

PROGNOZIRANJE POTREBNE ELEKTRIČNE ENERGIJE
FORECASTING THE REQUIRED ELECTRICITY

Stručni članak

*Pred. VŠ Meris Rahmanović dipl.ing.el.teh.**

*Semir Nurkić dipl.ing.el.teh.**

Sažetak

Prognoziranje potrebne električne energije početni je i najvažniji korak kako pri planiranju razvoja tako i za potrebe eksploatacije distributivne mreže. Ovo podrazumjeva predviđanje razvoja potreba energije u budućnosti. Analizom potrošnje ostvarene u prošlosti uviđa se da potreba za električnom energijom zavisi od niza uticajnih faktora, kao što su:

- *trend promjene bruto nacionalnog dohotka*
- *mogućnosti korištenja drugih vidova energije, ukoliko je jeftinija, ekološki prihvatljivija itd.*
- *dostignuti nivo specifične potrošnje*
- *standard stanovništva*
- *natalitet i dr.*

Zbog toga je prognoziranje potrebne električne energije potrebno sprovesti na više načina, kako bi se došlo do rezultata koji olakšavaju dalju analizu. Cilj rada je pokazati metodološki pristup prognoziranja potrebne električne energije.

Ključne riječi: prognoziranje, električna energija, kvalitativne metode, ekstrapolacione metode, korelacione metode.

**Visoka škola „CMS – Centar za multidisciplinarne studije“ Tuzla, e-mail: meris.rahmanovic@gmail.com*

**JU MSS “Banovići”, e-mail: semir.nurkic@hotmail.com*

Abstract

Forecasting of the required electricity is the initial and most important step in both planning development and the needs of exploitation of the distribution network. This implies anticipating the development of energy needs in the future. By analyzing consumption in the past it is seen that the need for electricity depends on a number of influencing factors, such as:

- *the trend of gross national income change*
- *the possibility of using other forms of energy, if it is cheaper, more environmentally friendly,*
- *the level of specific consumption achieved*
- *population standard*
- *natality and others.*

For this reason, the forecast of the required electricity needs to be carried out in several ways, in order to obtain results that facilitate further analysis. The aim of the paper is to show a methodological approach to the forecasting of the required electricity.

Key words: prognosis, electrical energy, qualitative methods, extrapolation methods, correlation methods.

1. UVOD

Sa stanovišta vremenskog perioda za koji se vrši prognoziranje razlikuju se dugoročna, srednjeročna i kratkoročna prognoza.

Dugoročna prognoza se vrši za vremenski period od 5 do 30 godina sa osnovnim vremenskim intervalom od godinu dana. Važna je za određivanje strategije razvoja distributivne mreže.

Srednjeročna prognoza je sa vremenskim periodom do 5 godina sa mjesečnom ili sedmičnom vremenskom diskretizacijom. Na osnovu ove prognoze određuje se obim izgradnje elektroenergetskih objekata i ona predstavlja vezu između eksploatacije i planiranja razvoja mreže.

Kratkoročna prognoza je sa vremenskim periodom od jednog dana do jedne sedmice i sa satnom vremenskom diskretizacijom. Ova vrsta prognoze potrebna je za potrebe eksploatacije.

Još je potrebno utvrditi da li vršiti prognoziranje ukupne potrošnje ili po pojedinim kategorijama?

Na osnovu iskustvenih podataka bolji rezultati će se dobiti ako se potrošnja podijeli po kategorijama. Naime, prognoza potrebne električne energije u industriji, saobraćaju, širokoj potrošnji, zavisi od planova razvoja ovih sektora. Za dugoročno prognoziranje naročito je važna kategorija domaćinstva i za ove potrebe razvijen je veliki broj metoda od kojih ćemo neke u radu razmatrati.

2. METODE ZA PROGNOZIRANJE

Metodološki pristupi za prognoziranje potreba za električnom energijom u zavisnosti od uticajnih faktora dijele se na:

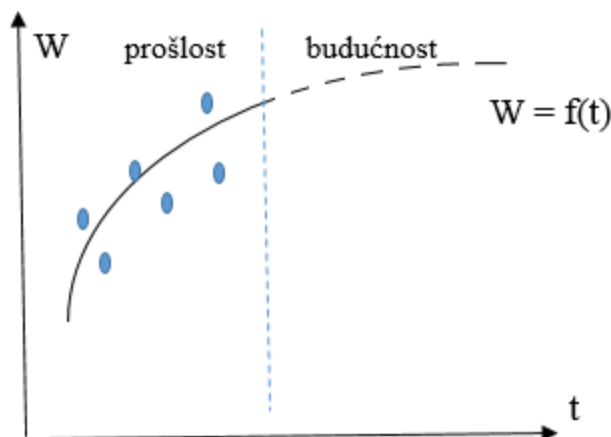
- ✓ Kvalitativne metode
- ✓ Ekstrapolacione (nezavisne) metode
- ✓ Korelacione (zavisne) metode

2.1. Kvalitativne metode

Baziraju se na određenim mjerodavnim faktorima bez korištenja matematičkih modela. Zasnovane su na ljudskom rasuđivanju, nose određenu dozu subjektivnosti, što dovodi da je rezultat prognoziranja često izraz želje ili intuicije. Primjenjuju se u situacijama kada je otežana primjena ostalih metoda. Kao primjer može poslužiti prognoziranje potrebne električne energije za novo gradsko naselje čija se izgradnja planira u bliskoj budućnosti gdje se ne raspolaže podacima iz prošlosti.

