

Evropski dani Sunca
01–19. maj 2018.



European
Solar Days

01 – 19. maj 2018.



ДОИЕ



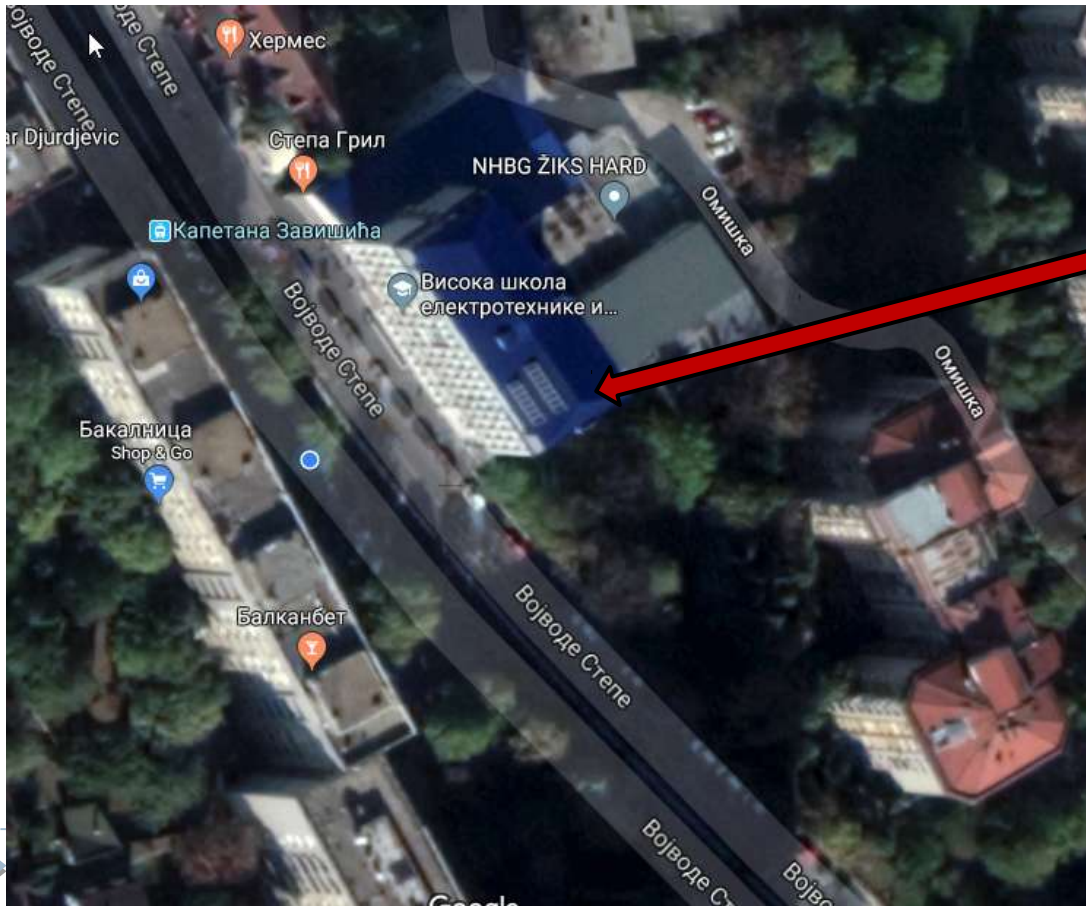
Fotonaponska elektrana u Visokoj školi elektrotehnike i računarstva u Beogradu, VIŠER

Dr Aleksandra Grujić, dipl.inž.el, profesor visoke škole

Tehnički opis fotonaponske elektrane VIŠER



- ▶ Na krovu VIŠER-a - off-grid fotonaponska elektrana
- ▶ Mesto postavljanja -deo krova ka ulici Vojvode Stepe 283 iznad laboratorije za obnovljive izvore energije



