



## ANALIZA ISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE KDS "BARRY-CALLEBAUT-CHOCOLATE FACTORY NOVI SAD"

### ANALYSIS OF DELIVERED POWER TO CUSTOMER "BARRY-CALLEBAUT - CHOCOLATE FACTORY NOVI SAD"

Milica POROBIĆ\*, ODS "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd, Direkcija za upravljanje DEES, Srbija  
Radislav MILANKOV, ODS "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Zrenjanin", Srbija  
Dragan CVETINOV, ODS "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Srbija  
Ratko ROGAN, ODS "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd, NDDC, Srbija

#### KRATAK SADRŽAJ

Isporuka električne energije ODS (Operator distributivnog sistema) je definisana kroz obavezujuću regulativu u oblasti elektroenergetike. ODS "Elektrodistribucija Srbije", prilikom izdavanja Uslova za projektovanje i priključenje (UPP) korisnicima distributivnog sistema (KDS) pod stavkom 4. istog jasno definiše Osnovne tehničke podatke o DEES (distributivnom elektroenergetskom sistemu) na mestu priključenja. Ovim podacima KDS dobija informacije o tehničkim karakteristikama podešenja u DEES kojima prilagođava svoje proizvodne procese. U protivnom proizvodni proces će biti osetljiv na isporuku električne energije tehničkih karakteristika definisanim kroz UPP.

U operativnom upravljanju DEES dešavaju se reklamacije KDS na kvalitet isporučene električne energije. Reklamacija se podnosi zbog zastoja proizvodnog procesa KDS. Stručne službe ODS nakon uložene reklamacije postavljaju analizator kvaliteta električne energije visokih tehničkih performansi, na mestu priključenja KDS. Cilj je dobiti tehnički kvalitetnu analizu kojom će se utvrditi uzroci problema zastoja proizvodnog procesa kod KDS.

Ovaj rad upravo ima za cilj da predstavi jedan takav primer iz prakse na području "Elektrodistribucije Novi Sad" na distributivnom području "DP Novi Sad".

**Ključne reči:** kvalitet električne energije, reklamacija KDS, analiza merenja

#### ABSTRACT

Electrical power delivery (by electrical utility) is defined in legitimate electrical regulations. Operator of distribution system (ODS), "Electrodistribution of Serbia", in issuing the Conditions for delivery, precisely marks out in item four the basic technical specifications about distribution system in point of delivery. According to this, the customer gains the information about these technical data in term of adaption its production process. In contrary, this process will be sensible to power delivery of certain technical specifications defined in the Conditions.

In real – time during dispatching of distribution system, it is not unusual that some customer's complaints occur concerning the power quality due to failure of the production process. After the consideration of complaints, qualified personnels connect the high performance power quality measuring device to the point of delivery, mostly in customer's substation in order to obtain proper power quality analysis that reveals the cause of production process failure at customer.

This paper deals with such an example originates from real case in "Electrodistribution Novi Sad", distribution area "DP Novi Sad".

**Key words:** power quality, customer's complaint, measurement analysis

\* milica.porobic@odsrs, 021/4821-504

## 1. UVOD

Ogranak "Elektrodistribucija Novi Sad" je jedan od sedam Ogranaka na konzumu Distributivnog područja (DP) Novi Sad Operatora distributivnog sistema (ODS) električne energije, "Elektrodistribucija Srbije".

Konzum Ogranka "ED Novi Sad" čini 310233 korisnika distributivnog sistema. "Barry-Callebaut-chocolate factory Novi Sad" je korisnik distributivnog sistema (KDS) koji se napaja iz distributivne trafostanice TS 20/0,4 kV Fabrika čokolade koja se nalazi u distributivnoj mreži kojom upravlja Ogranak "ED Novi Sad". Kompanija "Barry-Callebaut-chocolate factory Novi Sad" je od strane Republike Srbije prepoznata kao značajan investitor u oblasti ekonomskog razvoja države, što svakako unosi dodatnu obavezu ODS o brizi za kvalitet isporuke i isporučene električne energije ovog KDS. Potreba za analizom isporuke i isporučene električne energije KDS "Barry-Callebaut-chocolate factory Novi Sad" je nastala zbog žalbe KDS ODS-u na česte zastoje u proizvodnom procesu fabrike. Prekidi u proizvodnom procesu fabrike su po mišljenju KDS prouzrokovani zbog lošeg kvaliteta električne energije ODS. U okviru sektora za upravljanje DEES Ogranka "ED Novi Sad" formiran je tim zadužen za postavljanje uređaja za praćenje kvaliteta isporuke i isporučene električne energije, kao i za analizu podataka.

## 2. KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE: DEFINICIJE I REZULTATI

U radu su u okviru tri celine predstavljene karakteristike DEES, analiza problema u vezi sa žalbom KDS na kvalitet električne energije, kao i zaključci analize.

### 2.1 Karakteristike konzuma DEES na koji je priljučen KDS

TS 20/0,4 kV "Fabrika čokolade" se u DEES nalazi na konzumu TS 110/20/10 kV "Novi Sad 9", ET 110/20/10 kV broj 1, na 20 kV izvodu "Zrenjaninski put". TS 110/20 kV/kV "Novi Sad 9" se napaja sa dva 110kV dalekovoda DV broj 176/1 sa TS 400/220/110kV "Novi Sad 3" i DV broj 176/2 sa "Termoelektreane Toplane Novi Sad" ("TE-TO"). 110 kV postrojenje se sastoji od dva dalekovodna polja i dva energetska transformatora 110/20/10 kV instalisane snage 63 MVA. TS 110/20 kV/kV "Novi Sad 9" snabdeva električnom energijom 9993 korisnika. Distributivna mreža oba ET 110/20/10 kV iznosi 77,465 km kablovske mreže i 55,617 km nadzemne mreže. Na konzumu ove napojne TS se nalaze KDS koji po internim Uputstvima i Procedurama ODS imaju status značajan korisnik DEES. Pored "Barry-Callebaut-chocolate factory Novi Sad" isti status imaju i kompanije "Lear" i "CTP Gama Continental", "Naftovod", "Refinerija" i drugi.

