

Željko Polak, dipl. ing.
HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega
zeljko.polak@hep.hr

Tomislav Ivanović, dipl. ing.
HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega
tomislav.ivanovic@hep.hr

REGULATORNI ZAHTJEVI ZA FAKTOR SNAGE KORISNIKA DISTRIBUCIJSKE MREŽE

SAŽETAK

Faktor snage postrojenja i instalacija korisnika distribucijske mreže od interesa je za operatora distribucijskog sustava jer uz ostale sastavnice mreže bitno utječe na tokove jalove snage u mreži. Posljedice su prekomjernih tokova jalove snage smanjenje prijenosne moći mreže za radnu snagu i povećanje gubitaka u mreži. Zahtjevi za faktor snage korisnika mreže propisani su podzakonskim propisima kojima je regulirana djelatnost distribucije električne energije. Referat daje osvrt na trenutno važeće zahtjeve za faktor snage kupaca i proizvođača električne energije, uz naznake za moguća poboljšanja koja su od interesa kako za operatora sustava, tako i za sve korisnike mreže.

Glavne riječi: faktor snage, jalova snaga, jalova energija, kupac, proizvođač

REGULATORY REQUIREMENTS FOR POWER FACTOR OF DISTRIBUTION SYSTEM USERS

SUMMARY

Power factor of distribution system users' facilities is important for distribution system operator because of its influence on reactive power-flow in distribution network. Reduction of network active power-flow capability and power losses increasing are consequences of excessive reactive power-flow. Power factor of distribution network customer's facilities is subject of regulation. Regulatory requirements for power factor of consumers and producers connected to distribution system and some improvements which can take benefits for distribution system operator and users are described.

Key words: power factor, reactive power, reactive energy, consumer, producer

1. UVOD

Faktor snage u harmoničnim sinusoidalnim sustavima izmjenične struje definiran je kao omjer radne i prividne snage koja se javlja na elementu sustava. U jednofaznim izmjeničnim sustavima i višefaznim simetričnim sustavima faktor snage jednak je ujedno i kosinusu kuta faznog pomaka između osnovnog harmonika napona i struje. U višefaznim nesimetričnim sustavima faktor snage može biti različit u pojedinim fazama. U tom slučaju faktor snage trofaznog elementa mreže izražava se kao omjer djelatne i prividne snage tog elementa mreže. Bilo da se faktor snage određuje iz omjera radne i prividne snage ili iz faznog pomaka napona i struje, u oba slučaja radi se o trenutnom faktoru snage.

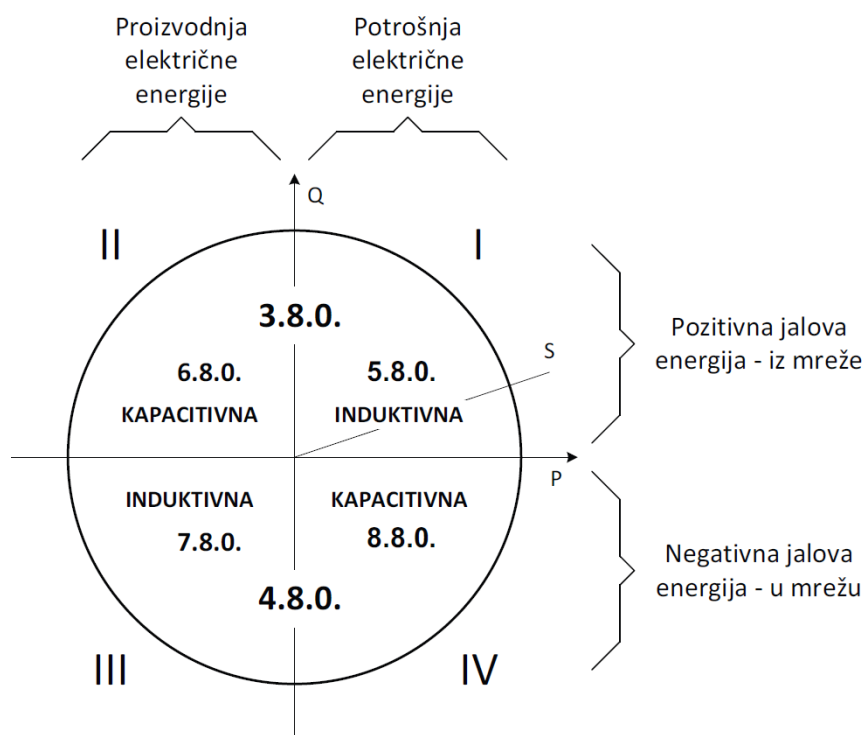
Prosječni faktor snage u određenom vremenskom razdoblju može se izračunati kao omjer radne i prividne energije, odnosno posredno iz omjera radne i jalove energije registrirane tijekom tog vremenskog razdoblja.