VIŠER: 44.768N;
20.480E

Tehnički opis fotonaponske elektrane VIŠER



- ▶ Fotonaponska (PV) elektrana VIŠER:
- ▶ Krov je izveden kao krov sa dve vode, strana dimenzija 36,88x14,53x5m, pod nagibom u odnosu na horizontalu od 12°
- ▶ Pravac jugo – zapad pod uglom od 30°
- ▶ U blizini nema prepreka koje bacaju senku
- ▶ Dve grupe po 7 i 8 PV panela (polikristalni, 265Wp, 16,2 %)
- ▶ Noseća konstrukcija ugao 33°
- ▶ Off-grid fotonaponska elektrana VIŠER- svu proizvedenu električnu energiju predaje potrošačima u **laboratoriji za obnovljive izvore energije**



Laboratorija za obnovljive izvore energije



Tehnički opis modula



Model	SCHRACK ASM6610P
Materijal	Polikristalni silicijum
Nazivna DC snaga	265 Wp
Optimalni radni napon	31,16 V
Optimalna radna struja	8,57 A
Napon otvorenog kola V_{OC}	38,12 V
Struja kratkog spoja I_{SC}	9,01A
Dužina	1,654 m
Širina	0,989 m
Efikasnost	16,20%
NOCT	46°C±2°C
Koeficijent promene V_{OC} sa temperaturom	-0,32%/K
Koeficijent promene max DC snage sa temperaturom	-0,42%/K
Koeficijent promene I_{SC} sa temperaturom	+0,059%/K

Tehnički opis invertora



Model	Fronius Symo 4,5-3-M
ULAZNA (DC) STRANA	
MPP opseg ulaznog napona ($U_{DCmin} - U_{DCmax}$)	150-1000 V
Minimalni ulazni napon $U_{DCstart}$	200 V
Nominalni ulazni napon	595 V
MPPT opseg ulaznog DC napona ($U_{mppmin} - U_{mppmax}$)	150-800 V
IZLAZNA (AC) STRANA	
Maksimalna izlazna snaga	4500 W
Maksimalna efikasnost	98 %
Euro efikasnost	97,2 %

Invertor je postavljen u laboratoriju za obnovljive izvore energije i ima integrisani sistem za kontrolu i upravljanje



Tehnički opis fotonaponske elektrane VIŠER




- ▶ Ukupna instalisana snaga fotonaponske elektrane VIŠER
- ▶ Instalisana snaga potrošača u laboratoriji za obnovljive izvore energije za koje treba obezbediti iz PV elektrane je **$\Sigma P_i = 4 \text{ kW}$**
- ▶ Jednovremena snaga potrošača u laboratoriji za koje treba obezbediti napajanje preko PV elektrane je:
 $\Sigma P_i = 3,7 \text{ kW}$
- ▶ Ukupna snaga PV elektrane je:
$$P_{DC} = 15 \cdot 265W = 3975W = 3,975kW$$
- ▶ Maksimalni napon na priključcima PV panela (na -20°C):
$$V_{OC_{\max}} = V_{OC_p} \cdot (1 + 0.0033 \cdot (25 + 20)) = 15 \cdot 38.12 \cdot (1 + 0.0033 \cdot (25 + 20)) = 655.8V$$

Tehnički opis fotonaponske elektrane VIŠER



- ▶ Napon na krajevima PV panela pri maksimalnoj snazi:

$$V_{\max} = 15 \cdot 31,16V = 467,4V$$

- ▶ Sa aspekta uklopivosti invertora u PV elektranu može se zaključiti da je izbor adekvatan jer je:
- ▶ Napon u tački maksimalne snage unutar MPPT opsega napona odabranog invertora ($150V < 655,8V < 800V$) kao i u pogledu maksimalno dozvoljenog napona ($467,4V < 1000V$)
- ▶ Invertor je dimenzionisan tako da može preuzeti maksimalnu snagu PV panela
 $P_P = 3975W < P_{inv} = 4500W$



