

PRIKLJUČIVANJE MALOG TERMOENERGETSKOG OBJEKTA (mTEO) NA JAVNI ELEKTROENERGETSKI SUSTAV

(Slučaj mTEO PLIVA, Savski Marof)

Miroslav Blažičko, Zagreb

UDK 621.31.005:621.311.22
STRUČNI ČLANAK

U članku se iznose osnovni uvjeti elektroenergetskog sustava (EES-a) za dopuštanje paralelnog rada male termoelektre (mTE) s distribucijskom mrežom i zapažanja o dimenzioniranju zahtjeva elektroenergetskog sustava. Na osnovi iskustava stečenih tijekom izgradnje i priključivanja mTE PLIVA u okviru industrijskog elektroenergetskog sustava (iEES) PLIVA, Savski Marof na distribucijsku mrežu potencijalnim se neovisnim proizvođačima električne energije (NPE) ukazuje na probleme s kojima se mogu suočiti (neprijemni paralelni rad i neprihvatljiv povratni utjecaj mTE/unutarnje mreže na javnu mrežu), a koji mogu posredno ugroziti isplativost ulaganja u mTE. Na osnovi usporedbe odredbi iz Tehničkih uvjeta za priključak malih elektrana na elektroenergetski sustav Hrvatske elektroprivrede [1] sa stavovima iz dokumenata IEC [3] i VDEW [4] iznose se prijedlozi za fleksibilniji pristup postavljanju tehničkih uvjeta za priključak mTE na mrežu (odnosno poboljšavanje važećeg dokumenta [1] u tom smislu) uvažavajući stvarne lokalne uvjete, što bi neovisnim proizvođačima energije omogućilo optimiranje pri dimenzioniranju i investiranju u mTE, a mreži osiguralo jače izvore električne energije.

Cljučne riječi: neovisni proizvođač električne energije [NPE]; tehnički uvjeti za priključak TEO na elektroenergetski sustav; male elektrane; priključak; viši harmonici struje; distorzija napona.

UVOD

Radi zadovoljavanja povećanih energetske potreba svojih pogona i poboljšanja efikasnosti industrijskog energetske sustava u proizvodnom kompleksu PLIVA, Savski Marof, PLIVA d.d. je odlučila proširiti postojeća energetska postrojenja na toj lokaciji izgradnjom kogeneracijskog postrojenja (plinski turboagregat s vršnom snagom 6 MVA, kotao na ispušne plinove turbine s kapacitetom 8/12 t/h visokotlačne pare).

Prije izgradnje novoga kogeneracijskog postrojenja PLIVA je svoje energetske potrebe na lokaciji Savski Marof zadovoljavala vlastitom proizvodnjom visokotlačne pare (za proizvodnju električne energije i posredno za tehnološke potrebe) i srednjotlačne pare (izravno za tehnološke potrebe); visokotlačna se para pri tome reducirala na srednji tlak preko parnog turboagregata 1,45 MVA, kojim su se tek djelomično pokrivala potrebe za električnom energijom u proizvodnim postrojenjima. Prije izgradnje kogeneracijskog postrojenja PLIVA je veći dio svojih potreba za električnom energijom zadovoljavala napajanjem iz javnog elektroenergetskog sustava, tj. 20 kV distribucijske mreže Hrvatske elektroprivrede (HEP-a).

Istodobno s izgradnjom kogeneracijskog postrojenja, kao vlastitog izvora energije, PLIVA je na lokaciji Savski Ma-

rof dovršavala izgradnju postrojenja Azitromicin (pogona za proizvodnju antibiotika, novoga potrošača sa specifičnim pogonom) te izvodila rekonstrukciju 20 kV rasklopnog postrojenja preko kojeg se industrijski elektroenergetski sustav (iEES) PLIVA priključuje na mrežu HEP-a.

Puštanje u rad novoga 20 kV rasklopnog postrojenja i proizvodnog postrojenja Azitromicin, a zatim i puštanje u rad kogeneracijskog postrojenja s funkcijskim ispitivanjima, obavljeno je bez odvojenih međufaznih komparativnih ispitivanja povratnog djelovanja postrojenja Azitromicin i/ili kogeneracijskog postrojenja na mrežu; zbog toga su pojave koje se razmatraju u ovome članku i njihovi izvori bile otkrivene tek pri ispitivanju primjerenosti paralelnog rada s mrežom i povratnog djelovanja na mrežu.

