

OCJENA GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE U KOMPONENTAMA MREŽE NA TEMELJU ZAKONA SLIČNOSTI DIJAGRAMA OPTEREĆENJA

Mr. sc. Ernest M i h a l e k - mr. sc. Lahorko W a g m a n n, Zagreb

UDK 621.316.11:621.3.016
IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK

Prikazana je metoda ocjene gubitaka električne energije na temelju poznavanja zakona sličnosti dijagrama opterećenja. Ako ne postoje bitne razlike u parametrima promatrane mreže na kojoj su uspoređeni dijagrami opterećenja snimljeni, razlika u veličini gubitaka električne energije ovisna je samo o odnosu parametara tih dijagrama opterećenja, dakle njihove sličnosti. Svrha rada nije "otkrivanje" novih zakona u elektroenergetici, nego namjera autora da se elektroenergetičarima pruži dodatni alat za procjenu i provjeru proračuna gubitaka električne energije u elementima distribucijskih mreža.

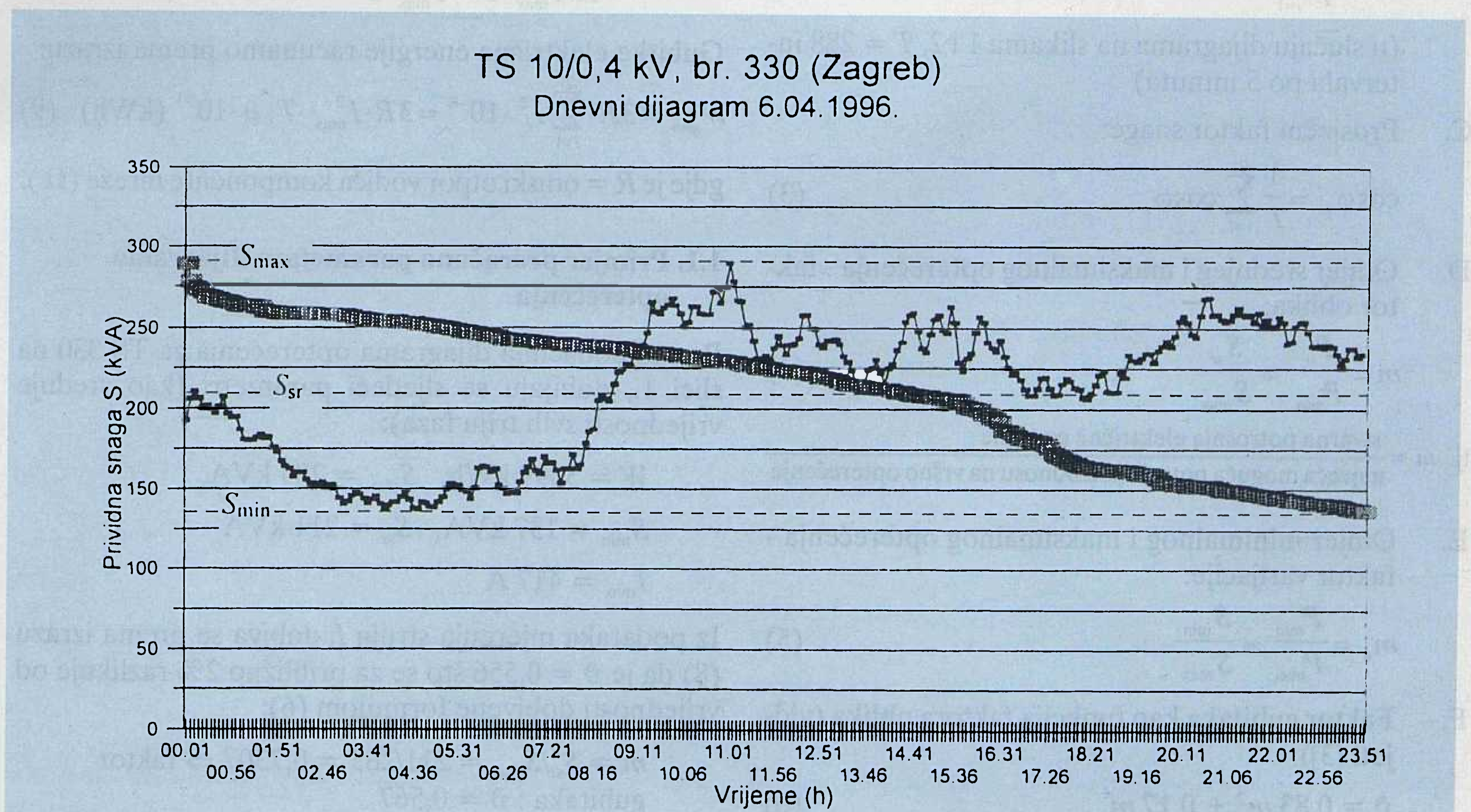
Ključne riječi: dijagram opterećenja, gubici električne energije.