Tehnički opis fotonaponske elektrane VIŠER



- ▶ Od avgusta 2016 godine (cca 19 meseci rada) zabeležene su sledeće vrednosti karakterističnih veličina do 3.5.2018.:
- ▶ Ukupna proizvedena električna energija: 7701kWh
- ▶ U toku 2018 godine proizvedeno 1255 kWh
- ▶ Ukupna ušteda u emisiji CO₂ u atmosferu od početka rada je 4081 kg
- ▶ Ukupna ušteda u emisiji CO₂ u atmosferu u toku 2018 godine je 665,2 kg
- ▶ Ukupan broj sati rada PV elektrane je 7000h što iznosi oko 51% od puštanja u rad



Tehnički opis fotonaponske elektrane VIŠER



- ▶ U sledećoj tabeli su predstavljene neke izmerene vrednosti elektrane

	3.5.2018 Pretežno sunčano, 25°C, 12⁴⁰h	8.5.2018 Pretežno sunčano 24°C, 15⁴⁰h	9.5.2018 Pretežno sunčano, 23°C, 11⁵¹h	9.5.2018 Mestimično oblačno 25°C, 14²⁷h
--	--	---	--	---

AC Output Power (kW)	3,098	3,013	2,794	3,214
Proizvedena el.energija(kWh)	8,726	19,267	6,52	14,781
Ušteda u emisiji CO ₂ (kg)	4,727	10,29	3,46	7,84
PV Array Voltage (V)	424	410	407	394,9
PV Array Current (A)	6,72	7,55	6,96	8,35