PRETPOSTAVKE ZA PRIKLJUČAK mTEO PLIVA, SAVSKI MAROF NA ELEKTROENERGETSKI SUSTAV HEP-a

Osnovni cilj energetske postrojenja PLIVA, Savski Marof je osiguravanje dovoljnih količina tehnološke pare; za proizvodnju zadanih željenih količina pare u kogeneracijskom je procesu usporedna proizvodnja električne energije veća od vlastitih potreba postro-

jenja PLIVA, Savski Marof, pa postoji mogućnost isporuke viška električne energije u javnu elektroenergetsku mrežu. Takva rješenja, koja vode racionalnijem korištenju i proizvodnji električne energije, potiče i HEP odlukom svoga Upravnog odbora od 28. 1. 1994. [1, čl. 1].

Mogućnošću isporuke energije u javnu elektroenergetsku (distribucijsku) mrežu PLIVA, Savski Marof iskazuje se kao **neovisni proizvođač električne energije (NPE)**, koji se na tu mrežu može i smije priključiti te u nju isporučivati ili iz nje preuzimati energiju uz uvjet da dosljedno udovoljava određenim tehničkim uvjetima (preduvjetima i pravilima za paralelan rad s elektroenergetskim sustavom) odnosno zahtjevima iz elektroenergetske suglasnosti vlasnika / nadležnog operatora mreže.

Tehnički uvjeti za priključak mTEO (NPE) na elektroenergetski sustav HEP-a [1] definiraju sve zahtjeve sustava. Budući da se radi o priključku na sredjonaponsku distribucijsku mrežu (20 kV), snaga razmijene ograničena je na 5 MW (elektroenergetska suglasnost) odnosno agregati neovisnog proizvođača ne smiju imati pojedinačnu snagu veću od 5 MW [2, čl. 2]. Taj je zahtjev utvrđen "prema dva temeljna kriterija i to:

- prijenosnih mogućnosti prosječne distribucijske mreže i
- potrebnih ograničenja glede dinamičke stabilnosti distribucijske mreže" [1, Komentar].

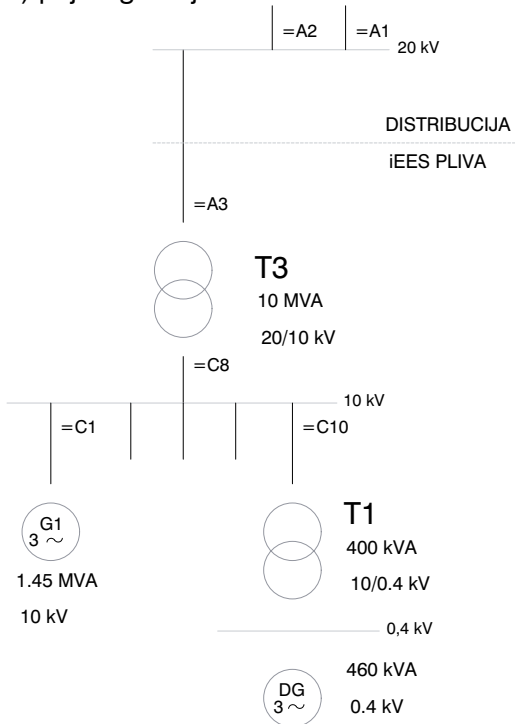
Tome je zahtjevu u ovome slučaju udovoljeno izborom turboagregata prividne snage 6000 kVA (4800 kW).

U Tehničkim uvjetima se posebno obrađuju **primjereni paralelni pogon mE s mrežom** i mogući negativni **povratni utjecaji mE na mrežu**. Neovisni proizvođač (NPE) stječe pravo na paralelan rad s mrežom udovoljavanjem svim zadanim tehničkim uvjetima (konfiguracija priključka, pogonske mogućnosti, pogonska pravila) te dokazivanjem primjerenosti paralelnog pogona i dopuštenog (tj. za mrežu i ostale potrošače prihvatljivog) povratnog utjecaja na mrežu; pri tome se u pogonu mTEO PLIVA, Savski Marof moraju uvažavati određena ograničenja koja su posljedica stvarnih pogonskih okolnosti.

