the European Union L 159 of 30 April 2004;
- [11] Directive 2008/46/EC of the European Parliament and of the Council amending Directive 2004/40/EC on Minimum Health and Safety Requirements Regarding the Exposure of Workers to the Risks Arising from Physical Agents (Electromagnetic Fields), Official Journal of the European Union, 23 April 2008;
- [12] Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при излагању електромагнетском пољу (Службени гласник РС, бр. 117/12);
- [13] IEC 61786:1998: “Measurement of Low-Frequency Magnetic and Electric Fields with Regard to Exposure of Human Beings”;
- [14] IEC 62110:2009: “Electric and Magnetic Field Levels Generated by AC Power Systems – Measurement Procedures with Regard to Public Exposure”.