Kvalitet električne energije iz fotonaponske elektrane VIŠER

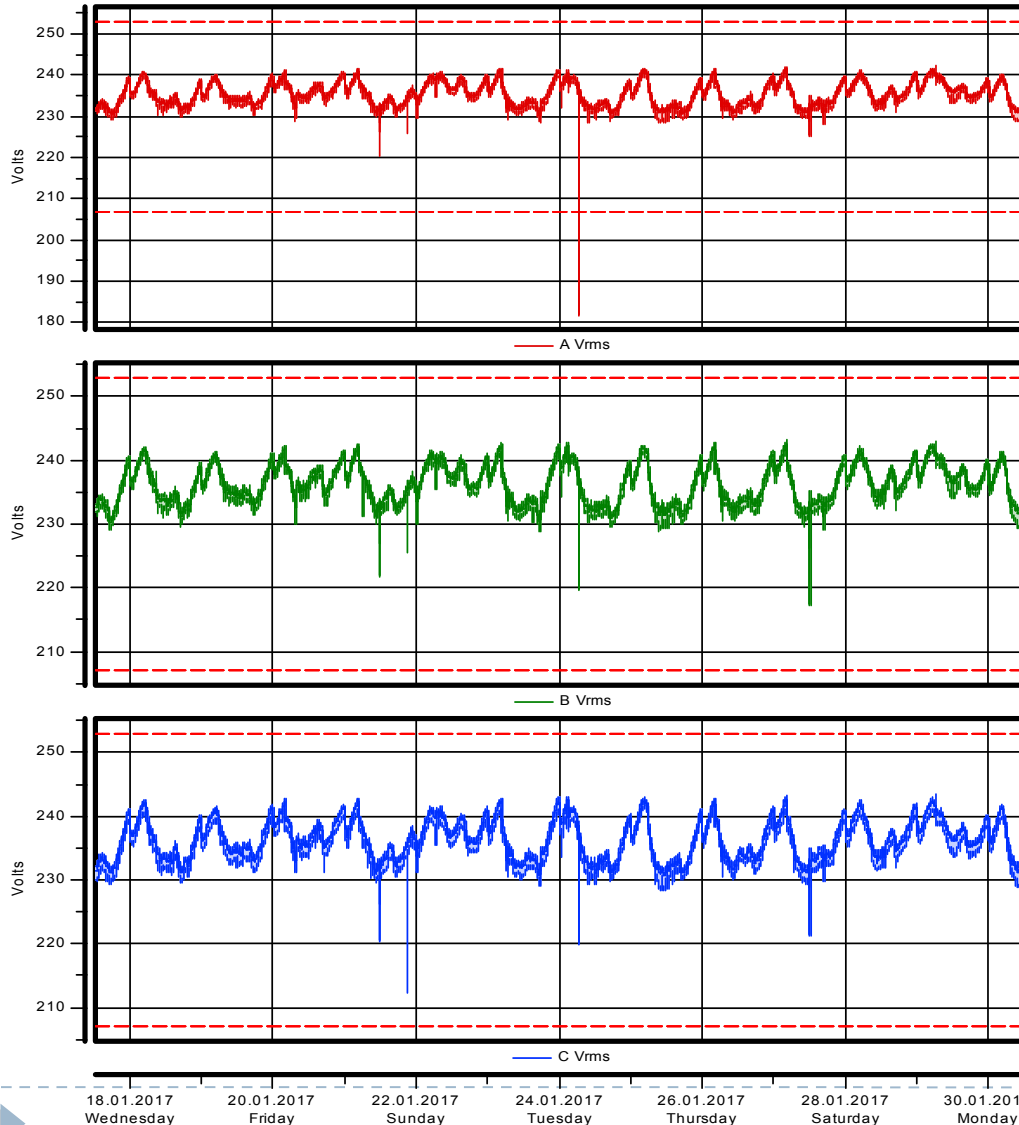


- ▶ Neophodnost analize uticaja na kvalitet električne energije generisane iz PV elektrane
- ▶ Meren je kvalitet električne energije iz PV elektrane u periodu 17.1.2017 -30.1.2017
- ▶ Merenje je vršeno mrežnim analizatorom tipa Power Visa
- ▶ Sadrži 8 nezavisnih mernih kanala i omogućava napredna trofazna merenja parametara kvaliteta električne energije i monitoring potrošnje





Fazni naponi iz fotonaponske elektrane VIŠER



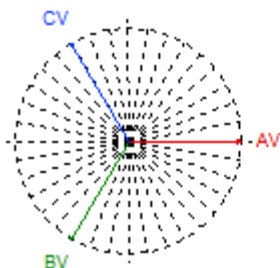
(SRPS EN 50160)

Zabeležena veća
odstupanja 21.1.2017;
24.1.2017 i 27.1.2017



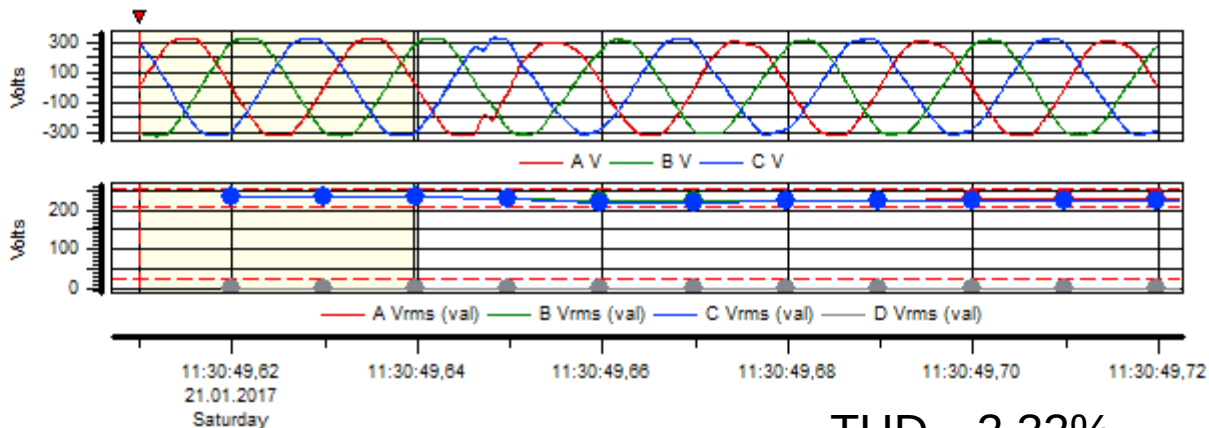
Fazni naponi iz fotonaponske elektrane VIŠER

(SRPS EN 50160)