1. PARAMETRI DIJAGRAMA OPTEREĆENJA

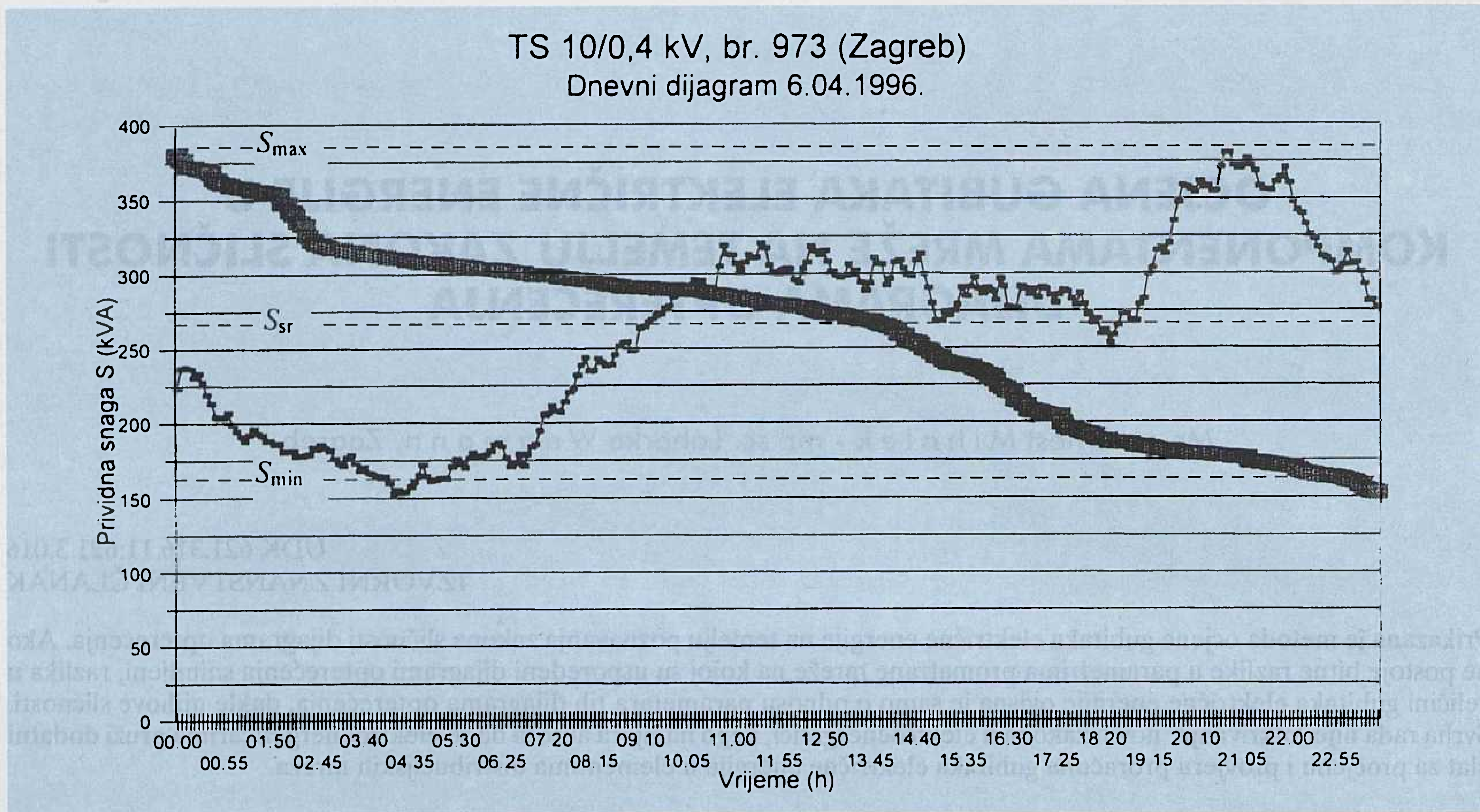
Dijagram opterećenja neke komponente mreže je vremenski slijed veličina koje karakteriziraju opterećenje komponente ili sustava komponenata u određenom vremenskom razdoblju kao što su jakost struje te djelatna i prividna snaga. Vremensko razdoblje u kojem se obično snimaju dijagrami ili histogrami opterećenja

