



Marko Šporec, dipl.ing.
Joško Grašo, dipl.ing.
Irena Klarić, dipl.ing.
HEP – Operator distribucijskog sustava d.o.o.,
DP Elektra Zagreb

4 – D5

Diskusija na temu: Mjerenje i analiza kvalitete električne energije na otoku Pagu prije i nakon priključka male vjetroelektrane Ravna1

MJERENJA KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE NAKON PRIKLJUČENJA mTEO JAKUŠEVEC

SAŽETAK

Proizvodnju električne energije u klasičnim elektranama (termo, hidro i nuklearnim elektranama) u posljednjih desetak godina u svijetu sve više nadopunjuju izvori malih snaga koji kao gorivo koriste obnovljive izvore energije, otpad i sl.

U Republici Hrvatskoj se tek unazad nekoliko godina započelo s izgradnjom malih elektrana. Jedan od takvih projekata je i izgradnja malog termoenergetskog objekta Jakuševac (mTEO Jakuševac), koji je realiziran u sklopu sanacije odlagališta otpada u Zagrebu. To je prva mala elektrana na području Republike Hrvatske koja koristi deponijski plin kao pogonsko gorivo.

Nakon puštanja u pogon mTEO Jakuševac obavljena je detaljna analiza strujnih i naponskih prilika na mjestu priključka elektrane na lokalnu distribucijsku elektroenergetsku mrežu. Rezultati analize prikazani su u ovoj diskusiji.

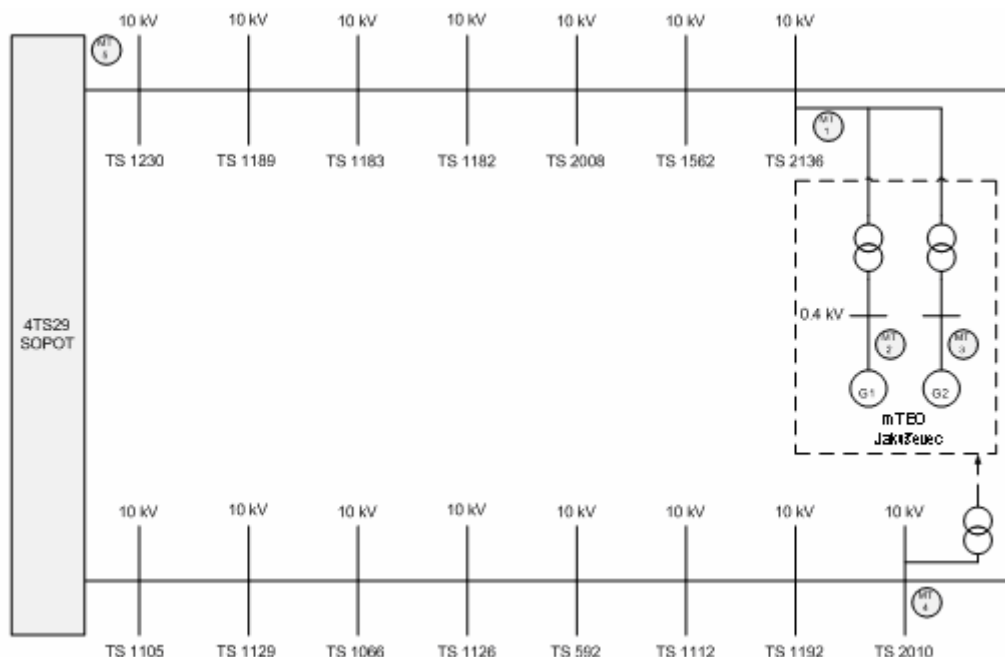
1. UVOD

mTEO Jakuševac radi paralelno s distribucijskom elektroenergetskom kabelskom mrežom nazivnog napona 10kV. Predviđeno je da elektrana svu proizvedenu električnu energiju isporučuje u distribucijsku mrežu, a potrebe za napajanjem vlastite potrošnje podmiruje iz lokalne niskonaponske kabelske mreže.

Pojna točka distribucijske mreže unutar koje se nalazi mTEO Jakuševac je transformatorska stanica 110/10 kV Sopot snage 2 x 40 MVA iz koje se napaja više od 200 transformatorskih stanica 10/0,4 kV. Promatrana distribucijska mreža je prstenasta, tako da iz pojne točke kabelski izlaz napaja određeni broj transformatorskih stanica 10/0,4 kV i vraća se u početnu pojnu točku.

