

KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE U SKLOPU TS 110/10 kV VISOKA

AUTORI:

IVAN PENOVIĆ, DIPL.ING.EL. FESB

PROF.DR.SC. RANKO GOIĆ, DIPL.ING.EL. FESB

TONI ROGOŠIĆ, DIPL.ING.EL. HEP-ODS D.O.O.

MARIN ĆURKOVIĆ, DIPL.ING.EL. HEP-ODS D.O.O.

1. UVOD

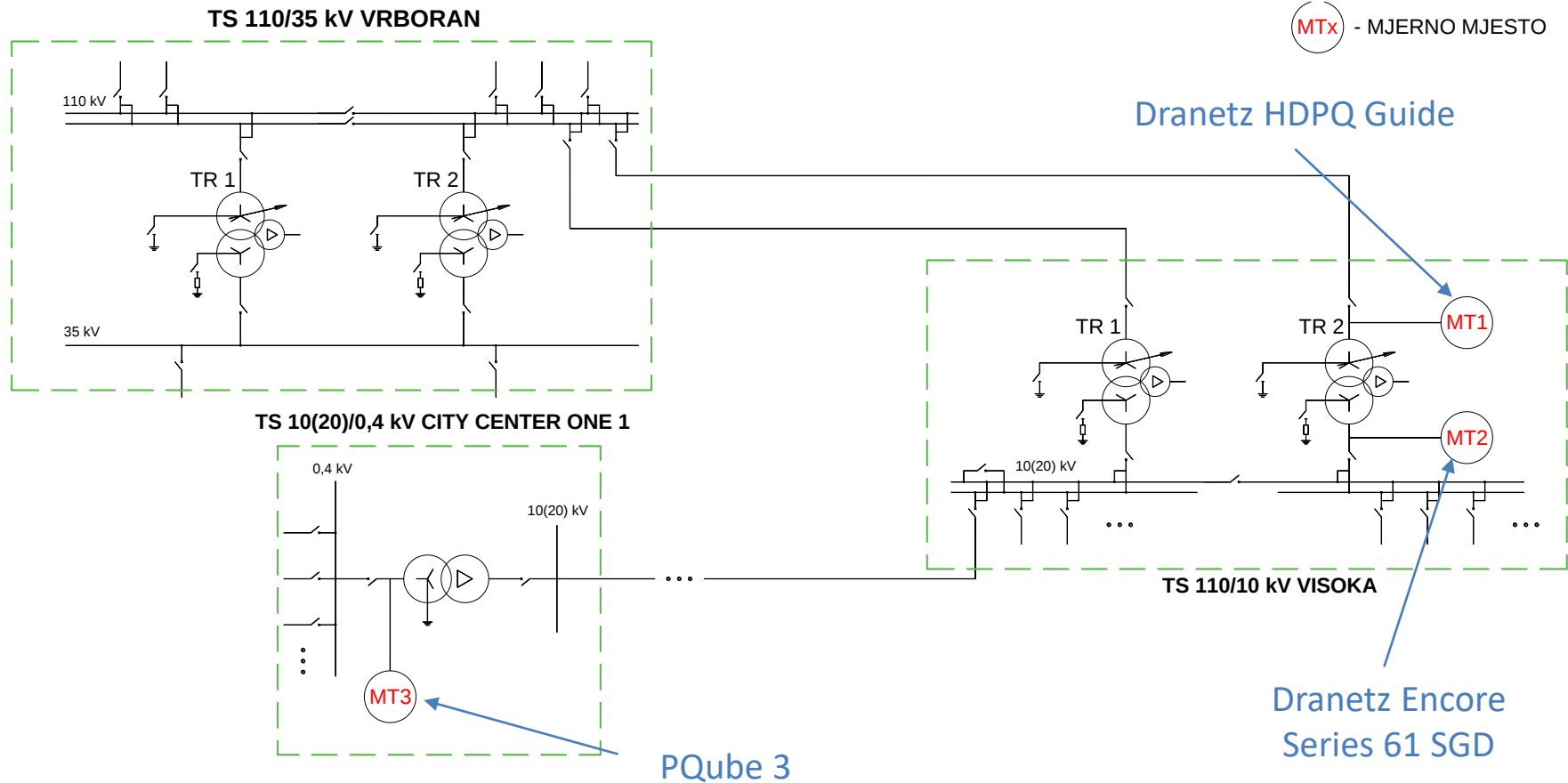
- Zadnjih godina na prostoru Republike Hrvatske zabilježena je značajna integracija obnovljivih izvora energije (OiE) na elektroenergetski sustav u čemu prednjače vjetroelektrane čija instalirana snaga na kraju 2017.g. premašuje 500 MW.
- S obzirom na tehnologiju proizvodnje električne energije koju koriste OiE moguće je za očekivati određeni utjecaj na kvalitetu električne energije (KEE).
- Stanje KEE u distribucijskoj mreži grada Splita napajanoj iz TS 110/10 kV Visoka provjereno je na naponskoj „vertikali“ – 110 kV, 10 kV i 0.4 kV.
- Analiza dobivenih rezultata napravljena je u odnosu na:
 - Odgovarajuću normu HRN EN 50160:2012
 - Mrežna pravila

2. MJERNA MJESTA I MJERNI UREĐAJI (1)

- Osnovni podaci o TS 110/10 kV Visoka
 - Vlasništvo: HEP ODS d.o.o.
 - Nadležnost: Elektrodalmacija Split, Pogon Split
 - Instalirana snaga: 2x40 MVA
 - Postrojenje 110 kV:
 - Nema izgrađeno klasično potrojenje 110 kV a s ostatkom prijenosne mreže 110 kV povezana na način da je svaki transformator 110/10 kV s jednim kabelom 110 kV povezan na TS 110/35/10 kV Vrboran.
 - Mreža 10 kV:
 - Pokriva potrošače na području jugoistočnog dijela grada Splita.
 - Mreža 10 kV je gotovo u cijelosti kabelska (cca. 97%).
 - Ukupna instalirana snaga TS 10/0.4 kV iznosi 139 710 kVA.
 - Ukupan broj TS 10/0.4 kV iznosi 181.
- Mjerni period:
 - Od: 11.11.2017.g. 0:00h
 - Do: 18.11.2017.g. 0:00h