TS 110/20 kV/kV "Novi Sad 9" je u sistemu daljinskog nadzora, kontrole i upravljanja (SCADA), što daje mogućnost praćenja rada rasklopne opreme i jedinstvenog sistema zaštite, nadzora, kontrole i upravljanja u normalnim pogonskim uslovima kao i u režimu kvara. Zvezdišta energetskih transformatora su uzemljena preko zajedničkog otpornika od 40  $\Omega$  u neutrali, čime se struje zemljospojeva ograničavaju na 300 A. Za otklanjanje prolaznih kvarova u srednjenaponskoj mreži koristi se kombinacija tehnike zemljospojnog prekidača (ZP) i automatike ponovnog uključanja izvoda (APU).

Automatika ZP treba da detektuje u kojoj fazi je kvar a potom da nalog za uključanje ZP u fazi pogođenoj kvarom, tj. da uzemlji fazu sabirnica 20kV koja je pogođena kvarom. Za vreme dok je prekidač uključen, fazni naponi zdravih faza porastu do vrednosti međufaznih napona, fazni napon faze u kvaru je nula, a međufazni naponi ostaju praktično nepromenjeni. Kako je sprema distributivnih transformatora Dyn ili Yzn i pošto se međufazni naponi ne menjaju, potrošači na niskom naponskom nivou neće imati prekide u napajanju. Ako je kvar bio prolazan, posle isključenja ZP nastavlja se redovan pogon DEES. Ukoliko kvar ne prođe nakon isključenja pola ZP, reagovala zaštita izvoda i APU izvoda (brzi/spori APU). Ukoliko kvar bude eliminisan radom APU (brzi/spori) nastavlja se redovan pogon DEES. Ako kvar nije bio prolazan, i ukoliko je kvar definitivno, zemljospojna zaštita 20 kV izvoda će isključiti izvodni prekidač (definitivno isključenje izvoda).

KDS-u se prilikom izdavanja Uslova za projektovanje i priključenje (UPP) daju i osnovni tehnički podaci o DEES na mestu priključenja KDS. Kroz stav 4 Uslova su definisani parametri zaštitnih uređaja u mreži DEES (vremena i vrednosti) na koje proizvodni proces KDS ne sme biti osetljiv.

Konkretno Stav 4 UPP za navedenog KDS je prikazan na slici 1:

#### 4. Osnovni tehnički podaci o DSEE na mestu priključenja

Ниво поузданости: 2. ниво.

Субтранзијентна ( $S_n$ ) снага трополног кратког споја на сабирницама 20 kV у ТС 110/20 kV/kV износи 500 MVA, време трајања кратког споја  $t=0,2$  s.

Вредност струје једнофазног земљоспоја у уземљеним мрежама 20 kV напона је ограничена на вредност 300 А.

За елиминисање пролазног земљоспоја примењује се:

- једнополни земљоспојни прекидач са брзином деловања мањом од 0,2 s,
- земљоспојна заштита на изводном прекидачу са временом трајања до 0,5 s,
- на изводима 20 kV у ТС 110/20 kV/kV се примењује аутоматско поновно укључење (АПУ) са два покушаја. У првом покушају се врши брзо АПУ са безнапонском паузом (трајање) од 0,3 s. Ако је квар и даље присутан, врши се други покушај укључења после безнапонске паузе (трајање) до 3 min (споро АПУ). Уколико је и надалеје присутан квар, заштита извршава трајно искључење 20 kV извода, након чега се приступа локализацији квара и његовом отклањању.

Уколико рад уређаја странке проузрокује смањење квалитета електричне енергије другим корисницима, под условом да прекорачује емисионе нивое дозвољене Правилима о раду дистрибутивног система "ЕПС Дистрибуција" д.о.о. Београд, може странки да обустави испоруку електричне енергије све док се не отклоне узроци сметњи

Slika 1 - Osnovni tehnički podaci o DSEE na mestu priključenja

Iste stavke definisane su i u okviru Pravila o radu distributivnog sistema <sup>[1]</sup> ODS, deo 2 Kvalitet električne energije, Odeljak Nепrekidnost isporuke stavke 2.3.4 i 2.3.5 koje kažu:

- Naponske smetnje uzrokovane operacijama rasklopnih aparata, dejstvom uređaja relejne zaštite i isključenjem opterećenja u poremećenom pogonu čije se dejstvo nije moglo predvideti ni izbeći ne smatraju se prekidima u isporuci električne energije.
- Na korisniku DS je odgovornost da ugradi dodatnu opremu u svoj objekat u cilju zaštite tehnološkog procesa za slučaj pojave poremećaja u distributivnoj mreži. Ova oprema ne sme biti aktivirana od prelaznih procesa.

Svakako kroz dokument UPP KDS prihvata da se njegov pogon projektuje tako da rad zaštitnih uređaja u DEES ne remeti proizvodni proces u postrojenju KDS.

## 2.2 Kvalitet električne energije - obaveza ODS

Odgovornosti i dužnosti Operatora distributivnog sistema električne energije definisane su i Članom 135. Zakona o energetici Stav 1 kroz koji se navodi da je Operator distributivnog sistema električne energije odgovoran za siguran, pouzdan i bezbedan rad distributivnog sistema i kvalitet isporuke električne energije. <sup>[2]</sup>

U skladu sa članom 136. Zakona o energetici, Operator distributivnog sistema (ODS) je doneo Pravila o radu distributivnog elektroenergetskog sistema (DEES) <sup>[3]</sup>. Ovim pravilima uređuju se međusobni odnosi ODS, korisnika i snabdevača. U delu 2 navedenog pravila definiše se Kvalitet električne energije <sup>[1]</sup>.