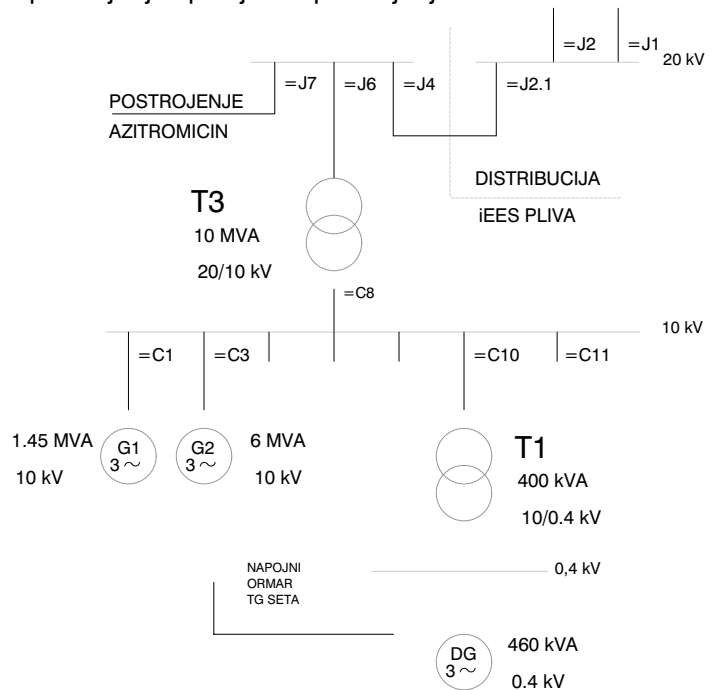
Pri projektiranju priključka kogeneracijskog postrojenja na distribucijsku mrežu u ovom su se slučaju, uz spomenute Tehničke uvjete, u obzir morale uzeti i zatečene i buduće tehnološke potrebe proizvodnih pogona, mogućnosti prilagodbe elektroenergetskog sustava PLIVA, Savski Marof tim potrebama, stanje postojećih rasklopnih postrojenja, odnosno postojeće mogućnosti rukovanja postrojenjima i navike osoblja. Svi su navedeni aspekti utjecali na odluku o konfiguraciji unutarnje elektroenergetske mreže PLIVA, Savski Marof od generatora do mrežnog prekidača te na izbor načina upravljanja priključkom. Odabranom konfiguracijom omogućeno je pokretanje generatora G2 (plinski turboagregat) iz beznaponskog stanja ("crni start") pomoću vlastitog diesel-agregata te ponovna uspostava opskrbe sustava PLIVA, Savski Marof električnom energijom.

Konfiguracije elektroenergetskog sustava PLIVA, Savski Marof prije i poslije svih rekonstrukcijskih i investicijskih zahvata prikazuju se na slici 1.

a) prije izgradnje mTE



b) poslije izgradnje mTE, rekonstrukcije 20 kV rasklopnog postrojenja i priključka postrojenja Azitromicin



Slika 1. Pojednostavljene sheme elektroenergetskog sustava PLIVA, Savski Marof

PRIMJERENOST PARALELNOG POGONA MALE ELEKTRANE (mE) SA SUSTAVOM I NEGATIVNO POVRATNO DJELOVANJE NA SUSTAV / MREŽU

Primjerenošću paralelnog pogona sa sustavom smatra se sposobnost elektrane

- (a) za uključivanje u paralelan pogon sa sustavom (postizanje uvjeta za sinkronizaciju),
- (b) za paralelan pogon u svim redovnim i izvanrednim pogonskim okolnostima u distribucijskoj mreži (održavanje napona i frekvencije uz razmjenu energije) te
- (c) za izlazak / odvajanje elektrane iz paralelnog pogona s mrežom u slučaju odstupanja od uvjeta za paralelan pogon i narušavanja stabilnog pogona sustava te nastavak pogona u otočnom radu.

Tehničkim uvjetima [1] utvrđuju se sljedeći uvjeti za primjeren paralelan pogon:

- (a) Uvjeti za dopuštanje sinkronizacije:
 - (i) razlika napona generatora i mreže manja od +/- 10% nazivnog napona mreže;
 - (ii) razlika frekvencije manja od +/- 0,5 Hz;
 - (iii) razlika faznog kuta manja od +/- 10 stupnjeva.
- (b) Uvjeti za paralelan pogon:
 - (i) proizvodnja dovoljne količine jalove energije, tj. sposobnost proizvodnje jalove snage u granicama od 0 do 75 posto proizvodnje djelatne snage (faktor snage između 1 i 0,8 kapacitivno) ovisno o naponskim prilikama na sabirnicama male elektrane i opterećenjima u mreži;
 - (ii) trenutne promjene snage mTEO moraju biti manje od 10% nazivne snage generatora (sposobnost regulatora).
- (c) Uvjeti za trenutno odvajanje:
 - (i) odstupanje napona u točki priključka veće od +/- 10% nazivnog napona;
 - (ii) porast frekvencije sustava / mreže iznad 51 Hz odnosno pad frekvencije ispod 48 Hz.