S obzirom na veličinu distribucijske mreže na koju je priključena, mTEO Jakuševac s proizvodnjom od 2 MW ne predstavlja značajan izvor električne energije pa se teoretski ne očekuje da bi njen rad mogao značajnije utjecati na promjene u cijeloj mreži, osim u prstenu u kojem je priključena na mrežu (slika 1).

Postrojenje za proizvodnju električne energije u mTEO Jakuševac se sastoji od dva agregata instalirane snage 2 x 1168 kW. Agregati su preko energetske transformatora snage 2 x 1250 kVA spojeni na SN postrojenje preko kojeg je elektrana povezana s elektroenergetskom mrežom. Predviđeno je puštanje u pogon i trećeg agregata istih karakteristika kao i postojeći u trenutku kad se dovoljno poveća količina deponijskog plina do čega bi trebalo doći za oko 5 godina, nakon što se volumen otpada na odlagalištu poveća do raspoloživog maksimuma.



Slika 1. Priključak mTEO Jakuševac na distribucijsku mrežu

Plinska instalacija na deponiju sastoji se od plinskih zdenaca povezanih u jedinstvenu plinsku mrežu koja završava u stanici za prikupljanje plina. Prikupljanje plina se vrši pomoću kompresorskih pumpi, a iz stanice za prikupljanje plin se dalje usmjerava na baklje ili generatorsko postrojenje. U bakljama plin izgara u trenucima zastoja u radu generatora. U tom slučaju proizvedena toplinska energija se ne iskorištava već se oslobađa u okolnu atmosferu.

Paralelni pogon mTEO Jakuševac s distribucijskom mrežom uzrokuje određene promjene u naponskim prilikama distribucijske mreže. U svrhu ocjene povratnog djelovanja mTEO Jakuševac na mrežu obavljena su mjerenja kvalitete električne energije na mjestu predaje električne energije u mrežu.

2. OPIS MJERENJA

mTEO Jakuševac je na distribucijsku mrežu priključen u transformatorskoj stanici 1TS 2136. Mjesto predaje električne energije je u 1TS 2136 na 10 kV razini (mjerna točka M1). Na tom mjestu su u dva navrata obavljena trajna mjerenja kvalitete električne energije u periodu od 23. do 30.05.2005. i od 31.05.2005. do 07.06.2005.

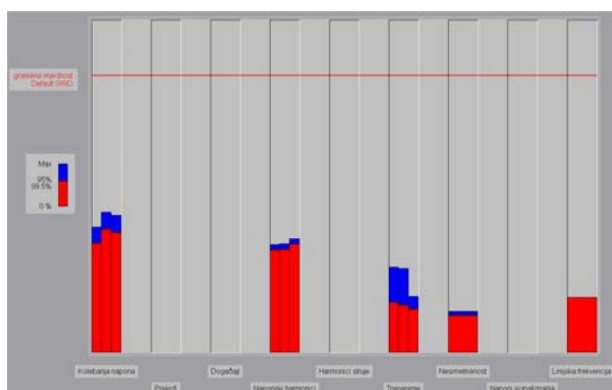
Istovremeno su obavljena i mjerenja efektivnih vrijednosti struja, napona, radnih i jalovih snaga te viših harmonika struja i napona na oba generatora (na G1 tijekom prvog perioda – mjerna točka M2 te na G2 tijekom drugog perioda – mjerna točka M3).

Na slici 1. su označena mjesta mjerenja. Za mjerenja su korišteni sljedeći instrumenti: MI 2192 tvrtke Metrel, Memobox 808 i Topas 1000 tvrtke Lem, PP4300 i PowerXplorer PX5 tvrtke Dranetz.

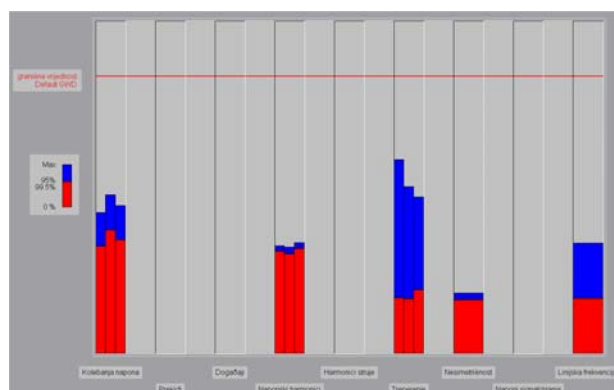
Analiza rezultata mjerenja kvalitete električne energije je provedena prema međunarodnim normama i tehničkim izvještajima koji se odnose na kvalitetu električne energije u srednjenaponskim mrežama [1], [2] i [3].

