



Predajom ovog rada izjavljujem, pod moralnom odgovornošću, da sam ovaj seminarski rad izradio samostalno.

Obrada podataka i statistička ocjena mjerenja napona gradske mreže

Uvod

Ovaj se seminarski rad bavi problematikom obrade podataka i statističke ocjene mjerenja. Odabran primjer mjerenja je mjerenje napona gradske mreže. Izrada seminarskog rada započeta je planiranjem pokusa te postavljanjem hipoteze.

Prema danom zadatku isplanirano je mjerenje napona gradske mreže tokom 8 dana. Previđeno je mjerenje svakog dana u 12:00 sati, na istom priključnom mjestu te istim mjernim uređajem. To sve kako bi se izbjegla mjerna netočnost radi nejednolike potrošnje električne energije tokom jednog dana, ovisnost mjerne veličine o mjernom mjestu (iako je napon gradske mreže standardiziran on ovisi o trafostanici i zahtjevima područja kojeg se opskrbljuje) te veće razlike mjernih nepreciznost pojedinih uređaja.

No, mjerna netočnost zbog nejednolike potrošnje električne energije tokom jednog tjedna nije se mogla izbjeći. Osim rasporeda radnih dana tokom jednog tjedna na potrošnju utječu i promjenjive vremenske prilike tokom jednog tjedna a iste uzrokuju i različitu mjernu nepreciznost istoga uređaja.

Nominalni efektivni iznos napona gradske mreže između priključaka jedne faze i nule iznosi 220V a prema normi EN50160 dopušteno je odstupanje $\pm 10\%$ od deklariranog napona. U našem slučaju znači da se efektivna vrijednost mjerenog napona može kretati između 198 i 242 V.

Glavni dio rada

Prikupljanje podataka

Mjerenje se vršilo na jednom kućnom priključku napona, a mjerio se efektivni iznos napona između vodova faze i nule. Mjerni instrument korišten u tom postupku je univerzalni instrument „MASTECH M – 830B“ slabije preciznosti, bez „true RMS“ funkcije no zadovoljavajuće potrebe. Prikupljeni uzorci i izračunate vrijednosti su prikazane u Tablici 1.

Dani	Izmjereni napon	Odstupanje	Kvadrat odstupanja
1. dan	218	1,5	2,25
2. dan	213	-3,5	12,25
3. dan	215	-1,5	2,25
4. dan	212	-4,5	20,25
5. dan	218	1,5	2,25
6. dan	219	2,5	6,25
7. dan	224	7,5	56,25
8. dan	213	-3,5	12,25

Tablica 1.



Opisna statistika

Kako bi bolje razumjeli podatke te ih učinkovito i razmjerno jednostavno pokazali poslužit ćemo se temeljnim sastavnicama statističke analize.

- Aritmetička sredina – predstavlja prosječnu vrijednost svih mjerenih veličina

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{218 + 213 + 215 + 212 + 218 + 219 + 224 + 213}{8} = 216,5 \text{ V}$$

- Odstupanje – udaljenost pojedine izmjerene vrijednosti od aritmetičke vrijednosti

$$d_i = x_i - \bar{x}$$

- Varijanca – kvadrat srednje udaljenosti između pojedinih izmjerenih vrijednosti i aritmetičke sredine

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$s^2 = \frac{2,25 + 12,25 + 2,25 + 20,25 + 2,25 + 6,25 + 56,25 + 12,25}{7} = 16,286$$