A B C
V 0° 240° 120°

Event Details/Waveforms

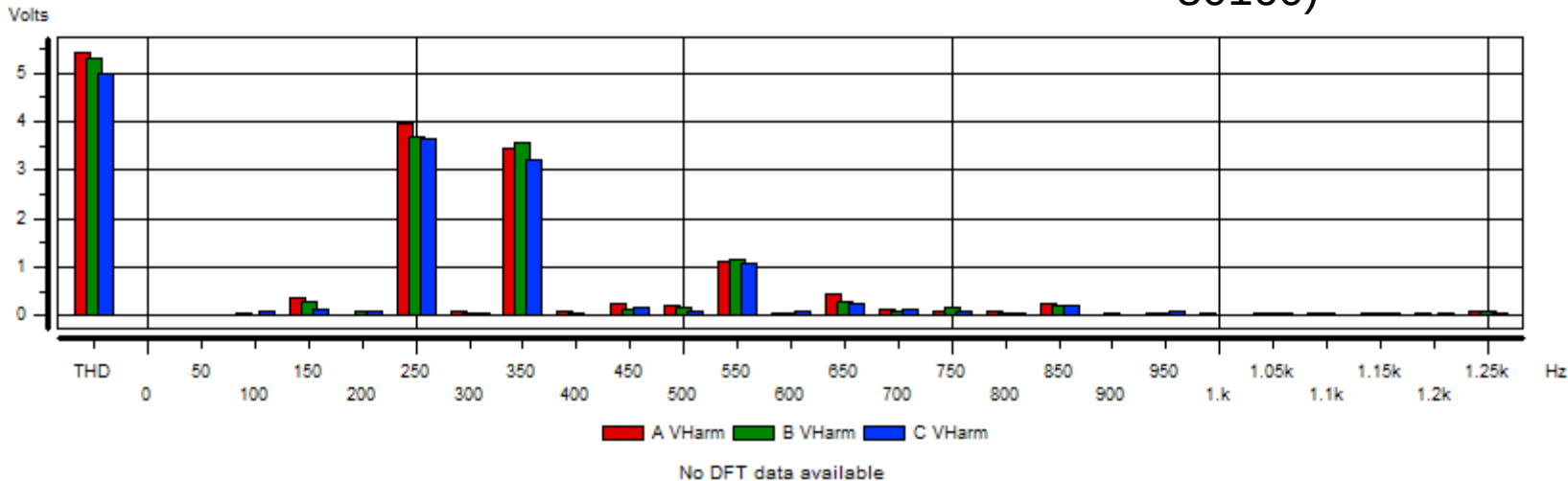


21.1.2017u
11³⁰h

Event #1 at 21.01.2017 11:30:49,609
Pre-trigger

$THD_U \sim 2,32\%$
 $THD_U < 8\%$ (EN 50160)

