

POREĐENJE TROŠKOVA DVOTARIFNOG I JEDNOTARIFNOG MERENJA

J. Spirić, PD „Jugoistok“ Niš, Srbija
A. Jović, PD „Jugoistok“ Niš, Elektrodistribucija Leskovac, Srbija
A. Anđelković, PD „Jugoistok“ Niš, Elektrodistribucija Leskovac, Srbija

1. UVOD

U tarifnoj kategoriji „široka potrošnja“ postoji mogućnost dvotarifnog i jednotarifnog merenja. Za obe vrste merenja važe zelena, plava i crvena „zona“ koje su koncipirane po relaciji: što je više kupljene električne energije ona će biti skuplja. Postoje različita tumačenja i „iskustva“ o podobnosti jednotarifnog merenja, pa je namera ovog rada da ovu materiju sistematizuje i neke odnose kvantifikuje. Zaključci ovog rada mogu se koristiti i u slučaju nepravilnog funkcionisanja ili nefunkcionisanja uklopnog časovnika, ako je on ugrađen i kupac se tretira kao kupac sa dvotarifnim merenjem.

2. TROŠKOVI DVOTARIFNOG I JEDNOTARIFNOG MERENJA

Trošak u kategoriji „široka potrošnja“ sa dvotarifnim merenjem samo za preuzetu električnu energiju, na mesečnom nivou, može se predstaviti sledećom relacijom:

$$T_2 = (W_1 \cdot C_1 + W_2 \cdot C_2) + (W_3 \cdot C_3 + W_4 \cdot C_4) + (W_5 \cdot C_5 + W_6 \cdot C_6) \quad (1)$$

gde su:

W_1 i C_1 - aktivna energija u višoj tarifi u zelenoj zoni i odgovarajuća cena jednog *kWh* te energije, respektivno,

W_2 i C_2 - aktivna energija u nižoj tarifi u zelenoj zoni i odgovarajuća cena jednog *kWh* te energije, respektivno,

W_3 i C_3 - aktivna energija u višoj tarifi u plavoj zoni i odgovarajuća cena jednog *kWh* te energije, respektivno,

W_4 i C_4 - aktivna energija u nižoj tarifi u plavoj zoni i odgovarajuća cena jednog *kWh* te energije, respektivno,

W_5 i C_5 - aktivna energija u višoj tarifi u crvenoj zoni i odgovarajuća cena jednog *kWh* te energije, respektivno,

W_6 i C_6 - aktivna energija u nižoj tarifi u crvenoj zoni i odgovarajuća cena jednog *kWh* te energije, respektivno.

Za kategoriju široka potrošnja važi relacija:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{C_3}{C_4} = \frac{C_5}{C_6} = q_{\text{šP}} \quad (2)$$

Odnos ukupne energije $W_{u,VT}$ u višoj tarifi i ukupne energije $W_{u,NT}$ u nižoj tarifi zadržava istu vrednost i po zonama:

$$a = \frac{W_{u,VT}}{W_{u,NT}} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{W_3}{W_4} = \frac{W_5}{W_6} \quad (3)$$

Uvažavajući (2) i (3), a uključujući trošak za obračunsku snagu i nadoknadu za merno mesto, relacija (1) može se predstaviti u obliku:

$$T_2 = P_0 \cdot C_p + T_{mm} + \frac{q_{\text{šP}}}{2} \left(1 + \frac{1}{a \cdot q_{\text{šP}}} \right) \sum_{i=1}^3 (2^i - i + 1) \cdot W_{2^{i-1}} \quad (4)$$

gde su:

P_0 - obračunska snaga koja se obračunava prema odobrenoj snazi – vršnom opterećenju utvrđenom prema odobrenju za priključenje korisnika na sistem,

C_p - cena obračunske snage po kW,

T_{mm} - nadoknada za merno mesto.

