

ПОКАЗАТЕЉИ КВАЛИТЕТА ИСПОРУКЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ У ОДС НА ТЕРИТОРИЈИ КОНЗУМА БЕОГРАД

Милица ТАУШАНОВИЋ *
ОДС ЕПС Дистрибуција д.о.о. Нови Београд, Република Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

Основна тежња и циљ сваког дистрибутера електричне енергије, па и ОДС-ЕПС Дистрибуција д.о.о. је поуздано и квалитетно снабдевање корисника електричне енергије. Интерес за реализацијом ових циљева се повећава са развојем тржишта електричне енергије и поштравањем питања квалитета испоруке електричне енергије. Поузданост испоруке електричне енергије сматра се најважнијом компонентом квалитета електричне енергије и активности електродистрибутивног система се морају развијати у томе смислу да број прекида буде што мањи, а време прекида у напајању што краће.

У раду ће бити приказани неки од показатеља просечне учестаности прекида на конзуму ОДС-ЕПС Дистрибуција Београд. Извршиће се међусобно поређење података, оцењивање поузданости појединих целина, као и удео конзума Београда у односу на цео ОДС. Посебна пажња ће се посветити мерама које је потребно предузети за побољшање поузданости елемената електроенергетских објеката на територији Београда.

Кључне речи: показатељи, SAIFI, SAIDI, CAIDI, квалитет, електрична енергија, тржиште, дистрибуција

ABSTRACT

The primary aim and object of each electricity distributor, including the ODS-EPS Distribution Ltd. is a reliable and quality supply of electricity users. The interest for the realization of these goals is increasing with the development of the electricity market and tightening issues of quality of supply. Reliability of supply of electricity is considered to be the most important component of quality of electric energy and activity distribution system must be developed in the sense that the number of interruptions to a minimum, and during power cuts as short as possible.

The paper will present some of the indicators of the average frequency of interruptions in the consumption ODS-EPS Distribution Ltd from 2012 to 2017. Will be made a comparison of the data, evaluating the reliability of various themes, and the share of consumption of Belgrade in relation to the whole ODS. Special attention will be paid to measures to be taken to improve the reliability of the elements of power facilities on the territory of Belgrade. It will also provide insight into the rankings branches.

Key words — indicators, SAIFI, SAIDI, CAIDI, quality, electricity, markets, distribution

УВОД

Под поузданошћу се сматра сталност испоруке електричне енергије корисницима електричне енергије на свим напонским нивоима. Прекиди напајања се деле на планске и непланске. Плански прекиди о којима корисници нису благовремено обавештени сматрају се непланским прекидима. Непланирани прекиди су према свом трајању разврстани на тренутне, краће од 1 s, краткотрајне, ако трају од 1 s до 3 min, и трајне, ако су дужи од 3 min (европски стандард EN 50160). Према захтевима АЕПС обрађују се само прекиди дужи од 3 min. (1)

Поузданост у раду ДЕЕС зависи од више фактора, као што су: развијеност дистрибутивног система, аутоматизација мреже, динамике инвестирања у нове и одржавање постијећих ЕЕО, као и стручне обућености, брзине реаговања и технолошке опремљености диспечера и екипа на терену.

На основу Правилника о праћењу техничких и комерцијалних показатеља и регулисању квалитета испоруке и снабдевања електричном енергијом и природним гасом (Службени Гласник Републике Србије, број 2/2014), став 4.1.2. (2) Оператор дистрибутивног система има обавезу да:

1. Евидентира и прикупља податке о сваком појединачном прекиду испоруке према редоследу настанка
2. Евидентирани прекиди испоруке означава као планиране, односно непланиране у зависности од узрока и трајања прекида
3. Израчунава просечно трајање непланираних прекида испоруке

Почетак, односно крај, прекида у испоруци електричне енергије се поклапа са тренутком отварања (искључења), односно затварања (укључења), расклопног уређаја који доводи до промена у галванској вези дела дистрибутивног система захваћеног прекидом. (3) Тачно време читавања зависи или од расположивости SCADA система или од времена прве пријаве корисника услуга, односно информације добијене од екипе са терена.