2.2. Ekstrapolacione (nezavisne) metode

Sušтина ove metode je pretpostavka da će se potrošnja u budućnosti odvijati na isti način kao i u prošlosti. Zbog toga je potrebno, na osnovu podataka iz prošlosti, uspostaviti funkcionalnu zavisnost utrošene električne energije od vremena.



Slika 1. Primjer prognoze potrošnje produženjem u budućnost pogodno izabrane krive za predstavljanje potrošnje u prošlosti (Rajaković, Tasić, 2008.)

Postoji veliki broj analitičkih funkcija koje daju vezu između potrošnje električne energije i vremena u prošlosti a to su: prava linija, parabola, polinom trećeg reda, eksponencionalna funkcija, logaritamska prava, linearna kriva sa zasićenjem, kvadratna kriva sa zasićenjem, gompertzova kriva. Dosadašnja iskustva u planiranju distributivnih mreža u potpunosti su opravdala primjenu prave linije za prognoziranje potreba za električnom energijom iskazana relacijom

$$W_{prog} = a \cdot t + b \text{ [GWh]}$$

gdje su:

W_{prog} – utrošena energija u godini za koju se radi prognoza

t – dužina prethodnog perioda u godinama

$a \left[\frac{\text{GWh}}{\text{god}} \right]$, $b \text{ [GWh]}$ - koeficijenti koji se odnose na vrijednosti električne energije koje su ostvarene u prethodnom periodu dužine n godina, i računaju se pomoću izraza:

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n t \cdot \sum_{t=1}^n W_t - n \sum_{t=1}^n t \cdot W_t}{(\sum_{t=1}^n t)^2 - n \sum_{t=1}^n t^2}$$

$$b = \frac{\sum_{t=1}^n W_t \cdot \sum_{t=1}^n t^2 - \sum_{t=1}^n t \cdot \sum_{t=1}^n t \cdot W_t}{n \sum_{t=1}^n t^2 - (\sum_{t=1}^n t)^2}$$

pri čemu se vrijednosti za energiju W_t izražavaju u [GWh].

Uobičajena dužina intervala prethodnog perioda je $n = 10$ godina, dok je uobičajena dužina prognoziranog perioda $N=10$ godina. Dužina prognoziranog perioda ne može biti veća od dužine prethodnog perioda.

2.3. Korelaciona (zavisna) metoda

Zasniva se na uzajamnoj zavisnosti utrošene električne energije i drugih neelektričnih veličina (demografske, ekonomske) koje ne utiču isto na sve potrošače, što dovodi do podjele na tri sektora:

- ✓ sektor domaćinstva
- ✓ sektor industrije
- ✓ sektor ostale potrošnje (trgovina, školstvo, zdravstvo, itd.).

Sektor domaćinstva

Ukupna potrošnja električne energije u sektoru domaćinstva W_{dom} u godini t može da se dobije kao proizvod potrošnje prosječnog domaćinstva W_d u godini t i broja domaćinstava d na posmatranom području u godini t :

$$W_{dom} = W_d \cdot d$$

Potrošnja prosječnog domaćinstva na kraju perioda posmatranja t određuje se iz izraza:

$$W_d = W_{d(t-1)} \cdot e^{\frac{n_t \cdot \ln W_{grd}}{T} \cdot W_{d(t-1)}} = W_{d(t-1)} \frac{T-n_t}{T} \cdot W_{grd} \frac{n_t}{T}$$

gdje je:

W_d [kWh] - potrošnja prosječnog domaćinstva na kraju perioda t

$W_{d(t-1)}$ [kWh] - potrošnja prosječnog domaćinstva na kraju perioda $(t - 1)$

n_t - broj godina posmatranog perioda t

W_{grd} [kWh] - granična vrijednost godišnje potrošnje prosječnog domaćinstva

T [god.] - pretpostavljena dužina perioda za koji bi potrošnja prosječnog domaćinstva, uz stalnu stopu rasta, dostigla graničnu vrijednost (20, 30,... 50 godina)

Granična vrijednost godišnje potrošnje prosječnog domaćinstva zavisi od veličine stana, broja članova domaćinstva, ukupnog prihoda, opremljenosti električnim uređajima, cijeni električne energije i drugih faktora. Za određivanje granične vrijednosti potrošnje prosječnog domaćinstva od 4 člana sa površinom stana od oko 60 m² koriste se podaci o potrošnji električne energije pojedinih kućanskih električnih aparata iz tabele 1.