neke komponente mreže su dan, tjedan, mjesec ili godina. Intervali unutar dijagrama opterećenja također nisu čvrsto određeni. Ovisno o mogućnostima, ovi intervali sežu obično od 5-minutnih intervala kod dnevnih dijagrama, do 24-satnih intervala kod mjesečnih i godišnjih dijagrama opterećenja.

Neki dijagram opterećenja (kao npr. na slici 1) ima općenito sljedeće parametre:



Slika 1. Dnevni dijagram opterećenja i krivulja trajanja za TS 10/0,4 kV br. 330, Zagreb, 06. 04. 1996.



Slika 2. Dnevni dijagram opterećenja i krivulja trajanja za TS 10/0,4 kV br. 973, Zagreb, 06. 04. 1996.

- A. Maksimalna i minimalna prividna snaga dijagrama opterećenja:

$$S_{\max} = \text{MAX}(S_i), S_{\min} = \text{MIN}(S_i), \quad (1)$$

$$S_i = \sqrt{(P_i^2 + Q_i^2)}$$

- B. Srednja prividna snaga dijagrama opterećenja:

$$S_{sr} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T S_i \quad (2)$$

(u slučaju dijagrama na slikama 1 i 2, $T = 288$ intervala po 5 minuta)

- C. Prosječni faktor snage:

$$\cos \varphi_{sr} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \cos \varphi_i \quad (3)$$

- D. Omjer srednjeg i maksimalnog opterećenja - faktor oblika:

$$m = \frac{P_{sr}}{P_{\max}} \approx \frac{S_{sr}}{S_{\max}} \quad (4)$$

tj. $m = \frac{\text{stvarna potrošnja električne energije}}{\text{najveća moguća potrošnja u odnosu na vršno opterećenje}}$

- E. Omjer minimalnog i maksimalnog opterećenja - faktor varijacije:

$$m_o = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \approx \frac{S_{\min}}{S_{\max}} \quad (5)$$

- F. Faktor gubitaka kao funkcija faktora oblika (vidjeti [3]):

$$\vartheta = 0,83 m^2 + 0,17 m \quad (6)$$

$$\text{te i faktor gubitaka prema Jungu } \vartheta = m^{1,8} \quad (7)$$

Postoje li podaci, može se faktor gubitaka izračunati izravno iz dijagrama opterećenja (za očitavanja jakosti struje I_i u nekom određenom intervalu vremena - ovdje 5 minuta) i to prema empirijskoj formuli do koje se dolazi na sljedeći način:

$$\vartheta = \frac{R \cdot \int_0^T I_i^2 dt}{R \cdot I_{\max}^2 \cdot T} = \frac{\sum_{i=0}^T I_i^2}{I_{\max}^2 \cdot T} \quad (8)$$

Gubitke električne energije računamo prema izrazu:

$$W_{gub} = 3R \cdot \sum_{i=1}^T I_i^2 \cdot 10^{-3} = 3R \cdot I_{\max}^2 \cdot T \cdot \vartheta \cdot 10^{-3} \text{ (kWh)} \quad (9)$$

gdje je $R =$ omski otpor vodiča komponente mreže (Ω).