2. DEFINICIJE KARAKTERA I TOKOVA JALOVE SNAGE I ENERGIJE

Prema Mrežnim pravilima [4], jalova snaga je električna snaga potrebna za uspostavu električnih ili magnetskih polja. Prevladavaju li električna polja, jalova snaga je kapacitivna, a prevladavaju li magnetska polja – jalova je snaga induktivna.

S elektroenergetskog stajališta, jalova snaga može se definirati analogno definiciji radne snage. Kao što izvori električne energije proizvode radnu snagu, a trošila je troše, tako i električna polja (kapaciteti) proizvode jalovu snagu, a magnetska polja (induktiviteti) je troše.

Međutim, definicije registara za registraciju jalove energije koje se koriste u obračunskim mjerenjima nešto su složenije i ponekad mogu uzrokovati nedoumice oko karaktera i smjera u kojem je registrirana jalova energija. Za mjerenje i registraciju radne i jalove snage, odnosno energije, kako je navedeno u Lit. [10] usvojene su slijedeće definicije:



- registar pozitivnog toka jalove energije – 3.8.0 – sastavljen je od:
 - 5.8.0 – INDUKTIVNE komponente jalove energije koja se TROŠI na mjestu POTROŠNJE radne snage (kod kupaca električne energije),
 - 6.8.0 – KAPACITIVNE komponente jalove energije koja se TROŠI na mjestu PROIZVODNJE radne snage (kod proizvođača električne energije),

- registar negativnog toka jalove energije – 4.8.0 – sastavljen je od:
 - 7.8.0 – INDUKTIVNE komponente jalove energije koja se PROIZVODI na mjestu PROIZVODNJE električne snage (proizvodnja, proizvođač električne energije),
 - 8.8.0 – KAPACITIVNE komponente jalove energije koja se PROIZVODI na mjestu POTROŠNJE električne snage (potrošnja, kupac električne energije),

Iz navedenog je vidljivo da primjerice kod proizvođača čije je postrojenje induktivnog karaktera (primjerice asinkroni generator i vlastita potrošnja), karakter jalove snage ovisi o smjeru radne snage. Ako takav proizvođač predaje radnu snagu u mrežu, tada je po definiciji jalova snaga koju on preuzima iz mreže kapacitivnog karaktera. No, ako proizvođač smanji proizvodnju i počne iz mreže preuzimati i radnu snagu (uz nepromijenjeni smjer jalove snage), tada je jalova snaga preuzeta iz mreže po definiciji induktivna. U Tablici I. navodene su definicije karaktera jalove snage kupaca i proizvođača električne energije.

Tablica I. Karakter jalove snage korisnika mreže

| Korisnik mreže | KARAKTER JALOVE SNAGE ako u postrojenju ili instalaciji korisnika prevladavaju: | |
|----------------|--|-----------------------|
| | MAGNETSKA POLJA | ELEKTRIČNA POLJA |
| KUPAC | Troši induktivnu | Proizvodi kapacitivnu |
| PROIZVOĐAČ | Troši kapacitivnu | Proizvodi induktivnu |

3. DOPUŠTENI FAKTOR SNAGE KUPACA

U prije važećim Općim uvjetima [1] i [2] nije bio propisan dopušteni faktor snage kupaca niti uvjeti vezani uz prekomjerno preuzetu jalovu energiju.

Mrežnim pravilima [4] propisano je da veličina faktora snage za instalacije i postrojenja kupaca treba biti od $\cos \varphi = 0,95$ induktivno do $\cos \varphi = 1$. Nije eksplicitno navedeno odnosi li se zahtjev na trenutni faktor snage dobiven iz omjera radne i prividne snage ili na prosječni faktor snage koji proizlazi iz registrirane radne i jalove energije u obračunskom razdoblju. S obzirom da operator sustava nema mogućnost kontrolirati trenutni faktor snage kupaca, propisani zahtjev primjenjuje se na prosječni faktor snage. Iz uvjeta za dopušteni faktor snage mogu se izvesti i uvjeti za dopuštenu razmjenu jalove energije (Tablica II.).

Tablica II. Najveća dopuštena razmjena jalove energije kupaca s mrežom prema Mrežnim pravilima [4]