- Standardno odstupanje – pozitivni drugi korijen varijance

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

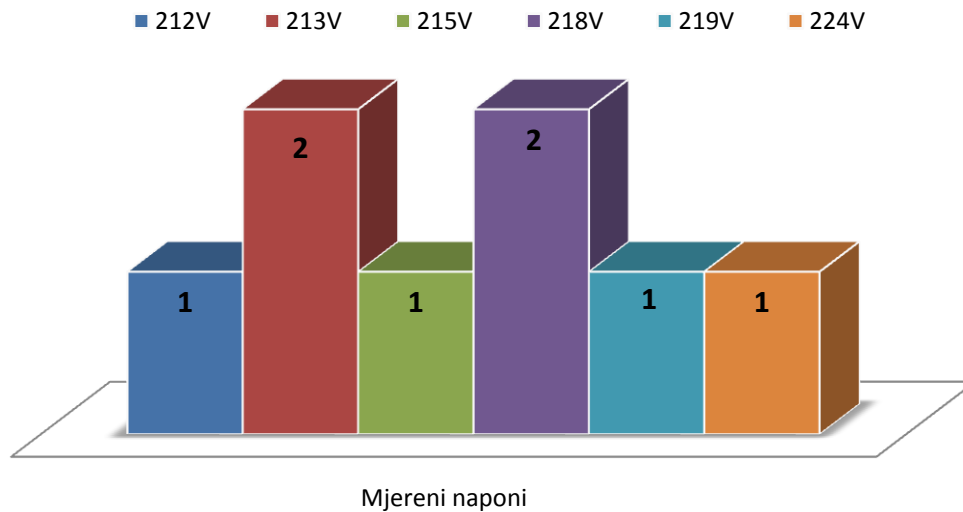
$$s = \sqrt{16,286} = 4,04 \text{ V}$$

Analiza

Kako bi mogli donijeti pravovaljani zaključak potrebno je detaljnije analizirati prikupljene podatke te izračunate vrijednosti. Histogram će nam dati bolji uvid u raspon i učestalost pojavljivanja pojedinih vrijednosti mjerenja.