3. REZULTATI MJERENJA

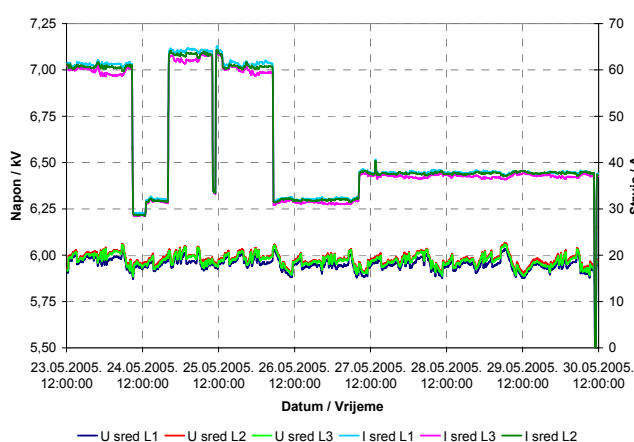
Mjerenja kvalitete električne energije prema normi EN 50160 [1] su provedena u dva navrata u trajanju od 7 dana. Za vrijeme prvog mjerenja u pogonu su bila oba generatora u različitim režimima rada. Za vrijeme drugog mjerenja u pogonu je bio samo generator G2. Međutim, bez obzira na pogonska stanja oba generatora, kvaliteta napona na mjestu predaje električne energije je bila u potpunosti u skladu s EN 50160 kao što se vidi iz slika 2 i 3. Na slici 4 je dana usporedba iznosa faznih struja i napona na mjestu predaje električne energije u 1TS 2136 (M1) u razdoblju od 23. do 30.05.2005. Iz navedene slike se vidi da promjene proizvedene snage u mTEO Jakuševac nemaju utjecaja na iznos napona na mjestu predaje električne energije.



Slika 2. Pregled kvalitete napona prema EN 50160 na mjestu predaje električne energije (M1) od 23. do 30.05.2005.



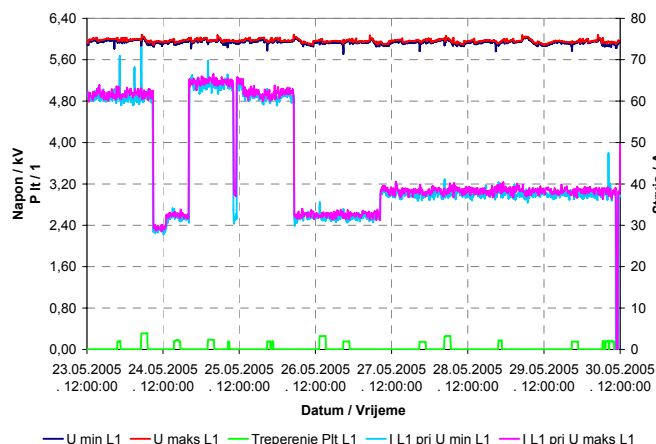
Slika 3. Pregled kvalitete napona prema EN 50160 na mjestu predaje električne energije (M1) od 31.05.2005. do 07.06.2005.



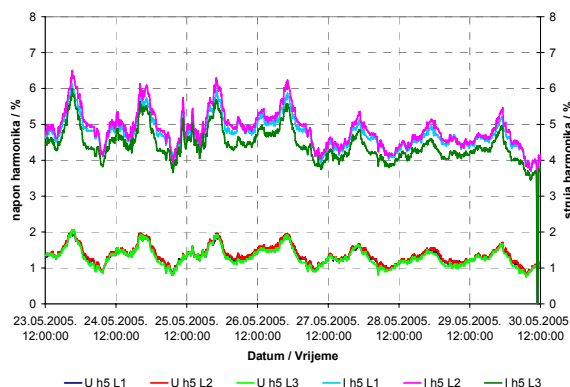
Slika 4. Usporedba iznosa faznih struja i napona na mjestu predaje električne energije (M1) od 23. do 30.05.2005.

Slika 5 prikazuje faktore jakosti dugotrajnog treperenja te mogućih uzroka treperenja (10 ms minimalne i maksimalne vrijednosti napona te vrijednosti struje u trenucima ekstreme napona) u fazi L1 na mjestu predaje električne u 1TS 2136 (M1) u razdoblju od 23. do 30.05.2005. Iz navedene slike se vidi da promjene opterećenja generatora nisu uzrok varijacija napona koje uzrokuju treperenje.