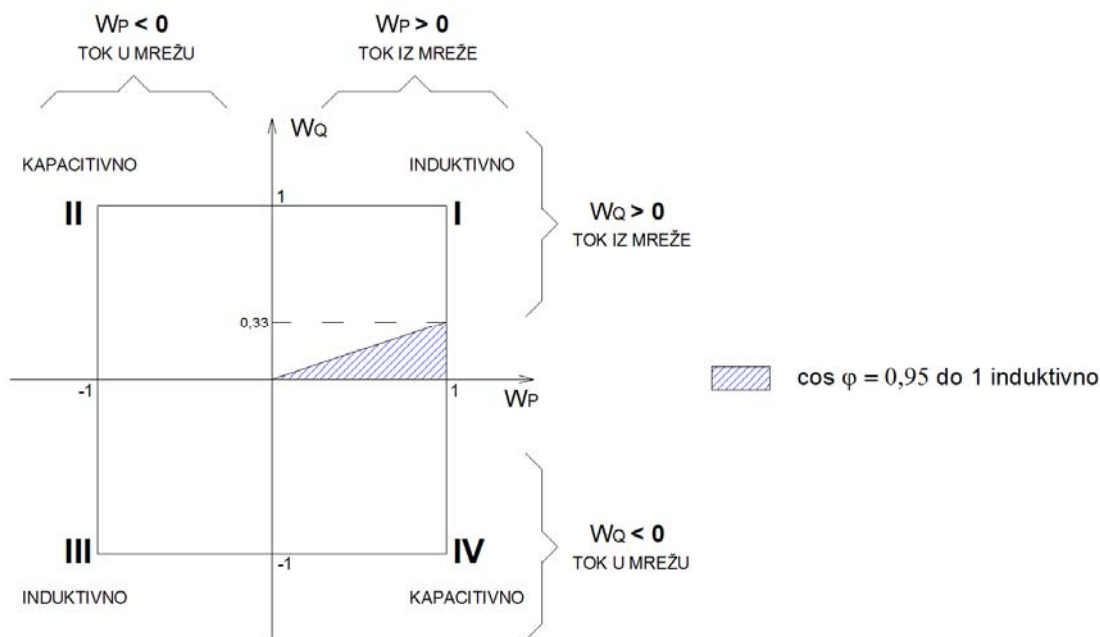
| Korisnik mreže | Dopušteni $\cos \varphi$ | Najveći dopušteni iznos W_Q u smjeru: | |
|----------------|--------------------------|---|---------|
| | | IZ MREŽE | U MREŽU |
| KUPAC | 0,95 – 1 ind. | $0,33 \cdot W_P$ | 0 |

gdje je:

W_Q – registrirana jalova energija (kVArh),

W_P – registrirana radna energija (kWh).

Grafički prikaz dopuštenih iznosa registrirane radne i jalove energije kupaca prikazan je na Slici 1. (normirano na jedinične iznose). Jalova energija kupaca mora se nalaziti u prvom kvadrantu. Kupcima nije dopuštena predaja niti radne niti jalove energije u mrežu. Preuzimanje jalove energije iz mreže dopušteno je do najviše 33% brojčano izraženog iznosa preuzete radne energije. Jalova energija iznad tog iznosa obračunava se kao prekomjerno preuzeta jalova energija.



Slika 1. Dopusštena jalova energija kupaca s registracijom u jednom kvadrantu

Kontrola ispunjavanja regulatornih zahtjeva za faktor snage kupaca kod kojih je osim radne energije bilo obvezno i registriranje jalove energije, nije bila moguća u vrijeme dok su se na obračunskim mjernim mjestima koristila isključivo elektromehanička indukcijska brojila. U skladu s prije važećim tehničkim uvjetima vezanim za obračunska mjerna mjesta [5], [6] i [7], registrirala se samo radna i jalova energija koju je kupac preuzimao iz mreže (u I kvadrantu).

Pojavom i ugradnjom elektroničkih kombi-brojila, koja registriraju jalovu energiju u dva kvadranta, omogućena je registracija i jalove energije koju kupac predaje u mrežu (u IV kvadrantu). Jalova energija registrirana u IV kvadrantu pribraja se (u apsolutnom iznosu) jalovoj energiji registriranoj u I kvadrantu, čime se dobiva ukupno razmijenjena jalova energija između kupca i mreže. Kao prekomjerna jalova energija obračunava se razmijenjena jalova energija (sumirano u I i IV kvadrantu – u oba smjera) koja premašuje 33% brojčano izraženog iznosa preuzete radne energije.

Ovakav način izračuna prekomjerne razmjene jalove energije kupaca propisan je i važećim Općim uvjetima [3]. Prekomjerna jalova energija izračunava se prema izrazima:

$$Q = \begin{cases} |Q_{\text{ind}}| + |Q_{\text{kap}}| - W \cdot 0,33 & \text{za } |Q_{\text{ind}}| + |Q_{\text{kap}}| > W \cdot 0,33 \\ 0 & \text{za } |Q_{\text{ind}}| + |Q_{\text{kap}}| \leq W \cdot 0,33 \end{cases} \quad (1)$$

gdje je:

- Q – prekomjerna jalova energija (kVArh),
- Q_{ind} – izmjerena induktivna jalova energija (kVArh),
- Q_{kap} – izmjerena kapacitivna jalova energija (kVArh),
- W – izmjerena radna energija (kWh).

U važećim Općim uvjetima [3] nije izravno propisan dopušteni faktor snage kupaca, no neizravno je definiran prethodno navedenim načinom izračuna prekomjerne jalove energije kupaca. Vidljivo je iz izraza (1) da je kupcima dopušteno preuzimanje, ali i predaja jalove energije u mrežu, što znači da im je osim induktivnog dopušten i kapacitivni faktor snage. Dopusćeni raspon faktora snage slijedom izraza (1) je od 0,95 induktivno do 0,95 kapacitivno, ali uz uvjet da ukupna razmijenjena jalove energije ne smije premašiti 33% brojčanog iznosa preuzete radne energije (Tablica III.).