ODS je odgovoran za kvalitet električne energije, a koji obuhvata:

- kvalitet isporučene električne energije (U, f) i
- kvalitet isporuke električne energije (SAIDI, SAIFI).

Pouzdanost isporuke električne energije prati se preko sledećih pokazatelja pouzdanosti: prosečno trajanje prekida isporuke u minutima po mestu predaje el.energije SAIDI, prosečna učestalost prekida isporuke po mestu predaje električne energije SAIFI i prosečno trajanje prekida isporuke CAIDI.

Pravilima o Radu DEES se utvrđuju parametri i način kontrole kvaliteta električne energije.

Kvalitet isporučene električne energije ocenjuje se na osnovu kvaliteta napona i kvaliteta frekvencije.

Kvalitet isporuke električne energije ocenjuje se na osnovu trajanja i učestalosti prekida u isporuci električne energije.

Kvalitet električne energije se procenjuje u odnosu na normalne pogonske uslove.

Merenje kvaliteta električne energije vrši se na mestu preuzimanja ako postoje tehničke mogućnosti ili na tehnički pogodnom mestu za obavljanje merenja, a po potrebi i u objektima korisnika radi utvrđivanja činjeničnog stanja.

### 2.2.1 Kvalitet napona

Kvalitet napona na mestu priključenja objekta korisnika i proizvođača, odnosno povezivanja DS sa prenosnim sistemom, drugim DS i zatvorenim DS, utvrđuje se merenjem i praćenjem parametara:

- veličine (amplitude  $U_{eff}$ ),
- talasnog oblika (THD),
- fluktuacije (flikeri) i
- simetričnosti faznog napona.

Veličina (amplituda) napona utvrđuje se merenjem. Pri normalnim pogonskim uslovima tokom 7 dana u bilo kojem periodu godine, 95% desetominutnih srednjih efektivnih vrednosti napona napajanja mora biti u opsegu definisanom u aktu kojim se uređuje isporuka električne energije i to  $\pm 10\%$ .

Talasan oblik napona utvrđuje se merenjem. Pri normalnim pogonskim uslovima tokom 7 dana u bilo kojem periodu godine, 95% desetominutnih srednjih efektivnih vrednosti napona za svaki pojedinačni harmonik napona ne sme da pređe vrednost datu u tabeli 1. Faktor ukupnog harmonijskog izobličenja napona napajanja, THD, ne sme da pređe 8%.

Непарни хармоници				Парни хармоници	
Нису умношци броја 3		Умношци броја 3			
Ред h	Релативна амплитуда $u_h$	Ред h	Релативна амплитуда $u_h$	Ред h	Релативна амплитуда $u_h$
5	6%	3	5%	2	2%
7	5%	9	1,5%	4	1%
11	3,5%	15	0,5%	6...24	0,5%
13	3%	21	0,5%		
17	2%				
19	1,5%				
23	1,5%				
25	1,5%				

Tabela 1 - Harmonici napona – dozvoljene vrednosti

Fluktuacija napona koja se ispoljava pojavom flikera utvrđuje se merenjem. Pri normalnim pogonskim uslovima, tokom 7 dana u bilo kojem periodu godine, dugotrajna jačina flikera koji je izazvan fluktuacijom napona mora da bude manja ili jednaka 1 tokom 95% vremena.

Simetričnost faznog napona se utvrđuje merenjem. Pri normalnim pogonskim uslovima tokom 7 dana u bilo kojem periodu godine, 95% desetominutnih srednjih efektivnih vrednosti inverzne komponente napona napajanja mora biti u opsegu od 0% do 2% direktne komponente osnovnog napona napajanja.

Faktor snage se utvrđuje merenjem. Pod normalnim pogonskim uslovima tokom 7 dana u bilo kojem periodu godine vrednost faktora snage u distributivnoj mreži je u opsegu od 0,95 do 1.

## 2.2.2 Neprekidnost isporuke

Prekid u isporuci električne energije se može klasifikovati kao:

- 1) planirani prekid koji je prethodno dogovoren i kada su korisnici DEES blagovremeno obavešteni;
- 2) neplanirani prekid nastao usled trajnih ili prolaznih kvarova.

Neplanirani prekid nastaje usled događaja koji nisu mogli biti predviđeni u DEES. Neplanirani prekid prestaje uspostavljanjem normalnih pogonskih uslova.

Pouzdanost isporuke električne energije prati se preko usvojenih pokazatelja pouzdanosti: SAIDI, SAIFI, CAIDI.

## 2.3 Analiza merenja ODS i podataka KDS

Na osnovu žalbe KDS na kvalitet isporučene električne energije kojom su poremećeni poslovni i proizvodni procesi u fabrici, ODS postavlja uređaj za merenje kvaliteta isporučene električne energije.

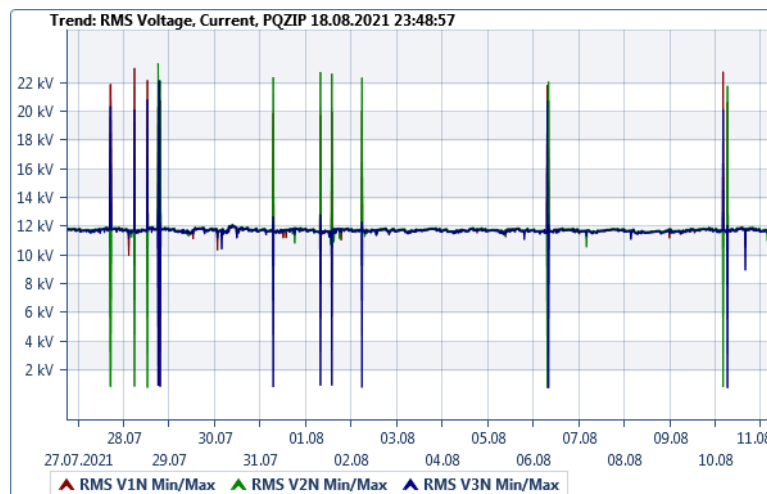
Merenja su obavljena mrežnim analizatorom proizvođača ELSPEC tip BlackBox G4500 class A, direktnim priključenjem na mestu predaje električne energije. Merenja su vršena u dva vremenska intervala: od 26.07.2021. do 11.08.2021. i od 11.08.2021 do 19.08.2021.