Koristeći ograničenja zelene, plave i crvene zone koje respektivno iznose 350 kWh, 1600 kWh i preko 1600 kWh za obračunski period od 30 dana, mogu se postaviti relacije:

- za ukupno preuzetu električnu energiju

$$W_{uk} \leq 350 \text{ kWh}; i = 1$$

$$T_Z = A_Z + W_{uk} \cdot \text{tg} \varphi_Z \quad (5)$$

gde je:

$$A_Z = P_0 \cdot C_p + T_{mm} \quad (6)$$

$$\text{tg} \varphi_Z = \left(1 + \frac{1}{a \cdot q_{\text{šP}}} \right) \cdot \frac{a}{a+1} \cdot C_1 \quad (7)$$

- za ukupno preuzetu električnu energiju

$$350 \text{ kWh} < W_{uk} \leq 1600 \text{ kWh}; i = 2$$

$$T_P = A_P + W_{uk} \cdot \text{tg} \varphi_P \quad (8)$$

gde je:

$$A_P = P_0 \cdot C_p + T_{mm} + 350 \left(1 + \frac{1}{a \cdot q_{\text{šP}}} \right) \cdot \frac{a}{a+1} \cdot (C_1 - C_3) \quad (9)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_P = \left(1 + \frac{1}{a \cdot q_{\xi P}}\right) \cdot \frac{a}{a+1} \cdot C_3 \quad (10)$$

- za ukupno preuzetu električnu energiju $W_{uk} > 1600 \text{ kWh}$; $i = 3$

$$T_C = A_C + W_{uk} \cdot \operatorname{tg} \varphi_C \quad (11)$$

gde je:

$$A_C = P_0 \cdot C_P + T_{mm} + \left(1 + \frac{1}{a \cdot q_{\xi P}}\right) \cdot \frac{a}{a+1} \cdot (350 \cdot C_1 + 1250 \cdot C_3 - 1600 \cdot C_5) \quad (12)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_C = \left(1 + \frac{1}{a \cdot q_{\xi P}}\right) \cdot \frac{a}{a+1} \cdot C_5 \quad (13)$$

S obzirom da je $C_5 > C_3 > C_1$ i relacije:

$$C_1 = 4b; C_3 = 6b \text{ i } C_5 = 12b \quad (14)$$

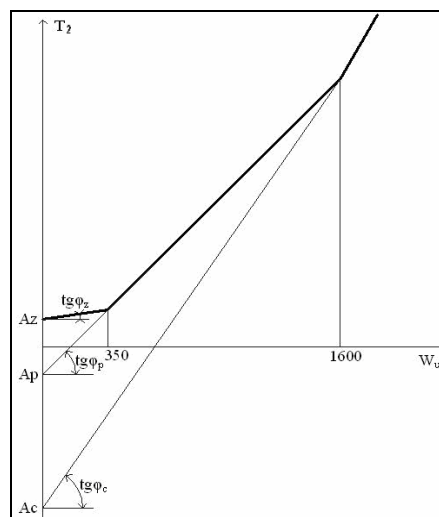
gde je b cena baznog tarifnog stava (din), može se dokazati da je:

$$A_Z > A_P > A_C \quad (15)$$

$$A_Z > 0; A_P > 0 \text{ ili } A_P < 0; \quad A_C > 0 \text{ ili } A_C < 0; \quad (16)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_Z < \operatorname{tg} \varphi_P < \operatorname{tg} \varphi_C \quad (17)$$

Imajući u vidu predhodne odnose, troškovi preuzete električne energije mogu se, za zadatu vrednost a , predstaviti jednom izlomljenom krivom $T = f(W_{uk})$ kao na slici 1.



Slika 1. Trošak sa dvotarifnim brojiom u funkciji preuzete električne energije

Mora se posebno naglasiti da je oblik dijagrama na slici 1. moguće samo kada se vrednost za a ne menja za sve vrednosti W_{uk} .

Gornji dijagram se može predstaviti približno i parabolom $T_2 = T_A + T_B \cdot W_{uk}^2$.

Nađimo zavisnost $T_2 = f(W_{uk})$ za različite vrednosti a .

Kod zelene zone, nagib prave je određen relacijom (7).