Waveform harmonics



Fazni naponi iz PV elektrane

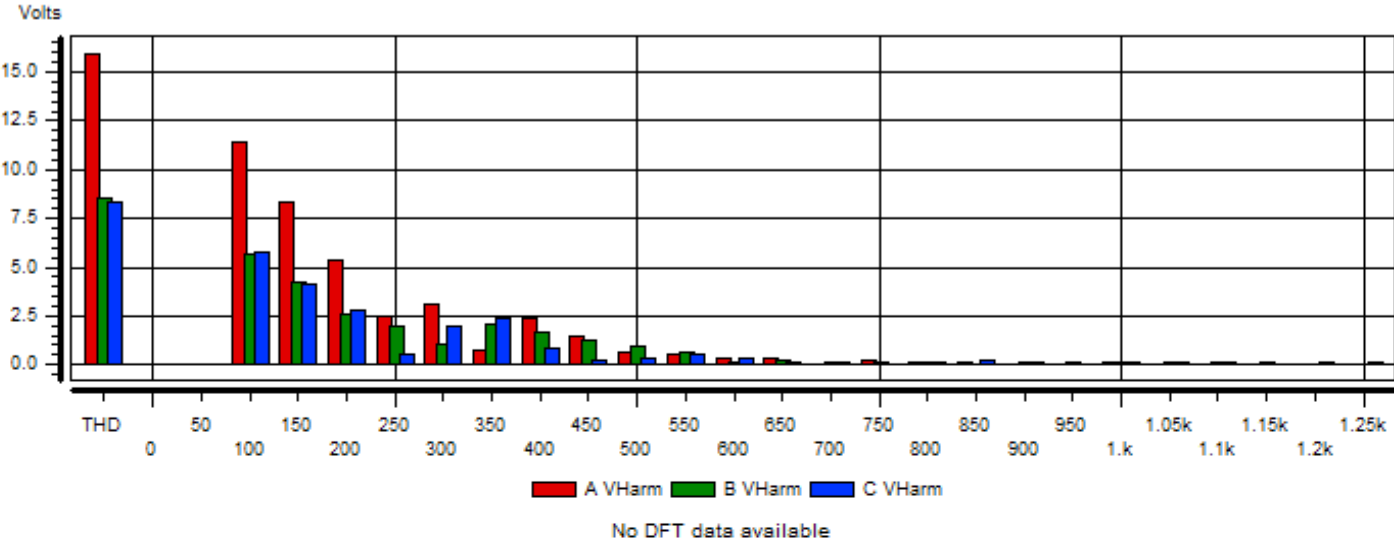


Waveform harmonics

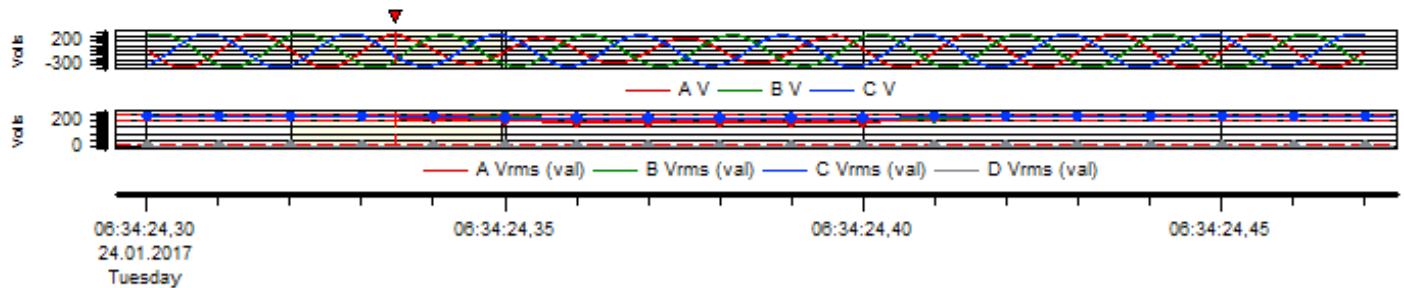
24.1.2017u 6³⁴h

THD_U ~ 6,5%
 THD_U < 8% (EN
 50160)

(SRPS EN 50160)