Merenja i analiza su rađeni u skladu sa obavezujućom regulativom u oblasti elektroenergetike:

- Zakon o energetici;
- Uredba o uslovima isporuke električne energije;
- Pravila o radu DEES, Poglavlje 2;
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona, *Službeni list SFRJ br.53/88, 54/88, 28/95 Poglavlje 5, od člana 163. do člana 167.*

### 2.3.1 Merenje u intervalu od 26.07. do 11.08.2021.

Dijagram efektivne vrednosti snimljenog napona u periodu od 26.07. do 11.08.2021. je prikazan na slici broj 2.



Slika 2 - Dijagram efektivne vrednosti snimljenog napona

Zabeleženi poremećaji napona (početak, kraj) i njihovo trajanje je u intervalu od 26.07. do 11.08.2021. su prikazani u tabeli broj 2.

U intervalu od 26.07. do 11.08.2021. zabeleženo je 20 poremećaja napona. Najduže trajanje poremećaja napona je iznosilo 409,97 ms. U navedenom intervalu KDS "Barry-Callebaut-chocolate factory Novi Sad", TS "Fabrika čokolade" nije imala poremećaje u proizvodnom procesu u fabrici.

Kao zaključak za merenje u intervalu od 26.07. do 11.08.2021. se može reći da su poremećaji napona zabeleženi u navedenom vremenskom intervalu bili posledica prolaznih zemljospojeva na konzumima ET broj 1 ili ET broj 2 u TS 110/20/10 kV "Novi Sad 9". Ni jedan od registrovanih događaja, koji su posledica rada zaštitnih uređaja zbog prolaznih kvarova u mreži ODS nisu poremetili proizvodni proces u fabrici KDS "Barry-Callebaut-chocolate factory Novi Sad".

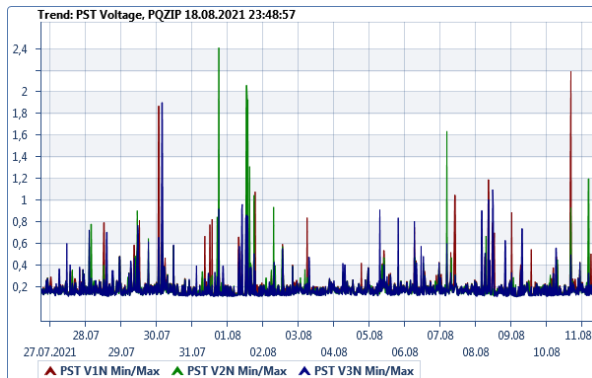
27.07.2021 17:38:49.219509	27.07.2021 17:38:49.629483400	00:00.409974400
27.07.2021 17:38:49.829520100	27.07.2021 17:38:49.939565600	00:00.110045500
28.07.2021 03:10:30.493782300	28.07.2021 03:10:30.553778300	00:00.059996000
28.07.2021 06:28:29.728859700	28.07.2021 06:28:30.0388845	00:00.309985300
28.07.2021 13:04:15.924266400	28.07.2021 13:04:16.244345100	00:00.320078700
28.07.2021 18:44:38.754079800	28.07.2021 18:44:39.064087100	00:00.310007300
28.07.2021 19:20:02.246888900	28.07.2021 19:20:02.556910800	00:00.310021900
28.07.2021 19:56:31.011820100	28.07.2021 19:56:31.331837700	00:00.320017600
30.07.2021 02:11:57.180045100	30.07.2021 02:11:57.209942400	00:00.029897300
31.07.2021 07:40:30.307342500	31.07.2021 07:40:30.617221200	00:00.309878700
01.08.2021 08:41:34.315292100	01.08.2021 08:41:34.625395400	00:00.310103300
01.08.2021 14:36:46.761285500	01.08.2021 14:36:47.071219700	00:00.309934200
02.08.2021 06:21:12.931802800	02.08.2021 06:21:13.251630800	00:00.319828000
06.08.2021 08:16:10.583357300	06.08.2021 08:16:10.893396100	00:00.310038800
06.08.2021 09:04:10.214360700	06.08.2021 09:04:10.544534100	00:00.330173400
10.08.2021 05:18:23.057959800	10.08.2021 05:18:23.367890600	00:00.309930800
10.08.2021 07:48:09.167658300	10.08.2021 07:48:09.487674500	00:00.320016200
10.08.2021 16:54:30.962519	10.08.2021 16:54:31.022538	00:00.060019000
10.08.2021 17:00:41.195713800	10.08.2021 17:00:41.265594	00:00.069880200
10.08.2021 17:00:42.325034200	10.08.2021 17:00:42.385018100	00:00.059983900

Tabela 2 - Datum i trajanje poremećaja napona

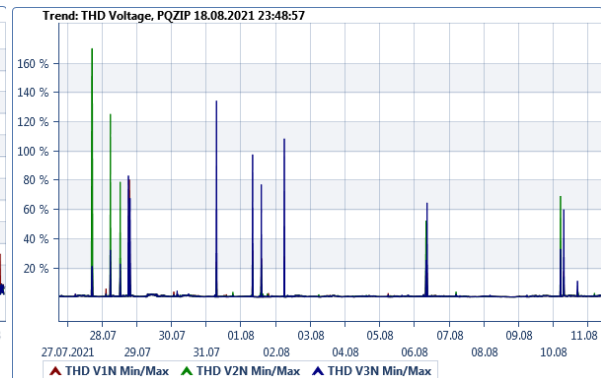
Iz analize merenja je utvrđeno da ni jedan red harmonika ne prelazi dozvoljene granice.