Показатељи поузданости који служе за упоређивање у дистрибутивним компанијама су:

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) – показатељ просечне учестаности прекида по кориснику електричне енергије

$$SAIFI = \sum_i \frac{f_i N_i}{N}$$

где је са f_i означена учестаност кварова i , N_i је број корисника електричне енергије искључених код квара i , а N је укупан број корисника електричне енергије. Сви поменути подаци се односе на једну годину.

SAIDI (System Average Interruption Duration Index) – показатељ просечног трајања прекида по кориснику електричне енергије

$$SAIDI = \sum_i \frac{D_i N_i}{N}$$

где је D_i збирно време трајања прекида напајања корисника електричне енергије код квара i у току једне године. Према дефиницији, SAIDI даје просечно збирно (кумулативно) време трајања прекида напајања једног корисника електричне енергије у току године.

CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) – показатељ просечног трајања једног прекида

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

Осим ових показатеља могу се рачунати:

- P_p – испала снага (MW), која представља снагу оптерећења електроенергетског објекта непосредно пре испала
- E_i – неиспоручена електрична енергија која се за сваки непланирани прекид израчунава као производ испале снаге и трајање прекида.
- ENS (Energy Not Supplied) – укупна неиспоручена електрична енергија, која се израчунава као сума неиспоручене електричне енергије (ENS_p) свих прекида.

$$ENS = \sum_i E_i$$

ПОКАЗАТЕЉИ СТАЛНОСТИ ИСПОРУКЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ ПРИ ПЛАНИРАНИМ И НЕПЛАНИРАНИМ ДИСТРИБУТИВНИМ ПРЕКИДИМА

Одвојено се обрађују подаци о свим планираним, као и непланираним дистрибутивним прекидима (4).

Планирани дистрибутивни прекиди

У планиране дистрибутивне прекиде не треба укључивати прекиде напајања:

- Објекта корисника
- Суседне дистрибутивне мреже
- Преносне мреже.

Непланирани дистрибутивни прекиди

У непланиране дистрибутивне прекиде не треба укључити прекиде:

- услед елементарних непогода које су као такве проглашене од надлежних државних органа (земљотреси, поплаве, олујни ветрови са брзинама већим од предвиђених постојећим техничким прописима, пожари чије је узрок ван дистрибутивног система и др.),
- услед активности корисника и неовлашћених лица
- због оштећења насталих дејством спољних фактора као што су различита саобраћајна средства на земљи, ваздуху и води, пољопривредна механизација, грађевински радови и др.
- настале због догађаја у делу електроенергетског система који не припада дистрибуцији а који нападају дистрибутивне објекте.

Сви планирани прекиди испоруке морају бити извршени у унапред најављеним терминима и то најмање 15 дана корисницима ДЕЕС прикљученим на систем напонског нивоа преко 1 kV, односно 3 дана корисницима ДЕЕС прикључених на систем напонског нивоа до 1 kV (5). У случају одступања прекид се мора регистровати као непланирани и то у трајању укупног времена одступања.

Показатељ просечне учестаности прекида (SAIFI) - Квалитетом одржавања електроенергетске дистрибутивне мреже се утиче на побољшање показатеља SAIFI. Неодговарајуће одржавање траса надземних водова, слаб квалитет стубова, изолатора и друге опреме, код непланираних прекида, може за последицу да има веома високе вредности дистрибутивног SAIFI. Код кабловских водова слаба места могу бити кабловске завршнице и/или спојнице ако нису квалитетно урађене, сами каблови одређеног типа, неодговарајући избори пресека, траса и начина полагања.

Показатељ просечног трајања прекида (SAIDI) - Други показатељ, којим се процењује квалитет испоруке електричне енергије показује колико је сваки корисник електричне енергије (у просеку) провео без електричне енергије услед непланираних прекида у току године. На побољшање показатеља SAIDI може се утицати квалитетом управљања, новим инвестицијама у аутоматизацију дистрибутивног система, повећањем броја диспечерских база и увођењем двостраног напајања наместо радијалних водова. Незадовољавајуће високе вредности дистрибутивног SAIDI код непланираних прекида указују на потребе за реорганизацијом и/или техничким унапређењем одговарајућих служби, као и на потребу увођења вишег степена аутоматизације у лоцирању места настанка, издвајању дела у квару и поновном успостављању напајања.