Tablica III. Najveća dopuštena razmjena jalove energije kupaca s mrežom prema Općim uvjetima [3]

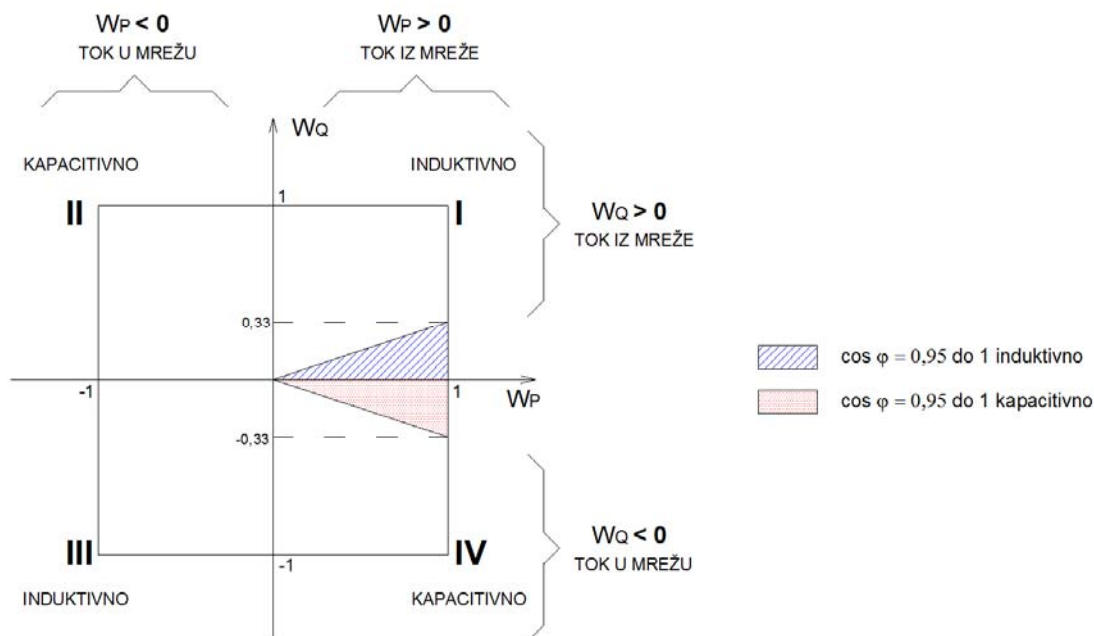
| Korisnik mreže | Dopušteni $\cos \varphi$ | Najveći dopušteni iznos W_Q u smjeru: | |
|----------------|--------------------------|---|------------------|
| | | IZ MREŽE | U MREŽU |
| KUPAC | 0,95 – 1 ind./kap. | $0,33 \cdot W_P$ | $0,33 \cdot W_P$ |
| | | uz zadovoljen uvjet da je $ Q_{ind} + Q_{kap} \leq W_P \cdot 0,33$ | |

gdje je:

W_Q – registrirana jalova energija (kVARh),

W_P – registrirana radna energija (kWh).

Grafički prikaz tako definiranih dopuštenih iznosa registrirane radne i jalove energije kupaca prikazan je na slici 2. (normirano na jedinične iznose). Registrirana jalova energija kupaca može se nalaziti u I i IV kvadrantu. Nije dopuštena predaja radne energije u mrežu, a dopuštena je razmjena jalove energije s mrežom do najviše 33% brojčano izraženog iznosa preuzete radne energije. Sva induktivna i kapacitivna jalova energija iznad tog iznosa obračunava se kao prekomjerno preuzeta jalova energija.



Slika 2. Dopuštena jalova energija kupaca s registracijom u dva kvadranta

Uvjeti za dopušteni faktor snage definira operator sustava u postupku priključenja kupaca na distribucijsku mrežu i sadržaj su prethodnih (PEES), odnosno konačnih elektroenergetskih suglasnosti (EES). Do stupanja na snagu Općih uvjeta [3], dopušteni faktor snage definirao se uz tehničko ograničenje da se jalova energija može registrirati samo u I kvadrantu ($\cos \varphi = 0,95-1$ induktivno). Stupanje na snagu Općih uvjeta [3] zahtjeva novu definiciju dopuštenog faktora snage kojom se uvažava činjenica da je jalovu energiju moguće registrirati u I i IV kvadrantu ($\cos \varphi = 0,95-1$ induktivno ili kapacitivno). Dodatni uvjet je dopuštena razmjena jalove energije s mrežom koja ne smije premašiti 33% preuzete radne energije.