Sa dijagrama prikazanog na slici 3 se vidi da se u periodu monitoringa prelaze dozvoljene granice flikera u različitim vremenima monitoringa. Dozvoljena maksimalna vrednost flikera je manja ili jednaka 1.

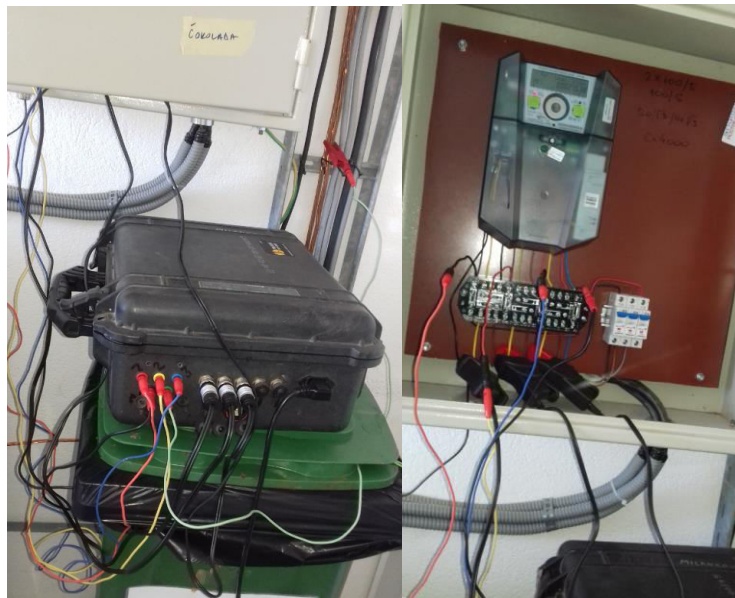
Dijagram na slici 4 predstavlja merenje THD faktora napona, sa graničnom vrednošću od 8%. Sa dijagrama se može utvrditi da su merene vrednosti iznad dozvolje granice u različitim vremenima monitoringa.



Slika 3 - Flikeri napona (flikerm<sub>ax</sub>≤1)



Slika 4 - THD napona (THD<sub>max</sub>≤8%)

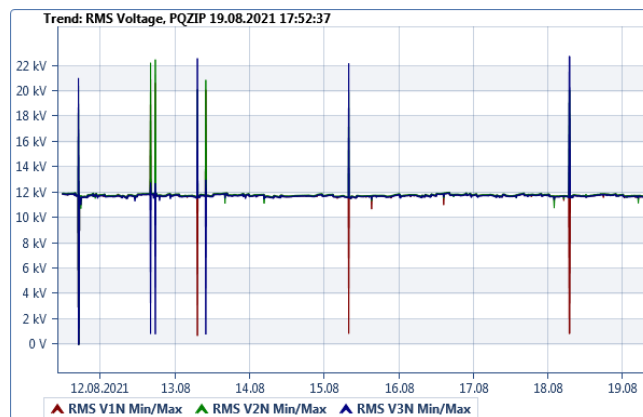


Slika 5 - Fotografija mernog analizatora na mestu merenja

Mrežni analizator je priključen na mestu primopredaje električne energije (slika 5) korisniku distributivnog sistema, odnosno na redne stezaljke mernog uređaja (brojila električne energije). Brojilo električne energije je priključeno na sekundare mernih transformatora u 20 kV mernoj ćeliji, odnosno merenje je indirektno u TS 20/0,4 kV "Fabrika čokolade". Sam priključak mrežnog analizatora je izveden preko petoamperskih strujnih klešta, a napon od 100 V, 50Hz se dovodi direktno na ulaz mrežnog analizatora.

### 2.3.2 Merenje u intervalu od 11.08. do 19.08.2021.

Dijagram efektivne vrednosti merenog napona snimljenog u periodu od 11.08. do 19.08.2021. je prikazan na slici broj 6.



Slika 6 - Dijagram efektivne vrednosti snimljenog napona

Tehnička služba KDS "Barry-Callebaut-chocolate factory Novi Sad" je tehničkoj službi upravljanja ODS dostavila tri dokumenta u excel formi, gde su prikazani rezultati izveštajnih funkcija upravljačkih jedinica u fabrici, sa zabeleženim poremećajima u procesu proizvodnje. Dostavljeni dokumenti su:

1. VCP11.xls - događaj od 15.07.2021.
2. VCP12.xls - događaji od 13.08.2021. i jedan od 18.08.
3. HML01.xls - događaji od 18.08.2021.