Показатељ просечног трајања једног прекида (CAIDI) - Трећи показатељ за одређивање квалитета рада дистрибутивне мреже приказује време које је потребно да просечан корисник електричне енергије који је остао без електричне енергије услед непланираних прекида, поново добије напајање. Показатељ CAIDI указује на ниво одзива диспечерских екипа на испаде са кваром или хаваријом и ефикасност у планирању и извођењу радова на одржавању ДЕЕС.

НАЧИНИ ОБРАДЕ ПОКАЗАТЕЉА ПОУЗДАНОСТИ ИСПОРУКЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ НА КОНЗУМУ БЕОГРАДА

Процеси анализе и статистичке обраде података о догађајима на мрежи и израчунавања показатеља поузданости конзума Београд су комплексни и захтевају тимски рад и развијену комуникацију у коју су укључени: Дирекција Управљања, Дирекција за планирање и инвестиције и Технички центар. До 2012. године поменути показатељи поузданости су израчунавани према испалој инсталисаној снази у односу на укупну инсталисану снагу, јер нису постојали подаци о броју корисника који су остали без напајања електричном енергијом. У 2013. години ЕДБ је, преко апликације IPSSDU, добила могућност одређивања броја корисника код сваког испада (према сталним границама на 10 kV мрежи). Тада се прешло на израчунавање показатеља поузданости према броју корисника који су остали без напајања електричном енергијом. Оваквим начином израчунавања није потребно чинити никакве претпоставке у улазним подацима јер се са њима нормално располаже. Поред тога се чува изворна природа показатеља поузданости, пошто су они одређени на основу истих улазних података према којима су и дефинисани.

Због указане потребе и ради евидентирања прекида, израчунавања параметара поузданости и елемената квалитета испоруке електричне енергије 01.12.2015. донета је Одлука о разграничењу електроенергетских објеката на дистрибутивном подручју Београд на ниво огранака. Новим Правилником о организацији и систематизацији послова у Оператору дистрибутивног система ЕПС Дистрибуција д.о.о. Београд (6), дистрибутивно подручје Београда чине подручја шест огранака:

- Београд – центар
- Баново Брдо

- Земун
- Крњача
- Младеновац
- Обреновац

У ЕПС Дистрибуцији д.о.о. Београд податке који су потребни за добиљање вредности показатеља поузданости прикупља и обрађује Служба за анализу догађаја на ДЕЕС. Ти подаци се скупљају и обрађују на дневном, недељном, месечном и годишњем нивоу. Могу се приказати за територију Београда према надлежности сваког огранка понаособ или у односу на целокупан конзум како Београда, тако и целе Србије.

ПРИМЕНА ПОКАЗАТЕЉА ПОУЗДАНОСТИ

Показатељи поузданости код непланираних дистрибутивних прекида

Основна идеја и смисао анализе и статистичке обраде података о догађајима на електроенергетској мрежи лежи у томе да се оцени поузданост у раду појединих елемената мреже, склопова, појединих огранака и целе мреже конзума Београд и да се предложи мере које би помогле побољшању поузданости. То није ни мало једноставан задатак, јер поузданост мреже зависи од много параметара, а не само од кварова на елементима. Ту треба истаћи низ параметара као на пример: одржавање мреже, стање возног парка, обученост екипа, располагање са резервним материјалом итд.

У табели 1 дат је удео појединих делова мреже у укупној учестаности дистрибутивних прекида за сваког корисника електричне енергије на дистрибутивном подручју Београда.