Iako Opći uvjeti [3] ne sadrži odredbe o tome kako postupiti prema kupcima kojima su PEES ili EES izdane prije njihovog stupanja na snagu, izračun prekomjerne jalove energije prema tom propisu primjenjuje se kod svih kupaca kod kojih je obvezna registracija i obračun jalove energije,

4. DOPUŠTENI FAKTOR SNAGE PROIZVOĐAČA

Ni prijašnji [1] i [2], a ni sada važeći Opći uvjeti [3], ne propisuju dopušteni faktor snage proizvođača električne energije priključenih na distribucijsku mrežu, niti uvjete vezane uz prekomjernu jalovu energiju.

Mrežnim pravilima [4] propisano je da faktor snage proizvođača treba biti u granicama od $\cos \varphi = 0,85$ induktivno do $\cos \varphi = 1$, osim za sunčane elektrane kod kojih se takav zahtjev ne postavlja. Izuzetak su vjetroelektrane s asinkronim generatorima koje trebaju imati vlastitu kompenzaciju tako da im prosječni faktor snage bude 1, uz maksimalno odstupanje od 0,1 u induktivnom ili kapacitivnom smjeru. Obračunska mjerna mjesta svih proizvođača moraju biti opremljena opremom za registraciju jalove energije u sva četiri kvadranta. Iz uvjeta za dopušteni faktor snage mogu se izvesti i uvjeti za dopuštenu razmjenu jalove energije proizvođača (Tablica IV.):

Tablica IV. Najveća dopuštena razmjena jalove energije proizvođača s mrežom prema Mrežnim pravilima [4]

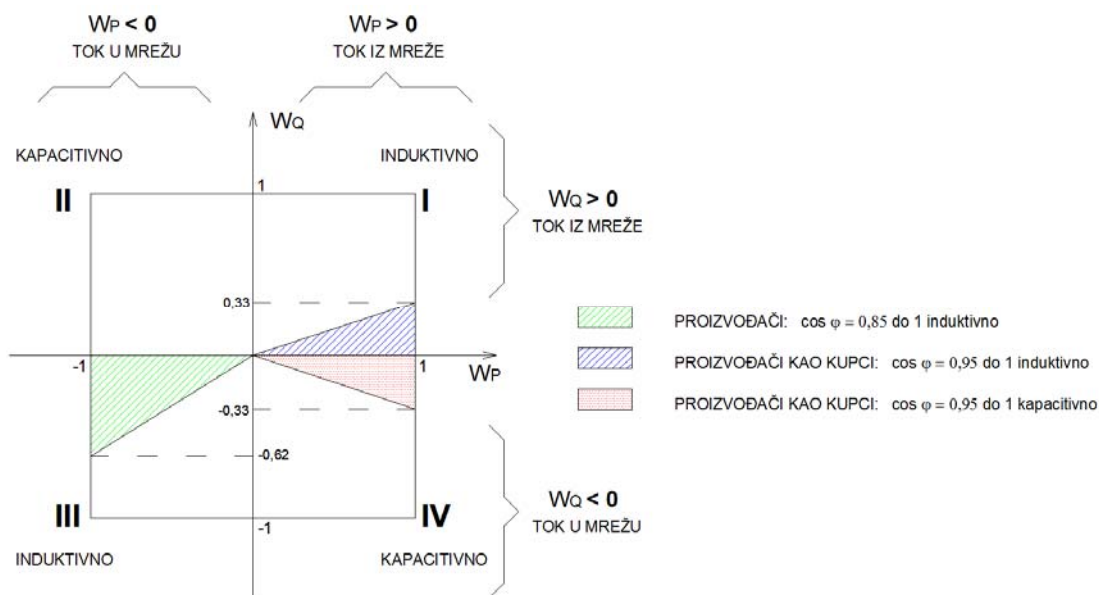
| Korisnik mreže | Dopušteni $\cos \varphi$ | Najveći dopušteni iznos W_Q u smjeru: | |
|----------------|--------------------------|---|------------------|
| | | IZ MREŽE | U MREŽU |
| PROIZVOĐAČ | 0,85 – 1 ind. | 0 | $0,62 \cdot W_P$ |
| | $1 \pm 0,1$ ind./kap. | $0,48 \cdot W_P$ | $0,48 \cdot W_P$ |

gdje je:

W_Q – registrirana jalova energija (kVArh),

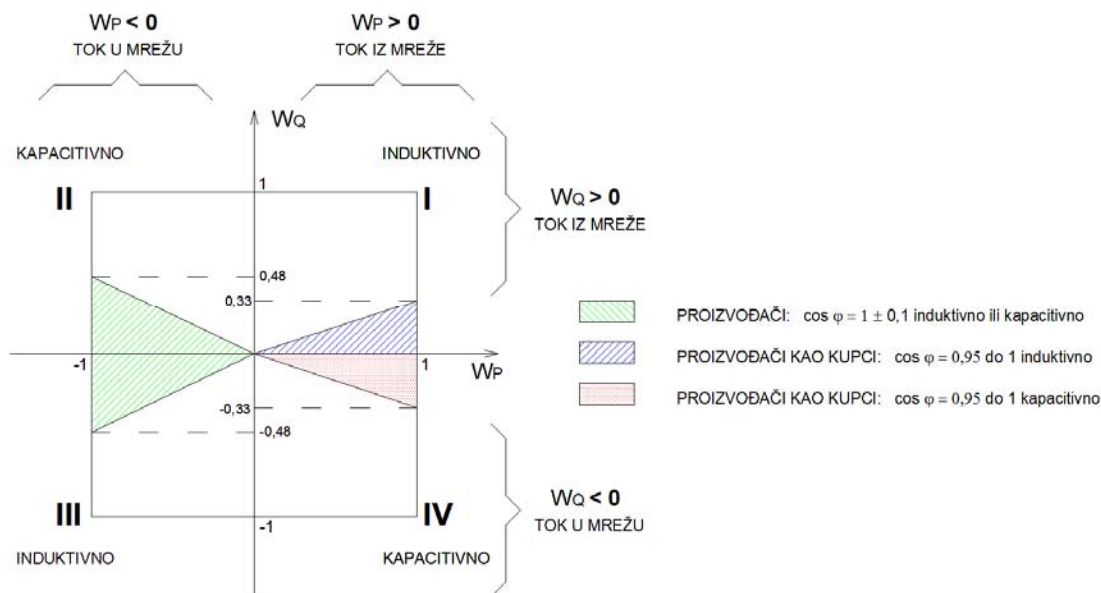
W_P – registrirana radna energija (kWh).

Grafički prikaz tako definiranih dopuštenih iznosa registrirane radne i jalove energije proizvođača kojima je propisan faktor snage 0,85 – 1 induktivno (normirano na jedinične iznose), prikazan je na Slici 3. Registrirana jalova energija tih proizvođača mora se nalaziti u I, III ili IV kvadrantu. U proizvodnom režimu rada dopuštena je predaja jalove energije u mrežu do najviše 33% brojčano izraženog iznosa predane radne energije. U režimu preuzimanja radne energije iz mreže vrijede jednaki uvjeti kao i za ostale kupce.



Slika 3. Dopusštena jalova energija proizvođača

Grafički prikaz dopuštenih iznosa registrirane radne i jalove energije proizvođača kojima je propisan faktor snage $1 \pm 0,1$ u induktivnog ili kapacitivnog karaktera (normirano na jedinične iznose), prikazan je na Slici 4. Registrirana jalova energija u proizvodnom režimu može se nalaziti u sva četiri kvadranta. U proizvodnom režimu rada dopuštena je razmjena jalove energije s mrežom do najviše 48% brojčano izraženog iznosa predane radne energije za svaki smjer razmjene. To znači da ukupna razmjena jalove energije može iznositi do 96% predane radne energije, bez kršenja uvjeta za dopušteni faktor snage. U režimu preuzimanja radne energije iz mreže vrijede jednaki uvjeti kao i za ostale kupce.



Slika 4. Dopuštena jalova energija proizvođača – vjetroelektrana s asinkronim generatorima

Proizvođačima električne energije, u usporedbi s kupcima, dopuštene su znatno šire granice faktora snage, a time i znatno veća razmjena jalove energije s mrežom. Međutim, ukoliko proizvođač prekorači ionako velike granice dopuštene razmjene jalove energije, operator nema regulatorno uporište za penalizaciju prekomjerne razmjene jalove energije.

Pogon proizvodnog postrojenja s faktorom snage izvan propisanih granica i posljedično tome prekomjerna razmjena jalove energije predstavljaju kršenje odredbi ugovora o korištenju mreže od strane korisnika mreže, odnosno elektroenergetske suglasnosti kao sastavnog dijela tog ugovora. Prema ugovoru o korištenju mreže, operator sustava ima obvezu u pisanom obliku upozoriti proizvođača da razmjenu jalove energije s mrežom ubuduće svede unutar dopuštenih granica, a ukoliko proizvođač ne postupi po upozorenju, kao krajnju mjeru operator sustava može proizvođaču privremeno ograničiti ili mu obustaviti korištenje mreže. S obzirom da praktički ne postoji način kojim bi operator mogao ograničiti nedopuštenu razmjenu jalove snage između proizvođača i mreže, na raspolaganju preostaje mu jedino privremena obustava korištenja mreže. Privremenu obustavu operator krajnje obazrivo primjenjuje jer je ona vrlo rigorozna sankcija zbog kršenja ili neispunjavanja ugovornih obveza od strane korisnika mreže. Privremena obustava u pravilu šteti korisnicima mreže. Zbog toga je ona potencijalno izvor sporova i nerado se primjenjuje, pogotovo prema povlaštenim proizvođačima električne energije.

Prirodan je interes proizvođača električne energije koji koriste sinkrone generatore da njegovo proizvodno postrojenje radi s faktorom snage što bližim jedinici, čime ostvaruje uvjete za maksimalnu proizvodnju radne snage u generatoru s najmanjim gubitkom snage. Taj interes pridonosi smanjenju gubitaka u mreži uzrokovanih tokovima jalove snage, što je ujedno u interesu operatora i svih ostalih korisnika mreže.