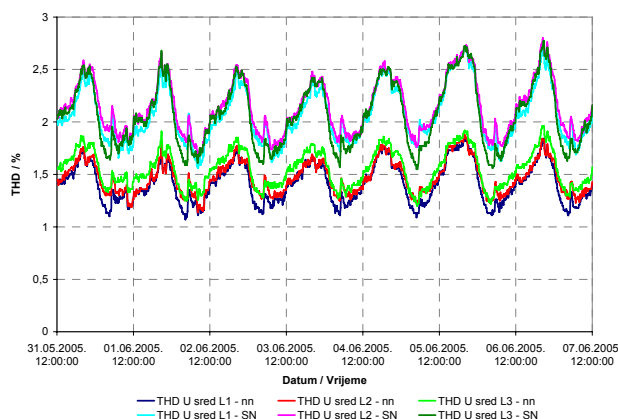
Slika 6 daje usporedbu 10-minutnih prosjeka vrijednosti petog harmonika struje i napona (u postocima vrijednosti osnovnog harmonika struje i napona) na mjestu predaje električne energije (M1) u razdoblju od 23. do 30.05.2005. Iz navedene slike se vidi da je peti harmonik struje posljedica petog harmonika napona zbog distorzije mrežnog napona.



Slika 5. Analiza rezultata mjerenja treperenja na mjestu predaje električne energije (M1) od 23. do 30.05.2005.



Slika 6. Analiza rezultata mjerenja 5. harmonika na mjestu predaje el. energije (M1) od 23 do 30.05.2005.



Slika 7. Usporedba faktora ukupnog harmoničkog izobličenja napona na mjestu predaje električne energije (M1) i na generatoru G2 (M3) od 31.05.2005. do 07.06.2005.

Na slici 7 je dana usporedba faktora ukupnog harmoničkog izobličenja napona za sve tri faze (10-minutni prosjeci) na mjestu predaje električne energije u 1TS 2136 (M1) i na generatoru G2 (M3) u razdoblju od 31.05.2005. do 07.06.2005. Iz navedene slike se vidi da je naponsko izobličenje izraženije na srednjonaponskoj strani, tj. da je harmoničko izobličenje napona na generatorima vrlo malo.

4. ZAKLJUČAK

Mjerenja kvalitete električne energije na mjestu priključka mTEO Jakuševac dala su određene spoznaje o međusobnom utjecaju ovog postrojenja i lokalne distribucijske mreže.

Promjena proizvedene snage može znatno utjecati na naponske prilike ukoliko je snaga kratkog spoja na mjestu predaje električne energije relativno mala. Međutim, provedena mjerenja su pokazala da pogon mTEO Jakuševac ne utječe negativno na iznos napona na mjestu predaje, niti uzrokuje kolebanja i treperenje napona.

Pogonom sinkronih generatora u distribucijskoj mreži može doći do značajnijeg generiranja viših harmonika struje, jer je distorzija napona izraženija u distribucijskim mrežama nego u standardnim elektranama koje su spojene na prienosnu mrežu. Postojanje viših harmonika struje u generatorima može se objasniti činjenicom da je zatvaranje harmonika u generatorima posljedica postojanja harmonika u mreži koji su izazvani drugim nelinearnim trošilima, a impedancija generatora je takva da se jedan dio tih strujnih harmonika zatvara u generator. Međutim, mjerenja viših harmonika struja i napona su pokazala da rad postrojenja nema negativni utjecaj na izobličenje napona na mjestu predaje električne energije.

Rezultati mjerenja pokazuju da se svi parametri napona na mjestu predaje električne energije iz mTEO Jakuševac nalaze unutar graničnih vrijednosti propisanih normom EN 50160.

Na osnovu provedenih mjerenja može se reći da pogon mTEO Jakuševac ne utječe nepovoljno na kvalitetu električne energije na mjestu predaje električne energije u mrežu i da su stvoreni svi uvjeti za siguran i pouzdan paralelni rad postrojenja s distribucijskom mrežom.

LITERATURA

- [1] EN 50160: 1999, Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems.
- [2] IEC/TR 61000-3-6: 1996, Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 3:Limits - Section 6: Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems – Basic EMC publication.
- [3] IEC/TR 61000-3-7: 1996. Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 3: Limits – Section 7: Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power system – basic EMC publication.