1.1. Primjer proračuna parametara dijagrama opterećenja

Prema podacima dijagrama opterećenja za TS 330 na slici 1., dobijaju se sljedeći parametri (kao srednje vrijednosti svih triju faza):

$$W = 5099 \text{ kWh}, S_{\max} = 285 \text{ kVA},$$

$$S_{\min} = 137 \text{ kVA}, S_{sr} = 211 \text{ kVA}$$

$$I_{\max} = 417 \text{ A}$$

Iz podataka mjerenja struja I_i dobiva se prema izrazu (8) da je $\vartheta = 0,556$ što se za približno 2% razlikuje od vrijednosti dobivene formulom (6):

$$m = S_{sr}/S_{\max} = 211/285 = 0,7307 \Rightarrow \text{faktor gubitaka : } \vartheta = 0,567$$

$$m_o = S_{\min}/S_{\max} = 137/285 = 0,481$$

Analogno za TS 973 na slici 2 dobivaju se sljedeći podaci:

$$W = 6293 \text{ kWh}, \quad S_{\max} = 381 \text{ kVA},$$

$$S_{\min} = 153 \text{ kVA}, \quad S_{\text{sr}} = 261 \text{ kVA}$$

$$I_{\max} = 549 \text{ A}$$

Iz podataka mjerenja struja I_i dobiva se prema izrazu (8) da je $\vartheta = 0,498$ što se za približno 2% razlikuje od vrijednosti dobivene formulom (6):

$$m = S_{\text{sr}}/S_{\max} = 261/381 = 0,685 \Rightarrow \text{faktor gubitaka : } \vartheta = 0,5067$$

$$m_0 = S_{\min}/S_{\max} = 153/381 = 0,402$$

2. UTJECAJ RELATIVNE I APSOLUTNE VELIČINE PARAMETARA DIJAGRAMA OPTEREĆENJA NA VELIČINU GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Utjecaj pojedinih parametara dijagrama opterećenja na gubitke električne energije ispitat ćemo usporedbom dvaju dijagrama za koje se dotični parametar razlikuje, dok su ostali jednaki ili gotovo jednaki. Na temelju karakterističnih omjera izvest će se nekoliko zanimljivijih zakona sličnosti dijagrama opterećenja.

Zakoni sličnosti dijagrama opterećenja imaju tu vrijednost da njihovu poznavatelju omoguće ocjenu veličine gubitaka električne energije na nekom poznatom elementu mreže (komponenti) opterećenom dijagramom opterećenja¹ čije su samo neke značajke poznate. Osim ovdje istraženih zakona, moguće je na temelju izloženog gradiva postaviti i neke daljnje zakone sličnosti, ovisno o broju podataka na raspolaganju i potrebama.

Odredimo najprije omjere pojedinih parametara dvaju uspoređenih dijagrama kako slijedi:

1. Omjer vršnih opterećenja dvaju uspoređenih dijagrama:

$$k_s = \frac{S_{1\max}}{S_{2\max}} \quad (10)$$

2. Omjer prenešene energije: $k_w = \frac{W_{1\text{ ukup}}}{W_{2\text{ ukup}}}$ (11)

3. Omjer gubitaka električne energije:

$$k_g = \frac{W_{\text{gub } 1}}{W_{\text{gub } 2}} \quad \text{i} \quad k_{g\%} = \frac{W_{\text{gub } 1\%}}{W_{\text{gub } 2\%}} \quad (12)$$

4. Omjer faktora oblika: $k_m = \frac{m_1}{m_2}$ (13)

5. Omjer faktora gubitaka: $k_g = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{m_1^{1,8}}{m_2^{1,8}} = k_m^{1,8}$ (14)

6. Omjer faktora snage: $k_{\cos \varphi} = \frac{\cos \varphi_{1\text{sr}}}{\cos \varphi_{2\text{sr}}}$ (15)

¹ Kad se kaže da je komponenta mreže "opterećena nekim dijagramom opterećenja" ne misli se, naravno, na trenutačno opterećenje, nego na niz vrijednosti opterećenja (struje, snage) te iste komponente mreže u vremenskom razdoblju za koje je dijagram na neki način određen ili snimljen i sl.

7. Omjer omskih otpora komponenti mreže:

$$k_R = \frac{R_1}{R_2} \quad (16)$$

8. Omjer pogonskog napona komponenti mreže:

$$k_U = \frac{U_1}{U_2} \quad (17)$$

Uspoređujemo li gubitke električne energije na određenom elementu mreže (vodu, transformatoru i sl.) koji su jednom opterećeni jednim slijedom opterećenja (jednim dijagramom opterećenja), a drugi put drugim slijedom (drugim dijagramom), djelatni se gubici energije općenito odnose, uzevši u obzir izraz (9), kao:

$$\begin{aligned} k_g &= \frac{W_{\text{gub } 1}}{W_{\text{gub } 2}} = \frac{3R_1 \cdot I_{\max 1}^2 \cdot T_1 \cdot \vartheta_1 \cdot 10^{-3}}{3R_2 \cdot I_{\max 2}^2 \cdot T_2 \cdot \vartheta_2 \cdot 10^{-3}} = \\ &= \frac{R_1 \cdot \left(\frac{P_{\max 1}}{\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot \cos \varphi_1} \right)^2 \cdot T_1 \cdot \vartheta_1}{R_2 \cdot \left(\frac{P_{\max 2}}{\sqrt{3} \cdot U_2 \cdot \cos \varphi_2} \right)^2 \cdot T_2 \cdot \vartheta_2} = \\ &= \frac{R_1}{R_2} \cdot \left(\frac{U_2}{U_1} \right)^2 \cdot \left(\frac{P_{\max 1}}{P_{\max 2}} \right)^2 \cdot \left(\frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi_1} \right)^2 \cdot \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \\ &= k_R \cdot \frac{1}{k_U^2} \cdot k_s^2 \cdot k_{\cos \varphi}^{-2} \cdot k_g \end{aligned} \quad (18)$$

Izdvojimo li iz gornjeg izraza samo pročišćeni dio izraza, dobivamo opći "zakon sličnosti dijagrama opterećenja":

$$k_g = k_R \cdot \frac{1}{k_U^2} \cdot k_s^2 \cdot k_{\cos \varphi}^{-2} \cdot k_g \quad (19)$$

Obično se usporedba radi na jednakim ili istim komponentama mreže ($R_1 = R_2$) i s jednakim naponima ($U_1 = U_2$) kao i jednakim vremenima pogona ($T_1 = T_2$). U tom su slučaju faktori k_R i $\frac{1}{k_U^2}$ jednaki jedinici pa se mogu ispustiti, ali se općenito ne smiju zaboraviti.

2.1. Provjera zakona sličnosti na mjerenim dijagramima opterećenja u distribucijskoj mreži

Za potrebe studija električnih distribucijskih mreža pred više su godina snimljeni dnevni dijagrami opterećenja u transformatorskim poljima 10 kV u TS 35/10 kV i adekvatno na sabirnicama 0,4 kV u TS 10/0,4 kV u Splitu i Zagrebu [2]. Snimanje je izvedeno registrirajućim instrumentima, a mjerenja su obuhvatila snimanje djelatne i jalove snage te napona.

Snimljeni dijagrami odnose se uglavnom na vremensko razdoblje u prijelaznoj sezoni. Sveukupno je snimljeno:

- 80 dnevnih dijagrama opterećenja u TS 35(30)/10 kV
- 44 dnevna dijagrama opterećenja u TS 10/0,4 kV tj. ukupno 124 dnevna dijagrama.

Polovica ovih dijagrama odnosi se na radni, a druga polovica na neradni dan. Da bi se predložene dijagrame moglo usporediti, provedena je analiza, tj. određeni su parametri koji ih karakteriziraju kao i omjeri parametara koji su prije definirani u tekstu. U ovom radu iskorišten je samo onaj dio dijagrama opterećenja koji su pokazali sličnost promatranih parametara.

2.1.1. Prvo ispitivanje: utjecaj vršnog opterećenja na promjenu gubitaka električne energije

Pri proračunu parametara pojedinih dijagrama opterećenja zamijećeno je da postoje dijagrami čiji su parametri gotovo identični, pa se postavilo pitanje ne bi li se daljnjom analizom moglo ustanoviti kako razlike tih dijagrama opterećenja utječu na gubitke električne energije u komponentama mreže na kojima su snimljeni. Stoga su, za verifikaciju metode, iz cijelog skupa dijagrama izdvojeni oni parovi koji se po određenim parametrima poklapaju, dok su im ostali parametri različiti (vidjeti [1], pogl. 4., s naznakom metode).

Na tablici 1 navedeni su omjeri parametara uspoređenih dijagrama opterećenja. Početna oznaka snimljenog dijagrama "3" u prvom stupcu - odnosi se na dijagrame opterećenja transformatora u TS 35/10 kV, a početna oznaka "1" na dijagrame opterećenja transformatora u TS 10/0,4 kV. Ostali dio oznake pojedinih dijagrama opterećenja su brojevi kojima su autori razvrstali snimljeni materijal (vidjeti lit. [2]).