Međutim, proizvođači koji koriste asinkrone generatore moraju za proizvodnju jalove snage i postizanje propisanog faktora snage imati instalirane kondenzatorske baterije. Jalova snaga koju baterije moraju proizvesti značajnog je iznosa jer mora pokriti potrebe za jalovom snagom samog generatora, trošila vlastite potrošnje elektrane i još barem mali iznos treba predavati u mrežu, s obzirom da preuzimanje jalove snage iz mreže nije dopušteno (osim za vjetroelektrane).

Kondenzatorske baterije dovoljne snage značajan su trošak prilikom izgradnje elektrane. Moraju imati automatsku regulaciju jer se proizvodnja jalove snage mora stalno usklađivati s potrošnjom jalove

snage u elektrani. Kondenzatorske baterije osjetljive su na električke smetnje (prenaponi, viši harmonici) uvjete okoline (temperatura okoline, vlaga), zahtijevaju održavanje, podložne su starenju i životni vijek im je relativno kratak. Zbog toga bi proizvođač trebao računati i na značajne troškove tijekom njihovog pogona. Ukoliko kondenzatorske baterije u pogonu djelomice ili u potpunosti prestanu funkcionirati, povećati će se preuzimanje jalove snage iz mreže, ali to neće umanjiti mogućnost proizvodnje asinkronog generatora i predaje radne snage u mrežu jer će se manjak jalove snage nadoknaditi preuzimanjem iz mreže. Budući da se priključak elektrane na mrežu električki dimenzionira za pogon elektrane s relativno lošim faktorom snage od 0,85, neće doći do niti do preopterećenja priključka. Jedina negativna posljedica za proizvođača jest povećanje gubitaka na vodovima od obračunskog mjernog mjesta do mjesta na kojem je priključena kompenzacija, no u većini slučajeva, zbog relativno kratkih priključnih vodova, to povećanje je zanemarivo.

Obveza je operatora sustava prikupljati i dostavljati obračunske mjerne podatke proizvođačima, otkupljivačima i drugim korisnicima mjernih podataka, što uključuje i podatke o registriranoj jalovoj energiji u sva četiri kvadranta. Prekomjerna jalova energija registrirana za vrijeme dok proizvođač preuzima radnu energiju iz mreže (u I i IV kvadrantu) obračunava se i naplaćuje kao dio naknade za korištenje mreže. Za prekomjernu jalovu energiju registriranu za vrijeme dok proizvođač predaje radnu energiju u mrežu (u II i III kvadrantu) proizvođači ne plaćaju naknadu za prekomjernu jalovu energiju jer za proizvodni režim rada nisu obvezni plaćati naknadu za korištenje mreže.

Zbog navedenog može se pojaviti apsurdna situacija. Pretpostavimo da elektrana s asinkronim generatorom i kompenzacijom koja nije u funkciji proizvodi malu radnu snagu, nedovoljnu za podmirenje vlastite potrošnje. Nedostajući dio radne snage i svu jalovu snagu (po iznosu višestruko veću od radne snage) elektrana će preuzimati iz mreže. Faktor snage biti će vrlo nizak, a elektrana će iz mreže preuzeti i značajnu prekomjernu jalovu energiju za koju, sada kao kupac električne energije, mora platiti naknadu operatoru. Međutim, ako elektrana malo poveća proizvodnju radne snage, dovoljno da podmiri vlastitu potrošnju i da nešto malo radne snage počne predavati u mrežu, za jednako preuzimanje jalove snage iz mreže i značajnu prekomjernu jalovu energiju neće morati platiti nikakvu naknadu, iako su negativne posljedice prekomjernog preuzimanja jalove snage iz mreže za operatora sustava jednake u oba slučaja.

Faktor snage postrojenja i instalacija korisnika mreže i s njim povezana razmjena jalove energije s mrežom, vezani su isključivo uz uvjete korištenja mreže. Regulatorni uvjeti za faktor snage proizvođača od interesa su za proizvođača i operatora distribucijskog sustava. Ostalim sudionicima na tržištu električne energije (otkupljivači, opskrbljivači, trgovci) nisu od interesa.

S obzirom da je upravljanje tokovima jalove snage u mreži u isključivoj nadležnosti operatora sustava, u njegovom je interesu, a u konačnici i svih korisnika mreže, da se minimiziraju tokovi jalove snage u mreži. Penalizacija prekomjerne razmjene jalove snage jedan je od glavnih načina poticanja korisnika mreže da vode računa o faktoru snage svojih postrojenja i instalacija. To, međutim, vrijedi za kupce kao korisnike mreže, uključujući i proizvođače u režimu potrošnje električne energije. Za proizvođače u režimu proizvodnje električne energije penalizacije nema jer su za taj režim rada oslobođeni plaćanja naknade za korištenje mreže. Rješenje za koje bi se trebao zalagati operator sustava i svi korisnici mreže vrlo je jednostavno. Svi proizvođači ujedno su i kupci električne energije i na istom obračunskom mjernom mjestu registrira im se jalova energija u sva četiri kvadranta. S obzirom da su proizvođači obvezni plaćati naknadu za korištenje mreže kao kupci električne energije, u izračun naknade za prekomjernu jalovu energiju treba ubrojiti prekomjernu jalovu energiju registriranu u sva četiri kvadranta.