Koristeći Lopitalovo pravilo, za granične vrednosti parametra a se dobija:

$$\lim_{a \rightarrow \infty} \operatorname{tg} \varphi_z = C_1 \quad (18a)$$

$$\lim_{a \rightarrow 0} \operatorname{tg} \varphi_z = \frac{C_1}{q_{\xi P}} \quad (18b)$$

Za plavu i crvenu zonu se istovremeno menjaju i koeficijenti A_p i A_c sa parametrom a tako da se primenom Lopitalovog pravila dobija:

$$\lim_{a \rightarrow \infty} \operatorname{tg} \varphi_p = C_3 \quad (19a)$$

$$\lim_{a \rightarrow 0} \operatorname{tg} \varphi_p = \frac{C_3}{q_{\xi P}} \quad (19b)$$

$$\lim_{a \rightarrow \infty} A_p = P_0 C_p + T_{mm} + 350(C_1 - C_3) \quad (19c)$$

$$\lim_{a \rightarrow 0} A_p = P_0 C_p + T_{mm} + 350(C_1 - C_3) / q_{\xi P} \quad (19d)$$

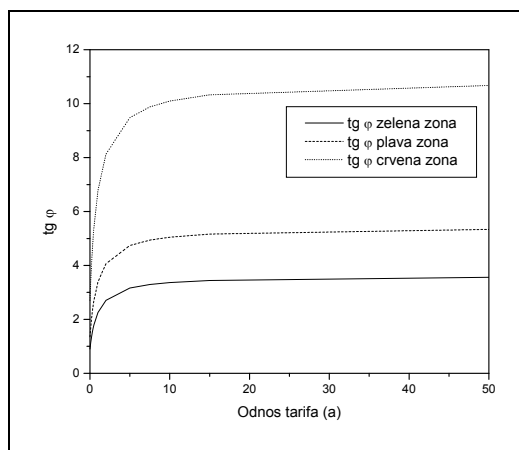
$$\lim_{a \rightarrow \infty} \operatorname{tg} \varphi_c = C_5 \quad (20a)$$

$$\lim_{a \rightarrow 0} \operatorname{tg} \varphi_c = \frac{C_5}{q_{\xi P}} \quad (20b)$$

$$\lim_{a \rightarrow \infty} A_c = P_0 C_p + T_{mm} + (350C_1 + 1250C_3 - 1600C_5) \quad (20c)$$

$$\lim_{a \rightarrow 0} A_c = P_0 C_p + T_{mm} + (350C_1 + 1250C_3 - 1600C_5) / q_{\xi P} \quad (20d)$$

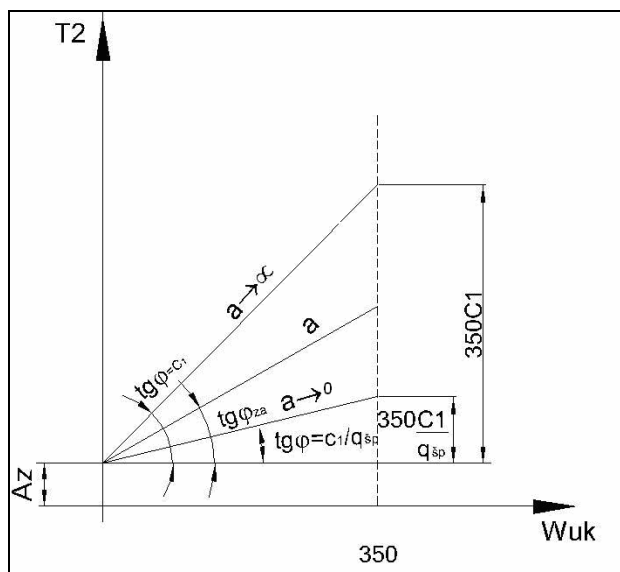
Uvažavajući važeće cene iz Cenovnika za prodaju električne energije za tarifne kupce, a za potrošače sa dvotarifnim merenjem, tj. $C_1 = 3.612 \text{ din} / \text{kWh}$, $C_3 = 5.418 \text{ din} / \text{kWh}$, $C_5 = 10.836 \text{ din} / \text{kWh}$ na slikama su prikazane dobijene realne vrednosti.