ТАБЕЛА 1 – Показатељи SAIFI за период од 2007 до 2017. године

Година	ТС/ЕТ 110 kV	ЕТ 35 kV	Мрежа 35 kV	Мрежа 10 kV	SAIFI
2007	0,90	1,70	0,46	1,98	5,04
2008	0,64	1,03	1,35	1,82	4,84
2009	0,54	1,62	1,12	2,14	5,42
2010	0,37	1,15	1,40	1,97	4,95
2011	0,56	0,77	1,11	1,47	3,34
2012	0,47	0,43	1,22	0,85	2,97
2013	0,04	0,44	0,88	2,36	3,72
2014	0,34	0,71	0,91	1,58	3,54
2015	0,34	0,34	0,94	1,56	3,19
2016	0,28	0,37	1,00	1,51	3,17
2017	0,29	0,25	0,98	1,75	3,27

На основу вредности датих у табели може се видети да је 2017. године у односу на 2016. годину повећан удео 110/x kV трансформатора и 10 kV мреже, а смањен 35/10 kV енергетских трансформатора и 35 kV мреже у коефицијенту SAIFI. Такође се види да је дошло и до повећања вредности самог показатеља SAIFI. Код непланираних прекида ово повећање вредности се може бити последица неодговарајућег одржавања траса надземних водова, слабог квалитета стубова, изолатора и остале опреме. Код кабловских водова слаба места могу бити кабловске завршнице и/или спојнице.

Удео појединих делова мреже у другом показатељу, који показује колико је у просеку сваки корисник провео без електричне енергије услед непланираних прекида, дат је у табели 2 за исти период.

ТАБЕЛА 2 – Показатељи SAIDI за период од 2007 до 2017. године

Година	ТС/ЕТ 110 kV	ЕТ 35 kV	Мрежа 35 kV	Мрежа 10 kV	SAIDI
2007	29,03	62,66	17,50	198,40	307,59
2008	9,19	30,70	52,60	212,60	305,09
2009	13,52	37,43	55,71	201,70	308,36
2010	5,51	35,20	107,59	232,90	389,82
2011	7,70	22,30	58,40	129,79	210,49
2012	12,95	14,43	67,85	81,83	177,06
2013	2,61	10,17	38,39	184,61	235,88
2014	12,44	30,41	51,96	124,51	219,32
2015	1,75	14,69	36,91	100,54	166,51
2016	18,61	9,79	27,71	87,94	144,20
2017	12,19	11,05	32,75	98,85	154,84

На основу вредности датих у табели може се видети да је 2017. године у односу на 2016. годину повећан удео 35/10 kV трансформатора и 35 и 10 kV мреже, а смањен 110/x kV енергетских трансформатора у коефицијенту SAIDI.

На побољшање показатеља SAIDI утиче се квалитетом управљања, новим инвестицијама у аутоматизацију дистрибутивног система, увођењем нових диспечерских база и двостраног напајања.

Удео појединих делова мреже у трећем показатељу, који показује време које је потребно да сваки корисник који је остао без електричне енергије услед непланираних прекида поново добије напајење, дато је у табели 3 за исти период.

ТАБЕЛА 3 – Показатељи CAIDI за период од 2007 до 2017. године

Година	ТС/ЕТ 110 kV	ЕТ 35 kV	Мрежа 35 kV	Мрежа 10 kV	CAIDI
2007	32,26	36,86	38,04	100,20	61,03
2008	14,36	29,81	38,96	116,81	63,04
2009	25,04	23,10	49,74	94,25	56,89
2010	14,89	30,61	76,85	118,22	78,75
2011	13,75	28,96	52,61	88,29	63,02
2012	27,55	33,56	55,61	96,27	59,62
2013	65,25	23,11	43,63	78,22	63,41
2014	36,59	42,83	57,10	78,80	61,95
2015	5,14	42,94	39,29	64,51	52,26
2016	66,77	26,46	27,71	58,23	45,45
2017	42,08	43,94	33,27	56,60	47,39

Овим показатељем се уједно указује и на брзину одзива диспечерских екипа на испаде, као и на ефикасност у планирању и извођењу радова на одржавању мреже.

У табели 4 приказане су вредности свих показатеља поузданости за 2017. годину у односу на одговорност огранака дистрибутивног подручја Београд.