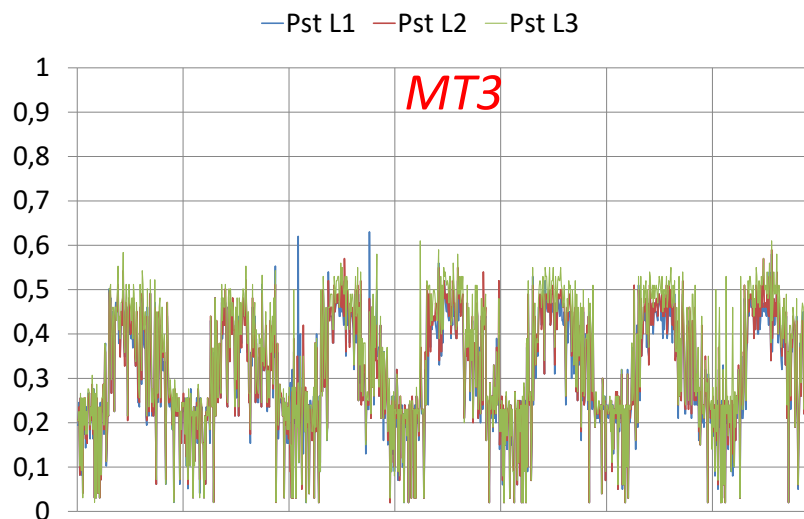
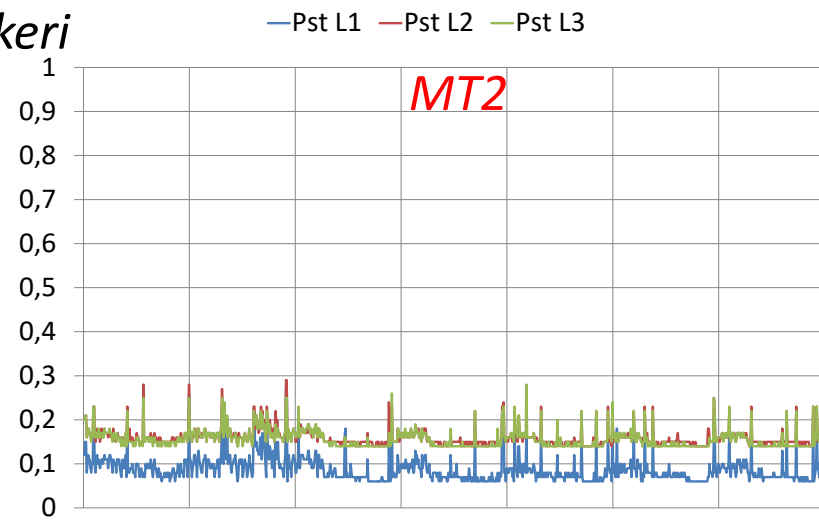
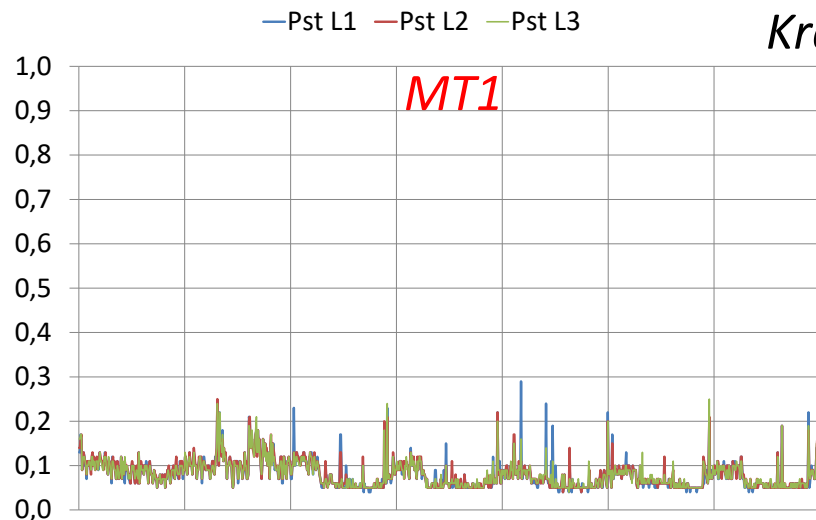
2. MJERNA MJESTA I MJERNI UREĐAJI (2)

Prikaz mjernih mjesta i mjernih uređaja na naponskoj „vertikali“



3. REZULTATI MJERENJA (1)

Kratkotrajni flikeri



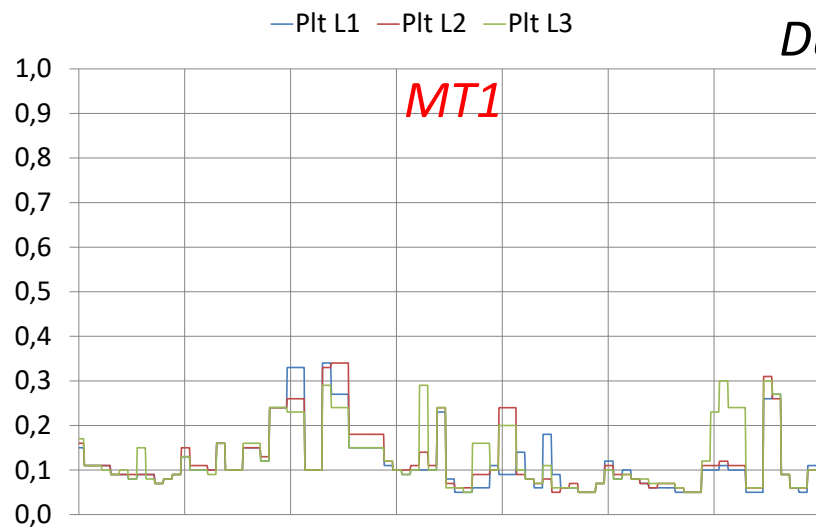
Granična vrijednost:

MT1 – 1.0

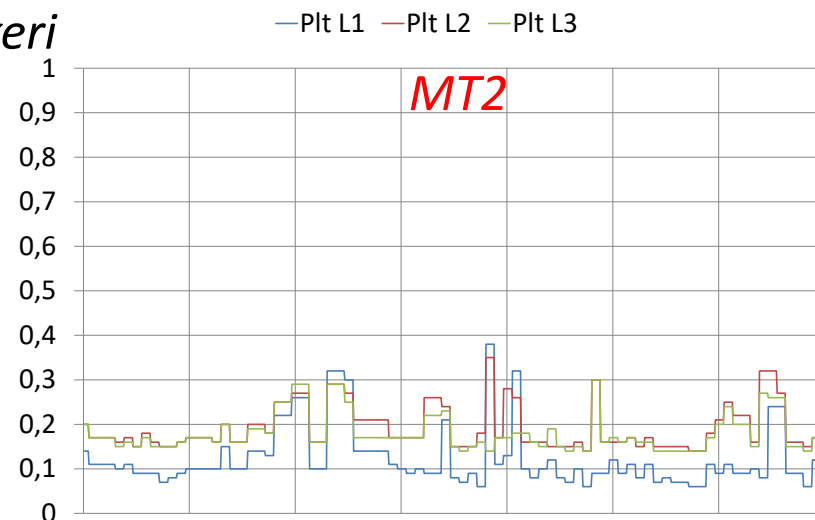
MT2 – 1.2

MT3 – 1.2

3. REZULTATI MJERENJA (2)



Dugotrajni flikeri

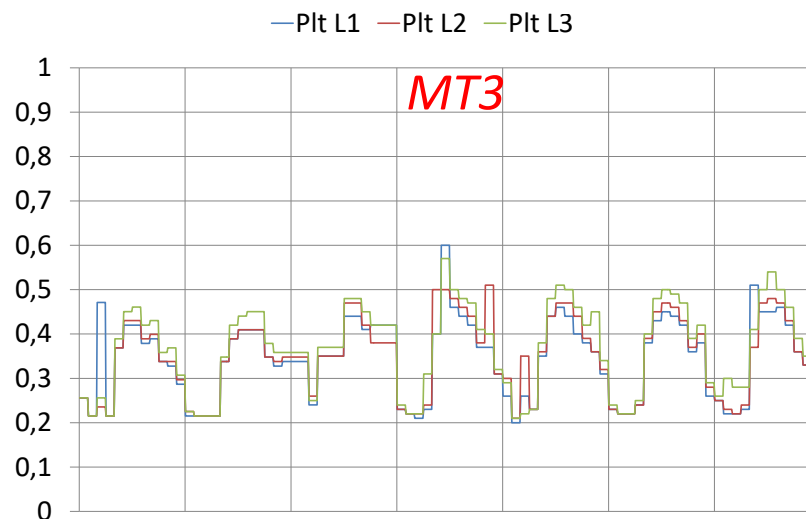


Granična vrijednost:

MT1 – 0.8

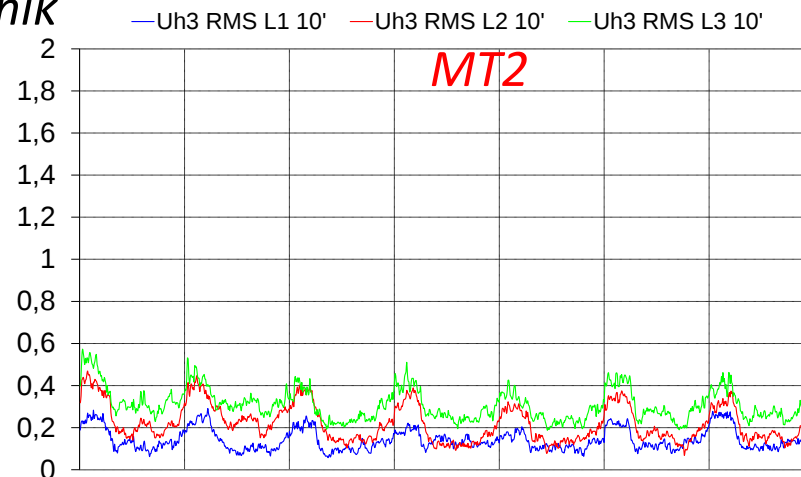
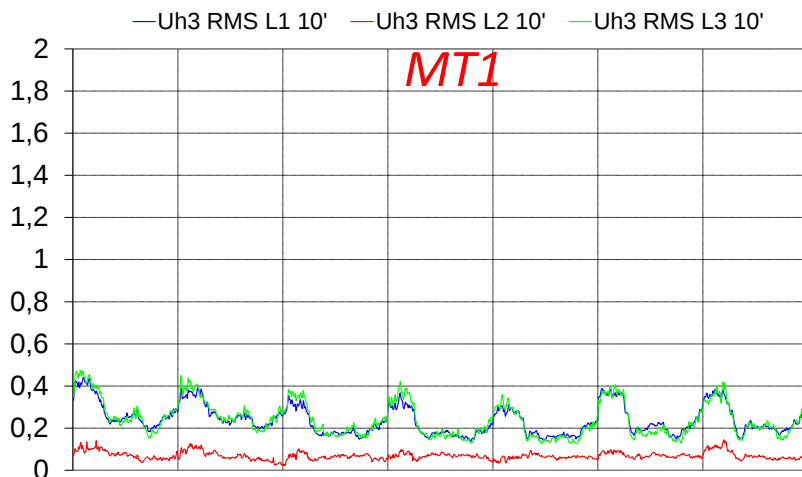
MT2 – 1.0

MT3 – 1.0



3. REZULTATI MJERENJA (3)

Treći harmonik

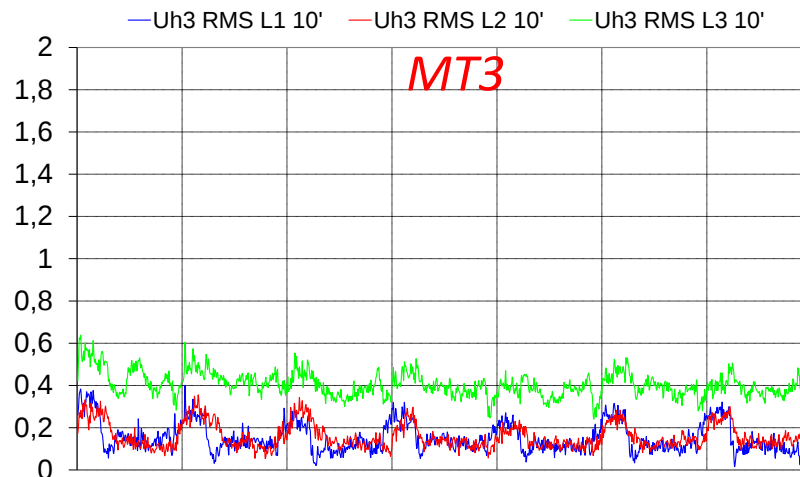


Granična vrijednost:

MT1 – 3%

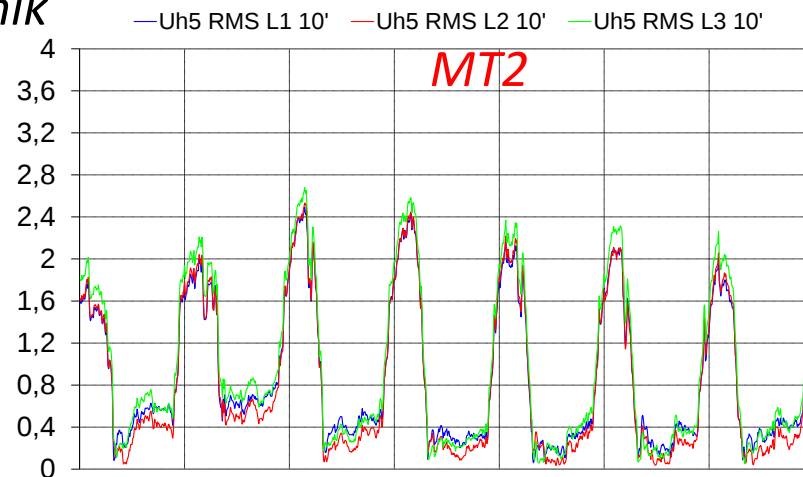
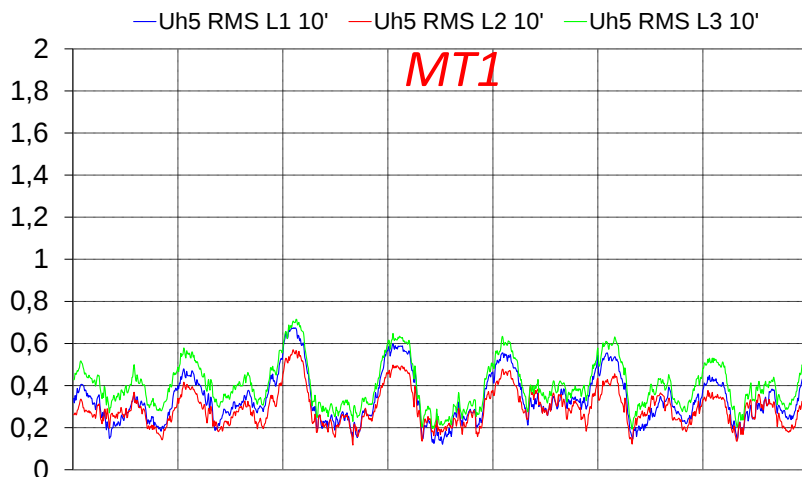
MT2 – 5%

MT3 – 5%



3. REZULTATI MJERENJA (4)

Peti harmonik

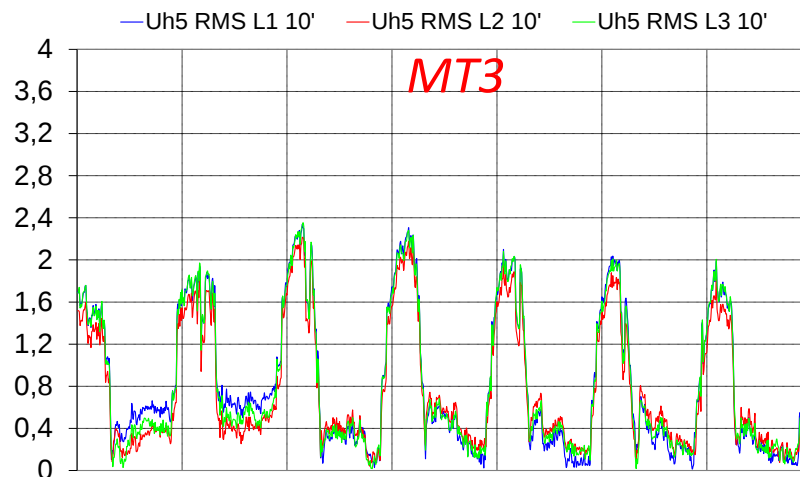


Granična vrijednost:

MT1 – 3%

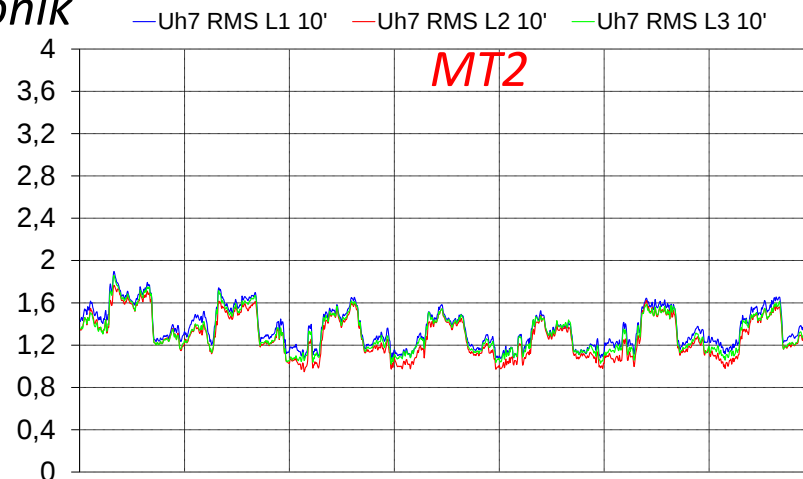
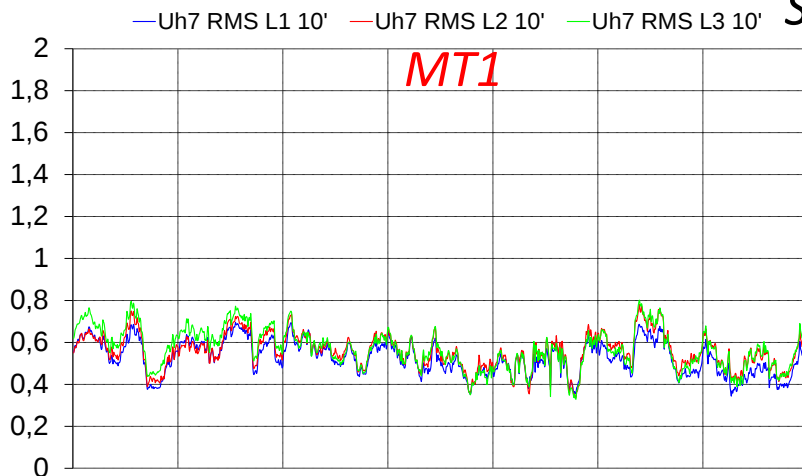
MT2 – 6%

MT3 – 6%



3. REZULTATI MJERENJA (5)

Sedmi harmonik

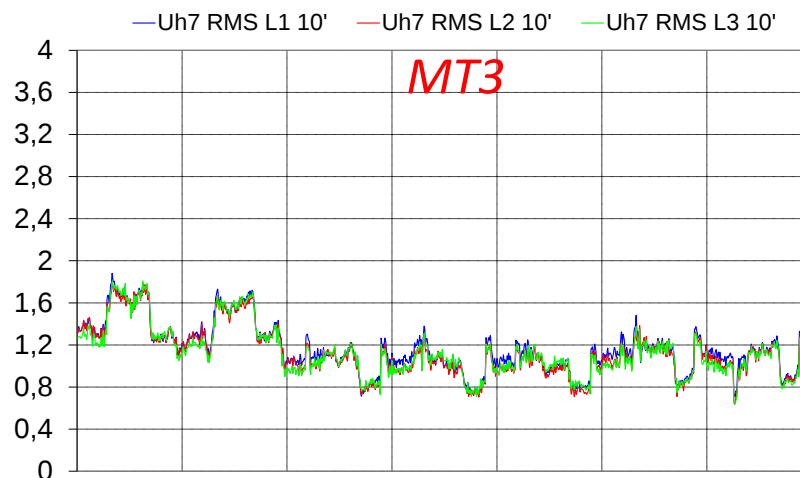


Granična vrijednost:

MT1 – 2.5%

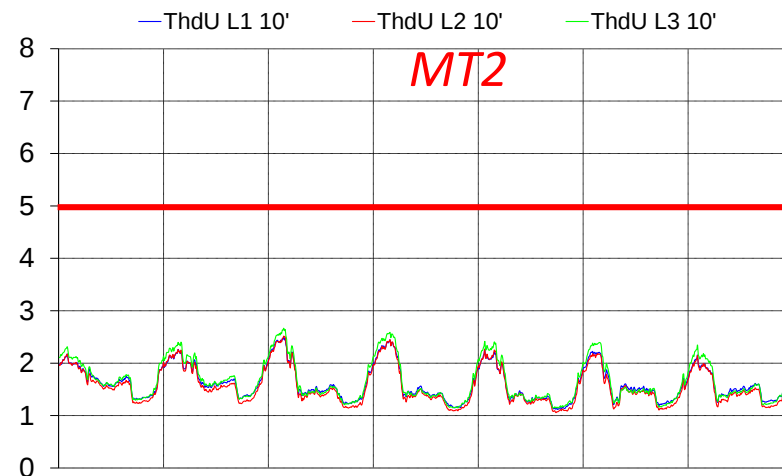
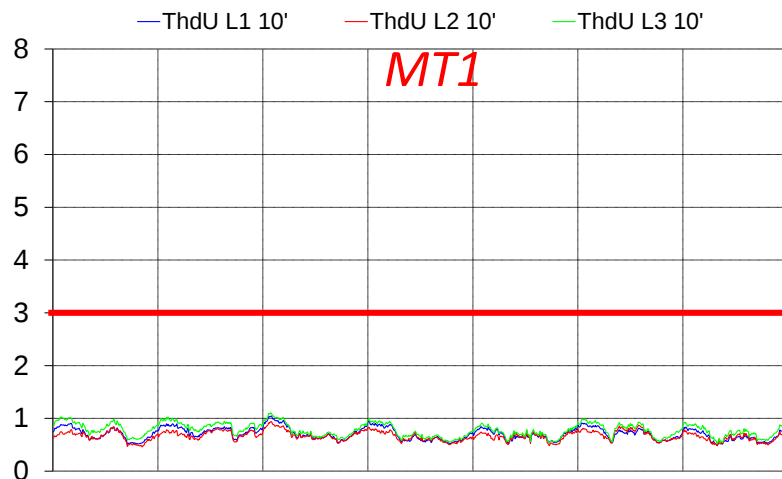
MT2 – 5%

MT3 – 5%



3. REZULTATI MJERENJA (6)

THD

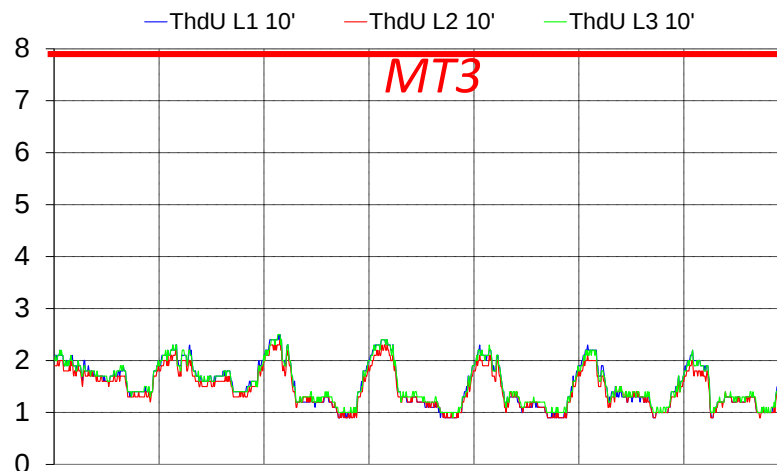


Granična vrijednost:

MT1 – 3%

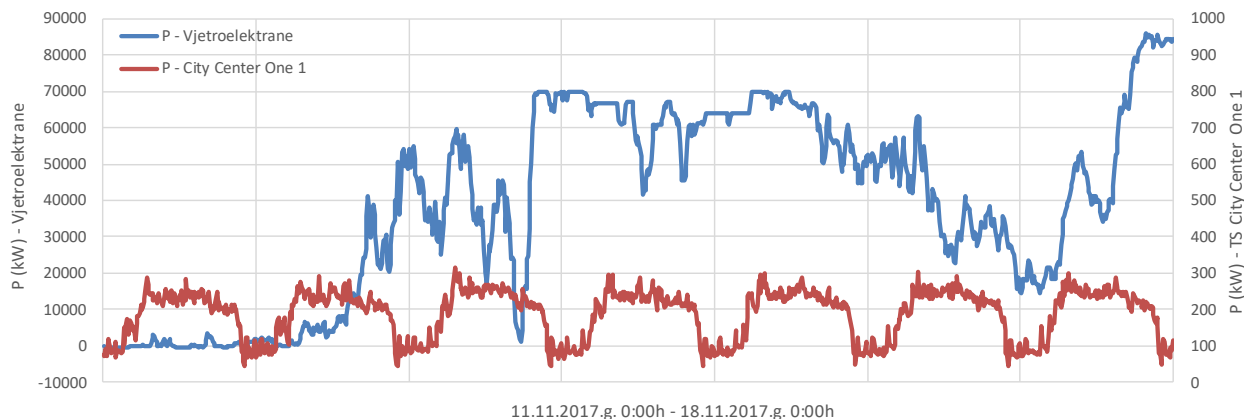
MT2 – 5%

MT3 – 8%

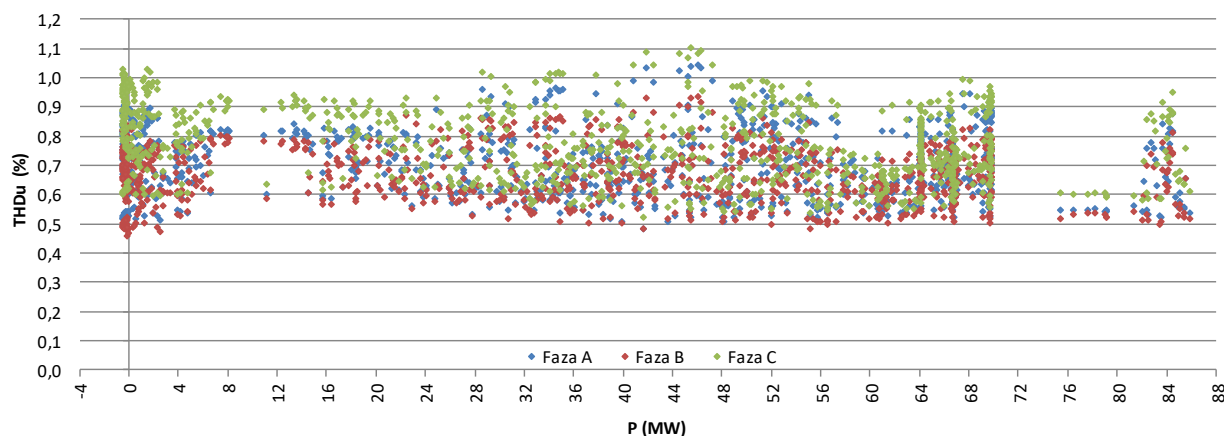


3. REZULTATI MJERENJA (7)

Kronološki prikaz proizvodnje dvije VE u okolici Splita i potrošnje na MT3

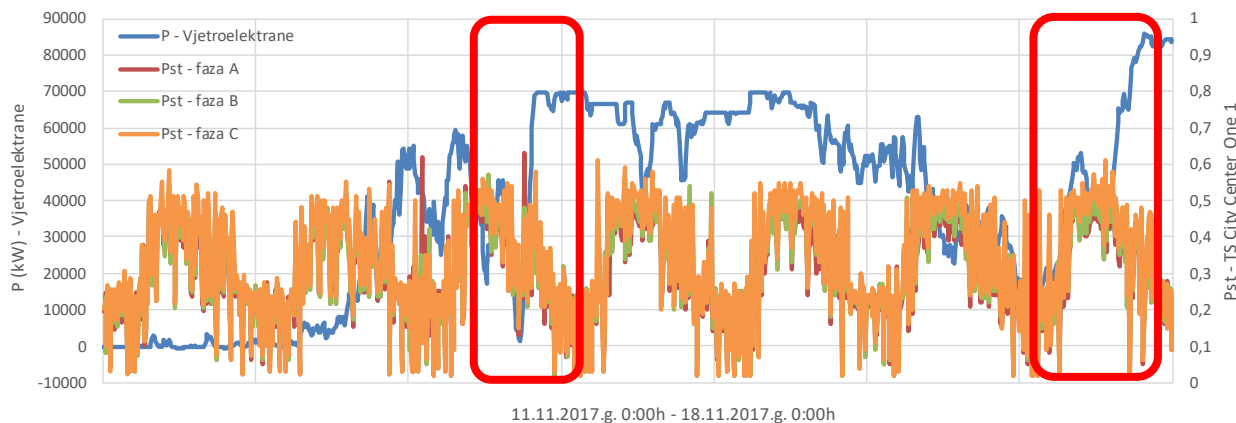


Iznos THD napona na MT3 za sve tri faze u ovisnosti o proizvodnji VE

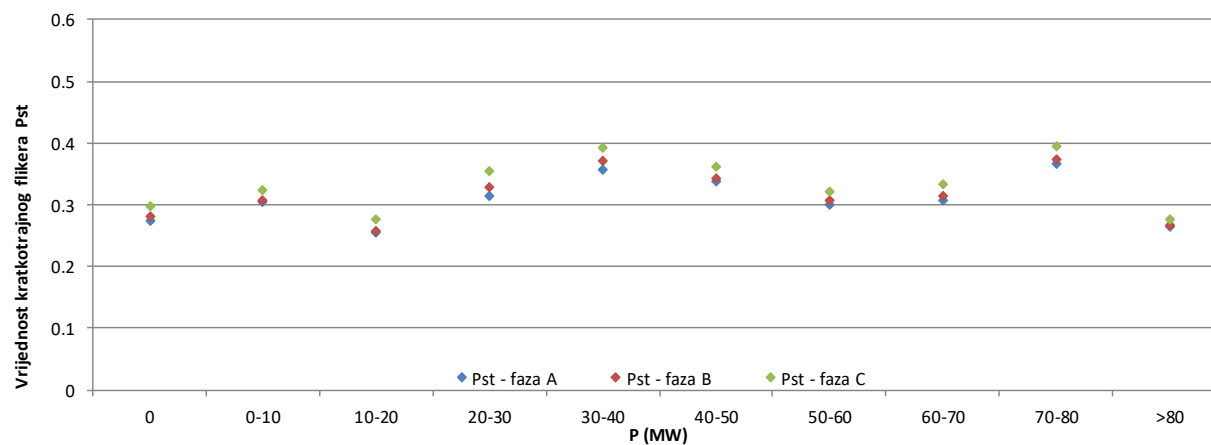


3. REZULTATI MJERENJA (8)

Kronološki prikaz proizvodnje dvije VE u okolici Splita i Pst po fazama na MT3



Prosječni iznos Pst na MT3 za sve tri faze u ovisnosti o proizvodnji VE



3. REZULTATI MJERENJA (9)

Sumarni rezultati mjerenja parametara KEE na naponskoj „vertikali“

PARAMETAR KVALITETE NAPONA	GRANIČNA VRIJEDNOST HRN EN 50160:2012		IZMJERENA VRIJEDNOST		
	NN i SN	VN	MT1	MT2	MT3
Napon napajanja (%U _n)	0,90 – 1,10	-	1,02 – 1,07	1,06 – 1,10	0,99 – 1,04
P _{st}	<1,2	<1,0	0,29	0,29	0,63
P _{lt}	<1,0	<0,8	0,34	0,38	0,6
THD U _{10'} (%)	< 8,0%; < 5,0%	< 3,0%	1,11	2,7	2,5
U _{h3} RMS _{10'} (% U ₁)	< 5,0%	< 3,0%	0,5	0,6	0,6
U _{h5} RMS _{10'} (% U ₁)	< 6,0%	< 3,0%	0,7	2,7	2,3
U _{h7} RMS _{10'} (% U ₁)	< 5,0%	< 2,5%	0,8	1,9	1,8
U _{h9} RMS _{10'} (% U ₁)	< 1,5%	< 1,5%	0,1	0,1	0,1
U _{h11} RMS _{10'} (% U ₁)	< 3,5%	< 2,5%	0,2	0,3	0,3
U _{h13} RMS _{10'} (% U ₁)	< 3,0%	< 2,0%	0,2	0,2	0,4

- Svi promatrani parametri KEE nalaze se unutar dozvoljenih granica definiranih normom HRN EN 50160:2012 s time da se naponi registrirani na MT2 nalaze na samoj granici. Razlog tomu je vođenje pogona na 10 kV strani trafostanica x/10 kV tj. napon na 10 kV strani se regulira na iznos 10.5 kV radi velikih padova napona na krajevima 10 kV izvoda.