Slika 2. Zavisnost $\operatorname{tg} \varphi_i$ od parametra a

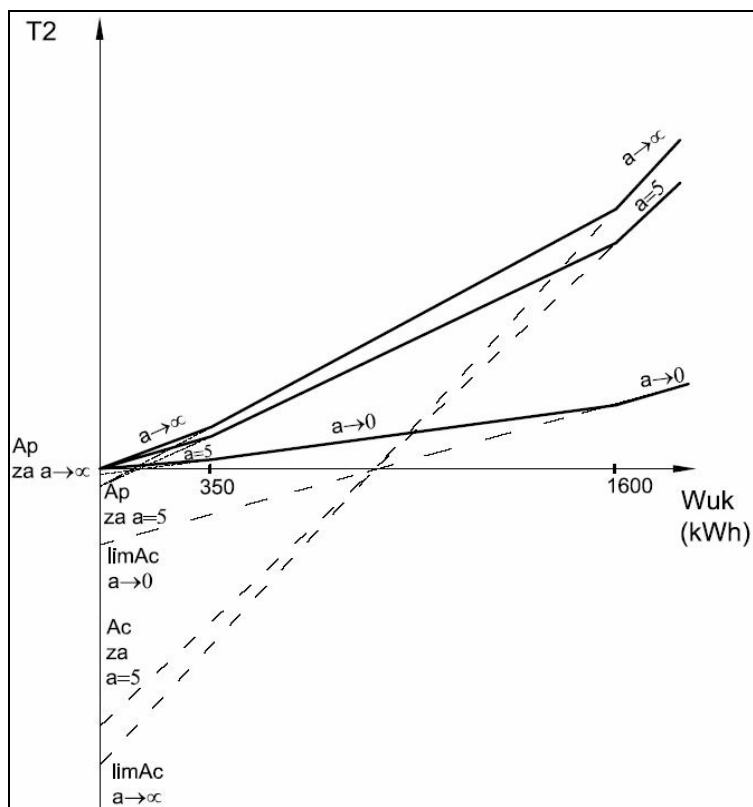
Formirajmo pojas mogućih vrednosti za vrednosti parametra a po relaciji (5) od $a \rightarrow \infty$ do $a \rightarrow 0$ za zelenu zonu tj. za vrednosti $W_{uk} \leq 350 kWh$.

Na slici 3. je prikazana vrednost A_z po relaciji (6) a nagibi graničnih kriva određeni su koristeći (18).



Slika 3. Krive $T_2 = f(W_{uk})$ za $a \rightarrow \infty$, a , $a \rightarrow 0$ za $W_{uk} \leq 350 kWh$

Ako je potrošnja električne energije veća od 350 kWh, to je nagib prave koja definiše troškove u plavoj zoni veći. Slično kao u prethodnom slučaju, nagib prave za trošak veći od 1600 kWh (crvena zona) je najveći. Na slici 4. su prikazane krive troškova u funkciji preuzete aktivne električne energije za granične vrednosti parametra koji definiše odnos u višoj i nižoj tarifi, kao i za slučaj $a = 5$.

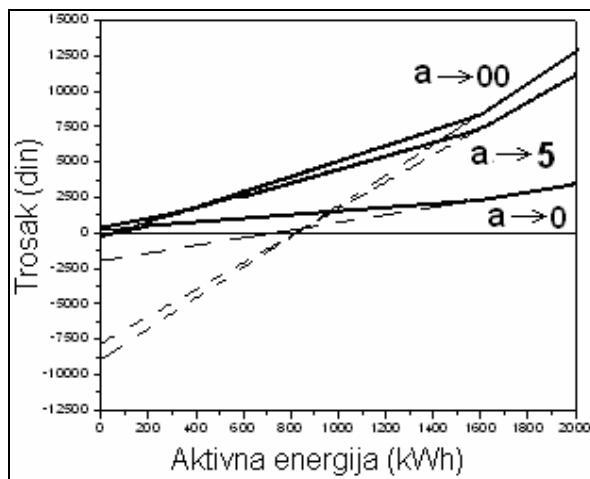


Slika 4. Opšti oblik dijagrama $T_2 = f(W_{uk})$ za $a \rightarrow 0$, $a = 5$ i $a \rightarrow \infty$

Ključno je da koeficijenti A_p i A_c na slici 4. imaju po dve vrednosti određene relacijama (19c), (19d), (20c) i (20d) kao i da koeficijenti pravca pravih na slici 4. takođe imaju po dve vrednosti određene relacijama (19a), (19b), (20a) i (20b) što i stvara pojaseve između $a \rightarrow 0$ i $a \rightarrow \infty$ u plavoj i crvenoj zoni.

Sa slike 3. se vidi da u zelenoj zoni postoji samo jedna vrednost A_z i dve vrednosti koeficijenta pravca po relaciji (18a) i (18b).

Na slici 5. su prikazani troškovi koji se ostvaruju kao i u prethodnom slučaju, ako se primene cene iz važećeg Cenovnika.