Svi se navedeni uvjeti zadovoljavaju izborom i podešenjima sinkronizacijske, zaštitne, regulacijske i uzbudne opreme.

Pod negativnim povratnim djelovanjem podrazumijevaju se prvenstveno:

- kratkotrajne promjene vrijednosti napona kod grube sinkronizacije generatora na mrežu (ova je pojava praktički isključena ugradnjom preciznih uređaja za sinkronizaciju, moguća je jedino zbog grube ljudske pogreške), kod opterećivanja/rasterećivanja generatora kao i kod uključivanja/isključivanja kompenzacijskog postrojenja;
- dugotrajna kolebanja napona (flikeri);
- pojave viših harmonika u struji i naponu;
- ometanje rada tonfrekventnog upravljanja.

Nastanak promjena i kolebanja napona može se povezati uglavnom s osobinama generatora (male zamašne mase, neprikladna regulacija snage i napona) i neželjenim prijelaznim pojavama u sustavu pri ispadu izvora, uključivanju/isključivanju potrošača i drugim zahvatima, dok se nastanak viših harmonika u struji i naponu povezuje s radom ispravljača, istosmjernih elektromotornih pogona, izmjeničnih elektromotornih pogona s regulacijom frekvencije, sustava besprekidnog napajanja, lučnih peći, statičkih generatora jalove snage (kompenzacijskih postrojenja), rotacijskih pretvarača, statičkih upuštača elektromotora, elektroničkih predspojnih sprava za rasvjetu kao i s uklapanjem/isklapanjem energetskog napajanja [2].

DOKAZIVANJE PRIMJERENOSTI PARALELNOG POGONA I PRIHVATLJIVOG POVRATNOG DJELOVANJA NA SUSTAV / MREŽU

Primjerenost paralelnog pogona mTE sa sustavom dokazuje se pretpogonskim funkcionalnim ispitivanjima mE i njenog priključka na iEES (unutarnji sustav) i distribucijsku mrežu te pogonom unutarnjeg elektroenergetskog sustava s vlastitim izvorima u otočnom radu, ispitivanjima ulaska u paralelni pogon sa sustavom, ispitivanjem izlaska iz paralelnog pogona i prijelaza u otočni rad (stabilnost iEES), ispitivanjima tokova djelatne i jalove snage i razmjene energije sa sustavom/distribucijom, provjerom ugovorenih nazivnih vrijednosti na pragu male elektrane, ispitivanjem djelovanja zaštitnih uređaja pri odstupanju od uvjeta primjerenog paralelnog pogona, ispitivanjem pogona mE s obzirom na udovoljavanje uvjetima ograničenog povratnog djelovanja, ispitivanjem utjecaja kompenzacijskih postrojenja unutarnjeg elektroenergetskog sustava i distribucijske mreže (ako postoje) na primjereni paralelni pogon i ograničeno povratno djelovanje, ispitivanjem sustava pogonskih i obračunskih mjerenja, nadzora stanja, lokalnog i daljinskog upravljanja i regulacije i dr. [1, Komentar, t. 5].

Rezultati ispitivanja moraju potvrditi zadovoljavanje uvjeta iz elektroenergetske suglasnosti i posebnih uvjeta, usklađenost s odobrenom projektnom dokumentacijom, udovoljavanje zahtjevima Tehničkih uvjeta i udovoljavanje zahtjevima ostalih propisa primjenljivih za termoenergetska postrojenja.

PROVEDENA MJERENJA I ISPITIVANJA PARALELNOG RADA I POVRATNOG DJELOVANJA mTE PLIVA NA SUSTAV

Mala TE PLIVA u Savskom Marofu prvi je slučaj neovisnog proizvođača električne energije (NPE) u hrvatskoj distribucijskoj mreži, pa je zamišljeno da ovaj objekt bude referentan za moguća buduća ispitivanja i provjere na drugim sličnim objektima. HEP je zato posvetio veliku pozornost provjeri zadovoljavanja svih

kriterija definiranih Tehničkim uvjetima te je, radi stjecanja iskustva i dobivanja referentnih rezultata, preuzeo na sebe odgovornost za dokazivanje primjerenosti paralelnog rada i prihvatljivosti povratnog djelovanja mTE PLIVA na mrežu.

Primjerenost paralelnog rada mTE PLIVA sa sustavom i povratno djelovanje na sustav / mrežu ispitivala je, u ime HEP-a, neovisna stručna tvrtka ELMAP, Split.