Važeća Mrežna pravila [4] dopuštaju relativno širok raspon dopuštenog faktora snage proizvođača. Uži raspon faktora snage proizvođačima može biti uvjetovan radi osiguranja primjerenog paralelnog rada s mrežom, poglavito radi osiguranja kvalitete napona u mreži. Isto tako, radi uravnoteženja tokova jalove snage u mreži, operator sustava može s proizvođačem ugovoriti pomoćnu uslugu isporuke ili preuzimanja jalove i izvan dopuštenih granica faktora snage.

Prekomjerna jalova energija u režimu proizvodnje električne energije (II i III kvadrant) je sva jalova energija koja premašuje ugovorene dopuštenog prosječnog faktora snage, odnosno dopuštene razmjene jalove energije. Međutim, radi dodatnog smanjenja ukupne razmjene jalove energije s mrežom, moguće je primijeniti izračun sličan izračunu za kupce, tj. da se kao prekomjerna jalova energija obračunava ukupno razmijenjena jalova energija (sumirano u II i III kvadrantu – u oba smjera) koja premašuje 48%, odnosno 62% brojčano izraženog iznosa u mrežu predane radne energije.

5. ZAKLJUČAK

Regulatorni zahtjevi za faktor snage postrojenja i instalacija korisnika distribucijske mreže u svojoj osnovi nisu se mijenjali zadnjih dvadeset godina. Promjene u mreži koje su se dogodile u tom razdoblju, primjerice tehnološki napredak opreme za obračunska mjerenja i pojava distribuirane proizvodnje, te nova iskustva i spoznaje neminovno čine donošenje novih, suvremenijih, preciznijih i snažnijih zahtjeva za faktor snage. Među najvažnijim promjenama svakako su one vezane uz faktor snage proizvodnih postrojenja kako bi njihovo priključivanje na distributivnu mrežu rezultiralo poboljšanim i racionalnijim pogonom mreže, odnosno kako bi se minimizirao njihov negativni utjecaj na mrežu, poglavito utjecaj na gubitke električne energije.

U tom smislu, radi minimiziranja tokova jalove snage kroz mrežu, dopušteni raspon faktora snage proizvodnih postrojenja trebao bi biti što uži i težiti k jedinici. U cilju održavanja stabilnosti i kvalitete napona u distribucijskoj mreži, operator bi trebao imati mogućnost uvjetovati naponski ovisnu regulaciju jalove snage proizvodnog postrojenja ili neki drugi oblik regulacije jalove snage, kako bi se u svim pogonskim uvjetima mreže, sadašnjim i budućim, omogućio primjereni paralelni pogon proizvodnog postrojenja s distribucijskom mrežom. Za slučajeve odstupanja od propisanih uvjeta za faktor snage, operator sustava trebao bi imati na raspolaganju veći raspon mogućnosti sankcioniranja takvog pogona, primjerice mogućnost penalizacije prekomjerne razmijenjene jalove energije u režimu predaje radne energije u mrežu.

6. LITERATURA

- [1] „Opći uvjeti isporuke električne energije“, Narodne novine br. 8/91, veljača 1991.
- [2] „Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom“ (NN, br. 14/06), veljača 2006.
- [3] „Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom“ (NN 85/2015), kolovoz 2015.
- [4] „Mrežna pravila elektroenergetskog sustava“ (NN, br. 36/06), ožujak 2006.
- [5] „Tehnički uvjeti za mjernu opremu na obračunskom mjernom mjestu na niskom i srednjem naponu“, Bilten Vjesnika HEP-a br. 30, lipanj 1993.
- [6] „Tehnički uvjeti za mjernu opremu na obračunskom mjernom mjestu na niskom i srednjem naponu (brojila i tarifni uređaji - izmjene i dopune)“, Bilten Vjesnika HEP-a br. 49, lipanj 1995.
- [7] „Upute za opremanje i ispitivanje obračunskih mjernih mjesta na niskom i srednjem naponu“, Bilten Vjesnika HEP-a br. 73, prosinac 1998.
- [8] „Tehnički uvjeti za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP ODS-a“, Bilten Vjesnika HEP-a br. 246, listopad 2011.
- [9] „Uvjeti priključenja elektrana na distribucijsku mrežu“, studija, Energetski institut Hrvoje Požar, srpanj 2011.
- [10] Marin Bošković, Zdravko Lipošćak, Petar Rašić, „Izazovi mjerenja energije iz obnovljivih izvora“, 3.(9.) savjetovanje HO CIRED, Sveti Martin na Muri, svibanj 2012.