Redni broj	Naziv kućanskog aparata	Instalirana snaga [kW]	Godišnja potrošnja W_{grd} [kWh/dom]
1.	Električni štednjak	6,4 – 9	1300
2.	Bojler u kupatilu	1,5 – 2	2000
3.	Bojler u kuhinji	1,5 – 2	300
4.	Mašina za posuđe	2,5 – 4	500
5.	Mašina za veš	2,3 – 3,5	500
6.	Električna rasvjeta	0,6 – 1	400
7.	Frižider	0,14	400
8.	Zamrzivač	0,14	700
9.	Pegla	1	120
10.	Usisivač	0,3	30
11.	TV	0,25	200
12.	Električno grijanje	4 - 6	6000
13.	Klima uređaji	0,18 – 1	800
14.	Ostali aparati	0,5	200
	UKUPNO	22 – 31	13450

Tabela 1. Granična vrijednost potrošnje prosječnog domaćinstva (Muharemović, Madžarević, Džananović, Muharemović, Ramić, 2011.)

Sektor industrije

Potrošnja električne energije u sektoru industrije zavisi od grane industrije, potrošnje po jedinici proizvoda i drugih faktora. Proračun ovih zavisnosti je komplikovan i nepouzdan postupak, a da bi se to olakšalo industrijske potrošače dijelimo u dvije kategorije i to potrošače snage do 42 kW i potrošače snage preko 42 kW. (Tanasković, Bojković, Perić, 2007.)

Za industrijske potrošače snage do 42 kW prognoza potreba za električnom energijom računa se iz izraza:

$$W_{prt} = W_{pt} \cdot \left(1 + \frac{\Delta W_n}{100}\right)^t$$

gdje je:

W_{prt} [kWh] - prognozirana potrošnja u godini t

W_{pt} [kWh] - potrošnja na kraju prethodnog perioda

ΔW_n [%] - godišnja stopa porasta potrošnje.

Za industrijske potrošače preko 42 kW podaci se prikupljaju putem anketa, a najznačajnije je dobiti podatak za prognoziranu potrošnju i-tog potrošača u godini (W_{it}).

Ukupne potrebe za električnom energijom W_{ind} u sektoru industrije dobijaju se iz zbira pojedinačnih potreba industrijskih potrošača iz prve i druge kategorije:

$$W_{ind} = W_{it} + W_{prt}.$$

Sektor ostala potrošnja

Ukupna potrošnja električne energije u sektoru ostale potrošnje zavisi od nivoa razvijenosti zemlje, broja zaposlenih u pojedinim djelatnostima, broju stanovnika na posmatranom području, cijeni električne energije i mnogim drugim faktorima.

Prognoza potreba za električnom energijom određuje se na osnovu stope rasta iz izraza:

$$W_{ost} = W_{oso} \cdot \left(1 + \frac{\Delta W_{os}}{100}\right)^t$$

gdje je:

W_{ost} [kWh] - prognozirana potrošnja sektora ostala potrošnja u godini t

W_{oso} [kWh] - realizovana potrošnja istog sektora u poslednjoj godini prethodnog perioda

ΔW_{os} [%] - usvojena stopa rasta potrošnje u ovom sektoru

Prognozirane ukupne potrebe za električnom energijom dobijaju se kao zbir prognoziranih vrijednosti za sva tri sektora potrošnje:

$$W_{ut} = W_{dom} + W_{ind} + W_{ost}.$$

3. ZAKLJUČAK

Izloženi modeli koriste se za dugoročno prognoziranje sa vremenskom diskretizacijom od jedne godine. Međutim, potrošnja u toku jedne godine nije ravnomjerno raspoređena, već varira od mjeseca do mjeseca. Promjena potrošnje tokom godine posljedica je porasta potrošnje tokom vremena i sezonskih uticaja.

Određivanje ovih promjena potrošnje može se posmatrati kao problem srednjeročne prognoze na godišnjem nivou, uz unaprijed određenu godišnju potrošnju električne energije.

Određivanje godišnjih i sezonskih promjena potrošnje mnogo je važnije za potrebe eksploatacije nego za potrebe planiranja razvoja mreže.

LITERATURA

1. Gönen, T., 1986. Electric Power Distribution System Engineering. New York.
2. Muharemović, A., 1996. Elektroenergetski sistem i okolina. Sarajevo.
3. Muharemović, A., Madžarević, V., Džananović, I., Muharemović, A., Ramić, M., 2011. Uzemljenje, projektiranje i mjerenja, zakonska regulativa. Tuzla.
4. Rajaković, N., Tasić, D., 2008. Distributivne i industrijske mreže. Beograd.
5. Rajaković, N., Tasić, D., Arsenijević, N., Stojanović, M., 2005. Zbirka zadataka iz distributivnih i industrijskih mreža. Beograd.
6. Sullivan, R.L., 1977. Power System Planing. New York.
7. Tanasković, M., Bojković, T., Perić, D., 2007. Distribucija električne energije. Beograd