Uporedna analiza dostavljenih podataka KDS i podataka merenja analizatorom:

1. U dostavljenom dokumentu pod rednim brojem jedan VCP11.xls je dat podatak o događaju od 15.07.2021. u 23:45:47. gde je registrovan jedan događaj, gubitak faze (Phase 1 Loss). Navedeni datum je datum pre početka snimanja mrežnim analizatorom. Ne postoji snimljen dijagram napona sa mrežnog analizatora za navedeni datum. Snimanje je počelo 26.07. U SCADA sistemu ODS u mrežnoj topologiji hijerarhijski nadređenih objekata KDS-u nema zabeleženih događaja za navedeni datum i vreme. U SCADA sistemu OPS (Operator prenosnog sistema) za hijerarhijski nadređene objekte ODS-u nema zabeleženih događaja za navedeni datum i vreme.  
Poremećaj u proizvodnom procesu KDS od 15.07.2021. u 23:45:47 nije posledica događaja u DEES niti poremećaja u kvalitetu isporučene energije od strane ODS.  
Poremećaja u kvalitetu isporučene električne energije od strane ODS nije bilo, za navedeni datum i vreme.
2. U dostavljenom dokumentu KDS-a pod rednim brojem dva VCP12.xls su dati podaci o događajima od 13.08.2021. podeljenih u više vremenskih intervala. U navedenom intervalima je registrovano ukupno 65 događaja, gubitak faze (Phase 1 Loss ili Phase 2 Loss ili Phase 3 Loss) u fabrici.  
U istom dokumentu je jedan događaj od 18.08. u 04:00:32, gubitak faze (Phase 1 Loss). Dostavljeni događaji Phase 1 Loss od 13.08.2021. su podeljeni u više vremenskih intervala:
  - a) od 07:19:26 do 07:53:51 AM ukupno 9 događaja
  - b) od 01:05:59 do 01:06:42 PM ukupno 4 događaja
  - c) od 02:41:54 do 02:48:38 PM ukupno 31 događaj
  - d) od 4:36:26 do 6:31:43 PM ukupno 3 događaja
  - e) u 9:11:41 PM 1 događaj
  - f) od 12:04:30 do 12:53:38 PM ukupno 16 događaja

Od svih 65 događaja *Phase x Loss* ( $x=1,2$  ili  $3$ ) registrovanih 13.08. u kojim su se desili poremećaji proizvodnog procesa kod KDS u fabrici, na dijagramu snimljenog napona za 13.08. zabeležena su samo tri poremećaja u mreži ODS.

Prvi se desio u 7:27:59.470 ms u trajanju od 39,8 ms i

Drugi u 7:27:59.540 ms u trajanju od 319,8 ms

Treći se desio u 10:17:30.950 i trajao je 309,9 ms.

Prvi događaj u trajanju od 39,8 ms se neće razmatrati, obzirom na dužinu trajanja poremećaja.

Druga dva poremećaja su posledica delovanja zemljospojnog prekidača za kvarove na izvodu koji se napaja sa drugog energetskog transformatora u odnosu na izvor napajanja 20 kV izvoda "Zrenjaninski put" na kome se nalazi fabrika, a koji se napaja sa ET broj 1.

Nam	Phase	Događaj u mreži ODS	Value	Value (% from re)	Start time	End time	Duration	Problem u proizvodnom procesu
Dip	V3N	radio ZP-eliminisaó ZS Kalište-ET2	833,3125	7,226563%	12.08.2021 16:24:31.623986	12.08.2021 16:24:31.944034	00:00.320048000	NE
Swell	V1N,V2N	radio ZP-eliminisaó ZS Kalište-ET2	21384	185,1563%	12.08.2021 16:24:31.633922100	12.08.2021 16:24:31.944034	00:00.310111900	NE
Dip	V3N	radio ZP-eliminisaó ZS Kovilj-ET1	807,25	7,03125%	12.08.2021 17:54:09.083165	12.08.2021 17:54:09.383227	00:00.300062000	NE
Swell	V1N,V2N	radio ZP-eliminisaó ZS Kovilj-ET1	21405	185,3516%	12.08.2021 17:54:09.073232100	12.08.2021 17:54:09.383227	00:00.309994900	NE
Dip	V1N	radio ZP- ZP + APU brzi Kalište-ET2	8172	70,80078%	13.08.2021 07:27:59.470624800	13.08.2021 07:27:59.510510100	00:00.039885300	DA
Swell	V2N,V3N	radio ZP- ZP + APU brzi Kalište-ET2	17594	152,3438%	13.08.2021 07:27:59.470624800	13.08.2021 07:27:59.510510100	00:00.039885300	DA
Swell	V2N,V3N	radio ZP- ZP + APU brzi Kalište-ET2	20941	181,3477%	13.08.2021 07:27:59.540526900	13.08.2021 07:27:59.850410100	00:00.309883200	DA
Dip	V1N	radio ZP- ZP + APU brzi Kalište-ET2	673,1563	5,859375%	13.08.2021 07:27:59.540526800	13.08.2021 07:27:59.860403700	00:00.319876900	DA
Dip	V3N	radio ZP-eliminisaó ZP Kalište-ET2	782,375	6,787109%	13.08.2021 10:17:30.913030400	13.08.2021 10:17:31.213005500	00:00.299975100	NE
Swell	V1N,V2N	radio ZP-eliminisaó ZP Kalište-ET2	21162	183,252%	13.08.2021 10:17:30.903104400	13.08.2021 10:17:31.213005600	00:00.309901200	NE
Dip	V1N	radio ZP-eliminisaó ZS Kovilj-ET1	920,1875	8,007813%	15.08.2021 08:10:37.623383700	15.08.2021 08:10:37.933534200	00:00.310150500	NE
Swell	V2N,V3N	radio ZP-eliminisaó ZS Kovilj-ET1	20934	181,25%	15.08.2021 08:10:37.613319100	15.08.2021 08:10:37.933534200	00:00.320215100	NE
Dip	V1N	radio ZP-eliminisaó ZP Kalište-ET2	839,0625	7,275391%	18.08.2021 07:10:45.626192800	18.08.2021 07:10:45.936341100	00:00.310148300	NE
Swell	V2N,V3N	radio ZP-eliminisaó ZP Kalište-ET2	20986	181,7383%	18.08.2021 07:10:45.616266700	18.08.2021 07:10:45.936341100	00:00.320074400	NE

Tabela 3 - Datum i trajanje poremećaja napona

U dostavljenom dokumentu iz fabrike VCP12.xls u intervalu a) postoje dva događaja u 07:27:52 Phase 1 Loss i 07:27:21 Phase 3 Loss koji su bliski vremenu snimljenog događaja poremećaja u mreži ODS u 7:27:59.540 ms. Ne može se sa sigurnošću tvrditi da je poremećaj u fabrici kod KDS prouzrokovan poremećajem u mreži ODS zabeleženim mrežnim analizatorom u 7:27:59.540.