Tablica 1. Omjeri parametara za parove dijagrama opterećenja na istoj naponskoj razini koji imaju približno jednak faktor snage $\cos\varphi_{sr}$ i faktor oblika m

Par dijagrama za usporedbu (šifre dijagrama)	k_s	k_w	k_g	$k_{g\%}$
(3108, 3102) Split	1,464	1,476	2,167	1,497
(3225, 3113) Split	0,413	0,425	0,179	0,425
(3204, 3113) Split	2,370	2,396	5,795	2,421
(1107, 1202) Split	1,839	1,801	3,684	2,093
(1105, 1209) Split	2,342	2,303	6,007	2,612
(1206, 1205) Split	0,339	0,329	0,108	0,337
(1207, 1205) Split	8,026	7,419	55,881	7,480

Vidi se da je $k_g \approx k_w^2$, a s obzirom da je $m_1 \approx m_2$, vrijedi i odnos da je:

$$k_g \approx k_s^2 \quad (20)$$

1. zakon sličnosti dijagrama opterećenja

$(m_1 \approx m_2 \text{ i } \cos\varphi_1 \approx \cos\varphi_2)$

Gubici električne energije na jednakim komponentama mreže koje su u pogonu opterećene različitim dijagramima opterećenja sa sličnim faktorima oblika i sličnim faktorima snage, približno su proporcionalni kvadratu omjera maksimalnih opterećenja dvaju dijagrama opterećenja.

2.1.2. Drugo ispitivanje: utjecaj prosječnog faktora snage $\cos\varphi$ na promjenu gubitaka električne energije

Analogno prethodnoj točki uspoređeni su parovi dijagrama koji imaju približno jednako vršno opterećenje i faktor oblika m , a rezultati su prikazani na sljedećoj tablici 2.

S obzirom da su faktori snage različiti, gubici električne energije se odnose kako slijedi:

$$\frac{W_{gub1}}{W_{gub2}} = \frac{\sum_{i=1}^T I_{1i}^2}{\sum_{i=1}^T I_{2i}^2} = \frac{\sum_{i=1}^T P_{1i}^2}{\sum_{i=1}^T P_{2i}^2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^T \cos^2\varphi_{1i}}{\sum_{i=1}^T \cos^2\varphi_{2i}} \quad (21)$$

Tablica 2. Omjeri parametara za parove dijagrama opterećenja na istoj naponskoj razini koji imaju približno jednako vršno opterećenje i približno jednak faktor oblika m

Par dijagrama za usporedbu (šifre dijagrama)	k_s	k_w	$k_{\cos\varphi}$	k_g	$k_{g\%}$	k_φ
(3115, 3219) Split	0,939	0,782	0,840	0,839	1,070	0,994
(3206, 3119) Split	0,949	0,831	0,870	0,868	1,050	0,986
(3202, 3225) Split	0,991	1,086	1,114	0,965	0,893	0,991
(1207, 1213) Split	0,982	0,873	0,830	1,018	1,164	1,090
(1113, 1107) Split	0,997	1,131	1,193	0,938	0,836	0,926

odnosno, budući da je $m_1 = m_2$, onda je omjer:

$$\frac{\sum_{i=1}^T P_{1i}^2}{\sum_{i=1}^T P_{2i}^2} = \left(\frac{W_{1uk}}{W_{2uk}} \right)^2 = k_w^2 \quad (22)$$

pa nadalje imamo:

$$k_g \approx k_w^2 \cdot \frac{\cos^2\varphi_2}{\cos^2\varphi_1} \approx \left(\frac{k_w}{k_{\cos\varphi}} \right)^2 \quad (23)$$

a upravo to se dobiva iz provedene usporedbe, jer primjerice iz usporedbe dijagrama s oznakama 3115 i 3219 proizlazi da je

$$\left(\frac{k_w}{k_{\cos\varphi}} \right)^2 = \left(\frac{0,782}{0,840} \right)^2 = 0,866$$

Prava je vrijednost $k_g = 0,839$, što je pogreška od svega 3%, otprilike.