Slika 5. Troškovi za različite vrednosti parametra a po važećim cenama

Na prikazani način se može nacrtati familija krivih za različite vrednosti a , između graničnih vrednosti $a \rightarrow 0$ i $a \rightarrow \infty$, koje mogu poslužiti za određivanje troškova kod potrošača (npr. za $a = 1; 1.5; 2; 2.5 \dots$).

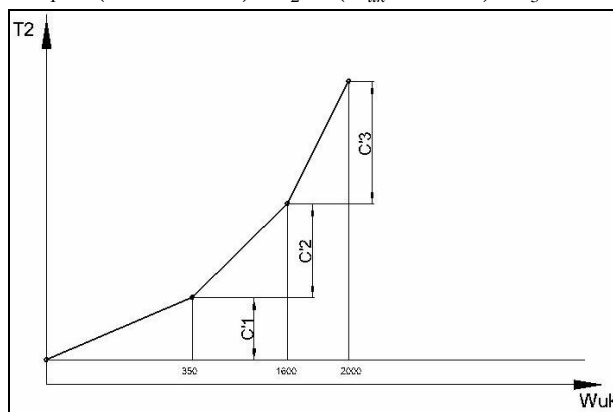
Za kupce sa jednotarifnim brojlom iz kategorije „široka potrošnja“, troškovi T_1 takođe sadrže komponentu naknade za merno mesto T_{mm} , komponentu $P_0 \cdot C_p$ kao i komponentu koja odgovara utrošenoj električnoj energiji koja se obračunava po jedinstvenim cenama din / kWh , za zelenu, plavu i crvenu zonu.

U praksi je osnovni slučaj kada je ugrađeno brojilo bez ugrađene funkcije uklopnog časovnika ili bez ugrađenog eksternog uklopnog časovnika.

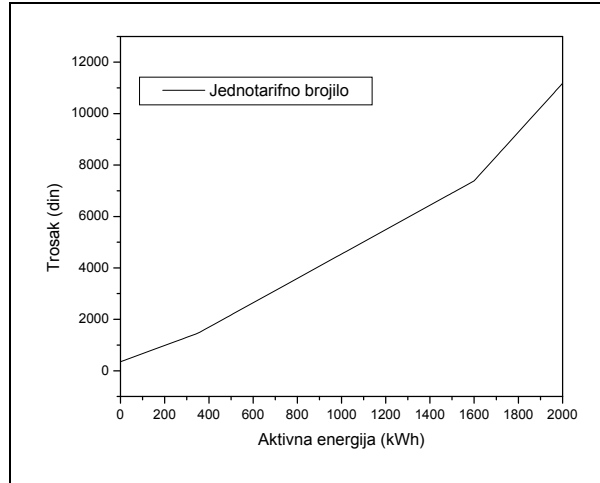
Mogući su i slučajevi kod dvotarifnog merenja kada je uklopni časovnik u kvaru i brojilo stalno pokazuje višu ili nižu tarifu i kada je uklopni časovnik namerno blokiran.

Za slučaj neugrađenog uklopnog časovnika, odnosno „čisto“ jednotarifnog kupca, sa $W_{uk} > 1600 kWh$, njegovi troškovi T_1 biće:

$$T_1 = P_0 \cdot C_p + T_{mm} + 350 \cdot C_1' + (1600 - 350) \cdot C_2' + (W_{uk} - 1600) \cdot C_3' \quad (22)$$



Slika 6. Opšti oblik $T_1 = f(W_{uk})$



Slika 7. Dijagram $T_1 = f(W_{uk})$ za $W_{uk} > 0$ za važeće cene iz Cenovnika za prodaju električne energije za tarifne kupce

Kriva na slici 7. može se prikazati i na slici 5. gde će zauzeti mesto između krivih $T_2 = f(W_{uk})$ za vrednosti $a \rightarrow 0$ i $a \rightarrow \infty$.

Izjednačavanjem vrednosti T_1 i T_2 može se naći vrednost a pri kojoj će se kriva $T_2 = f(W_{uk})$ poklopiti sa krivom $T_1 = f(W_{uk})$. Vrednost a mora za sve opsege W_{uk} biti iste vrednosti.