Ako pretpostavimo da je poremećaj u mreži ODS od 7:27:59.540 prouzrokovao poremećaj kod KDS u 07:27:52, zaključili bi da je od ukupno prijavljenih 65 događaja poremećaja proizvodnog procesa u fabrici 13.08. samo jedan mogao biti prouzrokovan događajem u mreži ODS, dok 64 događaja poremećaja proizvodnog procesa u fabrici KDS sigurno nisu posledica poremećaja u kvalitetu isporuke i isporučene električne energije ODS KDS-u, jer ih nema zabeleženih za period monitoringa mrežnim analizatorom.

Za sve preostale tehnički slične zabeležene događaje u mreži ODS, a njih je pored razmatranog još šest u periodu monitoringa (tabela 3) zaključujemo da nijedan poremećaj koji je bio posledica prolaznih zemljospojeva na 20 kV izvodima konzuma ET broj 1 ili ET broj 2 u TS 110/20/10 kV "Novi Sad 9", nije uticao na poremećaj proizvodnog procesa u fabrici KDS.

Mrežnim analizatorom su 13.08. u 16:23 zabeležena dva događaja definisana kao RVC (rapid voltage changes) tj. brza promena efektivne vrednosti napona u trajanju oko 100 ms, KDS nije imao problem u proizvodnji zbog ovih događaja.

U dostavljenom dokumentu KDS-a postoji i jedan događaj od 18.08. u 04:00:32, gubitak faze (Phase 1 Loss). Za dati događaj poremećaja kod KDS nema snimljenih poremećaja mrežnim analizatorom u toku monitoringa.

- U dostavljenom dokumentu KDS-a pod rednim brojem tri HML01.xls su dati podaci o događajima od 18.08.2021. u 02:47:55 do 02:56:39. U navedenom intervalu je registrovano osam događaja, gubitak faze (Phase 1 Loss ili Phase 2 Loss).

U navedenom vremenskom intervalu na dijagramu snimljenog napona mrežnim analizatorom nije zabeležen ni jedan poremećaj.

Poremećaj u proizvodnom procesu KDS od 18.08.2021. nije posledica poremećaja u kvalitetu isporučene energije od strane ODS.

Mrežnim analizatorom za navedeni datum i vreme nije registrovan ni jedan poremećaj u kvalitetu isporučene električne energije.

Za navedeni vremenski interval od 11.08. do 19.08.2021. KDS je dostavio podatke o ukupno 74 događaja u kojima su se desili problemi u proizvodnim procesima u fabrici.

Mrežnim analizatorom je u datom periodu monitoringa registrovano 7 poremećaja napona.

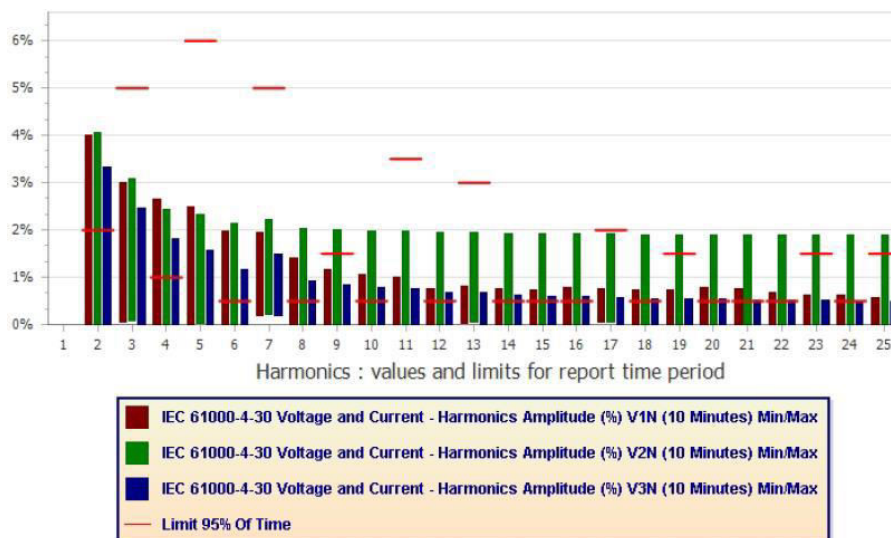
Samo jedan poremećaj napona od strane ODS (13.08. u 7:27:59.540) je blizak vremenu događaja u kome se desio problem u proizvodnom procesu u fabrici (13.08. 07:27:52).

Za preostala 73 događaja u kome su se desili problemi u proizvodnom procesu u fabrici KDS, monitoring mrežnim analizatorom ne registruje ni jedan poremećaj u kvalitetu isporučene električne energije KDS.

Poremećaji proizvodnog procesa u fabrici "Barry-Callebaut-chocolate factory Novi Sad" nisu posledica problema kvaliteta isporučene električne energije od strane ODS.

Na dijagramu na slici 7 se vidi da veliki broj harmonika različitog reda prelazi dozvoljene granice (crvene horizontalne linije za svaki red harmonika su označene na dijagramu).