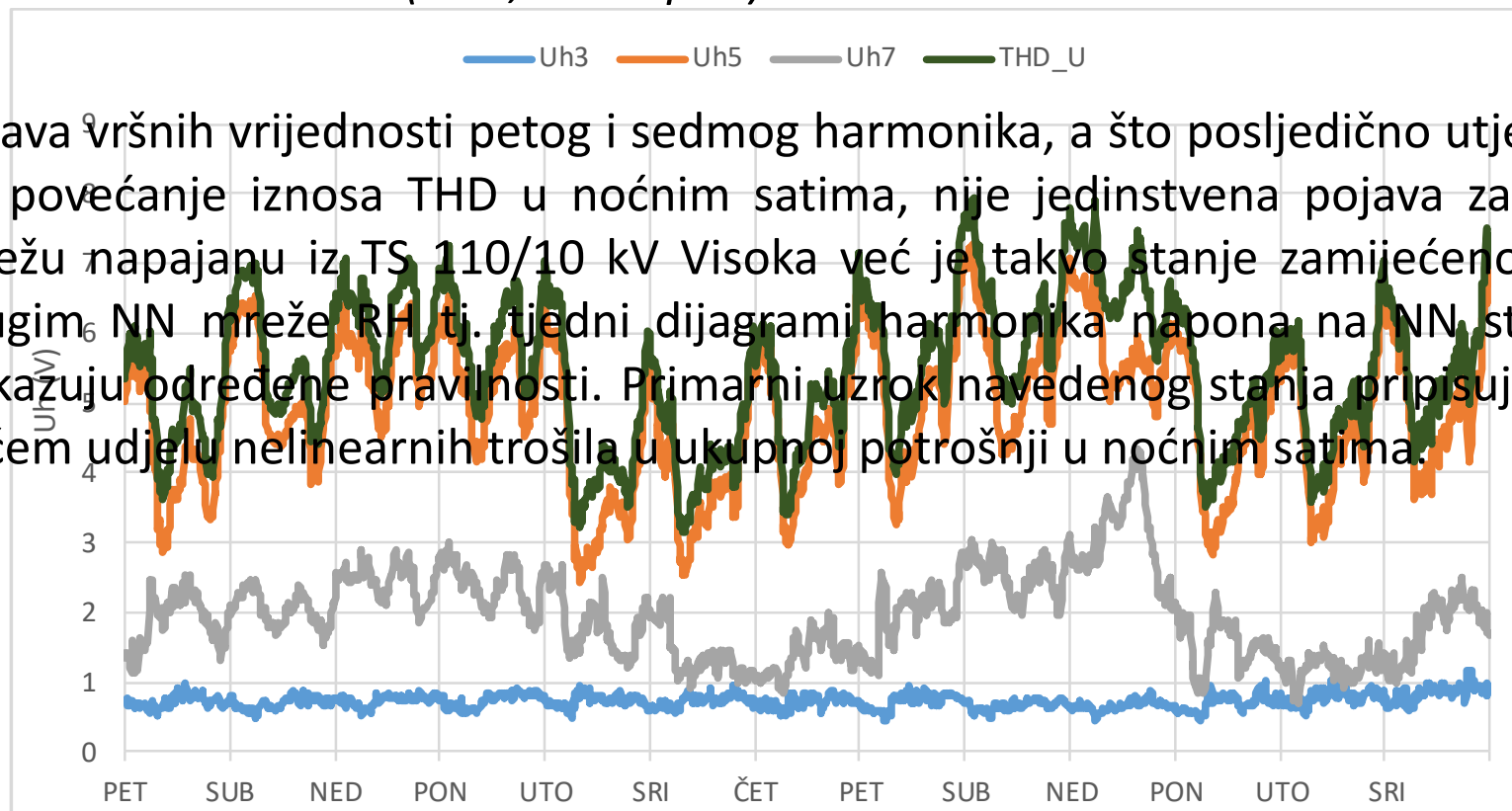
4. ZAKLJUČAK

- Zakonska regulativa u nekim dijelovima nije definirana u smislu kako praktično izvesti mjerenja. Preporuka: kontinuirano pratiti sve parametre KEE kako bi se na vrijeme moglo intervenirati u slučaju pojave smetnji.
- U promatranom razdoblju pokazano je kako su promatrani parametri KEE na naponskoj „vertikali“ na razini TS 110/10 kV Visoka unutar zahtijevanih vrijednosti definiranih normom HRN EN 50160:2012 i Mrežnih pravila.
- Ne uočava se negativan utjecaj priključenih OiE (prvenstveno se odnosi na VE) na potrošače u distribucijskoj mreži grada Splita napajane iz TS 110/10 kV Visoka.
- Rezultati su očekivani s obzirom da je većina VE priključena na prijenosnu mrežu na 110 kV naponski nivo gdje relativno velika snaga kratkog spoja.

ODGOVORI NA PITANJA (1)

Pitanje 1: *Imaju li autori obrazloženje pojave vršnih vrijednosti nekih od viših naponskih harmonika (THD, treći i peti) u noćnim satima?*

Pojava vršnih vrijednosti petog i sedmog harmonika, a što posljedično utječe i na povećanje iznosa THD u noćnim satima, nije jedinstvena pojava za NN mrežu napajanu iz TS 110/10 kV Visoka već je takvo stanje zabilježeno i u drugim NN mrežama RH tj. tjedni dijagrami harmonika napona na NN strani pokazuju određene pravilnosti. Primarni uzrok navedenog stanja pripisuje se većem udjelu nelinearnih trošila u ukupnoj potrošnji u noćnim satima.



Primjer 2: Mjerenja u NN mreži grada Solina

Izvor: Ispitivanje utjecaja SE na KEE priključene na NN mrežu na području grada Solina, Fractal d.o.o.