Event Details/Waveforms

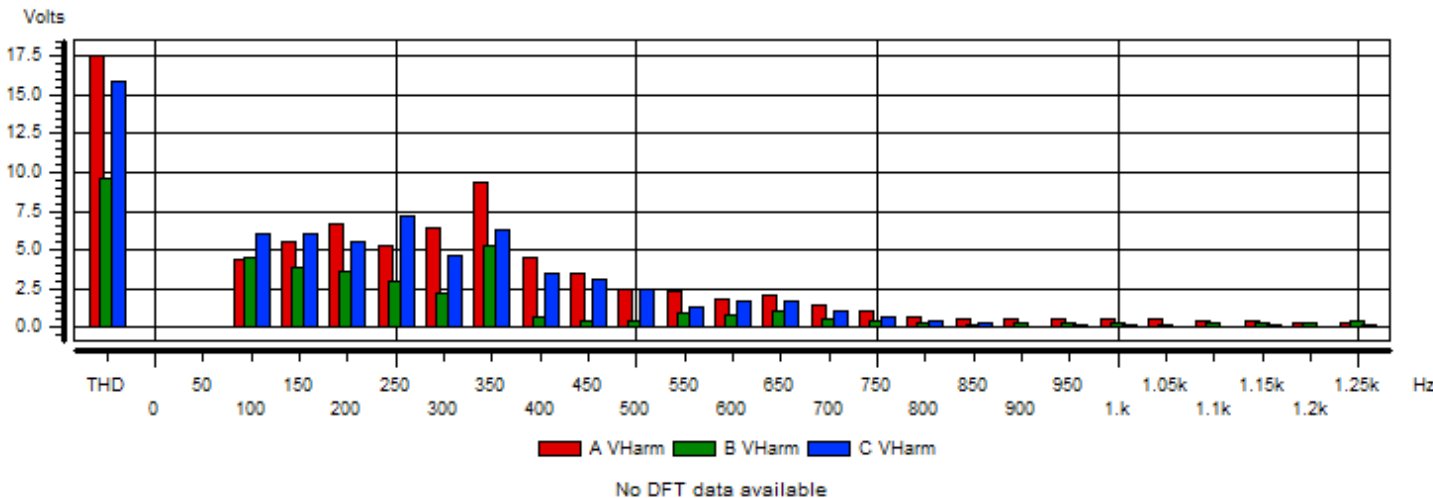


Event #34 at 24.01.2017 06:34:24,320
 AV Mild Bipol Trans Neg 1/2 Cyc
 CATEGORY: Impulsive Transient (microsec duration)
 Phase 364.2 Deg
 10% Ampl 315.2
 50% Ampl 277.3
 90% Ampl 238.4
 10% Offset (usec) 15079
 50% Offset (usec) 15636
 Rise time 10-90% (usec) 1107

Fazni naponi iz PV elektrane (SRPS EN 50160)



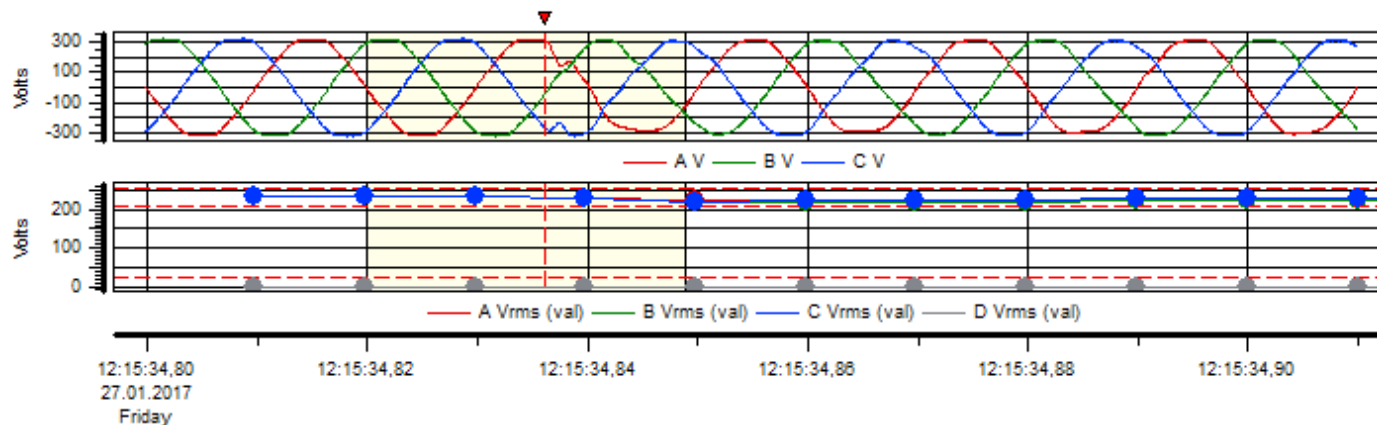
Waveform harmonics



27.1.2017u
12¹⁵h

THD_U ~ 7,36%
THD_U < 8%
(EN 50160)

Event Details/Waveforms



Event #53 at 27.01.2017 12:15:34,819
AV Mild Phase Shift Neg 1/2 Cyc





HVALA NA PAŽNJI!!!