Svaka ovakva usporedba malo odstupa jer se podaci osnivaju na srednjim vrijednostima. Svejedno se i ovim putem može približno ocijeniti veličina gubitaka električne energije za neki nepoznati iznos faktora gubitaka. Ako bi npr. odnos bio $k_{\cos\varphi} = 0,56$, $\cos\varphi_{1sr} = 0,5$, a $\cos^2\varphi_2 = 0,9$, onda bi odnos gubitaka za iste dijagrame bio:

$$k_g = \left(\frac{0,782}{0,56} \right)^2 = 1,95$$

tj. komponenta opterećena prvim dijagramom imala bi 95% veće gubitke nego da je opterećena drugim dijagramom opterećenja.

2. zakon sličnosti dijagrama opterećenja

$$(m_1 = m_2 \text{ i } S_{\max 1} = S_{\max 2})$$

Gubici električne energije na jednakim komponentama mreže koje su u pogonu opterećene različitim dijagramima opterećenja s jednakim faktorima oblika i jednakom prenešenom energijom (MWh), odnose se općenito kao kvadrat omjera prenešene energije i omjera faktora snage.

2.1.3. Treće ispitivanje: utjecaj faktora gubitaka i faktora oblika na promjenu gubitaka električne energije

Tablica 3. Omjeri parametara za parove dijagrama opterećenja na istoj naponskoj razini kod kojih su vršno opterećenje i srednji faktor snage približno jednaki

Par dijagrama za usporedbu (šifre dijagrama)	k_s	k_w	k_m	k_ϑ	k_g	$k_{g\%}$
(3104, 3204) Split	0,977	0,752	0,769	0,6244	0,587	0,782
(3233, 3212) Split	0,914	1,242	1,324	1,6356	1,397	1,430
(3122, 3102) Split	0,956	0,776	0,804	0,6754	0,640	0,830
(1103, 1109) Split	0,989	0,577	0,583	0,3920	0,3897	0,672
(1207, 1103) Split	0,916	1,293	1,415	1,818	1,550	1,209
(1107, 1205) Split	0,876	0,684	0,794	0,667	0,562	0,821

Uspoređeni dijagrami međusobno se razlikuju po obliku, a s obzirom da su vršna opterećenja približno jednaka, onda se energije odnose kao faktori m , tj. $k_w \approx k_m$. Odavde slijedi da se i gubici električne energije odnose kao faktori gubitaka, tj.:

$$k_g \approx k_\vartheta \approx k_m^{1,8} \approx k_w^{1,8}$$

jer po Junge-u vrijedi (za manje vrijednosti m): $\vartheta = m^{1,8}$

3. zakon sličnosti dijagrama opterećenja

$$(S_{\max 1} \approx S_{\max 2} \text{ i } \cos \vartheta_1 \approx \cos \vartheta_2)$$

Gubici se električne energije na jednakim komponentama mreže koje su u pogonu opterećene dijagramima opterećenja s jednakim vršnim opterećenjima i jednakim faktorima snage, odnose kao faktori gubitaka ili približno s potencijom 1,8 faktora oblika ili omjera prenešene energije.

Metodu ocjene gubitaka električne energije verificirat ćemo na primjeru dijagrama opterećenja razdjelnih transformatorskih stanica TS 10/0,4 kV, br. 330 i br. 973 u Zagrebu. S obzirom da ova dva dijagrama nemaju slične parametre, mora se izraz (19) primijeniti u cijelosti, dakle uzeti opći zakon sličnosti dijagrama opterećenja.

Odredimo najprije omjere parametara ovih dvaju dijagrama opterećenja:

$$k_s = S_{\max 1} / S_{\max 2} = 285 / 381 = 0,748$$

$$k_w = W_1 / W_2 = 5099 / 6293 = 0,81$$

$$k_m = m_1 / m_2 = 1,52$$

$$k_\vartheta = \vartheta_1 / \vartheta_2 = 0,556 / 0,498 = 1,116$$

S obzirom da su transformatori u obje promatrane razdjelne stanice jednaki, a jednaki su i pogonski naponi, gubici se odnose kako slijedi (pretpostavlja se da su i faktori snage približno jednaki):

$$k_g = k_R \cdot \frac{1}{k_U^2} \cdot k_S^2 \cdot k_\vartheta = 1 \cdot 1 \cdot 0,758^2 \cdot 1,116 = 0,64$$

Prvi transformator ima promjenljive gubitke električne energije (gubitke zbog opterećenja ili tzv. "gubitke u bakru") 36% manje od drugog transformatora. Jasno je da su pri tom gubici električne energije u praznom hodu (tzv. "gubici u željezu") u oba slučaja jednaki.