Ispitivanja funkcionalnosti mTE i njenog priključka na unutarnji elektroenergetski sustav PLIVA i distribucijsku mrežu HEP-a te probni pogon u otočnom radu obavljani su u opsegu odgovornosti isporučitelja osnovne opreme (kogeneracijsko postrojenje) i investitora (infrastruktura i priključak na mrežu). Uspješno obavljenim ispitivanjima s prihvatljivim rezultatima stvoreni su preduvjeti za nastavak probnog pogona u paralelnom radu sa sustavom i za ispitivanja primjerenosti paralelnog rada mTE sa sustavom te povratnog djelovanja na distribucijsku mrežu.

U elaboratu Provjere i ispitivanja pri puštanju mTEO PLIVA u paralelni pogon s distribucijskom mrežom [5] detaljno su opisana sva provedena mjerenja i snimanja te komentirane uočene pojave. Ispitivanja su provedena mjerenjima električnih veličina i snimanjima stanja i pojava u ključnim točkama elektroenergetskog sustava PLIVA (sl. 2.) pri različitim režimima rada.

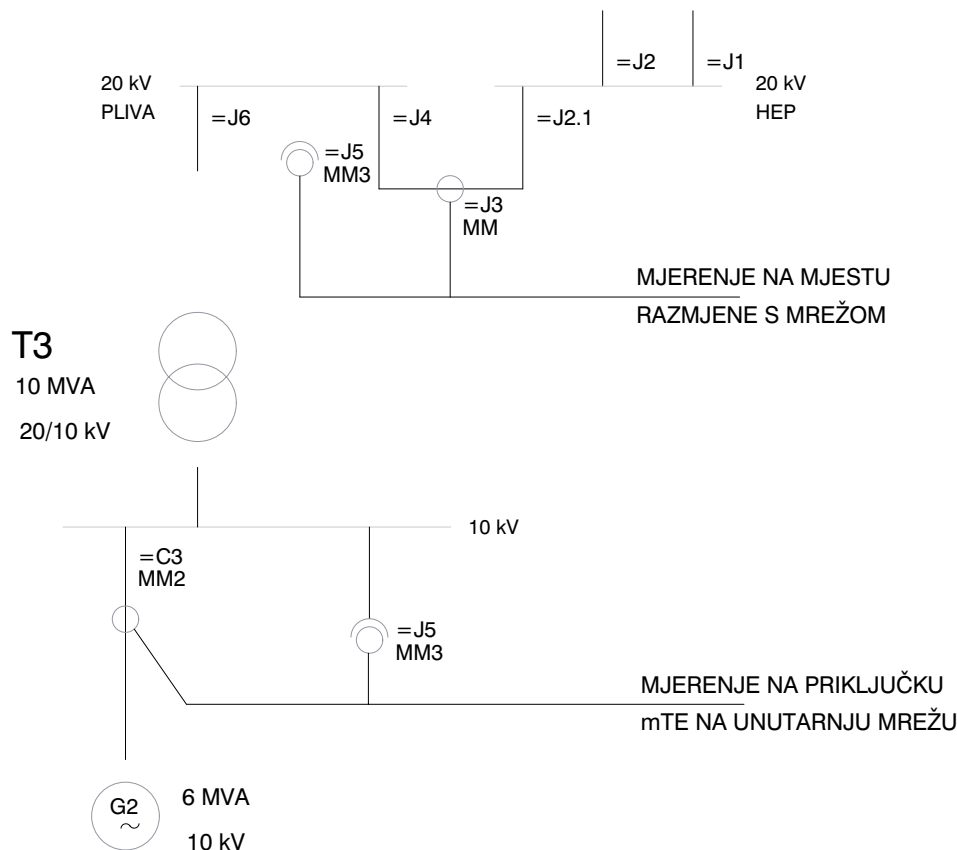
Valja naglasiti, da su ispitivanja provedena isključivo u ugovorenom ograničenom opsegu, tj. samo za stacionaran paralelan rad sustava PLIVA s mrežom i prijelazne režime vezane uz paralelan rad i promjene opterećenja, uz mijenjanje konfiguracije unutarnjeg elektroenergetskog sustava PLIVA (rad s mTE i bez nje).