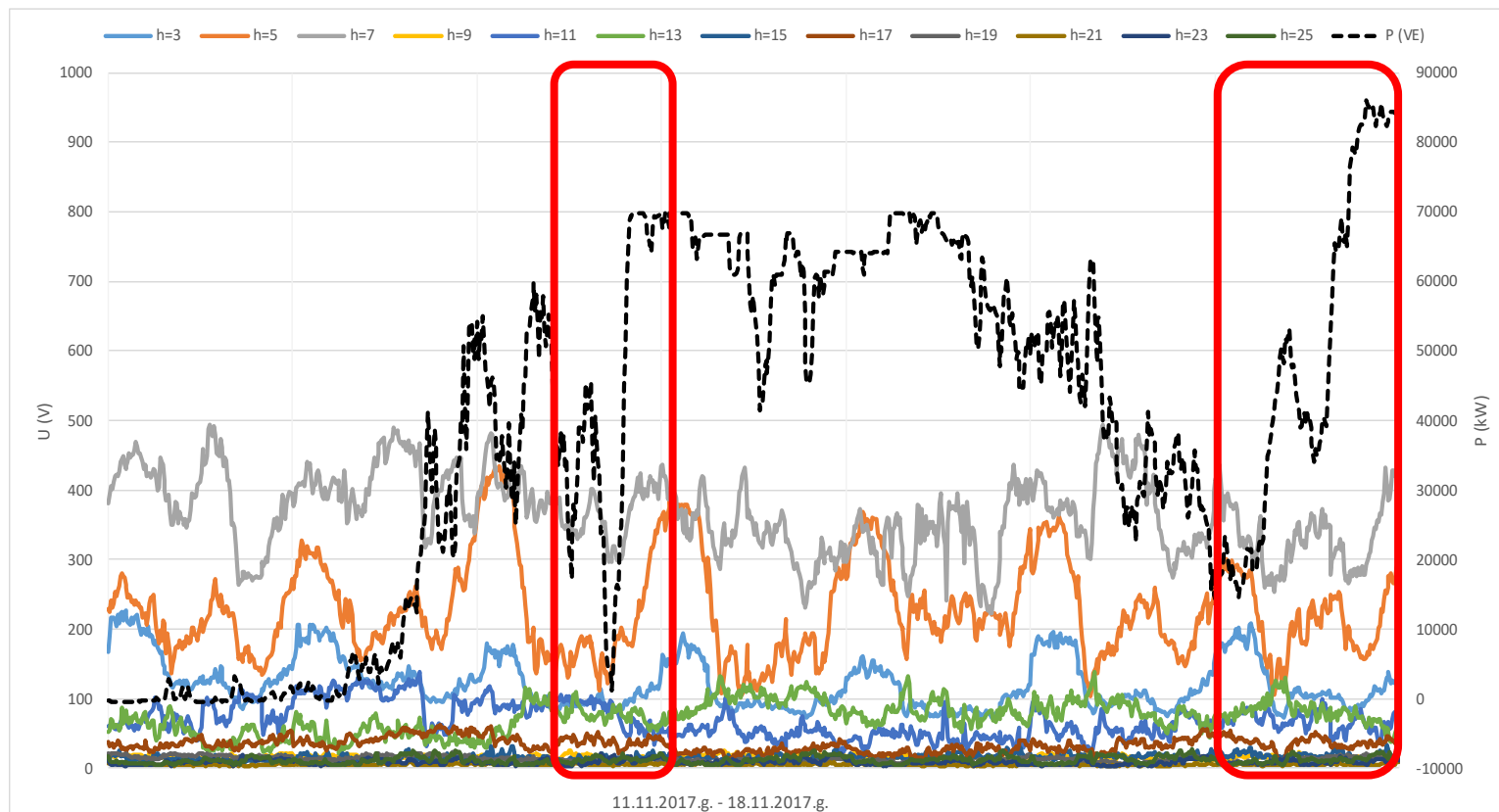
ODGOVORI NA PITANJA (2)

Pitanje 2: *Možete li usporedno analizirati vremenski tijek snage proizvodnje VE i viših harmonika na VN razini?*

Za promatrani period napravljen je kronološki prikaz proizvodnje VE i neparnih pojedinačnih harmonika napona na MT1 odnosno na VN strani TS 110/10 kV Visoka. Iz prikazanog grafa ne može se uočiti negativan utjecaj rada VE na povišenje pojedinačnih harmonika napona. U promatranom periodu mogu se uočiti dva karakteristična događaja odnosno gotovo trenutna „skoka“ proizvodnje VE. Čak i kod takvih naglih promjena proizvodnje VE ne može se uočiti negativan utjecaj na pojedinačne harmonike napona.

ODGOVORI NA PITANJA (2)

Pitanje 2: *Možete li usporedno analizirati vremenski tijek snage proizvodnje VE i viših harmonika na VN razini?*



Kronološki prikaz neparnih pojedinačnih harmonika napona (do uključujući 25. reda) i proizvodnja dvije VE u okolici Splita

ODGOVORI NA PITANJA (3)

Pitanje 3: *Koji problem u vidu kvalitete električne energije se po mišljenju autora može očekivati prilikom integracije značajnijeg udjela obnovljivih izvora energije respektirajući tehnologiju istih u distribucijskim mrežama?*

Problem

(1) Porast viših harmonika napona

- korištena tehnologija kod OiE (pretvarači)
- veliki broj malih solara koji se dugoročno mogu očekivati u NN mrežama

(2) Pojava „supraharmonika“ (SH)

- pojam se koristi za valne oblike napona i struja za frekvencije od 2-150 kHz
- službeni naziv „SH“ još nije usvojen od niti jedne relevantne organizacije
- frekvencijski spektar 2-150 kHz nije još egzaktno definiran (istražuje se!)
- Oprema koja generira SH poštuje sve zahtjeve prema odgovarajućim direktivama i normama za KEE!!!
- Iako u nazivu imaju termin „harmonici“, SH nisu uzrokovani izobličenjem osnovne frekvencije valnog oblika već sklopnim operacijama pretvarača. Uzročnici: pretvarači kod SE i nekih VE, gorive čelije, baterijski punjači

ODGOVORI NA PITANJA (3)

Pitanje 3: *Koji problem u vidu kvalitete električne energije se po mišljenju autora može očekivati prilikom integracije značajnijeg udjela obnovljivih izvora energije respektirajući tehnologiju istih u distribucijskim mrežama?*

Posljedice i zaštita od SH:

- Oštećenja druge opreme u sustavu, ometanje komunikacije PLC uređaja, utjecaj na točnost očitavanja brojila el. energije, ometanje upravljanja radom javne rasvjete, zatajenje zaštitnih uređaja, preopterećenja kompenzacijskih uređaja i transformatora. Utjecaj SH na distribucijske mreže još uvijek se razmatra a poznato je da mogu uzrokovati nestabilnosti u slabim distribucijskim mrežama.
- Zaštita i standardi vezani za SH (još uvijek u razvoju!):
 - CISPR-16: oprema i metode za mjerenje smetnji i otpornosti na iste na frekvencijskom spektru iznad 9 kHz
 - IEC 61000-4-19: ispitivanje otpornosti brojila el. energije
 - IEC 61000-4-30 Ed3: mjerenja u frekvencijskom spektru 2-150 kHz
- **Buduće analize/istraživanja usmjeriti prema području SH?**

Hvala na pažnji !