Za opseg $0 \leq W_{uk} \leq 350kWh$ $T_1 = T_2$ ili

$$\left(1 + \frac{1}{a \cdot q_{\check{s}p}}\right) \cdot \frac{a}{a+1} \cdot C_1 \cdot W_{uk} = C'_1 \cdot W_{uk} \quad (23)$$

$$a = \frac{qC'_1 - C_1}{q(C_1 - C'_1)} \quad (24)$$

Za opseg $350kWh \leq W_{uk} \leq 1600kWh$, za $T_1 = T_2$ ili

$$\left(1 + \frac{1}{a \cdot q_{\check{s}p}}\right) \cdot \frac{a}{a+1} \cdot C_3 \cdot W_{uk} = C'_2 \cdot W_{uk} \quad (25)$$

$$a = \frac{qC'_2 - C_3}{q(C_3 - C'_2)} \quad (26)$$

Za opseg $W_{uk} \geq 1600kWh$, za $T_1 = T_2$ ili

$$\left(1 + \frac{1}{a \cdot q_{\check{s}p}}\right) \cdot \frac{a}{a+1} \cdot C_5 \cdot W_{uk} = C'_3 \cdot W_{uk} \quad (27)$$

$$a = \frac{qC'_3 - C_5}{q(C_5 - C'_3)} \quad (28)$$

Stavljajući vrednosti iz Cenovnika za prodaju električne energije za tarifne kupce za potrošače sa jednotarifnim merenjem, $C_1' = 3.161 \text{din} / \text{kWh}$, $C_2' = 4.741 \text{din} / \text{kWh}$, $C_3' = 9.482 \text{din} / \text{kWh}$ u relacije (24), (26) i (28), uvek se dobije ista vrednost za a i to $a = 5$. To je i razlog što su autori na slici 4. nacrtali dijagram $T_2 = f(W_{uk})$ za $a = 5$.

Može se izvući zaključak da će troškovi kod merenja sa dve tarife biti veći nego kod merenja samo sa jednom tarifom ili:

$$T_{2i} > T_{1i} \quad \text{za} \quad a_i > a = 5 \quad (29)$$

Ovo istovremeno znači da se kupcima sa visokom vrednošću a tj. $a > 5$ (pretežno korišćenje električne energije u višem dnevnom tarifnom stavu) isplati da ne ugrađuju uklopni časovnik odnosno da merenje bude jednotarifno.

Kod kvara uklopnog časovnika koji izaziva registrovanje električne energije samo u višoj tarifi ($a \rightarrow \infty$) kupcima odgovara obračun sa cenama za jednotarifno merenje.

3. ZAKLJUČAK

Iz prethodnog se vidi da je odlučivanje za dvotarifno ili jednotarifno merenje kompleksno. Dominantno zavisi od odnosa energije u višoj tarifi i nižoj tarifi što na slici 4. formira pojas mogućih troškova između $a \rightarrow 0$ i $a \rightarrow \infty$.

Bitno je istaći da svaki dijagram $T_2 = f(W_{uk})$ važi za istu vrednost a kroz sve tri zone. Prikazano je nalaženje vrednosti a za koje je trošak kod dvotarifnog jednak trošku kod jednotarifnog.

Izborom vrednosti q , c_i' i c_i iz relacija (24), (26) i (28) može se birati a za koji je $T_1 = T_2$. Za postojeći cenovnik, pokazuje se da se jednakost $T_1 = T_2$ postiže za $a = 5$.

Interes prodavca električne energije je da taj odnos bude što veći, a interes kupca da on bude što manji.

Za slučaj neregularnog rada brojila sa mogućnošću dvotarifnog merenja između dva obračunska perioda, autori smatraju da je najkorektnije račun kupcu formirati na osnovu vrednosti a iz dovoljno relevantnog prethodnog perioda.

LITERATURA

1. Odluka o tarifnom sistemu za prodaju električne energije, Odluka objavljena u "Službenom glasniku RS" br. 24/2001, 58/2001, 61/2001, 18/2002, 37/2002, 65/2003, 73/2004, 98/2004, 56/2005
2. Tarifni sistem za obračun električne energije za tarifne kupce, Sistem je objavljen u "Službenom glasniku RS" br. 1/2007, od 05.01.2007. godine.
3. Tarifni sistem za pristup i korišćenje sistema za distribuciju električne energije, Sistem je objavljen u "Službenom glasniku RS" br. 1/2007, od 05.01.2007. godine.