NALAZI MJERENJA I ISPITIVANJA

Kako kvantifikacija mjerenja i snimljenih pojava u slučaju mTE PLIVA nije predmet ovoga članka, razmotrit će se samo utvrđena karakteristična odstupanja od normalno očekivanih stanja i poremećaji koji prelaze prihvatljive granice te komentirati njihova tumačenja iz [5]:

- *Izobličenje struje između postrojenja i distribucijske mreže je značajno i uglavnom iznad dopuštenih granica propisanih Tehničkim uvjetima. To se posebno uočava kao problem kod relativno male razmjene radne snage. Posebno je izražen peti harmonik, koji u pojedinim režimima rada prelazi 150% osnovnog harmonika.*

Uz ovaj se zaključak mora konstatirati da, u pravilu, mE nije izvor viših harmonika te da pojava viših harmonika struje i posljedično napona na mjestu priključka na sustav (mjestu razmjene energije sa sustavom), kada se radi o postrojenju koje osim mE sadrži i druge pogone koji su evidentni izvori viših harmonika, ne bi



Slika 2. Shema mjernih mjesta pri ispitivanju primjerenosti paralelnog pogona

trebala biti sama po sebi osnovicom za eliminaciju mE iz paralelnog rada s mrežom. Uzroke pojave viših harmonika struje u tom slučaju treba prvenstveno tražiti u poznatim izvorima (regulirani pogoni, ispravljači, pretvarači, kondenzatorske baterije i sl.).

Ako u postrojenju korisnika nema drugih izvora smetnji, ispravna mE generira više harmonike samo zbog viših harmonika u naponu mreže.

U tom slučaju treba prvenstveno utvrditi stanje u mreži bez mE (tj. prije priključka mE na mrežu) i ukloniti uzroke eventualnih viših harmonika u naponu mreže, a tek zatim valorizirati doprinos mE pojavi viših harmonika struje na mjestu razmjene. Takav bi postupak jamčio NPE-u objektivnu valorizaciju doprinosa mE smetnjama i ravnopravnost u odnosima s distribucijskom organizacijom, što je vrlo bitno za poticanje ulaganja u izgradnju mE. Valja navesti da je u slučaju PLIVA, zbog ograničenog opsega zadatka elaborata [5] i konfiguracije postrojenja 20 kV, za potrebe cjelovitog tumačenja pojava snimljenih na točki razmjene PLIVA/mreža manjkala informacija o eventualnim postojećim izobličenjima napona u točki priključka na distribucijsku mrežu bez utjecaja elektroenergetskog sustava PLIVA.

Naravno, korisnik (NPE) je u svakom slučaju dužan smetnje (više harmonike), koje generira u svome postrojenju, svesti na mjeru koju mreža i njeni drugi korisnici mogu tolerirati (podnošljiva razina smetnji), ali taj problem treba odvojiti od mE i njenog paralelnog rada s mrežom te ga zasebno rješavati. U slučaju PLIVA taj je problem riješen naknadnim mjerenjima i analizama, kojima su locirani izvori smetnji, a zatim su tehničkim zahvatima (ugradnjom mrežnih filtara uz regulirane elektromotorne pogone i dr.) smetnje svedene u prihvatljive okvire. Postupak svakako nije jednostavan, a njegovo rješavanje zahtijeva vrsna specijalistička znanja i iskustvo.

Distribucijske organizacije određuju za svoje mreže, u pravilu, zbirnu plansku i podnošljivu razinu viših harmonika (kao jedan od kriterija kvalitete električne energije) uzimajući u obzir sve korisnike koji proizvode ili su osjetljivi na smetnje (više harmonika struje i napona), pa na toj osnovi karakterističnim korisnicima određuju gornju granicu emisije smetnji.

U našim uvjetima i u ovome slučaju te razine nisu bile poznate, pa su granice emitiranih smetnji korisniku zadane konzervativno, vezano na vrijednosti iz propisa (ako se svi sudionici pridržavaju istih vrijednosti, njihov će zbirni doprinos biti u dopuštenim okvirima). Takav pristup ostavlja veliku marginu za dopuštene smetnje i tamo gdje to nije potrebno.

Korektnije bi stoga bilo da distribucije na čijim je područjima vjerojatna izgradnja mE (NPE), znajući svojstva i potrebe svojih korisnika, utvrde ukupne planske i podnošljive razine smetnji kao vrijednosti prihvatljive svim zainteresiranim korisnicima, a da u svakom pojedinačnom slučaju, ovisno o trenutnom i budućem stanju u mreži, dogovorno s ulagačem u mE

odrede njen najveći prihvatljiv doprinos razini smetnji u određenoj mreži poštujući pri tome razine planskih i podnošljivih smetnji.

Nadalje, u uvjetima kada razmjena energije između mreže i korisnika mreže / sustava (u ovom slučaju elektroenergetskog sustava PLIVA, Savski Marof) varira između -6,7 MW (dopušteno uzimanje iz mreže), 0 MW (nulta razmjena u paralelnom radu) i +5 MW (predaja mreži) relativna vrijednost viših harmonika struje prema osnovnom harmoniku struje razmjene nema neki poseban smisao (pri nultoj razmjeni ona je beskonačna), pa je nema smisla isticati. Nasuprot tome, važna je apsolutna vrijednost viših harmonika struje, jer pokazuje veličinu smetnji koje se unose u mrežu i odgovarajuće pribrajaju smetnjama iz drugih izvora.