ТАБЕЛА 4 – Показатељи поузданости испоруке електричне енергије на дистрибутивном подручју Београд за 2017. годину

Огранак	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ENS (MWh)	Број корисника
Beograd centar	1,59	67,81	42,58	501,95	277.670
Banovo brdo	3,19	146,12	45,80	718,87	245.615
Zemun	2,45	123,04	50,16	725,05	210.147
Krnjača	5,21	234,84	45,07	200,68	41.032
Mladenovac	5,65	370,65	65,58	317,46	57.622
Obrenovac	11,58	482,92	41,70	358,77	52.643

Показатељи поузданости код планираних дистрибутивних прекида

Показатељи поузданости испоруке електричне енергије за разматрани период при планираним дистрибутивним прекидима на мрежи приказани су у табели 5. Треба напоменути да се укупна неиспоручена електрична енергија, за разлику од осталих показатеља, за дистрибутивно подручје Београд узела у разматрање тек од 2014. године.

ТАБЕЛА 5 – Показатељи поузданости планираних дистрибутивних прекида на дистрибутивном подручју Београд за период од 2007 до 2017. године

Година	SAIFI	SAIDI (min)	CAIDI (min/prek)	ENS (MWh)
2007	0,38	13,34	35,11	
2008	0,26	5,22	20,08	
2009	0,27	61,54	227,93	
2010	0,70	145,71	208,15	
2011	1,15	188,28	163,72	
2012	0,57	82,28	144,35	
2013	0,67	153,90	229,70	
2014	0,49	152,07	310,35	2645,69
2015	0,48	129,38	272,35	2723,50
2016	0,46	103,38	223,17	1583,12
2017	0,40	78,82	199,41	1162,35

На основу приказаних вредности може се закључити да је 2017. године дошло до смањења вредности свих показатеља, што се може приписати бољом реорганизацијом служби одржавања, као и рационалнијем планирању радова да би се избегли непотребни прекиди напајања.

Показатељи поузданости по огранцима дистрибутивног подручја Београд

Како дистрибутивно подручје Београд чини шест огранака у табели 6 дат је преглед свих показатеља поузданости испоруке електричне енергије, како при планираним тако и при непланираним искључењима корисника за 2017. годину.

ТАБЕЛА 6 – Показатељи поузданости свих дистрибутивних прекида у огранцима на дистрибутивном подручју Београд за 2017. годину

Огранак	SAIFI			SAIDI			CAIDI			ENS		
	НП	П	Σ	НП	П	Σ	НП	П	Σ	НП	П	Σ
Београд центар	0,67	0,09	0,76	25,58	18,30	43,88	38,11	212,79	57,94	585,98	321,92	907,90
Баново брдо	0,96	0,09	1,05	45,74	15,34	61,08	47,43	176,99	58,12	794,83	234,09	1028,92
Земун	0,71	0,09	0,80	33,56	17,34	50,90	47,60	190,38	63,94	843,30	312,11	1155,41
Крњача	0,26	0,03	0,28	19,33	6,69	26,02	75,34	245,10	91,67	357,07	107,47	464,55
Младеновац	0,39	0,04	0,43	26,89	6,74	33,63	69,03	174,06	78,52	341,68	85,48	427,16
Обреновац	0,71	0,07	0,78	30,07	14,94	45,01	42,23	220,32	57,72	378,06	204,94	583,00
Укупно	3,70	0,40	4,10	181,16	79,35	260,52	48,98	199,59	63,60	3300,93	1266,01	4566,94

ЗАКЉУЧАК

Од 01.01.2016. године показатељи поузданости играју важну улогу у оцењивању успешности пословања огранака ОДС. На основу вредности одступања у односу на просек свих огранака вреднује се њихова погонска спремност. Вредновање се врши по скали од 12 поена/бодова. На основу добијених вредности параметара поузданости за све ограке врши се њихово рангирање и одабир најбољег и најлошијег. Те вредности се користе у формули:

$$y=k*x-n$$

где је: y – бодови

k – кефицијент који се добија из $k=\max \text{ број бодова}/(\min-\max)$

x – одступање у односу на просек огранака

$n=\max*k$

Због тога је од огромног значаја дати адекватне мере које треба предузети за побољшање поузданости рада електроенергетских објеката, као што су:

1. Трансформаторске станице 110/x и 110/x/y kV
2. Трансформаторске станице 35/x kV
3. Трансформаторске станице 10/x kV
4. Подземни водови 35, 10 и 1 kV
5. Надземни водови 35, 10 и 1 kV

Поред ових се предлажу и генералне мере за побољшање поузданости електроенергетских објеката.

Због тога је на нивоу целог ОДС оформљен Стручни тим за Побољшање управљања мрежом, који се састоји из седам модула. Модуо 3, група за Инцијативу за побољшање поузданости и Модуо 4, група за Унапређење регистра испада баве се показатељима поузданости (4). Ови модули су оформљени да би се дефинисале слабе тачке у ЕЕС, мере и начини за њихово побољшање, као и због дефинисања јединственог регистра елемената, узрока прекида, врсте заштите која је деловала, временских услова, типа конзумног подручја, одговорности итд.

Генералне мере за побољшање поузданости су:

- Регистровати и установити заштиту која је деловала при испаду прекидача
- Сви догађаји који су се одиграли на конзуму Одсека за управљање Београд, треба евидентирати и анализирати по јединственом принципу. Из тих разлога диспечерске центре треба опремити одговарајућом информационом подршком и кадровски их оспособити за те послове.
- Код догађаја који су изазвани деловањем спољних фактора, као што су различита саобраћајна средства на земљи, ваздуху или води, пољопривредна механизација, грађевински радови и слични сачинити записнике о догађајима и оверити од стране надлежних институција.
- Код угрожавања сигурности потребно је што пре обавестити надлежну инспекцију.
- Потребно је уградити микропроцесорску заштиту за све трансформаторе 110/x и 110/x/y kV и 35/x kV, како би се могли што детаљније пратити и анализирати сви догађаји.
- Сви елементи дистрибутивне мреже морају бити означени и евидентирани, а свака промена регистрована.
- Приликом набавке и уградње опреме потребно је утврдити да ли је иста обележена и атестирана у складу са важећим стандардима.

- Потребно је увести мере које би повећале безбедност електроенергетских објеката, због повећаног броја крађа (врата у ТС, жалузине, јавна расвета, каблови и остало).
- Увести даљинско управљање у свим ТС.
- Даљинска сигнализација треба да је изведена према пројектној документацији и усаглашена са изведеним стањем.
- Стриктно поштовати документе интерне стандардизације из области безбедности при раду на електроенергетским објектима.
- Код пројектовања и изградње нових ТС, ради смањења утицаја топлоте сунца на трансформаторе, ако је могуће, предвидети позицију трансформатора са северне стране у сенци новопроектваног објекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Образац извештаја о показатељима непрекидности испоруке за дистрибутивни систем, Агенција за енергетику Републике Србије
2. Правилник о праћењу техничких и комерцијалних показатеља и регулисање квалитета испоруке и снабдевања електричном енергијом и природним гасом (Службени гласник Републике Србије, бр 2/2014)
3. CEER Benchmarking Report 5.2 on the Continuity of Electricity Supply, Data update, ref. C14-EQS-62-03, 12 february 2015
4. Извештај о унапређеном регистру прекида, Модуо 4
5. Уредба о условима испоруке и снабдевању електричне енергије, Службени гласник Републике Србије 62/2013
6. Правилник о организацији и систематизацији послова у Оператору дистрибутивног система ЕПС Дистрибуција д.о.о. Београд
7. Правилник о интерним економским односима у оквиру оператора дистрибутивног система “ЕПС Дистрибуција” д.о.о. Београд
8. Коначни извештај ЕПС ОДС ЦФ: Радни пакет 1.3, Arthur D Little, јул 2015
9. Годишњи извештај Службе за анализу догађаја на ДЕЕС