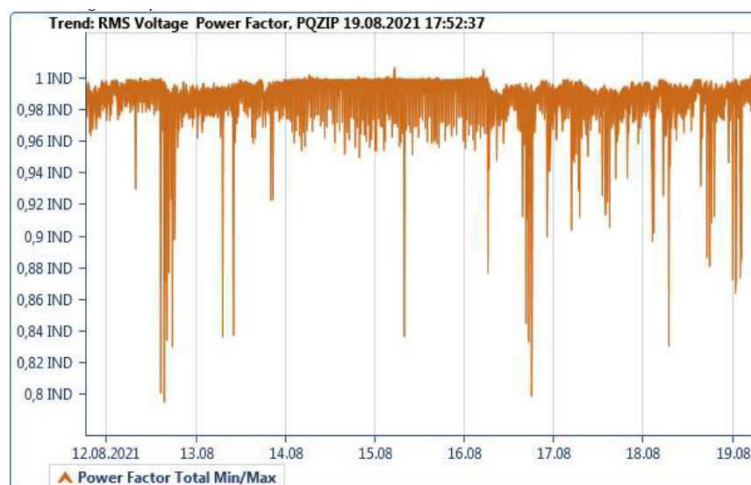


Slika 7 - Harmonici napona od 2.-25. sa označenim dozvoljenim granicama za svaki harmonik

Merenjem je utvrđeno da se u periodu monitoringa prelaze dozvoljene granice flikera u različitim vremenima monitoringa. Dozvoljena maksimalna vrednost flikera je manja ili jednaka 1.

Zaključak za merenje THD faktora, sa graničnom vrednošću od 8% jeste da su merene vrednosti iznad dozvoljene granice u različitim vremenima monitoringa.

Dijagram na slici 8 predstavlja merenje faktora snage  $\cos\phi$ . Sa dijagrama se uočava da je faktor snage  $\cos\phi$  u različitim vremenima monitoringa ispod granice definisane UPP.

Slika 8 - Faktor snage  $\cos\phi$ 

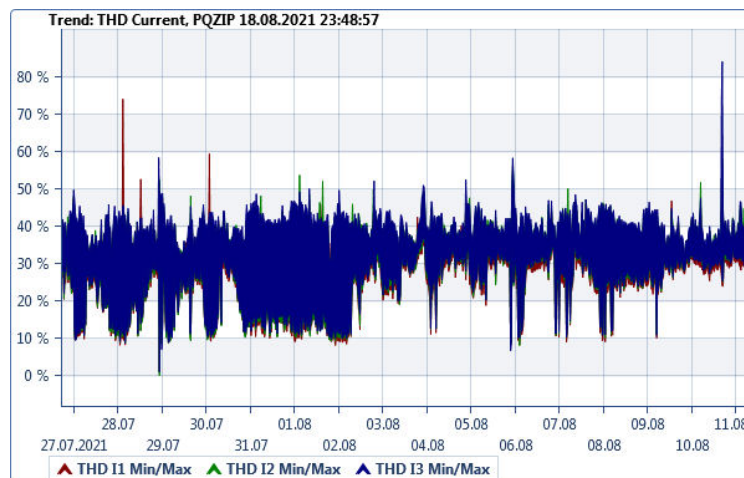
Sa dijagrama merenja harmonika, flikera, THD i  $\cos\phi$  se može zaključiti da postoji negativan uticaj rada pogona KDS na DEES.

Potrebno je da KDS reguliše proizvodni proces tako da navedeni faktori kvaliteta električne energije (prikazani u prilogu 1 monitoringa) ne prelaze unapred definisane i dozvoljene granice.

### 2.3.3 Merena distorzija struje

U okviru usvojene zakonske regulative u oblasti elektroenergetike nije definisana granica dozvoljenog izobličenja talasnog oblika struje THDI. Iz rezultata merenja dijagram sa THDI pokazuje da je THDI u prvom intervalu merenja sve vreme merenja između 10% i 50%, slika 9. KDS sa ovakvim talasnim oblicima struje svakako ima nepovoljan uticaj na mrežu DEES. Autori su želeli da u okviru rada daju napomenu o rezultatima laboratorijskih merenja koja su vršena u svrhu utvrđivanja uticaja strujne distorzije na merenja indukcionih brojlja. Ispitivanjem je ustanovljeno da brojilo vrlo brzo ispada iz klase tačnosti nakon što strujna distorzija

pređe 50%. Greške merenja brojila se tada kreću od (3-5)%. Autori su mišljenja da bi bilo dobro razmotriti uvođenje strujne distorzije KDS u zakonsku regulativu, čime bi se upotpunio uticaj KDS na DEES.



Slika 9 - THD struje

### 3. ZAKLJUČAK

- Na osnovu merenja parametara kvaliteta električne energije i reklamacije KDS na određene parametre kvaliteta može se zaključiti da je na mestu predaje električne energije (20 kV obračunsko merno mesto) efektivna vrednost napona u okvirima tehničkih propisa definisanim kroz obavezujuću regulativu u oblasti elektroenergetike;
- Na osnovu analize rezultata merenja i uočenih događaja zaključujemo da KDS u svom pogonu treba da sagleda karakteristike tehnoloških procesa, tehničke osobine pogona i električne instalacije, kako bi se postigla veća pouzdanost i stabilnost procesa, na šta ukazuju i važeći propisi definisani kroz obavezujuću regulativu u oblasti elektroenergetike i uslovi definisani u UPP;
- Vrednosti merenja faktora snage (ispod 0.95) ukazuju na neophodnost revizije kompenzacije, odnosno dovođenje faktora snage KDS do naznačene vrednosti (definisano u izdatim uslovima UPP).
- U okviru zakonske regulative razmotriti uvođenje THDI<sub>max</sub> za KDS.

### LITERATURA

- [1] Pravila o radu Distributivnog sistema, "EPS Distribucija Beograd" d.o.o Beograd, jul 2017. [strane 12 i 13](#);
- [2] Zakon o energetici, "Službeni glasnik RS", br. 145/2014, [Član 135, stav 1](#);
- [3] Zakon o energetici "Službeni glasnik RS", br. 145/2014, [Član 136](#);