KOMENTAR I PRIJEDLOZI

Ograničenje pojedinačne snage agregata na 5 MW

Ovaj zahtjev ograničava izbor nazivne snage plinsko-turbinskog agregata te moguću energetska i ekonomsku optimizaciju kod potrošača/proizvođača električne energije. Načelno, na temelju prosječnih parametara distribucijske mreže, ovo je ograničenje opravdano.

Predlaže se, međutim, da se u sasvim određenim slučajevima, kada su uvjeti bitno drugačiji od prosječnih, ovaj zahtjev primjenjuje fleksibilnije, tj. da se od njega može odstupati.

Predmetni slučaj (PLIVA) jedan je od primjera takvih uvjeta. Naime, PLIVA, Savski Marof, priključena je izravno vlastitim dalekovodom 20 kV (kabelski vod XHP 150/25 mm², zračni vod AlCe 95 mm²), bez ikakvih drugih odvojaka, na TS 110/20 kV Zaprešić (2 x 40 MVA), pa bi utjecaj toga priključka na stabilnost distribucijske mreže, uz veću jediničnu snagu agregata, trebalo barem posebno valorizirati. Zanimljivo je napomenuti da je distribucijska organizacija energetskom suglasnošću za priključak postrojenja Azitromicin (na istoj lokaciji) dopustila vršno opterećenje voda PLIVA – TS Zaprešić sa 6700 kW.

Primjereni paralelni pogon i povratni utjecaj na mrežu

Dio uvjeta za primjeren paralelan rad mTE sa EES-om rješava se rutinski izborom suvremene sofisticirane opreme za sinkronizaciju i regulaciju te upravljanjem trošilima u skladu sa zahtjevima mreže (ograničenje skokovitog opterećivanja / rasterećivanja), čime se izbjegava remećenje pogonske stabilnosti, pa taj segment ne predstavlja poseban problem.

Radi poticaja za izgradnju malih TE i nediskriminirajućeg pristupa mreži / sustavu poželjno je pri određivanju uvjeta priključka (dakle prije priključenja) raspolagati dovoljnim saznanjima o kontaminiranosti napona višim harmoničima i kolebanjima napona, lokacijama i utjecaju izvora kontaminacije (stvarnim i projiciranim) te raspoloživoj margini za novog korisnika (NPE ili običnog potrošača).

Predlaže se stoga, ako ne postoje dovoljna saznanja o početnoj kontaminaciji napona na mjestu priključka mTE, pravodobno obavljanje odgovarajućih mjerenja na čijoj se osnovi može utvrditi dopustiv doprinos mTE kontaminaciji mreže višim harmonicima i kolebanjima (flikerima) u postojećem stanju i u projiciranom stanju, uzimajući u obzir sve korisnike određene distribucijske mreže.

Na osnovi rezultata mjerenja postojećih smetnji, tj. ovisno o zatečenom stanju u mreži, odgovarajuće bi se zahtjeve moglo u svakom pojedinom slučaju utvrđivati energetsom suglasnošću odnosno ugovorom o razmjeni energije, a njihovo poštivanje dokazivati završnim ispitivanjima. Time bi se mogli izbjeći eventualni ili predvidljivi nesporazumi između NEP-a i operatora distribucije / sustava o udovoljavanju zahtjevima za primjeren paralelni rad mTE sa sustavom.

Kao alternativa jednokratnim mjerenjima moguća je ugradnja stalnih uređaja za snimanje smetnji u srednjonaponskoj mreži te specijalistička analiza snimaka, što bi olakšalo dimenzioniranje eventualno potrebnih tehničkih zahvata radi poboljšanja "čistoće" distribucijskih mreža.

Razmatranjem ovih prijedloga, analizom njihove opravdanosti i primjenljivosti te korekcijom ili proširenim tumačenjima [1] u duhu ovih zapažanja olakšalo bi se neovisnim proizvođačima električne energije planiranje novih mTE i njihovo optimiranje radi pokrivanja vlastitih potreba za toplinskom ili električnom energijom te radi odabira ekonomski najprihvatljivijeg rješenja. Pri tome nije zanemarivo i posredno poboljšanje energetske efikasnosti.