3. ZAKLJUČNO RAZMATRANJE

U radu je najprije izveden opći zakon sličnosti, a potom na temelju omjera pojedinih parametara dijagrama opterećenja i pojedini "zakoni sličnosti". Uvjet za provedbu ovakvih razmatranja jest da postoje ili se na određeni način pretpostave odgovarajući dijagrami opterećenja primjereni razlikama u vremenskom slijedu opterećenja i ostalim svojstvenim parametrima. Pokazuje se da je moguće, na temelju poznavanja parametara dvaju dijagrama opterećenja izmjerenih na jednakim ili sličnim komponentama mreže ili strujnim krugovima, dovoljno točno ocijeniti promjenu veličine gubitaka električne energije u tim komponentama ili strujnim krugovima. Metoda procjene gubitaka električne energije na temelju zakona sličnosti dijagrama opterećenja može se pokazati povoljnom naročito kod procjene gubitaka u strujnim krugovima koji imaju više ogranaka. U doba široke uporabe računala za proračune tokova snaga u javnim razdjelnim mrežama, proračun gubitaka električne energije ne bi, općenito, trebao biti upitan, ali se još uvijek može postaviti pitanje nadzora nad proračunom i ocjene točnosti dobivenih rezultata. To se odnosi naročito na sve radove kod planiranja mreža kao i kod svih razmatranja promjene odnosa na mreži, npr. opterećenja i njihovog vremenskog slijeda ili s druge strane promjene parametara mreže. Rezultati proračuna izravno utječu na troškove, dakle i usporedbu vrijednosti razmatranih varijanti planirane mreže.

LITERATURA

- [1] E. MIHALEK, L. WAGMANN, Ž. RAJIĆ: "Racionalno korištenje električne energije - Tehnički gubici i mjere za smanjenje", studija, Institut za elektroprivredu - Zagreb, 1988.
- [2] BALDASARI, RAJIĆ i dr.: "Kompenzacija jalove snage i utjecaj viših harmonika u elektrodistribucijskoj mreži grada Zagreba", knjiga 1., studija, Institut za elektroprivredu - Zagreb, 1988.
- [3] Netzverluste, Eine Richtlinie für ihre Bewertung und ihre Verminderung, VDEW, Frankfurt (M), 1978.

ESTIMATION OF ELECTRIC ENERGY LOSSES IN NETWORK COMPONENTS BASED ON LOAD DIAGRAM SIMILARITY LAW

The paper presents a method of electric energy loss estimation based on load diagram similarity law. If there are no significant differences among network parameters where compared diagrams are taken, the difference among electric energy losses depends solely on the parameters' relation of the load diagrams, that is their similarity. The scope of the work is not a new law discovery in electric power sector but the intention of the authors to give an additional tool to electric energy engineers to evaluate and check electric energy losses in the distribution network elements.

VERLUSTEBEURTEILUNG DER ELEKTRISCHEN ENERGIE IN NETZBESTANDTEILEN ANHAND DES ÄHNLICHKEITSGESETZES DER BELASTUNGSDIAGRAMME

Anhand des Ähnlichkeitsgesetzes der Belastungsdiagramme wurde die Verlustabschätzungsmethode elektrischer Energie dargestellt. Wenn es zwischen den

Parametern des beobachteten Netzes und jenen der Netze für welche die Belastungsdiagramme aufgenommen wurden, keine wesentlichen Unterschiede gibt, der Unterschied in Energieverlusten hängt nur von den Beziehungen der Parameter dieser Belastungsdiagramme, also von ihrer Ähnlichkeit ab. Der Zweck dieser Arbeit ist nicht die "Entdeckung" neuer Gesetzmässigkeiten in der Elektroenergetik, sondern die Absicht der Verfasser den Elektroenergetikern ein zusätzliches Werkzeug zur Bewertung und Nachprüfung der Energieverluste in Teilen der Verteilungsnetze darzubieten.

Naslov pisaca:

Mr. sc. Ernest Mihalek, dipl. ing.
mr. sc. Lahorko Wagmann, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar" d.o.o., Zagreb
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-02-15.