Histogram

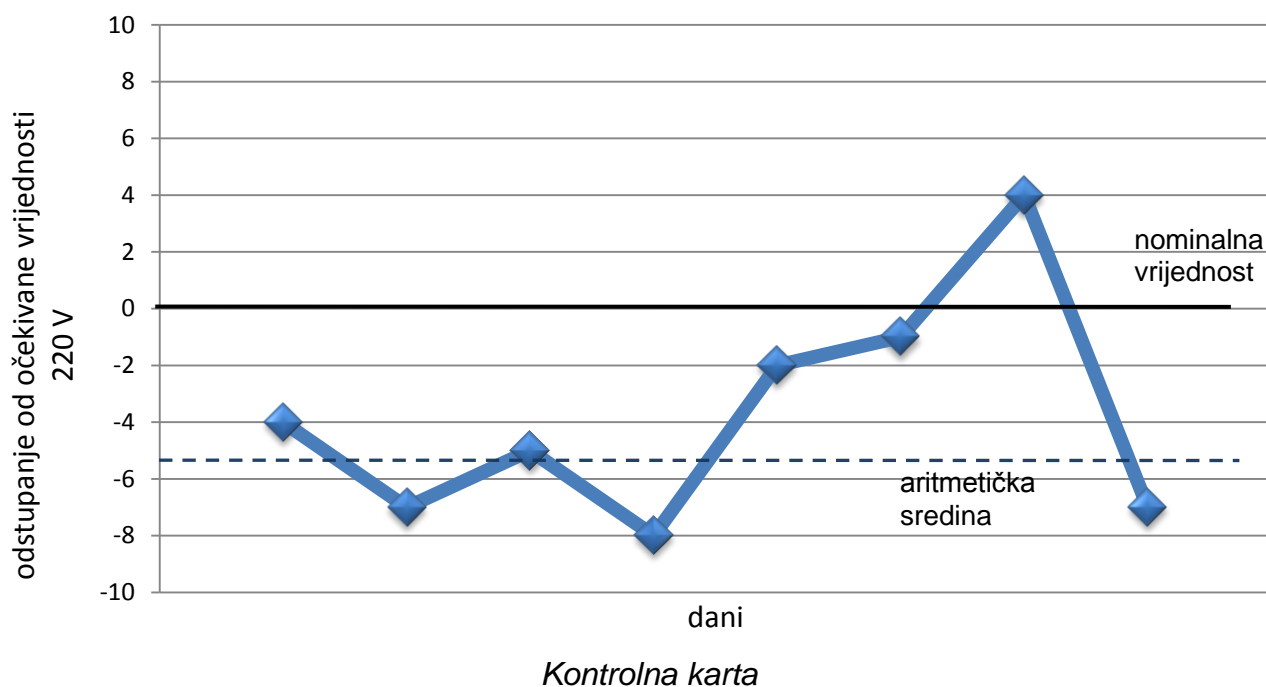


Ispitni je list također jedan od 7 osnovnih alata za kontrolu kakvoće koje je definirao Kaoru Ishikawa. Tokom osmodnevnog perioda mjerenja izrađen je sljedeći kontrolni list. Iako je tokom mjerenja uočena potreba za većom razlučivosti vrijednostima manjim od nazivnog napona nije se mogla postići dovoljno velika razlučivost a da ispitni list zadrži svoju namjenu.

Izmjereni napon	Označi	Ukupno
manji od 211 V	-	0
212 ili 213 V	///	3
214 ili 215	/	1
216 ili 217 V	-	0
218 ili 219 V	///	3
220 V	-	0
između 221 i 224 V	/	1
veći od 225 V	-	0
Ukupno		8

Ispitni list

Zadnji, ali ne i manje važni dostupni alat za analizu podataka je kontrolna karta. Ona nam na jednom mjestu pokazuje odstupanje od nazivne vrijednosti (masno otisnuta linija) te odstupanje od aritmetičke sredine (isprekidana masno plava linija) u ovisnosti o uzorkovanju po danima. Kontrolna je karta prikazana sljedećim grafom.



Obradivši podatke svim dostupnim alatima možemo se okrenut ka analizi istih, provjeriti postavljene hipoteze te prema tome donosit zaključke.

Zaključak

Na temelju analize podataka a prema postavljenim hipotezama zaključio sam sljedeće. Mjereni napon gradske mreže nije konstantnog iznosa nego varira oko deklariranog iznosa. No, u niti jednom mjerenju napon nije prekoračio iznose dozvoljene i regulirane normom EN 50160 a time smo potvrdili postavljenu hipotezu o kontroli razine mjenog napona. Prema mjernim uzorcima napon postiže maksimalnu razliku od 3,64% nazivnog napona. S druge strane, hipoteza da će aritmetička sredina mjenog napona biti jednaka nazivnom naponu nije ispravna. Postoji odstupanje mjenog napona u prosjeku 3,5 V odnosno 1,6% deklarirane vrijednosti od iste, a i oko te vrijednosti napon u prosjeku varira za 4,04 V.

Nažalost, broj uzoraka ne smatram reprezentativnim kako bi mogao donositi odluke na temelju histograma ili ispitnog lista. Iako je dani histogram dovoljno dobra oblika, u nedostatku broja mjerenja ne pokazuje točno Gaussovu (zvonoliku) razdiobu koju smo očekivali kod mjerenja ove varijable. Ispitni nam je list potvrdio češće odstupanje mjerene veličine u negativnom smjeru iznosa što bi nam u slučaju zvonolike razdiobe označavalo pomaknutost spram jedinične zvonolike razdiobe.

Literatura

- [1] V. Bego: "Mjerenja u elektrotehnici", 9. izdanje, Graphis, Zagreb, 2003.
- [2] Materijali predavanja kolegija Upravljanje kakvoćom, ZOEEM, FER, Tema 9 – Statističke metode u upravljanju kakvoćom
- [3] H. Markiewicz, A. Klajn: „Voltage Disturbances – Standard EN 50160 – Voltage Characteristics in Public Distribution Systems“, Wroclaw University of Technology, 2004.