LITERATURA

- [1] Tehnički uvjeti za priključak malih elektrana na elektroenergetski sustav Hrvatske elektroprivrede (Bilten Vjesnika HEP-a br.66, 04.02.1998.)
- [2] J. W. GRAY & F. J. HAYDOCK, "Industrial power quality considerations when installing adjustable speed drive systems" (IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.32, No 3, May/June 1996) Problemi kvalitete pogonske energije pri ugradnji pogonskih sustava s promjenljivim brzinama (IEEE Zbornik rasprava o industrijskim primjenama, knj.32, br. 3, svibanj/lipanj 1996.)
- [3] IEC 1000-3-6: 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 Elektromagnetska podnošljivost (EMC) – Dio 3: Ograničenja – Odjeljak 6: Procjenjivanje granica emisije za izobličujuće terete u SN i VN elektroenergetskim sustavima – Osnovna publikacija EMC
- [4] VDEW, Temelji za procjenu povratnog utjecaja na mrežu, 3. prerađeno izdanje, 1992. Grundsätze für die Beurteilung von Netzrückwirkungen
- [5] Provjere i ispitivanja pri puštanju mTEO PLIVA u probni paralelni pogon s distribucijskom mrežom (ELMAP, 1999.) (dostupno u PLIVA, d.d.)
- [6] Elaborat o podešenju zaštita PLIVA (OKIT, 1999) (dostupno u PLIVA, d.d.)

SMALL THERMAL POWER PLANT CONNECTION TO THE PUBLIC ELECTRICITY SYSTEM

In the paper basic conditions of electric power system to enable parallel operation of small thermal power plant to (TPP) a distribution network and some observations concerning electric power system dimensioning are given. Based on experiences gained during the construction and connection of small TPP PLIVA in the frame of the PLIVA industrial electric power system in Savski Marof to the distribution network, potential independent power producers are warned about problems that they may come across (unacceptable parallel operation and return influence of small TPP internal network on public network), which can endanger the profitability of the small TPP investment. Based on the comparison between regulations from Technical Conditions for Small Power Plants' Connection to Electric Power System of the Croatian Electricity Utility (HEP) /L1/ and documents IEC /L3/ and VDEW /L4/, some more flexible proposals are given considering technical conditions for small TPP connection to the network (i.e. the improvement of the existing document in that sense), thus taking into account real local conditions that would enable independent producers to optimise dimensioning and investment into small TPP and at the same time the network would profit from better sources.

ANSCHLIESSEN EINES KLEINEN WÄRMEENERGETISCHEN OBJEKTES AN DAS ÖFFENTLICHE STROMVERSORGUNGSSYSTEM

Im Artikel werden die vom kroatischen öffentlichen Stromversorgungssystem gestellten Grundbedingungen für die Ankoppelung eines kleinen thermischen Kraftwerkes an das Versorgungsnetz vorgetragen. Ebenso werden die Wahrnehmungen über den Ausmass der diesbezüglichen Verlangen. seitens des Stromversorgungssystems dargestellt. Auf Grund der Erfahrungen beim Bau und beim Ankoppeln des kleinen thermischen Kraftwerkes PLIVA in der Ortschaft Savski Marof an das Verteilungsnetz, werden interessierte geeignete Stromerzeugungsunternehmer auf Fragen mit welchen sie sich gegenübergestellt sehen könnten (ungeeignete Parallelarbeit, unannehmbare Rückwirkung des internen Netzes des Kleinkraftwerkes auf das öffentliche Netz) hingewiesen. Mittelbar könnten diese Umstände die Einträglichkeit des Anlegens in das Kleinkraftwerk beeinträchtigen. Auf Grund des Vergleiches Technischer Bedingungen für die Ankoppelung kleiner Kraftwerke an den Stromversorgungssystem der Kroatischen Elektrizitätswirtschaft [1] mit den Bestimmungen der Dokumente IEC [3] und VDEW [4] werden Vorschläge für das Vorschreiben anpassungsfähigerer Technischer Bedingungen für die Ankoppelung kleiner thermischer Kraftwerke an den Stromversorgungssystem (bzw. eine Überarbeitung des geltenden Dokumentes [1] in dem Sinne), wirkliche örtliche Gegebenheiten berücksichtigend, beschrieben. Dies würde den unabhängigen Stromerzeugungsunternehmern eine Optimierung beim Entwerfen kleiner thermischer Kraftwerke und beim günstigen Anlegen in solche Objekte ermöglichen und dem Netz mehr elektrischer Energie sichern.

Naslov pisca:

**Miroslav Blažičko, dipl. ing.
EKONER Holding, d.o.o.
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska**

Uredništvo primilo rukopis:
2001-02-13.